



Mikael Saukonoja

# Ampumaradan sähkösuunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

31.5.2023

## Tiivistelmä

Tekijä: Mikael Saukonoja  
Otsikko: Ampumaradan sähkösuunnittelu  
Sivumäärä: 19 sivua + 4 liitettä  
Aika: 31.5.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Ammatillinen pääaine: Kiinteistöjen sähkötekniikka  
Ohjaajat: Lehtori Vesa Sippola  
Sähkösuunnittelija Ville Salo

---

Tässä opinnäytetyössä käsitellään vanhaan kiinteistöön rakennettavan ampumaradan sähkösuunnittelua. Opinnäytetyön tarkoituksena on esittää kyseisen kohteen sähkösuunnittelun vaiheet alusta loppuun huomioiden kohteen erityistarpeet. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Planius Oy.

Sähkösuunnitteluun on käytetty MagiCad-sähkösuunnitteluohjelmistoa sekä valaistuksen suunnitteluun DIALux-valaistussuunnitteluohjelmistoa. Valaistuksen suunnittelun ohjeena on käytetty kansainvälisen ampumaurheiluliiton ISSF:n teknisiä sääntöjä sekä tilaajan esittämiä erityistoiveita.

Projektin suunnittelu sujui hyvin ja lopputulokseksi saatiin ampumaradan toimintaa ja turvallisuutta tukevat sähkö- ja valaistussuunnitelmat.

Avainsanat: sähkösuunnittelu, valaistussuunnittelu, ampumarata

## Abstract

Author: Mikael Saukonoja  
Title: Electrical Planning for a Shooting Range  
Number of Pages: 19 pages + 4 appendices  
Date: 31 May 2023

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and automation technology  
Professional Major: Building Services Engineering

Supervisors: Vesa Sippola, Senior Lecturer  
Ville Salo, Electrical Engineer

---

This thesis describes electrical planning project for a shooting range to be built on an old property. The purpose of the thesis is to present the phases of the electrical planning from start to finish, considering the special features of the project. The work was commissioned by Planius Oy.

Electrical plans were made using MagiCad -electrical design software and DIALux - lighting design software for lighting design. The technical rules of the international shooting sports federation ISSF and the special wishes presented by the customer have been used as guidelines for the lighting design.

The result of the planning project is the electrical and lighting plans that support the operation and safety of the shooting range.

Keywords: Electrical planning, lighting design, shooting range

# Sisällys

## Lyhenteet

|       |                                      |    |
|-------|--------------------------------------|----|
| 1     | Johdanto                             | 1  |
| 2     | Suunnittelun lähtötiedot             | 1  |
| 3     | Sähkösuunnittelu                     | 3  |
| 4     | Valaistussuunnittelu                 | 8  |
| 4.1   | Ampumaradan valaistuksen vaatimukset | 8  |
| 4.2   | DIALux-valaistussuunnittelu          | 9  |
| 4.2.1 | Tilojen 3D-mallinnus                 | 9  |
| 4.2.2 | Valaisimien valinta                  | 10 |
| 4.2.3 | Valaistusolosuhteiden simulointi     | 14 |
| 5     | Yhteenveto                           | 17 |
|       | Lähteet                              | 19 |

## Liitteet

Liite 1: TK-01 Säättökaavio

Liite 2: Tasopiirustus

Liite 3: DIALux-dokumentaatio

Liite 4: RK-keskuskaavio

## Lyhenteet

DALI: *Digital Adressable Lighting Interface*. Standardisoitu digitaalinen valonohjausprotokolla.

ISSF: *International Shooting Sport Federation*. Kansainvälinen ampu-maurheiluliitto.

lx: *Luksi*. SI-järjestelmän mukainen yksikkö valaistusvoimakkuudelle.

ldt: DIALux-suunnitteluohjelman käyttämä tiedostomuoto valaisimien teknisille tiedoille.

SAL: *Suomen Ampumaurheiluliitto*.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on suunnitella tarvittavat sähköasennusten muutos- ja laajennustyöt tilaajan vuokraamaan kohteeseen, joka saneerataan ampumaratakäyttöön. Työ tehtiin Planius Oy:n toimeksiantona. Toimeksiantoon sisältyi Planiukselta sähkö- ja LVI-suunnittelu. Rakennesuunnittelun tilaaja oli hankkinut muualta, ja kaikki urakointi tehdään tilaajan toimesta.

Planius Oy on LVI- ja sähkösuunnittelutoimisto, joka toimii pääasiassa Uudenmaan alueella. Planius teki myös kohteen LVI-suunnitelmat, mikä helpotti kohteen yhdessä suunnittelemista valaistuksen ja ilmanvaihdon päällekkäisyyksien välttämiseksi.

Kohteen sähkösuunnittelun suurin osa-alue oli valaistussuunnittelu. Ampumaradan valaistuksen suunnittelun ohjeena käytettiin kansainvälisen ampumaurheiluliiton ISSF:n teknisiä sääntöjä [1], joissa ampumaradan ja maalitaulujen valaistusvoimakkuudelle on asetettu tiettyjä vaatimuksia.

Kohde suunniteltiin tilaajan toiveiden mukaisesti.

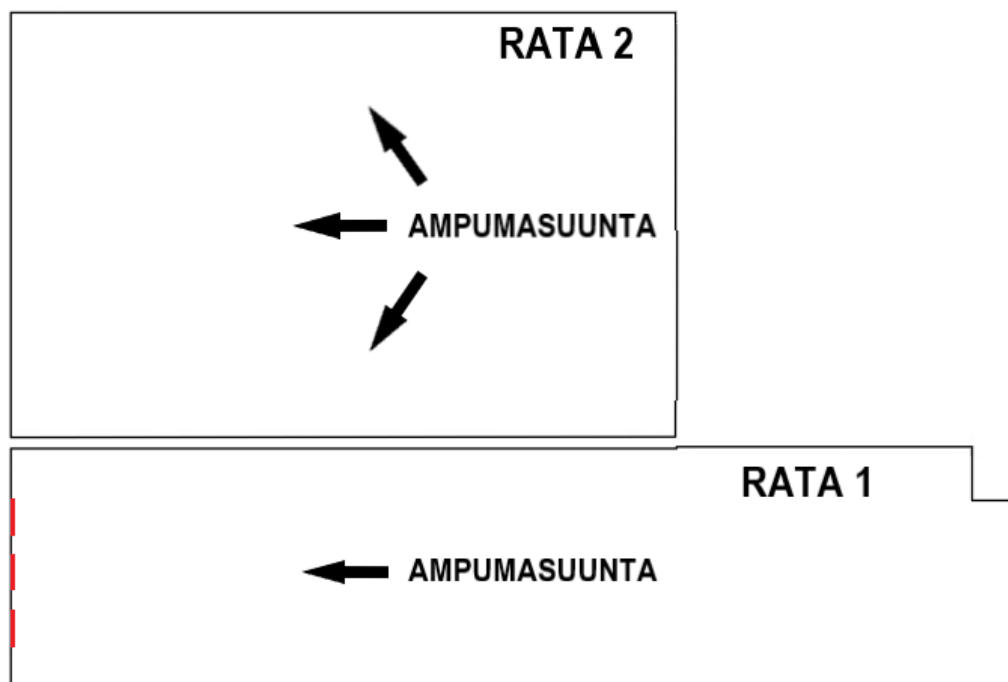
## 2 Suunnittelun lähtötiedot

Kohde on vanha Keravalla sijaitsevan tehdasrakennuksen osa, jonka tilaaja on vuokrannut ja aikoo saneerata ampumaratakäyttöön. Kohteeseen tehdään kaksi ampumarataa.

Rata 1 on kooltaan 25 metriä pitkä ja 6 metriä leveä perinteinen sisäampumarata, jossa tarkoituksena on ampua ammutamuodosta riippuen 10–25 metrin päästä tauluihin.

Rata 2 on kooltaan 19 metriä pitkä ja 12 metriä leveä toiminnallinen ampumarata, jossa maalitauluja voidaan sijoittaa eri puolille rataa ja rataa voidaan

rakentaa erilaisia seiniä sekä esteitä. Radoilla halutaan tehdä ammuntaa myös erilaisissa valaistustilanteissa, joilla halutaan jäljitellä todennukaisempia olosuhteita. Korkeudeltaan molemmat radat ovat noin 3,5 metriä. Kuvassa 1 on esitetty ratojen havainnekuva.



Kuva 1. Ratojen havainnekuva.

### Suunnittelun aloitus

Suunnittelu aloitettiin kohteessa pidetyssä aloituspalaverissa. Paikalla oli LVI-suunnittelija, rakennesuunnittelija ja kaksi tilaajan edustajaa. Aloituspalaverissa käytiin läpi suunnitteluun liittyviä asioita, kuten tilaajan toiveet, vanha sähköjärjestelmä ja kohteen rakenteelliset muutokset.

Kohteeseen tehdään uusia väliseiniä, jotka jakavat tilan kahteen ampumaraan. Vanha valaistus ja valaistusten ohjaus eivät toimi enää uusilla ratarajoilla, joten päädyttiin tilaajan kanssa purkamaan vanha valaistus ohjauksineen kokonaisuudessaan rata-alueilta. Varastotilan valaistus päädyttiin jättämään ennalleen. Varastotilan valaisimilta hallin puolelle jatkuvat ryhmäjohtot puretaan.

Hallin nykyiset sähkökalusteet ovat palkkeihin kiinnitettyjä ja sijaitsevat uuden käyttötarkoituksen kannalta väärissä paikoissa. Tämän vuoksi sähkökalusteiden sijoittelu suunniteltiin uudestaan huomioiden ampumasuunnat.

#### Ampumaradan erityisvaatimukset

Sähkön, ilmanvaihdon ja rakenteiden osalta ampumaratakäytössä olevaan kiinteistöön on tehtävä muutoksia, jotta ammunta on turvallista. Rakenteissa täytyy ottaa huomioon luodinkestävyys ja luotien kimpoaminen. Seinät, joihin ammutaan, ja muut mahdollisesti luodin osumalle alttiit seinät suojataan 20 cm paksuilla kumiharkoilla, joiden taakse tulee 10 mm:n teräslevy.

Ampumarata-alueelle tehdään kokonaan uusi ilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihto ampumaradalla toteutetaan tuomalla tuloilma ampumapaikalle ja poistamalla poistoilma ampumaradan toisesta päästä maalitaulujen läheisyydestä. Näin varmistetaan haitallisten ruutisavujen kulkusuunta aina pois päin ampujasta ja amunnasta tulee siten turvallisempaa. Tämän vuoksi sähkösuunnittelussa jouduttiin huomioimaan myös ilmanvaihdon sähkönsyöttö ja ohjausjärjestelmä.

Sähkösuunnittelussa oli otettava huomioon valaisimien, johtojen ja sähkökalusteiden paikat ja reitit niin, etteivät ne ole alttiina luodeille. Kohteen vanha valaistusjärjestelmä johtoineen ja ohjauksineen joudutaan purkamaan ampumaratojen alueelta kokonaan.

### **3 Sähkösuunnittelu**

#### Vanha sähköjärjestelmä

Vanhoja sähkökuvia ei löytynyt tilaajalta, joten niitä ei voitu hyödyntää suunnittelun apuna. Suunnitelmat tehtiin kohteessa otettujen valokuvien, mittausten ja aloituspalaverissa sovittujen asioiden pohjalta.

