



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MONITOIMIHALLIN SÄHKÖSUUNNITELMA

TEKIJÄ

Henry Suhonen

| | |
|--|-----------|
| Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala | |
| Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma | |
| Työn tekijä(t) Henry Suhonen | |
| Työn nimi Monitoimihalli sähkösuunnitelma | |
| Päiväys | 19.5.2016 |
| Sivumäärä/Liitteet | 30/23 |
| Ohjaaja(t) Lehtori Heikki Laininen | |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Sähköasennus sähkömestarit Oy | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Sähköasennus sähkömestarit Oy:lle Kuopiosta, jolta työn oli tilannut TTY-Asunnot Oy. TTY-Asunnot Oy on kuopiolaisen työterapisen yhdistyksen omistama osakeyhtiö. Työn tavoitteena oli tehdä sähkösuunnitelma monitoimihalliin, jossa tehdään puu- ja askartelutöitä. Opinnäytetyössä käydään teoriaa rakennushankkeesta ja sähkösuunnittelusta. Työn tarkoituksena oli myös tehdä selkeä ja helposti ymmärrettävä sähkösuunnitelma monitoimihallista.</p> <p>Hallin suunnittelu osassa käydään teoria osuuden mukaan hallin sähkösuunnittelu. Siinä käydään läpi laskukaavoja ja selvennetään niiden perusteilla tehdyt valinnat. Samalla tehdään sähköpiirustuskuvat kohteesta ja on selitetty siinä huomioon otettuja asioita. Työ toteutetaan CADS-PLANNER 16:lla, jolla piirretään sähkökuvat, ja DIALux-ohjelmalla suunnitellaan hallin valaistus. Sähkösuunnitelma saatiin tehtyä ajoissa ja hallin rakentaminen aloitetaan kesällä 2016.</p> | |
| Avainsanat monitoimihalli, sähkösuunnitelma, suunnittelun vaiheet | |

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
Abstract

| | | | |
|--|-------------|------------------|-------|
| Field of Study Technology, Communication and Transport | | | |
| Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering | | | |
| Author(s) Henry Suhonen | | | |
| Title of Thesis Electricity Plan for a Multi-Purpose Hall | | | |
| Date | 19 May 2016 | Pages/Appendices | 30/23 |
| Supervisor(s) Mr Heikki Laininen, Lecturer | | | |
| Client Organisation /Partners Sähköasennus sähkömestarit oy | | | |
| <p>Abstract</p> <p>This thesis was done for Sähköasennus sähkömestarit Oy from Kuopio. They received the commission from TTY-Asunnot Oy, which is a work therapy association owned limited company. The goal of the thesis was to make an electricity plan for a multi-purpose hall, which is used for wood and hobby works.</p> <p>First, theory on building projects and making electricity plans was studied. Secondly, the needed formulas were studied and the choices made on the basis of them were clarified. The work was carried out with CADs-PLANNER 16, which was used to draw electricity plans. The Hall lighting design was made by the DIALux software.</p> <p>As a result of this thesis, an electrical diagram was produced with explanations considering the design choices made in the diagram. The electricity plan was completed on time and the construction will start in spring 2016.</p> | | | |
| <p>Keywords multi-purpose hall, electrical plan, draw electrical plan</p> | | | |
| | | | |

ESIPUHE

Haluan kiittää Sähköasennus Sähkömestarit Oy:tä tarjoamasta työstä, joka oli mielenkiintoinen ja tarpeeksi haastava opinnäytetyöksi. Erityiskiitoksen saa Martti Ikonen, joka antoi tämän aiheen ja auttoi työn tekemisessä. Samalla kiitään ohjaavaa opettajaa lehtori Heikki Lainista työn ohjaamisesta ja neuvojen antamisesta.

Työ mahdollisti minun oppia enemmän sähkösuunnitelmien laatimisesta ja sain suunnitella suuriin kohteisiin itsenäisesti tähän mennessä. Samalla pääsen vielä seuraamaan kesällä kun halli rakennetaan. Uskon työstä olevan hyötyä tulevaisuudessa Sähköasennus Sähkömestarit Oy:lle vastaavien suunnitelmien opastaavana pohjana.

Kuopiossa 19.5.2016

Henry Suhonen

SISÄLTÖ

| | |
|--|----|
| ESIPUHE..... | 4 |
| SISÄLTÖ..... | 5 |
| 1 JOHDANTO..... | 7 |
| 2 RAKENTAMISEN VAIHEET | 8 |
| 2.1 Yleisesti rakentamisen vaiheet | 8 |
| 2.2 Sähkösuunnittelian osuus rakennushankkeessa..... | 9 |
| 3 SUUNNITTELUN VAIHEET | 12 |
| 3.1 Pääsulakkeen mitoitus..... | 12 |
| 3.2 Liittymisjohto mitoitus | 14 |
| 3.3 Asemapiirustus | 14 |
| 3.4 Nousujohtokaavio | 15 |
| 3.5 Keskukset ja keskuspääkaaviot | 15 |
| 3.6 Tasopiirustus | 15 |
| 3.7 Ryhmäjohdot ja niiden laskenta | 17 |
| 3.8 Lämmitys | 19 |
| 3.9 Valaistus | 20 |
| 3.10 Maadoitus | 20 |
| 4 MONITOIMIHALLI | 22 |
| 4.1 Hallin tekniikka | 22 |
| 4.2 Pääsulakkeen ja liittymisjohdon valinta..... | 23 |
| 4.3 Asemapiirustus | 26 |
| 4.4 Nousujohtokaavio | 26 |
| 4.5 Tasopiirustus | 27 |
| 4.6 Ryhmäjohdot..... | 27 |
| 4.7 Maadoituskaavio | 28 |
| 4.8 Valaistus | 28 |
| 4.9 Hankinta-aineisto | 28 |
| 4.10 Sähkötyöselitys..... | 28 |
| 5 YHTEENVETO..... | 29 |
| LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT | 30 |
| LIITE 1: PIIRUSTUSLUETTELO..... | 31 |

| | |
|--|----|
| LIITE 2: ASEMAPIIRRUSTUS..... | 32 |
| LIITE 3: 1.KRS OSAT | 33 |
| LIITE 5: NOUSUKAAVIO | 36 |
| LIITE 6: KESKUSKAAVIO JA KANSILEHTI..... | 37 |
| LIITE 7: VALAISINLUETTELO..... | 40 |
| LIITE 8: MAADOITUSKAAVIO | 41 |
| LIITE 9: SÄHKÖSELOSTUS | 42 |
| LIITE 10: VALAISTUSLASKENNAT | 50 |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on laatia monitoimihallin sähkösuunnitelma. Hallissa tulee olemaan puutyöpuoli, varasto, traktoritali, toimisto, askarteluhuone ja sosiaalitilat. Puutyötilassa voi tehdä pieniä puutöitä. Varasto puolella luonnollisesti säilytetään tavaroita ja sen takanurkkaukseen on tehty pieni osa missä voidaan myöhemmin tehdä pieniä metallitöitä.

Työn tilaaja on Sähköasennus Sähkömestarit Oy. Yritys toimi aiemmin toiminimellä sähköasennus Martti Ikonen mutta vaihtoi yritysmuotoaan 2015 - 2016 vuodenvaihteessa. Samalla yrityksen nimi vaihtui sähköasennus sähkömestarit Oy:ksi. Yritys on tällä hetkellä vielä pieni, mutta kasvaa koko ajan. Yritys tekee sähköasennus-, korjaus-, huolto- ja sähkösuunnitelmia. Tämän lisäksi yritys asentaa ja jälleenmyy ilmalämpöpumppuja.

Työ tehdään TTY-Asunnot Oy:lle, joka on kuopiolaisen työterapisen yhdistyksen kokonaan omistama osakeyhtiö. Se rakennuttaa ja vuokraa asuntoja Kuopion alueella ja sen hallinnassa on arviolta noin pari sataa vuokra-asuntoa kuopion alueella. Hallin on tarkoituksena toimia askartelu- ja puutyötilana TTY-Asuntojen asiakkaille sekä mahdollisesti muille.

Työn tarkoituksena on perehtyä siihen, mitä kaikkea sähkösuunnittelijan tulee ottaa huomioon sähköjen suunnittelussa ja toteutuksessa hallia suunniteltaessa. Hallin rakentaminen on tarkoitus aloittaa kesällä 2016.

2 RAKENTAMISEN VAIHEET

2.1 Yleisesti rakentamisen vaiheet

Hallin rakentaminen alkaa rakennushankkeella, joka alkaa rakentamis päätöksestä. Rakentamishanke päättyy siihen, kun rakennettu tila on otettu käyttöön. Sähkösuunnittelu on yksi osa rakentamishanketta. Tässä luvussa esitellään rakennushankkeen vaiheet ja toimijat. (Harsia, 2004, s. 30)

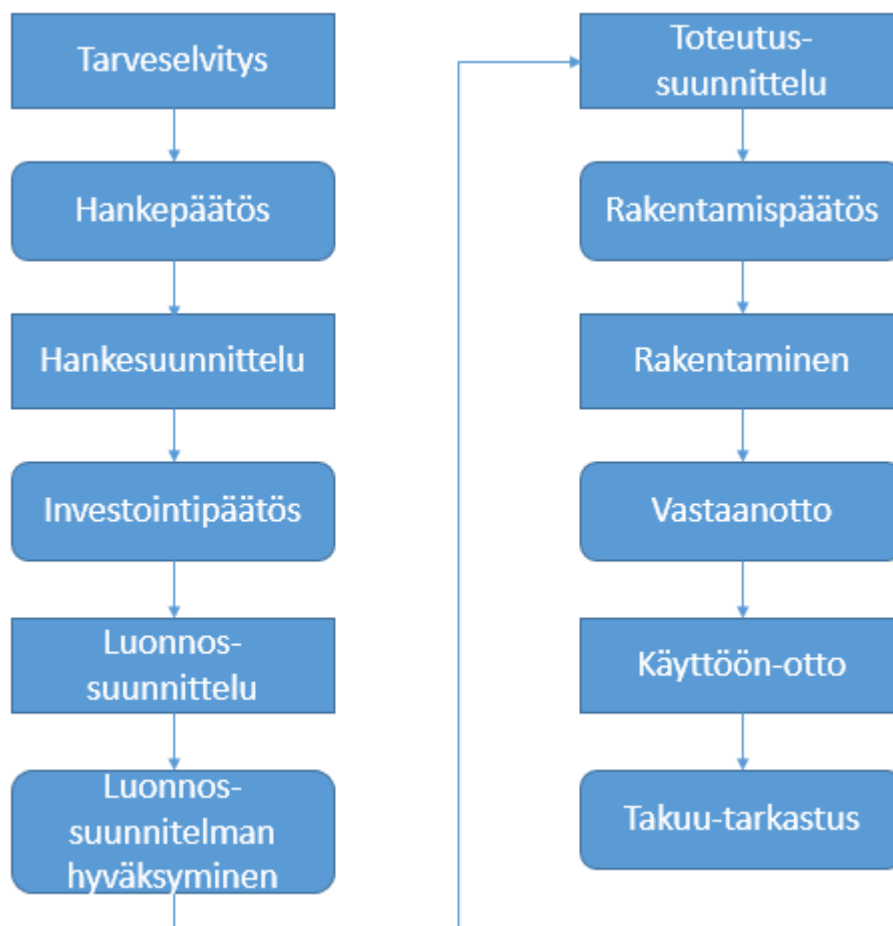
Rakennushankkeen ensimmäisenä vaiheena on tarveselvitys. Siinä selvitetään rakennushankkeen tarpeellisuus, toteuttamismahdollisuuksia sekä edellytyksiä tulevalle tilalle. Näistä kootaan lopuksi tarveselvitys, josta saadaan hankesuunnittelupäätös. (Harsia, 2004, s. 30)

Hankesuittelussa käydään läpi toteuttamismahdollisuudet ja toteutusvaihtoehdot, joiden pohjalta arvioidaan hanke. Avioiden pohjalta kootaan hankesuunnitelma, jossa asetetaan hankkeelle kustannustasarvio sekä aikataulu. Näiden pohjalta pystytään hankkeelle asetettavaan laajus- ja laatuvaatimet. Hankesuunnitelmassa kerätyistä tiedoista saadaan tehtyä investointipäätös. (Harsia, 2004, s. 30)

Seuraavana vaiheena on rakennussuunnittelu, joka jakautuu luonnos- ja toteutus suunnitteluun. Luonnossuunnitteluvaiheessa on tarkoituksena määrittellä tilan suunnitteluratkaisu, valita tekniset järjestelmät sekä toteutustapa. Näiden jälkeen hyväksytään luonnossuunnitelma ja tehdään tarvittavat asiakirjat rakennuslupaa varten. Toteutussuunnitteluvaiheessa valitaan hankkeen urakointitapa ja laaditaan sopivat hankinta-asiakirjat ja rakennuspiirustukset. Näiden lisäksi vielä laaditaan rakentamispäätös ja solmitaan urakkasopimukset. Samalla voidaan jo valmistella tulevia hankintoja kohteeseen. (Harsia, 2004, s. 30)

Tämän jälkeen on enää rakentamisvaihe, eli hankkeen kiinteistö rakennetaan. Rakentamisvaiheessa varmistetaan, että kohde toteutetaan suunnitelmien mukaan ja että se täyttää laatu- ja standardikriteerit. (Harsia, 2004, s. 30)

Viimeisenä on käyttöönotto vaihe. Silloin otetaan kiinteistö käyttöön ja tehdään tarkastukset. Yksi tarkastuksen tehtävistä on suunnittelijan tarkistaa, onko rakennus toteutettu suunnitellulla tavalla. Jos tarkastuksessa huomataan virheitä ja ettei urakkaa ole toteutettu suunnitellulla tavalla tämän seurauksena aloitetaan selvittely. Siinä tarkistetaan onko suunnitelma puuttellinen vai onko poikettu annetuista ohjeista. Mikäli näin on käynyt, joutuu virheen tehnyt maksamaan vahingonkorvauksia. (Harsia, 2004, s. 31)



KUVIO 1. Rakennushankkeen vaiheet

2.2 Sähkösuunnittelian osuus rakennushankkeessa

Rakennushankkeessa on yleensä sähkö-, lvi- ja rakennuspuolella omat suunnittelijansa. Sähkösuunnittelun osuus voi olla jaettu esimerkiksi talotekniikka- ja automaatiopuoli eri suunnittelijoille. Tässä luvussa käsitellään sitä, mitä sähkösuunnittelija tekee missäkin vaiheessa rakennushanketta.

