



Satakunnan ammattikorkeakoulu

Hannu Taipalmaa

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULUN
PORIN KAMPUKSEN TEKNIIKAN LABORATORION
VALAISTUSSUUNNITELMA

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2016

Satakunnan ammattikorkeakoulun (SAMK) kampuksen laboratorion alustava valaistussuunnitelma

Taipalmaa, Hannu

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Tekniikka ja merenkulku, Pori

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Helmikuu 2016

Työn ohjaaja: Pulkkinen, Petteri

Sivumäärä: 31

Liitteitä: 11

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä alustava valaistussuunnitelma Satakunnan ammattikorkeakoulun (SAMK) Poriin valmistuvan uuden yliopistokampuksen tekniikan laboratorion yleisvalaistuksesta. Opinnäytetyö sisältää aluksi yleiskäsitteitä valaistuksesta ja valaistussuunnittelusta.

Työssä suunnittelun pohjana käytettiin arkkitehtitoimiston suunnittelemaa pohjakuvaa, joka oli tehty SketchUp -nimisellä suunnitteluohjelmalla. Varsinainen valaistussuunnitelma tehtiin Dialux 4.12 -nimistä valaistuksen suunnittelu- ja laskentaohjelmaa käyttäen.

Opinnäytetyö sisältää myös alustavan yleisvalaistuksen kustannusarvion loisteputkivalaisimilla sekä led-valaisimilla toteutettuna.

Satakunta University of Applied Sciences (SAMK) the initial lighting plan for the campus laboratory

Taipalmaa, Hannu

Satakunta University of Applied Sciences

Faculty of Technology and Maritime Management, Pori

Degree Programme in electrical engineering

February 2016

Supervisor: Pulkkinen, Petteri

Number of Pages: 31

Appendices: 11

The aim of this study was to make an initial lighting plan for Satakunta University of Applied Sciences (SAMK), a new university campus to be completed in Pori Engineering Laboratory for general lighting. The thesis contains the first universal concepts of lighting and lighting design.

The work basis for planning architect's office designed the base image, which had been called SketchUp design software was used. The lighting plan was called 4.12 Dialux lighting design and calculation programs using.

The thesis also includes a preliminary cost estimate for general lighting fluorescent tubes and LED lamps implemented.

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	6
2 VALAISTUSSUUNNITTELU	7
2.1 Luonnonvalon saatavuus	7
2.2 Keinovalo tilojen käytettävyyden näkökulmasta,.....	7
2.3 Keinovalaistusratkaisut osana rakennuksen sähköjärjestelmää	7
3 Keinovalaistuksen energiankulutus	8
3.1 Valaisimissa ja lampuissa käytettäviä suureita:.....	9
4 VALONLÄHTEITÄ.....	11
4.1 Hehkulamppu.....	11
4.2 Halogeenilamppu	11
4.3.1 Loistelamppu	11
4.3.2 LED -lamppu	12
4.4 Loisteputket ja LED-valoputket.....	13
5 SAMK -kampus Pori	14
5.1 SUUNNITELTAVA TILA	15
5.1.1 Suunniteltavan tilan valaistus	15
6 Valaistuksen standardit	17
6.1 Turvallinen valaistus.....	17
6.2 Valaistus	18
7 Valaisimien valinta	19
8 Loisteputkivalaisin toteutus.....	23
9 Teoreettinen valaistuksen kustannuslaskenta	24
9.1 Kustannusten jaottelu.....	24
9.1.1 Kiinteät kustannukset:.....	24
9.1.2 Muuttuvat kustannukset:.....	24
9.2 Vuotuismaksu.....	25
9.3 Energiakustannukset.....	25
9.4 Huolto- ja korjauskustannukset	25

9.5 Kokonaiskustannukset	25
10 Pori Energian sähkön myyntihinta 1.11.2015 alkaen	26
11 Pori Energian kokonaishinnasto 1.11.2015 alkaen.....	27
12 Pori Energian tehotuotteet.....	28
13 Valaistuksen toteutus ja kustannusarvio	29
13.1 Vuotuiset energiakustannukset.....	29
14 LED-valoputki - loisteputken korvaaja?.....	30
15 YHTEENVETO	31
15.1 Pohdinta.....	31
Lähteet:.....	32
Liite 1 Satakunnan ammattikorkeakoulu, Porin Kampus	33
Liite 2 Kampus - PORI, laboratorion 3D -mallinnos	34
Liite 3 TES-1336A Datalogging Light Meter (RS-232).....	35
Liite 4 Kerros 1 / Tila 1 / Valaisimien sijoittelu 1/5.....	36
Liite 5 Kerros 1 / Tila 1 / Valaisimien sijoittelu 2/5.....	37
Liite 6 Kerros 1 / Tila 1 / Valaisimien sijoittelu 3/5.....	38
Liite 7 Kerros 1 / Tila 1 / Valaisimien sijoittelu 4/5.....	39
Liite 8 Kerros 1 / Tila 1 / Valaisimien sijoittelu 5/5.....	40
Liite 9 Kerros 2 / Tila 2 / Valaisimien sijoittelu 1/3.....	41
Liite 10 Kerros 2 / Tila 2 / Valaisimien sijoittelu 2/3.....	42
Liite 11 Kerros 2 / Tila 2 / Valaisimien sijoittelu 3/3.....	43

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä Satakunnan ammattikorkeakoulun, Porissa Satakunnankadulle valmistuvaan Yliopistokampuksen tekniikan laboratorioon alustava yleisvalaistussuunnitelma.

Uuden valaistuksen suunnittelussa otettiin huomioon vanhan, vielä käytössä olevan tilan, yleisvalaistus. Tarkoituksena oli hieman parantaa uuden laboratorion yleisvalaistusta.

Kyseisen Satakunnan ammattikorkeakoulun rakentaminen aloitettiin vuonna 2015, joten suunnitelmaa ei ollut vielä mahdollista kartoittaa uudessa tilassa. Työssä suunnittelun pohjana käytettiin arkkitehtitoimiston suunnittelemaa pohjakuvaa (Liite 2), joka oli tehty SketchUp -nimisellä suunnitteluohjelmalla. Varsinainen valaistussuunnitelma tehtiin Dialux 4.12 -nimistä valaistuksen suunnittelu- ja laskentaohjelmaa käyttäen.

Laboratorio oli suunniteltu kahteen kerrokseen siten, että varsinainen laboratorio sijaitsee ensimmäisessä kerroksessa ja toisessa kerroksessa sijaitsevat toimistot maisemakonttorien tapaisesti, joista on hyvä näkyvyys osaan ensimmäisen kerroksen työskentelytilaan.

Työ on alustava valaistussuunnitelma, koska työ ei sisällä vielä esimerkiksi laboratoriossa tarvittavia laitteita ja kalusteita. Laitteet ja kalusteet (koko, sijoitus, materiaali, väri jne.) vaikuttavat tilan valaisimien antamaan valaistustehoon kyseisessä tilassa. Kukin työpiste saattaa vaatia vielä oman erillisen kohdevalaistuksen.

Opinnäytetyössä myös verrataan aiemmin yleisesti valaistukseen käytettyjä loisteputkia ja nykyisin yleistäviä led -valaisimia keskenään niiden antaessa saman valaistustehon (energian kulutus, hankintakustannus yms.).

2 VALAISTUSSUUNNITTELU

Valaistuksen suunnittelussa on huomioitava ainakin seuraavat asiat:

2.1 Luonnonvalon saatavuus

Päivänvalo on ehkä yksi tärkeimmistä valaistuksen osatekijöistä. Luonnonvalo saattaa vaihdella hyvinkin paljon eri vuorokauden aikoina (esim. päivä ja yö), mutta myös eri päivinä, esimerkiksi pilvisellä ilmalla tai auringonpaisteella. Edellä mainitut seikat on hyvä huomioida suunniteltaessa rakennuksen mallia, sen sijaintia ja arkkitehtuuria. Aina ei näin kuitenkaan ole mahdollista.

Nykyisin varsinkin monet liikerakennukset ja teollisuusyritykset suunnitellaan ilman varsinaista valaistusta lisääviä ikkunoita. Liiketilat eivät enää käytä ns. näyteikkunoita tai jos sellaiset ovat olleet, ne on esim. teipattu umpeen. Samoin monissa teollisuusyrityksissä on vain ylhäällä, lähellä kattoa ikkunoita, jos ollenkaan. Toiminta tapahtuu keinovalon avulla. Sähkökatkoksen sattuessa ainakin kulkureitit on turvattu valaistuksella, jotka toimivat joko akkujen tai varavoimakoneiden tuottamalla sähkövirralla.

2.2 Keinovalo tilojen käytettävyyden näkökulmasta, valaistus tilojen käyttötärpeiden mukaan.

Valolle on ominaista, että se on normaalisti ihmisen silmällä nähtynä näkymätöntä, mutta kohteeseen osuessaan se muuttuu näkyväksi valonsäteeksi. Kohde voi olla seinä, lattia, kaluste, ihminen, toinen valaisin jne.

Sen vuoksi valaistuksen suunnittelussa pitää ottaa huomioon valon haluttu kohdistuminen. Jos on mahdollista, valotehon kannalta on myös hyvä ottaa huomioon käytettävät pinta- materiaalit jo tilan suunnitteluvaiheessa.

2.3 Keinovalaistusratkaisut osana rakennuksen sähköjärjestelmää

Useat eri osatekijät saavat aikaan valaistuksen luoman tunnelman:

Valon värinäkö (värintoistoindeksi, värilämpötila)

- Lampun väriominaisuudet (kylmä, värillinen, lämmin).
- Valaisimen linssien tai heijastimen väriominaisuudet (esimerkiksi himmeä alumiini, messinkinen vasaroitu, kiiltävä metalli).
- Valaisimen materiaalin valottuvat ominaisuudet (esimerkiksi muovi, metallikupu, kangas, opaalilasi, kirkas lasi).

Valonlähteen valon määrä (valaistusvoimakkuus, valovirta, valaistuksen intensiteetti).

- Lampun kehittämän valon määrä.
- Valaisimessa olevan heijastimen optiset ominaisuudet (kapea, spottimainen valokeila tai epäsymmetrinen spottimainen valokeila).
- Valaisimen hyötysuhde ilmaisee valaisimen läpi päästämän valon määrää.
- Valaisimen etäisyys ja kohdistus valaistavaan pintaan.

Valon määrän ja sen laadun lisäksi valo on suunnattava oikein, jotta saadaan mahdollisimman hyvä valaistus kohteeseen.

Valon suuntaaminen

- Asennustapa (esimerkiksi, onko valaisimen asennus tehty pinta-asennuksena, upotettuna pintaan tai puoliupotettuna).
- Valon heijastuminen ulos valaisimesta (esimerkiksi suoraan tai epäsuorasti kohteeseen, ympärivalaiseva, suunnattu valonsäde.)
- Valaisimen asettelu (esimerkiksi sijaitseeko valaisin katossa, seinällä, lattialla).

Valon malli ja muoto

- Valaisimen antaman valonsäteen malli valaistavassa tilassa

Valon laajuus

- Valaisimen koko (korkeus, leveys, pituus).
- Valaisimen antaman valotehon suuruus valaistussa tilassa.

(Motiva Oy:n koordinoima: www.Lampputieto.fi)

3 Keinovalaistuksen energiankulutus

Nykyisin käytössä olevalla liike- ja teollisuustilojen lähes ikkunattomalla suunnittelulla on myös energian kulutuksen kannalta positiivinen vaikutus, lämmön siirtyminen sisätiloista pois on vähäisempää kuin ikkunoiden läpi.

