

Jarmo Hyttinen

KERROSTALON SÄHKÖSANEERAUS JA LAAJENNUSTYÖ

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Joulukuu 2011



MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkelin University of Applied Sciences		Opinnäytetyön päivämäärä 16.11.2011
Tekijä(t) Jarmo Hyttinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma Sähkövoimatekniikka	
Nimeke Kerrostalon sähkö saneeraus ja laajennustyö		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa kerrostalon saneeraus ja laajennustyön sähköteknillinen osuus Etelä-Savon Rakennussähkö Oy:lle kerrostalo- ja toimistokiinteistössä Mikkelissä Porssalmenkatu 36:ssa.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä keskityttiin saneerauskohteiden hyvän suunnittelun, hyvien työtapojen, osaavien ja ammattitaitoisten työntekijöiden tärkeyteen. Teoreettisessa osassa pohditaan kerrostalo- ja toimitosaneerauksen haasteellisuutta. Työssä keskityttiin toimisto- ja kerrostalokiinteistön sähkötekniisiin ongelmien ratkaisuihin saneerauskohteessa, joka käsittää myös laajennus rakentamista sekä eri tilojen sähköistystä.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä käydään kevyesti läpi myös EMC -määräyksiä koskevia asioita jotka koskevat uudis- ja lisärakentamista.</p> <p>Kyseisessä saneerauskohteessa uudistettiin myös lämmitys- ja käyttövesijärjestelmä nykyaikaiseen ja energiaystävälliseen maalämmitykseen. Ekologisuus ja energiaystävällisyys on päivän kuuma sana ja tässä työssä sivutaan myös tätä asiaa.</p> <p>Opinnäytetyössä käytiin läpi tärkeimmät työvaiheet saneeraustyömaasta joka käsittää sekä asuinrakentamista että toimistorakentamista. Sähkötekniset ongelmat ovat ratkaistavissa hyvällä ammattitaitoisella työvoimalla ja hyvällä suunnittelulla. Hyvillä energiaratkaisuilla saavutetaan huomattavia rahallisia säästöjä ja hyvä asumismukavuus. Häiriöttömän sähkö- ja heikkovirtajärjestelmän suunnittelun huolellisella suunnittelulla ja toteuttamisella saavutetaan huoltovapaa järjestelmä. Maalämmön investointien kannattavuus on tänä päivänä todella kannattavaa muihin lämmitysmuotoihin nähden.</p>		
Asiasanat (avainsanat) Saneeraus, uudisrakentaminen, sähkö, kiinteistöautomaatio, suunnittelu, urakointi, valaistus, maalämpö		
Sivumäärä 44	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Hannu Honkanen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Etelä-Savon Rakennussähkö Oy.	

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis 16 th November 2011
Author(s) Jarmo Hyttinen	Degree programme and option Electrical engineering Electrical power engineering	
Name of the bachelor's thesis Electrical reconstruction of apartment building		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to design and accomplish renovation and expansion of the electrical part to in apartment building and office property in Mikkeli, Finland. The main focus was on importance of good design, good working manners and competence and professionalism of workers. The theory part discusses the challenges of such a project.</p> <p>In this thesis I review all the most important stages of work in renovation. Electrical problems can be solved with good design and good workers. With good energy solutions it is possible to obtain notable financial savings and good living. Interference-free electricity and low current system provide service-free system. Investment in geothermal heating is worthwhile compared to other heating forms.</p>		
Subject headings, (keywords) Renovation, new constructionism, electricity, property automation, designing, contract working, lighting, geothermal heating		
Pages 44	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Hannu Honkanen	Bachelor's thesis assigned by Etelä-Savon Rakennussähkö Oy.	

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
2 KERROSTALOSANEERAUS.....	2
2.1 Kerrostalosaneerauksen haasteellisuus.....	2
2.2 Projektityö.....	3
2.3 Kiinteistön sähköjen ja heikkovirtakaapeleiden toteutus.....	4
3 SÄHKÖASENNUKSET MÄÄRÄYSTEN MUKAISESTI.....	4
3.1 Sähköasennusten toteuttaminen	5
3.2 Maadoitusten toteutuminen	5
3.3 EMC-häiriöt ja niiden poistaminen	8
3.4 Keskuksien ja sähkölaitteiden kotelointiluokitukset	10
4 SÄHKÖSUUNNITTELU.....	12
4.1 Yleistä	12
4.2 Sähköpääkeskuksen suunnittelu	13
4.3 Asuntokerrosten ja toimistojen suunnittelu	17
4.4 Kaapeleiden oikea valinta.....	19
5 KIINTEISTÖN SÄHKÖTYÖT.....	22
5.1 Asuntojen sähkötyöt	22
5.2 Yleisten tilojen sähköistys	24
5.3 Kaapeleiden asennus	26
6 KIINTEISTÖN MAALÄMPÖJÄRJESTELMÄ	29
6.1 Maalämpö lämmitysjärjestelmäksi myös suuriin kiinteistöihin.	29
6.2 Maalämpöjärjestelmän toimintaperiaate.....	30
6.3 Lämmityskustannusten säästö	30
6.4 Maalämmön hiilidioksidipäästöt verrattuna sähkölämmitykseen.....	31
6.5 Maalämmön lämmönkeruuputkisto	31
6.6 Maalämpöjärjestelmän mitoitus	31
6.7 Maalämmön täysteho- vai osatehomitoitus?	32
6.8 Kiinteistön maalämpöpumppujärjestelmä.....	33
7 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS.....	36
7.1 Silmämääräinen tarkastus.....	37

	2
7.2 Mittaukset ja toiminnalliset kokeet.....	38
8 POHDINTA.....	40
LÄHTEET	42

MÄÄRITELMÄT

Opinnäytetyössä on käytetty lyhenteitä, joista kaikki eivät ole virallisesti dokumentoitu.

