

Joni Järvenpää

KIINTEISTÖ OY KAAPELITALON MERIKAAPELIHALLIN
VALAISTUSSUUNNITELMA

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2015

KIINTEISTÖ OY KAAPELITALON MERIKAAPELIHALLIN
VALAISTUSSUUNNITELMA

Järvenpää, Joni
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2015
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri
Sivumäärä: 30
Liitteitä: 12

Asiasanat: valaistus, valaistussuunnittelu, valaistustekniikka

Opinnäytetyö sisältää yleisiä käsitteitä valaistustekniikasta sekä valaistussuunnittelusta. Työssä tehtiin valaistussuunnitelma Kiinteistö Osakeyhtiö Kaapelitalon Merikaapelihalli-nimiseen tilaan. Valaistussuunnitelmassa otettiin huomioon tilan käyttötarkoitukset. Tilan vanha valaistus kartoitettiin mittaamalla.

Työssä kartoitettiin yleisiä valaistuksessa tarvittavia suureita, käsitteitä sekä valonlähteitä. Uuden valaistuksen suunnittelussa käytettiin Cads-nimistä sähkösuunnitteluohjelmaa sekä Dialux-nimistä valaistuksen laskentaohjelmaa.

Opinnäytetyö sisältää myös uuden valaistuksen kustannusarvion. Kustannusarvio toteutettiin mahdollisimman todenmukaisesti.

LIGHTING PLAN FOR KIINTEISTÖ LTD KAAPELITALO'S MERIKAAPELIHALLI

Järvenpää, Joni

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical engineering

December 2015

Supervisor: Pulkkinen, Petteri

Number of pages: 30

Appendices: 12

Keywords: lighting, lighting design, lighting technology

The purpose of this thesis was to make a new lighting plan for Merikaapelihalli. Before the new plan, Merikaapelihalli's space and the old lighting was scanned. In thesis there are also some of the main lightning design facts and different types of lights.

There were used two kinds of software to make a new plan: Cads-electrical planning to make a new wiring plan and Dialux-counting program to make sure that lighting is sufficient.

There are also included a budget for the new lighting.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	VALAISTUSSUUNNITTELU	6
3	VALAISTUKSESSA TARVITTAVIA SUUREITA SEKÄ KÄSITTEITÄ	7
4	ERILAISIA VALONLÄHTEITÄ.....	9
4.1	Loistelamppu.....	9
4.2	Purkauslamput.....	10
4.3	Termiset säteilijät.....	11
4.4	LED.....	11
5	KAAPELITEHDAS	13
5.1	Merikaapelihalli	13
6	SUUNNITELTAVA TILA	13
6.1	Suunniteltavan tilan olemassa oleva valaistus	14
7	VANHAN VALAISTUKSEN MITTAUKSET	15
7.1	Vanhan valaistuksen ottama teho, virta sekä loisteho	15
7.2	Vanhan valaistuksen valaistusvoimakkuuden mittaukset.....	16
8	UUDEN VALAISTUKSEN VALINTA.....	17
8.1	Valaistuksen vaatimat standardit	18
8.2	Valaisimien valinta	19
8.3	Mittaukset	20
9	VALAISTUKSEN JOHDOTUKSET	21
9.1	Valaistuksen syöttökaapelit	21
9.2	Valaistuksen ohjaus	23
10	PIIRRUSTUKSET	24
10.1	Johtoreitit ja valaisimien kiinnistys	24
11	KUSTANNUSARVIO	25
12	YHTEEVETO	27
12.1	Pohdinta	27
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä uusi valaistussuunnitelma Kiinteistö Osakeyhtiö Kaapelitalon omistamaan Merikaapelihalli-nimiseen tilaan. Tilaa vuokrataan useisiin käyttötarkoituksiin.

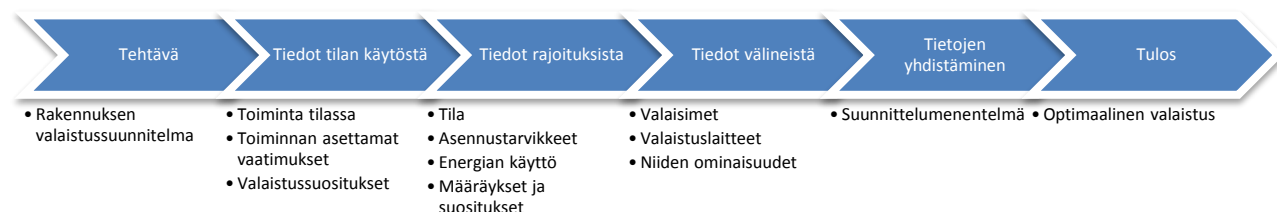
Opinnäytetyössä käsitellään yleisesti valaistustekniikassa tarvittavia suureita sekä määreitä ja sitä miten hyvä valaistussuunnitelma saadaan luotua. Valaistussuunnitelmassa on huomioitu suuresti tilaajan haluamat ehdot valaistuksen tyypistä, ukonäöstä, tehokkuudesta ja hinnasta. Tavoitteena oli pystyä hyödyntämään mahdollisimman paljon vanhassa valaistuksessa käytettäviä kaapeleita sekä keskuksia, jotta uuden valaistuksen tuomat kustannukset eivät kasvaisi liian korkeiksi.

Merikaapelihallin tilan käyttötarkoitukset sekä vanha valaistus kartoitettiin, niin että uudesta valaistuksesta tulisi valaistusvoimakkuudeltaan tehokkaampi kuin vanha valaistus, mutta samalla energiatehokas sekä nykypäivän normit täyttävä.

Työssä käytettiin apuna Cads-nimistä sähkösuunnitteluohjelmaa sekä Dialux-nimistä valaistuksen laskentaohjelmaa. Lisäksi opinnäytetyössä tehtiin uudesta valaistuksesta kustannusarvio, jossa ilmeni yksiselitteisesti uuden valaistuksen tuomat kustannukset.

2 VALAISTUSSUUNNITTELU

Valaistuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon ainakin seuraavat seikat: Mahdollisen luonnonvalon saatavuus ja sen vaikutukset valaistavaan tilaan, valaistus tilojen käytettävyyden näkökulmasta, valaistus visuaalisen ilmeen ja tunnelman luojana, valaistusratkaisut osana tilan sähköjärjestelmää ja valaistuksen energiakulutus (Jokakodin valaistusopas 2010,4). Eryteisesti tilan sähköjärjestelmän tulisi olla sellainen, että valaistusta voitaisiin käyttää turvallisesti. Tämän vuoksi tulee tarkasti mitata kaapeleiden poikkipinnat sekä pituudet, jotta tulevasta asennuksista saadaan standardien mukaiset ja varokkeet saataisiin mitoitetuiksi oikein. Luonnonvalo tulee huomioida tarkasti. Talvisin Suomessa luonnonvaloa ei välttämättä ole juuri lainkaan ja kesällä tilanne saattaa olla päinvastainen. Vuonna 2009 Europan komissio määräsi direktiivin, jonka tarkoituksena on poistaa hehku- sekä vanhanmalliset halogeenilamput pois myynnistä portaittain vuosina 2009-2016 (Energiateollisuus ry:n www-sivut). Tämän tarkoituksena on vähentää valaistuksen määrää energiakulutuksessa ja käytännössä pakottaa käyttäjät käyttämään energiatehokkaita valaistusmuotoja, kuten LED-valaisimia. Optimaalisen valaistuksen aikaansaamiseksi on hyvä noudattaa neljän eri tietoa alueen tuomaa informaatio: Tietoja valaistavan tilan käytöstä ja sen käyttäjistä, tiedot ehdoista ja rajoituksista, tiedot välineistä sekä kustannukset (taloudellisuus). Näiden neljän tekijän tuomat tiedot vaikuttavat suunnitelman lopputulokseen. (Hausmann & Majurinen 1982, 10.)



Kuva 1. Havainnekuva valaistussuunnitelmaan vaikuttavista tekijöistä (Hausmann & Majurinen 1982, 10.).

3 VALAISTUKSESSA TARVITTAVIA SUUREITA SEKÄ KÄSITTEITÄ

Valaistussuunnitelmaa tehdessä tulee huomioida jotain suureita ja käsitteitä. Tässä luvussa määritellään niistä yleisimpiä, joita on hyvä käyttää apuna valaistussuunnitelmaa tehdessä. Osa suureista liittyy suoraan valaistukseen, mutta osa on yleisen sähkötekniikan perussuureita. Tärkeimpien suureiden sekä käsitteiden yksiköt sekä symbolit on kerrottu taulukossa 1.

Taulukko 1. Suureita ja käsitteitä (Ensto lightning Oy:n www-sivut 2015).

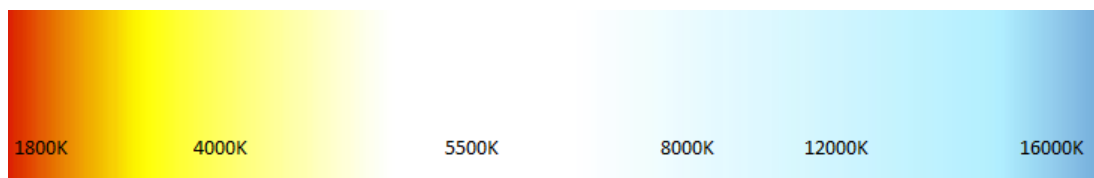
Suure tai käsite	yksikkö	symboli
Teho	watti [W]	P
Loisteho	vari [VAr]	Q
Jännite	voltti [V]	U
Virta	ampeeri [A]	I
Valovoima	kandela [cd]	I _v
Valaistus- voimakkuus	luksi [lx]	E
Luminanssi	cd/m ²	L
Valovirta	lumeen [lm]	φ
Väriämpötila	kelvin [K]	
Värintoisto- inndeksi		R _a
Valotehokkuus	lm/W	

Sähköön liittyvistä suureista teho, loisteho, jännite, ja virta ovat varmasti yleisimpiä ja tunnetuimpia suureita. Niitä tarvitaan jokaisessa sähköön liittyvässä työtapauksessa. Kandela kertoo kuinka paljon valonlähteestä tulee valovoimaa eli intensiteettiä. Valovoimalla mitataan, kuinka paljon jokin valonlähde säteilee valoa tietylle tasolle.

Yksi kandela vastaa noin yhden kynttilän valoa. Valaistusvoimakkuus kertoo nimensä mukaisesti valaistuksen voimakkuuden tietyllä pinnalla/tasolla. Valaistusvoimakkuuden suuruus riippuu valaisimen ominaisuuksista esimerkiksi mahdollisen peilin ominaisuudesta, valaisimen antamasta valovirrasta sekä asennuskorkeudesta. Yksi luks saadaan kaavasta: $1lx = 1lm/m^2$. Näin ollen yksi luks tulee kun yhden lumenin valovirta jakautuu tasaisesti yhden neliömetrin alueelle. Jos valopisteen korkeus kasvaa, näin myös yhdelle neliölle kohdistuva valovirta vähenee, jonka seurauksena valaistusvoimakkuus heikkenee. (Motiva Oy:n lampputieto www-sivut 2015)

Luminanssilla tarkoitetaan ”valontiheyttä”, eli käytännössä mitä enemmän on luminanssia sitä kirkkaammalta jokin taso tai pinta näyttää. Normaalisti luminanssi liitetään johonkin valoa lähettävän kappaleen pintaan, jonka näkyvän pintakirkkauden tunnus se on. Luminanssin yksikkö on kandela neliometriä kohden: cd/m^2 (Kasurinen 1977, 18) Valovirralla tarkoitetaan valonmäärää. Valovirta kertoo siis kuinka paljon valoa yksi valopiste tuottaa. Ennen on verrattu hehkulamppujen valomäärää hehkulamppujen tehon suuruudella. Nykyisin uusien energiatehokkaiden lamppujen valonmäärä verrataan kuitenkin jo valovirralla. Hyvänä nyrkkisääntönä voidaan pitää että 80 watin hehkulamppu vastaa 800 lumenin energiasäästölamppua. (Motiva Oy:n lampputieto www-sivut 2015).

Väriämpötilalla kuvataan valolähteen tuottaman valon väriä. Väriämpötilan yksikkö on kelvin. Valon värillä on todella suuri merkitys huoneen valaistuksen tunnelmaan. Perussääntö on että mitä kylmempää eli sinisempää valo on sitä korkeampi kelvin-arvo on. Tavallisten hehkulamppujen kelvin-arvo on noin 2700 K. Nykyisten led-valaisimien kelvin arvo voi vaihdella laidasta laitaan, koska nykyin saa monia erivärisiä led-polttimoita. Kuitenkin normaalin yleisvalaistuksessa käytettävän led-valaisimen kelvin-arvo on noin 3000-6500 K. Päivänvalo on noin 5500 K. (Motiva Oy:n lampputieto www-sivut 2015) Kuvassa 2 on hahmoteltu eri väriämpötilan antamaa väriä.



Kuva 2. Havainnekuva eri kelvin-arvoilla syntyvästä väristä (Lautamies 2014).