Kiinteistön nykyinen sähköjärjestelmä ei suoraan sovellu uuteen käyttötarkoitukseen, joten rata-alueilta se on osittain purettava ja siirrettävä. Alueella olevat

pistorasiat päädyttiin jättämään käyttöön ja siirtämään palkkien taulujen puoleiselle seinälle ylös lähemmäs kattoa, kuitenkin käytettävälle korkeudelle. Ratojen alueella olevat paloilmottimet oli sovittu kiinteistön omistajan toimesta siirrettäväksi ja ilmaisintyypit mahdollisesti muutettaviksi kohteeseen soveltuviksi.

### Sähköpisteet ja johdotus

Suurimpana osana radan sähköistyksessä oli valaistus. Valaisimien sijoittelussa hyödynnettiin radan katon rakenteen paikallaan valettuja betonipalkkeja. Betonipalkkien väliin sijoitetut valaisimet ovat suojassa luotien osumilta. Tilaaja aikoi rakentaa valaisimien viereisen palkin pohjaan viistosti asennetun teräslevyn, joka kimmottaa mahdolliset karanneet luodit lattiaan. Nykyiset ja uudet palkkien reunoissa olevat pinta-asenteiset johdotukset suojataan tilaajan toimesta. Uudet kaapeloinnit asennetaan alumiiniseen sähköasennusputkeen.

### Ryhmäkeskus

Tilassa on nykyinen jakokeskus, mikä ei kuitenkaan ollut sellaisenaan sopiva uusille sähkönsyötöille, joten jaten uusi pieni ryhmäkeskus päädyttiin suunnittelemaan vanhan keskuksen viereen. Tilaajalla oli myös toiveena jättää tulevaan ryhmäkeskukseen vararyhmiä uusille pistorasioille ja valaistukselle mahdollisesti tehtäviä muutoksia tai laajennuksia, kuten varastotilan remontointia tai sähkötoimisia maalitauluja varten. Vanhassa jakokeskuksessa oli vapaana kahvasulakelähtö, joka soveltui sellaisenaan uuden ryhmäkeskuksen nousujohdolle. Vanhasta jakokeskuksesta ei ollut vanhoja dokumentteja saatavilla, eikä tilaaja katsonut tarpeelliseksi niiden piirtämistä. Uusi ryhmäkeskus asennetaan pinta-asennuksena nykyisen viereen. Taulukossa 1 on esitetty uuden ryhmäkeskuksen lähdöt. Ryhmäkeskuksen kaavio on liitteessä 4.

Taulukko 1. Ryhmäkeskuksen selitykset.

| Ryhmän nimi                  | Suojalaite     | Kaapeli    | Selite   |
|------------------------------|----------------|------------|--|
| Nousu nykyiseltä keskukselta |                | MMJ 5x10S  | Nousukaapeli tuodaan nykyiseltä keskukselta, jossa on kahvasulakelähtö vapaana. Sulakkeen tyyppi gG35. |
| IV-Kone                      | C20A           | MMJ 5x6S   | Syöttö IV-koneen ohjauskeskukselle.  |
| Valaistus rata 1             | C10A+ VVS 30mA | MMJ 5x1,5S | Radan 1 valaistuksen syöttö  |
| Valaistus rata 2             | C10A+ VVS 30mA | MMJ 5x1,5S | Radan 2 valaistuksen syöttö  |
| Painonappi rata 1            | C10A+ VVS 30mA | MMJ 3x1,5S | Radan 1 DALI-säätimen syöttö   |
| Painonappi rata 2            | C10A+ VVS 30mA | MMJ 3x1,5S | Radan 2 DALI-säätimen syöttö   |
| Vara                         | C10A+ VVS 30mA |            | Varalla  |
| Vara                         | C16A+ VVS 30mA |            | Varalla  |
| Vara                         | C10A           |            | Varalla  |
| Vara                         | C16A           |            | Varalla  |

IV-koneen syöttökaapeli ja suojalaite on mitoitettu laitevalmistajan ohjeen mukaan, mikä saatiin LVI-suunnittelijalta. IV-koneen syöttö kaapeloidaan turvakytkimelle, josta se menee ilmanvaihdon ohjauskeskukselle. Koneen säätökaaviossa on rajattuna sähköurakoitsijalle jäävät kaapeloinnit ja kytkennät laitteille, mitä ei ole vielä tehtaalla voitu asentaa. Säätökaavio on liitteessä 1.

Ratojen valaistukset ovat 10 A:n C-tyyppin vikavirtasuojattuja yhdistelmälähtöjä. Valaistusten kaapelointi on toteutettu niin, että niin sanottu runkolinja on tehty MMJ 5x1,5S -kaapelilla, jonka rinnalla samoille rasioille viedään DALI-väylä MMJ 2x1,5N -kaapelilla säätimiltä. Peräkkäiset valaisimet palkkivälissä kytketään samalle vaiheelle MMJ 5x1,5S -kaapelille, josta musta ja harmaa johdin käytetään DALI-väylälle. Tämä kaapeli tuodaan runkolinjan rasialle, josta otetaan kolmesta vaiheesta vuorotellen yksi vaihe käyttöön kuorman tasaamiseksi. Kohteessa käytetty DALI-säädin toimii väylän teholähteenä.

#### Ilmanvaihdon ohjaus

Ilmanvaihdon ohjaukseen haluttiin läsnäolotunnistin, joka pakottaa ilmanvaihdon tehostuksen päälle, kun kummalla tahansa radoista havaitaan liikettä.

Saman tehostuksen voi myös kytkeä päälle ratojen sisäänkäynnin viereen asennettavasta lisäaikapainikkeesta, josta voi valita tehostuksen keston 1–4 tunniksi.

LVI-suunnittelija määrittä käyttävän IV-koneen, jonka jälkeen esitettiin ohjaukseen tulleet toiveet laitevalmistajalle. Laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti ohjaus suunniteltiin toteutettavaksi kummankin radan sisäänkäynnin viereen sijoitettavalla läsnäolotunnistimella sekä varastotilaan sijoitettavalla lisäaikapainikkeella. Varastotilan kautta on kulku molemmille radoille. Lisäksi suunniteltiin IV-hätäseisohjauspainike asennettavaksi asiakkaan tilojen ulkopuolelle, heti sisäänkäynnin viereen.

Ilmanvaihdon ohjauslaitteiden kaapelityypeiksi kaikille laitteille valittiin laitevalmistajan ohjeiden mukaan NOMAK 2x2x0,5+0,5 -instrumentointikaapeli. Kuvassa 2 on esitetty kaapelin tekniset tiedot. IV-konehuoneeseen asennetaan uusi kaapelihylly ja sen ulkopuolella käytetään nykyisiä hyllyjä.

NOMAK-HF C-PR<sub>0</sub>

## OMINAISUUDET

| TUOTTEEN NIMI   |         | NOMAK-HF C-PR <sub>0</sub><br>2x2x0,5+0,5 | NOMAK-HF C-PR <sub>0</sub><br>4x2x0,5+0,5 | NOMAK-HF C-PR <sub>0</sub><br>8x2x0,5+0,5 | NOMAK-HF C-PR <sub>0</sub><br>12x2x0,5+0,5 | NOMAK-HF C-PR <sub>0</sub><br>24x2x0,5+0,5 | NOMAK-HF C-PR <sub>0</sub><br>48x2x0,5+0,5 |  |
|---|---------|---|---|---|--|--|--|--|
| Sähkönumero ja kela   |         | K6/1000<br>0241679                        | K7/1000<br>0241680                        | K9/1000<br>0241681                        | K9/1000<br>0241683                         | K12/1000<br>0241687                        | K16/1000<br>0241689                        |  |
| SUORITUSTASOILMOITUS (DoP)                                    |         | 1009961                                   | 1009805                                   | 1009806                                   | 1010098                                    | 1009808                                    | 1009728                                    |  |
| <b>RAKENNETIETOJA (1)</b>                                     |         |   |   |   |  |  |  |  |
| Kaapelin ulkohalkaisija                                       | mm      | 9   | 11  | 14  | 16   | 22   | 29   |  |
| Kaapelin massa  | kg/km   | 75  | 120                                       | 190                                       | 260  | 470  | 850  |  |
| <b>MEKAANISIA ARVOJA (2)</b>                                  |         |   |   |   |  |  |  |  |
| Pienin sallittu taivutussäde<br>asennusvedossa                | mm      | 135                                       | 155                                       | 205                                       | 230  | 320  | 425  |  |
| Pienin sallittu taivutussäde<br>lopullisessa asennuksessa (3) | mm      | 90  | 105                                       | 135                                       | 155  | 215  | 285  |  |
| <b>Sähköisiä arvoja (2)</b>                                   |         |   |   |   |  |  |  |  |
| Silmukaresistanssi, maks.                                     | Ω/km    |   |   |   |  |  | 81   |  |
| Parikapasitanssi (1 kHz),<br>nimellinen                       | nF/km   |   |   |   |  |  | 90   |  |
| Ominaisimpedanssi, 100 kHz                                    | Ω       |   |   |   |  |  | 90   |  |
| Eristysresistanssi, min.                                      | Gohm*km |   |   |   |  |  | 2  |  |
| Nopeuskerroin   |         |   |   |   |  |  | 0,60                                       |  |
| Nimellinen vaimennus<br>taajuus 100 kHz                       | dB/km   |   |   |   |  |  | 8  |  |

(1) Likiarvo

(2) Katso taulukkoarvojen lähtöoletukset kappaleesta Yleistä tuotetietoa, Energia-, teollisuus- ja talonrakennuskaapelit -luettelosta.

(3) Asennettaessa kaapelia alhaisessa lämpötilassa on noudatettava erityistä varovaisuutta.

Kuva 2. NOMAK instrumentointikaapelin tekniset tiedot [2].

Liitteenä 1 olevassa säätökaaviossa on esitetty valitun laitteen yleismallinen säätökaavio, joka ei ole räätälöity kohteeseen. Lopullinen säätökaavio toimitetaan laitevalmistajan toimesta kohteeseen laitteen mukana.

## 4 Valaistussuunnittelu

### 4.1 Ampumaradan valaistuksen vaatimukset

Ampumaradan valaistuksen suunnittelun ohjeeksi saatiin tilaajalta Suomen Ampumaurheiluliiton SAL:n julkaisemat kansainvälisen ampumaurheiluliiton ISSF:n ampumalajien tekniset säännöt (TS/2017) [1].

TS/2017 määrittelee valaistusolosuhteet virallisella sisäämpumaradalla. Valaistusvoimakkuudelle annettuja minimiarvoja käytettiin suunnitteluohjelman parametreina.

Kuvassa 3 on esitetty sisäämpumaradan valaistusvaatimukset sekä yleisvalaistukselle että maalitaulujen valaistukselle eri ampumaetäisyyksille.

| Rata    | Yleisvalaistus     | Tauluvalaistus |                    |
|---------|--------------------|----------------|--------------------|
|         | Suosittelut minimi | Minimi         | Suosittelut minimi |
| 10 m    | 500                | 1500           | 1800               |
| 10 m lm | 500                | 1000           | 1000               |
| 25 m    | 500                | 1500           | 2500               |
| 50 m    | 500                | 1500           | 3000               |

Kuva 3. Sisäämpumaratojen valaistusvaatimukset (lx) [1].