Huoneiden lyhenteitä:

H	Huone
KVH	Kuivaushuone
AH	Asuinhuone, Allashuone
PRH	Porrashuone
AT	Autotalli
PRK	Porraskäytävä
TH	Työhuone, Takkah.
KEL	Kellari
OH	Olohuone
K	Keittiö
MH	Makuuhuone
KT	Keittotila
RH	Ruokailuhuone
AK	Apukeittiö, Autokatos
S	Sauna, Siivous
KK	Keittokomero
PKH	Pukuhuone
TK	Tuulikaappi
PH	Pesuhuone, Pelihuone
ET	Eteinen
KH	Kylpyhuone
VAR	Varasto
SH	Suihkuhuone
WC	WC
LH	Löylyhuone

SK	Siivouskomero
UA	Uima-allas
LJH	Lämmönjakohuone
VH	Vaatehuone
KHH	Kodinhoitohuone
KLH	Kylmähuone, kylmiö
SPK	Sähköpääkeskus

Kojeiden ja laitteiden lyhenteitä:

JK	jääkaappi
PK	pakastekaappi
APK	astianpesukone
KVK	kuivauskaappi
PPK	pyykinpesukone
SGR	sähkögrilli
KVR	kuivausrumpu
SU	sähköuuni, uuni
YK	yleiskone
MU	mikroaaltouuni
MK	mankeli
SPP	sähköpaistipannu
PA	pakasteallas, pakastin
LH	lämpöhaude
KY	kylmäallas, kylmiö
KK	kylmäkaappi
KT	keittotaso
VK	viileäkaappi, viinikaappi
SK	sähkökattila
LL	lämmityslaite
ILP	ilmalämpöpumppu
IPP	ilmanpainepumppu

MLP	maalämpöpumppu
VP	vesipumppu
JK	jäähdytyskoneikko
L	lauhdutin
HÖYR	höyrystin
PUH	puhallin
I	imuri

1 JOHDANTO

Insinööriyön aiheen valintaan vaikutti yrityksemme kokonaisurakointikohteeksi saama työkohde ja saneerausrakentamisen monipuolisuus ja ennen kaikkea sen haasteellisuus. Saneerausrakentamisesta ei ole kirjallisuutta kovin kattavasti, joten sen yhteen sovittaminen kaikkine työvaiheineen on haasteellinen tehtävä. Saneerauksen tarpeet lähitulevaisuudessa ovat mittavia haasteita, ja niiden kehittäminen on jatkuva työsaarna. Kirjallista materiaalia on aika rajallinen määrä satavilla saneerauskohteiden työmenetelmistä.

Lopputyön kohteena toimi Mikkelin kaupungin keskustassa sijaitseva As Oy Mikkelin Huopatehdas, Porrassalmenkatu 36 50800 Mikkelä. Tämä kohde sijaitsee keskellä vilkkaainta Mikkelin kaupunkia. Kyseisessä kohteessa on liikehuoneistoja n. 340 m² ja asuinhuoneistoja kymmenen. Huoneistojen koot vaihtelevat 49,5 m²:stä 80,0 m²:n. Kerroksia kohteessa on kolme, joista ensimmäisessä sijaitsee toimistot, tekniset tilat, yhteiset varastotilat ja autohalli. Seuraavissa kahdessa kerroksessa on asuinhuoneistot. Pysäköintialue ja autopaikat sijaitseva autohallin päällä autokannella. Kaikkiaan rakennusneliöitä kiinteistössä on n.1350m².

Kyseisen kohteen valinta oli luonnollinen, koska Etelä-Savon Rakennussähkö Oy toteuttaa kohteen kokonaisurakkana. Etelä-Savon Rakennussähkö Oy tekee itse sähkösuunnittelun, urakoi ja valvoo koko työmaan itse alusta loppuun. Itse olen Etelä-Savon Rakennussähkön hallituksen puheenjohtaja ja toinen omistajista. Etelä-Savon Rakennussähkö Oy tekee myös rakennusteknilliset työt, joten kohteen kokonaiskuva oli itselläni hyvin hallinnassa.

Tässä insinööriyössä keskitytään esittämään kerrostalosaneerauksen mahdollisia parannuskohtia sähkösuunnittelun ja toteutuksen osalta. Saneerauksen aikana tarkkaillaan sähköasentajien ja muiden alojen työntekijöiden yhteistyön tärkeyttä asennustyön sujuvuuden kannalta. Yhteistyön sujuvuus säästää kustannuksia urakoitsijoilta sekä rakennuttajalta.

Etelä-Savon Rakennussähkö Oy on Mikkelissä ja sen ympäristökunnissa toimiva sähköurakointiyhtiö, joka keskittyy pienikiinteistöjen, kerrostalojen ja teollisuuskiinteistö-

jen sähköistyksiin ja automaatio asennuksiin. Tosin yritys tarjoaa myös laaja-alaisesti sähkösuunnittelua ja kokonaisurakointia avaimet käteen sopimuksella. Yrityksessä työskentelee vakituisesti hallituksen puheenjohtajan ja toimitusjohtaja Jorma Muukkos- sen lisäksi viisi vakituista asentajaa. Etelä-Savon Rakennussähköllä on S2-urakointioikeudet sekä kaikki työntekijät ovat suorittaneet tulityökortin sekä työturvallisuuskortin. Yrityksellä on myös henkilöitä, jotka ovat suorittaneet ensiapututkinnon sekä jännitetyö luvan.

Tämän insinööriyön valvojina toimivat Etelä-Savon Rakennussähkö Oy:n edustajat.

2 KERROSTALOSANEERAUS

2.1 Kerrostalosaneerauksen haasteellisuus

Kerrostalon saneeraus on yleensä useamman yrityksen yhteinen voimanponnistus saavuttaa hyvä ja rakennuttajaa miellyttävä lopputulos. Urakoitsijoiden tavoitteena on aina tuottaa kohteillaan yrityksille voittoa ja työtuloksellaan mainetta hyvänä urakoitsijana. Maine ja tulos pitävät yritykset hereillä työvoiman ammattimaisuuden suhteen. Jatkuva kouluttaminen ja työntekijöiden motivoiminen työntekoon on yrityksen elinehto. Saneerauskohteiden haasteellisuus oikeista rakenne ja toimivuus ratkaisuihin pitää suunnittelijat ja kouluttajat jatkuvasti hereillä. Sähköalan töiden mukana pysyminen jatkuvassa kehityksen virrassa pitäisi saada enemmän huomiota sähköalan suunnittelijoiden työssä. Olen huomannut, kuinka vähän sähkösuunnittelija on mukana esimerkiksi arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan palavereissa.

Hyvällä suunnittelulla ja keskinäisellä kommunikoinnilla suunnittelijoiden välillä saadaan paljon parempia lopputuloksia energia- ja kustannustehokkaille kokonaisratkaisuille. Hyvillä reittiratkaisuilla kaapeloinnissa ja yleissuunnittelulla saadaan merkittäviä materiaali- ja kustannussäästöjä.

Suuren rakennuskohteen valaistus ja lämmityssuunnittelulla on todella suuri merkitys tulevien asukkaiden yhtiövastikkeeseen eli kiinteistön yleisiin kuluihin. As Oy Mikkelin Huopatehtaan lämmitys oli alunperin kaukolämpö, joka muutettiin maalämmöksi.

Sähköistä lämmitystä kiinteistössä käytettiin ainoastaan parkkihallin luiskassa.