Kaikki tarvittava valo on korvattava keinovalaistuksella, joka taas kuluttaa energiaa. Ennen yleisimpänä sähköllä toimivana valaistuksen lähteenä käytettiin rakennuksissa valaisimia, joissa käytettiin ns. hehkulamppuja, sen jälkeen tulivat elohopeavalaisimet, loistevalaisimet, halogeenivalaisimet, energiavalaisimet sekä tällä hetkellä yleistymässä olevat led- valaisimet.

Kotitalouksissa olevien laitteiden käyttämästä sähköstä noin 8% kuluu valaistukseen (13.8.2015). Hyvä suunnittelu ja oikeat valaisinten valinnat lisäävät huomattavasti valaistuksen energiatehokkuutta. Kaikilla toimenpiteillä, joiden avulla pyritään parantamaan valaistuksen energiatehokkuutta, saadaan säästettyä energiaa ja lisättyä hyötyä. Ekosuunnitteludirektiivi määrää, että halogeeni- ja hehkulamput ja jotkut purkaus- ja loistelampuista poistuvat vaihe kerrallaan markkinoilta vuoden 2015 loppuun mennessä. Direktiivi tiukentaa myös jo markkinoilla olevien lamppujen toiminta-vaatimuksia.

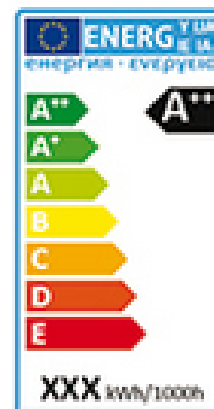
Energiansäästö ei ole ainoa keino laadun parantamiseksi. Lamppujen kestoille ja niiden kestävyydelle mekaanisesti on myös asetettu uudet ekosuunnitteluvaatimukset, jotka lisäävät omalta osaltaan laatua.

Jos vertaamme eri tuoteryhmiä toisiinsa, valaistuksen energiatehokkuuden parantamisella saadaan suurin hyöty. Valaistuksen energiakulutus oli EU:ssa vuonna 2007 yli $312 \cdot 10^{12}$ TWh (terawattitunti). Kyseinen luku vastasi $125 \cdot 10^6$ tonnia hiilidioksidipäästöjä. Suunnitelluilla säästötoimenpiteillä ja noudattamalla annettuja rajoituksia, saadaan aikaan jopa $77 \cdot 10^{12}$ TWh:n säästö.

Valaisinten ja lamppujen valitsemista auttaa energiamerkinnät, jotka nykyisin on asetettu kaikille kotitalousvalaisimille ja kotitalouslamppuille.

Lamppupakkauksen energiamerkintä ilmaiseksi: (viereinen kuva)

Energiatehokkuusluokka (A++, A+, A, B, C, D, E),
A++ on energiatehokkain, E säästää vähiten energiaa
energiankulutus XXX kWh / 1 000 tuntia



Useimmat led-lamput ovat A+ -luokkaa, toisin sanoen ne ovat noin 30% tehokkaampia verrattuna perinteisiin A-luokan energiasäästö-lamppuihin.

Kuva 1: Energian kulutusta kuvaava laitetarra

3.1 Valaisimissa ja lamppuissa käytettäviä suureita:

Lamppujen pakkaukset saattavat sisältää vielä muitakin merkintöjä. Pakkausmerkinnät voivat ilmoittaa esimerkiksi valon määrän lumeneina (lm), lampun käyttöiän tunteina, lampun tehon watteina (W), värintoistokyvyn (Ra), väriämpötilan (kelvin, K), lampun sytytys- / sammutuskertojen määrän sekä himmennettävyyden.

- Väriämpötilalla** ilmoitetaan lampun tuottamaa värisävyä.

Kelvin (K): käytetään väriämpötilan mittayksikkönä. Mitä kylmemmän ja sinertävämmän väristä valoa lamppu tuottaa, sitä korkeampi on lampun kelvin -arvo. Asuintiloihin asennettaviin valaisimiin suositellaan melko matalan kelvin -arvon omaavia lamppuja. Matalan Kelvin -arvon omaavien lamppujen tuottamaa valkoista ja lämmintä valoa pidetään miellyttävänä. Julkisissa tiloissa yleisesti käytetään taas vastakohtaisesti kelvin -arvoltaan korkeita, kylmän valkoisia lamppuja.

Hehkulampan väriämpötila on noin 2700 Kelviniä, halogeenilampun väriämpötila on noin 3000 K, loistelampulla vastaava arvo on 2700 - 6500 K ja LED- lampulla 3000 - 6500 K.

Päivänvalon väriämpötila on 5500 K.



Kuva 2: Lampun väriämpötilaa kuvaava tarra

- **Valovoima** kuvaa valonlähteen kirkkautta, toisin sanoen suure kuvaa valon voimakkuutta tiettyyn suuntaan. **Kandela** (candela, cd) mittaa valon lähteen valovoimaa eli valon intensiteettiä. Valovoima ilmoittaa lampun säteilemän valon määrää tiettyyn säteilykulmaan. Yhden tavallisen kynttilän valon voimakkuus / kirkkaus vastaa suunnilleen yhtä kandela.
- Hehkulamputta ilmoitettiin ennen valon määrä **watteina**, nykyisin hehkulamppujen poistuttua markkinoilta **lumen**-arvo ilmoittaa valon määrän watteja luotettavammin. **Valon määrän mittari on lumen (lm).**

Esim. vertailtavana hehkulamppu (teho W) ja ledi- ja energiansäästölamppu (lumen lm):
15 W - 140 (lm), 40 W - 470 (lm), 60 W - 800 (lm), 75 W - 1050 (lm), 100 W - 1520 (lm).

- **Valaistusvoimakkuutta** kuvaava luksin arvo ilmoittaa tilan valaistusolosuhteet. Valaistusvoimakkuus on riippuvainen lampun valovirrasta, valaisimen optisista ominaisuuksista sekä etäisyydestä valaistavaan pintaan. Valaistusvoimakkuuden yksikkö on lux ($lx = lm/m^2$), joka on työtilan pinnoille lankeavan valomäärän (lm) suhde pinta-alaan.
- **Värintoistokyky** ilmoittaa, kuinka luonnollisina lampun tuottamat värit näkyvät. Värintoistokykyä kuvaa värintoistoindeksi eli RA-indeksi. Sitä luonnollisemmin värit toistuvat, mitä suurempi luku on. Halogeenilamppujen Ra-indeksi on 100, LED-lamppujen Ra-indeksi on 70-80. Kotikäytössä värintoistoindeksiksi suositellaan vähintään Ra 80.

Energiamerkki ilmaisee valaisimessa sallittujen lamppujen tyyppin tai millaiset lamput valaisinpakkauksessa toimitetaan mukana. Samoin energiamerkistä ilmenee myös, onko valaisimessa vaihdettavat vai kiinteät lamput. Jos valaisimessa on kiinteät lamput, koko valaisin on vaihdettava lampun rikkouduttua (Motiva Oy)



Kuva 3: Valaisimen energiamerkki

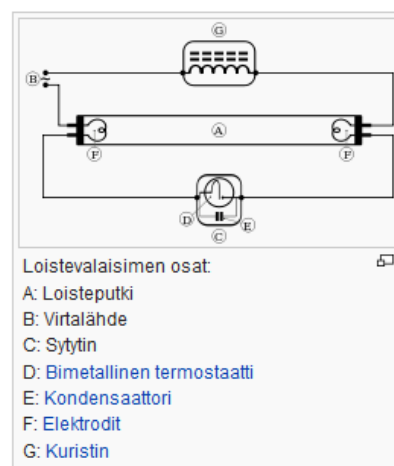
4 VALONLÄHTEITÄ

4.1 Hehkulamppu tuottaa valoa sähkövirrasta hehkulangan avulla. Kaupalliseksi tuotteeksi se tuli 1800-luvun loppupuolella ollen valaisimien yleisin käytössä oleva lamppu aina 2000 -luvun alkuun saakka.

4.2 Halogeenilamppu on myös hehkulamppu, mutta siinä on pieni määrä halogeenikaasuja, jotka reagoivat hehkulampusta irtoavan volframin kanssa. Tämän tapahtuman ansiosta lampun käyttöikä pitenee ja lampun lasi pysyy kirkkaana.

4.3 Loistelamppu on matalapaineinen purkauslamppu. Loistevalaisin koostuu loistelampusta, sytyttimestä ja kuristimesta (Kuva 4). Loistelamppujen ominaisuuksia:

- + erinomainen valotehokkuus
- + paljon valon väriominaisuusvaihtoehtoja
- + jännitevaihtelujen kestävyys hyvä
- + kohtuullisen alhainen hankintahinta
- + edulliset valaistuksen kokonaiskustannukset
- ei toimi ilman liitäntälaitetta
- voidaan valita liian helposti lampun värisävy väärin
- lampun syttyessä valaisinputki vilkkuu



Kuva 4: Loistelampun rakenne

Loistelamppu on yleisin lampputyyppi hehkulamppujen jälkeen.

4.3.1 Loistelamppu vaatii toimiakseen sytyttimen sekä kuristimen, joka rajoittaa valaisinputkelle tulevaa virtaa. Näiden lisäksi usein on myös erillinen kompensointikondensaattori. Elektronisessa liitäntälaitteessa nämä yleensä on sijoitettu valaisimen runkoon. Energiansäästölamppujen liitäntälaitteet sijaitsevat lampun kantaan sisäisesti asennettuna.

Toiminta loistelampussa perustuu elektrodien (katodit) väliseen sähköpurkaukseen. Elektrodit sijaitsevat loisteputken molemmissa päissä. Putki sisältää matalapaineista elohopeahöyryä.

Hehkutetuista katodista irtoavat elektronit törmäävät elohopea-atomien elektroneihin, jotka virittyvät eri energiatasoon. Elektroni palaa takaisin alempaan energiatasoon, jolloin se luovuttaa energiaa ultraviolettisäteilynä. UV-säteily muuttuu näkyväksi valoksi lampun kuvun sisäpinnalla olevassa loisteainekerroksessa.

Loistelamppu vaatii toimiakseen tietyt ulkoiset mitat. Putki ei saa olla liian suuri halkaisijaltaan ja elektrodien välisen purkausvälin pitää olla suhteellisen pitkä. Höyrystyvän elohopean määrällä on suuri merkitys valon tuottamiseen. Lampun lämpötilalla on taas merkitystä höyryn syntyyn. Lämpötilan vuoksi valontuotto loistelampussa vaihtelee lampun lämpötilan mukaan, tavallisen loistelampun paras valontuotto on n. 20 – 30 °C:een lämpötilassa. (<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/>)

4.3.2 LED -lamppu on erittäin pitkäikäinen ja energiatehokas. Led-lampulle on ominaista, että se syttyy välittömästi.

Pienen energiankulutuksen ja erittäin pitkän käyttöikänsä ansiosta LED-lampuilla saavutetaan paras energiansäästö. Vaikka LED-lamppu on kalliimpi kuin loistelampputekniikkaan perustuva energiansäästölamppu tai halogeenilamppu, käytössä LED-lamppu maksaa toteutuneena energiansäästönä itsensä takaisin pitkän käyttöikänsä ansiosta.