Värintoistoindeksillä mitaan valopisteen tuoman valon vaikutuksia ympäristöön. Väriämpötilasta ei voida päätellä, minkälaisilta ympäristön pintojen värit näyttäivät tällä valolla valastuina, toisin sanoen minkälaiset tarkasteltavan valopisteen värintoisto-ominaisuudet ovat. Valaisuteknikassa käytetään yleistä värintoistoindeksiä R_a , joka lasketaan aritmeettisena keskiarvona jokaiselle värille erikseen tehdyistä erikoisindekseistä R_i . Indeksit saadaan kun valonlähdettä verrataan joko niin sanottuun Planckin säteilijään tai päivänvaloon. 2300 K - 5000 K verrataan Planckin säteilijöihin ja yli 5000 K verrataan päivänvaloon. (Kasurinen 1977, 32) R_a -indeksin asteikko on välillä 0-100. Halogeenivalaisimen indeksi-arvo on 100, kun taas nykyisten led valojen indeksit ovat noin 70-80. Kotikäytön värintoistoindeksin suositeltasiin olevan vähintään 80. (Motiva Oy:n lamputieto www-sivut 2015) Myös nykyiset standardit antavat erilaisia R_a - arvo suosituksia erilaisiin tiloihin, riippuen niiden käyttötarkoituksesta.

Valotehokkuudella kuvataan valopisteen luoman valovirran suhdetta valaisimen ottamaan kokonaistehoon. Valotehokkuuden yksikkö on lm/W.

4 ERILAISIA VALONLÄHTEITÄ

4.1 Loistelamppu

Loistelamppu toimii siten, että lampun molemmissa päissä olevien elektrodien välille syntyy sähköpurkaus, joka saattaa purkaustilassa olevan elohopeahöyryn lähettämään ultraviolettisaiteilyä, jonka lampun sisäkuvun pintaan sijoitettu loisteaine muuttaa

näkyväksi säteilyksi eli valoksi (Airola 1977, 63). Loistelampuissa on sytytin sekä virtaa rajoittava kuristin. Joissain valaisimissa on ns. elektroninen liitäntälaitte, jossa kuristin sekä sytytin on yhdistetty. Loistelamppuja on saatavilla monia erikokoisia, -tehoisia sekä -muotoisia. Loistelamput voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan: suorat loistelamput, pienisloistelamput sekä energiasäästölamput. Lamppu on kustanuksiltaan melko edullinen ja tämän takia suosittu. Loistevalaisimien moduuleihin on mahdollista nykypäivänä vaihtaa loistelampun tilalle led-lamppu, energiatehokkuuden parantamiseksi.

Loistelamppujen hyvinä puolina voidaan pitää että ne sietävät jännitevaihteluja, niiden hankintahinta on kohtalaisen edullinen, loistelamppuja on saatavilla eri värisävyillä sekä niitä on eri kokoisia ja muotoisia. Huonoina puolina voidaan pitää kulutusta sekä huoltokustannuksia. Loistelamput syttyvät välkkyen, johtuen sytyttimestä.

4.2 Purkauslamput

Purkauslamppujen toimintaperiaate on että lampun putken sisälle oleva kaasu alkaa hehkumaan sähkövirran kuumennettua putkea, josta muodostuu valoa. Purkauslamppujen valon väriin vaikuttavat oleellisesti putken sisällä olevat aineet. Purkauslamput tarvitsevat virtarajoittimen rajoittamaan mahdollisia virtapiikkejä. Osa lamppuista tarvitsee myös sytyttimen. Yleisimpiä purkauslamppuja ovat monimetallilamput, elohopealamput sekä suurpainenatriumlamput. (Ensto pro:n www-sivut. 2015.)

Purkauslamppujen hyviä puolia ovat valotehokkuus ja pitkä elinikä. Valotehokkuuden ansiosta purkauslamppuja käytetään usein korkeiden tilojen sekä ulkovalaistuksen, kuten katuvalaistuksen lamppuina. Purkauslamppujen huonoja puolia ovat niiden syttymisen kesto sekä niiden väriominaisuuksien muuttuminen kulutuksen myötä. Erityisesti monimetallilamppujen värisävy voi muuttua oleellisesti kun niiden käyttöikä lähestyy loppua. Purkauslamppuja ei voi sytyttää välittömästi uudestaan niiden sammumisen jälkeen, koska ne eivät voi lämpiminä syttyä.

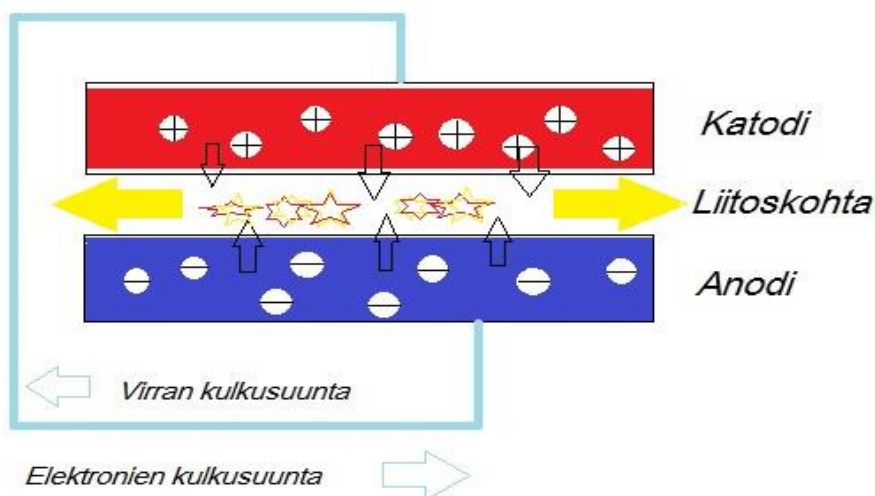
4.3 Termiset säteilijät

Termisen säteilijän toimintaperiaate on yksinkertainen: Valovirta kuumentaa tyhjiössä olevaa lankaa, joka alkaa hehkumaan. Hehkuva lanka säteilee valoa, joka on jatkuvaspektrinen eli se säteilee kaikkia näkyvän valon aallonpituuksia. (Ensto pro:n www-sivut. 2015.) Kaikkein yleisimpiä termisiä säteilijöitä ovat hehkulamput sekä halogeenilamput.

Termisten säteiliöiden hyviä puolia ovat erittäin hyvä värintoisto, niitä on helppo himmentää ja niissä ei ole mitään erillisiä liitäntälaitteita. Termiset säteilijät toimivat hyvinä kohde- ja korostusvaloina. Huonoja puolia ovat huono valotehokkuus, lamppujen suuri lämmöntuotto sekä elinikä. Jo muutaman prosentin ylijännite vähentää lampun elinikää oleellisesti.

4.4 LED

LED (Light- Emitting Diode) on valoa säteilevä puolijohdekomponentti. LED toimii siten, että katodilta anodille kulkeva virta kuljettaa elektroneja sekä elektroniaukkoja kohti liitoskohtaa, jossa ne yhdistyvät. Yhdistymisen seurauksena syntyy energiaa, joka emittoituu valoksi. (Kohti valoa. verkkodokumentti. 2015)

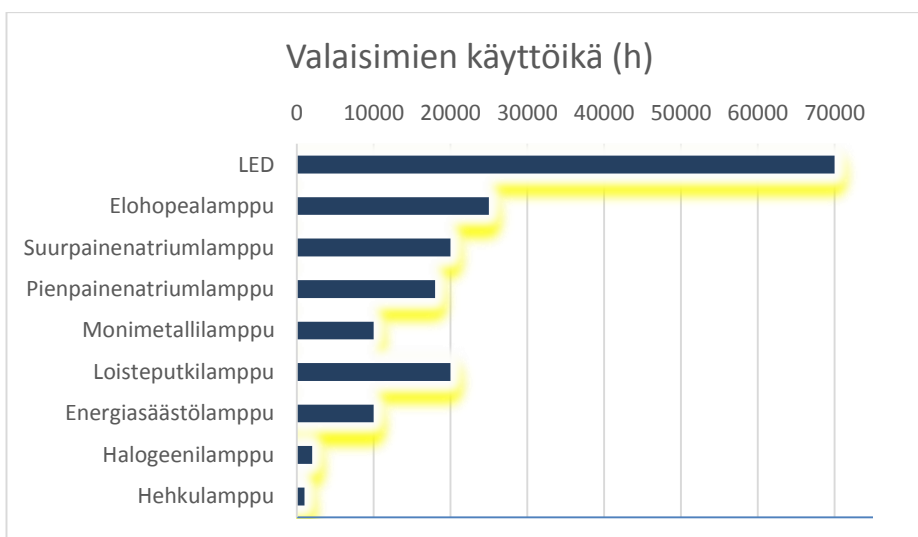


Kuva 3. Ledin toimintaperiaate (Kohti valoa. verkkodokumentti. 2015).

On olemassa kahdenlaisia LED-komponentteja: pintaliitosledit sekä ns. tavalliset LEDit. Pintaliitosledit ovat kiinnitetty jo valmiiksi jonkin piirilevyn pintaan ja ne ovat usein paljon tehokkaampia kuin tavalliset LEDit. Tehokkuutensa vuoksi pintaliitosledit luovuttavat myös enemmän lämpöä. Tavallisia LEDejä käytetään usein enemmän kohdevalaistukseen. LED yksin pelkästään on kohtalaisen huono värinointistoltaan. Värinointistoon sekä valon väriin pystytään kuitenkin vaikuttamaan lisäämällä LED-komponentin pintaan erilaisia aineita sekä pinnoitteita. Komponentit ovat kehittyneet hurjaa vauhtia 2000-luvulla ja nykyisin yhden LED-sirun koko on vain 0,2 millimetriä, joten pieneenkin LED-valaisimeen mahtuu helposti jopa satoja siruja. Useiden sirujen seurauksena valaisimen optiikkaa on helpompi parantaa. (Ensto pro:n www-sivut 2015)

LED-valaisimien hyviä puolia ovat niiden suuri valotehokkuus, pitkä käyttöikä, energiatehokkuus ja ne ovat usein todella pienikokoisia. Sytytysten määrä ei vaikuta valaisimen ikään ja valaisin syttyä välittömästi. Huonoja puolia ovat lämmönkestävyys, pistemäinen valo ja korkea hankintakustannus. Nykyään yritykset kuitenkin laskevat, että vaikka LED-valaisimien hankintahinta olisikin korkea, maksavat ne yritykselle ”itsensä takaisin” sähkönkulutuksessa. Tämän mahdollistaa juuri valaisimien pitkä elinikä sekä pieni kulutus suhteessa valastusvoimakkuuteen.

Diagrammi 1. Erilaisten valaisintyyppien keskimääräiset käyttöiät (Perustietoa valaistustekniikasta. 2015. 7, 8.).



5 KAAPELITEHDAS

Kiinteistö Oy Kaapelitalo on Helsingin kaupungin omistama yhtiö. Sen tarkoituksena on kunnostaa vanhoja tiloja kulttuurikäyttöön. Yksi Kiinteistö Oy Kaapelitalon vuokrakohteista on Kaapelitehdas niminen vanha tehdasrakennus. Se on rakennettu kolmessa vaiheessa vuosina 1939-1954. Kiinteistö on alettu muuttaa nykyiseen käyttötarkoitukseensa vuonna 1992. Kaapelitehdas on hyvin laaja kokonaisuus. Siellä toimii yli 250 toimijaa eri kulttuurin aloilla, esimerkiksi tanssin, musiikin, teatterin, elokuvateollisuuden ja maalaamisen osa-alueilla. (Kiinteistö Oy Kaapelitalon www-sivut 2015)

Kaapelitehtaan kokonaispinta-ala on 56 000 neliömetriä, josta vuokrattuna on 35 000 neliömetriä. Pysyvien vuokralaisten lisäksi Kiinteistö Oy Kaapelitalo vuokraa Kaapelitehtaan viittä suurinta tilaa erilaisten näytteliden sekä juhlien pitopaikaksi. (Kiinteistö Oy Kaapelitalon www-sivut 2015)

5.1 Merikaapelihalli

Merikaapelihalli on Kaapelitehtaan suurin vuokrattava tila. Sen kokonaispinta-ala on 3148 neliömetriä. Merikaapelihallin korkeamman tilan korkeus on 13,5 metriä lattiasta palkkiin, pituus 104 metriä ja leveys 14,5 metriä. Tila sopii siis hyvin korkeutensa ja pituutensa ansiosta erilaisten gaalailtojen, näyttelyiden, konserttien yms. järjestämiseen. Korkean tilojen etuina ovat sen muunneltavuus sekä suuri kerrosala. Lisäksi tilaan kuuluu toisessa kerroksessa oleva 637 neliömetrin parvi. (Kiinteistö Oy Kaapelitalon www-sivut 2015)