Kerrostalo- ja toimistosaneerauksen, joka pitää sisällään lisärakentamista, on haasteellinen työ kenelle tahansa suunnittelijalle ja työmiehelle. Suunnittelijan paneutuminen sataprosenttisesti kohteen suunnitteluun on työntekijällekin suuri etu. Aivan liian usein sähkösuunnittelija sokeasti luottaa arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan kuviin. Sähkösuunnittelijan olisi käytävä useammin työmaalla vaikka mittanauha kädessä tarkistamassa epäselviä asioita eikä luottaa sokeasti toisten suunnittelemiin kuviin.

Yllätyksiltä ei saneerauskohteissa voida ikinä välttyä. Yllätyksiä saattaa aiheuttaa rakenteelliset erot kuviin nähden tai toisen alan suunnittelun päällekkäisyydet. Saneerauskohteen lvis -ratkaisuissa joudutaan väkisinkin tekemään joitakin kompromisseja ongelmien ratkaisemiseksi.

As Oy Mikkelin Huopatehtaan kiinteistössä ei tuottanut ongelmia vanhojen sähköjen huomioonottaminen, koska kaikki vanha sähköistys purettiin pois pääkeskusta myöten. Yllätyksiä rakenteellisissa asioissa ei sähkösuunnittelussa ja reittien valinnassa tullut, koska sähkösuunnittelu eteni rakennesuunnittelun kanssa rinta rinnan.

Yleisesti ottaen kokonaisurakan kuullessa yhdelle urakoitsijalle sähkösuunnittelusta rakennusurakointiin on saavutettu merkittäviä kustannussäästöjä.

2.2 Projektityö

Kerros- ja toimistosaneeraus on projektityö, joka suoritetaan kuin mikä tahansa ennalta sovittu tietyssä aikarajassa tehtävä työ. Kerrostalon saneeraaminen on vain mittakaavassa haastavampi ja helpommin kuluja aiheuttava kuin uudisrakentaminen. Aikataulutaminen on haastavampaa ja näin ollen suunnittelulta enemmän vaativaa.

As Oy Mikkelin Huopatehdas oli vanha teollisuuskiinteistö, joka on kaavalla muutettu liiketila- ja asuinkäyttöön. Kiinteistön katutasen kerrokseen tulee liiketilaa 341 m² ja autohalli, joka on 14 autolle. Kokoa hallissa on n. 400m².

Toisessa ja kolmannessa kerroksessa on asuinhuoneistot, joita on yhteensä kymmenen kappaletta. Huoneistojen pinta-alat vaihtelevat 49,5 m²- 80,0 m²:n. Asunnoista kaksi on 2h+ k+ s ja kahdeksan kappaletta 3h+ k+ s.

Kiinteistöön rakennetaan osin kaksi, osin yksi kerros lisää. Kaavamuutoksella ja rakennuslupahakemuksella on saatu lisäneliöitä lisärakentamiseen 475 m².

2.3 Kiinteistön sähköjen ja heikkovirtakaapeleiden toteutus

Kiinteistöön vedettiin uusi nousujohto toiselta talojakokaapilta. Laskennallisesti nousun paksuudeksi saatiin AXMCK 4 x 120 + 50. Etelä Savon Energian kanssa suunnittelema nousu päätettiin toteuttaa 5-napaisena. Tämä katsottiin turvalliseksi vaihtoehdoksi vilkkaan tieverkon vieressä. Kiinteistön pääkeskus uusittiin kokonaan. Sähköpääkeskus sijoitettiin erilliseen tekniseen tilaan aikaisemman toimistotilan sijaan. Vanha pääkeskus oli toiminnassa siihen asti, kunnes uusi pääkeskus saatiin toimintakuntoon.

Ryhmäkeskuksien nousut ja mittaukset ovat 3-vaiheisia. Ryhmäkeskuksien nousut vaihtelevat MMJ 5 x 6:sta 5 x 10:en. Asuntojen nousujen etusulakkeet ovat 3 x 25 A. Asuntojen keskustyyppi on IT-osalla varustettu, joten erillisiä atk- ja antennikeskuksia ei tarvita.

Kiinteistössä on 24-kuituinen kuitukaapeli, ja jokaiseen asuntoon nostetaan oma kuitupääte. Muuntaminen parikaapeliksi tapahtuu asunnoissa. Tällä toimenpiteellä saadaan maksimaalinen tiedonsiirto asukkaille. Kuitukaapeli ei ota eikä tuota minkäänlaista häiriötä.

Kiinteistöön tulee myös kaapeli-tv-liittymä sekä puhelinparikaapeli, joka kuitenkin uusitaan isommaksi laajennuksen ja toimistojen vuoksi.

3 SÄHKÖASENNUKSET MÄÄRÄYSTEN MUKAISESTI

Tässä luvussa käsitellään kerrostalo- ja toimistorakennuksen sähköistystä sääntöjen ja määräysten mukaiseksi. Säännöt ja määräykset on kerätty SFS6002- ja D1-ohjekirjoista, joista selviää kaikki nykyhetken standardit pienjännitesähköasennuksista. Luvussa hyödynnetään sähköturvallisuuslain tietoja.

Rakennuksen turvallisuuteen ja asennuksien toimintavarmuuteen liittyviä tekijöitä määrittävät eri laitosten määräykset. Palo ja pelastustoimi sanelee omilla määräyksillään aika pitkälle toteutettavia rakenneratkaisuja, jotka vaikuttavat myös sähköasennuksiin toimisto ja asuinrakentamisessa. Asennusmateriaalien, tarvikkeiden sekä käytettävien kaapeleiden on saavutettava niille annetut normit. Näitä normeja voi olla esimerkiksi savunpoistojärjestelmässä käytetyt palonkestävät kaapelit tai mekaanista rasitusta kestävät liesissä ja kiukaissa käytetyt kumikaapelit.

3.1 Sähköasennusten toteuttaminen

Sähköasennuksia sekä korjaus- ja huoltotoimenpiteitä saa toteuttaa vasta, kun sähköturvallisuuslain työturvallisuusmääräykset toteutuvat. Edellytyksenä on, että töitä johtamaan nimetään luonnollinen henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus. Itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on oltava riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito; sekä käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset. /6, s. 28./

Töiden johtaja vastaa siitä, että sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että:

1. niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa.
2. niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä.
3. niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.

Näiden säädösten vuoksi töiden johtajalla tulee olla realistinen mahdollisuus huolehtia tehtävästään. /6, s. 28./

3.2 Maadoitusten toteuttaminen

Maadoittamisella on merkitystä sekä sähköturvallisuuden että häiriönpoiston kanssa. Maadoituksella on tarkoitus yhdistää sähköasennuksen osa sekä asennuskohteeseen liittyvät muut metallirakenteet, kuten putkistot ja metalliset kaapelihyllyt, ja vastaavat johtavat osat saman potentiaalin taakse. /3, s. 264./

Maadoituksilla rajoitetaan sähköasennuksiin ja –laitteisiin vikatilanteissa kohdistuvat jänniterasitukset siedettävälle tasolle. Lisäksi maadoituksilla pyritään estämään haitallisten häiriöiden syntyminen muihin järjestelmiin, kuten esimerkkikohteessa ATK- ja telejärjestelmiin sekä muihin heikkovirtalaitteisiin.