LED-lamppuja käytetään monissa eri käyttökohteissa. Ne sopivat erinomaisesti yleis-, kohde- ja korostusvalaistukseen sekä ulkovalaistukseen. Yleissääntönä voidaan pitää viittä tapaa tunnistaa laadukas LED-lamppu. Kun valitaan käyttökohteeseen sopivaa lamppua, kannattaa lukea ensin pakkausmerkinnät ja sen jälkeen valitaan lamppu, joka parhaiten sopii alla lueteltuihin kriteereihin:

- Energiatehokkuusluokka LED -lampulla on vähintään A+. Kyseinen luokitus ilmoittaa sen, että LED -lampun energiankulutus on pieni (alhaiset käyttökulut = pienempi sähkölasku).
- LED -lampun käyttöikä yli 25 000 tuntia (n. 25 vuotta).
- LED -lampun sytytys- ja sammutuskerrat verrannollisia käyttöikänsä. 25 000 tuntia palavan lampun tulee kestää sytytyksiä ja sammutuksia yhteensä vähintään 50 000.
- Värisävy valitaan jokaisen oman käyttötarpeen mukaan. Lamppu antaa lämpimän valkoista valoa värilämpötilan ollessa 2 700–3 200 kelviniä (K).
- värintoistoindeksi eli Ra -indeksi on suure, joka ilmoittaa, kuinka paljon valonlähteen ja värilämpötilaltaan samanlaisen värintoisto-ominaisuudet eroavat toisistaan. Jos ominaisuudet eivät eroa toisistaan, värintoistoindeksi on 100. LED lampuilla kyseinen Ra -indeksi on vähintään 80.

(<http://www.lamputtieto.fi/lamput/lamputyytit/led-lamput/>)

4.4 Loisteputket ja LED-valoputket

Loisteputkia voidaan korvata LED-valoputkilla, sillä loisteputken vaihtaminen LED-valoputkeen voi olla energiatehokkaampi vaihtoehto.

Monissa kohteissa perinteinen loisteputki saattaa kuitenkin olla parempi vaihtoehto kuin LED-valoputki, sillä LED-valoputki on huomattavasti kalliimpi hankintakustannukseltaan kuin loisteputki, tämä koskee erityisesti kotitalouksia. LED-valoputkella toteutetulla energiansäästöllä sen hankintahinta on pitkä.



Kuva 5: Perinteinen loisteputki

LED-valoputki syttyy vilkkumatta toisin kuin loisteputki. Toisaalta taas LED-valoputken valon säteilykulma on aina loisteputken valon säteilykulmaa pienempi, sillä loisteputki valaisee joka suuntaan.



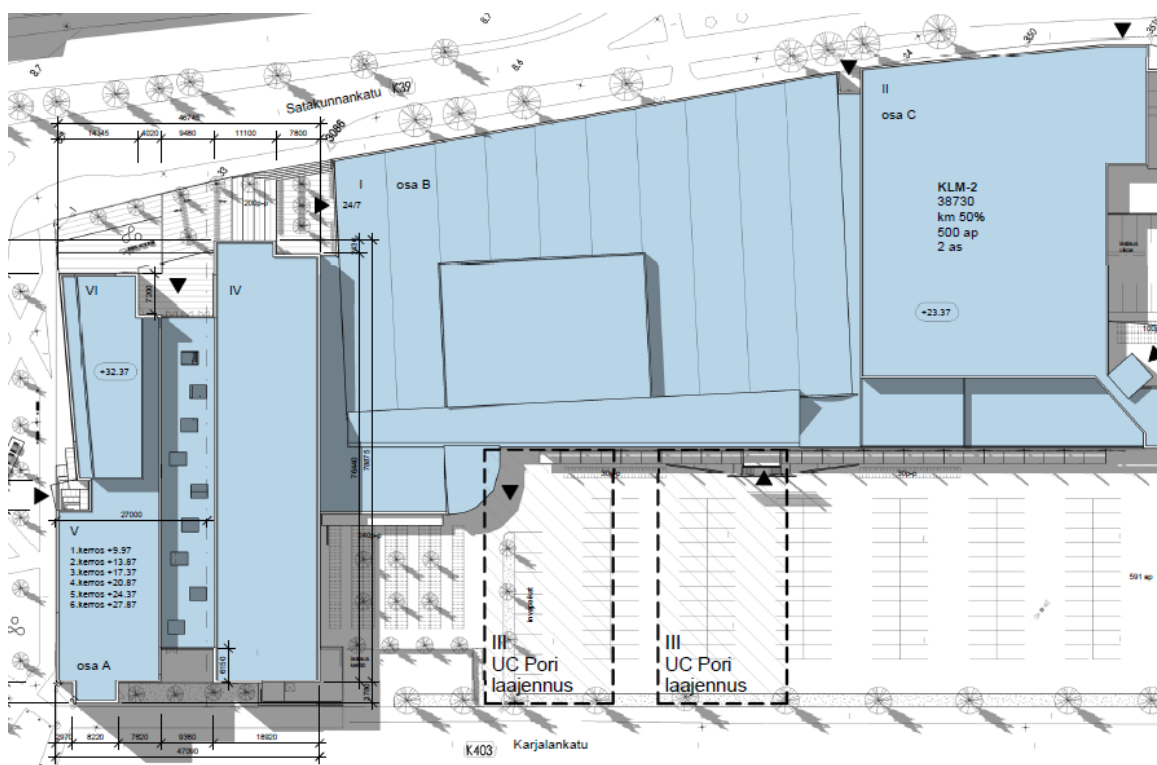
Kuva 6: LED-valoputki (kuvattuna lampun tekniset tiedot sisältävästä päästä)

5 SAMK -kampus Pori

Satakunnan ammattikorkeakoulun uusi kampus -alue tulee valmistumaan Poriin Satakunnankadun, Asema-aukion ja Karjalankadun rajoittamalle alueelle.

Rakennuttajana kampuksella on KOy Porin Asema-Aukio, joka kuuluu osana Citycon -konsernia. NCC Rakennus toimii rakennustöistä vastaavana projektinjohtourakoitsijana. Arkkitehti Oy Asmala vastaa kampuksen arkkitehtisuunnittelusta.

Opetus uudella kampuksella on suunniteltu aloitettavan syksyllä 2017.



Kuva 7: Arkkitehtitoimiston piirtämä kuva Porin SAMK -kampuksesta päältä.

Yllä olevassa kuvassa (Kuva 7) näkyvään osaan: B valmistuu Satakunnan ammattikorkeakoulun tekniikan laboratoriot, toimistoja ja luokkatiloja.

Alueella sijaitti ennen toimisto- ja liikehuoneistoja. Ennen uuden rakennustyön aloittamista osa vanhoista tiloista oli purettava. Purkutyöt alueella aloitettiin vuonna 2014. Vanhan kiinteistön liike- ja toimistorakennukset puretaan uuden tieltä. Tilalle valmistuu 4- ja 5-kerroksiset, toimistokäyttöön suunnitellut rakennukset. Rakenteilla oleva uusi kiinteistö on noin 23 000 m², SAMK saa tiloista käyttöönsä noin 19 200 m².

Nykyisiltä Tiedepuiston ja Tiilimäen kampuksilta SAMK siirtää toimintansa uudelle SAMK -kampukselle kevään 2017 aikana. Opetus aloitetaan uudella kampuksella syyslukukauden alussa 2017. Opiskelijoiden määräksi uudella kampuksella on suunniteltu olevan n.3600 opiskelijaa.

5.1 SUUNNITELTAVA TILA

Kampukseen tuleva laboratorio sijaitsee kahdessa kerroksessa siten, että pääasiassa harjoittelutilat sijaitsevat ensimmäisessä kerroksessa ja toisessa kerroksessa sijaitsevat toimistot ja joitain luokkatiloja. Molempien kerroksien tilat toteutetaan ns. maisemakonttorin tapaisesti, joka tarkoittaa tässä tapauksessa sitä, että suuri osa tilaa jakavista seinistä on tehty valoa läpäisevistä moduuleista. (Liite 2).

Toisen kerroksen katto muodostuu poikittain olevasta kaarikatosta, samoin kyseinen katto muodostuu myös osin ensimmäisen kerroksen katoksi.

Maanpäällisen ensimmäisen kerroksen pinta-ala on noin 1025 m² (19,40 m * 52,90 m) ja korkeus noin 3 m. Toisen kerroksen pinta-ala on noin puolet ensimmäisen kerroksen pinta-alasta, eli noin 500 m² ja korkeus kaarikaton reunapalkkien kohdalla noin 2 m (Kuva 8).



Kuva 8: Näkymä vanhasta, uudelleen saneerattavasta kaarikattoisesta tilasta.

5.1 1 Suunniteltavan tilan valaistus

Alustavassa valaistussuunnitelmassa oli tarkoitus suunnitella kyseisien tilojen katosta riiputettava yleisvalaistus. Valaistukseltaan kyseiset tilat ovat käytössä ainoastaan keinovalaistuksella, sillä auringon valoa tiloihin ei juurikaan tule. Valaistuksena tiloissa on yleisvalaistus ja kussakin työpisteessä lisäksi tarvittava kohdevalaistus. Vaatimuksena oli myös, että yleisvalaistuksen valaistusvoimakkuus täyttää teholtaan ainakin vanhan, vielä (vuonna 2016) käytössä olevan Satakunnan ammattikorkeakoulun laboratorion (Kuva 9).



Kuva 9: Yllä oleva kuva on otettu Satakunnan ammattikorkeakoulun Professorintiellä sijaitsevasta sähkötekniikan laboratoriosta. Kuvaan on merkitty numeroin neljä (4) pöytää. Yleisvalaistuksen voimakkuus mitattiin kyseisten neljän pöydän kohdalta.

Mittarina käytettiin: TES 1336A, Light Meter RS
232/Datalogger

(Mittauksessa käytetyn mittarin tarkemmat tiedot liitteessä 2)

Mittaustuloksena saadut valaistusvoimakkuudet eri pöytien kohdalla lukseina (lx), symboli E:

- Pöytä_1: 481 luksia (lx)
- Pöytä_2: 610 luksia (lx)
- Pöytä_3: 560 luksia (lx)
- Pöytä_4: 510 luksia (lx)



Kuva 10: Valaistuksen voimakkuuden mittari.

Mittaustulosten keskiarvoksi saatiin noin 540 luksia (lx).

Mittaustilanteessa laboratoriotilan ikkunoiden sälekaihtimet olivat suljettuna ja ulkona oli pimeä syysilta (n. klo 19.30), joten tila oli valaistu vain keinovalolla. Mittauskohteiden arvo vaihteli vähän toisistaan johtuen esimerkiksi laitteiden ja pylväiden aiheuttamasta varjostuksesta.

Tilan valaisimissa käytettiin Philips 82 36W -loisteputkia. Jokainen valaisin sisältää kaksi (2) loisteputkea sekä metallin väriset, alaspäin suunnatut heijastimet putkien yläpuolella.

6 Valaistuksen standardit

Standardi (SFS 12464-1) antaa suosituksia hyvästä valaistuskäytännöstä. Standardin valaistusvaatimukset pitää kuitenkin toteuttaa siten, että ne täyttyvät tuhlaamatta energiaa. Hyvässä valaistuksessa vaaditun valaistusvoimakkuuden lisäksi laadulliset ja määrälliset tarpeet täyttyvät.

Valaistusvaatimukset määritellään kolmen perustarpeen mukaan:

- Työntekijöillä on hyvänolon tunne, joka vaikuttaa myös epäsuorasti korkeaan tuottavuuteen (näkömukavuus).
- Työntekijät pystyvät suoriutumaan näkötehtävästään myös vaativissa olosuhteissa ja pitempien jaksojen aikana (näkötehokkuus).
- Työntekijät pystyvät suoriutumaan näkötehtävästään myös vaativissa olosuhteissa ja pitempien jaksojen aikana (turvallisuus).