6 SUUNNITELTAVA TILA

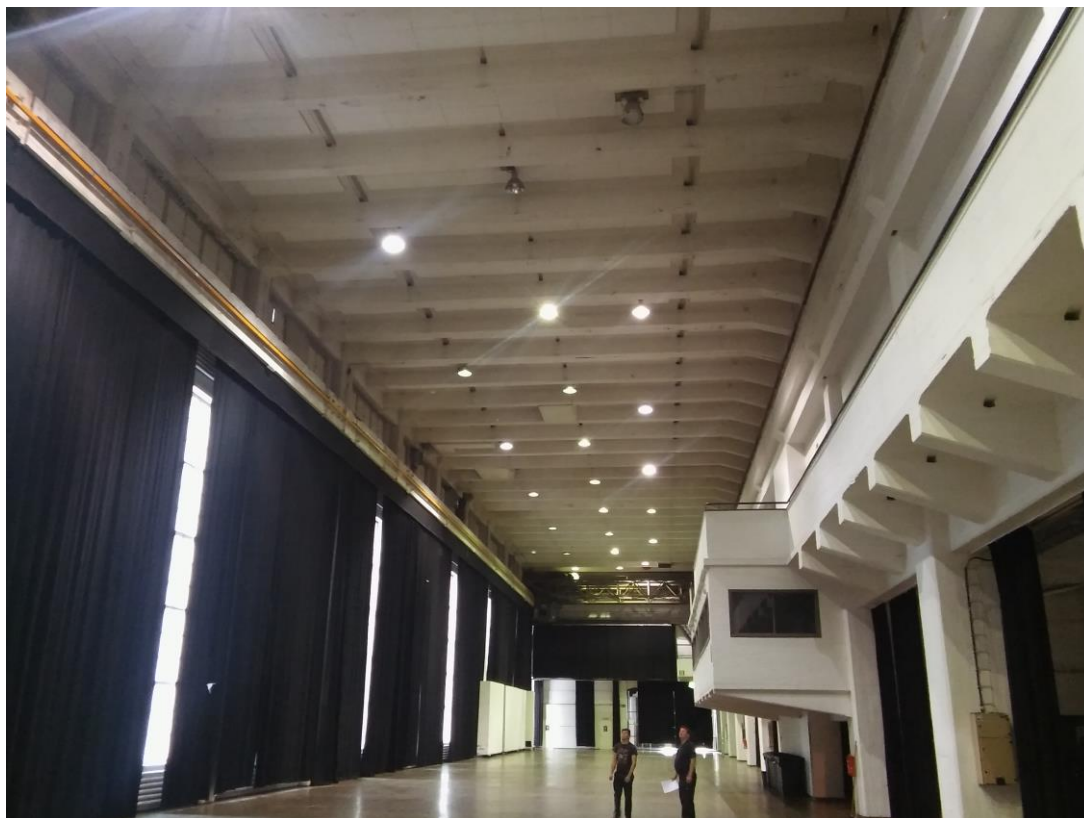
Valaistussuunnitelma tullaan tekemään Kaapelitehtaan Merikaapelihallin ns. korkeaan tilaan. Tilaajan kanssa on sovittu tietyistä ehdoista: Valastuksen ehtoina ovat käytännöllisyys, valaistusvoimakkuuden kasvaminen verrattuna vanhaan

valaistukseen, helppo huollettavuus, kustannustehokas valaistus suhteessa valaistusvoimakkuuteen sekä valaisimien ulkonäkö. Tarkoituksena on hyödyntää Merikaapelihallin jo olemassa olevia keskuksia, valaistuksen ohjauksia, kaapelireittejä sekä kaapeleita. Näin uuden valaistuksen kustannuksia saadaan pienemmäksi.

Merikaapelihallin valaistuksen toteuttamisen haasteina ovat tilan korkeus, tilan erillaiset käyttötarkoitukset sekä kustannustehokkaan valaistuksen toteuttaminen, joka täyttäisi vaadittavat standardit. Merikaapelihalli on 13,5 metriä korkea lattiasta katon palkkiin ja 14,5 metriä lattiasta kattoon. Tämä tarkoittaa että valopisteen korkeus tulee olemaan palkkiin asennetulla valaisimella yli 13 metriä ja kattoon asennetulla valaisimella yli 14 metriä. Tilaa käytetään erilaisien tapahtumien järjestämiseen, jolloin myös valaistusvoimakkuuden tarve vaihtelee. Lisäksi tilassa on suuret ikkunat joita varten on suuret pimennysverhot. Tämän seurauksena on otettava huomioon valaistuksen suunnittelussa tilanne, jossa auringonvaloa tilaan ei tule. Standardit määrittelevät eri valaistusvoimakkuuden tarpeen erilaisiin käyttötarkoituksiin, joten tämä on huomioitava valaistussuunnitelmaa tehdessä. Tilan valaistusvoimakkuuden maksimiarvon tulisi olla riittävä suuriin osiin tilassa järjestettävistä tapahtumista. Samalla kun valaistusvoimakkuuden tulisi olla riittävä, tulisi valaisimien hankintahinta sekä käyttökustannukset olla kustannustehokkaat.

6.1 Suunniteltavan tilan olemassa oleva valaistus

Valaistus Merikaapelihallissa on vanha. Korkean tilan valaisimina toimii 40 kappaletta vanhoja tehdasvalaisimia, joissa lamppuina on 400 W monimetalli- sekä elohopelamppuja. Lamput on kiinnitetty kattoon, joten niiden valaisupisteen korkeus on noin 14 metriä. Valon väri vaihtelee suuresti, koska polttimot ovat eri-ikäisiä. Valon väri on kuitenkin melko lämmin, noin 3000 kelviniä. Valaistukselle on tehty erilliset valaistuksen ohjauskeksukset, joista valaisimia ohjataan. Valaistus on jaettu viiteen eri alueeseen, jotta tarpeen tullen vain osa tilasta pystytään valaisemaan. Valaisimista käytetään enemmänkin yleis- sekä siivousvalaistuksena, sillä tapahtumien järjestäjillä on usein omat valaisimet sekä valonheittimet tapahtuman vaatimien tarpeiden mukaan.



Kuva 4. Yleiskuva Merikaapelihallin korkean osan vanhasta valaistuksesta. Vasemalla puolella korkeissa ikunnoissa pimennysverhot.

7 VANHAN VALAISTUKSEN MITTAUKSET

7.1 Vanhan valaistuksen ottama teho, virta sekä loisteho

Valaistuksen syöttökeskuksessa oli jo valmiiksi asennetut mittamuuntajat, joiden avulla pystyi seuramaan nykyisen valaistuksen kulutusta. Näin ollen Merikaapelihallin nykyisen valaistuksen ottama teho, virta sekä loisteho pystyttiin helposti toteamaan. Taulukossa 2. on kerrottu Merikaapelihallin korkean tilan valaisimien kyseiset suuret. Nämä saatiin selville, kun tilan kaikki muut valaisimet olivat sammuneina. Ainoastaan Merikaapelihallin korkean tilan valaistus oli päällä. Tämä pystyttiin vielä todentamaan siten, että kun mittausten jälkeen korkean tilan valaisimet sammutettiin, näyttivät

mittamuuntajat nollassa. Eli taulukon 2. mittauksissa on ainoastaan Merikaapelihallin korkean tilan valaisimet.

Taulukko 2. Merikaapelihallin vanhan valaistuksen ottama teho, virta sekä loisteho.

Vaiheet	Valaisimien ottama teho	Valaisimien ottama virta	Valaisimien ottama loisteho
L1	6.38 kW	41,5 A	7,0 kVAr
L2	6.03 kW	35,0 A	5,5 kVAr
L3	6.14 kW	34,0 A	5,3 kVAr
yhteensä	18,55 kW	110,5 A	17,8 kVAr

Mittaushetkellä 40 valaisimesta paloi 35 valaisinta. Yhden valaisimen ottamaksi tehoksi saadaan siten: $18,55 \text{ kW} / 35 = 0,53 \text{ kW}$ eli 530 Wattia. Tällöin koko valaistuksen ottama kokonaisteho on $530 \text{ W} * 40 = 21\,200 \text{ W}$ eli hieman yli 21 kW (arvio).

7.2 Vanhan valaistuksen valaistusvoimakkuuden mittaukset

Vanhan valaistuksen antama valaistusvoimakkuus mitattiin jotta pystyttäisiin havainnoimaan tulevan uuden valaistuksen tarvetta. Lisäksi kun tuleva uusi valaistus tulotaisiin asentamaan voitaasiin uuden sekä vanhan valaistuksen valaistusvoimakkuuden ero varmentaa. Vanhan valaistuksen valaistusvoimakkuuden luksit arvot mitattiin Chauvin Aurnoux C.A 811 nimisellä luksimittarilla. Mittarin aseikko on 0-20 000 luksia ja mahdollinen virhe on 3 prosenttiyksikköä tuloksesta (Chauvin-Arnouxin [www-sivut](http://www.sivut). 2015). Mittatulokset ova liitteessä 1. Valaistusvoimakkuuden keskiarvoksi saatiin 53,7 luksia. Maksimiarvoksi saatiin 70 luksia ja minimiarvoksi 33 luksia. Mittaukset toteuttiin, kun pimennysverhot olivat kiinni, joten päivänvalon vaikutukset mittauksiin ovat hyvin vähäiset. Lamput olivat palaneet noin tunnin. Mittauspisteinä oli lattia ja kyseessä oli kohtisuora mittaus.



Kuva 5. Valaistusvoimakkuus mittauksissa käytetty Chauvin Aurnoux C.A 811 niminen luksi mittari.

8 UUDEN VALAISTUKSEN VALINTA

Uuden valaistuksen valinnan tulisi täyttää seuraavat kriteerit: kutannustehokkuus, valaistusvoimakkuus riittävä, valaistus olisi standardien mukainen, valaisimien huolettavuus sekä tehdä valaistuksen ulkonäkö sopivaksi tilaan. Valaistussuunnitelman tilaajan kanssa sovittiin, että valaistus tullaan tekemään nykyaikaisilla LED-valaisimilla.

Käytin opinnäytetyössäni apuna Dialux-nimistä valaistuksen suunnittelu- ja laskentaohjelmaa. Se on ilmaisohjelma joka on tarkoitettu ammattikäyttöön. Ohjelmassa on helppo luoda 3D-tilamallinnoksia, koska Dialux tukee Cad-piirrustuksia. Useampien valaisinvalmistajien valaisimet löytyvät Dialux-ohjelmasta. Kun suunniteltavan tilan objektit ja valaisimet on saatu valmiiksi, pystyy ohjelmalla suorittamaan valaistusvoimakkuuden määrän useiden erilaisten laskentaobjektien avulla.

8.1 Valaistuksen vaatimat standardit

Valaistukselle on tehty oma standardinsa, joka toimii hyvänä suosituksena valaistukselle. Näitä suosituksia on listattu Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n julkaisussa SFS-EN 12464-1. Standardissa määritellään sisätyötilojen valaistusvaatimuksia. Merikaapelihallia käytetään todella moniin erilaisiin käyttötarkoituksiin, joten on hankalaa määrittää jotakin yhtä ainoata käyttötarkoitusta. Lähtökohdana on kuitenkin että jokainen tila jossa työskennellään jatkuvasti tulisi täyttää vähintään 200 lx valaistusvoimakkuuden (Ensto pro:n www-sivut 2015). Esimerkiksi juuri hallia siivotessa tulisi kyseinen valaistusvoimakkuus saavuttaa. Merikaapelihallia vuokrataan ainakin seuraavanlaisiin tapahtumiin: erilaiset messut, näyttelyt, gaalailalliset, konsertit, näyttelyt, kokoukset yms. Talukossa 3 on kuvattu standardien määrittämiä valaistusvoimakkuuden keskiarvoja (E_m) ja Värintoistoindeksejä (R_a) valaistuksille, jotka ovat lähellä Merikaapelihallissa järjestettäviä tapahtumia.

Taulukko 3. SFS-EN 12464-1:ssä listattuja valaistuksen suosituksia (Ensto pro:n www-sivut 2015).

Tilan käyttötarkoitus	E_m	R_a
Messut/näyttelyhallit yleisvalaistus	300 lx	80
Ravintolat tarjoilupöytä	300 lx	80
Kokouksetilat	500 lx	80
Julkiset kokoontumistilat	200 lx	80

Näin ollen uuden valaistuksen valaistusvoimakkuuden tulisi saavuttaa ainakin 300 luksia ja tarpeen vaatiessa myös jopa 500 luksia. Värintoisto tulisi olla 80. Standardin antamat arvot ovat kuitenkin vain suosituksia, mutta tavoitteena on kuitenkin saada uudesta valaistuksesta ohjeellisten arvojen mukainen. Eniten haasteita tulee varmasti tarvittavan valaistusvoimakkuuden saavuttamisessa, koska valopisteet on sijoitettava korkealle.

8.2 Valaisimien valinta

Valaisimeksi valitsin ruotsalaisen Malmbergsin valmistaman Highbay-nimisen LED-valaisimen. Valaisimen kuva ja tekniset tiedot löytyvät liitteestä 2. Highbay on 108 wattinen, nolasta kymmeneen volttiin himmennettävä teollisuusvalaisin. Valaisimen toimintajännite on 230 volttia vaihtojännitettä. Kotelointiluokka on IP23, eli valaisimen jännitteiset osat ovat suojattu sormelta sekä satavalta vedeltä (Tampereen Ammattikorkeakoulun suojaudu sähköltä www-sivut. 2015). Valaisimen valovirta on 11 145 lm, joten valaisimen antaman valonmäärä on riittävä kyseiseen käyttötarkoitukseen. Väriämpötila on 4200 K, joten väri on melko lämmin LED-valaisimeksi. Tämä väriämpötila sopii hyvin merikaapelihallin luomaan miljööhön. Värintoistoindeksi on 80, joten valaisin täyttää standardin SFS- EN 12464-1 antamat suositukset. Valaisimeen on saatavilla kahdenlaisia heijastimia: 60 asteisen heijastimen tekniset tiedot sekä kuva ovat liittessä 3 ja valonjakokäyrä liitteessä 4. 90 asteen heijastimen tekniset tiedot sekä kuva on liitteessä 5 ja valonjakokäyrä liitteessä 6. Valonjakokäyrästä pystytään kertomaan napakordinaatiston avulla miten valaisimen heijastin ohjaa valoa. 60 asteen heijastin luo melko terävän valokeilan, kun taas 90 asteen heijastin levittää valoa selvästi laajemmalle alalle. Heijastimen vaihto valaisimeen on erittäin helppoa.