Maadoitusjohdin on johdin, joka muodostaa asennuksen, järjestelmän tai laitteen määrätyn osan ja maan välillä johtavan yhteyden tai osan tästä yhteydestä. Esimerkiksi maadoituselektrodin ja päämaadoituskiskon välinen johdin on maadoitusjohdin. Maadoitusjohtimen mitoitus on annettu tietyt normit, joita selkeyttää seuraavat taulukot 1-2.

TAULUKKO 1. Suojajohtimien poikkipinnat /4, s. 323./

Äärijohtimen poikkipinta S mm²	Suojajohdin on samaa materiaalia kuin äärijohtimen
$S \leq 16$	S

$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

TAULUKKO 2. Suojajohtimien poikkipinnat /3, s. 267, 271./

Äärijohtimen poikkipinta Al-johdin mm²	Suojajohtimen poikkipinta Cu-johdin mm²
16	10
25	10
35	10
50	15
70	21
95	29
120	37*
150	46*
185	57
240	73*
300	91*

* Suomessa yleisesti käytettävillä kaapeleilla suojajohtimien poikkipinnat poikkeavat hiukan näistä arvoista.

As Oy Mikkelin Huopatehtaan nousujohdon tyyppi laskennallisesti varmuuskertoimilla saatiin AXMCK 4x120+50

Esimerkkikohteessa tärkeimpiä maadoitettavia kohteita:

- LVI-putket ja putkitiet
- kaapelihyllyt ja johtokanavat
- mittarikeskukset ja ryhmäkeskukset
- suurimmat betoniraudoitukset
- toimistotilojen pistorasiat ja valaistus

- peltikatto

3.3 EMC-häiriöt ja niiden poistaminen

EMC on lyhenne englanninkielien sanoista Electro Magnetic Compatibility, eli suomeksi käännettynä sähkömagneettinen yhteensopivuus. Tämä tarkoittaa, että laite kestää tietyn määrän sähkömagneettista häiriötä ja ei itse lähetä tiettyä määrää suurempaa sähkömagneettista häiriötä. Näin varmistetaan, että eri valmistajien tuotteet (matkapuhelimet, tv:t, langattomat puhelimet jne.) toimivat rinnan ilman ongelmia

EMC-suojaukset ja niiden mahdollisten häiriöiden poistaminen on tänä päivänä otettava tarkasti huomioon. EMC-häiriöiden aiheuttaminen on kallista, koska niiden poistaminen ja etsiminen on kallista ja aikaa vievää. Uusissa sähkömääräyksissä on EMC-häiriöistä oma lukunsa.

Sähkölaitteiden häiriöpäästöjä ja häiriönsietoa on säädelty EMC-direktiivillä jo 1990-luvun alkupuolelta alkaen. Nyt uusitun direktiivin soveltamisalaan sisältyvät sähkölaitteiden lisäksi myös sähköasennukset.

Direktiivi täytyy vahvistaa osaksi kansallista lainsäädäntöä viimeistään 20.7.2007, ja sitä pitää soveltaa viimeistään 20.7.2009 alkaen. Suomessa direktiivi otetaan käyttöön muuttamalla sähköturvallisuuslakia ja täydentämällä lakia valtioneuvoston asetuksella.

Jos jokin huonosti suojattu laite tuodaan voimakkaaseen sähkö- tai magneettikenttään, kenttä voi vaikuttaa laitteen toimintaan. Elektronisen laitteen sisällä liikkuvat elektronit ovat hyvin herkkiä sähkö- ja magneettikenttien muutoksille.

Nämä kaksi toimivat aina yhdessä, sillä molempien perustana on kaksi vierekkäin kulkevaa johdinta, joiden sisällä kulkeva virta tai jännite vaikuttaa toiseen johtimeen häiritsevästi. Itse asiassa vierekkäiset johtimet synnyttävät välilleen sähkö- ja magneettikenttiä, jotka siis häiritsevät toisiaan edellisen kohdan perusteella.

Tavallisin häiriöiden syy on johtimia pitkin tapahtuva häiriöiden johtuminen. Yksi syy voi olla huonosti toteutettu maadoitus, jossa kahden erillisen johtimella yhteen kytketyn laitteen maadoituspisteet eivät ole samat.

Muutamia vinkkejä EMC-häiriöiden eliminoimiseksi

- Kunnollinen RF-tiivis kotelointi
- Ei kelluvia metalliosia (jäähdytyslevyt, kotelonosat, kaapeliohjaimet jne.)
- Pidä maaimpedanssit mahdollisimman pieninä. Käytä yhtenäistä maatasoa.
- Vältä maasilmukoita.
- Minimoi yhteiset impedanssit tehonsyötössä.
- Käytä suojattuja kaapeleita (ja aina ei yksi vaippa riitä) tai kierrettyjä pareja.
- Maadoita kaapeleiden vaipat molemmista päistä. Audiotaajuuksilla toisen pään voi maadoittaa suurten taajuuksien kannalta myös kapasitiivisesti, jos galvaanisesti ei mahdollista.
- Kaikki suojaamattomien johtojen signaalit tulee suodattaa.
- Suojattujen kaapeleiden vaipat tulee liittää liittimen runkoon 360 asteisesti.
- Laitteen liittimet joihin liitytään suojatuilla kaapeleilla, tulee olla kunnolla kiinni laitteen rungossa (360 astetta).

Häiriölähteet voidaan jakaa laajakaistaisiin ja kapeakaistaisiin häiriölähteisiin, joista esimerkkejä taulukossa 3.

Taulukko 3. Kapeakaistaisia ja laajakaistaisia häiriölähteitä

Kapeakaistaisia häiriölähteitä	Laajakaistaisia häiriölähteitä
Mikroprosessorit	Kytkimet, releet

RF-generaattorit	Kotitalous koneet
Lääkintälaitteet	Sähköpurkauslamput
ATK-laitteet	Tehopuolijohteet
Mikroaaltolaitteet	2-johdin regulaattorit
Radio- ja TV-vastaanottimet	Sytytysjärjestelmät
Hakkuriteholähteet	Ukkonen, koronapurkaukset
Ultraäänilaitteet	Ydinräjähdys
Radio- ja TV-lähettimet	Hitsauslaitteet
GSM ja NMT-puhelimet	

3.4 Keskuksien ja sähkölaitteiden kotelointiluokitukset

Sähkölaitteiden kotelointiluokitukset tulevat kerrostalosaneerauksessa esille erityisesti kosteissa tiloissa kuten kylpyhuoneiden ja saunatilojen osilta. Sähkölaitteiden kotelointiluokituksessa on käytössä kansainvälinen IP-luokitus, jonka sisältö on esitetty standardissa SFS-EN 60 529.

