

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka, Imatra
Sähkötekniikankoulutusohjelma

Tommi Järvinen

HALLIN SÄHKÖSUUNNITTELU

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

Tommi Järvinen

Hallin sähkösuunnittelu 16 sivua, 4 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Imatra

Tekniikan yksikkö, sähkötekniikan koulutusohjelma
tuotantopainotteinen linja

Ohjaaja: lehtori Kari Manninen Saimaan AMK

Työn tarkoituksena oli suunnitella hallin sähköistys. Oma henkilökohtaisena tavoitteena oli kehittää sähkötekniistä tietotaito osaamistani. Tarkoituksena oli harjaantua suunnitelmaohjelmien käytössä.

Mietin monia erilaisia suunnittelukulmia, kuten käyttömukavuus, raha ja toteutus. Pyrin toteuttamaan suunnitelmat asiakkaan näkökulman huomioon ottaen, mutta sain asiakkaalta melko vapaat kädet projektin suunnitteluun.

Lämmitys toteutettiin uudella energiaystävällisellä tavalla. Ilmalämpöpumput toimivat samalla esittelytuotteina yritykselle. Tästä johtuen koko lämmitys toteutettiin tarkasti ennalta valittujen ilmalämpöpumppujen avulla.

Valaistuksen toteutus oli tärkeä osa suunnitteluprojektia, koska tilaa tulitisiin käyttämään monella tavalla. Esimerkiksi työtilojen riittävä valaistus piti ottaa huomioon. Valaistuksen suunnittelun teki haasteelliseksi se, että valaisimet oli jo ennalta valittu paikalliselta valmistajalta.

Itse teknisessä suunnittelutyössä käytin monenlaisia ammattikäyttöön tarkoitettuja ohjelmia ja sovelluksia. Nämä ohjelmat tarjosivat minulle käyttökelpoisimmat toteutus mahdollisuudet. Koko projektin ajan tein tiivistä yhteistyötä rakennusmiesten ja heidän esimiestensä kanssa ja tietysti asiakkaan kanssa.

Asiasanat: suunnittelu, valaistus, lämmitys, suunnitteluohjelmat

ABSTRACT

Hall project: electric planning

Saimaa University of Applied Sciences, Imatra

Electrical Engineering

Final Year Project, 2010

Tutor: Mister. Kari Manninen, MSc, Senior Lecturer, Saimaa UAS

The purpose of this final thesis was to make an electric plan to a hall. My personal goal was to develop my electric knowledge of electric planning. My purpose was to get practice in electrical programs and softwares.

I thought many different kind of view angles. For example using comfort, financial issues and completion. I planned hole project with customers wishes, but in the end I did get almost free hands.

Heating was made with new and environmental friendly way. Air-source heat pump and pumps were model pieces of the whole company. Because of these issues I have to use air-source heat pumps.

Lighting was a big issue of whole planning, because the hall would be used in many kind of ways- for example I had to take to consideration the workplace had good and enough lighting. challenge was that lamps were decided before my planning started. We used local lamp producer.

In teknic planning I used many kind of professional electrical programs and softwares. These programs provided me useable working applications

From the start of the project I made keen collaboration with instruction men and their supervisors and of course with the customer.

Keywords: planning, lighting, heating, planning softwares

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
2 SUUNNITTELU	6
2.1 Valaistuksen suunnittelu	6
3 LÄMMITYS	8
3.1 Lämmitysjärjestelmä	8
3.2 Ilmalämpöpumput	8
3.3 Mitsubishi-ilmalämpöpumppu	9
4 SÄHKÖSUUNNITTELU	9
4.1 Käytetyt tekniset ohjelmat	9
4.2 Magicad/ Autocad	10
4.3 Siemens-lämpöhäviöohjelma	10
4.4 ELP-teholaskelma	10
4.5 DIALUX-valaistuslaskenta	11
5 ASENNUSLAITTEET	11
5.1 Kuivan, kostean ja märän tilan määritelmä	12
5.2 Johtimien poikkipinnat	13
6 LOPPUSANAT	13
LÄHTEET	15

LIITTEET

- Liite 1 Hallin sähkösuunnitelma
- Liite 2 Lämpöhäviölaskelmat
- Liite 3 Ryhmäjohtojen teho laskelmat
- Liite 4 Valaistustasolaskelmat

1 JOHDANTO

Ajatus opinnäytetyöstä lähti työnantajani rakennusprojektista. Hän on suunnitellut rakennuttavaa yritykselleen uudet toimitilat ja kokonaan uuden hallin. Ajattelin tarjoutua auttamaan työnantajaani suunnittelemalla koko hallikokonaisuuden sähköistyksen. Työnantaja kertoi minulle peruslähtökohdat koko projektissa ja mutta antaa aika vapaat kädet sähköistyksen suunnittelussa. Työhön antaa lisäsisältöä se, että saan tehdä yhteistyötä eri tahojen kanssa, esimerkiksi itse rakentamisesta vastaavan yrityksen kanssa.

Mielestäni tämä on hyvä valinta opinnäytetyöksi, koska toivon saavani itse myös työltä hyvin paljon. Pysin käyttämään hyödyksi niitä oppeja joita koulussa on käyty läpi. Toivon sähkötekniillisen osaamiseni kulminoituvan tähän työhön. Työ on laaja, koska se sisältää kaiken suunnittelusta aina piirtämiseen asti.

Toivoisin tulevaisuudessa työskenteleväni sellaisessa yrityksessä, jossa voisin tehdä lisää tällaisia projektiluonteisia suunnitteluita. Tässä projektissa olen päättänyt olla nöyrä oppimaan ja kuuntelemaan kaikki mahdolliset vinkit ja neuvot, mitä vain saan.

Tutustuessani tarkemmin itse suunnitteluvaiheeseen huomaan, että suunnittelu on paljon muutakin kuin pelkkää piirtämistä. Pitää omaksua hyvin pitkälti koko projekti ja kokonaisuus ennen kuin voit alkaa kokoamaan yksittäisiä asioita yhtenäiseksi suunnitelmaksi.

2 SUUNNITTELU

Suunnittelun aluksi piti miettiä pääpiirteet, joita noudatettaisiin koko projektin aikana. Nyssösen (2008, 8) mukaan projektin kokonaisvaltainen hallinta on edellytys projektin onnistumiselle.

2.1 Valaistuksen suunnittelu

Aluksi piti miettiä, minkälaisen valaistuksen tuleva halli tarvitsisi. Työtiloihin tulisi sijoittaa loistevalaisimia yleisvalaistukseksi kattoon ja lisäksi tarvitaan kohdevalaisimia valaisemaan suoraan työkohdetta. Pikkutarkkoihin töihin olisi hyvä olla vielä erillinen työvalo, jota voi tarpeen vaatiessa siirrellä ja säätää. (Suomen sähköopas, 2010.)