Radalle 1 valittiin taulukon mukaisesti yleisvalaistukselle suositellun minimin 500 lx ja tauluvalaistuksen minimin 1500 lx. Radalle 2, jossa harjoitellaan toiminnallista ammuntaa erilaisissa olosuhteissa, yleisvalaistuksen raja-arvoksi valittiin 500 lx.

## 4.2 DIALux-valaistussuunnittelu

### 4.2.1 Tilojen 3D-mallinnus

Valaistussuunnittelussa käytettiin DIALux evo-10.1-suunnitteluohjelmistoa. Suunnittelu aloitettiin piirtämällä rata-alueiden 3D-mallit. Suunnittelupohja tehtiin kohteessa mitattujen rakenteiden mukaan. Tilaajalta saatiin tiedot uusista luodilta suojatuista väliseinistä ja ulkoseinistä, mitkä otettiin huomioon mallinnuksessa. Kohteesta ei piirretty erikseen rakennekuvia, ainakaan vielä suunnittelun tässä vaiheessa, koska tilaaja rakensi uudet seinät itse. IV-suunnittelijalta saatuun kuvien mukaan piirrettiin kanavistot 3D-malliin päällekkäisyyksien välttämiseksi. Kuvassa 4 on esitetty 3D-malli radasta 1.



Kuva 4. Radan 1 3D-mallinnus [3].

Kuvassa 5 on esitetty 3D-malli radasta 2.



Kuva 5. Radan 2 3D-mallinnus [3].

#### 4.2.2 Valaisimien valinta

Ohjelmaan määriteltiin molemmille radoille omat laskenta-alueet, mihin asetettiin valaistusvoimakkuuden raja-arvoksi 500 lx. Radan 1 tauluille tehtiin omat laskentaobjektit, joiden valaistusvoimakkuuden raja-arvoksi asetin 1500 lx.

Radan katon rakenne on paikallaan valettu betonipalkisto. Palkit tulevat katosta alaspäin 50 cm, mikä antaa valaisimille hyvän suojan luodeilta. Tilaajan ja IV-suunnittelijan kanssa sovittiin, että joka toiseen palkkiväliin asennetaan valaisimia, jotta tilaa jää myös IV-kanaville riittävästi. Kuvassa 6 on näkyvillä radan rakenteet, IV-kanavat ja valaisimet.



Kuva 6. IV-kanavat ja valaisimet [3].

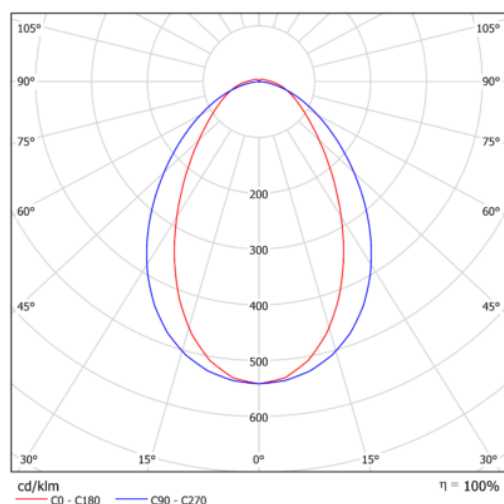
Kun valaisimien mahdolliset paikat olivat selvillä, valittiin valaisimet. Erilaisten valaisimien vertailun jälkeen päädyttiin Greenled Oy:n Suomessa valmistamiin valaisimiin, joissa DALI-liitäntälaite oli saatavilla samaan hintaan. Erilaisten valaisimien kokeilun jälkeen valittiin monikäyttöinen yleisvalaisin GAMMA GEN2, 57 W, 4000 K [3]. Valaisin sopii hyvin käyttötarkoitukseen sen vähäisen häikäisyn, energiatehokkuuden ja pitkän eliniän vuoksi.

Kuvassa 7 on esitetty valitun valaisimen tekniset tiedot (käytetty malli ympyröitynä).

| MALLI             | TYYPPIKOODI | TEHO | VALOVIRTA | VALOTEHOKKUUS | ELINIKÄKÄYTTÖLÄMPÖTILA                              |             |
|-------------------|-------------|------|-----------|---------------|---|-------------|
| Gamma Gen2 1560mm | GLGG201027B | 27 W | 4230 lm   | 157 lm/W      | L80B50>100 000h,<br>L90B50>84 000h,<br>C10 100 000h | -20 - +45°C |
| Gamma Gen2 1560mm | GLGG201034B | 34 W | 5360 lm   | 156 lm/W      | L80B50>100 000h,<br>L90B50>75 000h,<br>C10 100 000h | -20 - +45°C |
| Gamma Gen2 1560mm | GLGG201042B | 42 W | 6440 lm   | 154 lm/W      | L80B50>100 000h,<br>L90B50>74 000h,<br>C10 100 000h | -20 - +40°C |
| Gamma Gen2 1560mm | GLGG201057B | 57 W | 8500 lm   | 149 lm/W      | L80B50>100 000h,<br>L90B50>50 000h,<br>C10 100 000h | -20 - +35°C |

Kuva 7. GAMMA GEN2:n tekniset tiedot [3].

Valonjakaumavaihtoehtoja oli useita, joista valitsin medium-valonjaon, koska se antaa tasaisimman valon tähän asennuskorkeuteen. Kuvassa 8 medium-valonjakauma.



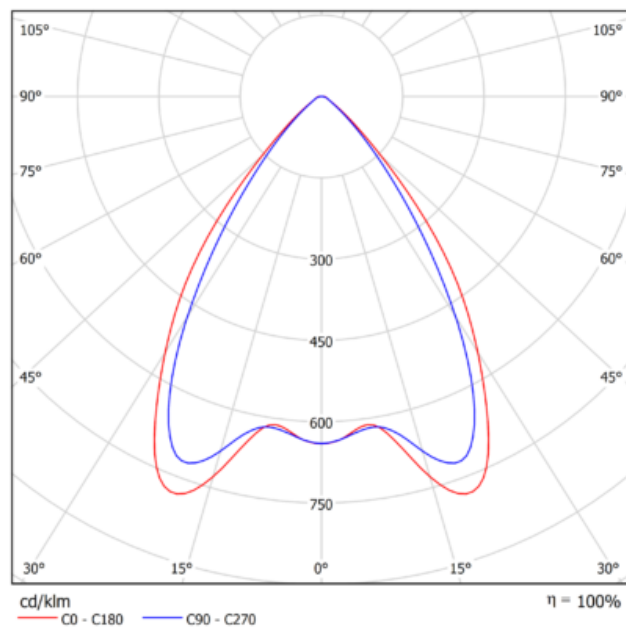
Kuva 8. GAMMA GEN2:n medium valonjakauma [4].

Radan 1 taulujen valaisimiksi valitsin saman valmistajan OMEGA LINEAR GEN2-mallin [5]. Vertailin tauluille myös erilaisia valaisimia ja päädyin kyseiseen valaisimeen kokeilemalla erilaisia malleja DIALuxissa ja vertailemalla simulaatioiden tuloksia. Kuvassa 9 on esitettyä valaisimen tekniset tiedot.

| MALLI                    | TYYPPIKOODI | TEHO | VALOVIRTA | VALOTEHOKKUUS | ELINIKÄKÄYTTÖLÄMPÖTILA                              |           |
|--------------------------|-------------|------|-----------|---------------|---|-----------|
| OMEGA LINEAR GEN2 1156mm | GLOLG201038 | 38 W | 6040 lm   | 161 lm/W      | L80B50>100 000h,<br>L90B50>74 000h,<br>C10 100 000h | 0 - +45°C |
| OMEGA LINEAR GEN2 1156mm | GLOLG201050 | 50 W | 7760 lm   | 154 lm/W      | L80B50>100 000h,<br>L90B50>74 000h,<br>C10 100 000h | 0 - +45°C |
| OMEGA LINEAR GEN2 1156mm | GLOLG201056 | 56 W | 8570 lm   | 154 lm/W      | L80B50>100 000h,<br>L90B50>67 000h,<br>C10 100 000h | 0 - +45°C |
| OMEGA LINEAR GEN2 1156mm | GLOLG201069 | 69 W | 10080 lm  | 146 lm/W      | L80B50>72 000h,<br>L90B50>56 000h,<br>C10 100 000h  | 0 - +35°C |

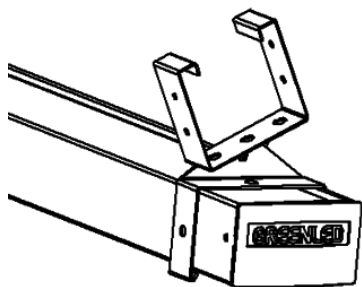
Kuva 9. OMEGA LINEAR GEN2:n tekniset tiedot [5].

Kuvassa 10 on OMEGA LINEAR GEN2:n valonjakauma.



Kuva 10. OMEGA LINEAR GEN2:n valonjakauma [5].

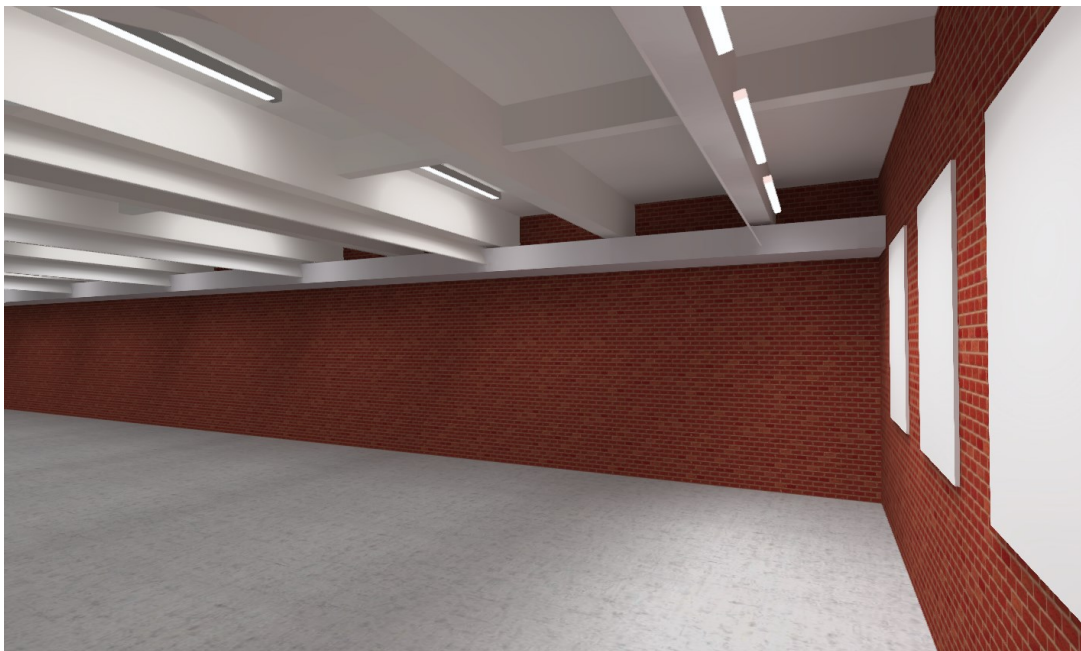
Taulujen valaistusvoimakkuuden raja-arvojen täyttymiseksi suunnittelin taulujen valaisimet asennettavaksi ripustuskiskoon säädettävillä kannakkeilla. Säädettävän ripustuskiskokannakkeen toimintaa on havainnollistettu kuvassa 11.