Tarveselvitysvaiheessa ei yleensä tarvita sähkösuunnittelijaa. Mutta jos tulevaan kiinteistöön on tulossa joihin normaalista poikkeavaa, voidaan käyttää sähkösuunnittelijaa hyödyksi esimerkiksi laskemaan poikkeavan tekniikan teknisiä vaatimuksia. (Harsia, 2004, s. 56)

Hankesuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelijaa käytetään selvittämään, onko tuleva hanke mahdollista toteuttaa halutulla tavalla. Siinä sähkösuunnittelijalle pitäisi tulla selväksi kohteen käyttötarkoitus. Samalla suunnittelijan tulisi tässä vaiheessa osata tehdä arvio tulevista kustannuksista sähköistyksen osalta. Suunnitelmaa varten kootaan seuraavat tiedot:

- varustetaso
- käytön määrä
- vaatimukset
- turvallisuustavoitteet ja luokitukset
- energialaskema.

Sähkösuunnittelija tarvitsee tiedot seuraavista:

- tuleva lämmitystapa ja ohjaus
- käyttöaika
- valaisuvaatimus w/m^2
- kulunvalvonta ja tiedonsiirto
- iv-ohjaus
- kojekuormat
- laajennettavuus tulevaisuudessa
- asiakkaan erikoistoiveet. (Harsia, 2004, ss. 59, 61.)

Edellä esitettyjen pohjalta ja muiden suunnittelioiden kanssa yhteistyössä tulisi sähkösuunnittelijan voida toteuttaa suunnitelma, joka vastaisi ja palvelisi tilaa halutulla tavalla. Samalla sen tulee noudattaa suomen sähköalan standardeja ja ST-kortti suosituksia.

Asiakkaan valittua haluamansa tekniset toiminnot sähkösuunnittelijan esityksistä tulee seuraavaksi asiakkaan hyväksyä kustannustavoitteet, jonka pohjalta tehdään investointipäätös rakennushankkeesta. Vielä päätökset eivät ole lopullisia ratkaisuja tekniikalle. (Harsia, 2004, s. 61.)

Luonnossuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelijan tulisi voida esittää asiakkaalle kohteeseen suunnitteleman sähköjärjestelmä. Sähkösuunnittelija esittelee, minkälaista varustusta on suunnitellut kohteeseen sekä millaisia toiminnallisia ratkaisuja hänen suunnitelmansa sisältää. Tässä vaiheessa sähkösuunnittelija on myös mitoittanut kohteeseen tulevan pääsulakkeen sekä liittymisjohdon. Samalla esitellään asiakkaalle tasokuva, jossa nähdään sähkökalusteiden sijainnit. Sähkökalusteita ovat esimerkiksi valot, kytkimet ja pistorasiat. Tässä vaiheessa tilaaja voi vielä vaikuttaa suunniteltuihin pisteisiin. Samalla tulisi olla tehtynä suunnitteluasiakirjat ja kustannuslaskelma. (Harsia, 2004, ss. 62-66.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa tulisi sähkösuunnittelijalla olla suunniteltuna tarkat mitat ja tarkennettuna kaikki sähköiseen järjestelmään kuuluvat kojeet ja kohteet. Näitä ovat asennustavat, johtoreitit ja olla laadittuna sähkötyöselitys. Näiden pohjalta tulisi sähkösuunnittelijalla olla tarvittavat dokumentit toteuttaa suunniteltu kohde. (Harsia, 2004, ss. 66-69.)

Seuraava vaihe on tehdä hankinta-aineisto. Se voi ajoittua suunnittelussa eri vaiheisiin riippuen suunnitelman toteutustavasta. Sähkösuunnittelijan tulee määrittää seuraavat suunnitelmaansa koskevat asiat:

hankinnan kaupalliset-asiat

- hankintarajat
- urakkarajat
- muut kaupalliset ehdot

tekniset asiat

- tuotteet
- määrät
- suositustavat
- laatutaso
- toteutustavat
- muut tekniset asiat.

Suunnittelioiden on hyvä tehdä yhteistyötä, ettei tule päällekkäisyyksiä. Tarjouksen laatimista hankaloittavat huono yhteistyö sekä laaja tarjouspyyntöaineisto. Hankinta-aineisto on periaattessa toteutussuunnittelusta koottu tiivistelmä. Sen tarkoituksena on helpottaa tarvikkeiden kilapiluttamista. (Harsia P. A., 2004, s. 69)

Rakennusvaiheessa sähkösuunnittelija voi käydä työmaalla tarkistamassa, että työt tehdään suunnitellulla tavalla. Mikäli suunnitelmaa ei voida toteuttaa, kutsutaan suunnittelija paikalle selvittämään muuta ratkaisua. Rakennusvaiheessa tapahtuneet muutokset ja virheet korjataan käsin suunnitelmaan, jonka suunnittelija piirtää puhtaaksi kohteen valmistuttua. (Harsia, 2004, ss. 74-76.)

Sähkösuunnittelijan on oltava mukana käyttöönottoaiheessa. Siinä sähkösuunnittelija toimii suunnitelmansa asiantuntijana ja pystyy toteamaan, onko suunnitelutavoitteet saavutettu. Tämän lisäksi käyttöönottoaiheessa on takuutarkastus, jossa suunnittelijan tulee olla osallisena. Hyväksytyllä takuutarkastuksella vapautetaan takuut. Samalla suunnittelijan tulee toimittaa lopulliset piirustukset tilaajalle, jos alkuperäisiin on tullut muutoksia. (Harsia, 2004, ss. 76-80.)

3 SUUNNITTELUN VAIHEET

Tässä luvussa käydään läpi sähkösuunnitelman eteneminen vaiheittain ja se, mitä tulee ottaa huomioon. Tämä kohta on rakennushankkeessa luonnosuunnitelmavaihetta. Siinä sähkösuunnittelua tulee selvittää seuraavat asiat:

- pääsulakkeen mitoitus
- liittymisjohdon mitoitus.

Toteutus suunnitteluvaiheen asiat sähkösuunnittelussa ovat:

- asempiirustus
- tasokuvien piirtäminen
- nousujohtokaavio
- keskuksat
- keskuksen ohjaukset ja kaaviot
- ryhmäjohtotus
- lämmitys
- valaistus
- maadoitus.

Hankinta-aineiston laatimiseen kuuluvat (huom voi olla myös tässä vaiheessa)

- ajoituskohta
- tarjouspyynnöt
- asiakirjat ja tekniset asiat.

3.1 Pääsulakkeen mitoitus

Pääsulakkeen tarkoituksena on toimia liittymisjohdon suojana. Pääsulake mitoitetaan laskemalla kiinteistön teho, josta saadaan johdettua mitoitusvirta. Tämän virran tulisi olla suurin virta, jonka kuorma aiheuttaa ja jonka avulla saadaan määritettyä pääsulake. Monitoimihallille ei ole suoraa omaa laskukaavoja niin kuin esimerkiksi omakotitaloille ja kerrostaloille. Koska hallien käyttötarkoitukset voivat olla erilaisia, jonka seurauksena kuormienkin vaihtelu on suurta. Tästä seurauksena voi olla esimerkiksi suuria tehonvaihteluita. (ST13.31, 2015)

Halleissa teho saadaan laskemalla niiden laitteiden teho, jotka tulevat käyttöön. Yhteen laskemalla laitteiden tehot saadaan laitteiston kokonaisteho. Samalla tulisi arvioida, mikä on laitteiden yhtäaikaisuus, käyttövaihtelukerroin, kulutuksen kasvukerroin sekä tehokerroin. Hallissa tuottaa suurta tehokuormaa laitteisto, valaistus ja lvi. Tietysti kuormien suuruudet vaihtelevat hallin käyttötarkoituksen mukaan. Laskettua hallin kokonaistehopäätöteho muutetaan se näennäistehoksi kaavalla 1. Sen avulla voidaan laskea virta kaavalla 2.

(1)

$$S = \frac{P}{\cos\phi} * k * g$$

Jossa:

S= Näennäisteho kilovolttiampeereina

P= teho kilowatteina

$\cos\phi$ = tehokerroin

k = yhtäaikaisuus tai käytönvaihtelukerroin

g = kulutuksen kasvuvara.

(Amk-Kustannus, 2010, s. 126)

(2)

$$I_b = \frac{S}{\sqrt{3} * U_p}$$

Jossa:

I_b=mitoitusvirta

U_p=verkonpääjännite kilovoltteina. (Amk-Kustannus, 2010)

Pääsulake (Taulukko 1) valitaan mitoitusvirrasta seuraava suurempi sulakekoko. On hyvä kuitenkin huomioida pääsulaketta valittaessa mahdolliset kasvu muutokset laitteistoon ja hallin kuormitukseen.

TAULUKKO 1. Tulppasulakekoot (Harsia P. , 2009)

| Mitoitusvirta I_N : A | Tunnus- väri | gG-su- lake 0,4S | Vaadittu mitattu arvo: A | gG-su- lake 0,5S | Vaadittu mitattu arvo: A | Varokekannan koko |
|----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------|
| 6 | Vihreä | 46,5 | 58,2 | 28 | 35 | DII |
| 10 | Punainen | 82 | 102,5 | 46,5 | 58,2 | DII |
| 16 | Harmaa | 110 | 137,5 | 65 | 81,3 | DII |
| 20 | Sininen | 145 | 178,7 | 85 | 104,5 | DII |
| 25 | Keltainen | 180 | 218,35 | 110 | 127,6 | DII |
| 35 | Musta | 270 | 258 | 165 | 150,8 | DIII |
| 50 | Valkoinen | 470 | 297,65 | 250 | 173,9 | DIII |
| 63 | Kupari | 550 | 337,3 | 320 | 197,1 | DIII |

3.2 Liittymisjohto mitoitus

Kun pääsulake on mitoitettu, mitoitetaan seuraavaksi liittymisjohto. Liittymisjohdon on kestävä minimissään pääsulakkeen nimellisvirta ja oikosulkuutilanteessa lauetta sille määrättyssä ajassa. Liittymisjohdon nopea poiskytkentäaika on 5 s. Se on ilmoitettu koulutusmateriaaleissa ja standardissa SFS 6000. Liittymisjohdon tarpeeksi nopea laukeamis aika saadaan laskettua kaavalla 3 ja 4. (SFS-6000, 2012)

(3)

$$I_z \leq \frac{1,6}{1,45} * I_N$$

Jossa:

I_z = vaadittu kuormitettavuus johtimelta suojalaitteelle

I_N = sulakkeen nimellisvirta. (Tiainen, 2010)

(4)

$$I_2 \leq 1,6 * I_N$$

Jossa:

I_2 = virta, joka on riittävän suuri, jotta suojalaite toimisi tarpeeksi nopeasti.

(SFS-6000, 2012, ss. 16-17)

Jossa:

(5)

$$\text{Johdon kuormitettavuus} = \frac{I_z}{\text{Johdon korjauskerroin}}$$

3.3 Asemapiirustus

Asemapiirustus on kokonaisuus, jossa näkyy kohderakennus sekä sitä ympäröivän alueen rakennusten sijainnit. Sähkösuunnittelian tulee piirtää asemapiirustukseen kaikki ne sähköjärjestelmät, jotka ovat rakennuksen ulkopuolella. Näitä on esimerkiksi liittymiskaapeli, joka loppuu tontin rajalle, sillä siitä eteenpäin kaapelin omistaa sähköyhtiö. Lisäksi tulee piirtää muut kaapelit sekä ulkopuoliset sähköpisteet esimerkiksi ulkovalaisimet, mutta ei rakennuksen julkisivuvalaisimia. Asemapiirustuksissa yleisesti käytetty mittakaava on 1:100, mutta isommissa kiinteistöissä joudutaan käyttämään suurempaa mittakaavaa.

3.4 Nousujohtokaavio

Nousujohtokaaviosta selviää keskuksien ja sähköjärjestelmän ideologinen kuva. Siinä on esitetty esimerkiksi keskuksien välisien nousujohtojen pituudet ja kaapelityypit, joiden avulla saadaan laskettua oikosulkuvirrat.

3.5 Keskukset ja keskuspääkaaviot

Keskukset valitaan sille lasketun mitoitusvirran perusteella. Eli laskeetaan yhteen kaikki keskuksen alaisuudesta tuleva kulutus. Se tulee arvioida samalla tavalla kuin pääsulakkeessa, ja käytetään samaa kaava 1, jolloin saadaan sähkötehosta mitoitusvirta. Mitoitusvirran avulla valitaan sopiva keskus kohteeseen. Keskuksien suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon selektiivisyys ja keskuksen fyysinen koko. Keskuksen peruskomponentteja ovat pääkytkin, johdosuojakatkaisija ja vikavirtasuojaja. Fiksua on valita keskus kooltaan iso, että siihen on myöhemmin helppo lisätä laajennuksia, koska sähkönkäyttö kasvaa jatkuvasti, jolloin on tarvetta lisäyksille.

Keskuksien pääkaavioissa esitetään keskuksessa olevat johtojen tulot, lähdöt ja komponentit. Pääkaaviopiirustuksen perusteella tulisi voida koota keskus. Keskuksen pääkaavion kansilehdesä tulee olla seuraavat keskuksen tiedot:

- käytetty jakelujärjestelmä
- syöttöjohdon tyyppi ja tulosuunta
- ip-luokka
- keskuksen rakenne
- malli
- valmistaja
- maadoitusjärjestelmä.