Standardi käsittelee useita näköympäristöä määrittäviä tekijöitä, kuten:

- luminanssijakauma
- valaistusvoimakkuus
- häikäisy
- valon suuntaus
- valon väri ja sen värintoisto-ominaisuudet
- välkyntä
- päivänvalo.

6.1 Turvallinen valaistus

Työpaikalla tulee olla työn edellyttämä ja työntekijöiden tarpeiden mukainen sopiva ja riittävän tehokas valaistus.

Perusvaatimukset hyvälle valaistukselle:

- riittävä valaistusvoimakkuus
- tehokas häikäisysuojaus
- oikeat pintakirkkaus- eli luminanssisuhteet
- valon oikea suuntaus ja sopivat valon väriominaisuudet

Valaisimen pitää sijoittaa siten, että valo suuntautuu valoa tarvittavaan kohteeseen.

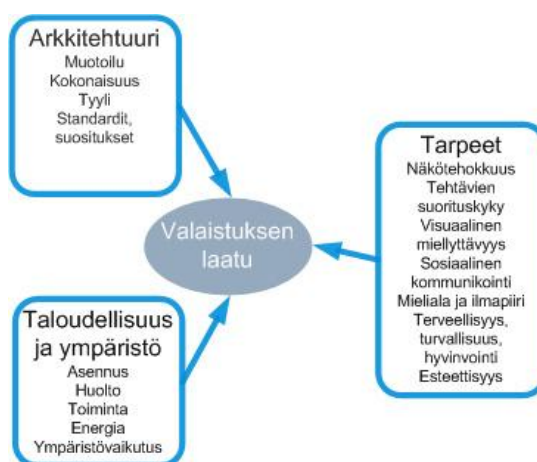
Valaisimen vanhenemisesta ja likaantumisesta johtuen valaisimien teho heikkenee. Tämä on huomioitava valaistuksen suunnittelussa lisäämällä valaistusvoimakkuutta suositusarvoa suuremmaksi. (tyoturva.fi)

Edellä mainitusta syystä Satakunnan ammattikorkeakoulun tulevan Porin kampuksen laboratorion yleisvalaistuksen suunnittelussa asetettiin vaadittavaksi valaistusvoimakkuuden arvoksi 520 luksia (lx).

6.2 Valaistus

Valo on välttämätön edellytys näkemiselle, joka on valon heijastumisen aistimista ympäröivästä tilasta. Valolla on näkemisen lisäksi vaikutusta myös ihmisen vireystilaan ja mielialaan.

Hyvä valaistus koostuu monista eri seikoista. Valaistusratkaisun tulee sopia valaistun tilan käyttötarkoitukseen niin määrän kuin laadunkin osalta. Valon tulee tukea tilassa tapahtuvaa toimintaa, eikä se saa häiritä tai haitata näkemistä.



Kuva 11: Valaistuksen laatuun vaikuttavia tekijöitä

Tila, tehtävä tai toiminta	E_m (lx)	UGR_L	R_s
Pesutilat, kylpyhuoneet, WC	200	22	80
Käytävät, jossa henkilöliikennettä	150	22	60
Elektroniikkapajat, testaus, säätö	1500	16	80
Kampaamot, hiusmuotoilu	500	19	90
Toimistot, CAD-työasemat	500	19	80
Luokkahuoneet, aik.opiskelijat	500	19	80

Valaistuksella on hyvin suuri merkitys tilaan ja siinä tapahtuvaan toimintaan. Näkötehokkuus taas ilmaisee, kuinka hyvin kyseisessä tilassa nähdään toimia ja tehdä töitä. (<http://www2.amk.fi/Ensto>)

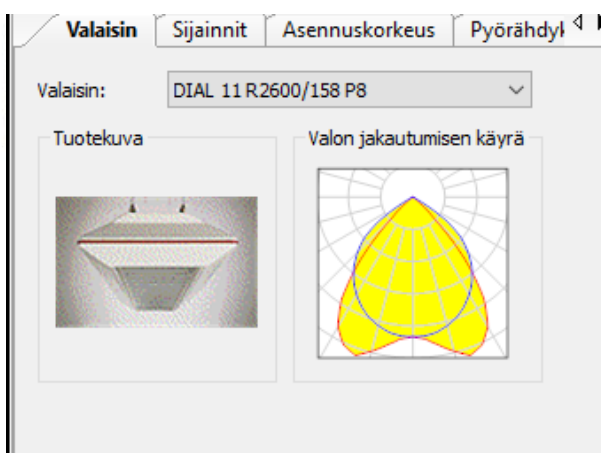
7 Valaisimien valinta

Valaistussuunnitelman aluksi sovittiin, että valaisinten valinta tapahtuu Dialight -nimisen valaisinvalmistajan valaisinluettelosta, sillä muutoin olisi ollut valittavana kymmeniä valaisinvalmistajia, joita kaikkia ei olisi mahdollisesti saatavana suomesta.

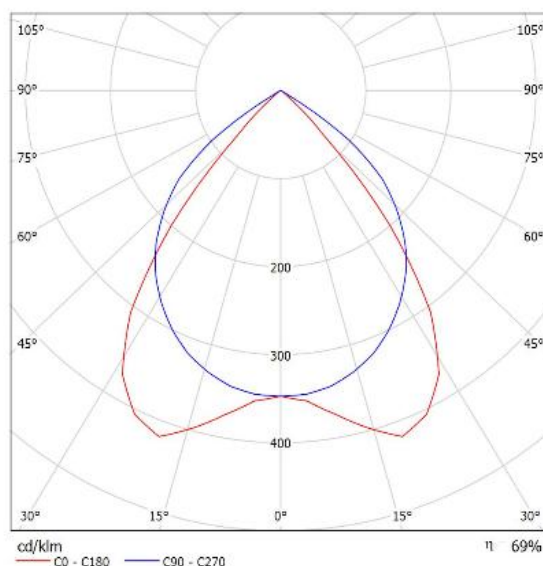
Valitsin valaisimeksi LED -putkivalaisimen.

Energia-arvio, normi: 151193 / DIN 18599

DIAL 11 R2600/158 P8 / Valaisintietoarkki



Valaistu alue 1:



Valaisinten luokittelu DIN: A60
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 76 99
100 100 69

Design Anbauleuchte.
Seidenmatter 60° ISOLUM® Reflektor.
(die Abbildung kann von der reellen Ausführung etwas abweichen)

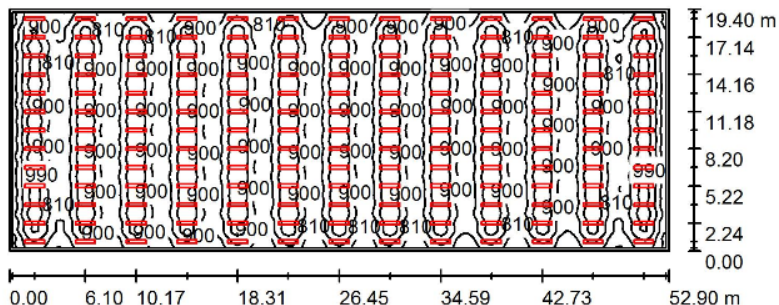
Valaistu alue 1:

Häikäisyarvot UGR:N mukaan											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Katto		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Seinät		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
p Lattia		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tilan koko X Y		Näkökulma pitettiin Lampun keskiviivaan					Näkökulma pitettiin Lampun keskiviivaan				
2H	2H	14.4	15.4	14.7	15.6	15.6	17.6	18.6	17.9	18.9	19.0
	3H	14.3	15.1	14.6	15.4	15.6	17.5	18.3	17.9	18.6	18.9
	4H	14.2	15.0	14.5	15.3	15.5	17.4	18.2	17.7	18.4	18.7
	6H	14.2	14.9	14.5	15.1	15.4	17.4	18.1	17.7	18.3	18.6
	8H	14.1	14.8	14.5	15.1	15.4	17.3	18.0	17.7	18.3	18.6
4H	12H	14.1	14.7	14.4	15.0	15.3	17.3	17.9	17.6	18.2	18.5
	2H	14.4	15.2	14.7	15.4	15.7	17.4	18.2	17.8	18.5	18.7
	3H	14.3	14.9	14.6	15.2	15.5	17.3	17.9	17.6	18.2	18.6
	4H	14.2	14.7	14.6	15.1	15.4	17.2	17.8	17.6	18.1	18.5
	6H	14.1	14.6	14.5	14.9	15.3	17.2	17.6	17.6	18.0	18.4
8H	8H	14.1	14.5	14.5	14.9	15.3	17.1	17.5	17.5	17.9	18.3
	12H	14.0	14.4	14.5	14.8	15.2	17.1	17.4	17.5	17.9	18.3
	4H	14.1	14.5	14.5	14.9	15.3	17.1	17.5	17.5	17.9	18.3
	6H	14.0	14.3	14.4	14.8	15.2	17.0	17.4	17.5	17.8	18.2
	8H	14.0	14.2	14.4	14.7	15.2	17.0	17.3	17.5	17.7	18.2
12H	8H	13.9	14.2	14.4	14.6	15.1	16.9	17.2	17.4	17.6	18.1
	6H	14.0	14.4	14.5	14.8	15.2	17.1	17.4	17.5	17.8	18.3
	8H	14.0	14.2	14.4	14.7	15.2	17.0	17.3	17.5	17.7	18.2
Vähintään kolmeen näkökulmaan etäisyyden torjontatavalla:											
S = 1.0H		+3.1 / -15.0					+1.3 / -1.8				
S = 1.5H		+4.6 / -20.4					+2.6 / -14.7				
S = 2.0H		+6.5 / -22.3					+4.6 / -22.5				
Väkiotululukko		B800					B800				
Korjoustakaja		-5.4					-2.3				
Käytetty häikäisyarvo on laskettu 500lm/klm:n keskiarvolla											

Ensimmäisen kerroksen laboratorion (Tila 1) yleisvalaistukseksi kattoon sijoitin kyseisiä valaisimia 13 kpl leveyssuunnassa ja kolmeentoista (13) riviin pituussuunnassa, sillä vaatimuksena oli 500 - 520 luksin valaistusvoimakkuus.

(Valaisinten koordinaattienluettelo liitteenä: Liitteet 4 - 8)

Tila 1 / Yhteenveto



Tilan korkeus: 3.150 m, Asennuskorkeus: 3.150 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:500

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	922	660	1094	0.716
Lattia	59	907	645	996	0.711
Katto	88	528	410	646	0.778
Seinät (4)	88	568	415	799	/

Käyttötaso:

Korkeus: 0.850 m
Rasteri: 128 x 128 Pisteet
Reuna-alue: 0.250 m

Niiden pisteiden osuus, joiden valaistusvoimakkuus alle 400 lx (IEQ-7:ää varten): 0.00%.