Kuva 11. OMEGA LINEAR GEN2:n säädettävä ripustuskiskokannake [5].

#### 4.2.3 Valaistusolosuhteiden simulointi

DIALuxissa käytetään ldt-valaisintiedostoja, joista ohjelma saa kaiken tarvittavan teknisen datan valaistusolosuhteiden simulointiin käytetyillä valaisimilla. Eri valaisinvalmistajat ovat luoneet valmiiksi internetsivuilleen ladattavaksi näitä tiedostoja DIALuxia varten. Ohjelmassa simuloitujen valaisinmallien ldt-tiedostot ladattiin ohjelmaan, minkä jälkeen valaisimet sijoitettiin tilamalliin niille tarkoitettuihin asennuspaikoille. Kuvassa 12 on havainnollistettu valaisimien asennusta.



Kuva 12. Havainnekuva valaisimien sijoittelusta [3].

Kuvassa 13 on molemmat radat kuvattuna ylhäältä. Kuvassa on näkyvillä IV-kanavat, valaisimet ja radan rakenteet.



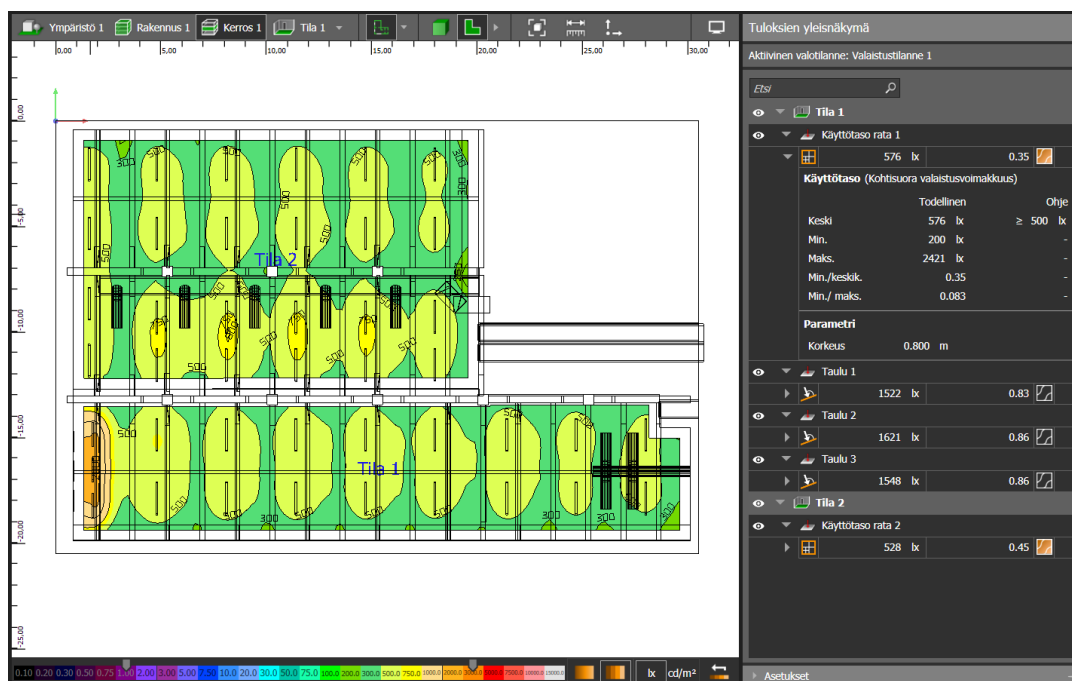
Kuva 13. Molemmat radat kuvattuna ylhäältä [3].

Ohjelmaan asetettiin molemmille radoille yleisvalaistukseen laskentaan käytettävän käyttötason, miltä tulokset mitataan simuloinnissa. Käyttötason reuna-alueeksi määriteltiin 0,5 metriä, mistä valaistusvoimakkuuksia ei mitata. Käyttötason korkeudeksi määritettiin 0,8 metriä lattiatasosta. Tauluille määritettiin TS/2017 [1] mukaiset 55 cm leveät ja 55 cm korkeat laskentaobjektit 1,4 metrin korkeudelle taulujen valaistuksen mittaukseen. Tämän jälkeen suoritettiin ohjelmalla laskelma, jonka tuloksena saatiin valaistusvoimakkuuden tulokset käyttötasolle. Laskennan tulokset DIALuxissa saadaan Isolux-käyrinä, jotka havainnollistavat valaistusvoimakkuuden tasoa laskenta-alueilla. Kuvassa 14 on näkymä radan 1 3D-mallista, jossa on näkyvillä Isolux-käyrät taulujen ja lattian laskentapinnoilta.



Kuva 14. Isolux-käyrät tauluilta ja käyttötasolta 3D-mallista [3].

Kuvassa 15 on esitetty näkymä DIALux-ohjelmasta, missä on näkyvillä Isolux-käyrät ja laskennan tulokset 2D-suunnittelunäkymässä molemmilta radoilta.



Kuva 15. Isolux-käyrät ja laskennan tulokset 2D-suunnittelunäkymässä molemmilta radoilta [3].

Lopputuloksena DIALux tekee projektista dokumentaation, jossa on tarkasti eriteltynä kaikki olennainen projektin suunnittelussa kerätty data. Dokumentaatioon sisältyy simulaation tulokset kaikista laskennan kohteista, käytetyt valaisimallit teknisine tietoineen sekä kuvia projektista. Kokonaisdokumentaatio on liitteessä 3.

## 5 Yhteenveto

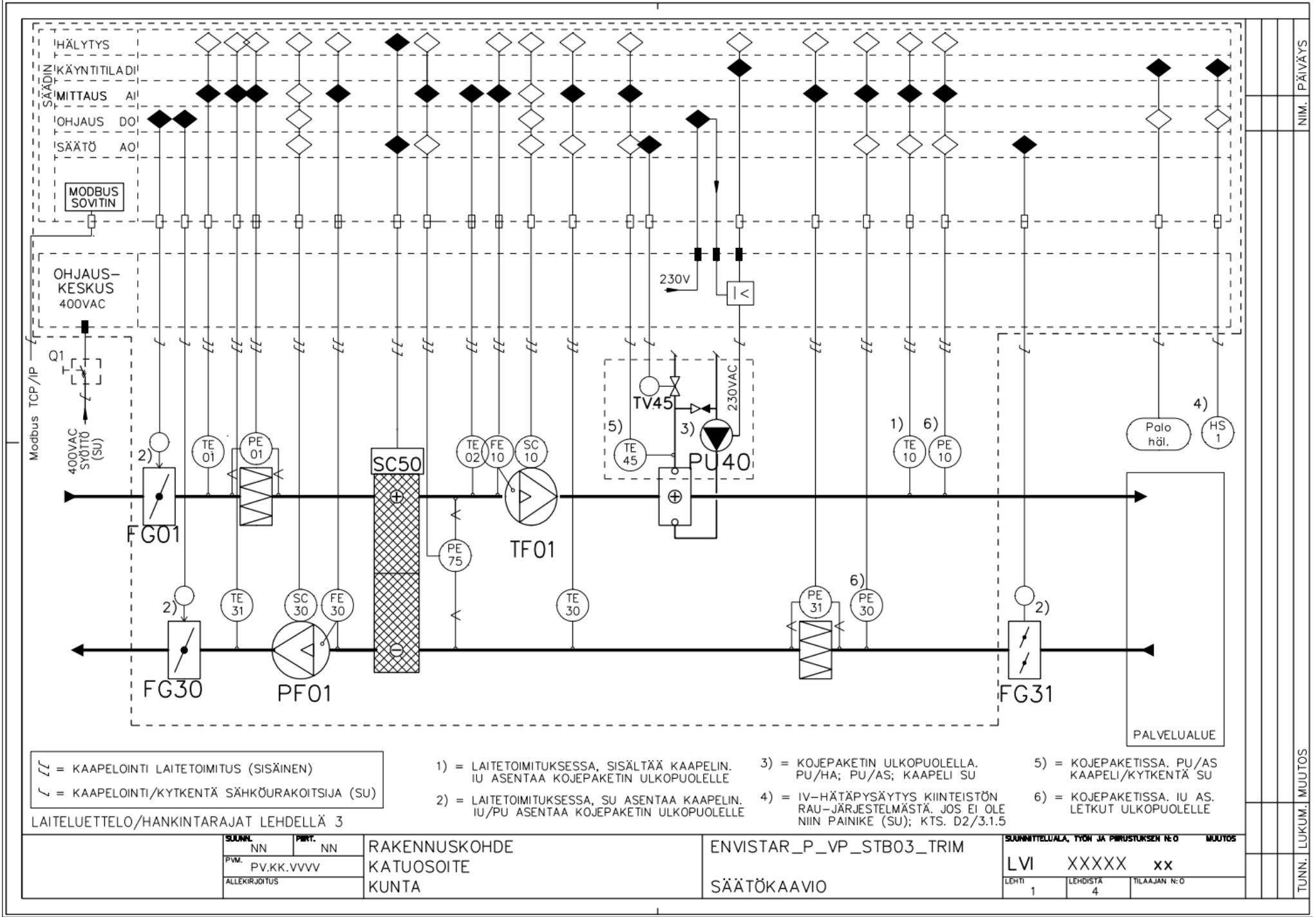
Opinnäytetyöni tavoitteena oli esitellä tekemäni sähkösuunnitelmat tilaajan sisäampumaratahankkeeseen. Kun työnantajani tarjosi mahdollisuuden suunnitella kyseisen projektin ja tehdä siitä opinnäytetyön, otin sen mielelläni vastaan. Työn tuloksena saatiin tilaajan toiveet ja vaatimukset täyttävät suunnitelmat, jotka ovat toteutuskelpoiset. Opin työtä tehdessä paljon suunnitteluohjelmien käytöstä, valaistuksesta ja suunnitteluprosessin etenemisestä.

Aikaisempaa kokemusta vastaavan projektin suunnittelusta ei ollut, mutta koen itse onnistuneeni työssä hyvin, ja tilaaja oli tyytyväinen lopputulokseen. Ampumaradan suunnittelussa oli otettava huomioon asioita, jotka poikkeavat normaalista saneerauksen sähkösuunnittelutyöstä. Tämä teki projektista itselleni mielenkiintoisen.

## Lähteet

- 1 ISSF:n ampumalajien tekniset säännöt TS/2017. Verkkoaineisto. SAL. <<https://www.ampumaurheiluliitto.fi/wp-content/uploads/2016/09/Tekniset-s%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6t-2017-k%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6sversio-1.pdf>>. Luettu 15.9.2022.
- 2 NOMAK-HF C-Pro. Verkkoaineisto. Prysmian Group. <<https://fi.prysmiangroup.com/node/10562>>. Luettu 29.9.2022.
- 3 DIALux Evo 10.1. 2021. DIAL GmbH.
- 4 GAMMA GEN 2. Verkkoaineisto. Greenled Oy. <<https://greenled.fi/led-valaisimet/tuote/gamma-gen2/pdf/>>. Luettu 31.9.2022.
- 5 OMEGA LINEAR GEN2. Verkkoaineisto. Greenled Oy. <<https://greenled.fi/led-valaisimet/tuote/omega-linear-gen2/pdf/>>. Luettu 31.9.2022.