3.6 Tasopiirustus

Tasopiirustuksessa on tarkoituksena esittää pistekuvana sähköjärjestelmä. Siinä on esitetty sähkökalusteiden eli pistorasioiden, valaisimien, kytkimien, jakorasioiden, johdotukset eli kaikki sähköjärjestelmän pisteiden paikat. Mikäli kuvassa on atk tai antenni järjestelmän pisteitä ne tulee myös merkitä tasokuvaan, mutta niille tehdään myös oma kuva erikseen. Yleiset asunnuskorkeudet on määritetty kytkimille, painikkeille, pistorasioille, telepisteille ja valopisteille.

| ASENNUSKORKEUDET YLEENSÄ | LATTIASTA mm |
|---|----------------------------|
| OHJAUSPISTEET | |
| Kytkimet yms. | 1000 |
| Termostaatit, mekinantokojeet yms. | 1400 |
| Palohälytyspainike | 1700 |
| PISTORASIA, TELEPISTEET | |
| Asuinhuoneet | 200 |
| Pesu- ja kylpyhuone alatapa | 800 tai 1000 |
| Pesu- ja kylpyhuone ylätapa | 1700 |
| Pesu- ja kylpyhuone, kodinkoneasennusten niin vaatiessa esim. "Pesutorni" | 1900 |
| Siivous | 1000 tai 1800 |
| Porrashuone, kellarikäytävä | 1800 |
| Parveke, alatapa | 300 |
| Parveke ylätapa | 1700 |
| Keittiön työpöytä | 1000 tai 1200 |
| Astianpesukone (viereisessä kaapissa) | 300 |
| Kylmäkaappiyhdistelmä | 2200 |
| Liesituuletin | 1800 |
| Lieden pistorasia tai liitäntärasia | 300 |
| Soittokello | 2200 |
| SEINÄVALOPISTEET | |
| Kylpyhuoneen ja WC:n peilivalaisin, kiinteä liitäntä (Peilin päällä) | 1900 |
| (Peilin sivulla) | 1700 |
| Peilikaapin liitäntä | Kalustopiirustuksen mukaan |
| Kaapit matalalla (työtaso 850 mm) | |
| Keittiön työtasovalaisin | 1300 |
| Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin | 1300 |
| Kaapit korkealla (työtaso 900 mm) | |
| Keittiön työtasovalaisin | 1380 |
| Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin | 1400 |
| JAKORASIA | 2200 tai katossa |

KUVA 1. Yleisimmät asennuskorkeudet (Sähköinfo, ST 51.22, 2013)

Jos kalusteiden asennuskorot poikkeavat vakiokoroista, tulee ne merkitä tasokuvaan, mitottaen lattiasta. Tasokuvassa on hyvä piirtää johdotusreittien pituudet ja kalusteiden paikat mahdollisimman tarkasti, jotta myöhemmin laskettaessa ohjelmalla jännitteenalenemat ja oikosulkuvirrat olisivat oikeat. Näiden lisäksi tasokuvassa tulee olla merkattuna valisimien viereen valaisinpositio. Sen avulla asentaja tietää, minkälaisen valaisimen asentaa mihinkin valaisin pisteeseen ja tarkistamaan valaisinluettelosta merkityt asennustavat lamput ja muut huomioitavat tiedot valaisimesta.

3.7 Ryhmäjohdot ja niiden laskenta

Tasokuvassa tulee näiden lisäksi olla merkittynä vielä ryhmäjohdot. Ryhmäjohdolla ilmaistaan keskukselta lähtevä syöttö numerolla ja merkataan tasokuvassa samalla numerolla, mihin ryhmään syöttö tulee. Tasokuvassa ryhmänumero on ilmoitettu pallon sisässä jonka perässä on nuoli. Se on yhdistetty kojeeseen mistä selviää mitä ryhmää se syöttää ja siitä on voitu ketjuttaa tai jatkaa muihin kojeisiin. Ryhmäjohtoja mitoittaessa tulee huomioida oikosulkuvirran riittäminen, suojalaitteen toimiminen määrätysässä ajassa, johtojen oikea asennustapa ja mitoitus, jotta johdin tai kaapeli kuumene liikaa sekä jännitteenaleneman pysyminen tarpeeksi pienenä. Nykyään suojalaitteina käytetään johdonsuojakatkaisijoita. SFS 600–standardissa ryhmäjohtoilla vaadittu toiminta-aika on 0,4 s, kun esimerkiksi liittymisjohdolla ja keskuksien välillä se on 0,5 s.

Kun on saatu selville suojalaitteen nimellisvirta, lasketaan sille korjattuna kuormitettavuus. Tämän perusteella pystytään valikoimaan kaapeli. Ryhmäjohtoja laskettaessa on hyvä ottaa huomioon asennustavat. Johtojen kuormitettavuus muuttuu huomattavasti poikkeavien asennustapojen myötä. Tällaisia asennustapoja ovat esimerkiksi jos kaapeleita on paljon samassa nipussa, kaapelit menevät normaalia lämpötilaa poikkeavasta paikasta, kaapelit menevät lämpöeristeiden lävitse tai muuta ympäristössä lämpötilaan vaikuttavaa asiaa. Näille on olemassa omat korjauskertoimensa, joilla saadaan laskettua kaapelille uusi arvo, jonka perusteella kaapeli valitaan. Korjauskertoimia löytyvät esimerkiksi Käsikirjasta rakennusten sähköasennukset ja monista muista kirjoista. Jos kaapeliin vaikuttaa useita kuormitettavuustekijöitä, lasketaan se heikoimmalla kuormitettavuus kertoimella.

Kaavojen 5,6,7,8 avulla pystytään laskemaan ja mitoittamaan ryhmäjohtojen johdonsuojakatkaisija tai Gg-sulaketyyppi sekä valittava kaapeli. Samasta kirjasta kuin kaapelien korjauskertoimet rakennusten sähköasennukset, löytyvät omat taulukot erikokoisille johdonsuojakatkaisijoille tai Gg-sulakkeille. Näistä taulukoista voi tarkistaa vähimmäiskuormitettavuuden suojalaitetta mitoittaessa. (Tiainen, Johdon mitoitus ja suojaus, 2010, s. 35 45 91 92)

Ensimmäisenä on kokonaisimpedanssin laskentakaava.

(6)

$$Z_{k2} = Z_{k1} + (S * z * 2)$$

Jossa:

Z_{k1} = edeltävän verkon impedanssi

Z_{k2} = kokonaisimpedanssi

S = johdon pituus (km)

z = impedanssi(johto) Ω /km

2 = kerroin, koska oikosulkuvirta kulkee vaihetta pitkin mentäessä ja nolajohtimen kautta takaisin tullessa. (Tiainen, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 2010, s. 101)

Toisena laskukaavan käytetään oikosulkuvirranlaskentakaavaa. Sillä saadan selville ryhmän pienin oikosulkuvirta, jonka avulla pystytään mitoittamaan oikeankokoinen suojalaite suojattavalle ryhmälle.

(7)

$$I_k = \frac{c * U}{\sqrt{3} * Z}$$

Kaava 7:

I_k = pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta (A)

C = kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteenaleneman liittimissä, johdoissa, sulakkeissa, kytkimissä jne.

U = pääjännite(V)

Z = virtapiirin kokonaisimpedanssi, joka muodostuu

- jakelumuuntaja edeltävän verkon impedanssista

- muuntajan impedanssista

- muuntajan jälkeisten johtimien impedanssista. (Tiainen, Käsikirja rakennusten

sähköasennuksista, 2010, s. 95)

Viimeisenä kaavana on jännitteenaleneman laskeminen. On suositeltavaa ettei jännitteenalenema ylittäisi 4 % ryhmäjohtotasolla. Keskuksella jännitteenalenema ei saisi olla ± 10 %. Jos jännitteenalenema menee suuremmaksi kuin kyseisessä arvoissa voidaan se hyväksyä erikoistapauksissa. Tälläisiä laitteita ovat esimerkiksi moottorit käynnistyessä. (SFS6000, 2012)

Jännitteenalenema saadaan laskettua kaavoilla 8 (yksivaiheisella vaihtojännitteellä) ja 9 (kolmivaiheisella vaihtojännitteellä):

(8)

$$\Delta U = I * l * 2(r * \cos\varphi \pm x * \sin\varphi)$$

(9)

$$\Delta U = I * l * \sqrt{3} * (r * \cos\varphi \pm x * \sin\varphi)$$

Kaava 8 & 9:

ΔU = Jännitteenalenema voltteina

I = johdossa kulkeva virta

l = johdon pituus

r = johdon resistanssi

x = johdon reaktanssi (Tiainen, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 2010, s. 95)

3.8 Lämmitys

Sähkösuunnittelun mitoitusvaiheessa on jo hyvä tietää suunniteltavan kiinteistön lämmitystapa, sillä se voi vaikuttaa merkittävästi sähkön kuormitukseen. Yleisimpiä lämmitystapoja ovat sähkö, maalämpö ja kaukolämpö. Lämmitykseen liittyvät termostaatit ja muut ohjaimet ja anturit piirretään tasokuvaan. Jos valitaan sähkölämmitys, jossa on lattialämmitys, sähköpattereita tai muita sähköllä toimivia lämmittäjiä, niille tehdään oma kuvansa samaan pohjaan kuin tasokuvakin. Maalämpö ja kaukolämpö on toteutettu vesikiertoisella lämmityksellä joille lvi-suunnittelija on piirtänyt omat kuvansa. Sähkösuunnittelijan tarvitsee ainoastaan mitoittaa syötöt kojeille ja johdotukset antureille ja termostaateille, jos haluaa ne toimimaan muulla kuin manuaalisella ohjauksella.

Jokaiselle rakennukselle on tehty energiatodistus, jossa on ilmoitettu rakennuksessa käytettävät energiamuodot, lämmitykseen tarvittava tehon tarve, rakenteissa olevat lämpöhäviöt, ilmanvaihdon tyyppi ja vuodot, sisälämpötila ja oletettu ulkolämpötila. Lämmityksen tasaisuus ja tarve huomioidaan tilan käytön mukaan. Asuinrakennuksissa lämpötilan halutaan olla tasainen, kun taas halleissa ja teollisuusrakennuksissa lämpötila saatetaan pitää huomattavasti matalampana. Lämmityksen laskentaa löytyy ST-kortista 55.01 mitoitus- ja laskentakaavat. (ST-55.01, 2008)

3.9 Valaistus

Sähkösuunnittelija tekee valaisu suunnitelman. Se suunnitellaan yleensä valaistuksen laskentaohjelmalla. Tällaisia ohjelmia on esimerkiksi Enston oma ja usean suunnittelutoimiston käyttämä DIALux. Ohjelma laskee kaiken, mitä valaistuksen suunnittelussa tarvitaan.

Aluksi tehdään tilasta hahmotelmakuva, johon valitaan halutut materiaalit ja pinnat. Lisäksi suuren kalustevalikoiman ansiosta tilasta voidaan tehdä hyvinkin vastaava kalusteiden osalta. Tilan ollessa valmis ohjelmaan syötetään haluttu valaistusvoimakkuus, jonka perusteella se sijoittaa automaattisesti valitut valaisimet tilaan ja tekee mahdollisimman lähelle haluttua valaisuvoimakkuutta vastaavan valaistuksen. Samalla ohjelma laskee valaistuksen tasaisuuden, hyötysuhteen ja tarvittava sähkötehon. Ohjelmalla saa haettua ja valittua valaisimet valmistajien tietokannasta, joten arvot ovat oikeat. Samalla ohjelmassa voidaan suoraan valita asennuskorkeudet, asennustapa, teho ja valaisinpositionumero. Näistä pystyy suoraan tekemään ohjelmalla valaisinluettelon ja siirtämään CADS-ohjelmaan, jotka nopeuttavat suunnitelmien tekemistä. (ST-58.07, 2014)

Suunniteltaessa valaistusta on hyvä käydä keskustelemassa asiakkaan kanssa, minkälaiseen käyttöön tilat tulevat. Minkä avulla pystytään valitsemaan asiakkaan kanssa yhdessä halutut valaisuvoimakkuudet tiloihin. On olemassa taulukoita, joissa on suositellut tilojen valaisuvoimakkuudet ja työpisteen valaisuvoimakkuus. Oikealla valaistuksella saadaan vähennettyä tapaturmia ja virheitä sekä kohotettua työviihtyvyyttä. Kuvassa 2 on esitetty toimiston suositellut valaisuvoimakkuudet. Vasemmat numeroarvot kertovat valaistusvoimakkuuden E/lx ja oikeanpuoleiset numeroarvot värintoistoindeksin Ra.

Toimistot

| | | |
|--|-----|----|
| - arkistointi, kopiointi | 300 | 80 |
| - kirjoittaminen, lukeminen, tietojenkäsittely | 500 | 80 |
| - vastaanottotilat | 300 | 80 |
| - arkistot | 200 | 80 |
| - kokoustilat (valaistus ohjattava) | 500 | 80 |

KUVA 2. Toimiston suositellut valaisuvoimakkuudet(ST-97.50, 2015)

3.10 Maadoitus

Sähkösuunnittelijan on tehdä maadoituskaavio joka kuvastaa potentiaalintasausta. Siinä tulee olla piirrettyinä ja merkittyinä kaikki sähköjohtavat rakenteet. Nykyään joka kiinteistössä pitää olla rakennettuna perusmaadoituselektrodi. Sen tarkoituksena on tehdä kaikkia sähköjohtaville rakennuksen rakenteille ja osille hyvä potentiaalintasausta. Pääsääntöisesti perusmaadoituselektrodi asennetaan rakennettavan rakennuksen perustuksiin, jossa vaatimuksena sen on oltava vähintään poikkipinta-alaltaan 90mm^2 kuumasinkittyä tai ruostumatonta terästä, tai 16mm^2 kupari. Jos käytetään

terästä perusmaadoituselektrodina pitää olla teräkset liitetty luotettavasti hitsaamalla tai muulla luotettavalla tavalla toisiinsa. Maadoituselektrodina riittää 10mm^2 terästä samoilla ehdoilla kuin kuuma-sinkki. Perusmaadoituselektrodilla täytyy olla hyvä yhteys maahan, eli jos rakennuksen pohja töiden takia yhteys on huono esimerkiksi kosteuden, eristeiden tai betonin takia tulee se asentaa niiden alle jotta yhteys maahan on mahdollisimman hyvä. Perusmaadoituselektrodi asennetaan maahan siis perustuksien alle tai perustuksen betoniin suljetunrenkaan muotoiseen silmukkaan, jossa sen päät yhdistyy pääpöntiaaliskossa. Pääpöntiaalitasaukseen tulee liittää seuraavat rakenteet/osat:

- perusmaadoituselektrodi
- antenni
- puhelin
- muut telelaitteet
- betoniteräkset
- rakennuksen johtavat putket
- rakennuksen johtava putkisto
- syötön suojamaa/Pen-johdin.