Luettelo valaisimista

Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	Φ (Valaisin) [lm]	Φ (Lamput) [lm]	P [W]
1	169	DIAL 11 R2600/158 P8 (1.000)	3589	5200	54.0
			Yhteensä: 606480	Yhteensä: 878800	9126.0

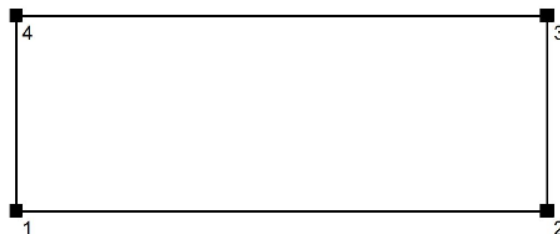
Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $8.89 \text{ W/m}^2 = 0.96 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 1026.26 m^2)

Tila 1 / Syöttöprotokolla

Käyttötason korkeus: 0.850 m
Reuna-alue: 0.250 m

Huoltokerroin: 0.80

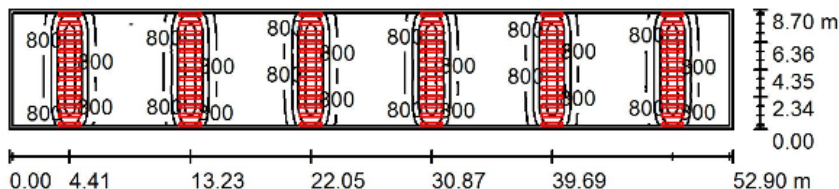
Tilan korkeus: 3.150 m
Pohjapinta-ala: 1026.26 m^2



Pinta	Rho [%]	von ([m] [m])	nach ([m] [m])	Pituus [m]
Lattia	59	/	/	/
Katto	88	/	/	/
Seinä 1	88	(0.000 0.000)	(52.900 0.000)	52.900
Seinä 2	88	(52.900 0.000)	(52.900 19.400)	19.400
Seinä 3	88	(52.900 19.400)	(0.000 19.400)	52.900
Seinä 4	88	(0.000 19.400)	(0.000 0.000)	19.400

Toisen kerroksen (Tila 2) valaistukseen valitsin samanlaiset LED -valaisimet kuin ensimmäiseen kerrokseen juuri kyseisen valaisimen hyvän valaistusalueen ja energiataloudellisuuden vuoksi.

Tila 2 / Yhteenveto



Tilan korkeus: 2.600 m, Asennuskorkeus: 2.600 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava
1:500

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	933	388	2206	0.416
Lattia	59	903	403	1678	0.446
Katto	88	524	384	792	0.733
Seinät (4)	88	559	356	1474	/

Käyttötaso:

Korkeus: 0.850 m
Rasteri: 128 x 64 Pisteet
Reuna-alue: 0.250 m

Niiden pisteiden osuus, joiden valaistusvoimakkuus alle 400 lx (IEQ-7:ää varten): 0.66%.

Luettelo valaisimista

Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	Φ (Valaisin) [lm]	Φ (Lamput) [lm]	P [W]
1	78	DIAL 11 R2600/158 P8 (1.000)	3589	5200	54.0
			Yhteensä: 279914	Yhteensä: 405600	4212.0

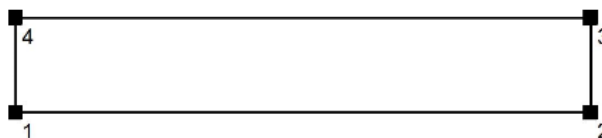
Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $9.15 \text{ W/m}^2 = 0.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 460.23 m^2)

Tila 2 / Syöttöprotokolla

Käyttötason korkeus: 0.850 m
Reuna-alue: 0.250 m

Huoltokerroin: 0.80

Tilan korkeus: 2.600 m
Pohjapinta-ala: 460.23 m^2



Pinta	Rho [%]	von ([m] [m])	nach ([m] [m])	Pituus [m]
Lattia	59	/	/	/
Katto	88	/	/	/
Seinä 1	88	(0.000 0.000)	(52.900 0.000)	52.900
Seinä 2	88	(52.900 0.000)	(52.900 8.700)	8.700
Seinä 3	88	(52.900 8.700)	(0.000 8.700)	52.900
Seinä 4	88	(0.000 8.700)	(0.000 0.000)	8.700

(Valaisinten sijoitusluettelo liitteenä; Liitteet 9 -11)

Molempien kerrosten valaistuksen laskennassa DIALux -ohjelmassa on käytetty seinän- ja katon materiaalina valkoiseksi maalattua betonia ja lattiamateriaalina vaaleanharmaata muovilaattaa. Todelliset valaistusarvot muuttuvat jossain määrin, kun tilaan asennetaan esim. laboratorioissa käytettävät kiinteät laitteet, työpöydät ja sekä laitekaapit.

Edellä mainitun vuoksi molemmat tilat (Tila 1 ja Tila 2) tarvitsevat mahdollisesti lisäksi vielä omat kohdevalonsa.

Ensimmäisen kerroksen valaistuksen ohjauksen voisi ohjata kolmivaiheisella kontaktorilla huoneen leveyssuunnalla siten, että yksi vaihe sytyttää tilan reunasta laskien joka kolmannen valaisimen (valaisimia 13 kpl/rivi ja rivejä 13 kpl). Yksi vaihe kontaktorista sytyttää näin ollen 65 valaisinta. Toiset kaksi (2) vaihetta sytyttävät molemmat (4*13 kpl) 52 kpl valaisimia.

Toisen kerroksen valaistuksen voisi myös ohjata samoin kolmivaiheisella kontaktorilla edellä mainitulla tavalla siten, että yksi vaihe sytyttää 30 kpl valaisimia (5 valaisinta/rivi ja 6 riviä). Toiset kaksi (2) sytyttävät kummatkin 24 kpl valaisimia (4 valaisinta /rivi ja 6 riviä).

Kun yleisvalaistus on jaettu valaistusvoimakkuudeltaan kolmeen eri osaan, järjestelmä ei vaadi erikseen himmentimiä.

LED -valaisinputken hinta on noin 25 - 40 € kappaleelta yksittäin ostettuna riippuen valmistajasta (hinnat sisältävät arvonlisäveron). Kalliimmat LED -valaisinputket maksavat jopa lähes 60 €/kpl (sisältäen arvonlisäveron).

Kyseinen laboratorio tarvitsee suunniteltuun valaistusvoimakkuuteen yhteensä 169 kpl + 78 kpl = 247 kpl valaisinta.

Esim. Philips LEDtube 22-58W LED -valaisinputki eräällä jälleenmyyjällä maksaa : 247 kpl * 27 € = 6669 € (hinta laskettuna kappalehinnan mukaan). Kyseinen hinta sisältää sytyttimen, sillä kyseistä LED -valaistusputkea (retrofit) voi käyttää loisteputken asemasta.

8 Loisteputkivalaisin toteutus

Vertailun vuoksi tein edellä mainitun laboratoriotilan valaistuksen suunnitelman myös loisteputkilla toteutettuna. Samoilla valaistusvoimakkuuden arvoilla loisteputkien määräksi tarvittiin ensimmäiseen kerrokseen myös 169 kpl (14 * 12kpl).

Suunnitelmaan valitsin Osramin valmistaman FLATL T5-F/P -merkkisen loiste-valaisimen.

Valaisimessa käytettynä Osramin valmistama loisteputki: T26 58/827

Toiseen kerrokseen valitsin myös saman valaisintyyppin kuin ensimmäiseenkin kerrokseen, mutta lukumäärältään 78 kpl kyseisiä valaisimia riitti haluttuun valaistusvoimakkuuteen.

Loisteputkien hinnat vaihtelevat noin 5€ - 30 € välillä valmistajasta ja energiatehokkuudesta johtuen (pituus 1500mm).



Osram T26 58W/827, G13 

Fluorescent luminaires

- ▶ more Fluorescent luminaires
- ▶ more of Osram
- ▶ more of Osram T26

Fluorescent luminaires

Manufacturer Osram

Energy efficiency **A⁺ A⁺ A B C D E** Energy
 efficiency rating A on a scale from A++ (very efficient) to E (less efficient)

Luminance 5200 lumens

Power 58W matt

Life 20000h or 18.3 years with a burning time of 3h per day

Colour rendering Ra 85

Colour of light warm white 2700

Brightness 730% of a 60W bulb

Measurements L 150 cm x ø 2,6 cm

Kuva 12: Osram T26 58W / 827, G13 loisteputken valmistajan ilmoittamat tekniset tiedot.

9 Teoreettinen valaistuksen kustannuslaskenta

Valaistuksen taloudellisuuden selvittäminen laskelmin täydellisesti on mahdollista vain joissain erikoistapauksissa. Hyvin harvoin tunnetaan riittävän tarkasti erilaisten valaistusjärjestelmien valaistusteknisten ominaisuuksien vaikutus esimerkiksi työtehoon, terveyteen, tapaturmavaaraan jne.

Käytännössä valaistussuunnittelu pyritään suorittamaan siten, että valaistukselle etukäteen asetetut vaatimukset täyttyvät ja kustannuslaskelmilla haetaan taloudellisimmat ratkaisut.

- Kustannuslaskelmalla lähinnä tarvitsee selvittää valaistuksen hankinnasta ja käytöstä aiheutuvat kustannukset.

9.1 Kustannusten jaottelu

Valaistusjärjestelmän vuotuiset kustannukset on ehkä tarkoituksenmukaisinta jakaa vuotuisesta käyttöajasta riippumattomiin kiinteisiin kustannuksiin ja käyttöajasta riippuviin muuttuviin kustannuksiin.

9.1.1 Kiinteät kustannukset:

- Tarvikekustannukset
- työkustannukset

Kiinteät kustannukset

Kiinteät kustannukset muodostuvat valaisimien ja sähköverkon hankinta- ja asennuskustannusten koroista ja poistoista. Valaistusjärjestelmään asennuksineen ja ensimmäisine lamppuineen sijoitettua pääomaa pidetään alkupääomana.

9.1.2 Muuttuvat kustannukset:

- Energiakustannukset
- Lamppukustannukset
- Huoltokustannukset

Muuttuvat kustannukset

Muuttuvat kustannukset muodostuvat energiakustannuksista, lamppukustannuksista sekä huolto- että normaaleista korjauskustannuksista. Energian siirron häviökustannukset kuuluvat myös muuttuviin kustannuksiin, mutta niillä ei ole yleensä käyttäjän kannalta suurtakaan merkitystä joten niitä ei yleensä oteta laskennassa huomioon.

9.2 Vuotuismaksu

Vuotuismaksu (anuiteetti) riippuu hankintahinnan lisäksi korkokannasta ja poistoajasta.

Vuotuismaksu K_a (€/a) = anuiteettikerroin k_a * hankintahinta H (€)

Valaisimien käyttöikä perustuen poistoajaksi yleensä lasketaan teollisuudessa 8 - 15 vuotta ja toimistoissa noin 20 vuotta.

9.3 Energiakustannukset

Energiakustannukset riippuvat sähköenergian ostotariffista, lampputyypistä sekä lamppujen vuotuisesta käyttöajasta.

Sähkön oston tapahtuessa yleistariffia soveltaen energiakustannukset ovat:

$K_e = P t_{kl} e_l$ jossa:

- P on valaistuksen liittymäteho (kW)
- t_{kl} lamppujen vuotuinen polttoaika (h/a)
- e_l energiamaksu (€/kWh)
- K_e vuotuiset energiakustannukset (€/a)

9.4 Huolto- ja korjauskustannukset

Huolto- ja korjauskustannukset muodostuvat esimerkiksi valaisimien puhdistuksista ja korjauksista johtuvista kustannuksista. Kustannuksia on hyvin vaikea ennakolta arvioida johtuen paikallisista tekijöistä.

Kustannuksiin vaikuttavat esim. olosuhteet, lamppujen lukumäärä ja puhdistustarve.