TK-01 Säätökaavio



// = KAAPELOINTI LAITETOIMITUS (SISÄINEN)  
 / = KAAPELOINTI/KYTENTÄ SÄHKÖURAKOITSIJA (SU)

LAITELUETTELO/HANKINTARAJAT LEHDellä 3

- 1) = LAITETOIMITUKSESSA, SISÄLTÄÄ KAAPELIN. IU ASENTAA KOJEPAKETIN ULKOPUOLELLE
- 2) = LAITETOIMITUKSESSA, SU ASENTAA KAAPELIN. IU/PU ASENTAA KOJEPAKETIN ULKOPUOLELLE
- 3) = KOJEPAKETIN ULKOPUOLELLA. PU/HA; PU/AS; KAAPELI SU
- 4) = IV-HÄTÄPYSÄYTYS KIINTEISTÖN RAU-JÄRJESTelmäSTÄ. JOS EI OLE NIIN PAINIKE (SU); KTS. D2/3.1.5
- 5) = KOJEPAKETISSA. PU/AS KAAPELI/KYTENTÄ SU
- 6) = KOJEPAKETISSA. IU AS. LETKUT ULKOPUOLELLE

|                 |  |           |  |               |                          |  |       |            |
|-----------------|--|-----------|--|---------------|--------------------------|--|-------|------------|
| SUUNN. NN       |  | PIIRI. NN |  | RAKENNUSKOHDE | ENVISTAR_P_VP_STB03_TRIM | SUUNNITTELUALA, TYÖN JA PIIRUSTUKSEN N:O |       | MUUTOS     |
| PVM. PV.KK.VVVV |  |           |  | KATUOSOITE    |                          | LVI                                      | XXXXX | xx         |
| ALLEKIRJOTUS    |  |           |  | KUNTA         | SÄÄTÖKAAVIO              | LEHTI                                    | 1     | LEHDISTÄ 4 |
|                 |  |           |  |               |                          | TILAAJAN N:O                             |       |            |

NIM. PÄIVÄYS

TUNN. LUKUM. MUUTOS

## TOIMINTASELOSTUS

## ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄN TEHTÄVÄ

Koneen tehtävänä on hoitaa tilan ilmanvaihto.

## KÄYTTÖ

Säätimen aikaohjelma ohjaa kojeen käyntiä määritellyllä teholla (kanavapaineella). Käynnistettäessä kone avataan ensin ulko- ja jäteilmapihvit FG01 ja FG30 sekä asetetun viiveen jälkeen käynnistetään poistoilmapihvit PF01 ja LTO-kiekkokäyttö (SC50) täydelle LTO-käytölle asetelluksi ajaksi. Asetellun ajan jälkeen käynnistetään tuloilmapihvit TF01 ja säädin alkaa ohjata koneen käyntiä.

Kone ei voi käydä, mikäli jäätymissuojatoiminto tai palovaratoiminto on lauennut tai IV-hätäseisointitoiminto on aktiivinen.

Pumppu PU40 voidaan pysäyttää, kun ulkolämpötila on yli +12°C ja venttiili TV45 kiinni. Pysähdyksissä oleva pumppu käynnistetään kerran vuorokaudessa pumpun jumittumisen estämiseksi. Pumpulla PU40 on vikavirtarele, joka toimii indikointitietona. Mikäli pumpun pitäisi käydä ja virtareleen mittaama virta on alle asetusarvon saadaan hälytys ja kone pysähtyy.

Poistoilmapihvit PF01 käynti on lukittu ohjelmallisesti tuloilmapihvit TF01 käyntiin.

Ulkopuolinen palohälytystieto pysäyttää koneen.

## ILMAMÄÄRÄN SÄÄTÖ

Tulo- ja poistoilman kanavapaine (PE10 ja PE30) pidetään asetusarvossaan. Säätö ohjaa puhaltimien TF01 ja PF01 kierroslukua. Kanavapaineen asetusarvolle asetellaan maksimi poikkeama. Mikäli mittaus jää alle/nousee yli asetellun raja-arvon, saadaan hälytys asetellun viiveen jälkeen. Tulo- ja poistoilmamäärämittauksille asetellaan alarajahälytykset. Mikäli ilmamäärä laskeen alle tämän saadaan hälytys.

Painetasapainomittaus PE75 mittaa paine-eroa tulo- ja poistoilman välillä. Painetasapaino pidetään asetusarvossa säätämällä peltiä FG31.

## JÄÄHDYTYKSEN TALTEENOTTO

Poistoilman lämpötilan ollessa alhaisempi kuin ulkolämpötilan ja tilassa jäähdytystarvetta siirtyy lämmöntalteenotto jäähdytyksen talteenotto tilaan.

## SUODATINHÄLYTYS

Tulo- ja poistoilmasuodattimen hälytysraja lasketaan vallitsevasta ilmamäärästä. Mikäli ilmamäärästä laskettu hälytysraja ylittyy saadaan hälytys.

## LÄMMÖNTALTEENOTTO

Lämmöntalteenoton hyötysuhteelle asetellusta hälytysrajasta saadaan hälytys (tehdasasetus 50%).

## LÄMPÖTILAMITTAUKSET

Kaikille lämpötilamittauksille on aseteltavissa ylä- ja alarajahälytysrajat sekä haluttu hälytysluokka. Tulo- ja poistoilman lämpötilamittauksille on määritelty "palohälytys"toiminto. Toiminnon oletuksena kone pysähtyy ja tapahtuu hälytys. Tehdas asetusarvona tuloilmapihvitille +70°C ja poistoilmapihvitille +50°C.

## LÄMPÖTILASÄÄDÖN TOIMINTA

## ECO-1, KESÄ/TALVI

KESÄ- ja TALVItilan asetusarvojen perusteella ohjataan lämpötilan säätötapa. Tila KESÄ = kaskadisäätö  
Tila TALVI = vakiosisäänpuhallus lämpötilasäätö  
Tehdasasetuksena KESÄ +14°C ja TALVI +12°C sekä laskentajakso 1 h.

## Kone käynnissä viilennyskautena (KESÄ)

-Poistoilman lämpötila TE30 pidetään asetusarvossaan. Säätö ohjaa sarjassa lämmitysventtiiliä TV45 ja LTO:n tehoa.

## Kone käynnissä lämmityskautena (TALVI)

-Tuloilman lämpötila TE10 pidetään asetusarvossaan. Säätö ohjaa sarjassa LTO:n tehoa SC50 ja lämmitysventtiiliä TV45.

## Koneen seistessä

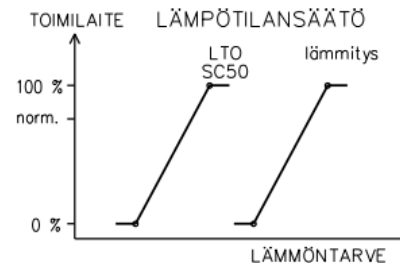
-Jäätymisvaaran ehkäisemiseksi vesipatterin paluuvien lämpötila pidetään halutussa arvossa.

## ENERGIAVAHTI

- Lämmöntalteenoton energia, teho ja hyötysuhde luettavissa käsikäyttöpaneelista. Nämä arvot luetaan väylän kautta valvomoon.  
- Puhaltimien käyttämä energia ja teho luettavissa käsikäyttöpaneelista. Nämä arvot luetaan väylän kautta valvomoon.  
- Käsikäyttöpaneelista luettavissa SFP luvun tämän hetkinen arvo sekä keskiarvo päivän, kuukauden ja vuoden mittausjaksolta. Nämä arvot luetaan väylän kautta valvomoon.  
- Käsikäyttöpaneelista luettavissa ilmamäärän tämän hetkiset arvot sekä keskiarvo, minimi- ja maksimi päivän, kuukauden, vuoden mittausjaksolta. Nämä arvot luetaan väylän kautta valvomoon.  
- Jälkilämmityspatterin tuoma energia ja teho lasketaan ja ne on luettavissa käsikäyttöpaneelissa. Nämä arvot luetaan väylän kautta valvomoon.  
Mahdollisesta venttiilin läpivirtausvuodosta annetaan hälytys

## VALVOMO/ALAKESKUS

- Kaikki mittapisteet ja niiden hälytysrekisterit konfiguroidaan valvomoon.  
- Puhaltimien, pumppujen jne. hälytysrekisterit konfiguroidaan valvomoon.  
- Asetusarvot on aseteltavissa käyttöpaneelista sekä valvomosta (tiedonsiirto kaksisuuntainen).



|               |            |
|---------------|------------|
| SUUNN.        | PIHVI.     |
| NN            | NN         |
| PVM.          | PV.KK.VVVV |
| ALLEKIRJOITUS |            |

RAKENNUSKOHDE  
KATUOSOITE  
KUNTA

ENVISTAR\_P\_VP\_STB03\_TRIM  
SÄÄTÖKAAVIO

|   |          |              |        |
|---|----------|--------------|--------|
| SUUNNITTELUALUE, TYÖN JA PIIRUSTUKSEN N:o |          |              | MUUTOS |
| LVI                                       | XXXXX    | xx           |        |
| LEHTI                                     | LEHDISTÄ | TILAAJAN N:o |        |
| 2   | 4        |              |        |

PÄIVÄYS

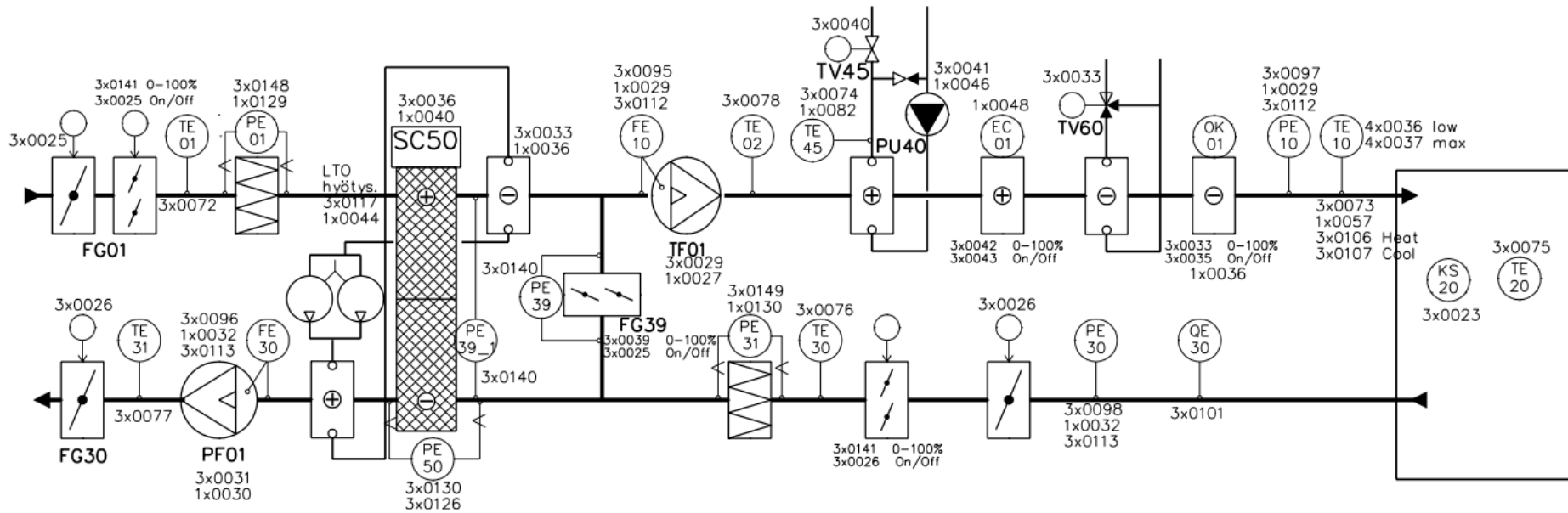
NIM.