Ei pakollisia mutta suositellaan

- kaapelihyllyt
- johtokourut. (Tiainen, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 2010, s. 295 301 306)

4 MONITOIMIHALLI

Opinnäytetyönäni oli suunnitella monitoimihalli. Tämä kappale käsittelee sen sähkösuunnittelua. Asiakkaan toiveena oli saada helposti muunneltavissa oleva monitoimihalli. Halli on jaettu eritiloihin: puu/askartelu tila, varasto, traktoritalli, toimisto, askarteluhuone, pukuhuoneet, taukotila, siivouskomero ja tekninentila. Tilojen kokonains pinta-ala oli $464,6\text{mm}^2$. Asiakkaalla ei ollut vielä alustavasti tarkkoja tietoja tulevasta kalustosta, joten hallista tehtiin mahdollisimman helposti muunneltava. Alustavasti asiakkaan kanssa keskustellessa arvioitiin tulevan muutama isompi sähkökäyttöinen koje, mutta enimmäkseen pienkone käyttöä. Hallissa ei ole jatkuvaa teollisuushallikäyttöä. Sähkökalusteiden ja varusteiden hintataso on tarkoitus pitää mahdollisimman pienenä.

4.1 Hallin tekniikka

Hallin lämmityksenä toimii kaukolämpö. Koko halli on tarkoituksena pitää lämpimänä mutta puutyö/askartelu, varasto ja traktoritallin lämpötilaa pidetään tarkoituksena matalana ympärivuoden. Toimisto, pukuhuone ym tilojen lämpötilat pidetään normaali asuinlämpötiloissa. Halliin tulee VAK joten sen kautta hoidetaan lämpötilojen säätö. Ilmanvaihto ohjataan VAK:in kautta kaikkiin muihin paitsi varasto ja traktoritalliin, jotka ovat vain omalla paikallisohjauksella. Valaistuksesta on tarkoituksena tehdä kaikkiin tiloihin tehokas, koska ei tiedetty varmaksi mitä kaikkea tullaan tekemään. Ulkovalaistus on myös ohjattu VAK:in kautta. Valojen suunnittelu tehdään DIALux ohjelmalla ja sähkökuvien piirto CADS planner 16 suunnitteluohjelmalla.

Hallin sähkönkulutus on huomattavasti pienempää, koska se ei ole sähkölämmitteinen. Samalla saadaan energiasäästävyys mahdollisimman hyväksi VAK:in ansiosta. Sillä se säätää kiinteistön eri osaluksiin asetetut lämpötilat ja mahdolliset lämpötilan pudotuksen yön ajaksi. Samalla se syyttää ulkovalot päälle iltaisin kun alkaa hämärtämään.

Hallin syöttö tuodaan päärakennuksen pääkeskuksesta, johon liittymisjohto on yhdistetty. Samalla syöttökaapelin vieressä tuodaan 3 muuta putkea hallille. Niihin tulee antenni-, atk-kaapeli sekä VAK:ilta kaapeli. Näissä hyödynnetään vanhan rakennuksen tekniikka.

TAULUKKO 2. Tilojen koot

| Tila | koko |
|----------------|-------|
| Puukäsityö | 235,1 |
| Varasto | 58 |
| Traktoritalli | 59,7 |
| Toimisto | 12,4 |
| Askarteluhuone | 17,9 |
| Pukuhuoneet | 10,3 |
| Taukotila | 8,6 |
| Siivouskomero | 1,9 |
| Tekninentila | 60,7 |
| YHT | 464,6 |

4.2 Pääsulakkeen ja liittymisjohdon valinta

Ensimmäisenä hallin suunnittelussa tulee tehdä arvio hallin kokonaissähkötehon tarpeesta. Minkä avulla saadaan laskettua ja mitoitettua hallille pääsulake ja syöttökaapeli. Tässä halliprojektissa syöttö tulee viereisen rakennuksen pääkeskukselta, johon tulee tontin liittymisjohto. Tontin liittymisjohdon koko on AXMK 4 x 185 ja sulakkeina 3 x 160 A. Samasta keskuksesta on muitakin lähtöjä tontin rakennuksiin. Keskuksessa on kuitenkin vielä tilaa, ja se on mitoitettu laajennuksia varten. Uudelle hallille lasketaan siis pääkeskukselta lähtevän johdon koko ja sen pääsulake. Hallin tiedetään tulevan melko vähäiseen käyttöön, mutta tilaajalla oli kuitenkin hahmotelmana halliin tulevan muutama isohko kone, mutta ajankohdasta ei ollut varmaa tietoa. Tämän takia hallin kuorma on laskettu isohkojen koneiden kuorman mukaan. Hallin laitteet on esitetty taulukossa 3. Käytettävät kaavat on esitetty ja selitetty aiemmin työssä. Kaavassa 1 käytetty $0,8 \cos\phi$ on pienteollisuudessa käytettävä tehokerroin, kerroin 0,6 tarkoittaa käytönvaihtelukerrointa, ja kerroin 1,3 kuvastaa 30 % kasvuvaraa hallille.

TAULUKKO 3. Hallin kuormitus

| Paikka | Kuorma(kW) |
|---------------|------------|
| Iv-koneet | 8,226 |
| Toimisto | 0,496 |
| Valaistus | 3,68 |
| Taukotila | 2 |
| Tekstiilityö | 0,8 |
| Metallipaja | 3 |
| Traktoritalli | 3 |
| Vannesaha | 3 |
| Pylväspera | 1,5 |
| Sirkkeli | 3 |
| YHT | 28,702 |

Kaava 1. Avulla saadaan laskettua hallille näennäisteho S .

$$S = \frac{28,7kW}{0,8} * 0,6 * 0,8 = 35,875kVA$$

Kun näennäisteho on laskettu ja kerrottu korjauskertoimilla, saadaan laskettua mitoitusvirta hallille kaavalla 2.

$$I_b = \frac{23,67kVA}{\sqrt{3} * 0,4kV} = 34,17A$$

Saadun mitoitusvirran arvolla 34,17 A, valitaan pääsulake taulukosta 1. Valitaan tulppasulake 35 A, koska sulakekoon tulee olla sama tai isompi kuin mitoitusvirta tai sama. 35 A oli lähimpänä mitoitusvirran arvoa ja se on riittävä, joten se valitaan. Seuraavana tulee laskea kaavalla 3 liittymisjohdolle vaadittava kuormitettavuus.

$$I_z = \frac{1,6}{1,45} * 35A = 38,6A$$

Hallin syöttö tulee toiseen kerrokseen, jossa hallin pääkeskus sijaitsee. Syöttö tulee kulkemaan maata pitkin sekä kaapelihyllyllä. Se tulee kuitenkin mitoittaa heikomman asennustavan mukaan, joka tässä tapauksessa on kaapelihyllylle. Samalle kaapelihyllylle, jota pitkin syöttökaapeli kulkee, on alustavasti tulossa 4 muuta kaapelia viereen. Lasketaan kuitenkin kertoimella, jonka mukaan kaapelin vieressä kulkisi 8 muuta kaapelia, koska ei tiedetä varmaksi, miten paljon kaapeleita tulevaisuudessa on tulossa lisää. Kaapeleita ollessa 8 vierekkäin korjauskerroin on 0,72. Johdon kuormitettavuus saadaan laskettua kaavalla 4.

$$\text{Johdon kuormitettavuus} = \frac{38,6A}{0,72} = 53,63A$$

Syöttökaapeliksi valitaan kaapeli, joka kestää 53,63 A virran. Kaapeliksi valitaan AMCMK 4 * 35 + 16, joka kestää 95 A kuormitusvirran. Pienempikin kaapeli olisi riittänyt, mutta valittiin suurempi, jos tulevaisuudessa halutaan sulakekokoa suurentaa, ei tarvitse ruveta myös kaapelia vaihtamaan. Kaapelin reitti on vanhalta pääkeskukselta kaapelihyllyä pitkin maahan. Sieltä se menee maassa hallille asti, jossa se nousee perustuksista kaapelihyllylle, jota pitkin se menee pääkeskukselle.

TAULUKKO 4. Syötön tiedot

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| Syöttökaapeli | AMCMK 4*35+16 |
| Kuormitusvirta(ib) | 34,17A |
| Pääsulake | 35A |
| Kaapelin kuormitettavuus | 53,63A |
| Johdon impedanssi Ω/km | 1,089 |
| Syöttökaapeli pituus m | 80 |

Kun on saatu selville pääsulakkeen ja kaapelin tiedot, tulee laskea oikosulkuvirta ja todeta, että se toimii 5 s poiskytkentäajalla. Liittymisjohdon 1-vaiheiseksi oikosulkuvirraksi ilmoitti sähköyhtiö 1500 A. Sen avulla tulee laskea pääkeskuksen impedanssi kaavalla 6.

$$Z_k = \frac{0,95 * 400V}{\sqrt{3} * 1500A} = 0,14\Omega$$

Pääkeskuksen impedanssin jälkeen voidaan laskea hallin pääkeskuksen impedanssi, johon tulee lisätä edeltävä impedanssi. Tässä tapauksessa myös pääkeskuksen impedanssi saadaan laskettua kaavalla 6.

$$Z_{v1} = 0,14 + 1,14 * 1,089 * 0,08 = 0,24\Omega$$

Kun on saatu selville impedanssit, voidaan laskea hallin pääkeskukselle oikosulkuvirta kaavalla 7.

$$I_k = \frac{0,95 * 400}{\sqrt{3} * 0,24\Omega} = 890,8A$$

Vaadittu 5 s poiskytkentä aika oikosulkuvirralla 35A sulakkeella on 165A, eli oikosulkuvirta on riittävä. Samalla huomataan, että kyseinen oikosulkuvirta riittää aina 100 A pääsulakkeeseen asti. Eli mitoituksessa on hyvin varaa mahdollisiin muutoksiin.

Jännitteenalenemaa tulee laskea syöttöpisteen ja keskuksen välille. Jos pääkeskuksen ja ryhmäkeskusten välinen jännitteenalenema jää alle 2 %:n, voidaan olettaa kulutuspisteen jännitteenaleneman jäävän alle 4 %:n. kulutuspisteen ja keskuksen välinen jännitteenalenema ei saa olla alle 4 % paitsi erikoistapauksissa. Hallin pääkeskukselle laskettiin jännitteenalenema kaavalla 9

$$\Delta U = 34A * 0.08km * \sqrt{3} * (1,086 * 0,8 \pm 0,083 * 0,6) = 2,49V$$

$$Prosentteina = \frac{2,49V}{230V} * 100 = 1,08\%$$

Jännitteenalenema jää alle 2 %:n, joten voidaan olettaa kulutuspisteiden jännitteenaleneman jäävän alle 4 %:n. Alla taulukko vielä keskuksien välisistä jännitteenalenemista, jotka on laskettu samalla kaavalla 9.

TAULUKKO 5. Keskuksien jännitteenalenemat

| Jännitteenalenemat | Prosenteina | Kaapeli |
|--------------------|-------------|---------|
| Rk1 | 2,49V | 1,08 % |
| RK2 | 1,37V | 0,60 % |
| RK3 | 2,74V | 1,18 % |
| RK4 | 1,34V | 0,60 % |
| RK5 | 1,08V | 0,47 % |
| RK6 | 1,96V | 0,85 % |

Keskuksset toimivat tässä samaten myös suorana kulutuspisteenä. Työmaakeskuksissa on suoraan pistorasiat itsessään. Taulukosta voidaan todeta jännitteenalenemien olevan sallitut.

4.3 Asemapiirustus

Työssä tulee ainoastaan asemapiirustukseen syöttökaapelin ja 3 muun putken reitti päärakennuksesta halliin. Ne on tarkoitus tuoda kaukolämpöputkien kanssa samassa kaivannossa ja nostattaa halliin ylös samasta kohdasta. Näin säästetään kaivannoissa ja helpoitetaan työtä, koska niillä on sama reitti mennä. Samalla ilmoitetaan alue sähköistäjälle uusista kaapeleista ja reiteistä.

4.4 Nousujohtokaavio

Nousujohtokaavio on esitettyinä liitteissä. Siinä on ensimmäisenä päärakennuksen pääkeskus, josta se menee hallin pääkeskukselle. Hallin pääkeskus, joka on merkattu Rk1:senä. Siitä se jakautuu 5:lle työmaa keskukselle, joiden merkintänä ovat RK2-RK6. Rk4 ryhmä johto jatkuu Rk3 ja Rk5:lta RK6:elle. Pääsulakkeina näille on 3x25A. Tämä sulake koko pitäisi olla riittävä hallissa kuvitelluihin töihin. RK2-6 käytetään POK:in TPK-S 32 mallin työmaakeskuksia. Hallin RK1 tilataan keskusvalmistajalta tilaustyönä. Työssä ei ole nousukeskusta. RK1:ltä lähtee johdonsuojakatkasioiden takaa syötöt työmaakeskuksille.

RK1:ssä eli hallin pääkeskuksessa on ohjauksia valoille ja IV-koneille. Niissä on nokkakytkimellä 3 eritoimintoa. K asennossa on käsiohjauspäällä. A asennossa automaatti eli sillon ohjaus tapahtuu VAK:in kautta ja 0 asento jolloin se ei ole päällä. RK2-6 on taas tehty valmius hätäseis-piirille, koska jos halliin on tulossa tulevaisuudessa sellaisia koneita, jotka vaativat turvallisuudeltaan hätäseis-painikkeen. Tämä toimisi painettaessa hätä-seis nappia, siitä seurauksena häviäisi kaikista työmaakeskuksista RK2-6 virrat pois. Virrat saa kytkettyä takaisin päälle käytyä painamassa RK1:llä kuittausnappia jolloin hätä-seispiiri vapautuu ja keskuksille tulee jälleen virta. Hätä-seis napit tulee sijaita koneen heti läheisyydessä.