Hallissa on kolme eri tilaa: varasto, korjaamo ja Vakkakylmän tilat. Konttorin valaistusta miettiessä pitää huomioida yksi seikka, joka vaikuttaa koko yrityksen liiketoimintaan. Tämän tilan valaistus antaa ensivaikutelman koko yrityksestä. Tämän vuoksi valaisimien tulisi olla miellyttäviä ja häikäisemättömiä.

Oikeanlainen ja suuruinen valaistus vaikuttaa ihmisen tapaan toimia. Työskentelytilassa tulee olla riittävän tehokas häikäisysojaus, sopiva valaistusvoimakkuus. Tärkeitä seikkoja ovat myös valon oikeanlainen suuntaus ja riittävät valon väriominaisuudet, luminanssisuhteet eli oikeat pintakirkkaussuhteet. Valaistuksen tulisi olla sellainen, että se palvelee normaalisti näkeviä ihmisiä sekä heikonäköisiä.

Taulukossa 1 on esitetty valaistus suosituksista työssäni esiintyvissä tiloissa. Nämä valaistus suositukset ovat ABB Oy:n antamia vuonna 2000.

Suosittelava valaistusvoimakkuus (lx)	Tila tai työskentelyolosuhde	Esimerkkejä
20...30...50 50...75...100	Ulkotyöaluiden yleisvalaistus Kulkuväylät, lyhytaikainen oleskelu	
100...150...200	Tilat, joita ei käytetä jatkuvasti työskentelyssä	Eteiset, aulat, käytävät, varastot,
200...300...500	Yksinkertaisten näkötehtävien tilat	Paperikonesalit, maalaamot, karkea kone- ja penkkityö
300...500...750	Kohtuullista tarkkuutta vaativien näkötehtävien tilat	Toimistot, luokkahuoneet, laboratoriot,
500...750...1000	Tarkkuutta vaativat näkötehtävät	itsepalvelumyymälät Pankkien asiakaspalvelu, avotoimistot, melko tarkka kone- ja penkkityö mm automaattikoneet, valvomot
750...1000.1500	Suurta tarkkuutta vaativat näkötehtävät	Tarkkuutta vaativa toimistotyö, värintarkastus
1000...1500...2000	Erittäin suurta tarkkuutta vaativat näkötehtävät	Värintarkastus, värinmäärittely, tarkka kone- ja penkkityö, tarkka piirustustyö
1000... 2000...3000	Pitkäaikaiset erittäin vaativat näkötehtävät	Mikroelektroniikka, käsinkaiverrus, mikroskopointi,

Taulukko 2.1 Valaistussuosituksat eri tiloihin (ABB Oy 2000, 25.5)

3 LÄMMITYS

3.1 Lämmitysjärjestelmä

Koko hallikokonaisuuden lämmitys toteutetaan ilmanlämpöpumpuilla. Tämän asian vaati yritys, koska ilmanlämpöpumput ovat vahvasti sidottu yrityksen toimintaan. Samalla pumppuja käytetään markkinointitarkoituksissa ja näin ollen pystytään asiakkaalle paikan päällä näyttämään tuotteen kokonaisvaltainen toiminta. Toimipaikkamainonta on monelle pienemmälle yritykselle tehokkain ja tärkein mainonnan muoto. Toimipaikanmainonta toimii eräänlaisena käyntikorttina (Bergström & Leppänen 2007, 204).

3.2 Ilmalämpöpumput

Lämpöpumppu luovuttaa jopa kolmesta neljään kertaan enemmän lämpötehoa kuin mitä se kuluttaa sähköä. Ilmalämpöpumpun toimintaa voitaisiin verrata jääkaapin tapaan toimia. Jäähdytystoiminolla se toimii täsmälleen niin kuin jääkaappi ja lämmitystilassa automatiikka mahdollistaa päinvastaisen toiminnan. Koko ilmalämpöpumpun toiminta perustuu kylmätekniikkaan. (Whitestone Oy, 2003-2010.)

Ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö sitoo lämpöenergiaa ulkoilmasta kylmäaineeseen. Tämä lämpöenergia puristetaan kompressorilla kasaan. Sisäyksikkö, joka on sijoitettu, sisälle jakaa tämän kuumakaasun lämpöenergian sisälle puhaltimen avulla. Tämän luovutuksen jälkeen kylmäaine jatkaa kulkuaan ”paisunta-venttiilille”. Täällä kylmäaineen paine putoaa ja näin ollen tapahtuu höyrystyminen uutta lämpöenergian keräystä varten. Ilmalämpöpumpun toiminta voidaan pelkistää siten, että se hyödyntää ilmassa jo olemassa olevan lämpöenergian. Tätä lämpöenergiaa vain siirrellään sisältä ulos ja päinvastoin. (Whitestone Oy, 2003–2010.)

3.3 Mitsubishi-ilmalämpöpumppu

Mitsubishi FD25 lämmittää ja viilentää tilat helposti energiaa säästäen. Mitsubishi antaa 3 vuoden takuun laitteelle ja lisäksi 5 vuoden materiaalitakuun kompressorille. Hiljaiset Mitsubishi FD-sarjan ilmalämpöpumput on suunniteltu ja toimiviksi testattu erityisesti Pohjolan vaativissa oloissa.

Laitteet antavat lämmitystoiminnolla vielä -15°C pakkasella nimellistehonsa verran lämpöä. Laite tuottaa edullista lämpöä vielä -25°C pakkasessa. Vakiona laitteeseen sisältyvä i-see Sensor-tuntoelin havaitsee 150 asteen säteellä huoneen lämpötilaerot ja kohdistaa laitteen puhalluksen automaattisesti sinne, missä lämpöä tai jäähdytystä tarvitaan. (Mitsubishi electric 25.5.2010)

4 SÄHKÖSUUNNITTELU

Aluksi piti miettiä mitä käyttäjä hallilta vaatii sähköteknisessä mielessä. Työtiloihin tulisi sijoittaa pistorasioita ja voimapistorasioita riittävästi.

Hallissa on kolme eri tilaa: varasto, korjaamo ja Vakkakylmän tilat. Jokaiselle osalle käyttäjällä oli omat toiveet, jotka otin huomioon suunnitelmaa tehdessäni. Pistorasioiden sijoittelu oikeisiin paikkoihin oikealle korkeudelle on tärkeää, jotta vältetään jatkojohtojen ja jakajien käytöltä tulevaisuudessa.