Valaisimen valintaan vaikuttavat tekijät olivat seuraavat: halpa yksikköhinta, energiatehokkuus ja valaisimen ulkonäkö. Valaisimen yksikköhinnaksi Malmbergs tarjosi vain 220 € kpl (alv 0%), tämä on todella edullinen verrattuna moniin muihin vastaavanlaisiin LED-valaisimiin. Valaisimen ottoteho on vain 108 wattia, joten valaisimilla tultaisiin varmasti saamaan energiatehokkuudeltaan sekä valastusvoimakkuudeltaan parempi valaistus, kuin Merikaapelihallin nykyinen valaistus. Myös valaisimen ulkonäkö on vanhaa valaisinta muistuttava ja sopii hyvin Merikaapelihallin ilmeeseen. Malmbergs lupaa valaisimen käyttöiäksi 30 000 käyttötuntia, joka on kohtalainen tämän tehoiselle LED- valaisimelle.

8.3 Mittaukset

Mittaukset Dialuxin avulla olivivat hyvin suuntaa-antavat. Ohjelman avulla loin 3D-mallinnuksen Merikaapelihallista Auto-Cad kuvien perusteella. Malmbeegin valaisimet piti erikseen hakea Malmbeegin nettisivuilta löytyvästä katalogista, josta ne pystyi siirtämään Dialux-ohjelmaan. Valaisimia sijoittelin tarpeeksi, jotta standardin SFS- EN 12464-1 antamat suositukset tilalle täyttyisivät. Tavoitteeksi oli sovittu tilaajan kanssa että valaistusvoimakkuus tulisi olla noin 400-500 lx ainakin Merikaapelihallin keskeisissä osissa.

Sijoitin valaisimet kolmeen riviin tasaisesti koko Merikaapelihallin matkalle, aina jokaisen palkkirivin väliin. Kahteen reunimmaiseen riviin sijoitin vain 60 asteen heijastimella olevia valaisimia ja keskelle joka toiseen palkkiväliin 90 asteen heijastimella olevia valaisimia, jotka tulisivat valaisemaan laajemmin hallin keskiosaa. Valaisimia tuli yhteensä 114 kpl: 60 asteen heijastimella 92 kpl ja 90 asteen heijastimella 22 kpl. Valopisteen korkeudeksi valitsin 14 metriä. Todellisuudessa valopisteen korkeutta tullaan säätämään vaijerin avulla, jos tilaaja haluaa valaisimia alemmaksi. 14 metriä on kuitenkin korkein mahdollinen korkeus valaisimelle ja tämän vuoksi mittaukset Dialuxilla toteutettiin tässä korkeudessa. Mittaustapana oli kohtisuora mittaus lattiasta. Päivänvaloa ei mittauksissa huomioitu, eli hallin pimennysverhot olivat kiinni. Mittausten avulla Valaistuksen luoman valaistusvoimakkuuden keskiarvoksi saatiin 447 lx ja maksimi arvoksi 651 lx. Dialux antaa mittauksista isolux-käyrät, joilla pystyy havainnoimaan valaistusvoimakkuuden jakautumista. Isolux- käyrästä on havainnekuva liitessä 7. Kuvassa huomaa kuinka valaistavan tilan keskelle syntyy suuri yli 500 lx alue. Myös hallin reunaosiin syntyy vähintään 300-500 lx alue. Tarkemmissa Merikaapelihallin korkeusmittauksissa ilmeni että hallin katon palkkien tarkka korkeus on 13,20 metriä laser-mittarilla mitattuna. Jos valaisimet tullaan asentamaan noin metrin alemmas palkkien tasalle, niin se lisäisi valaistuksen antamaa valaistusvoimakkuutta huomattavasti. Todettiin, että suunniteltavan valaistuksen valaisimien määrä on minun ja tilaajan mielestä riittävä.

9 VALAISTUKSEN JOHDOTUKSET

Valaistus tullaan johdottamaan niin että valaistava alue saadaan ns. viiteen eri ryhmään. Valaistusalueet tullaan jakamaan Merikaapelihallin pitkittäissuunnassa. Valaistusalueet ovat liitteessä numero 8. Valaistuksen syöttökaapeleissa sekä keskuksissa pyritään hyödyntämään mahdollisimman paljon vanhoja asennuksia kustannusten laskemiseksi.

9.1 Valaistuksen syöttökaapelit

Vanhaa valaisusta syötettiin sähköpääkeskuksesta 1D-PK, jossa valaistukselle oli varattu viisi kappaletta 16 A 3-vaihe C-typin johdonsuojakatkaisijaa. Syötöt ovat ohjattu viidellä 3-vaihe kontaktorilla. Kopio sähköpääkeskuksen 1D-PK johdotuskaaviosta, jossa on hallin valaistukseen tarvittavat lähdöt löytyy liitteestä 9. Merikaapelihalliin lähtee johdonsuojakatkaisijoilta 5 kpl MMJ 5*2,5mm² s kaapeleita, jotka jakautuvat sekalaisesti kaikille valaisimille. Tarkoituksena on hyödyntää kaikki johdonsuojakatkaisijat ja Merikaapelihalliin nousevat MMJ 5*2,5mm² s kaapelit. Kaapelit hyödynnetään siten että matka keskukselta Merikaapelihalliin tehdään vanhoilla kaapeleilla. Kaapelit jatketaan uusiin kaapeleihin riviliitinkotelossa, joka sijoitetaan Merikaapelihallin kattoon. Riviliitinkoteloilta syötöt valaistusryhmille jatketaan MMJ 3*2,5mm² s (yhteensä 15 kpl) kaapeleilla, siten että valaistus pystytään toteuttamaan edellä mainituilla viidellä eri valaistusalueella. Valaistusalueiden ryhmänumerot jakautuvat seuraavasti johdonsuojakatkaisijoiden numeroinnin mukaan: Alue 1. ryhmät ovat 37.1, 37.2 ja 37.3, Alue 2 ryhmät ovat 38.1, 38.2 ja 38.3, Alue 3. ryhmät ovat 39.1, 39.2 ja 39.3, Alue 4. ryhmät ovat 40.1, 40.2 ja 40.3 sekä Alueen 5 ryhmät 41.1, 41.2 ja 41.3. Riviliitinkotelon johdotuskaavio on liitteessä 10.

Jännitealeneman tulisi olla alle 4% liittymispisteestä kulutuskojeelle (SFS-6000-525, 2007, 258). Jännitteen aleneman yhdelle vaiheelle voi laskea seuraavasta kaavasta:

$$\Delta u = 200 * \frac{\rho * P * s}{A * U_v^2}$$

jossa

Δu = alenema prosenteissa

ρ = johtimen resistiivisyys (kupari $0,0172\Omega\text{mm}^2/\text{m}$, kun lämpötila 20 astetta)

P = teho kW

s = kuormituksen etäisyys km

U_v = vaihejännite kV

A = johtimen poikkipinta-ala mm^2

Näin ollen, kun merikaapelihallin viimeisen valaisinryhmän matkaksi tulee noin 140 metriä, joka on kaapeloitu siis poikkipinnaltaan $2,5\text{mm}^2$ kupari kaapelilla ja vaiheelle tulee tehokuormaa $9 * 108\text{W} = 972\text{W}$, niin jännitteenalenemaksi tulee noin 3,5%. Tämä on standardin SFS-6000 suositusten alle.

Valaituksen kaapeloinnissa tullaan käyttämään Enstonet-nimistä kaapelointi järjestelmää. Enstonet on Enston lanseeraama asennusjärjestelmää, jossa tullaan käyttämään toisiinsa yhteensopivia liittimiä sekä laitejohtoja. Enstonetin hyviä puolia ovat: suunnittelun joustavuus, aika- ja kustannussäästöt, ensiasennusten nopeus ja muunneltavuus (Enston suunnittelijan opas [www-sivut](http://www.enstonet.fi) 2015.). Tulevan syöttökaapelin päähän tullaan kytkemään Enstonet-liitin. Tästä eteenpäin syöttö jatkaa matkaansa Enstonet-laitejohdoilla. Laitejohdon toisessa päässä on ”uros-liitin” ja toisessa päässä ”naaras-liitin”. Aina valaisimen kohdalle asennetaan Enstonet-haarotusliitin. Haarotusliittimessä on yksi paikka tulevalle syötölle, johon kytketään laitejohdon naarasliitin ja kaksi paikkaa lähteville laitejohdoille, joihin kytketään uros-liittimet. Valaisinvalmistajan kanssa on neuvoteltu että valaisimet pystytään toimittamaan kahden metrin laitejohdoilla, jonka päässä on jo valmiiksi asennettu Enstonet-liitin. Valaisimien välisten laitejohtojen pituus on 5 metriä ja kaapeli on tyypiltään samanlaista kuin tuleva syöttökaapeli. Vaikka Merikaapelihallin keskiosan 90-asteen heijastimella olevat valaisimet tullaan asentamaan vain joka toiseen palkkiväliin, asennetaan kuitenkin joka palkkiväliin Enstonet-haarotusliitin ja käytetään 5 metrin laitejohtoja. Tämä mahdollistaa valaistuksen lisäämisen/muunneltavuuden tulevaisuudessa. Enstonet-liittimien avulla valaisimien huoltaminen on helppoa.



Kuva 6. Vasemalla puolella 3-napainen Enstonet-haarotusliitin ja oikealla puolella Enstonet 3-napainen laitejohto. (Enston www-sivut. 2015)

9.2 Valaistuksen ohjaus

Vanhaa valaistusta on ohjattu viidellä 3-vaiheisella kontaktorilla, kuten ylempänä jo mainittiin. Valaistuksen ohjauskeskuksia on kaksi: aulan sisääntulon läheisyydessä sekä parvella. Vanhat ohjauskeskuksia hyödynnetään uuden valaistuksen ohjauksessa, niiden kunto tarkastetaan ja puutteet/viat korjataan. Valaisimet ovat himmennettävissä 0-10 V, joten Merikaapelihallin parvelle tullaan sijoittamaan jokaiselle alueelle tarkoitettu oma himmennin (5 kpl). Himmennyksen avulla mahdollistetaan tunnelmallinen valaistus. Myös valaistuksen käyttökustannuksia pystytään pienentämään himmenyksen avulla. Jokaiselle alueelle tullaan tuomaan oma valaistuksen ohjausjännite himmentimeltä. Himmentimen käyttöjännite on 230V ja kaapelointi himmentimille suoritetaan läheisimmästä ryhmäkeskustesta MMJ 3*1,5mm²s kaapelilla. Himmentimeltä valaistusryhmälle kaapelointi suoritetaan niin ikään MMJ 3*1,5mm²s kaapelilla, jonka päähän tullaan kytkemään Enstonet-liitin. Valaisimien välinen kaapelointi suoritetaan samalla tavalla, kuin valaisimien

syöttökaapeleiden kaapelointi. Enstonet-laitejohto on valaistuksen ohjausten kaapeloinnissa tyyppiä 3*1,5mm². Syöttökaapeleiden ja ohjauskaapeleiden sekaannuksen välttämiseksi käytetään erivärisiä liittimiä. Esimerkiksi valkoiset liittimiet on 230V ja mustat 0-10V. Jännitealenema jaa pieneksi, koska kuorma on mitätön.

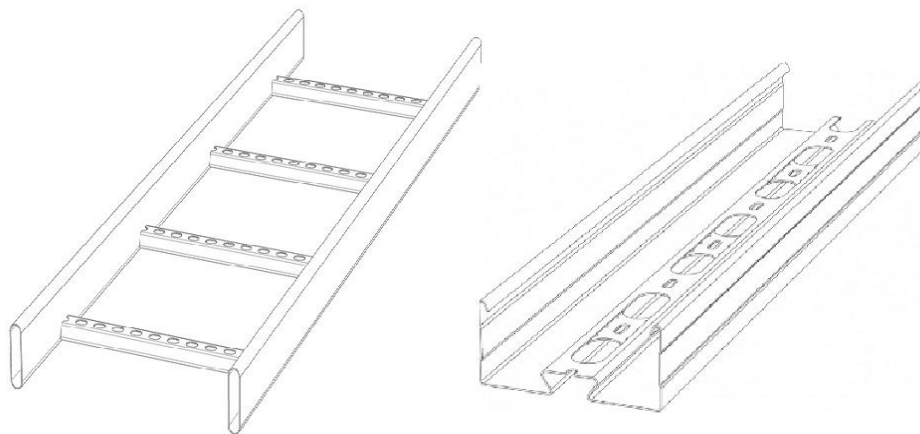
10 PIIRRUSTUKSET

Piirustukset tein CADS Planner Electric nimisellä ohjelmalla. Se on Kyndata Oy:n luoma suomenkielinen sähkösuunnitteluohjelma. Valaisimien positiot, syöttökaapelointi sekä ohjauskaapelointi ovat samassa kuvassa. Piirustukset ovat liitteessä numero 11. kuudessa osassa. Ensimmäisessä osassa on piirrustusten selitykset ja loppuissa osissa on joka valaistusalueesta piirustus (alueet 1-5).

10.1 Johtoreitit ja valaisimien kiinnistys

Merikaapelihallin katossa on jo olemassa olevia johtoreittejä, joita pystytään hyödyntämään. Uuden valaistuksen valaistusaluejaon johdottamisen edellytyksenä on että muutamia johtoreittejä joudutaan lisäämään. Uudet sekä vanhat johtoreitit löytyvät liitteestä 12. Uusina valaisinkiskoina käytetään Merikaapelihallin pystysuunnan mukaan asennettavat MEK 110 valaisinkiskot. Koska poikittaissuunnan johtojen määrä kasvaa melkoisen suureksi, asennetaan hallin poikki menevä kaapelihylly. Kaapelihylly on tyyppiä Meka KS80-200. Kuvassa seitsemän on kyseisistä kiskosta sekä hyllystä kuva.