4.5 Tasopiirustus

Työn tasopiirustus piirretään rakennussuunnittelutoimiston piirtämiin kuviin. Hallin ympäri sisällä kiertää tikashyllyt 4700mm korkeuteen. Näin saadaan hallista helposti muunneltava. Samaan korkeuteen asennetaan valaisinripustuskiskot. Kaapelihyllyissä käytetään KS20-300 mallia ja valaisinripustuskiskoissa MEK-70. Hallin nosto-ovet ovat 4000mm asti joten niidenkin kohdalta hyllyt eivät mene oven mekanismien kanssa päällekkäin. Toimisto, askartelu ja sosiaalioihin ei tule kaapelihyllyjä eikä valaisinripustuskiskoja vaan kaapelointi tehdään uppoasennuksena. Toimistossa ja askartelutilassa käytetään johtokouruja joiden asennus korkeus on 790mm ikkunoiden takia. Muuten asennetaan näissä tiloissa vakiokorkeuksille, ellei toisin tasokuvassa ole ilmoitettu. Puutyö, varasto ja traktorirallissa käytetään IP44 kalusteita. Niissä kytkimien korkeus on vakio 1000mm ja RK keskusten asennuskorkeus 1500mm. RK1 sijaitsee teknisessä tilassa missä on myös VAK, turvaloketus ja atk-keskus.

Savunpoiston laukaisukeskus sijaitsee tuulikaapissa ja se ohjaa 4 vaadittun savunpoistoikkunan moottoria. IV-hätäseis sijaitsee myös tuulikaapissa, ja sitä painettaessa se katkaisee kaikki hallin ilmanvaihdon. Savunpoiston ja IV-hätäseis napista menee VAK:iin tilatiedot ja niitä voidaan säädellä sen kautta. Palohälytinja järjestelmä on myös yhdistettynä savunpoisto laukaisukeskukseen.

4.6 Ryhmäjohdot

Ohjelma laskee ryhmäjohtoille pienimmän oikosulkuvirta, jota verrataan suojalaitteen oikosulkuvirtaan. Siihen vaikuttaa johto- ja johdonsuojakatkaisijantyyppi. Mikäli oikosulkuvirta ei ole riittävä, voidaan siihen vaikuttaa vaihtamalla suojalaitteen tyyppiä tai kasvatetaan johdotuksen pinta-alaa. Hallin valaistuksessa on käytetty B-tyyppin johdonsuojakatkaisijoita ja pistorasioissa C-tyyppin. Oikosulkuvirta voidaan laskea eri ryhmistä kun tiedetään johdon pituus. Yksi työn pisimmistä johdon oikosulkuvirroista on laskettuna kaavalla 7, jossa suluissa oleva impedanssi on laskettu kaavalla 6.

$$I_K = \frac{0,95 * 400}{\sqrt{3} * (0,24 + 14,62 * 0,034 * 2)} = 177,76A$$

Pisteenä oli 10A pistorasia IV-koneelle traktoritaliin. Jota suoja C-luokan johdonsuojakatkaisija ja sen laukaisuaika 4s:ssa on 100A ja vaadittu arvo mitattuna 125A. Eli suojaus toimii oikein. Alla CADS- PLANNER 16 ohjelman laskemia oikosulkuvirtoja muutamista pisteistä kuvassa

| Ryhmä | Kuvassa | Osoite | Johdotus | Johdinpitu... | Max johdin... | Teho (...) | Ylivirtasuoj... | Oikosulkuvi... |
|-------|---------|---------------------|-------------|---------------|---------------|------------|-----------------|----------------|
| 4 | Kyllä | VALAISTUS PUUTY... | MMJ 5x1.5 S | 41.4 | 143.6 | 0.0 | B 10 | 152 |
| 6.3 | Kyllä | VALAISTUS ASKAR... | MMJ 3x1.5 S | 24.2 | 143.6 | 0.0 | B 10 | 233 |
| 15.1 | Kyllä | PR+VALAISTUS PH... | MMJ 3x1.5 S | 20.5 | 67.5 | 0.0 | C 10 | 262 |
| 14.2 | Kyllä | PR TK/TAUKOTIL/S... | MMJ 3x2.5 S | 19.5 | 65.0 | 0.0 | C 16 | 376 |

KUVA 3. Ohjelman laskemia oikosulkuvirtoja

4.7 Maadoituskaavio

Maadoituskaaviossa tulee ilmetä kaikki johtavat järjestelmät, jotka liitetään pääpotentiaalitasauskiskoon. Tässä hallissa niitä ovat kaapelihyllyt, valaisinripustuskiskot, IV-putkisto, perustuksien radotukset, johtavat putkistot, vesimittaristo ja perusmaadoituselektrodin silmukan molemmat päät. Potentiaalitasauskisko tullaan sijoittamaan keskuksen RK1 alapuolelle.

4.8 Valaistus

Hallin valaistus suunniteltiin DIALux-ohjelmalla. Valaistuksessa pääpainoina olivat puutyötila, varasto, traktoritalli, toimisto ja askartelutila. Näistä jokaisesta luotiin oma kuvansa ohjelmalla. Puutyö, varasto ja traktoritallin valaistuksita saatiin erittäin tasaiset ja riittävät noin 500lx. Samalla valaistusta on helppo muunnella näissä tiloissa. Tiloissa käytettävät valaisimet roikkuvat metalliketjuilla valaisinripustuskiskosta, joten niitä on helppoa siirtää. Käytetty malli on Osramin nj200 gigante led. Nämä valaisimet ovat säteilijävalaisimia, joiden käyttö on yleistynyt viime vuosina huomattavasti. Tarkemmat tiedot valaisimista löytyy valaisinluettelosta. Toimistoon ja askartelutilaan saatiin tiloihin suositelluiksi valaistusmääreiksi 500 lx. Kokonaissähkötehon tarve koko hallin valaistukseen on 3,68 kW.

Ulkovalaistukseen valittiin Justus-sarjan valaisimet. Ne tuovat tasaisen valon ovien edustalle. Tarkoituksena ei ollut nosto-ovien kohdalle laittaa esimerkiksi valonheittämiä, koska tilaaja ei halunnut tehdä pihasta tehdaspihan tyylistä, sillä piha-alue on hallia lukuunottamatta rivitalo asutusta sen ympärillä.

4.9 Hankinta-aineisto

Hallista on tehty hankinta-aineisto sekä kustannusarvio, mutta sitä ei esitetä tässä työssä. Hankinta-aineistoon on kerätty lista hallin sähköpisteistä, johdoista, asennustarvikkeista, johtoteistä ja valaisimista. Keskuksista, turvavalaituksesta, savunpoistolaukaisukeskuksesta ja VAK:sta on tehty erikseen tarjouspyynnöt niitä harjoittaville yrityksille. Kuitenkin on sovittu, että sähkötyöt tekevä yritys vetää johdot pisteisiin.

4.10 Sähkötyöselitys

Sähkötyöselitykseen on kerätty kaikki kohteen tiedot, eli se toimii piirustuksien tarkentavana tekijänä. Sähkötyöselityksessä on käytetty piirustusten otsikoinnissa S2010-sähkönimikkeistöä ja muuta dokumentoitavaa materiaalia mitä esiintyy piirustusluettelossa.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä oli tarkoituksena laatia TTY-asunnot säätöön käyttöön tulevan monitoimihallin sähkösuunnitelma. Työn alussa on selitetty rakennushankkeesta, jossa on määritelty sähkösuunnittelijan tehtävät rakennushankkeen eri vaiheissa. Laskelmien ja teorian perusteella pystyttiin suunnittelemaan toimiva sähkösuunnitelma hallista. Eli opinnäytetyössä suunniteltiin hallin sähkösuunnitelma.

Omana tavoitteenä oli saada mahdollisimman paljon lisätietoa sähkösuunnittelusta ja oppia siitä uusia asioita. Halliin tehdessäni sähkösuunnitelmaa huomasin, kuinka paljon menee aikaa selvittää esimerkiksi halliin tulevien laitteiden valmistajilta niihin liittyviä toimintoja ja yhteensopivuuksia muiden suunnittelijoiden kanssa. Hyvä esimerkki tästä oli varmistaa Iv-koneen ja VAK:n välisen toiminnan varmistamiseksi piti soittaa ristiin lvi- ja automaattisuunnittelijan kanssa. Työhön kului aikaa enemmän, kuin itse olin arvioinut. Työn aikana heräsi paljon kysymyksiä, joiden selvittämisessä meni huomattavan paljon aikaa.

Olen aiemmin suunnitellut sähkösuunnitelmia pienempiin kohteisiin, mutta tämä oli suurin tähänastisista itsenäisesti tehdyistä suunnitelmista. Opin työn aikana paljon hyödyllisiä asioita suunnittelusta, mitä en ollut aiemmin osannut. Samalla opin hyvin hyödyntämään suunnitteluohjelmia toisensa kanssa yhdessä, esimerkiksi siirtämään valaistus suunnitelman DIALux:ista suoraan CADSPANNER:iin. Työstä teki erittäin kiinnostavan juuri eri asioiden selvittäminen ja uuden oppiminen. Työ oli kaiken kaikkiaan erittäin opettavainen. Työ valmistui aikataulussa, ja asiakas oli tyytyväinen saatuun sähkösuunnitelmaan.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Amk-Kustannus. (2010). *Matematiikan, fysiikan, kemian ja lujuusopin peruskaavoja sekä SI-järjestelmä*. Tampere: Kariston kirjapaino Oy.

Harsia, P. (10. Helmikuu 2009). *Sulakkeet ja johdonsuojakatkaisijat*. Noudettu osoitteesta Ensto Amk: <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1204792797383/1210594480264/1210594509783/1210594789763.html>

Harsia, P. A. (2004). *Sähkösuunnittelun käsikirja*. Helsinki: Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry.

SFS-6000. (2012). *Pienjännitesähköasennukset*. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS RY.

ST13.31, S. r. (15. Marraskuu 2015). *severi.sahkoinffo*. Noudettu osoitteesta [severi.sahkoinffo](http://severi.sahkoinffo.fi): <http://severi.sahkoinffo.fi.ezproxy.savonia.fi/item/420?search=13.31>

ST-55.01. (15. Toukokuu 2008). *Sähkötieto ry*. Noudettu osoitteesta Sähköinfo OY: <http://severi.sahkoinffo.fi.ezproxy.savonia.fi/item/609?search=55.01>

ST-58.07. (15. Helmikuu 2014). *Sähkötieto ry*. Noudettu osoitteesta Sähköinfo OY: <http://severi.sahkoinffo.fi.ezproxy.savonia.fi/item/669?search=valovirta>

ST70.12. (27. Tammikuu 2016). *Sähkötieto ry*. Noudettu osoitteesta Sähköinfo Oy: <http://severi.sahkoinffo.fi.ezproxy.savonia.fi/item/3491?search=70.12>

ST-97.50. (15. Helmikuu 2015). *Sähkötieto ry*. Noudettu osoitteesta Sähköinfo OY: <http://severi.sahkoinffo.fi.ezproxy.savonia.fi/item/304?search=58>

Sähköinfo, ST 51.22. (15. 09 2013). *Severi.sahkoinffo*. Haettu 15. Syyskuu 2013 osoitteesta [severi.sahkoinffo](http://severi.sahkoinffo.fi): <https://severi.sahkoinffo.fi/item/529?search=51.22>

Tiainen, E. (2010a). *Johdon mitoitus ja suojaus*. Helsinki: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

Tiainen, E. (2010b). *Käsikirja rakennusten sähköasennuksista*. Helsinki: Helsinki.

LIITE 1: PIIRUSTUSLUETTELO

PIIRUSTUSLUETTELO

6.5.2015

Piirustusluettelo

Suhonen

SÄH 001

| NRO | TASOPIIRUSTUKSET | SUHDE | PÄIVÄYS | MUUTOS | MUUTOS PVM |
|-----|-----------------------------|-------|---------|--------|------------|
| 100 | ASEMAPIIRRUSTUS | 1:200 | | | |
| 101 | 1.KERROS | 1:50 | | | |
| 102 | 2.KERROS | 1:50 | | | |
| 201 | YLEISKAPELOINTI | | | | |
| 301 | NOUSUJOHTOKAAVIO | | | | |
| 302 | RK1 Kaavio + kansilehti | | | | |
| 303 | RK2-RK6 kaavio + kansilehti | | | | |
| 401 | Valaisinluettelo | | | | |
| 402 | Maadoituskaavio | | | | |
| 500 | Sähköaselostus | | | | |