Voimapistorasioiden sijoittelussa oli otettava huomioon, minne kyseistä pistettä käyttävä laite sijoitetaan. Huomioitava on myös sähkötekniset määräykset, jotka rajoittavat pisteiden sijoittelua.

4.1 Käytetyt tekniset ohjelmat

Opinnäytetyössäni käytin ohjelmana Autocadia. Tämän ohjelman valitsin työn avuksi, koska minulla oli mahdollisuus käyttää kyseistä ohjelmaa.

4.2 Magicad/ Autocad

MagiCad on ohjelma, joka on tarkoitettu erilaisiin taloteknillisiin suunnitteluihin. MagiCad on Pohjoismaiden johtava CAD-ohjelmisto. MagiCad sisältää monenlaisia työkaluja ja ominaisuuksia, jotka mahdollistavat erilaisten sähkö- ja LVI-järjestelmien piirtämisen ja suunnistelun. (Progman oy, 2006–2010)

Mielestäni ohjelmaa on helppo käyttää ja se on hyvin selkeä. Ohjelmassa on myös monipuoliset piirto- ja muokkausmahdollisuudet. Ohjelmassa on laaja skaala eri valmistajien tuotteita. (LIITE 1 Hallin sähkösuunnitelma)

4.3 Siemens-lämpöhäviöohjelma

Laskin hallin tarvitsemat lämpömäärät Siemensin ohjelmalla, jotta varmistuin siitä, että ilmalämpöpumppujen tehomäärät riittävät hallin lämmittämiseen (LIITE 2 Lämpöhäviölaskelmat)

4.4 ELP-teholaskelma

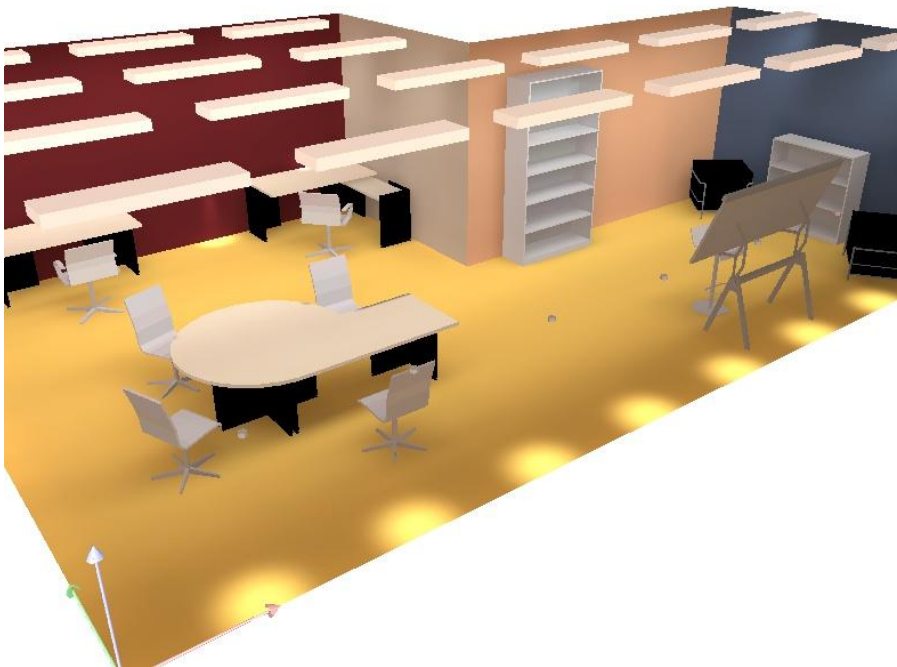
EL-PROYECTO KY myy ja ylläpitää ATK-ohjelmistoja - KUORMA, NOUSU ja TELE -sähkösuunnittelun ja -urakoinnin tarpeisiin. Ohjelmien avulla voidaan helpottaa laskentaa, mitoitusta ja piirtämistehtäviä.

KUORMA-ohjelmalla voidaan tarkastella johtimien kuormitettavuutta ja valita sopiva ylikuormitussuoja eri asennusolosuhteissa ja mitoittaa erilaisia kojelähtöjä (kuormia) niille ominaisilla tavoilla. KUORMA-ohjelman ominaisuuksien lisäksi eri versioissa lasketaan kojelähtöjen minimi oikosulkuvirta, jännitealennus p%, back-up-sulake, kontaktori, lämpörele ym. eri kuormatyypeille (muu koje, moottori, RK, kondensaattori) ominaisilla tavoilla. NOUSU-ohjelmalla mitoitetaan ja piirretään rakennusten nousujohtoverkot. Verkko rakennetaan visuaalisesti kuvauutua napsauttamalla. Ohjelma mitoittaa nousun ylikuormitussuojan ja kaa-

pelin sekä laskee jännitealennuksen ja oikokulkuvirran. Nousujohtokaavion voi tulostaa haluamallaan keskustiedoille. (El-proyecto Ky 2010) (LIITE 3 Ryhmäjohtojen teholaskelmat)

4.5 DIALUX-valaistuslaskenta

Dialux on helppo, tehokas ja ammattimainen tapa suunnitella valaistus. Ohjelmasta löytyy uusimmat valaisintuottajien datatiedot. Ohjelman avulla pystyy suunnittelemaan valaistustasot perinteisesti 2D:nä, mutta uusimmilla versioilla pystyy myös 3D-mallinnukseen. (Dialux 2010) (LIITE 4 Valaistustasolaskelmat)



Kuva 4.1 Dialuxin käyttömahdollisuuksia (International light technologies 2010)

5 ASENNUSLAITTEET

Sähkölaitteiden on oltava niitä koskevissa rakennusstandardeissa esitettyjen turvallisuusvaatimusten mukaisia (SFS 6000-5-51). Sähkölaitteiden on sovittava asennuksessa käytettyyn nimellisjännitteeseen (SFS 6000-5-51). Sähkölaitteet

on valittava siten, että ne kestävät normaalissa käytössä esiintyvät virrat (SFS 6000-5-51).

5.1 Kuivan, kostean ja märän tilan määritelmä

Kuiva tila on huone, jossa ilma on niin kuivaa, ettei seinille, kattoon tai sähkölaitteiden pinnalle normaalikäytössä tiivisty kosteutta, ja ulkoiset tekijät ovat siinä määrin normaalit, ettei tilaa ole katsottava muuksi tilaksi (SFS 6000-8-804).

Esimerkkejä kuivista tiloista: asuinhuoneet, asuinhuoneistojen keittiöt, toimistohuoneet, vessat, myymälät ja teollisuustilat, joissa ei ole erityisolosuhteita.