TUNN. LUKUM. MUUTOS



TK-01 Sääntökaavio

Examples of useful Modbus addresses for AHU in general  
(Rotary heat exchanger, Cooling unit etc.)



Status and alarm

- 3x0017 Actual operating mode
- 3x0018 Actual fan step
- 3x0019 Manual operation (terminal service switch)
- 3x0023 External control (Dig.Input, timer switch)
- 3x0001 0=Winter (Supply air temp. control)
- /bit6 1=Summer (Room/Exhaust temp. control)

- 1x0001 Alarm class Danger (A)
- 1x0002 Alarm class Critical (A)
- 1x0003 Alarm class Low (B)
- 1x0004 Alarm class Warning (C)

Setpoints

- 4x0005 BMS control unit (override internal time switch program)
- 4x0022 Setpoint heating
- 4x0021 Deadzone (creates cooling setpoint, Ex 21°C + 2°C = 23°C)
- 4x0032 Supply temp. compensation (Exhaust/Supply alternative)
- 4x0050 Supply fan setpoint step 1 (low) TF (% Pa, l/s)
- 4x0051 Supply fan setpoint step 2 (normal) TF (% Pa, l/s)
- 4x0052 Supply fan setpoint step 3 (high) TF (% Pa, l/s)
- 4x0054 Exhaust fan setpoint step 1 (low) FF (% Pa, l/s)
- 4x0055 Exhaust fan setpoint step 2 (normal) FF (% Pa, l/s)
- 4x0056 Exhaust fan setpoint step 3 (high) FF (% Pa, l/s)
- 4x0059 Setpoint air quality, CO<sup>2</sup>
- 0x0001 Alarm reset
- 0x0015 Fire Alarm
- 0x0011 Emergency stop input

Energy Watch

- 3x0178 SFP-Value
- 3x0356 Heat recovery Actual rec. power (kW)
- 3x0358 Heat recovery day (kWh)
- 3x0360 Heat recovery month (kWh)
- 3x0362 Heat recovery year (MWh)
- 3x0364 Heat recovery last year (MWh)
- 3x0368 Heat recovery last month (kWh)
- 3x0370 Added heat Actual Power (kW)
- 3x0372 Added heat Energy today (kWh)
- 3x0374 Added heat Energy month (kWh)
- 3x0376 Added heat Energy year (MWh)
- 3x0378 Added heat Energy last month (MWh)
- 3x0382 Added heat Energy last month (MWh)
- 3x0384 Fans Actual Power (kW)
- 3x0386 Fans Energy added today (kWh)
- 3x0388 Fans Energy added month (kWh)
- 3x0390 Fans Energy added year (MWh)
- 3x0392 Fans Energy added last year (MWh)
- 3x0396 Fans Energy added last month (kWh)

|                  |        |
|------------------|--------|
| SUUNN.           | PIIRT. |
| NN               | NN     |
| PV.M. PV.KK.VVVV |        |
| ALLEKIRJOITUS    |        |

RAKENNUSKOHDE  
KATUOSOITE  
KUNTA

ENVISTAR\_P\_VP\_STB03\_TRIM  
SÄÄNTÖKAAVIO

|  |       |          |              |
|--|-------|----------|--------------|
| SUUNNITTELUAJA, TYÖN JA PIIRUSTUKSEN N:O | LEHTI | LEHDISTÄ | TILAAJAN N:O |
|  | 4     | 4        |              |

NIM. PÄIVÄYS

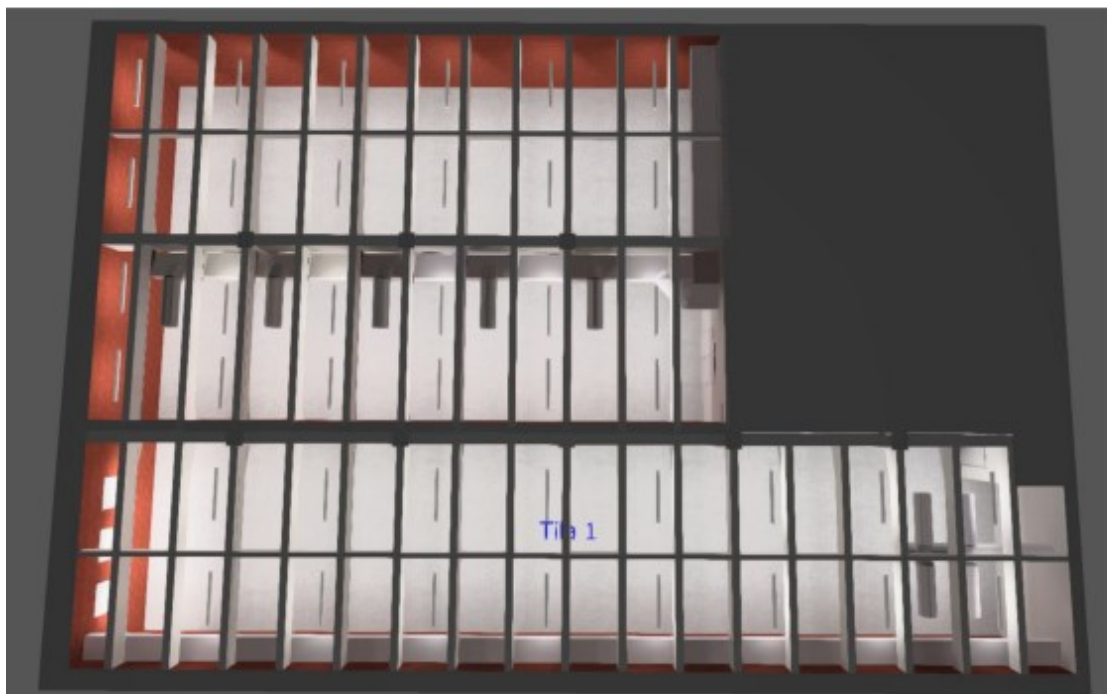
TUNN. LUKUM. MUUTOS



Päivämäärä

21.9.2022

DIALux



**Ampumarata**

Ampumarata

DIALux

## Kuvat

Kerros 1 (65)



Kerros 1 (66)



Kerros 1 (67)



Ampumarata

DIALux

## Kuvat

Kerros 1 (68)



Kerros 1 (69)



Kerros 1 (70)



Ampumarata

DIALux

## Valaisinluettelo

|                              |                        |                             |
|------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| $\Phi$ kokonaan<br>327157 lm | P kokonaan<br>2487.0 W | Valotehokkuus<br>131.5 lm/W |
|------------------------------|------------------------|-----------------------------|

| Kpl | Valmistaja               | Tavarnumero | Tuotteen nimi   | P      | $\Phi$   | Valotehokkuus |
|-----|--------------------------|-------------|---|--------|----------|---------------|
| 40  | Ei vielä<br>DIALux-jäsen |             | Gamma Gen2 Medium 57W 1560mm 8(3,4,5)0 0v2                | 57.0 W | 7423 lm  | 130.2 lm/W    |
| 3   | Ei vielä<br>DIALux-jäsen |             | Omega Linear Gen2 Medium 60° 69W 1156mm 8<br>(3,4,5)0 0v2 | 69.0 W | 10079 lm | 146.1 lm/W    |

Ampumarata

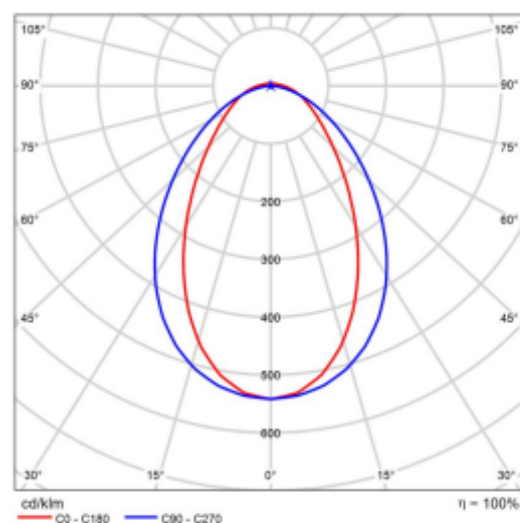
DIALux

## Tuotteen tietolehti

Ei vielä DIALux-jäsen - Gamma Gen2 Medium 57W 1560mm 8(3,4,5)0 0v2



|                          |            |
|--------------------------|------------|
| P                        | 57.0 W     |
| $\Phi_{\text{Lamppu}}$   | 7440 lm    |
| $\Phi_{\text{Valaisin}}$ | 7423 lm    |
| $\eta$                   | 99.77 %    |
| Valotehokkuus            | 130.2 lm/W |
| CCT                      | 4000 K     |
| CRI                      | 80         |



Polaarinen valonjakautumiskäyrä

| Häikäisyarvot UGR:N mukaan   |      |   |      |      |      |      |   |      |      |      |  |
|--|------|---|------|------|------|------|---|------|------|------|--|
| p.Katto  |      | 70  | 70   | 80   | 80   | 30   | 70  | 70   | 80   | 80   |  |
| p.Senäl  |      | 50  | 30   | 50   | 30   | 30   | 50  | 30   | 50   | 30   |  |
| p.Lattia   |      | 20  | 20   | 20   | 20   | 20   | 20  | 20   | 20   | 20   |  |
| Tilan koko   |      | Näkökulma pölkään<br>Lampun keskipisteeseen |      |      |      |      | Näkökulma pölkään<br>Lampun keskipisteeseen |      |      |      |  |
| X  | Y    |   |      |      |      |      |   |      |      |      |  |
| 2H   | 2H   | 18.3  | 19.4 | 18.6 | 19.7 | 20.0 | 21.0  | 22.2 | 21.3 | 22.4 |  |
|  | 3H   | 18.4  | 20.4 | 19.7 | 20.7 | 21.1 | 22.0  | 23.1 | 22.4 | 23.7 |  |
|  | 4H   | 18.9  | 20.9 | 20.3 | 21.2 | 21.6 | 22.4  | 23.4 | 22.8 | 23.7 |  |
|  | 6H   | 20.4  | 21.4 | 20.8 | 21.7 | 22.1 | 23.6  | 23.6 | 23.0 | 23.9 |  |
|  | 8H   | 20.6  | 21.5 | 21.1 | 21.9 | 22.3 | 22.7  | 23.6 | 23.1 | 24.0 |  |
| 4H   | 2H   | 20.9  | 21.7 | 21.3 | 22.1 | 22.5 | 22.7  | 23.6 | 23.1 | 23.9 |  |
|  | 3H   | 18.9  | 19.9 | 19.3 | 20.3 | 20.6 | 21.2  | 22.2 | 21.5 | 22.5 |  |
|  | 4H   | 20.2  | 21.1 | 20.7 | 21.5 | 21.9 | 22.4  | 23.3 | 22.8 | 23.6 |  |
|  | 6H   | 20.9  | 21.7 | 21.3 | 22.1 | 22.5 | 22.9  | 23.7 | 23.4 | 24.1 |  |
|  | 8H   | 21.5  | 22.2 | 22.0 | 22.7 | 23.1 | 23.2  | 23.9 | 23.7 | 24.4 |  |
| 8H   | 2H   | 21.8  | 22.5 | 22.3 | 22.9 | 23.4 | 23.5  | 24.0 | 23.8 | 24.4 |  |
|  | 3H   | 22.1  | 22.7 | 22.6 | 23.2 | 23.7 | 23.4  | 23.9 | 23.9 | 24.4 |  |
|  | 4H   | 21.2  | 21.8 | 21.7 | 22.3 | 22.8 | 23.0  | 23.7 | 23.5 | 24.1 |  |
|  | 6H   | 22.0  | 22.5 | 22.5 | 23.0 | 23.6 | 23.5  | 24.0 | 24.0 | 24.5 |  |
|  | 8H   | 22.4  | 22.9 | 23.0 | 23.4 | 24.0 | 23.6  | 24.1 | 24.2 | 24.8 |  |
| 12H  | 2H   | 22.9  | 23.2 | 23.4 | 23.8 | 24.3 | 23.7  | 24.1 | 24.3 | 24.6 |  |
|  | 4H   | 21.2  | 21.8 | 21.7 | 22.3 | 22.8 | 23.0  | 23.6 | 23.5 | 24.1 |  |
|  | 6H   | 22.1  | 22.6 | 22.6 | 23.1 | 23.6 | 23.5  | 24.0 | 24.0 | 24.5 |  |
| 8H   | 22.6 | 23.0  | 23.1 | 23.5 | 24.1 | 23.7 | 24.1  | 24.2 | 24.6 |      |  |
| Vaihtele katsojan polkua valaisimen etäisyyden tarkastelemiseksi S |      |   |      |      |      |      |   |      |      |      |  |
| S = 1.0H   |      | +0.2  | -0.3 |      |      |      | +0.1  | -0.2 |      |      |  |
| S = 1.5H   |      | +0.3  | -0.8 |      |      |      | +0.5  | -0.8 |      |      |  |
| S = 2.0H   |      | +0.5  | -0.9 |      |      |      | +1.2  | -1.1 |      |      |  |
| Vaihtokulko  |      | BK06  |      |      |      |      | BK04  |      |      |      |  |
| Korjauskerä  |      | 5.4   |      |      |      |      | 6.2   |      |      |      |  |
| Korjaukset häikäisyarvot suhteessa 7420lm Kokonaisvalotukseen      |      |   |      |      |      |      |   |      |      |      |  |