Johtoreitit/valaisinkiskot sekä kaapelihylly tullaan kiinnittämään Merikaapelihallin kattoon vastaavalla tavalla kuin jo olemassa olevat johtoreitit ovat kiinnitetty. Valaisimet tullaan kiinnittämään valaisinkiskoihin vaijerikiinnityksellä. Vaijerit tulee olla vielä asennuksen jälkeen säädettäviä mahdollisen valaistuksen korkeuden muuttumisen takia.



Kuva 7. Vasemmalla puolella kaapelihylly Meka KS80-200 ja oikealla puolella valaisinkisko MEK 110 (Meka Pro Oy:n www-sivut. 2015.)

11 KUSTANNUSARVIO

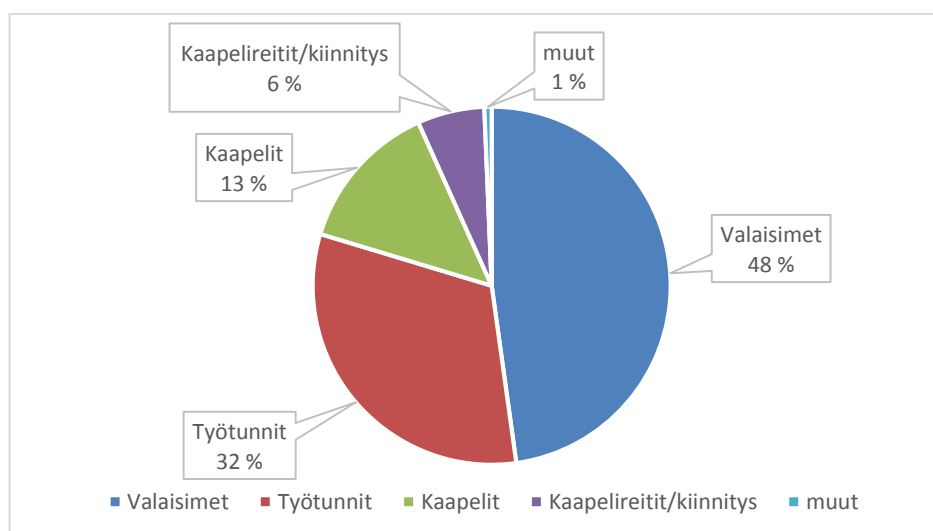
Merikaapelihallin uuden valaistuksen kustannusarvio toteutettiin mahdollisimman todenmukaisesti. Kustannusarvio on kuitenkin vain arvio ja loppullista valaistuksen hintaa on mahdotonta laskea eurolleen oikeaksi. Lopullista hintaa voidaan pitää edullisena nykyaikaisesta tehokkaasta valaistuksesta, näin suureen tilaan. Taulukossa 4. on eritelty tarvittavien tarvikkeiden sekä työtuntien hinnat.

Työtunnit laskettiin niin että jokaista valaisinta kohden käytettäisiin 4 työtuntia, sisältäen kaapeloinnin, kiinnityksen ja kytkennän. Näin ollen työtunteja tulee yhteensä $4 \text{ h} * 114 = 456 \text{ h}$. Yhden työtunnin hinnaksi laskettiin 40 € alv. 0%, joka on pääkaupunkiseudulla melko kilpailukykyinen tuntiveloitus. Kiinnitystarvikkeisiin varattiin arvioitu summa. Lähteinä käytettiin Rexel Finland Oy:n, Taloon.comin ja Sähkötuote.fi:n hintoja. Kustannukset jakautuvat melko tasaisesti, kuitenkin niin että suurin kustannuserä on valaisimet (48%). Kustannusarvion jakautumista esilläään diagrammissa 4.

Taulukko 4. Kustannusarvio Merikaapelihallin uudesta valaistuksesta (Taloon yhtiöt Oy:n www-sivut. 2015), (Sähkötuote.fi www-sivut. 2015) ja (Rexel Finland Oy:n henkilökohtainen tiedonanto 5.10.2015).

Tarvike	Valmistaja	Kappalemäärä	Kappalehinta (alv. 0%) €	Yhteensä (alv. 0%) €
Asennuskaapeli MMJ 3*1,5s 300m	Draka	6	241,12	1446,72
Asennuskaapeli MMJ 3*2,5 s 200m	Draka	5	254,03	1270,15
Riviliitinkotelo 400*400*120	Rittal	1	75,81	75,81
Riviliittimet	weidmuller	45	0,6	27
Valaisimet Highbay 108w	Malmbergs	114	220	25080
Heijastimet 60 ja 90 astetta	Malmbergs	114	20	2280
Kaapelihylly Meka KS80-200 6m	Meka	3	112,1	336,3
Kaapelihylly Mek 110 6m	Meka	22	51,53	1133,66
Enstonet haaroitusliitin 3-nap.	Ensto	276	7,7	2125,2
Enstonet laitejohto 3*1,5 5m	Ensto	123	11	1353
Enstonet laitejohto 3*2,5 5m	Ensto	123	13	1599
Kiinnitystarvikkeet				2000
Valonsäädin impressivo 1-10v	ABB	5	54,76	273,8
Työtunnit		456	40	18240
yhteensä				57240,64

Diagrammi 2. Kustannusten jakautuminen.



12 YHTEEVETO

Nykyajan valaistustekniikassa LED-valaisimet ovat lisääntyneet niiden kehityksen myötä. LED-valaisimista saatava valaistusvoimakkuus on erittäin hyvä suhteessa niiden ottamaan tehoon. Lisäksi niiden komponenttien koko on pienentynyt ja niitä saa useilla erilaisilla valosävyillä. Myös käyttöikä on suuri verrattuna muihin valaistus vaihtoehtoihin. Näin ollen myös Merikaapelihallin valaistuksen valaisimien valinnaksi tuli LED-valaisimet.

Merikaapelihallin valaistuksen kokonaishinnaksi tuli 57 240,64 €. Uudesta valaistuksesta tulee melkein 9 kertaa tehokkaampi valaistusvoimakkuudeltaan kuin vanhasta valaistuksesta. Vanha valaistus ottaa noin 21 kW tehon, kun taas uuden valaistuksen arvioitu ottoteho on hieman yli 12 kW ($114 * 108 \text{ W} = 12\,312$). Näin ollen uusi valaistus tulisi olemaan 9 kertaa tehokkaampi kuin vanha valaistus, mutta kulutus silti puolittuisi. Lisäksi uudet valaisimet ovat himmennettäviä 0-10 V, joten jos valaisimien antaman voimakkuuden säätää vaikka puoleen, tulee uusien valaisimien tuomista säästöistä jo huomattavat, vaikka yleinen valaistusvoimakkuus pysyy silti korkeampana, kuin vanhan valaistuksen.

12.1 Pohdinta

Kun uusi valaistus on asennettu paikalleen, olisi hienoa kuulla: mikä oli oikeasti uuden valaistuksen hinta, kuinka monta työtuntia urakkaan kului, paljonko uusi valaistus tuo säästöjä (sähkönkulutuksen/loistehon vähentyminen), todellinen valaistusvoimakkuus sekä tilan vuokraajien mielipide uudesta valaistuksesta.

Kokonaishinnan selvittäminen on varmasti melko hankalaa jälkeenpäin, mutta oikeastaan hintaa korottavia ”yllätyksiä” ei pitäisi tulla muualta kuin työtuntien määrästä. Kuluneiden työtuntien määrää sekä sähkönkulutuksen vaikutuksia voisi tulevaisuudessa kysyä Kaapelitalolta. Tämä on pientä, mutta erittäin tärkeää tietoa minulle, jonka asiantuntijakehitys on vasta alkusuoralla. Näin ollen on tulevaisuudessa on helpompi arvioida urakkalaskennassa urakassa käytettävien työtuntien määrää. Lisäksi kun uusi valaistus on paikallaan, voitaisiin se käydä mittaamassa samalla

mittarilla, millä vanha valaistus mitattiin. Näin pystytään arvioimaan Dialuxin antamaa arviota. Lisäksi samalla voitaisiin kysyä käyttäjien mielipiteitä uudesta valaistuksesta verrattuna vanhaan.

LÄHTEET

Airola, A. 1977. Valaisutekniikan käsikirja 1. Helsinki: Sähköliikkeiden Palvelu ja Kustannus Oy

Chauvin-Arnouxin www-sivut. Viitattu 28.8.2015. www.chauvin-arnoux.com

Energiateollisuus ry:n www-sivut. Viitattu 3.8.2015. www.energia.fi

Ensto Lightning Oy:n www-sivut. Viitattu 20.8.2015. www.alppilux.fi

Ensto pro:n koulutusohjelma www-sivut Viitattu 3.9.2015
www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/enstopro.html

Enston Suunnittelijan opas www-sivut. Viitattu 28.9.2015.
<http://support.ensto.com/suunnittelijanopas/suunnittelijanopas.html>

Enston www-sivut. Viitattu 28.9.2015. <http://www.ensto.com/fi>

Hausmann, M. & Majurinen, J. 1982. Valaistustekniikan käsikirja 2. Helsinki: Sähköurakoitsijaliiton Koulutus ja Kustannus Oy.

Jokakodin valaistusopas. 2010. Helsinki: Motiva Oy:n Lampputieto. Viitattu 3.8.2015 http://www.lampputieto.fi/midcom-serveattachmentguid-1e05ea6ad16b1ee5ea611e087e37596b06a919d919d/joka_kodin_valaistusopas_2010.pdf

Kasurinen, E. 1977. Valaisutekniikan käsikirja 1. Helsinki: Sähköliikkeiden Palvelu ja Kustannus Oy.

Kiinteistö Oy Kaapelitalon www-sivut. Viitattu 27.7.2015. www.kaapelitehdas.fi

Kohti valoa. viitattu 3.9.2015. verkkodokumentti. Suomen valoteknillinen seura ry www.valosto.com/tiedostot/Kohti_valoa_Tetri.pdf

Lautamies 'Valon lähteet paremmuusjärjestyksessä: hehkulamppu, halogeenilamppu ja led-lamppu'. Aamulehti blogit. 31.12.2014. Viitattu. 5.10.2015.
<http://aamulehdenblogit.ning.com/profiles/blogs/valol-hteet-auriongon-j-lkeen-paremmuusj-rjestyksess-hehkulamppu?id=2119722%3ABlogPost%3A1391215&page=2>

Meka Pro Oy:n www-sivut. Viitattu 28.9.2015. www.meka.eu/etusivu.html

Motiva Oy:n lampputieto www-sivut. Viitattu 20.8.2015. www.lampputieto.fi

Perustietoa valaistustekniikasta. Viitattu 3.9.2015 PRO-Agria Etelä-Pohjanmaa ry www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/perustietoa_valaistustekniikasta.pdf

Rexel Finland Oy Hyvinkää. Puhelinhaastattelu. 5.10.2015 Haastattelijana Joni Järvenpää.

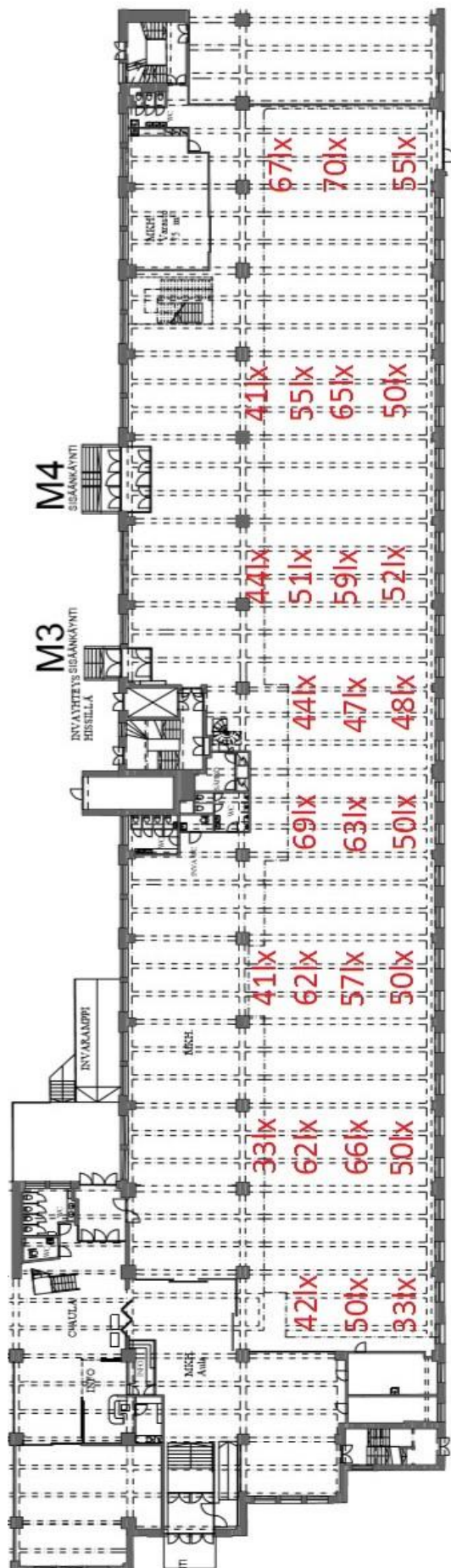
SFS-6000 pienjänniteasennukset ja sähköturvallisuus. 2007. Suomen standardiliitto SFS. Helsinki: SFS

Sähkötute.fi www-sivut. Viitattu 5.10.2015 <http://sahkotute.fi/kauppa>

Taloon yhtiöt Oy:n www-sivut. Viitattu 5.10.2015 www.taloon.com

Tampereen Ammattikorkeakoulun suojaudu sähköltä www-sivut. Viitattu 21.9.2015. www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030503/1133959973706.html

VANHAN VALAISTUKSEN LUKSI MITTAUKSET



Kattovalaisin Highbay, 108W, IP23

Tuote: 7210367

MALMBERGS



Tuoteseloste

Kattovalaisin alumiinirungolla. Täydellinen liitäntälaittein.
Säädettävissä 1-10V signaalilla. Toimitus sis. 2 m. liitosjohdon
pistotulpalla. Huom! Toimitetaan ilman heijastinta. Saatavana erikseen.