Kostea tila on huone tai sen osa, jossa ilma yleensä tai usein on niin kostea, että seinille, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle tiivistyy kosteutta, mutta vesipisaroita vain poikkeuksellisesti (SFS 6000-8-804). Esimerkkejä kosteista tiloista: suurkeittiöt, tietyt kellarit ja teollisuustilat, väestönsuojat ja yhteiskäytössä olevat vaatteidenpesutilat tai talopesulat.

Märkä tila on huone tai sen osa, jossa ilma yleensä tai usein on niin kostea, että seinille, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle tiivistyvä vesi muodostaa pisaroita tai laite on muutoin vastaavasti alltiina vedelle (SFS 6000-8-804).

Sähkölaitteiden kotelointiluokan on täytettävä vähintään seuraavan taulukon 5.2 mukaiset vaatimukset.

Tila	Kotelointiluokka	Lisätietoja
Ulkotila ^{*)}	IPX3	Laite, joka on alltiina sateelle, mutta joka on asennettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevan pinnan yläpuolelle (maapinta, lattia, vesikatto).
	IPX4	Laite, joka on alltiina sateelle ja on asennettu enintään 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta (maapinta, lattia, vesikatto).
	IPX1	Laite, joka on asennettu siten, että se on suojattu sateelta.
Kuiva tila	IP2X	
Kostea tila	IPX1	
Märkä tila	IPX4	

TAULUKKO 5.2 IP-Luokat (SFS 6000-8-804)

5.2 Johtimien poikkipinnat

Johtimien pitää olla kuparijohtimia ja niiden poikkipinnan pitää olla vähintään 1,5 mm². Taipuisien kaapelien ja johtimien poikkipinta voi olla 0,75 mm², jos ne on mitoitettu kuormituksen mukaan eivätkä syötä pistorasiaa eikä niiden pituus ylitä 10 m:ä.

Valaisimet ja muut laitteet pitää valita seuraavasti:

Valaisimen kotelon ja muitten laitteiden enimmäislämpötila ei saa ylittää seuraavia arvoja: normaalissa käytössä 90 °C, vian aikana 115 °C. Lisäksi on noudatettava valmistajan esittämiä asennusasentoa ja palaviin materiaaleihin vaadittuja turvaetäisyyksiä koskevia ohjeita. Lampun suurin sallittu teho pitää merkitä valaisimen alle tai päälle, ellei valaisimen rakenne estä laittamasta liian suuritehoista lamppua (SFS 6007-715).

6 LOPPUSANAT

Opinnäytetyölle en keksinyt muunlaista jatkotutkimusmahdollisuutta kuin sen, että tulevaisuudessa hallia laajennetaan tai toimitiloja rakennetaan suurempia ja koko halli saneerataan uudelleen. Opinnäytetyön voisi tehdä myös tutkivassa muodossa. Esimerkkinä voisi olla, että onko hallinvalaistus teho riittävä työtiloissa. Eräs aihe olisi erityisen mielenkiintoinen omasta mielestäni toteuttaa: hallin energiatehokkuuden tutkiminen. Voisiko esimerkiksi valaisimien energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä parantaa tai tehostaa entisestään? Riittääkö ilmanlämpöpumppujen teho lämmittämään kannattavasti koko hallirakennusta vai olisiko aika katsoa vaihtoehtoisia lämmitysmenetelmiä, kuten aurinkokennot?

Opinnäytetyöprosessini käynnistyi jo kesällä 2009, ja aluksi vain mietin asiaa sekä kypsytelin aihekokonaisuutta. Syksyllä 2009 aloin työstämään opinnäyte-

työtäni muiden opintojen ohella. Tiesin alusta alkaen, että opinnäytetyöni liittyisi sähköiseen suunnitteluun.

Kuultuani suunnitteluprojektin käytöstä ja toimitilan käytöstä huomasin, että siinä olisi sellainen projekti, johon haluan osallistua. Saisin suunnitella varastoa, toimitilaa, työskentelyhuoneita, ja lopullisen lisän työlle antoi ulkovalaistus ja eritoten hämäräkytkimellä toimiva mainos. Ratkaisevana tekijänä suunnitelman tekemisen mielekkyydessä toimi ilmanlämpöpumput, jotka sain myös suunnitella toimitiloihin.

Itsessään opinnäytetyöprosessi osoittautui haastavaksi ja hyvin mielenkiintoiseksi. Koko työ vei kaiken kaikkiaan enemmän aikaa ja vaivaa kuin olin aluksi suunnitellut. Oman haasteensa asiaan toi se, että suunniteltava kohde ja sitä kautta kaikki yhdyshenkilöt sijaitsivat toisella puolella Suomea, Varsinais-Suomessa.

Osaisin varmasti seuraavalla kerralla samanlaista suunnitelmaa tehdessä olla tarkempi yksityiskohtaisempien asioiden suunnittelussa. Varmuutta tuli myös sellaisiin suunnitelmiin, jossa saa käyttää omaa mielikuvitusta ja suunnittelukykyä. Olen tyytyväinen omaan panokseeni, työn ja suunnittelun osalta. Työ on antanut ja opettanut minulle paljon, opinnäytetyön myötä hakeuduin suunnittelu-tehtäviin. Tämä työ auttoi minua suurissa valinnoissa koskien tulevaisuuttani. Nyt voin paremmin ja tietyllä varmuudella suunnitella töissä erilaisia kokonaisuuksia, koska on itse ennen töihin menoa jo vastannut itsenäisesti yhden projektin sähkösuunnittelusta.

LÄHTEET

ABB Oy:
[http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/\\$file/210_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/$file/210_0007.pdf) (Luettu 25.5.2010)

Bergström, S & Leppänen, A. 2007. Markkinoinnin maailma. Helsinki: Edita Prima Oy.