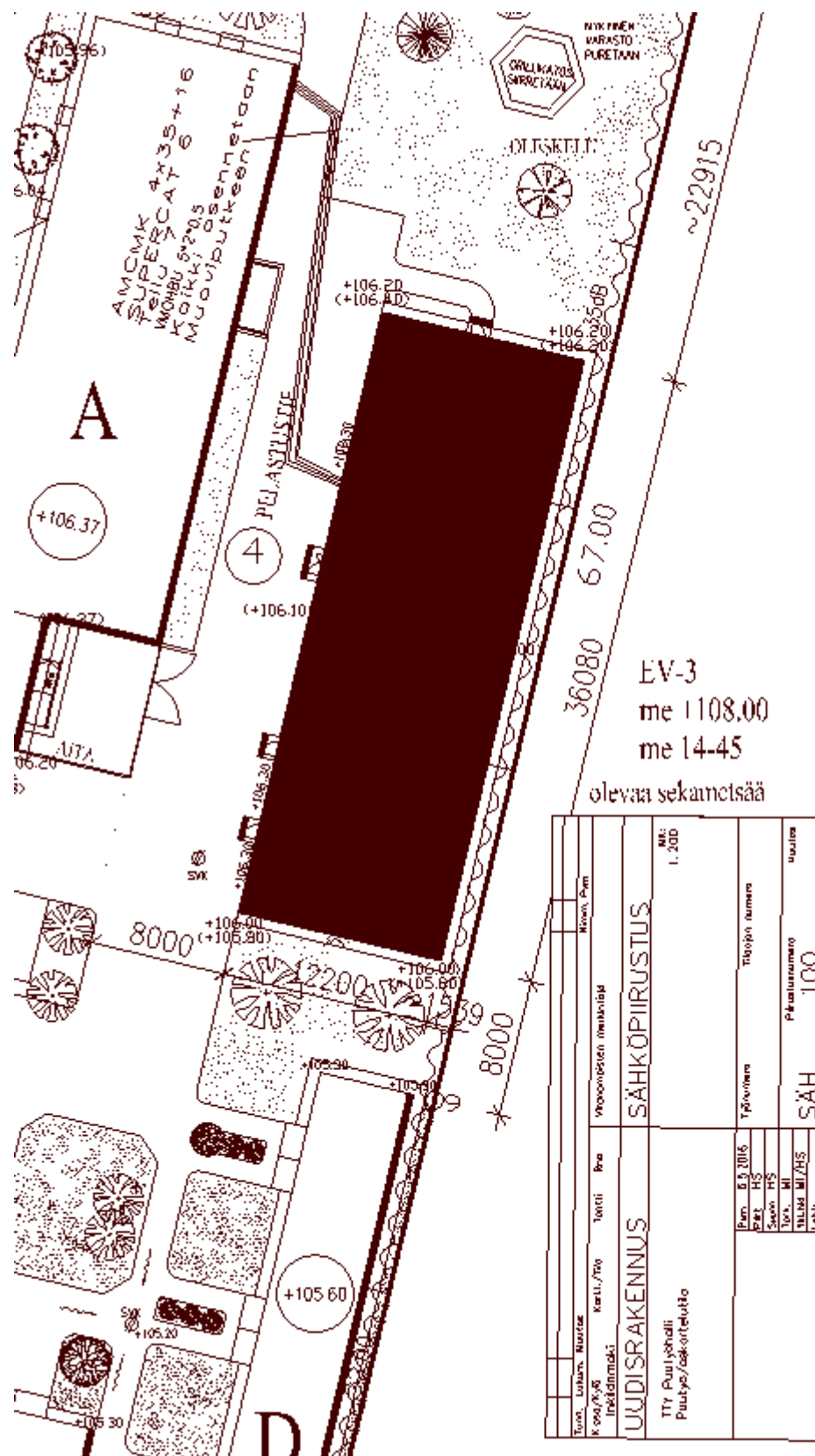
Kohteen nimi
TTY-Asunnot Oy
Pyynpolku 10
70340 Kuopio

Kohde
Puutyö/askarteluhalli

Sähköasennus Sähkömestarit Oy
Mestarinkatu 13
70700 Kuopio

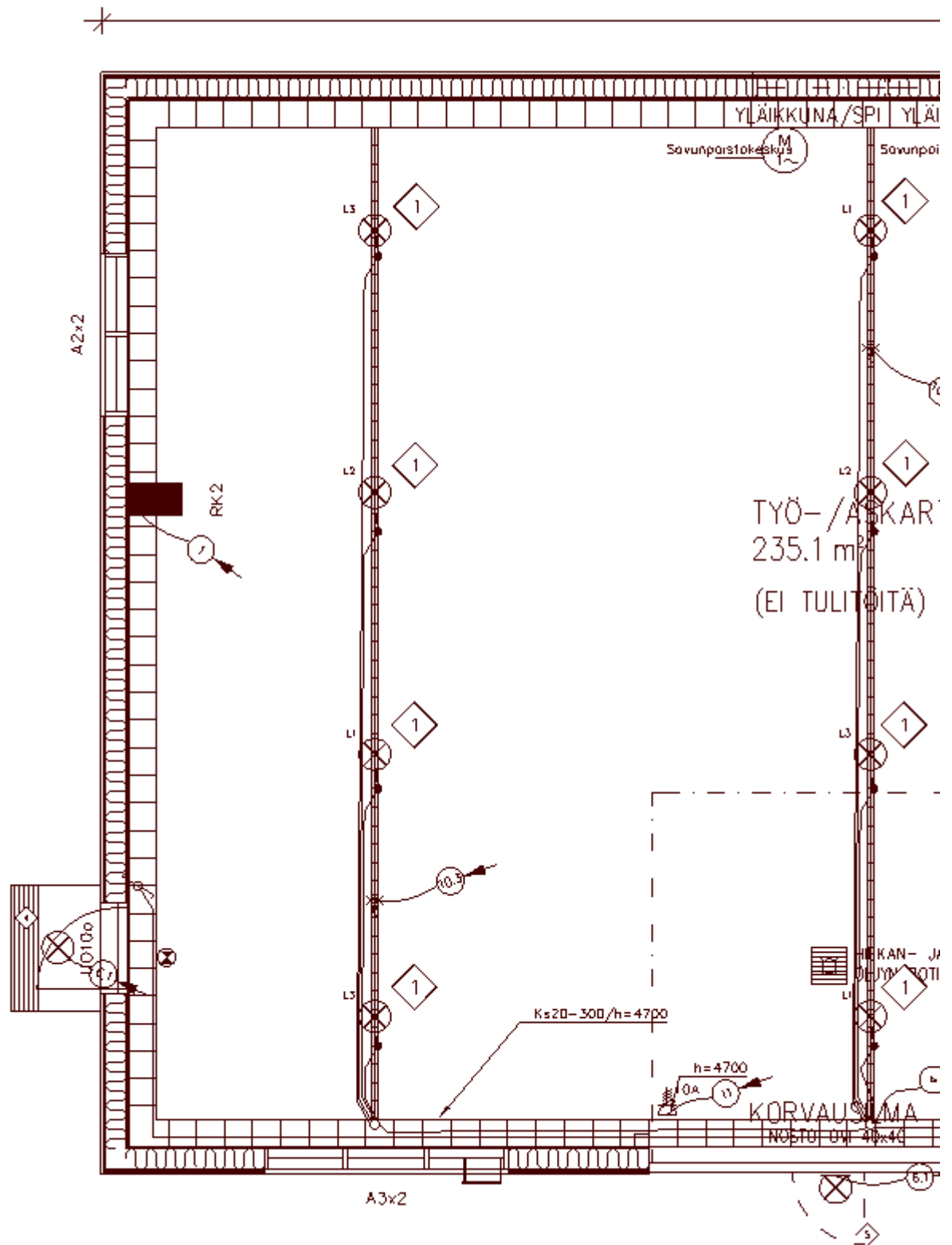
LIITE 2: ASEMAPIIRRUSTUS

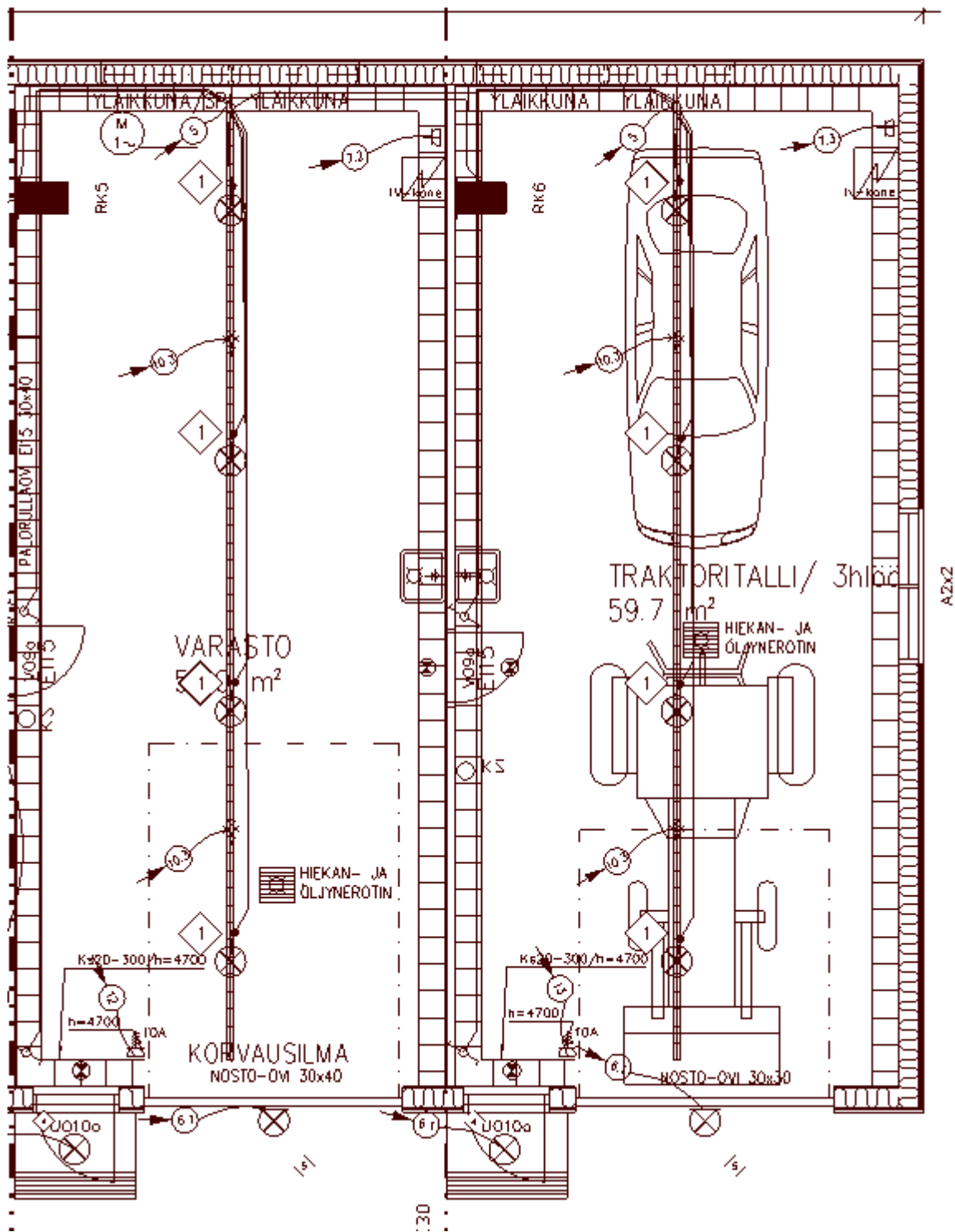
Ei Mittakaavassa.



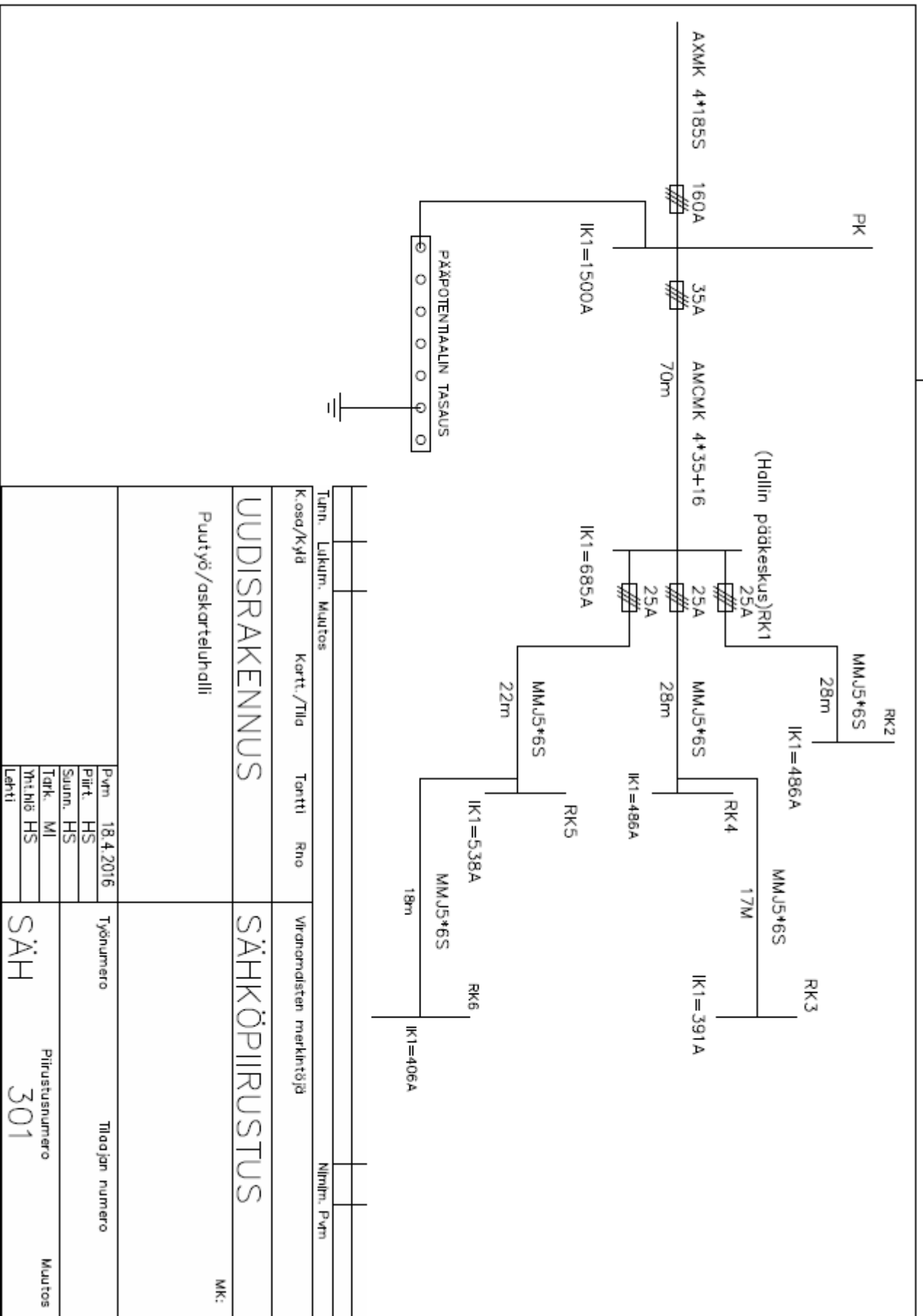
LIITE 3: 1.KRS OSAT

EI Mittakaavassa.