Kotelointiluokkien tuntemus on välttämätöntä, jotta laitteet osaa valita oikein erilaisiin olosuhteisiin. Sähkölaitteiden kotelointiluokkavaatimukset muuttuvat, kun laitteita asennetaan eri käyttöolosuhteisiin.

IP-koodin kaksi ensimmäistä merkintää ovat pakollisia ja ne ovat numeromerkintöjä tai merkitty kirjaimella X. X-kirjain merkitsee IP-koodissa sitä, että tunnusnumeroa ei ole tarpeellista ilmaista. IP-koodin ensimmäinen tunnusnumero tarkoittaa vaarallisten osien kosketussuojaa ja suojausta vierailta esineiltä ja pölyltä. Toinen tunnusnumero ilmaisee puolestaan, kuinka hyvin kotelo estää veden sisään tunkeutumisen. IP-koodissa voidaan käyttää myös lisäkirjaimia, mutta ne ovat vapaaehtoisia ja niiden käyttö voidaan jättää pois ilman lisämerkintää. Kerrostalosaneerauksessa tulee harvoin lisäkirjaimelle varustettua laitetta. /3, s. 151./

TAULUKKO 4 IP-tunnusten merkitykset /3, s. 153./

Osat	Numerot	Merkitys laitesuojauksessa	Merkitys henkilösuojauksessa
Kirjaimet	IP	-	-
Ensimmäinen tunnusnumero		Suojausvieraiden esineiden ja pölyn sisäänkäynniltä	Vaaralliset osat kosketussuojattu
	0	suojaamaton	suojaamaton
	1	kun halkaisija ≥ 50 mm	nyrkiltä
	2	kun halkaisija $\geq 12,5$ mm	sormelta
	3	kun halkaisija $\geq 2,5$ mm	työkälulta
	4	kun halkaisija $\geq 1,0$ mm	langalta
	5	pölysuojatusti	langalta
	6	pölytiivisti	langalta
Toinen tunnusnumero		Suojattu veden sisäänkäynnin haitallisilta vaikutuksilta	-
	0	suojaamaton	-
	1	pystysuoraan tippuvalta vedeltä	-
	2	tippuvalta vedeltä (laitteen kallistus 15 astetta)	-
	3	satavalta vedeltä	-
	4	roiskuvalta vedeltä	-
	5	vesisuihkulta	-
	6	voimakkaalta vesisuihkulta	-
	7	lyhytaikaisesta upotettuna	-
	8	jatkuvasti upotettuna	-

Yleisimmät IP -luokitukset kerrostalon saneeraustöissä ovat:

- IP 44, PH-tilojen pistorasiat
- IP 21, PH-tilojen valaistus ja valaistuksen ohjaus
- IP 2X, Kuivat tilat kuten PK- ja MK -tilat
- IP 24, Saunat

4 SÄHKÖSUUNNITTELU

Sähkösuunnittelu kyseisessä kohteessa tapahtuu työn edetessä. Etukäteen on tehty karkea suunnittelu, jotta työ etenee sujuvasti työmaalla, eikä tule niin sanottuja odotustunteja suunnittelun takia. Lopulliset ja paikkansapitävät sähkösuunnitelmat tehdään työmaan valmistuttua. Etuna sähkösuunnittelun toteuttamisessa on se, että suunnittelija ja muu työväki ovat jatkuvasti työmaalla yhtä aikaa.

4.1 Yleistä

Sähkösuunnittelun tärkeyttä ei voi vähätellä. Sähköistysratkaisujen valinta vaikuttaa siihen, kuinka toimiva, mukava ja energiataloudellinen rakennus on. Lisäksi hyvän sähkösuunnitelman avulla on helppo kilpailuttaa asennuksien urakkatarjouksia sekä urakoitsijan työt ja aikataulut selventyvät ilman ikäviä yllätyksiä. Ammattitaitoinen suunnittelija arvostaa tilaajan toiveita, mutta tuo esille myös uusia vaihtoehtoja niiden toteuttamiseksi. /2./

Kyseisessä kohteessa sähkösuunnittelua ei urakan alkaessa ollut tehty. Etelä-Savon Rakennussähkö Oy teki kohteen alustavat sähkösuunnitelmat lupakäsittelyjen aikana ja huoneistojen suunnittelun pohjalta. Urakoitsija teki alustavat sähkösuunnitelmat toimistotiloista, jotka tulevat yrityksen omaan käyttöön.

Piirustukset on piirretty käyttäen suomalaista CADS-piirustusohjelmaa ja osin JCAD-piirustusohjelmaa, joka on nopeampi ja yksinkertaisempi käyttää. CADS:in on suunnitellut Kyndata Oy, joka on vuonna 1979 perustettu suomalainen CAD-ohjelmistotalo.