Dialux: Light Building Software.
http://www.dial.de/CMS/English/Articles/DIALux/Download/Download_fi.html?ID=1 (Luettu 25.5.2010)

EL-proyecto Ky: ELP. EL-proyecto Ky. <http://www.elp.fi/> (Luettu 25.5.2010)

Heat Lightning, valaistus ja sisustus, 2010. Valaistus eri tiloissa: Eteisen, aulan ja hallin valaistus. <http://www.heat.fi/valaistuseritiloissa> (Luettu 2.3.2010)

International light technologies: Awesome FREE Lighting Analysis Software!.
<http://archlight.wordpress.com/2007/08/31/awesome-free-lighting-analysis-software/> (Luettu 25.5.2010)

Mitsubishi Electric ilmanlämpöpumput, 2010. Lämpöpumppu Pohjolan talviseen ilmastoon, huippulämmöntuotto ja miellyttävämpi sisäilman laatu
http://www.google.fi/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&ved=0CBEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.pihapiiri.fi%2Fwmanage%2Ffiles.ph%3Fdownload%3Dtrue%26file_id%3D1159&rct=j&q=ilmal%C3%A4mp%C3%B6pumppu+taloudellisuus&ei=lw2NS-nSCZPu-QaEn7XFAw&usg=AFQjCNG7n04Yw2f1NloMRnZO2hOwf_-LKw (Luettu 1.3.2010)

Mitsubishi Electric: <http://www.mitsubishielectric.fi/index.php?lampopumput=FD-mallit&ominaisuudet=kuva&> (Luettu 25.5.2010)

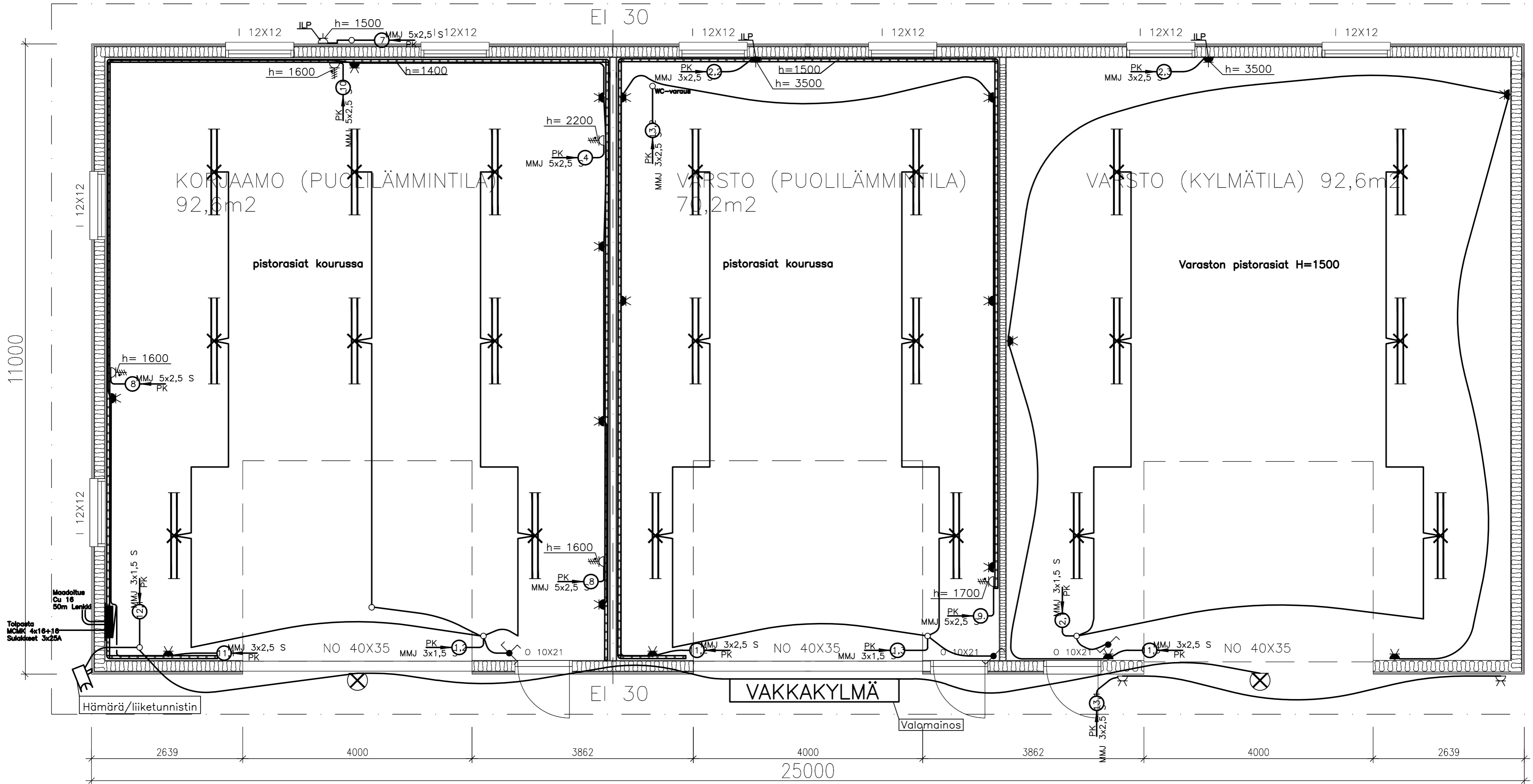
Nyysönen, E. 2008. Sähkösuunnitelun projektityön hallinta ja kehittäminen. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
<https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/38108/nbnfi-fe200805151396.pdf?sequence=3> (Luettu 2.3.2010)

Program Oy: MagiCAD, Ammattilaisen valinta <http://www.progman.fi/fi> (Luettu 28.02.2010)

Suomen sähköopas: Rakentajan ja remontoijan tarpeisiin, 2010. Työhuoneen valaistus. <http://www.sahkoopas.com/sahkotietoa/valaistus/sisatilat/tyohuone/> (Luettu 2.3.2010)

Suomen standardisoiliitto. 2008-09 SFS 600 Pienjännitesähkö asennukset ja sähkötyöturvallisuus 2007. SFS.Helsinki.

Whitestone Oy, Jäähdytinpalvelu RefGroup Oy: Tietoa Ilmalämpöpumpuista, toimintaperiaate. http://www.ilmalampopumput.fi/index.php?node_id=6825 (Luettu 2.3.2010)



A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT

- Nimellisjännite U_e 400 V
- Nimellisvirta I_N 25 A
- Poikkeava tasoituskerrain
- Jakelujärjestelmä
 - käyttöaadoitettu TN-S
 - nolla- ja suojapiiri yhdistetään TN-C
 - käyttöaadoitettu TN-C-S
 - muu _____
- Teho
 - liittymä S 58kVA
 - huippu (15 min. mittaus) P _____
- Oikosulkukestoisuus
 - terminen vaatimus I_{1s} _____
 - dynaaminen vaatimus i_{dyn} _____
- Kiskot ja johtimet AC
 - L,N,PE
 - L1,L2,L3,N,PE
 - muu _____
- Kiskot ja johtimet DC
 - L+
 - N
 - L-
 - PE
- Ohjaisjännitekisko (-piiri)
 - U_e _____ V
 - I_N _____ A
 - s _____ kVA
- Apujännite 1
 - U_1 _____ V
 - AC
 - DC
 - käyttöalue _____
- Apujännite 2
 - U_2 _____ V
 - AC
 - DC
 - käyttöalue _____