9.5 Kokonaiskustannukset

Vuotuiset valaistuskustannukset saadaan laskemalla vuotuiset kiinteät kustannukset ja muuttuvat kustannukset yhteen.

Kokonaiskustannukset saadaan kun lasketaan yhteen:

- valaistuksen hankinnasta johtuva vuotuismaksu (€/a)
- vuotuiset energiakustannukset (€/a)
- vuotuiset lamppukustannukset (ja sytytinkustannukset) (€/a)
- vuotuiset puhdistuskustannukset (€/a)
- vuotuiset valaistuskustannukset (€/a)

10 Pori Energian sähkön myyntihinta 1.11.2015 alkaen

Myyntihinnat

1.11.2015 alkaen



Näitä hintoja sovelletaan uusille asiakkaille
vain 3x100 A tai sitä pienemmällä sulakekoolla.

PERUSMAKSUT

Yleis-, aika- ja kausisähkö

Pääsulake	Alv 0 % €/kk	Alv 24 % €/kk
1 x 35 A	2,02	2,50
3 x 25 A	2,02	2,50
3 x 35 A	2,02	2,50
3 x 63 A	2,02	2,50
3 x 100 A	7,90	9,80
3 x 125 A	7,90	9,80
3 x 160 A	7,90	9,80
3 x 200 A	7,90	9,80
3 x 315 A	7,90	9,80
3 x 400 A	7,90	9,80

ENERGIAMAKSUT

	Alv 0 %	Alv 24 %
Yleissähkö		
Energiamaksu/kWh	5,02 snt	6,22 snt
Aikasähkö		
Energiamaksu/kWh		
Päivä (7 - 22)	5,13 snt	6,36 snt
Yö (22 - 7)	3,93 snt	4,87 snt
Kausisähkö		
Energiamaksu/kWh		
• Talviarkipäivä	5,72 snt	7,09 snt
Muu aika	4,13 snt	5,12 snt
Tuulivoimalla tuotettu energia	+0,20 snt/kWh	+0,25 snt/kWh

*Kausisähkössä talviarkipäivä on Pori Energia Sähköverkkojen alueella 1.11. - 31.3. ma-la, klo 7-22 välinen aika. Muiden verkkoyhtiöiden alueilla noudatetaan verkkoyhtiön aikajaksotusta.

11 Pori Energian kokonaishinnasto 1.11.2015 alkaen



Kokonaishinnasto

1.11.2015 alkaen

Alv 0 %



Näitä hintoja sovelletaan uusille asiakkaille vain 3x100 A tai sitä pienemmällä sulakekoolla.

YLEISSÄHKÖ

Perusmaksu	MYYNTI	SIIRTO	YHTEENSÄ
Pääsulake	€/kk	€/kk	€/kk
1 x 35 A	2,02	3,78	5,80
3 x 25 A	2,02	7,07	9,09
3 x 35 A	2,02	9,90	11,92
3 x 63 A	2,02	18,40	20,42
3 x 100 A	7,90	35,67	43,57
3 x 125 A	7,90	53,49	61,39
* 3 x 160 A	7,90	71,32	79,22
* 3 x 200 A	7,90	142,63	150,53
* 3 x 315 A	7,90	198,64	206,54
* 3 x 400 A	7,90	254,65	262,55
*Loistehomaksu 3,53 €/kvar, kk			
Energia-/siirtomaksut /kWh	5,02 snt	2,12 snt	7,14 snt
Tuulivoimalla tuotettu energia /kWh	5,22 snt	2,12 snt	7,34 snt

AIKASÄHKÖ

Perusmaksu	MYYNTI	SIIRTO	YHTEENSÄ
Pääsulake	€/kk	€/kk	€/kk
3 x 25 A	2,02	12,35	14,37
3 x 35 A	2,02	17,59	19,61
3 x 63 A	2,02	33,97	35,99
3 x 100 A	7,90	67,92	75,82
3 x 125 A	7,90	101,86	109,76
* 3 x 160 A	7,90	135,76	143,66
* 3 x 200 A	7,90	271,63	279,53
* 3 x 315 A	7,90	348,02	355,92
* 3 x 400 A	7,90	424,42	432,32
* Loistehomaksu 3,53 €/kvar, kk			
Energia-/siirtomaksut /kWh			
Päivä (7.00 - 22.00)	5,13 snt	2,12 snt	7,25 snt
Yö (22.00 - 7.00)	3,93 snt	0,97 snt	4,9 snt
Tuulivoimalla tuotettu energia /kWh			
Päivä (7.00 - 22.00)	5,33 snt	2,12 snt	7,45 snt
Yö (22.00 - 7.00)	4,13 snt	0,97 snt	5,1 snt

KAUSISÄHKÖ

Energia- ja siirtomaksut /kWh	MYYNTI	SIIRTO	YHTEENSÄ
Talviarkipäivä	5,72 snt	4,04 snt	9,76 snt
Muu aika	4,13 snt	1,22 snt	5,35 snt
Tuulivoimalla tuotettu energia			
Talviarkipäivä	5,92 snt	4,04 snt	9,96 snt
Muu aika	4,33 snt	1,22 snt	5,55 snt

Perusmaksu on pääsulakekoon mukaan sama kuin aikasähköllä.
Siirtohintoihin lisätään lainmukainen, kuluttajakohdainen sähkövero:

Veroluokka 1 2,253 snt/kWh
Veroluokka 2 0,703 snt/kWh

* Loistehomaksun perusteena on kuukausittainen loistehohulppu, josta on vähennetty 20 % (ilmaisosuus) saman kuukauden pääteohulpuun määrästä.

12 Pori Energian tehotuotteet

Tehotuotteet

1.1.2016 alkaen
Alv 0 %



MYynti

TEHOSÄHKÖ

Perusmaksu	€/kk 50,00	Tehosähkön hinta tarkistetaan neljännesvuosittain. Hinnottelu perustuu aina NASDAQ OMX Commodities -sähköpörssin kahden seuraavan neljännes-jakson keskihintaan.
energiamaksu tai päiväenergia (7.00 - 22.00)	snt/kWh 4,14	
yöenergia (22.00 - 7.00)	4,35	
	3,87	

SIIRTO

PIENJÄNNITE

Perusmaksu	€/kk 254,65
Tehomaksu	2,97 /kW
* Loistehomaksu	3,53 /kvar
siirtomaksu tai siirtomaksu, päivä (7.00 - 22.00)	snt/kWh 0,89
siirtomaksu, yö (22.00 - 7.00)	0,98
	0,58

SUURJÄNNITE

Perusmaksu	€/kk 424,42
Tehomaksu	2,49 /kW
* Loistehomaksu	3,53 /kvar
siirtomaksu tai siirtomaksu, päivä (7.00 - 22.00)	snt/kWh 0,72
siirtomaksu, yö (22.00 - 7.00)	0,76
	0,59

Siirtohintoihin lisätään verkkoyhtiön perimää sähköveroa

Veroluokka 1 2,253 snt/kWh
Veroluokka 2 0,703 snt/kWh

* Loistehomaksun perusteena on kuukausittainen loistehohuippu, josta on vähennetty 20 % (ilmaisuus) saman kuukauden pätötehoaiipun määräästä.

13 Valaistuksen toteutus ja kustannusarvio

Edellä esitetyn suunnitelman mukaan kyseinen laboratoriotila tarvitsee suunnilleen yhtä monta valaisinta, olipa valaistus toteutettu sitten loisteputkin tai LED -valaistusputkin. Valaistuksen vaatimuksena oli yleisvalaistuksen valaistusvoimakkuuden arvo vähintään 500 luksia (lx).

Kyseisessä suunnitelmassa valaistuksen voimakkuudeksi tuli n.520 luksia DIALux -valaistuksen suunnitteluohjelmalla laskettuna.

Voimme todeta seuraavaa:

- Valaistuksen hankinnasta johtuva vuotuismaksu LED- tai loisteputkivalaisinten (valaisinrunko) hankintakustannukset eivät paljon eroa toisistaan, sillä molemmille valaisinputkille voidaan myös käyttää samaa valaisinrunkoa.

Näin ollen kustannuksia ajatellen voimme jättää vertailussa kyseisen hankintahinnan huomioimatta.

13.1 Vuotuiset energiakustannukset

Energiakustannuksissa saavutetaan sitten jo huomattava ero LED- ja loisteputkivalaisimien kesken. LED-lamppu maksaa energiansäästönä itsensä takaisin muutamassa vuodessa pitkän käyttöiän vuoksi (n.25 000 h), tällä hetkellä tiettävästi markkinoilla olevien LED -valuputkien elinikä on jopa 125 000 tuntia, joka vastaa noin seitsemää vuotta käyttöajasta riippuen. Energiansäästöä saavutetaan valaistuksessa jopa 50 – 90 % valonlähteen tyypistä ja iästä riippuen.

Yhteenveto			
Valaistus perinteisellä tekniikalla (10V)	Valaistus LED-tekniikalla (10V)	Energian säästö (10V)	Takaisinmaksuaika
95995 €	44014 €	316 MWh	Alle 2 vuotta

Laskelman tiedot
Laskelman valaistuksessa on käytetty 247kpl 150cm loisteputkia.
Valaistus on käytössä 3757 tuntia vuodessa, LED-putket on uusittava 13 vuoden käytön jälkeen.
Energiakustannuslaskuissa on huomioitu vuosittain 2% nouseva sähköhinta 14 snt/kWh.
Laskelman loisteputkimäärä sisältää 2223 mg elohopeaa.

Energiankulutus		
	Perinteinen	LED
Valaistuksen teho	14.326 kW	5.928 kW
Energiankulutus päivässä	24.27 €	10.04 €
Energiankulutus vuodessa	7599.78 €	3144.74 €
Energiansäästö	0%	59 %
Energiankulutus 10 vuodessa	538228 kWh	222715 kWh
Hiilidioksidipäästöt 10 vuodessa	108 tonnia	45 tonnia
Vaihdettavia lampuja 10 vuodessa	494 kpl	247 kpl

Valaistuksen kustannukset, kumulatiivinen	
0 €	100000 €
0	10
2	25
4	50
6	75
8	100

14 LED-valoputki - loisteputken korvaaja?

Led-valoputkiin ja niiden asennuksien yhteydessä mahdollisesti tehtäviin asennusmuutoksiin saattaa liittyä lukuisia sellaisia turvallisuusriskejä, joita ei ennen olla tavattu, sekä tavallisille kuluttajille, että sähköalan ammattihenkilöille. Led-valoputkilla korvataan pääasiassa T8 (T5)-loisteputket G13 (G5)-kantaisissa loisteputkivalaisimissa. Nykyisin valmistetaan LED -valoputkille valmiiksi suunniteltuja valaisimia, joihin on jo ensiasennusvaiheessa asennettu LED -valoputket.

Tyypillisimpiä kohteita LED -valaisimien käytölle ovat esimerkiksi erilaiset tuotannolliset tilat, varastotilat, teolliset tilat, myymälät, pysäköintihallit, kylmätilat ja -laitteet. Tehonkulutukseltaan pienemmillä LED -valoputkilla saavutetaan huomattavasti suuremmat kustannussäästöt valaistuksessa verrattuna valoteholtaan vastaaviin loisteputkivalaisimiin.