UGR-diagrammi (SHR: 0.25)

Ampumarata

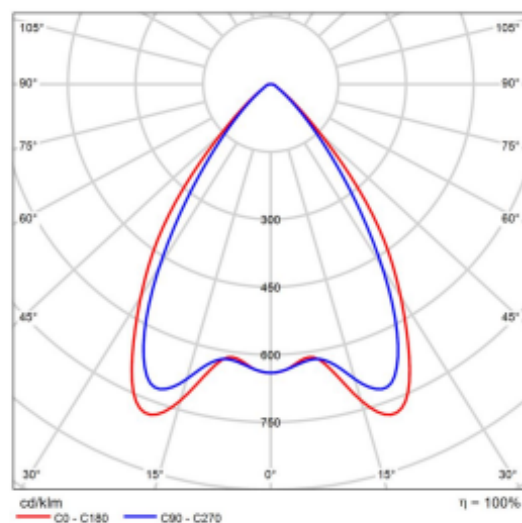
DIALux

## Tuotteen tietolehti

Ei vielä DIALux-jäsen - Omega Linear Gen2 Medium 60° 69W 1156mm 8(3,4,5)0 0v2



|                          |            |
|--------------------------|------------|
| P                        | 69.0 W     |
| $\Phi_{\text{Lamppu}}$   | 10080 lm   |
| $\Phi_{\text{Valaisin}}$ | 10079 lm   |
| $\eta$                   | 99.99 %    |
| Valotehokkuus            | 146.1 lm/W |
| CCT                      | 4000 K     |
| CRI                      | 80         |



Polaarinen valonjakautumiskäyrä

| Häikäisyarvot UGR:N mukaan  |                   |                    |      |      |      |      |                    |      |      |      |      |
|---|-------------------|--------------------|------|------|------|------|--------------------|------|------|------|------|
| p Käyttö  |                   | 70                 | 70   | 80   | 80   | 90   | 70                 | 70   | 80   | 80   | 90   |
| p Benet   |                   | 50                 | 30   | 50   | 30   | 30   | 50                 | 30   | 50   | 30   | 30   |
| p Lattia  |                   | 20                 | 20   | 20   | 20   | 20   | 20                 | 20   | 20   | 20   | 20   |
| Tilan koko  | Näkökulma poistam | Lampun keskiarvoon |      |      |      |      | Näkökulma pöydään  |      |      |      |      |
| X   | Y                 | Lampun keskiarvoon |      |      |      |      | Lampun keskiarvoon |      |      |      |      |
| 2H  | 2H                | 19.9               | 20.8 | 20.1 | 21.0 | 21.2 | 19.4               | 20.3 | 19.5 | 20.5 | 20.7 |
|   | 3H                | 19.8               | 20.6 | 20.1 | 20.9 | 21.1 | 19.4               | 20.2 | 19.7 | 20.4 | 20.7 |
|   | 4H                | 19.8               | 20.6 | 20.1 | 20.8 | 21.1 | 19.4               | 20.2 | 19.7 | 20.4 | 20.7 |
|   | 8H                | 19.8               | 20.5 | 20.1 | 20.8 | 21.1 | 19.4               | 20.1 | 19.8 | 20.4 | 20.7 |
|   | 12H               | 19.8               | 20.5 | 20.2 | 20.8 | 21.1 | 19.4               | 20.1 | 19.8 | 20.4 | 20.7 |
| 4H  | 2H                | 19.7               | 20.5 | 20.1 | 20.8 | 21.0 | 19.2               | 20.0 | 19.5 | 20.3 | 20.5 |
|   | 3H                | 19.7               | 20.4 | 20.1 | 20.7 | 21.0 | 19.3               | 19.9 | 19.6 | 20.2 | 20.6 |
|   | 4H                | 19.7               | 20.3 | 20.1 | 20.6 | 21.0 | 19.3               | 19.9 | 19.7 | 20.2 | 20.6 |
|   | 8H                | 19.8               | 20.3 | 20.2 | 20.6 | 21.0 | 19.4               | 19.9 | 19.8 | 20.3 | 20.7 |
|   | 12H               | 19.8               | 20.2 | 20.2 | 20.6 | 21.1 | 19.4               | 19.8 | 19.8 | 20.2 | 20.7 |
| 8H  | 4H                | 19.6               | 20.1 | 20.1 | 20.5 | 20.9 | 19.2               | 19.7 | 19.7 | 20.1 | 20.5 |
|   | 6H                | 19.7               | 20.1 | 20.2 | 20.5 | 21.0 | 19.3               | 19.7 | 19.8 | 20.1 | 20.6 |
|   | 8H                | 19.6               | 20.1 | 20.2 | 20.6 | 21.0 | 19.4               | 19.7 | 19.8 | 20.1 | 20.6 |
|   | 12H               | 19.6               | 20.1 | 20.3 | 20.6 | 21.1 | 19.4               | 19.7 | 19.9 | 20.1 | 20.6 |
| 12H   | 4H                | 19.6               | 20.0 | 20.0 | 20.4 | 20.9 | 19.2               | 19.6 | 19.6 | 20.0 | 20.5 |
|   | 6H                | 19.7               | 20.0 | 20.2 | 20.5 | 20.9 | 19.3               | 19.6 | 19.6 | 20.1 | 20.6 |
|   | 8H                | 19.6               | 20.1 | 20.3 | 20.5 | 21.0 | 19.4               | 19.6 | 19.6 | 20.1 | 20.6 |
| Välitele kattoon palkkaa valaistimen etäisyyksien tarkastelemiseksi S |                   |                    |      |      |      |      |                    |      |      |      |      |
| S = 1.0H  |                   | +2.7               | -4.1 |      |      |      | +2.6               | -3.8 |      |      |      |
| S = 1.5H  |                   | +5.2               | -5.4 |      |      |      | +5.0               | -4.9 |      |      |      |
| S = 2.0H  |                   | +7.1               | -6.1 |      |      |      | +6.9               | -5.7 |      |      |      |
| Vakiovalokäyttö   |                   | B901               |      |      |      |      | B901               |      |      |      |      |
| Korjauskäyttö   |                   | 1.9                |      |      |      |      | 1.4                |      |      |      |      |
| Korjauksen häikäisyarvot suhteessa 1000lm Käytösäilytykseen           |                   |                    |      |      |      |      |                    |      |      |      |      |

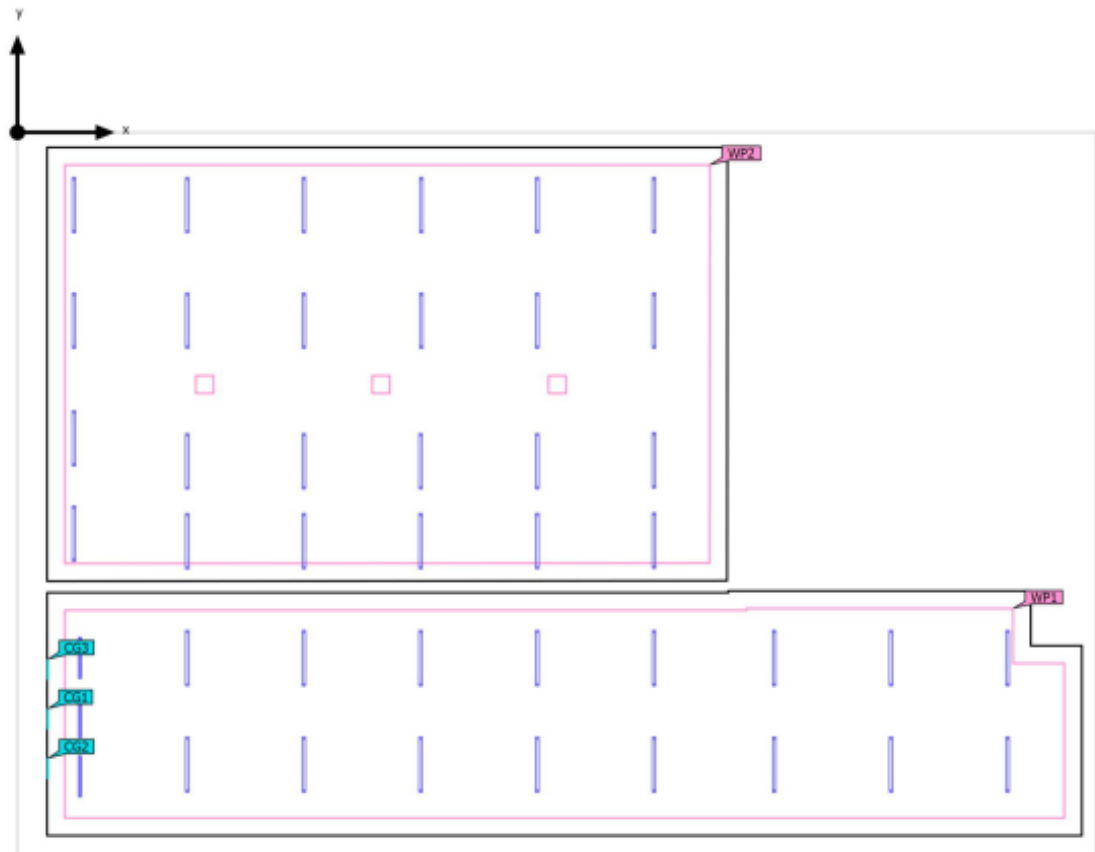
UGR-diagrammi (SHR: 0.25)