Lisätietoja _____

B KOTELOINTI- JA ASENNUSTIEDOT

- Keskuslaji ja koteloitiluokka
 - kenno IP _____
 - kotelo IP 20
 - kehikko IP _____
 - muu _____
- Asennustapa
 - pinnalle
 - upotettu, up. syv. max. _____ mm
 - ulkokäyttö
- Kiinnitys
 - seinään
 - seinään ja tuenta lattiaan
 - lattiaan (vapaasti seisova)
- Asennus- ja tukirakenteet
 - ei vaatimusta
 - sidekiskot n. 50 mm alustasta
 - muu _____
- Kehikkokeskuksen yhtenäinen ovi
 - lukolla
 - käsisalvalla
 - työkalusalvalla
 - saranointi vasenkätinen
- Ovien ja kansien avautuminen ja leveys
 - minimaavautuminen 180 astetta
 - max. ovileveys _____ mm
- Pintakäsittely
 - valmistajan normaali
 - erillisen ohjeen mukaan
- Keskuksen maksimikoko
 - leveys 545 mm
 - korkeus 900 mm
 - syvyys 130 mm

- Ympäristön lämpötila
 - normaali
 - min. _____ C° max. _____ C°
- Keskuksen kaapelikentät
 - 1 kpl/kojekkettä
 - 1 kpl/2 kojekkettä
 - leveys min _____ mm
- Normaalit käyttötoimenpiteet suorittaa
 - sähköalan ammattihenkilö
 - tehtävään opastettu henkilö

Lisätietoja _____

C HYVÄKSYTTÄMINEN JA MERKINNÄT

- Kokoonpanopiirustukset hyväksyy
 - suunnittelija
 - sähkölaitos
- Merkinnät
 - vain viranomaisvaatimukset
 - suunnitelman mukaan
 - erillisen ohjeen mukaan
- Keskuksen tunnuskilvet
 - vain viranomaisvaatimukset
 - pääkaavion mukaan
- Kilpien materiaali
 - kerrosmuovi
 - tarra
 - valmistajan normaali
- Keskuksen kenttien tunnukset
 - vasemmalta oikealle
 - oikealta vasemmalle
 - kokoonpanopiirustuksen mukaan
- Keskuksen lähtöjen merkinnät
 - pääkaavion mukaan
 - erillisen ohjeen mukaan
- Sisäisten kojeiden ja liittimien merkintä
 - vain viranomaisvaatimukset
 - erillisen ohjeen mukaan
- Vieras ohjaisjännite
 - ohjaisjännitteen katkaisupaikka _____
- TN-C-S -järjestelmän varoituskilpi
- Nollan erotuskohtien merkintä
- Energiamittauksen nollajohtimet
 - liitettävä PEN-liittimeen
 - liitettävä PE-liittimeen+ varoituskilpi

Lisätietoja _____

D KALUSTUS- JA KAAPELOINTITIEDOT

- Kalustustapa
 - keskitetty
 - yksikkölähdöt
- Kalustuksen tyyppi
 - kiinteä
 - ulosotettava
 - ulosvedettävä
- Merkkilamput
 - hehkulamput
 - hohtolamput
 - LED-lamput

- Laskutusmittareiden toimittaja
 - tilaaja
 - keskusvalmistaja/urakoitsija
- Laskutusmittamuuntajien toimittaja
 - sähkölaitos/tilaaja
 - keskusvalmistaja/urakoitsija
- Muiden mittareiden koko _____ mm
- Syöttö
 - kaapelit
 - kiskosto
 - kaapelityyppi **Katso pääkaavio**
- Syötön tulo
 - alhaalta
 - ylhäältä
 - vasemmalta
 - oikealta
 - keskeltä
- Kaapeleiden lähtösuunta
 - alas _____
 - ylös _____
- Pääpiirien kaapeleiden liittäminen
 - kojeisiin
 - riviliittimiin, myös N ja PE
 - kojeisiin alkaen 2,5 mm²
- Ohjaiskaapelit liitetään riviliittiin
 - vapaita riviliittimiä 0 kpl

Riviliittimien käyttö on ST-kortiston esimerkkipiirustusten mukainen. Lukumäärän muuttaminen +- 4 kpl/lähtö ei oikeuta hintamuutoksiin

Lisätietoja _____

HUOM: _____

RIITTÄVÄT TILAT MITTAUKSIA VARTEN (PIHTIVIRTA-)

MITTARILLE JA VIRTAMUUNTAJILLE)

MUUTOS		SISÄLTÖ VAKKAKYLMÄ PALSANTIE 123 23600 KALANTI	SÄHKÖ	KESKUS PK	LEHTI 1/3
SUUNN. TJ	PIIRT. TJ		TYÖ NO	PIIRI NO	MUUTOS
			PÄIVÄYS	25.5.2010	

		Nro	Kuvausteksti	Teho kW	Sulake	Kaapeli	
			SYÖTTÖ		25A	MCMK 3x16/16 RM	
		1,2	Valaistus		10A	MMJ 3x1,5 S	
		1,3	Valaistus		10A	MMJ 3x1,5 S	
		2,1	Valaistus		10A	MMJ 3x1,5 S	
		2,2	Pistorasiat ILP		16A	MMJ 3x2,5 S	
		2,3	Pistorasiat ILP		16A	MMJ 3x2,5 S	
		4	Pistorasiat		16A	MMJ 5x2,5 S	
		7	Pistorasiat ILP		16A	MMJ 5x2,5 S	
		8	Pistorasiat		16A	MMJ 5x2,5 S	
		8	Pistorasiat		16A	MMJ 5x2,5 S	
		9.	Pistorasiat		16A	MMJ 5x2,5 S	
		10	Pistorasiat		16A	MMJ 5x2,5 S	
		11,1	Pistorasiat		16A	MMJ 3x2,5 S	
		11,2	Pistorasiat		16A	MMJ 3x2,5 S	
		11,3	Pistorasiat		16A	MMJ 3x2,5 S	
		12,1	UlkoValaistus		10A	MMJ 3x1,5 S	
		13,1	Pistorasiat		16A	MMJ 3x2,5 S	
MUUTOS SUUNN. TJ PIIRT. TJ		SISÄLTÖ VAKKAKYLMÄ PALSANTIE 123 23600 KALANTI			SÄHKÖ TYÖ NO KESKUS PK PIIR NO MUUTOS PÄIVÄYS 25.5.2010		LEHTI 2/3

		Nro	Kuvausteksti	Teho kW	Sulake	Kaapeli	
		13,2	WC-Varaus		10A	MMJ 3x2,5 S	
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		10A		
			VARALLA		16A		
			VARALLA		16A		
MUUTOS SUUNN. TJ	PIIRT. TJ	SISÄLTÖ VAKKAKYLMÄ PALSANTIE 123 23600 KALANTI			SÄHKÖ TYÖ NO	KESKUS PK PIIR NO	LEHTI 3/3 MUUTOS
					PÄIVÄYS 25.5.2010		