Suunniteltaessa tehdä muutostyöt tavallisesta loisteputkivalaisimesta LED -valoputkivalaisimeksi (myös, jos muutokset tehdään LED -valaisimesta loisteputkivalaisimeksi), pitää olla varmistunut, ettei tehtävä muutostyö missään tilanteessa ole vaaraksi turvallisuudelle, muutostyö ei myöskään saa millään tavoin heikentää asennusten yhteensopivuutta sähkömagneettisesti. Asennettavien LED -valaisimien pitää olla myös turvallisuusehdot täyttäviä, samoin kuin vaadittavat muutos- ja asennustyökin pitää tehdä annettuja ohjeita ja määräyksiä noudattaen.

Tavallisimmat markkinoilla olevat LED -valoputket ovat, joko retrofit -valoputkia tai muutossarjoja LED -valoputkille. Retrofit -valoputken voi asentaa jo valmiina oleviin loisteputkivalaisimiin muutoksitta. Muutossarjat vaativat asentajalta huomattavasti enemmän tietoa ja taitoa asentamiseen. Asentaminen pitää tapahtua muutossarjan ohjeiden mukaan.

Asennusten jälkeen kaikki muutostyöt pitää vielä huolellisesti tarkastaa ja varmistaa asennuksen turvallisuus ennen käyttöönottoa. (TUKES)

15 YHTEENVETO

Valaistustekniikka on huomattavasti kehittynyt sekä energiakulutukseltaan, että samalla myös valaisuteholtaan. LED -valaisimet tulevat yhä enemmän valtaamaan käyttäjien markkinoita. Niiden käyttämä sähköenergia on erittäin pieni verrattuna vaikkapa jo poistumassa oleviin saman tehosiin (W) hehkulamppuihin.

Aina LED -valaisin ei kuitenkaan välttämättä ole kustannustehokkain valaisinvaihtoehto varsinkaan kotitalouksissa, joissa valaistuksen käyttö on vähäistä. LED -valaisimet ovat kuitenkin hankintahinnaltaan suhteellisen kalliita. Niidenkin hinta kuitenkin on jatkuvasti alenemassa kilpailun ja valmistuksen kehityksen myötä.

Teollisuudessa, virastoissa ja esim. kouluissa LED -valaisimen käyttö tulee edukseen juuri sen pitkän käyttöiän ja lähes huoltovapaan ominaisuutensa vuoksi. Kyseisissä laitoksissa valot ovat kytkettynä koko työntekijöiden työssäoloajan, monissa teollisuuslaitoksissa valaistus on kytkettynä jopa 24 tuntia vuorokaudessa.

15.1 Pohdinta

Edellä mainituista syistä Satakunnan ammattikorkeakoulun uuden, Porin kampuksen laboratorion yleisvalaistukseen parhain valaistusvaihtoehto on juuri LED -valaisimet. Oppilaitoksessa opiskellaan viikoittain jopa kuutena (6) päivänä viikossa, n. klo 8.00 - 20.00 välisen ajan arkisin ja lauantaisin n. klo 9.00 - 15.00, joten valot sytytetään noin klo 7.30 ja sammutetaan arkisin n. klo 20.30 ja lauantaisin n. klo 15.30..

Näin ollen viikoittainen valaisinten käyttöaika on n. 80 tuntia.

Yleisvalaistuksen lisäksi laboratorio tarvitsee vielä mahdollisesti lisää kohdevalaistusta eri työpisteisiin. Työpisteissä kohdevalaistuksena saattaa olla yhtenä hyvänä valaisuvaihtoehtona myös halogeeni valaisimet.

Lähteet:

Kodin valaistusopas, 12. uudistettu painos. (Pekanheimo, I)

Motiva Oy, www.motiva.fi

Pieni suuri energiakirja, opasenergiatehokkaaseen asumiseen. (Laitinen, J)

Pori Energia Oy

RT-kortisto: valaistus, opetustilat:

RT 07-10912 Päivänvalon hallinta sisätiloissa (2008)

RT 96-10983 Koulurakennus

valaistus, toimistotilat:

RT 95-10719 Toimistotilat, tekninen suunnittelu

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes

Uusi valaistus (Tiensuu A)

Valaistuksen laskenta, mittaukset ja huolto. (Ahponen, V)

Valaistuskustannukset, Julkaisu 12-72 (Ahponen, V)

Valaistussuositukset - sisävalaistus. Suomen Valotekninen Seura ry:n julkaisu 9-1986

Valaisutekniikan käsikirja 1 (Kasurinen, E)

Valaistustekniikan käsikirja 2 (Hausmann & Majurinen)

Valaistuksesta sisätiloissa (Rihlana, S)

Ympäristö ja valo. (Salminen, M)

<http://www2.amk.fi/Ensto>

<http://www.kampus.samk.fi/pori/>

<http://www.lampputieto.fi/lamput>

<http://www.premiumlight.eu>

<http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/valaistus>

<http://www.tyoturva.fi>

<http://www.valtavalo.fi>

Liite 1 Satakunnan ammattikorkeakoulu, Porin Kampus



näkymä pääsisäänkäynti



näkymä asemalta

Samk Kampus

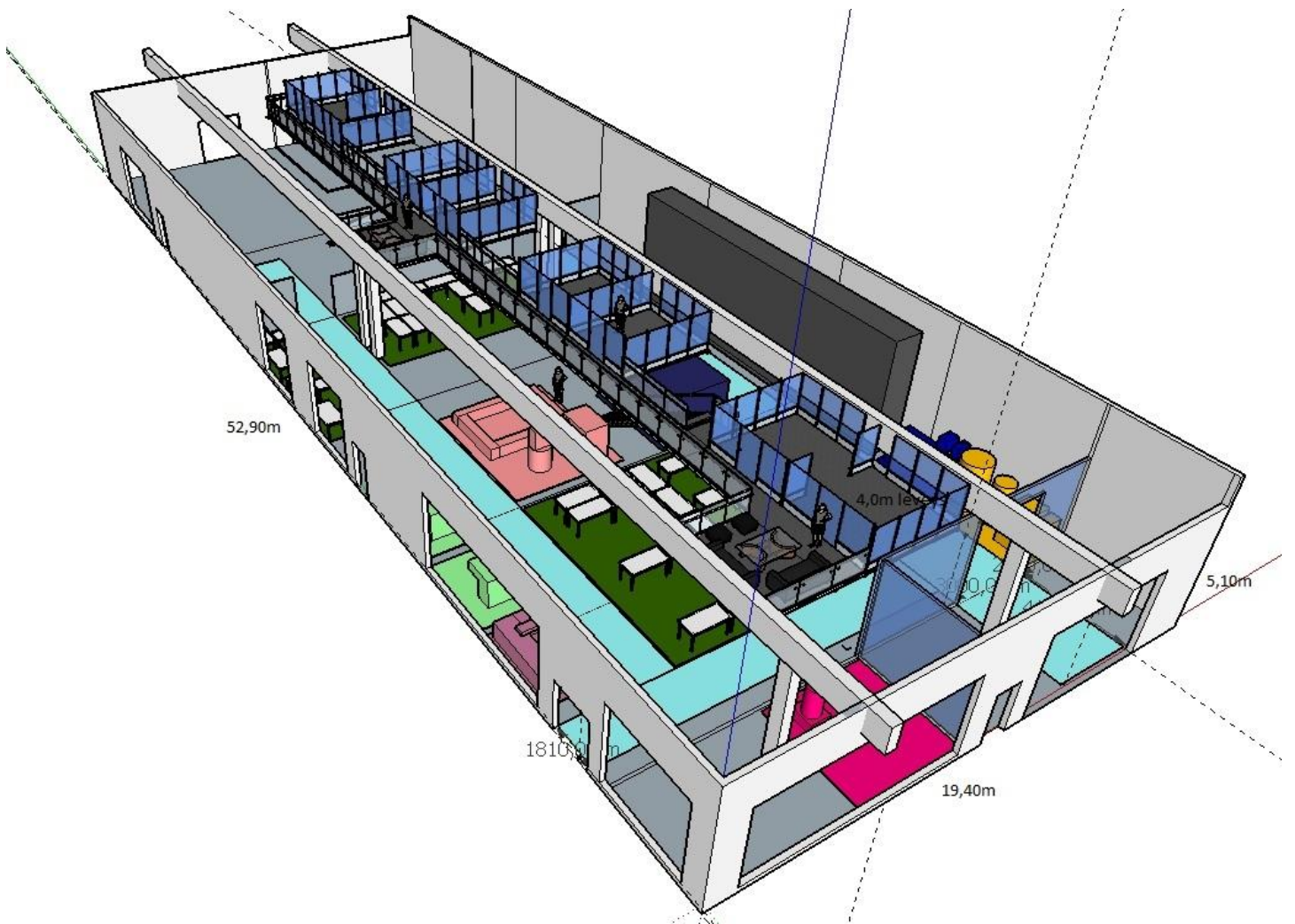
Ark L018 samk logo

Pori 16.01.2015

arkkitehti oy **asmala**

Kuva: Arkkitehtitoimiston kuva uudesta SAMK -miljööstä

Liite 2 Kampus - PORI, laboratorion 3D -mallinnos



Liite 3 TES-1336A Datalogging Light Meter (RS-232)

TES-1336A Datalogging Light Meter (RS-232)

FEATURES:

- Spectrum of photo sensor meets C.I.E. photopic curve V(λ)
- 16000 Records Data logging capacity
- RS-232 interface (software included)
- Measurement of luminous intensity (PC Software)



SPECIFICATION:

Measuring range	20/200/2000/20000 Lux, 20/200/2000/20000 Fc
Luminous intensity (cd)	Intensity = illuminance x (length) ²
Length	feet (Fc) meter (Lux)
Resolution	0.01 Lux
Accuracy	±(3% rdg + 5dgts) (calibrated to standard incandescent lamp, 2856 K)
Overrang display	OL
Record (Data logging)	16000 Point Data logger
Sensor	Silicon photo diode
Sensor lead length	150cm (approx)
Sensor probe	100(L) x 60(W) x 27(H) mm
Power source	One 9V battery
Battery life	50hrs (approx)
Operating Storage Condition	0 °C ~ 40 °C (32 °F ~ 104 °F) below 80% RH -10 °C ~ 60 °C (14 °F ~ 140 °F) below 70% RH
Dimensions	146(L) x 70(W) x 39(H) mm
Weight	300g (approx)
Accessories	Carrying case, 9V battery, instruction manual, Software, RS-232 cable, 9 Pin to 25 Pin gender changer screwdriver.

Liite 4 Kerros 1 / Tila 1 / Valaisimien sijoittelu 1/5

SAMK



DIALux

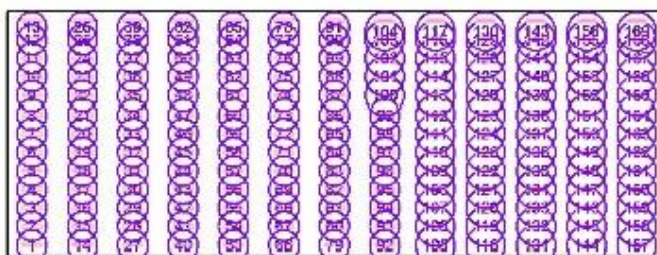
24.01.2016

Tekijä H Taipalmaa
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Valaisimet (koordinaattien luettelo)

DIAL 11 R2600/158 P8

3589 lm, 54.0 W, 1 x 1 x T26 58W (Korjaustekijä 1.000).