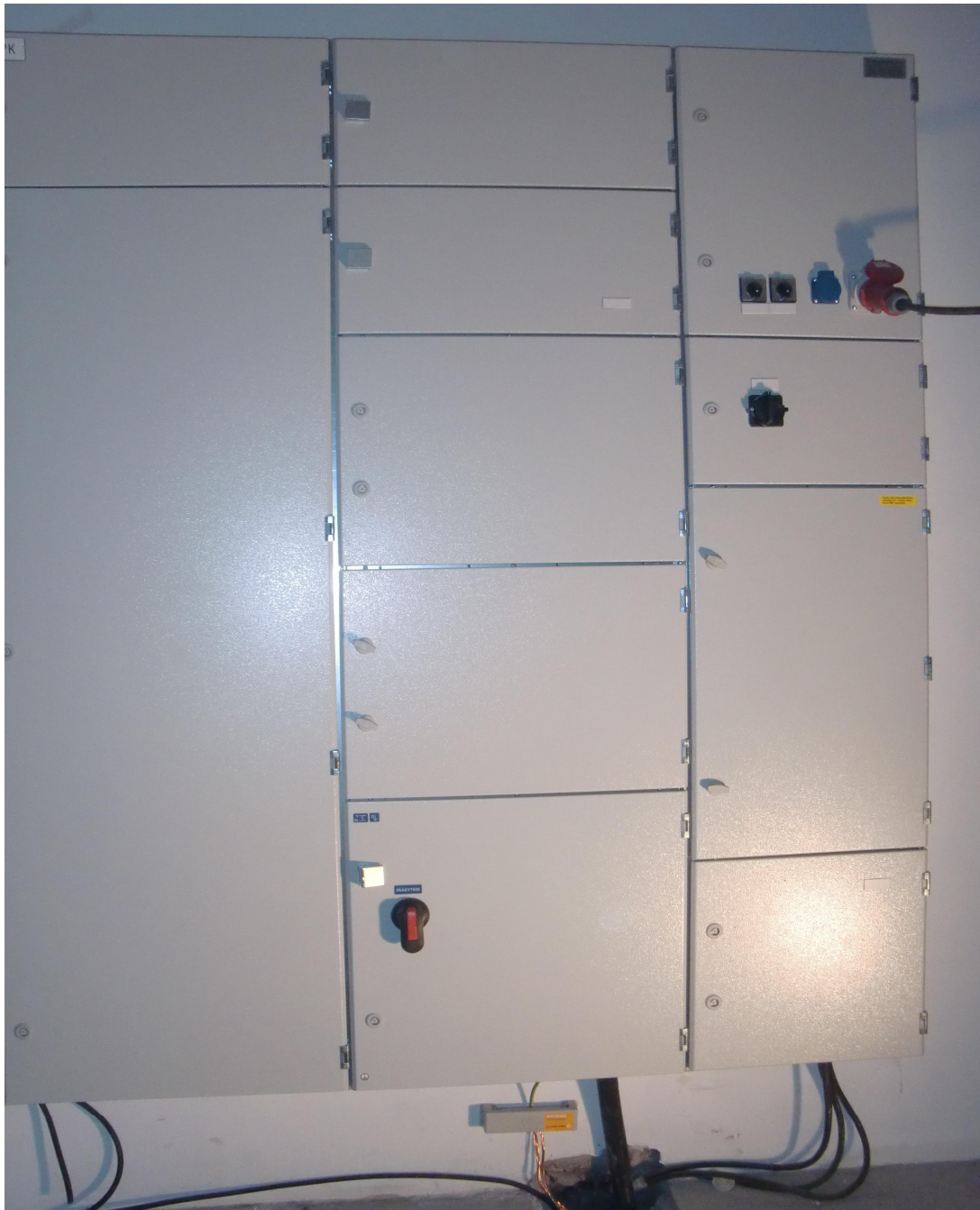
JCAD-piirustusohjelman on kehittänyt Jidea-yhtiö vuonna 1985 .Pääasiassa Etelä-Savon Rakennussähkö Oy käyttää suunnitteluun CADS-sähkösuunnitteluohjelmaa

4.2 Sähköpääkeskuksen suunnittelu

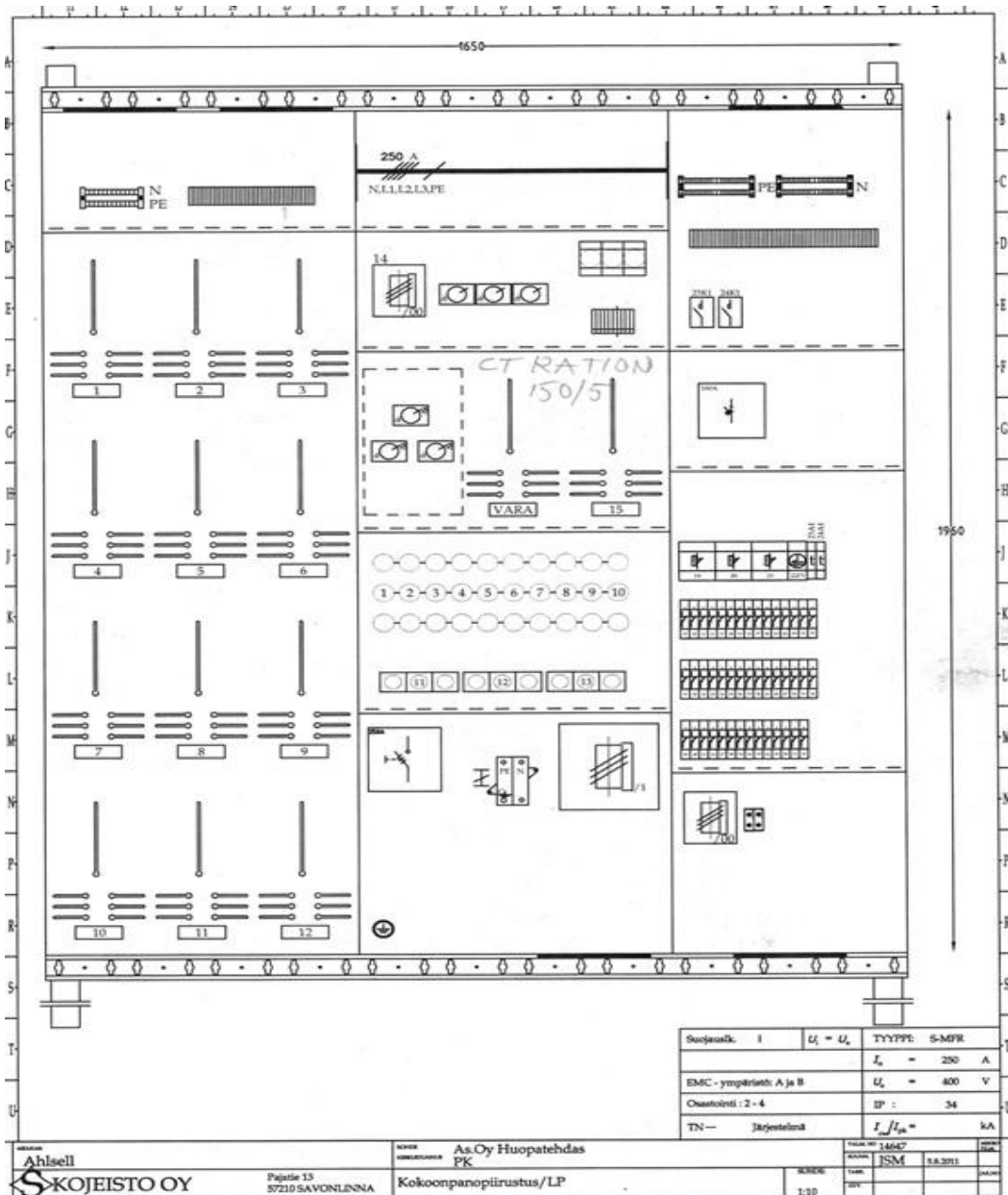
Sähköteknilisesti haastavimpiin tehtäviin kuuluu kerrostalo- ja toimistosaneerauksessa sähköpääkeskuksen suunnittelu. Sähköpääkeskuksen suunnittelussa on tärkeää suunnittelijan paneutuminen itse rakennuskohteen kokonaiskuvaan ja laajuuteen. Suunnittelussa on tärkeää olla tarpeeksi useasti yhteydessä rakennuttajaan, arkkitehtiin ja lvi-rakojitsijaan. Tarpeeksi tarkasti kerätyt yksityiskohdat ja tarpeet auttavat hyvään lopputulokseen. Koska yllätyksiä saattaa matkalla tulla, on hyvä ottaa tarpeeksi varatilaa pääkeskukseen. Seuraavissa kuvissa on vanha pääkeskus (kuva 1.) ja uusi pääkeskus (kuvat 2. ja 3.).