LÄMMÖNTARVE

Pvm : 5.2.2010

Tiedostonimi: I:\Päättötyö\Teksti\Lämpölaskelmat\Lämpölaskelma Korjaamo.It
Laskenta laskettu SIVARM:illa, versio 1.10, (c) Siemens Electrical Heating AS

VakkaKylmä/M.Lempiäinen

Palsantie123

Kalanti

Kohteen tiedot

Kohteen n:o : 1
Kohteen nimi : VakkaKylmä Halli
Laskenut : Tommi Järvinen
Tilaaaja : M.Lempiäinen
Viite : Korjaamo
Kuvaus : Korjaamo

Mitoitustiedot

Huoneen pinta-ala..... : 92,60 m²
Huonekorkeus : 4,00 m
Ikkuna pinta-ala : 4,00 m²
Ulko-ovien pinta-ala : 18,00 m²
Ulkoseinän pituus : 27,00 m
Temp-data: Vyöhyke I, Varsinais-Suomi
Keskilämpötila/v : 5,0 °C
Ulkolämpötila : -26 °C
Lämpötila -ullakko : -26 °C
Sisälämpötila : 16 °C
Lämpötila -kellari : 0 °C
Ilmanvaihtokerroin (luon.) : 0,1 1/h
Ilmanvaihtokerroin (mek.) : 0,1 1/h
Lämmön talteenotto : 0 %
Ilmaislämpö : 10 %
Lämpötilanpudotus : 0,0 tuntia
Ylimitoitus : 0 %
Sähkön hinta : 0,11 EUR/kWh

Eristysarvot (W/m² K)

Katto : 0,13 W/m²K
Ikkunat : 2,70 W/m²K
Ulkoseinä : 0,26 W/m²K
Ulko-ovi : 0,70 W/m²K
Lattia : 0,21 W/m²K

Lasketut arvot

Lämmitetty tila : 370,40 m³
Tehontarve/m³ : 10 W/m³
Tehontarve yht. : 3882 W
Lämmityskustannus : 1429,44 EUR/v

LÄMMÖNTARVE

Pvm : 5.2.2010

Tiedostonimi: I:\Päättötyö\Teksti\Lämpölaskelmat\Lämpölaskelma VakkaKylmä.It
Laskenta laskettu SIVARM:illa, versio 1.10, (c) Siemens Electrical Heating AS

VakkaKylmä/M.Lempiäinen

Palsantie123

Kalanti

Kohteen tiedot

Kohteen n:o	:	1
Kohteen nimi	:	VakkaKylmä Halli
Laskenut	:	Tommi Järvinen
Tilaaaja	:	M.Lempiäinen
Viite	:	VakkaKylmä
Kuvaus	:	VakkaKylmä

Mitoitustiedot

Huoneen pinta-ala.....	:	70,20 m ²
Huonekorkeus	:	4,00 m
Ikkuna pinta-ala	:	4,00 m ²
Uiko-ovien pinta-ala	:	18,00 m ²
Ulkoseinän pituus	:	27,00 m
Temp-data: Vyöhyke I, Varsinais-Suomi		
Keskilämpötila/v	:	5,0 °C
Ulkolämpötila	:	-26 °C
Lämpötila -ullakko	:	-26 °C
Sisälämpötila	:	16 °C
Lämpötila -kellari	:	0 °C
Ilmanvaihtokerroin (luon.)	:	0,1 1/h
Ilmanvaihtokerroin (mek.)	:	0,1 1/h
Lämmön talteenotto	:	0 %
Ilmaislämpö	:	10 %
Lämpötilanpudotus	:	0,0 tuntia
Ylimiöitus	:	0 %
Sähkön hinta	:	0,11 EUR/kWh

Eristysarvot (W/m² K)

Katto	:	0,13 W/m ² K
Ikkunat	:	2,70 W/m ² K
Ulkoseinä	:	0,26 W/m ² K
Uiko-ovi	:	0,70 W/m ² K
Lattia	:	0,21 W/m ² K

Lasketut arvot

Lämmitetty tila	:	280,80 m ³
Tehontarve/m ³	:	12 W/m ³
Tehontarve yht.	:	3408 W
Lämmityskustannus	:	1189,26 EUR/v

LÄMMÖNTARVE

Pvm : 5.2.2010

Tiedostonimi: I:\Päättötyö\Teksti\Lämpölaskelmat\Lämpölaskelma Varasto.lt
Laskenta laskettu SIVARM:illa, versio 1.10, (c) Siemens Electrical Heating AS

VakkaKylmä/M.Lempiäinen

Palsantie123

Kalanti

Kohteen tiedot

Kohteen n:o	:	1
Kohteen nimi	:	VakkaKylmä Halli
Laskenut	:	Tommi Järvinen
Tilaaaja	:	M.Lempiäinen
Viite	:	Varasto
Kuvaus	:	Varasto

Mitoitustiedot

Huoneen pinta-ala.....	:	92,60 m ²
Huonekorkeus	:	4,00 m
Ikkuna pinta-ala	:	4,00 m ²
Ulko-ovien pinta-ala	:	18,00 m ²
Ulkoseinän pituus	:	27,00 m
Temp-data: Vyöhyke I, Varsinais-Suomi		
Keskilämpötila/v	:	5,0 °C
Ulkolämpötila	:	-26 °C
Lämpötila -ullakko	:	-26 °C
Sisälämpötila	:	12 °C
Lämpötila -kellari	:	0 °C
Ilmanvaihtokerroin (luon.)	:	0,1 1/h
Ilmanvaihtokerroin (mek.)	:	0,1 1/h
Lämmön talteenotto	:	0 %
Ilmaislämpö	:	10 %
Lämpötilanpudotus	:	0,0 tuntia
Ylimiöitus	:	0 %
Sähkön hinta	:	0,11 EUR/kWh

Eristysarvot (W/m² K)

Katto	:	0,13 W/m ² K
Ikkunat	:	2,70 W/m ² K
Ulkoseinä	:	0,26 W/m ² K
Ulko-ovi	:	0,70 W/m ² K
Lattia	:	0,21 W/m ² K

Lasketut arvot

Lämmitetty tila	:	370,40 m ³
Tehontarve/m ³	:	9 W/m ³
Tehontarve yht.	:	3464 W
Lämmityskustannus	:	1067,05 EUR/v