Tekniset tiedot

Energiatehokkuusluokka	A++-A
Jännite	230V
Kotelointiluokka	IP23
Mitat (ØxK)	280x305 mm
Paino	6,2 kg
Teho	108W
Valovirta	11145lm
Väriämpötila	4200K
Värintoisto	Ra80

Heijastin, 60°

Tuote: 7210368

MALMBERGS



Tuoteseloste

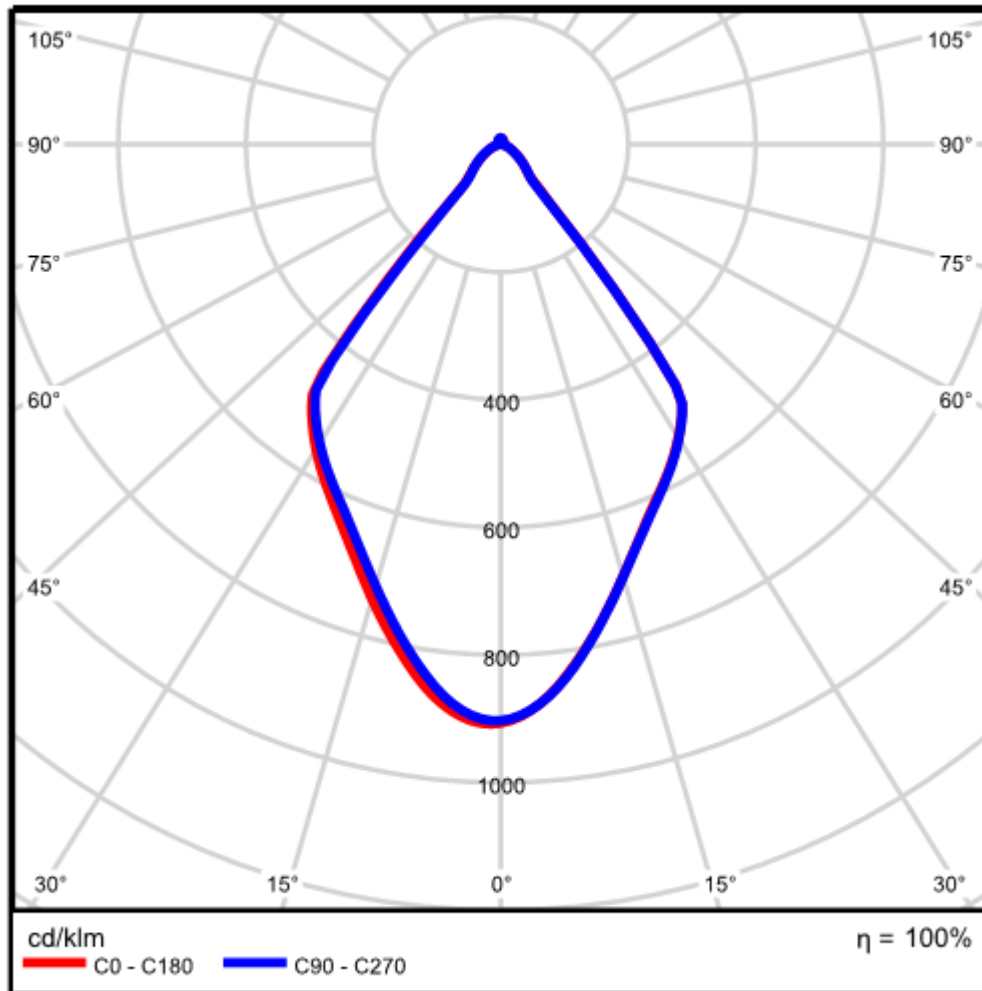
Tarvikkeet

Alumiiniheijastin. HUOM! Häikäisysojaa käytettäessä valomäärä vähenee 8-10%

Tekniset tiedot

Leviämiskulma	60°
Mitat (ØxK)	420x263 mm

VALONJAKOKÄYRÄ 60 ASTEEN HEIJASTIMELLA



Heijastin, 90°

Tuote: 7210369

MALMBERGS



Tuoteseloste

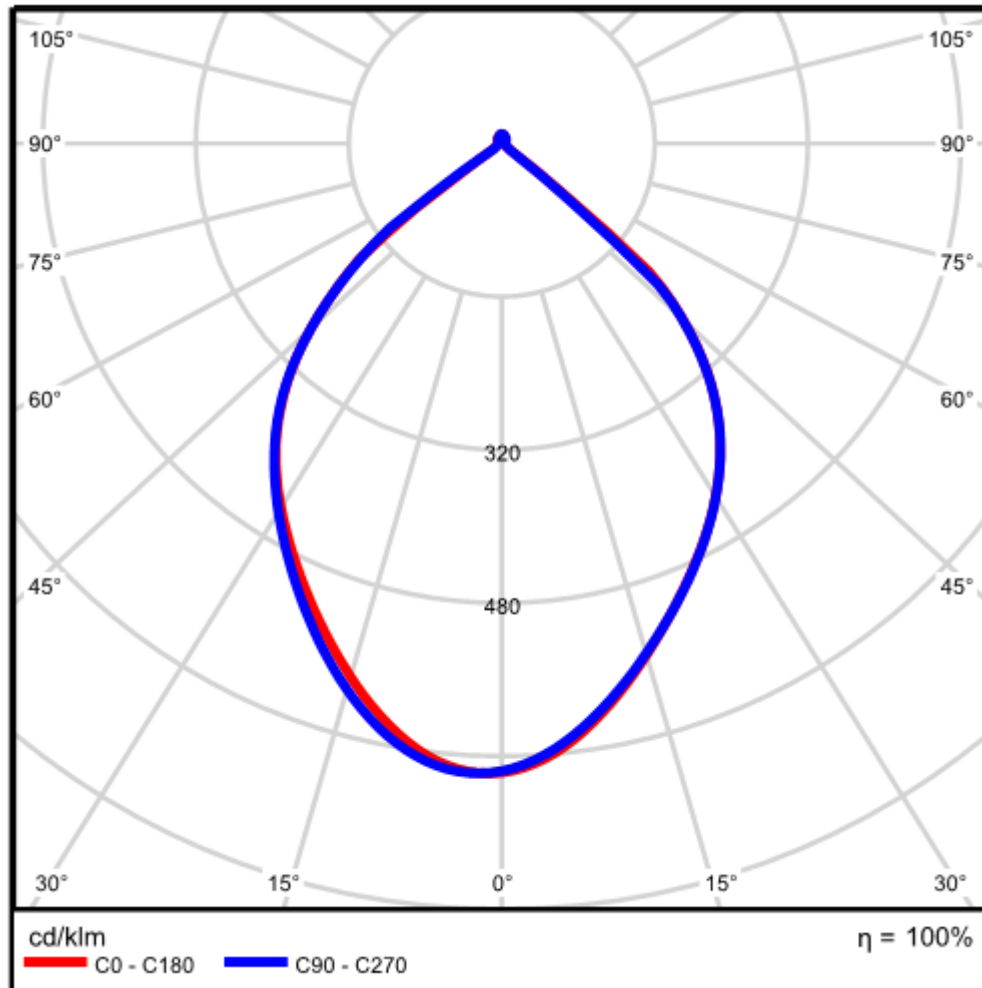
Tarvikkeet

Alumiiniheijastin. HUOM! Häikäisysojaa käytettäessä valomäärä vähenee 8-10%

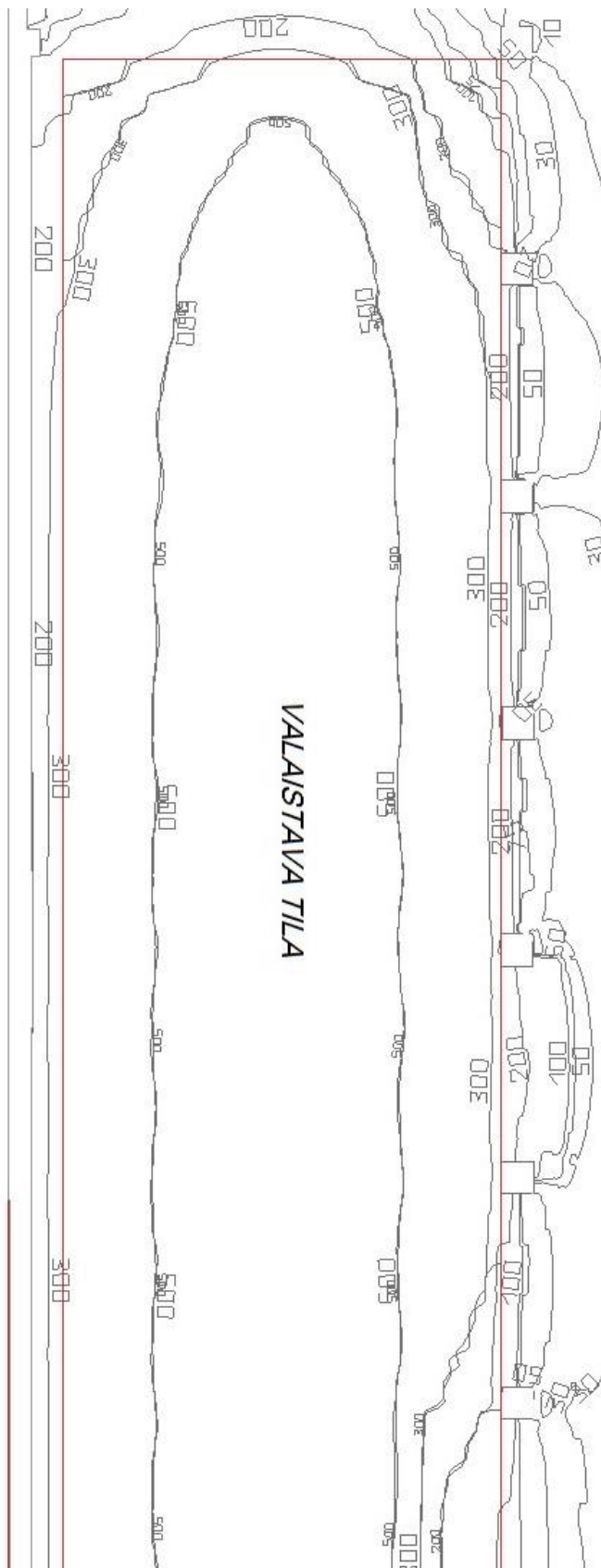
Tekniset tiedot

Leviämiskulma	90°
Mitat (ØxK)	420x263 mm

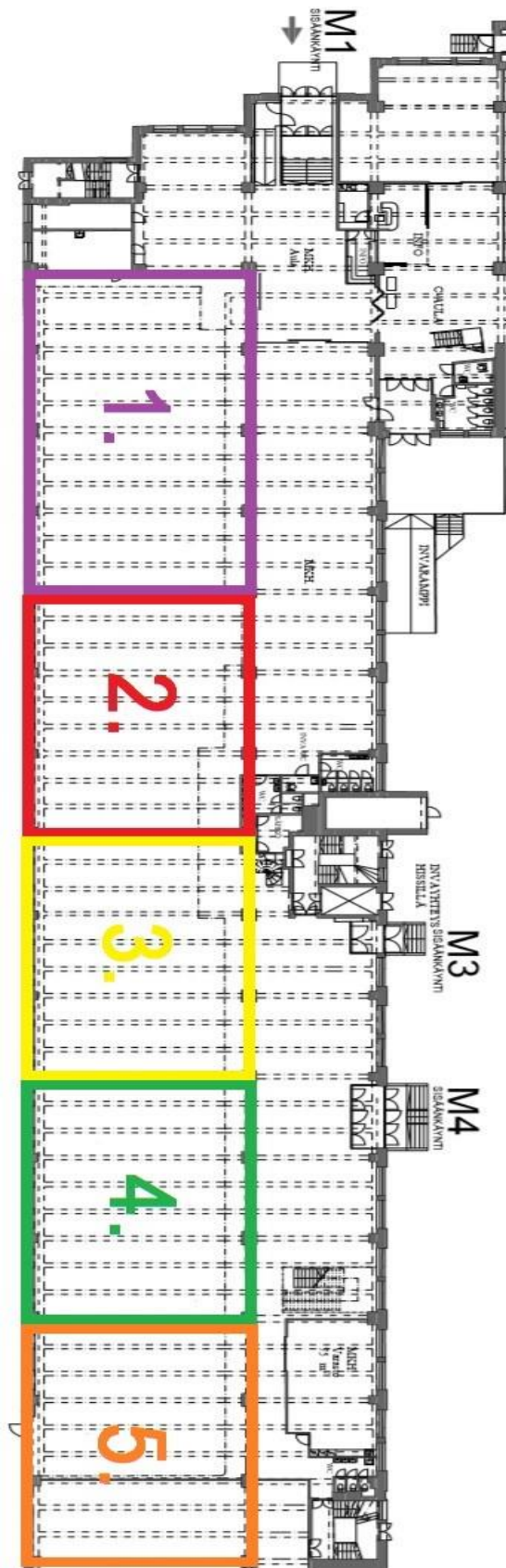
VALONJAKOKÄYRÄ 90 ASTEEN HEIJASTIMELLA



HAVAINNEKUVA MERIKAAPELIHALLIN ISOLUX-KÄYRÄSTÄ




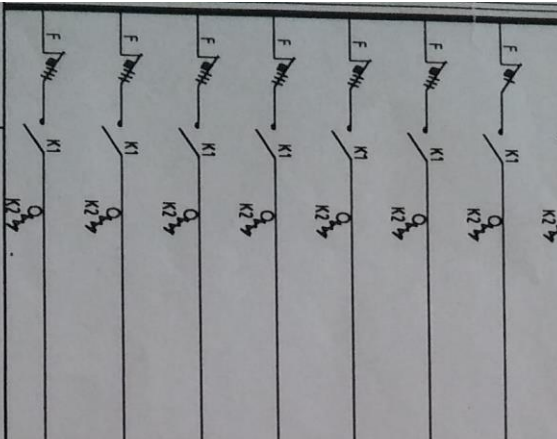
VALAISTUKSEN ALUEJAKO



SÄHKÖPÄÄKESKUKSEN 1D PK JOHDOTUSKAAVIO MERIKAAPELIHALLIN LÄHDÖISTÄ

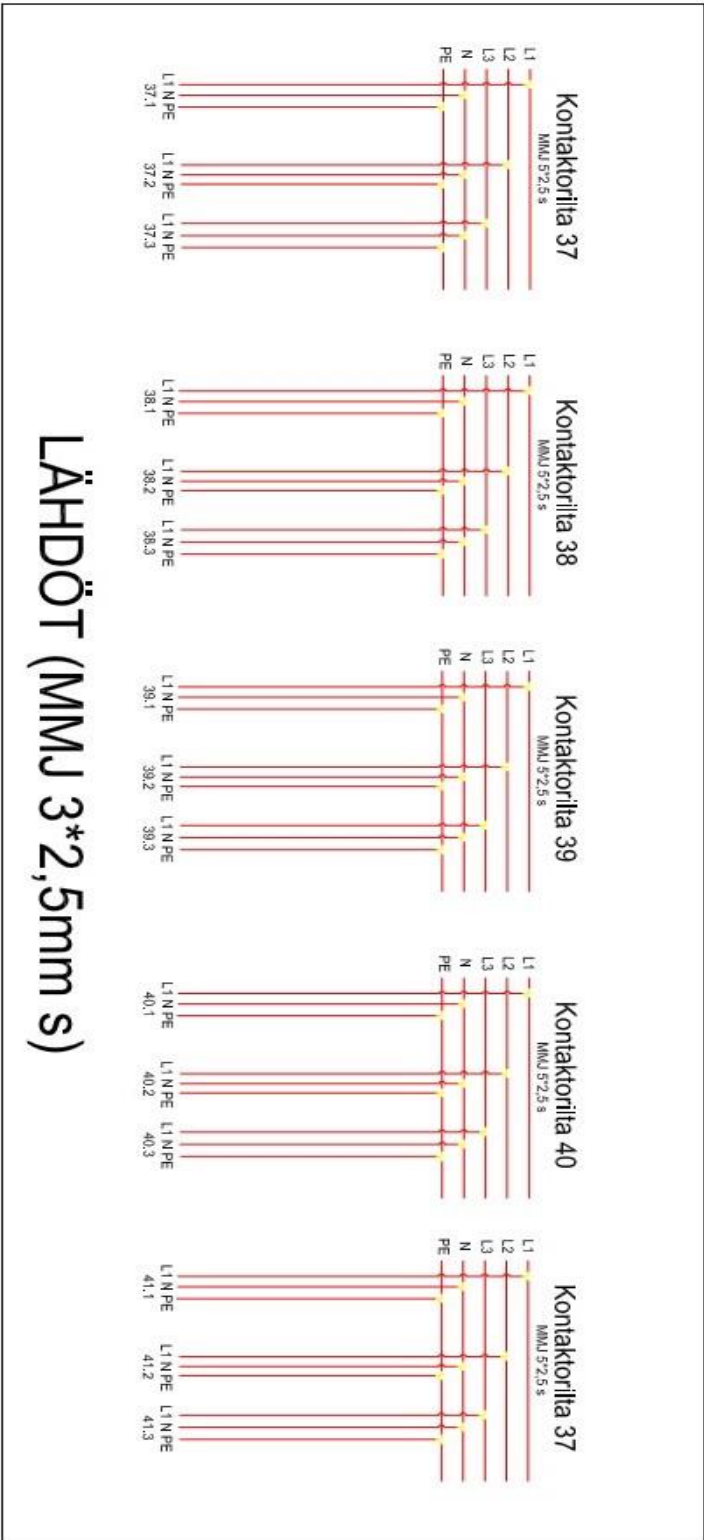
Keskus	Lehti	Keskus ID-PK	TYÖ NO	Elaon			Keskus	Lehti
				VM	PVM	PVM		
16		MMJ 5+2,5S	9814,9				4/5	
16		MMJ 5+2,5S						
16		MMJ 5+2,5S						
16		MMJ 5+2,5S						