LIITE 5: NOUSUKAAVIO



LIITE 6: KESKUSKAAVIO JA KANSILEHTI

| | | | | | |
|--|--|-----------------------|--------------|----------------|-----------|
| A muutos | | D muutos | | 17.5.2018 | |
| B muutos | | E muutos | | | |
| C muutos | | F muutos | | | |
| SÄHKÖTEKNISET TIEDOT : | | | | | |
| 1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS . 400 V 63 A 50 Hz | | | | | |
| 2. TERMINEN OIKOSULKUKESTOISUUS 400 kA | | | | | |
| 3. TASATTU- / ASENETTU TEHO / COSFI kW kW 0,8 cosfi | | | | | |
| 4. OHJAUSJÄNNITEKISKOT <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ON JÄNNITE ___ V VIRTA ___ A | | | | | |
| 5. AC-KISKOT TAI JOHTIMET <input type="checkbox"/> L1,N <input type="checkbox"/> L1,N,PE <input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N <input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE | | | | | |
| RAKENNETIEDOT : | | | | | |
| 1. KESKUSLAJI <input type="checkbox"/> KENNO <input checked="" type="checkbox"/> KOTELO <input type="checkbox"/> KEHIKKO | | | | | |
| 2. ASENUSTAPA <input checked="" type="checkbox"/> PINTA <input type="checkbox"/> UPPO KOTEL. LUOKKA IP ___ | | | | | |
| 3. KIINNITYS <input type="checkbox"/> LATTIA <input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ | | | | | |
| 4. OVILAITE <input checked="" type="checkbox"/> LUKKO <input type="checkbox"/> SALPA | | | | | |
| 5. LATT.SEIS.KESK. POHJALEVYT <input type="checkbox"/> AVOIN <input type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ | | | | | |
| 6. MAALAUUS <input checked="" type="checkbox"/> VAKIO <input type="checkbox"/> ERIKOIS | | | | | |
| 7. MITAT KORKEUS : _____ LEV. : _____ SYV. : _____ | | | | | |
| KALUSTUSTIEDOT : | | | | | |
| 1. KALUSTUSTYYPPI <input checked="" type="checkbox"/> KIINTEÄ <input type="checkbox"/> ULOS. <input type="checkbox"/> ULOSOT. | | | | | |
| 2. KALUSTUSTAPA <input checked="" type="checkbox"/> YKSIKKÖ <input type="checkbox"/> KESKITETTY | | | | | |
| 3. MERKKILAMPUT <input type="checkbox"/> HEHKU <input type="checkbox"/> HOHTO <input checked="" type="checkbox"/> LEDI | | | | | |
| 4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA <input type="checkbox"/> SÄHKÖLAITOS <input type="checkbox"/> VALMISTAJA | | | | | |
| KAAPELOINTI : | | | | | |
| 1. SYÖTTÖKAAPELI <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA | | | | | |
| 2. PÄÄKAAPELIT <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOJEISIIN <input type="checkbox"/> RIVIL. | | | | | |
| 3. OHJAUSKAAPELIT <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOJEISIIN <input type="checkbox"/> RIVIL. | | | | | |
| TUNNUSMERKINNÄT : | | | | | |
| 1. TUNNUSKILVET <input checked="" type="checkbox"/> VALM.NORM. <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE | | | | | |
| 2. KOJEMERKINNÄT <input type="checkbox"/> JUOKSEVA <input type="checkbox"/> KENNOKOHT. <input checked="" type="checkbox"/> ERILL.OHJE | | | | | |
| MUUT TIEDOT : _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| _____ | | | | | |
| TTY PUUTYÖHALLI RK1 | | SAUNN. HS /17.5.16 | Kokonaisuus | Sähköpostilla | Työnumero |
| | | Piirt. HS | Lehti 1/1 | Piirustenumero | |
| | | Tark. M | | SÄH 302 | |

| 11 | | | | | | | | | | | 12 | | | | | | | | | | | 13 | | | | | | | | | | | 14 | | | | | | | | | | | 15 | | | | | | | | | | | 16 | | | | | | | | | | | 17 | | | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | | 19 | | | | | | | | | | | 20 | | | | | | | | | | | 21 | | | | | | | | | | | 22 | | | | | | | | | | | 23 | | | | | | | | | | | 24 | | | | | | | | | | | 25 | | | | | | | | | | | 26 | | | | | | | | | | | 27 | | | | | | | | | | | 28 | | | | | | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| KESKUS | | | | | | | | | | | RYHMÄ | | | | | | | | | | | OSOITE | | | | | | | | | | | kW | | | | | | | | | | | A/A | | | | | | | | | | | JOHDOTUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D muutos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10.1 | | | | | | | | | | | VARALLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | K-O-A OHJAUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E muutos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | OHJAUS VAK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10.2 | | | | | | | | | | | TURVAVALOKESKUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | 3X1,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F muutos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10.3 | | | | | | | | | | | PALOHÄLYTTIMET | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | 3X1,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 11.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 11.2 | | | | | | | | | | | NOSTO-OVI PUUTYÖTILA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | 5X1,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 11.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12.2 | | | | | | | | | | | NOSTO-OVI VARASTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | 5X1,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13.2 | | | | | | | | | | | NOSTO-OVI TRAKTORITALU | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | 5X1,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 14.1 | | | | | | | | | | | PR TSTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | MMJ 3X2,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 14.2 | | | | | | | | | | | PR TK/TAUKOTILA/SIIVH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | MMJ 3X2,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 14.3 | | | | | | | | | | | PR ASKARTELUHUONE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | MMJ 3X2,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.1 | | | | | | | | | | | PR+VALAISTUS PUKUHUONEET | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | MMJ 3X1,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 16.1 | | | | | | | | | | | APK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | MMJ 3X2,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 16.2 | | | | | | | | | | | MIKRO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | 3X2,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 16.3 | | | | | | | | | | | PR+VALAISTUS TEKNINENTILA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | MMJ 3X2,5S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

TTY PUUTYÖHALLI

Suunn.

HS /17.5.16

Kokonaisuus

Sähköpostio

Työnumero

Pirtt.

HS

Lehti

2/2

Pirustusanumero

SÄH 302

Tark.

M

LIITE 7: VALAISINLUETTELO

SÄH 401

| Hankintatiedot | | | | Valaisin /Sijainti | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|---------------|-------------|----------------------|--------|----------------------|---------|--------------|----------|-----------|-----------|--------------|----------------------|-----------|------------|----------------------|---------------|----------------|-------------------------|-------------|---|--|
| Pos. N:O | Valaisintyyppi | Valm/Toim | Kanta | Teho(W) | Lamppu | Puutyö askartelutila | Varasto | Traktoritali | Toimisto | Taukotila | Askartelu | Puohuone M/N | Wc M/Wc N +siivoush. | Ulko-ovet | Nosto-ovet | Käytävät/tuulikaappi | Tekninen tila | Lukumäärä yht. | sähkönumero | Asennustapa | HUOMI: | |
| 1 | NJ200 Gigante led | Siteco(Osram) | Kiinteä led | 145 Led | 14 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | | | | | | | 22 | 43188 93 | Pinta | Riippuvalaisin / kiinnitys tarvikkeet erikseen | |
| 2 | PROFI LRM2/ 840/ VA | Airam | Kiinteä led | 40 Led | | | | | 3 | | | | | | | | | 9 | 42 896 71 | Pinta | Riippu/Katto | |
| 3 | LUMI 320 /840 SMART RADAR | Airam | Kiinteä led | 12 Led | | | | | | | | 3 | 3 | | | | | 9 | 42 897 76 | Pinta | Katto, Kehys erikseen | |
| 4 | Lumi 320 IP44 /840 | Airam | Kiinteä led | 12 Led | | | | | | | | | 4 | | | | | 4 | 42096 11 | Pinta | Katto, Kehys erikseen | |
| 5 | PROF LED IP65 valkea tai antrasiitti väri | Online | Kiinteä led | 50 Led | | | | | | | | | | | 3 | | | 3 | 45 481 17 /45 481 19 | Pinta | Katto/seinä | |
| 6 | Class-On D Terazza | Fagerhult | T5 | 2*28 Led/loisteputki | | | | | | | | | | | | | | 6 | 42 311 41 | Pinta | Katto/seinä | |
| | Yhteensä | | | | | | | | | | | | | | | | | 53 | | | | |

SÄHKÖSELOSTUS

SÄH 500

TTY-Asunnot OY

HALLIN SÄHKÖISTÄMINEN

PYYNPOLKU 10, 70340 Kuopio

SISÄLLYS

| | | |
|------|--|---|
| 1 | yleistiedot | 3 |
| 1.1 | Rakennuskohde | 3 |
| 1.1 | Rakennuttaja | 3 |
| 1.2 | Rakennussuunnittelu | 3 |
| 1.3 | Sähkösuunnittelu | 3 |
| 2 | s1 asennus- ja apujärjestelmät | 4 |
| 2.1 | s10 kaapelihyllyjärjestelmä | 4 |
| 2.2 | S120 Johtokanavajärjestelmä | 4 |
| 3 | sähkönjakelu ja kuormitukset | 5 |
| 3.1 | s21 sähköenergian tuotanto ja liittäminen | 5 |
| 3.2 | s211 sähköliittymä | 5 |
| 3.3 | s211 sähköliittymäkaapeli | 5 |
| 3.4 | s231 kiinteistön laitteiden sähköistys | 5 |
| 3.5 | S241 pistorasiat | 6 |
| 3.6 | S251 sisävalaisujärjestelmä | 6 |
| 3.7 | ulkovalaisujärjestelmä | 7 |
| 3.8 | s261 rakennuksen lämmitysjärjestelmä | 7 |
| 3.9 | T620 palovaroitinjärjestelmä | 7 |
| 3.10 | T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä | 7 |
| 3.11 | S720 Potentialintasausjärjestelmä | 8 |

1 YLEISTIEDOT

1.1 RAKENNUSKOHDE

Rakennettava kohde on monitoimihalli, jossa tehdään puu/askartelutöitä.

Sijainti on Pyympolku 10 patakukkulalla.

1.1 RAKENNUTTAJA

TTY-Asunnot Oy

Pyympolku 10, 70340 Kuopio

Yhteysnumero +358 50 3727630

1.2 RAKENNUSSUUNNITTELU

Halli tulee elementteinä.

Rakennus aloitetaan tehdä kesällä 2016.

1.3 SÄHKÖSUUNNITTELU

Sähkösuunnitelman on tehty opinnäytetyönä Savonia ammattikorkeakoulussa

Sähkösuunnittelija Henry Suhonen

henry.suhonen@gmail.com

Puh. 044-2601812

2 S1 ASENNUS- JA APUJÄRJESTELMÄT

2.1 S10 KAAPELIHYLLYJÄRJESTELMÄ

Kaapelihyllyt asennetaan tasokuvissa merkittyihin paikkoihin.

Tekniset tiedot

Kaapelihyllynä käytetään KS-20 300 kaapelihyllyä. Hyllyjen kiinnitys maksimissaan 3m välein, seinäkiinnikkeillä VK-300 2KN. Hyllyt yhdistetään pääpotentiaalitasauskiskoon, eikä hyllyille ole asetettu korroosionsuojauksellisia vaatimuksia.

Valaisinripustuskiskoina käytetään MEK 70 valaisinripustuskiskoa. Kiinnitys kattoon kiinnikkeillä RTF-10 , käyttäen M8 kierretankoa. Tuetaan samalla kaapelihyllyistä. Ei ole korroosionsuojavaatimuksia. Potentiaalitasaus tehdään yhdistämällä kaapelihyllyihin.

2.2 S120 JOHTOKANAVAJÄRJESTELMÄ

Yleistiedot

Johtokanavat asennetaan toimistoon ja askartelutilaan työpöytien kohdalle. Johtokanavien sijainnit löytyvät tarkemmin tasokuvasta. Asennus 790mm korkeuteen. Tulee tarkistaa vielä lopullinen pöydän korkeus ja ikkunan ala reuna, että korkeus on hyvä työskentelyyn.

Tekniset tiedot

Käytetään valkoista INSTAL 108 M johtokanavaa.

3 SÄHKÖNJAKELU JA KUORMITUKSET

3.1 S21 SÄHKÖENERGIAN TUOTANTO JA LIITTÄMINEN

Yleiskuvaus

Luvun järjestelmät noudattavat yleisiä vaatimuksia

Toiminta

Syötöllä katetaan koko rakennuksen sähköt. Rakennukseen ei tule sähkö tuottavia laitteistoja. Varastoivia sähkölaitteita ovat poistumisvalaisimien ja savunpoistokeskuksien akustot.

Tekniset vaatimukset

Rakennuksen sähkösyötön täyttää asetetut vaatimukset ja se tulee asentaa sen mukaan.

3.2 S211 SÄHKÖLIITTYMÄ

Yleiskuvaus

Kiinteistössä ei ole energiaa tuottavia laitteistoja. Varastoivina energia lähteinä on poistumisvalaistuksen ja savunpoistojärjestelmän akustot.

Toiminta

Sähkönsyöttö yhdistää rakennuksen tontin sähköjärjestelmään päärakennuksen pääkeskuksessa.

3.3 S211 SÄHKÖLIITTYMÄKAAPELI

Yleiskuvaus

Syöttökaapelina hallille on AMCMK 4*35+16 maakaapeli. Se on asennettava vaatimusten mukaisesti ja suojattava asennustavan mukaan varoitusnauhalla ja suojaputkella

3.4 S231 KIINTEISTÖN LAITTEIDEN SÄHKÖISTYS

Yleiskuvaus

Asennuksilla toteutetaan sähkönsyöttö kohteeseen asennettaviin sähköjärjestelmiin. Asennukset toteutetaan laaditun suunnitelman mukaisesti.

Toiminta

Laitteistot ja kaapelit tulee asentaa niin, että niillä saavutetaan suunniteltu toiminta.

Tekniset vaatimukset

Pistotulppaliitännäisille laitteille asennetaan pistorasiat ja kiinteästi asennetuille laitteille turvakytkimet. Asennukset tehdään tilavaatimusten mukaisiksi.

Laadunvarmistus

Laitteistolle tehdään tavalliset käyttöönottomittaukset, joilla todetaan laitteiston turvallisuusmääräysten mukaisuus.

3.5 S241 PISTORASIA**Yleistiedot**

Pistorasioina käytetään pinta-asennettavia suojakoskettimellisiä pistorasioita, paitsi toimisto, askartelu ja yleisissä tiloissa käytetään uppoasennettavia suojakoskettimellisiä pistorasioita. Myös toimisto ja askartelu tilassa on johtokanavaan asennettavia pistorasioita.