Ampumarata

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1

**Laskennan kohteet**



Ampumarata

DIALux

Rakennus 1 · Kerros 1

**Laskennan kohteet**

## Käyttötasot

| Ominaisuudet   | $\bar{E}$<br>(Ohje)             | $E_{min.}$ | $E_{maks}$ | $g_1$ | $g_2$ | Hakemisto |
|--|---------------------------------|------------|------------|-------|-------|-----------|
| Käyttötaso rata 1<br>Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva)<br>Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.500 m | 576 lx<br>( $\geq 500$ lx)<br>✓ | 200 lx     | 2421 lx    | 0.35  | 0.083 | WP1       |
| Käyttötaso rata 2<br>Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva)<br>Korkeus: 0.760 m, Reuna-alue: 0.500 m | 528 lx<br>( $\geq 300$ lx)<br>✓ | 237 lx     | 801 lx     | 0.45  | 0.30  | WP2       |

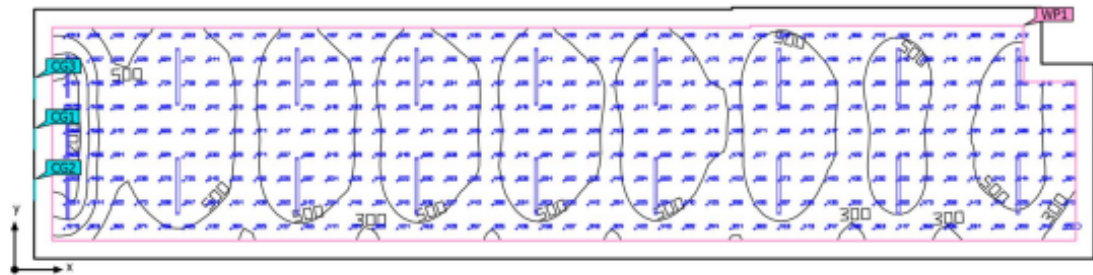
## Laskettavat pinnat

| Ominaisuudet  | $\bar{E}$ | $E_{min.}$ | $E_{maks}$ | $g_1$ | $g_2$ | Hakemisto |
|---|-----------|------------|------------|-------|-------|-----------|
| Taulu 2<br>Kohtisuora valaistusvoimakkuus<br>Korkeus: 1.400 m | 1621 lx   | 1394 lx    | 1841 lx    | 0.86  | 0.76  | CG1       |
| Taulu 1<br>Kohtisuora valaistusvoimakkuus<br>Korkeus: 1.400 m | 1522 lx   | 1262 lx    | 1750 lx    | 0.83  | 0.72  | CG2       |
| Taulu 3<br>Kohtisuora valaistusvoimakkuus<br>Korkeus: 1.400 m | 1548 lx   | 1326 lx    | 1788 lx    | 0.86  | 0.74  | CG3       |

Ampumarata

DIALux

Rakennus 1 · Kerros 1 · Tila 1

**Yhteenveto**

Ampumarata

DIALux

Rakennus 1 · Kerros 1 · Tila 1

**Yhteenveto**

## Tulokset

|                | Koko                | Laskettu                      | Ohje             | Kunnossa | Hakemisto |
|----------------|---------------------|-------------------------------|------------------|----------|-----------|
| Käyttötaso     | Ekohitsuora         | 576 lx                        | ≥ 500 lx         | ✓        | WP1       |
|                | g <sub>1</sub>      | 0.35                          | -                | -        | WP1       |
|                | Ominaisliitântäteho | 6.81 W/m <sup>2</sup>         | -                | -        |           |
|                |                     | 1.18 W/m <sup>2</sup> /100 lx | -                | -        |           |
| Kulutussuureet | Kulutus             | 3100 kWh/a                    | maks. 7000 kWh/a | ✓        |           |
| Tila           | Ominaisliitântäteho | 5.61 W/m <sup>2</sup>         | -                | -        |           |
|                |                     | 0.97 W/m <sup>2</sup> /100 lx | -                | -        |           |

Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Vakio (toimisto)

## Valaisinluettelo

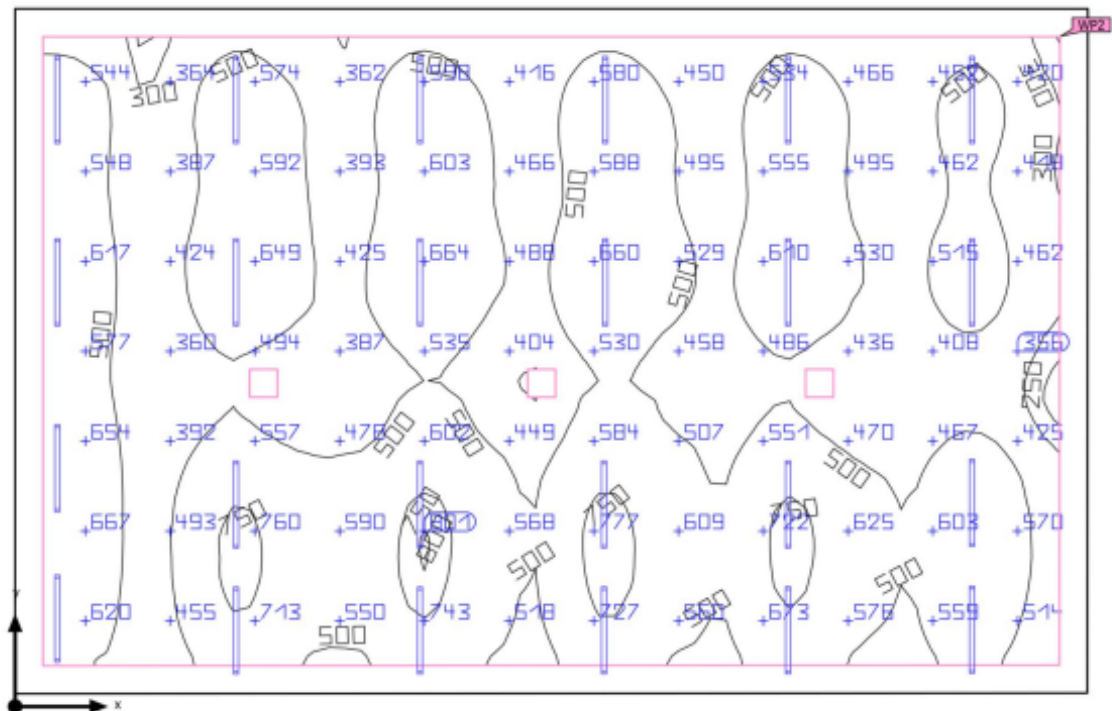
| Kpl | Valmistaja               | Tavaranimero | Tuotteen nimi   | P      | Φ        | Valotehokkuus |
|-----|--------------------------|--------------|---|--------|----------|---------------|
| 16  | Ei vielä<br>DIALux-jäsen |              | Gamma Gen2 Medium 57W 1560mm 8(3,4,5)0 0v2                | 57.0 W | 7423 lm  | 130.2 lm/W    |
| 3   | Ei vielä<br>DIALux-jäsen |              | Omega Linear Gen2 Medium 60° 69W 1156mm 8<br>(3,4,5)0 0v2 | 69.0 W | 10079 lm | 146.1 lm/W    |

Ampumarata

DIALux

Rakennus 1 · Kerros 1 · Tila 2

## Yhteenvedo



Ampumarata

DIALux

Rakennus 1 · Kerros 1 · Tila 2

**Yhteenveto**

## Tulokset

|                | Koko                | Laskettu                      | Ohje             | Kunnossa | Hakemisto |
|----------------|---------------------|-------------------------------|------------------|----------|-----------|
| Käyttötaso     | Ei-kohtisuora       | 528 lx                        | ≥ 300 lx         | ✓        | WP2       |
|                | g <sub>1</sub>      | 0.45                          | -                | -        | WP2       |
|                | Ominaisliitäntäteho | 6.66 W/m <sup>2</sup>         | -                | -        |           |
|                |                     | 1.26 W/m <sup>2</sup> /100 lx | -                | -        |           |
| Kulutussuureet | Kulutus             | 3750 kWh/a                    | maks. 8300 kWh/a | ✓        |           |
| Tila           | Ominaisliitäntäteho | 5.80 W/m <sup>2</sup>         | -                | -        |           |
|                |                     | 1.10 W/m <sup>2</sup> /100 lx | -                | -        |           |

Käyttöprofiili: DIALux preset, Default (Office)

## Valaisinluettelo

| Kpl | Valmistaja               | Tavaranimero | Tuotteen nimi                              | P      | Φ       | Valotehokkuus |
|-----|--------------------------|--------------|--|--------|---------|---------------|
| 24  | Ei vielä<br>DIALux-jäsen |              | Gamma Gen2 Medium 57W 1560mm 8(3,4,5)0 0v2 | 57.0 W | 7423 lm | 130.2 lm/W    |

|  |  | Nro | Nimitys                      | Teho kW<br>Virta A | Suoja-<br>laite A<br>VVSK | Kaapeli     | HUOM! |  |
|--|--|-----|------------------------------|--------------------|---------------------------|-------------|-------|--|
|  |  |     | Nousu nykyiseltä keskukselta |                    |                           | MMJ 5x10 S  |       |  |
|  |  |     | IV-Kone                      |                    | C20                       | MMJ 5x6 S   |       |  |
|  |  |     | Vara                         |                    | C10                       |             |       |  |
|  |  |     | Vara                         |                    | C16                       |             |       |  |
|  |  |     | Valaistus Rata 1             |                    | C10                       | MMJ 5x1,5 S |       |  |
|  |  |     | Valaistus Rata 2             |                    | C10                       | MMJ 5x1,5 S |       |  |
|  |  |     | Painonappi Rata 1            |                    | C10                       | MMJ 3x1,5 S |       |  |
|  |  |     | Painonappi Rata 2            |                    | C10                       | MMJ 3x1,5 S |       |  |
|  |  |     | Vara                         |                    | C10                       |             |       |  |
|  |  |     | Vara                         |                    | C16                       |             |       |  |
|  |  |     |                              |                    |                           |             |       |  |
|  |  |     |                              |                    |                           |             |       |  |
|  |  |     |                              |                    |                           |             |       |  |

|                                  |  |  |  |                         |  |  |  |                         |  |                        |  |                          |  |
|----------------------------------|--|--|--|-------------------------|--|--|--|-------------------------|--|------------------------|--|--------------------------|--|
| MUUTOS<br>SUUNN. MS<br>PIIRT. MS |  | <b>PLANIUS</b><br>Planius Oy<br>2015249-7<br>info@planius.fi |  | KOHDE<br>SISÄAMPUMARATA |  | SISÄLTÖ<br>KESKUSKAAVIO<br>RYHMÄKESKUS |  | SÄHKÖ<br>TYÖ NO<br>1506 |  | KESKUS<br>RK<br>PIR NO |  | LEHTI<br>2 / 2<br>MUUTOS |  |
|                                  |  | 00740 Helsinki<br>+358451343053                              |  |                         |  |  |  | PÄIVÄYS<br>14.10.2022   |  |                        |  |                          |  |