KUVA 1. As Oy Mikkelin Huopatehdas kiinteistön vanha pääkeskus



KUVA 2. As Oy Mikkelin Huopatehdas kiinteistön uusi pääkeskus



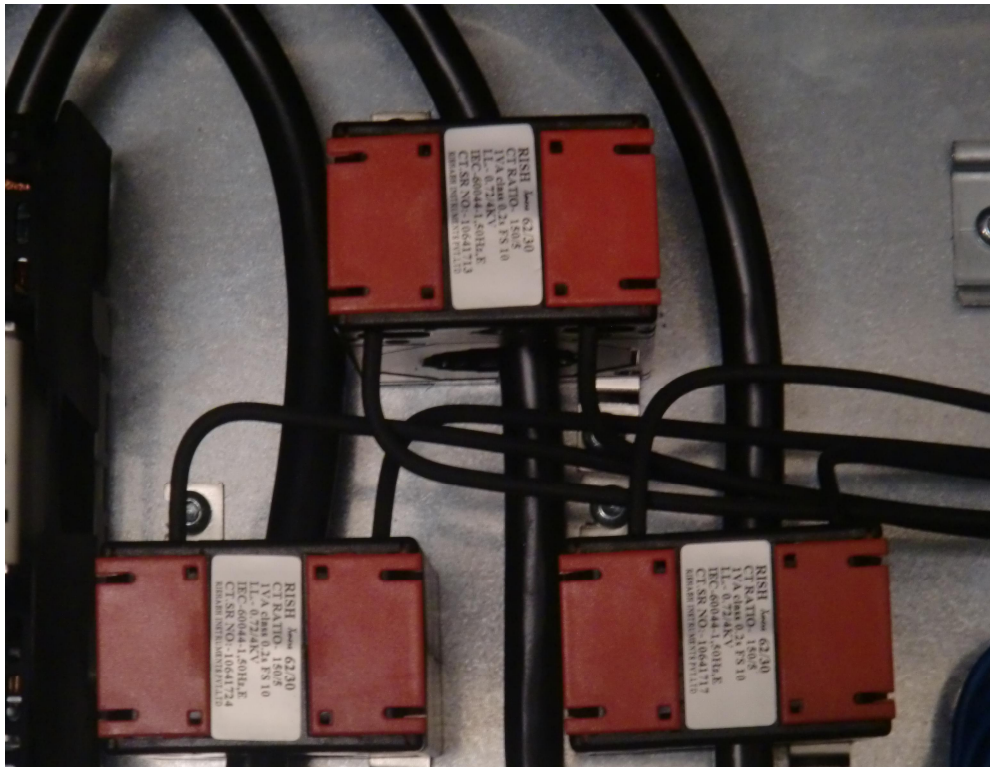
KUVA 3. As Oy Mikkelin Huopatehdas kiinteistön uusi pääkeskus

Huomioitavia seikkoja pääkeskuksen suunnittelussa:

- vanhojen ryhmien määrä
- uusien sulakkeiden ja nousujen määrä
- sulakkeiden koko ja sulakkeiden käyrät
- kiinteistön kokonaiskuorma kW:na
- kiinteistön mittauksien määrä eli kWh-mittarit
- syöttöjohdon sisäänmeno
- aluevalaistuksen tarpeet
- autolämmityksen tarpeet ja määrä

- porraskäytävien valaistuksen ohjaukset
- keskuksen kotelointi
- keskuksen sijoittelu tekniseen tilaan

Sähköpääkeskuksen suunnittelu oli suhteellisen helppoa, koska kiinteistössä ei ollut muuta isompaa virran kuluttajaa asuntojen lisäksi kuin maalämmön vastukset. Asuinhuoneistojen, joita oli 10 kappaletta, noususulakkeiden kooksi määriteltiin 3 x 25 A. Kahden erillisen toimistohuoneiston noususulakkeiden koko oli 3x25A. Asuntojen osalta sulakekoko ei muutu, koska kulutus huoneistoissa on suhteellisen vakio. Toimistohuoneissa oli varauduttava mahdolliseen sulakkeiden nostamiseen 35 A:iin. Maalämmön osalta huomioitavaa oli maksimikuorman käyttö, joka oli 60 kW. Kiinteistön aluevalaistukselle ja kiinteistön yleisille tiloille oli otettava huomioon ohjausautomaatiikka. Keskuksessa valmiina tilattava materiaali tulee halvemmaksi valmiina asennettuna kuin jälkepäin työmaalla tehtynä. Varatilaa pääkeskukseen otettiin riittävästi mahdollisten lisäyksien varalta esim. parkkihallin ilmastointi huomioon ottaen. Kiinteistön kWh-mittaus varustettiin virtamuuntajilla suhteella 150/5. Kiinteistön mittaukseen jätettiin yksi vararistikko mahdolliselle alamittaukselle.



KUVA 4. Pääkeskuksen kWh-mittauksessa käytettävät virtamuuntajat

4.3 Asuntokerrosten ja toimistojen suunnittelu

Asunnoissa sähkösuunnittelu on pääsääntöisesti normaalia sähkösuunnittelua. Rakennuttaja määrittää suunnittelijalle jonkin lähtötason. Asunnon ostajat pystyvät myöhemmin lisäämään tai muuttamaan pisteiden määrää ja paikkaa tiettyä lisätyöhintaa vastaan.

Toimistojen sähkösuunnittelu jätetään ryhmäkeskuksen ja yleisten ohjauksien tasolle. Toimistojen käyttäjät määrittävät itse sähköasennuksen tason ja laajuuden omien tarpeidensa mukaan.

Tilojen sähköjen toteuttaminen on helppoa, kun mitään vanhaa ei tarvitse säästää. Suunnittelua helpottaa sekin, kun ei tarvitse tutkia vanhan sähköasennuksen määräysten mukaisuutta.

Suunnittelun pitää olla hyvin toteutettu ja kaiken huomioon ottavaa. Esimerkiksi jonkun tärkeän syötön tai ohjauksen poisjääminen rakenteista voi aiheuttaa suuren työn ja tulla kalliiksi urakoitsijalle. Näin ollen suunnittelijalla on iso vastuu projektin onnistumisen kannalta.