16		MMJ 5+2,5S						
16		MMJ 5+2,5S						

102 1999	 <p>SÄHKÖINSINÖÖRIYRITYS DELTA OY Rautatiekatu 11, 00230 Helsinki, p. 09-312 3464</p>	<p>RAKENUSKORTTEIN NIMI JA OSATTE KÖY KAAPELITALO MERIKAAPELIHALLI TALLBERGINKATU 1, 00180 HELSINKI</p>	<p>PAHUSTUKSEN SKALTO PÄÄKESKUS 1D-PK PÄÄKAAVIO</p>	<p>16</p>
----------	--	---	---	-----------



RIVILIITINKOTELON JOHDOTUSKAAVIO

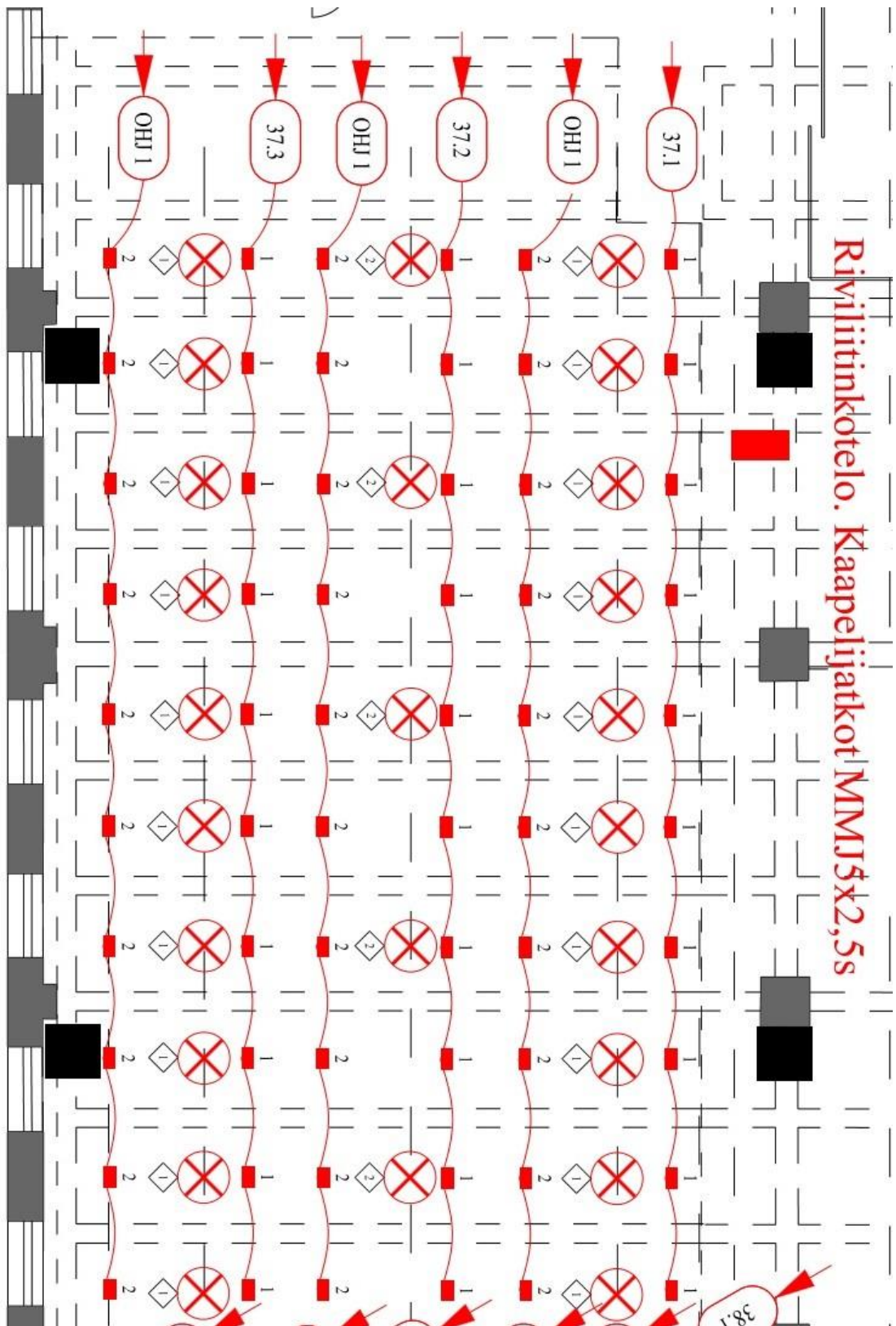
Riviliitinkotelo



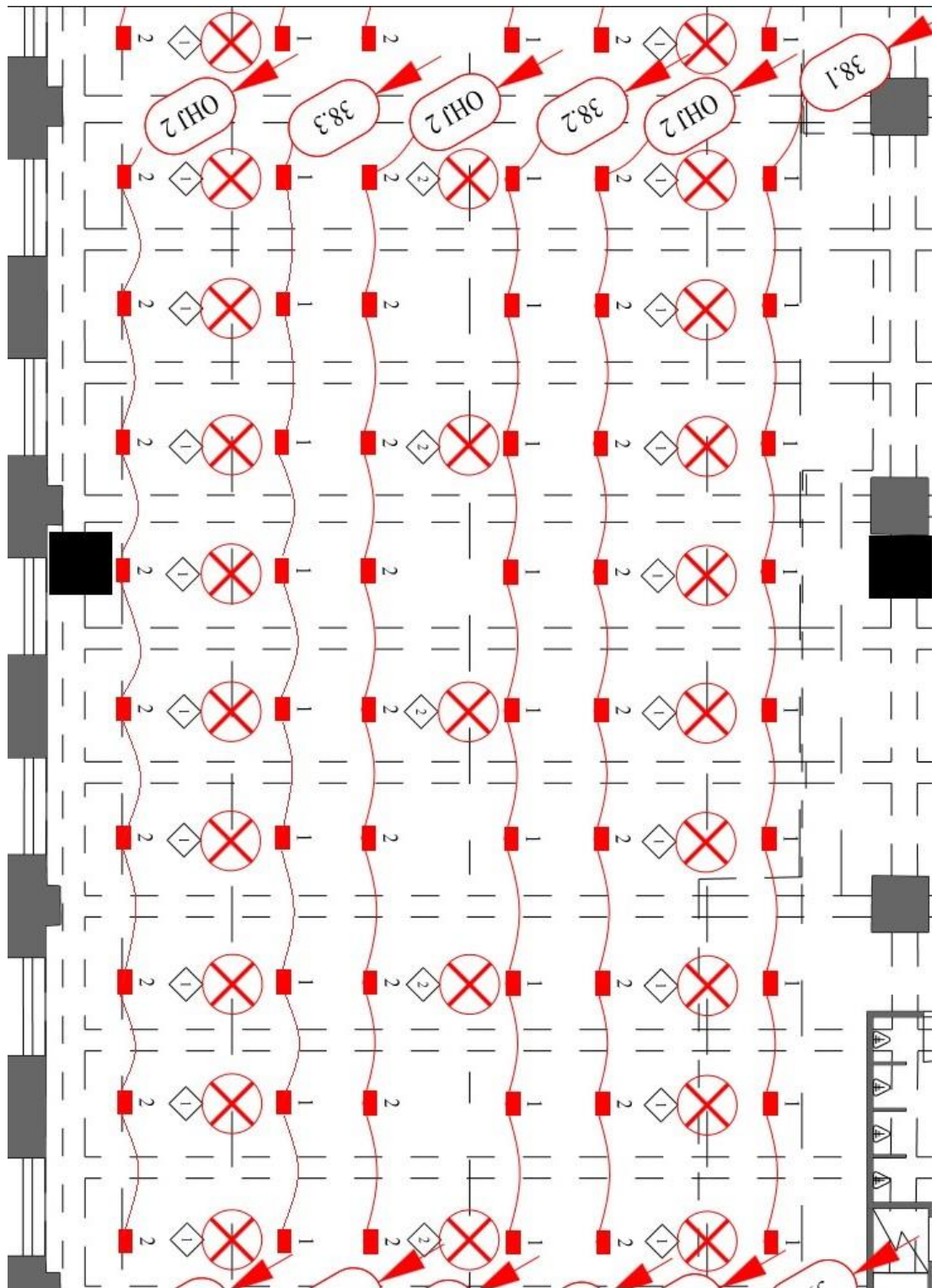
JOHDOTUSPIIRRUSTUKSEN SELITYS

-  Kattovalaisin Highboy, 108W, (nro. 7210367) 60 asteen heijastimella (nro. 7210368) (valaisimissa 2m laitejohhto Enstonet liittimellä)
-  Kattovalaisin Highboy, 108W, (nro. 7210367) 90 asteen heijastimella (nro. 7210369) (valaisimissa 2m laitejohhto Enstonet liittimellä)
-  1 Enstonet haaroitusliitin, 3-napainen. haaroitusliittimien välit johdotetaan 5m Enstonet 3*2,5mm laitejohdolla.
-  2 Enstonet haaroitusliitin, 3-napainen. haaroitusliittimien välit johdotetaan 5m Enstonet 3*1,5mm laitejohdolla.
-  1 Ryhmännumero riviliittinlaitelaita. Kaapelointi suoritetaan MMU 3*2,5mm s kaapelilla.
-  Valaisimen ohjauksenkesyöttö. Ohjaukset 1-5. Kaapelointi suoritetaan MMU 3*1,5mm s kaapelilla. (säätimet tullaan sijoittamaan parvelle)