PK

vakkakylmä

Un/V: 400 f/Hz: 50

Ph/kW: 25.0 S/kVA: 25.0 Q/kvar: 0.0

v: 3 cosfi: 1.00

p%: 0.00 Ik/A: 500

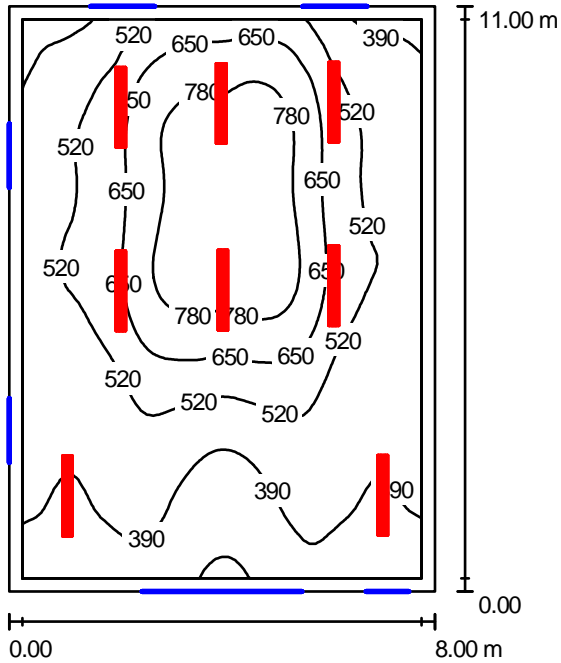
Tasoituserroin: 1,0

Kuorma	P/kW	hs/%	I/A	p%	Ik/A	t/s	Zs	A	Asennustapa
sulake 4	4	100	5,8	0,43	278	0,4	0,2	16	A Uppoas./o
sulake 7	3	100	4,3	0,32	278	0,4	0,2	16	A Uppoas./o
sulake 8	5	100	7,2	0,53	278	0,4	0,2	16	A Uppoas./o
sulake 9	3	100	4,3	0,32	278	0,4	0,2	16	A Uppoas./o
sulake 10	2	100	2,9	0,21	278	0,4	0,2	16	A Uppoas./o
muut pistorasiat	5	100	7,2	0,53	278	0,4	0,2	16	A Uppoas./o
valaistus	3	100	4,3	0,32	278	0,4	0,2	10	A Uppoas./o

VakkaKylmä

Tekijä Tommi Järvinen
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Yksisivuinen tulos



Tilan korkeus: 4.000 m, Asennuskorkeus: 4.000 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:142

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	543	244	864	0.449
Lattia	20	474	242	753	0.512
Katto	70	101	67	126	0.668
Seinät (4)	50	231	73	603	/

Käyttötaso:

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

Luettelo valaisimista

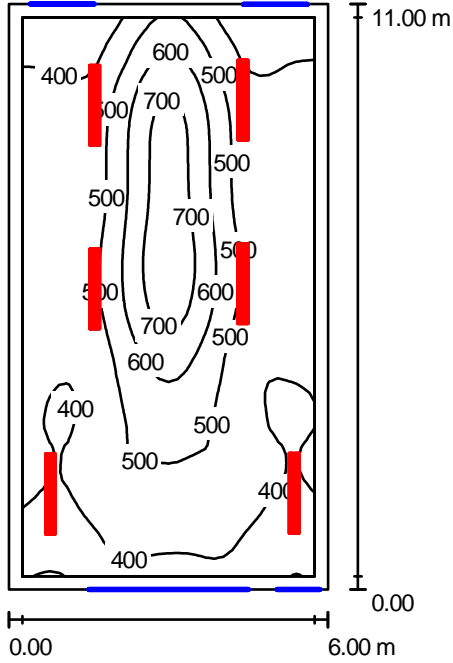
Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	Φ [lm]	P [W]
1	8	Fagerhult 32851 Inducon Wide beam 2xT5 49W (1.050)	8600	106.0
			Yhteensä: 68800	848.0

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $9.64 \text{ W/m}^2 = 1.77 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 88.00 m^2)

VakkaKylmä

Tekijä Tommi Järvinen
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Yksisivuinen tulos



Tilan korkeus: 4.000 m, Asennuskorkeus: 4.000 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:142

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	484	295	779	0.609
Lattia	20	417	237	608	0.568
Katto	70	102	67	144	0.652
Seinät (4)	50	240	70	1128	/

Käyttötaso:

Korkeus: 0.850 m
Rasteri: 32 x 64 Pisteet
Reuna-alue: 0.250 m

Luettelo valaisimista

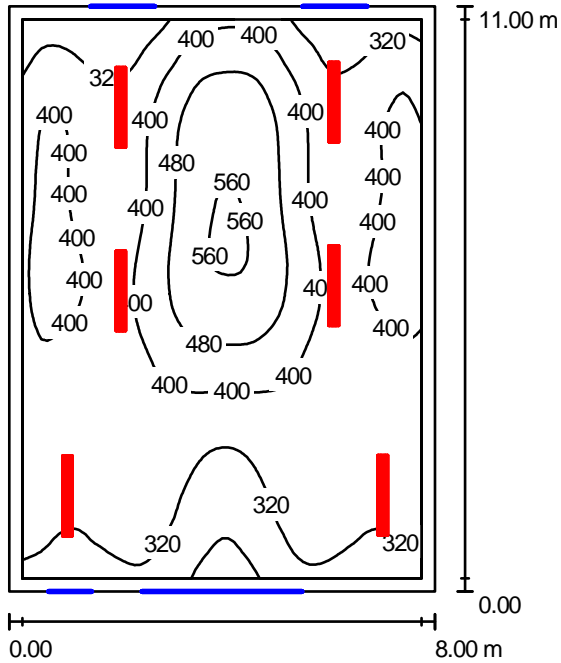
Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	Φ [lm]	P [W]
1	6	Fagerhult 32851 Inducon Wide beam 2xT5 49W (1.050)	8600	106.0
			Yhteensä:	51600 636.0

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $9.64 \text{ W/m}^2 = 1.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 66.00 m^2)

VakkaKylmä

Tekijä Tommi Järvinen
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

Tila 1 / Yksisivuinen tulos



Tilan korkeus: 4.000 m, Asennuskorkeus: 4.000 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:142

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	388	215	568	0.554
Lattia	20	340	209	548	0.614
Katto	70	78	49	100	0.624
Seinät (4)	50	188	56	587	/

Käyttötaso:

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

Luettelo valaisimista

Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	Φ [lm]	P [W]
1	6	Fagerhult 32851 Inducon Wide beam 2xT5 49W (1.050)	8600	106.0
Yhteensä:			51600	636.0

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $7.23 \text{ W/m}^2 = 1.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 88.00 m^2)