Numero	Sijainti [m]			Pyörähdys [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.030	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
2	2.030	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
3	2.030	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
4	2.030	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
5	2.030	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
6	2.030	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
7	2.030	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
8	2.030	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
9	2.030	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
10	2.030	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
11	2.030	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
12	2.030	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
13	2.030	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
14	6.100	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
15	6.100	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
16	6.100	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
17	6.100	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
18	6.100	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
19	6.100	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
20	6.100	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
21	6.100	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
22	6.100	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
23	6.100	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
24	6.100	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
25	6.100	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
26	6.100	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
27	10.170	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
28	10.170	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0

Liite 5 Kerros 1 / Tila 1 / Valaisimien sijoittelu 2/5

SAMK



24.01.2016

Tekijä H Taipalmaa
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Valaisimet (koordinaattien luettelo)

Numero	Sijainti [m]			Pyörähdys [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	10.170	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
30	10.170	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
31	10.170	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
32	10.170	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
33	10.170	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
34	10.170	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
35	10.170	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
36	10.170	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
37	10.170	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
38	10.170	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
39	10.170	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
40	14.240	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
41	14.240	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
42	14.240	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
43	14.240	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
44	14.240	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
45	14.240	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
46	14.240	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
47	14.240	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
48	14.240	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
49	14.240	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
50	14.240	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
51	14.240	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
52	14.240	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
53	18.310	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
54	18.310	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
55	18.310	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
56	18.310	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
57	18.310	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
58	18.310	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
59	18.310	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
60	18.310	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
61	18.310	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
62	18.310	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
63	18.310	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
64	18.310	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
65	18.310	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
66	22.380	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0

Liite 6 Kerros 1 / Tila 1 / Valaisimien sijoittelu 3/5

SAMK



DIALux

24.01.2016

Tekijä H Taipalmaa
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Valaisimet (koordinaattien luettelo)

Numero	Sijainti [m]			Pyörähdys [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
67	22.380	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
68	22.380	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
69	22.380	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
70	22.380	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
71	22.380	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
72	22.380	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
73	22.380	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
74	22.380	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
75	22.380	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
76	22.380	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
77	22.380	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
78	22.380	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
79	26.450	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
80	26.450	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
81	26.450	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
82	26.450	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
83	26.450	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
84	26.450	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
85	26.450	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
86	26.450	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
87	26.450	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
88	26.450	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
89	26.450	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
90	26.450	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
91	26.450	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
92	30.520	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
93	30.520	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
94	30.520	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
95	30.520	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
96	30.520	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
97	30.520	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
98	30.520	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
99	30.520	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
100	30.520	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
101	30.520	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
102	30.520	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
103	30.520	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
104	30.520	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0

Liite 7 Kerros 1 / Tila 1 / Valaisimien sijoittelu 4/5

SAMK



24.01.2016

Tekijä H Taipalmaa
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Valaisimet (koordinaattien luettelo)

Numero	Sijainti [m]			Pyörähdys [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
105	34.590	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
106	34.590	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
107	34.590	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
108	34.590	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
109	34.590	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
110	34.590	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
111	34.590	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
112	34.590	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
113	34.590	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
114	34.590	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
115	34.590	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
116	34.590	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
117	34.590	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
118	38.660	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
119	38.660	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
120	38.660	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
121	38.660	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
122	38.660	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
123	38.660	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
124	38.660	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
125	38.660	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
126	38.660	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
127	38.660	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
128	38.660	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
129	38.660	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
130	38.660	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
131	42.730	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
132	42.730	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
133	42.730	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
134	42.730	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
135	42.730	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
136	42.730	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
137	42.730	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
138	42.730	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
139	42.730	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
140	42.730	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
141	42.730	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
142	42.730	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0

Liite 8 Kerros 1 / Tila 1 / Valaisimien sijoittelu 5/5

SAMK



DIALux

24.01.2016

Tekijä H Taipalmaa
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Valaisimet (koordinaattien luettelo)

Numero	Sijainti [m]			Pyörähdys [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
143	42.730	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
144	46.800	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
145	46.800	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
146	46.800	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
147	46.800	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
148	46.800	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
149	46.800	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
150	46.800	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
151	46.800	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
152	46.800	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
153	46.800	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
154	46.800	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
155	46.800	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
156	46.800	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0
157	50.870	0.750	3.150	0.0	0.0	90.0
158	50.870	2.240	3.150	0.0	0.0	90.0
159	50.870	3.730	3.150	0.0	0.0	90.0
160	50.870	5.220	3.150	0.0	0.0	90.0
161	50.870	6.710	3.150	0.0	0.0	90.0
162	50.870	8.200	3.150	0.0	0.0	90.0
163	50.870	9.690	3.150	0.0	0.0	90.0
164	50.870	11.180	3.150	0.0	0.0	90.0
165	50.870	12.670	3.150	0.0	0.0	90.0
166	50.870	14.160	3.150	0.0	0.0	90.0
167	50.870	15.650	3.150	0.0	0.0	90.0
168	50.870	17.140	3.150	0.0	0.0	90.0
169	50.870	18.630	3.150	0.0	0.0	90.0

Liite 9 Kerros 2 / Tila 2 / Valaisimien sijoittelu 1/3

SAMK



DIALux

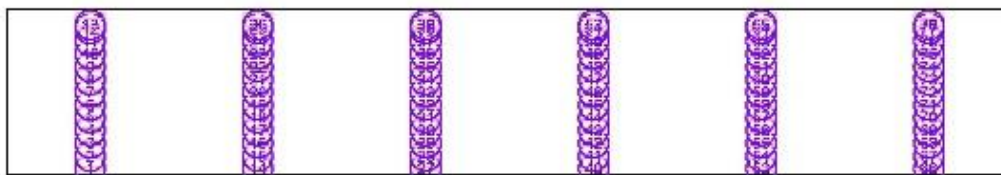
24.01.2016

Tekijä H.Taipalmaa
 Puhelin
 Faksi
 Sähköpostiosoite

Tila 2 / Valaisimet (koordinaattien luettelo)

DIAL 11 R2600/158 P8

3589 lm, 54.0 W, 1 x 1 x T26 58W (Korjaustekijä 1.000).



Numero	Sijainti [m]			Pyörähdys [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	4.410	0.330	2.600	0.0	0.0	90.0
2	4.410	1.000	2.600	0.0	0.0	90.0
3	4.410	1.670	2.600	0.0	0.0	90.0
4	4.410	2.340	2.600	0.0	0.0	90.0
5	4.410	3.010	2.600	0.0	0.0	90.0
6	4.410	3.680	2.600	0.0	0.0	90.0
7	4.410	4.350	2.600	0.0	0.0	90.0
8	4.410	5.020	2.600	0.0	0.0	90.0
9	4.410	5.690	2.600	0.0	0.0	90.0
10	4.410	6.360	2.600	0.0	0.0	90.0
11	4.410	7.030	2.600	0.0	0.0	90.0
12	4.410	7.700	2.600	0.0	0.0	90.0
13	4.410	8.370	2.600	0.0	0.0	90.0
14	13.230	0.330	2.600	0.0	0.0	90.0
15	13.230	1.000	2.600	0.0	0.0	90.0
16	13.230	1.670	2.600	0.0	0.0	90.0
17	13.230	2.340	2.600	0.0	0.0	90.0
18	13.230	3.010	2.600	0.0	0.0	90.0
19	13.230	3.680	2.600	0.0	0.0	90.0
20	13.230	4.350	2.600	0.0	0.0	90.0
21	13.230	5.020	2.600	0.0	0.0	90.0
22	13.230	5.690	2.600	0.0	0.0	90.0
23	13.230	6.360	2.600	0.0	0.0	90.0
24	13.230	7.030	2.600	0.0	0.0	90.0
25	13.230	7.700	2.600	0.0	0.0	90.0
26	13.230	8.370	2.600	0.0	0.0	90.0
27	22.050	0.330	2.600	0.0	0.0	90.0
28	22.050	1.000	2.600	0.0	0.0	90.0

Liite 10 Kerros 2 / Tila 2 / Valaisimien sijoittelu 2/3

SAMK



24.01.2016

Tekijä H.Taipalmaa
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 2 / Valaisimet (koordinaattien luettelo)

Numero	Sijainti [m]			Pyörähdys [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	22.050	1.670	2.600	0.0	0.0	90.0
30	22.050	2.340	2.600	0.0	0.0	90.0
31	22.050	3.010	2.600	0.0	0.0	90.0
32	22.050	3.680	2.600	0.0	0.0	90.0
33	22.050	4.350	2.600	0.0	0.0	90.0
34	22.050	5.020	2.600	0.0	0.0	90.0
35	22.050	5.690	2.600	0.0	0.0	90.0
36	22.050	6.360	2.600	0.0	0.0	90.0
37	22.050	7.030	2.600	0.0	0.0	90.0
38	22.050	7.700	2.600	0.0	0.0	90.0
39	22.050	8.370	2.600	0.0	0.0	90.0
40	30.870	0.330	2.600	0.0	0.0	90.0
41	30.870	1.000	2.600	0.0	0.0	90.0
42	30.870	1.670	2.600	0.0	0.0	90.0
43	30.870	2.340	2.600	0.0	0.0	90.0
44	30.870	3.010	2.600	0.0	0.0	90.0
45	30.870	3.680	2.600	0.0	0.0	90.0
46	30.870	4.350	2.600	0.0	0.0	90.0
47	30.870	5.020	2.600	0.0	0.0	90.0
48	30.870	5.690	2.600	0.0	0.0	90.0
49	30.870	6.360	2.600	0.0	0.0	90.0
50	30.870	7.030	2.600	0.0	0.0	90.0
51	30.870	7.700	2.600	0.0	0.0	90.0
52	30.870	8.370	2.600	0.0	0.0	90.0
53	39.690	0.330	2.600	0.0	0.0	90.0
54	39.690	1.000	2.600	0.0	0.0	90.0
55	39.690	1.670	2.600	0.0	0.0	90.0
56	39.690	2.340	2.600	0.0	0.0	90.0
57	39.690	3.010	2.600	0.0	0.0	90.0
58	39.690	3.680	2.600	0.0	0.0	90.0
59	39.690	4.350	2.600	0.0	0.0	90.0
60	39.690	5.020	2.600	0.0	0.0	90.0
61	39.690	5.690	2.600	0.0	0.0	90.0
62	39.690	6.360	2.600	0.0	0.0	90.0
63	39.690	7.030	2.600	0.0	0.0	90.0
64	39.690	7.700	2.600	0.0	0.0	90.0
65	39.690	8.370	2.600	0.0	0.0	90.0
66	48.510	0.330	2.600	0.0	0.0	90.0

Liite 11 Kerros 2 / Tila 2 / Valaisimien sijoittelu 3/3

SAMK



DIALux

24.01.2016

Tekijä H.Taipalmaa
 Puhelin
 Faksi
 Sähköpostiosoite

Tila 2 / Valaisimet (koordinaattien luettelo)

Numero	Sijainti [m]			Pyörähdys [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
67	48.510	1.000	2.600	0.0	0.0	90.0
68	48.510	1.670	2.600	0.0	0.0	90.0
69	48.510	2.340	2.600	0.0	0.0	90.0
70	48.510	3.010	2.600	0.0	0.0	90.0
71	48.510	3.680	2.600	0.0	0.0	90.0
72	48.510	4.350	2.600	0.0	0.0	90.0
73	48.510	5.020	2.600	0.0	0.0	90.0
74	48.510	5.690	2.600	0.0	0.0	90.0
75	48.510	6.360	2.600	0.0	0.0	90.0
76	48.510	7.030	2.600	0.0	0.0	90.0
77	48.510	7.700	2.600	0.0	0.0	90.0
78	48.510	8.370	2.600	0.0	0.0	90.0