Johdotukset

Toimisto, askartelu ja muut yleiset tilat asennetaan johdot uppoasennuksena. Puutyö, varasto ja traktoritallin johdotukset asennetaan kaapelihyllylle, josta ne pudotetaan pinta-asennuksena pistorasialle. Kaapelina pistorasioille käytetään MMJ kaapeleita kooltaan 3X1,5 S, 3X2,5 S ja 5X2,5 S. Käytettävä kaapeli tulee varmistaa keskuskuvasta.

Laadunvarmistus

Käyttöönottomittauksella toteutetaan laadunvarmistus. Sen avulla varmistetaan, että asennukset täyttävät asetetut turvallisuusvaatimukset.

3.6 S251 SISÄVALAISUJÄRJESTELMÄ**Yleistiedot**

Tarkemmat tiedot kaikista valaisimista löytyy valaisinluettelossa.. Puutyö, varasto ja traktoritallin valaisimet on jaettu eri vaihteille, joka tulee huomioida asentaessa valaisimia.

Asentaminen

Sisävalaistusjärjestelmä asennetaan hallissa puutyö, varasto ja traktoritallin osalta valaisinripustuskiskoon. Niissä käytetään säteilijä valaisimia jotka kiinnitetään roikkuviksi koukuilla. Muissa tiloissa asennetaan kattoasennuksella sisävalaisimet. Kaapeleina valaistuksessa käytetään MMJ 3x1,5S ja 5x1,5S Kaapeleita.

3.7 ULKOVALAISUJÄRJESTELMÄ

Yleistiedot

Ulkovalaistusta ohjataan VAK:in kautta aikaohjauksella. Ulkovalaistuksen valaisimet ovat luokaltaan IP 44.

Asentaminen

Ulkovalaisimet asennetaan hallin nosto-ovien yläpuolelle sekä ulko-ovien katoksien kattoon. Ulkovalaistukseen käytetään samoja kaapeleita kuin sisävalaistuksessa.

3.8 S261 RAKENNUKSEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

Yleistiedot

Hallin lämmityksenä toimii kaukolämpöverkko. lämmityksen säätöä ohjataan VAK:in kautta.

Asentaminen

Lämmönjakokeskukselle on vedetty MMJ 5x2,5S

3.9 T620 PALOVAROITINJÄRJESTELMÄ

Yleistiedot

Paloilmoittimet ovat pelkästään hälyttäviä. Niistä ei tarvitse lähteä erillistä tietoa eteenpäin. Ne asennetaan valaisinripustuskiskoihin. Palohälyttimet on yhdistettynä savunlaukaisin keskukseseen. Niissä on oma patterit syötön lisäksi.

Asentaminen

Palohälyttimet asennetaan valaisinripustuskiskoihin. Niiden tulee täyttää valmistajan ja standardien määräämät etäisyydet ja toiminnot.

3.10 T630 SAVUNPOISTON OHJAUS- JA VALVONTAJÄRJESTELMÄ

Yleistiedot

Savunpoisto toteutetaan savunpoistoikkunoilla. Ne ovat alasaranoitettuja ja ulospäin avautuvat. Niitä ohjaa sähköinen avausmekanismi. Savunpoistolaukaisu keskus sijaitsee tuulikaapissa.

Asentaminen

Asentamiseen hoitaa valtuutettu firma. Sähköasentaja vetää ainoastaan kaapelit moottoreille ja keskukseseen.

3.11 S720 POTENTIAALINTASSAUSJÄRJESTELMÄ

Yleiskuvaus

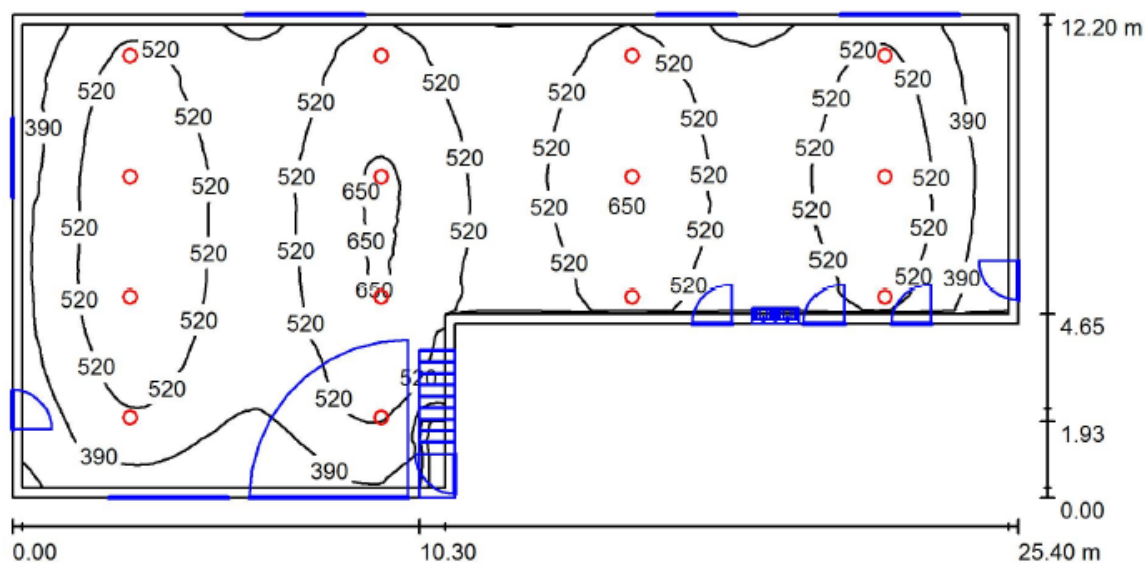
Potentiaalitasausjärjestelmä toteutetaan perustuksissa kiertävällä kupariköydellä. Pääpotentiaalintasauskisko sijaitsee hallin pääkeskuksen alapuolella.

Asentaminen

Perusmaadoituselektrodi asennetaan 16 mm^2 kupariköydellä perustustenbetoniin. Pääpotentiaalintasauskisko asennetaan RK1 (hallin pääkeskus) alle 500mm korkeuteen. Siihen kiinnitetään 16 mm^2 kupariköyden päät. Perustusten raudoitusteräket, kaapelihylly ja valaisinripustuskisko, vesiputkisto, ilmanvaihtoputkisto ja atk-rekki yhdistetään potentiaalintasauskiskoon.

LIITE 10: VALAISTUSLASKENNAT

Puutyö / Yhteenvedo



Tilan korkeus: 5.000 m, Asennuskorkeus: 4.700 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava
1:182

| Pinta | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Käyttötaso | / | 499 | 63 | 664 | 0.126 |
| Lattia | 20 | 452 | 68 | 585 | 0.150 |
| Katto | 70 | 104 | 71 | 197 | 0.686 |
| Seinät (6) | 50 | 241 | 56 | 2336 | / |

Käyttötaso:

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

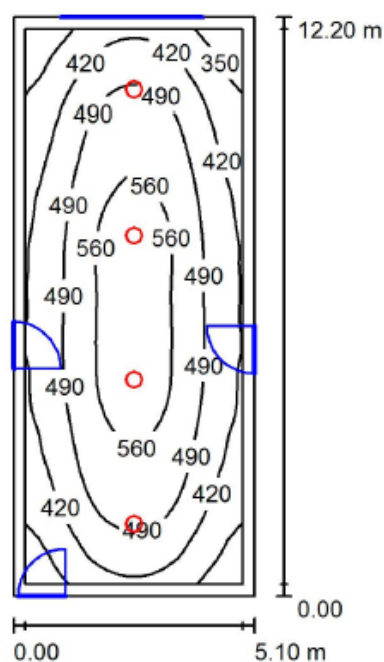
Niiden pisteiden osuus, joiden valaistusvoimakkuus alle 400 lx (IEQ-7:ää varten): 31.52%.

Luettelo valaisimista

| Numero | Kappale | Tunnus (Korjaustekijä) | Φ (Valaisin) [lm] | Φ (Lamput) [lm] | P [W] |
|--------|---------|--|------------------------|----------------------|--------|
| 1 | 14 | SITECO 5NJ22271B0H NJ200 GIGANTE® (1.000) | 13200 | 13200 | 145.0 |
| | | | Yhteensä: 184800 | Yhteensä: 184800 | 2030.0 |

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $8.21 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 247.40 m^2)

varasto / Yhteenveto



Tilan korkeus: 5.000 m, Asennuskorkeus: 4.700 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava
1:157

| Pinta | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Käyttötaso | / | 474 | 287 | 594 | 0.605 |
| Lattia | 20 | 398 | 248 | 497 | 0.625 |
| Katto | 70 | 96 | 62 | 112 | 0.650 |
| Seinät (4) | 50 | 231 | 67 | 550 | / |

Käyttötaso:

| | | | | | |
|-------------|-----------------|--------------------|-------------|------------|-------------------------|
| Korkeus: | 0.850 m | UGR | Pitkittäin- | Poikittain | Valaisimen keskiviivaan |
| Rasteri: | 64 x 32 Pisteet | Vasen seinä | 29 | 29 | |
| Reuna-alue: | 0.250 m | Alempi seinä | 29 | 29 | |
| | | (CIE, SHR = 0.25.) | | | |

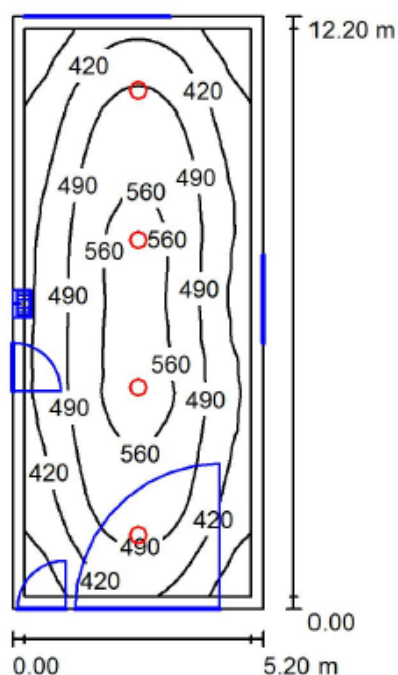
Niiden pisteiden osuus, joiden valaistusvoimakkuus alle 400 lx (IEQ-7:ää varten): 15.97%.

Luettelo valaisimista

| Numero | Kappale | Tunnus (Korjaustekijä) | Φ (Valaisin) [lm] | Φ (Lamput) [lm] | P [W] |
|--------|---------|--|------------------------|----------------------|-------|
| 1 | 4 | SITECO 5NJ22271B0H NJ200 GIGANTE® (1.000) | 13200 | 13200 | 145.0 |
| | | | Yhteensä: 52800 | Yhteensä: 52800 | 580.0 |

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $9.32 \text{ W/m}^2 = 1.96 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 62.22 m^2)

Traktoritali / Yhteenveto



Tilan korkeus: 5.000 m, Asennuskorkeus: 4.700 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava
1:157

| Pinta | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Käyttötaso | / | 468 | 281 | 588 | 0.601 |
| Lattia | 20 | 392 | 245 | 489 | 0.624 |
| Katto | 70 | 95 | 58 | 114 | 0.618 |
| Seinät (4) | 50 | 215 | 63 | 545 | / |

Käyttötaso:

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

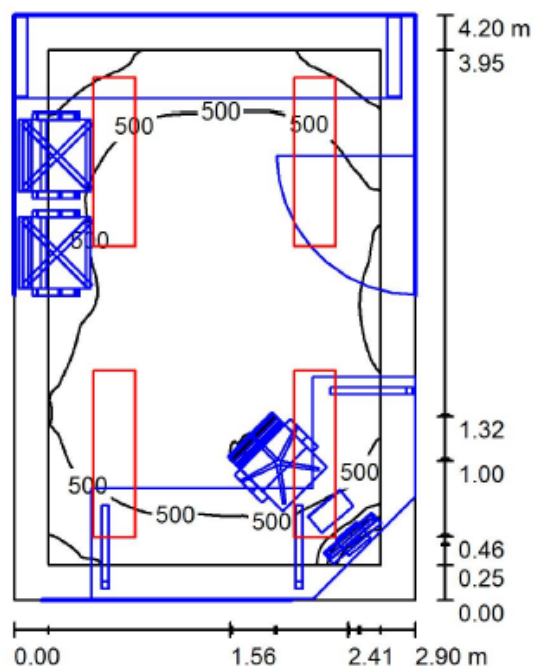
Niiden pisteiden osuus, joiden valaistusvoimakkuus alle 400 lx (IEQ-7:ää varten): 18.70%.

Luettelo valaisimista

| Numero | Kappale | Tunnus (Korjaustekijä) | Φ (Valaisin) [lm] | Φ (Lamput) [lm] | P [W] |
|--------|---------|--|------------------------|----------------------|-------|
| 1 | 4 | SITECO 5NJ22271B0H NJ200 GIGANTE® (1.000) | 13200 | 13200 | 145.0 |
| | | | Yhteensä: 52800 | Yhteensä: 52800 | 580.0 |

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $9.14 \text{ W/m}^2 = 1.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 63.44 m^2)

Toimisto / Yhteenveto



Tilan korkeus: 2.400 m, Asennuskorkeus: 2.400 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:54

| Pinta | ρ [%] | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m |
|------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Käyttötaso | / | 509 | 118 | 591 | 0.231 |
| Lattia | 20 | 242 | 28 | 407 | 0.115 |
| Katto | 70 | 120 | 96 | 164 | 0.800 |
| Seinät (4) | 50 | 237 | 29 | 625 | / |

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): 5.66%.

Luettelo valaisimista

| Numero | Kappale | Tunnus (Korjaustekijä) | Φ (Valaisin) [lm] | Φ (Lamput) [lm] | P [W] |
|--------|---------|---|------------------------|----------------------|-------|
| 1 | 4 | SITECO 0LP2157L42830 DIADEM® (1.000) | 3100 | 3100 | 33.0 |
| | | | Yhteensä: 12400 | Yhteensä: 12400 | 132.0 |

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $10.84 \text{ W/m}^2 = 2.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 12.18 m^2)