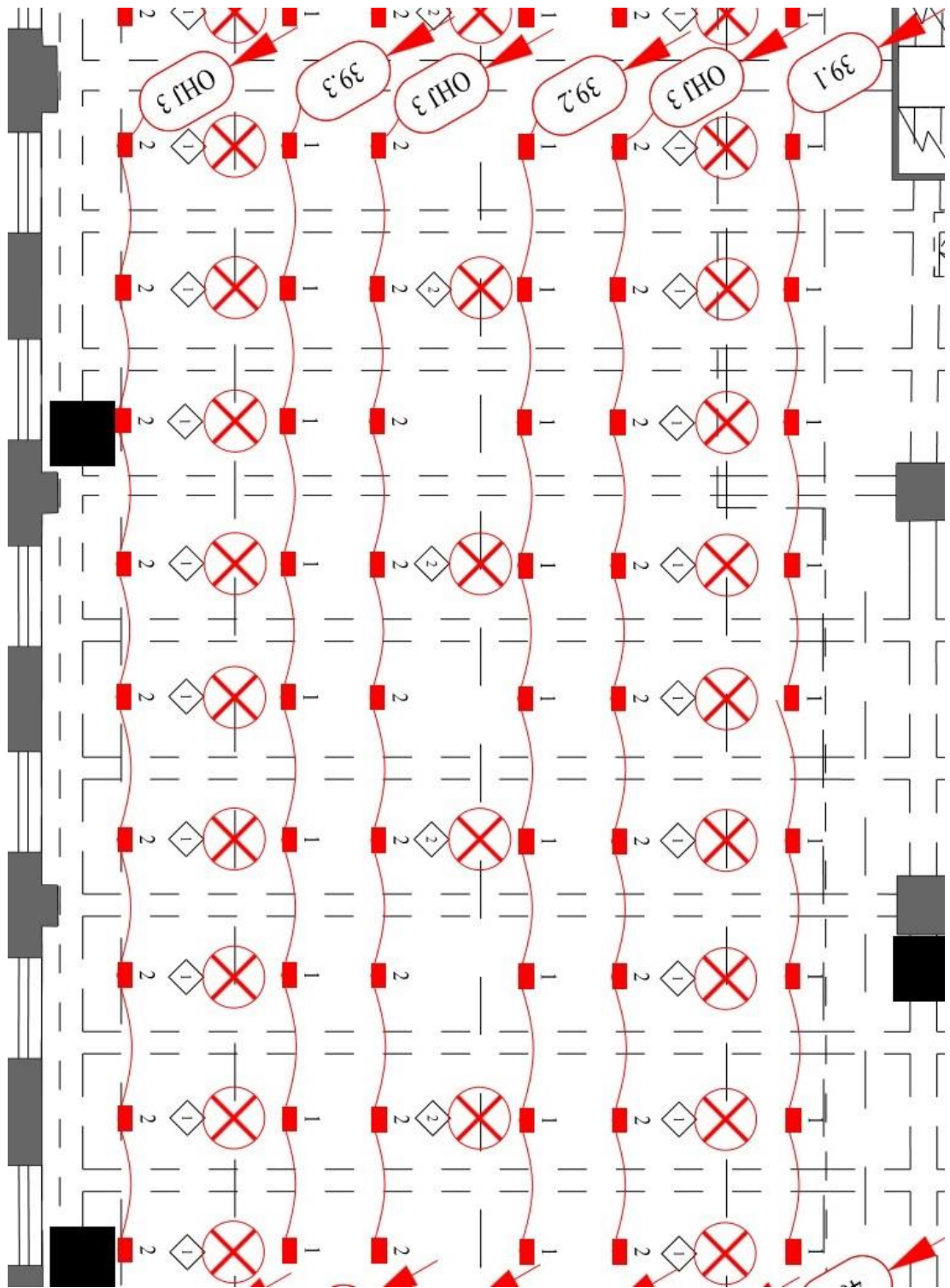
MERIKAAPELIHALLIN VALAISTUSALUE 1. JOHDOTUSPIIRUSTUS



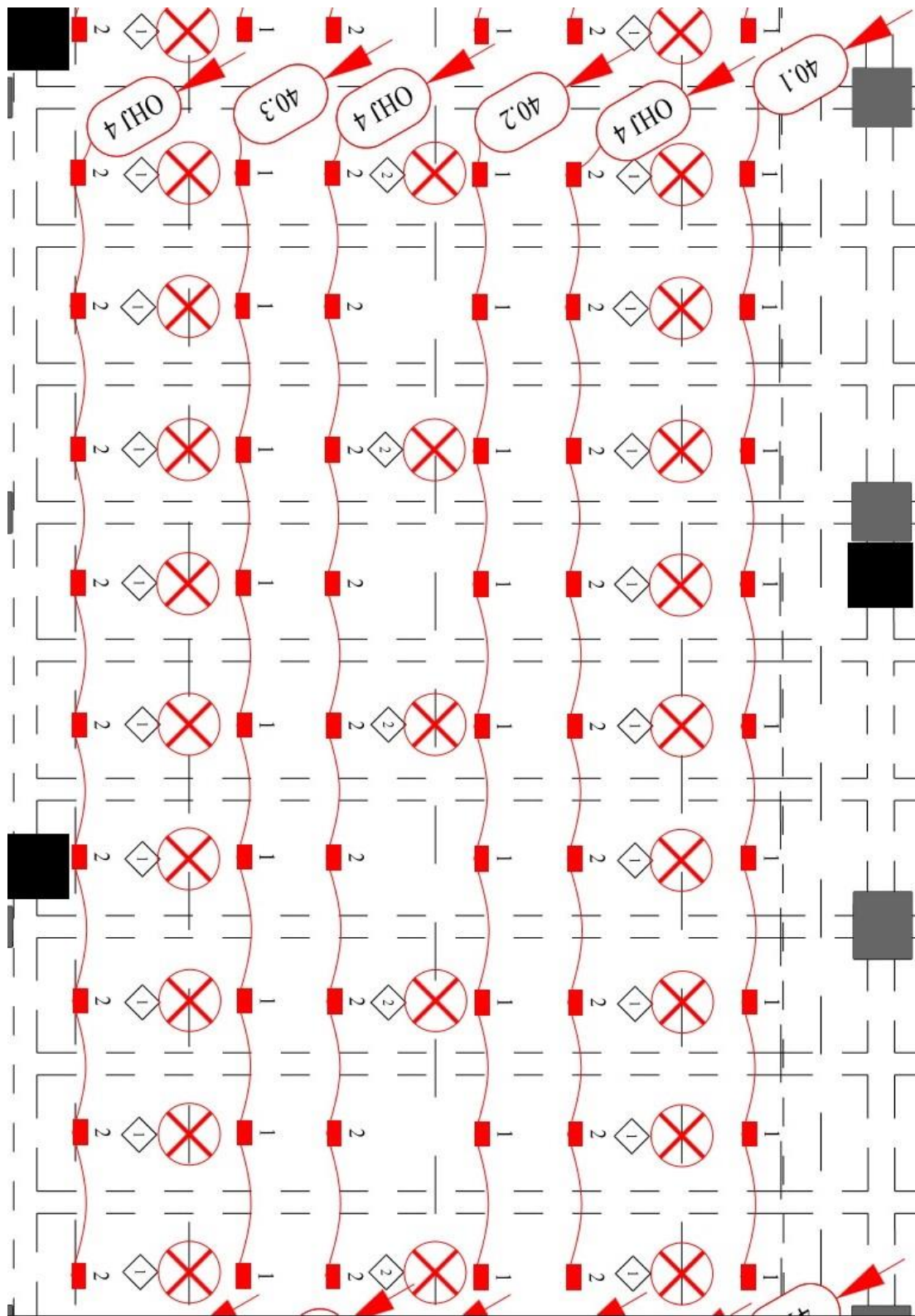
MERIKAAPELIHALLIN VALAISTUSALUE 2. JOHDOTUSPIIRUSTUS



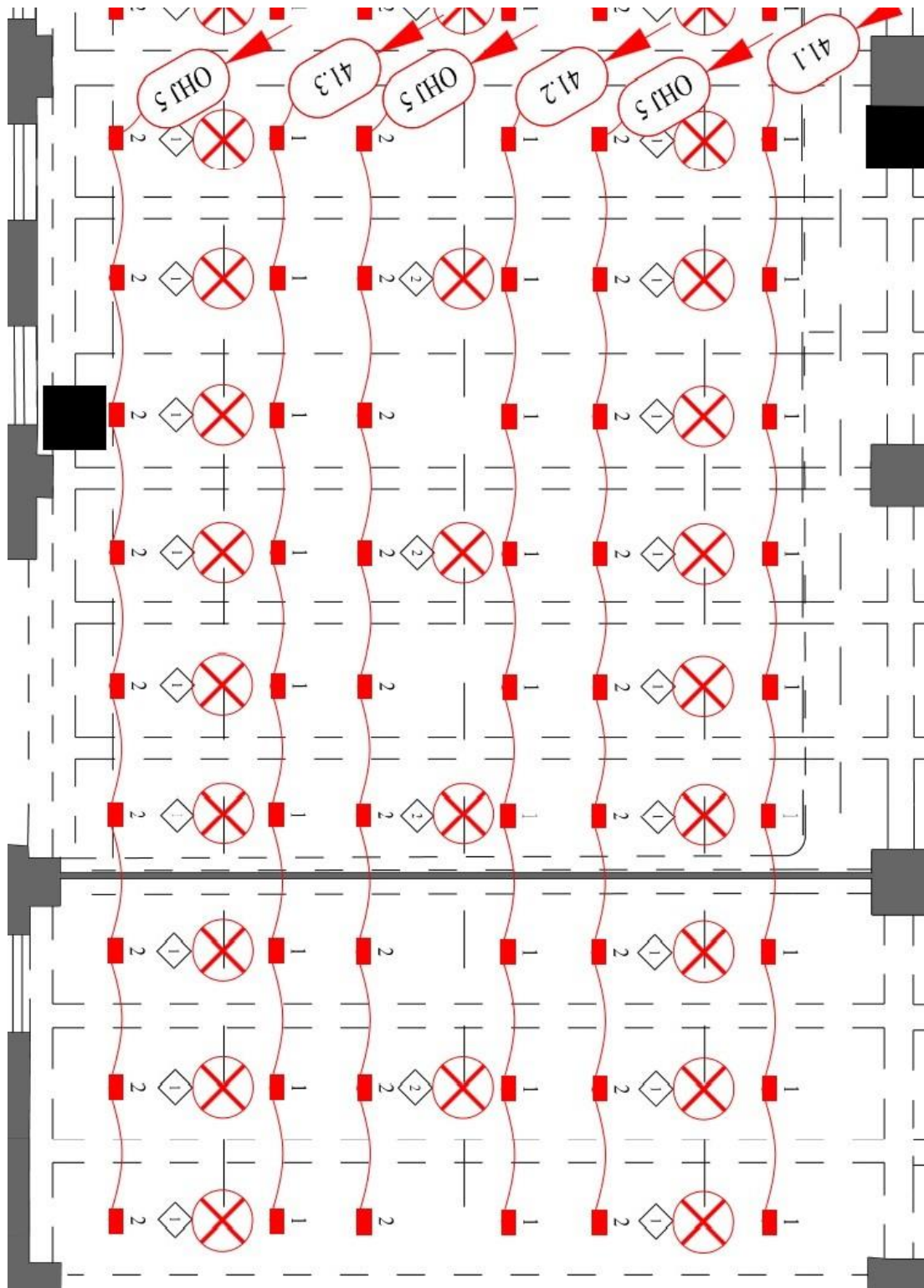
MERIKAAPELIHALLIN VALAISTUSALUE 3. JOHDOTUSPIIRRUSTUS



MERIKAAPELIHALLIN VALAISTUSALUE 4. JOHDOTUSPIIRUSTUS



MERIKAAPELIHALLIN VALAISTUSALUE 5. JOHDOTUSPIIRRUSTUS



JOHTOREITTIIEN PIIRRUSTUS