Sähkökuvien piirtämisessä on oltava tarkkana merkintöjen suhteen. Väärien merkintöjen takia työmaalla voi tulla ongelmia reittivalinnoissa kaapeloinnin aikana.

Vahvavirta ja telejärjestelmien numeromerkinnät:

Vahvavirta ja telejärjestelmien sekä heikkovirtajärjestelmien kaapeloinnit ja rasiot erotellaan sähkökuvilla numeromerkinnöin, joista seuraavassa heikkovirtaosion lyhyt listaus:

10 Merkinantojärjestelmä yleensä

11 Soittomerkkijärjestelmä

12 Valomerkkijärjestelmä

- 17 Henkilöhakujärjestelmä yleensä
- 18 Optinen henkilöhakujärjestelmä
- 19 Muu henkilöhakujärjestelmä
- 20 Ohjaus- valvonta- tai ilmaisinjärjestelmä yleensä
- 21 Ohjausjärjestelmä
- 22 Ilmais- ja mittausjärjestelmä
- 23 LVI-automatiikkajärjestelmä
- 25 Tuotannonvalvontajärjestelmä
- 30 Puhelinjärjestelmä yleensä
- 31 Yleisen puhelinverkon järjestelmä
- 32 Sisäinen puhelinjärjestelmä
- 33 ATK pistorasia (RJ-45)
- 34 Huonepuhelinjärjestelmä
- 35 Porttipuhelinjärjestelmä
- 38 Pikapuhelinjärjestelmä
- 39 Lennätin- tai datajärjestelmä
- 40 Äänitaajuusjärjestelmä yleensä
- 41 Kaiutinjärjestelmä
- 42 Keskusradiojärjestelmä
- 44 Mikrofonijärjestelmä
- 50 Kello- tai ajantarkkailujärjestelmä yleensä
- 51 Keskuskellojärjestelmä
- 52 Ajantarkkailujärjestelmä
- 53 Kulunvalvontajärjestelmä
- 60 Hälytysjärjestelmä yleensä
- 61 Paloilmaisinjärjestelmä
- 62 Murtohälytysjärjestelmä
- 63 Ryöstöhälytysjärjestelmä
- 64 Vikahälytysjärjestelmä
- 65 Hiljaisen hälytyksen järjestelmä
- 70 Suurtaajuusjärjestelmä yleensä
- 71 Yhteisantennijärjestelmä
- 72 Video- tai muu kuvansiirtojärjestelmä

4.4 Kaapeleiden oikea valinta

Suomessa käytetään suomalaisten standardien mukaisten kaapeleiden lisäksi kansainvälisten ja muiden kansallisten standardien mukaisia kaapeleita ja johtimia ottaen huomioon SFS 6000 -vaatimukset ja valmistajien asennusohjeet.

Kaapelin tai johtimen ovat oltava nimellisjännitteeltään sopiva siihen järjestelmään, mihin se asennetaan. Vaikka kaapelin nimellisjännite vastaa asennuksen suurinta käyttöjännitettä, se ei takaa, että kaapelin rakenne kestää muut rasitukset.

Johtimien värien osalta on noudatettava standardin SFS 6000 kohdan 514 vaatimuksia. Tunnistamiseen voi myös käyttää numerointijärjestelmää, joka on käytössä mm. ohjauskaapeli MMO:ssa.

Johtimen johtavuuksien tulee olla riittävän suuria, ja sen poikkipintaa määrittäessä on otettava huomioon seuraavat asiat:

- suurin sallittu lämpötila (kuormitettavuus), mikä määritellään kuormitettavuus-taulukoista
- oikosulkukestoisuus
- jännitteen alenema erityisesti pitkissä vedoissa
- mekaaninen rasitus.

Kuormitustaulukot 5 ja 6 sisältävät arvot uppoasennukselle (A), pinta-asennukselle (C), maa-asennukselle (D) ja vapaasti ilmaan tehtäville asennukselle (E). Arvot ovat laskettu PVC-eristeisille kaapeleille, joten ne soveltuvat myös PEX-eristeisille kaapeleille, joilla on korkeampi kuormitettavuusluokka.

TAULUKKO 5. Johtojen kuormitettavuudet eri asennustavoilla /3, s. 119./

Johtimien nimellispoikkipinta (mm ²)	SFS 6000: mukaiset asennustavat			
	A	C	D	E
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
Alumiini				
16	43	62	78	65
25	56	77	100	83
35	69	95	125	102
50	83	117	150	124
70	104	148	185	159

TAULUKKO 6. Korjauskertoimet ryhmille, joissa on useita kaapeleita tai virtapiirejä /3, s. 206./

Sijoitus (kaapelit koskettavat toisiaan)	Virtapiirien tai monijohdinkaapeleiden lukumäärä											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Nipussa ilmassa pinnalla, upotettuna tai kotelon sisällä	1,0 0	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
Yhdessä kerroksessa seinällä, lattialla tai rei'ittämättömällä kaapelihyllyllä	1,0 0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71			
Yhdessä kerroksessa kiinnitettynä suoraan puukaton alapuolelle	0,9 5	0,85	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
Yhdessä kerroksessa rei'itetyllä kaapelihyllyllä vaaka- tai pystysuorassa	1,0 0	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
Yhdessä kerroksessa tikkailla, tuilla tai kiinnikkeillä	1,0 0	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,79	0,79			

Esimerkkikohteessa käytetyt asuntojen syötöt olivat MMJ 5x6S sekä MMJ 5x10S kaapelityyppiä, asennustyyppi oli C ja osan matkasta kaapelit olivat niputettuina 6 ryhmiiin ja ne menivät umpinaisen kotelon sisällä. Asuntojen pääsulakkeet olivat 3x25A. Laskettaessa korjauskertoimen ja johtimen kirjallinen kuormitettavuuden suhde: $0,57 \cdot 43A = 24,51A$. Luku ei täysin täytä tarvittavia standardin kuormitettavuusehtoja, mutta koska mekaanista rasitusta ei ole ja kotelossa mentävä matka oli suhteessa lyhyt verrattuna

muuhun matkaan, saatu tulos nähtiin tyydyttäväksi. Kaapelikoon nostaminen 10mm² oli suositeltavaa pitkien vetojen vuoksi.

Kaapelin on kestettävä asennuspaikan ulkoisten tekijöiden vaikutukset. Ulkoisia tekijöitä ovat mm. lämpötila, mekaaniset rasitukset, vesi ja vieraitten aineiden sisään tunkeutuminen. Valmistajien käyttöohjeista käsittelylämpötilatietojen lisäksi löytyvät ainakin:

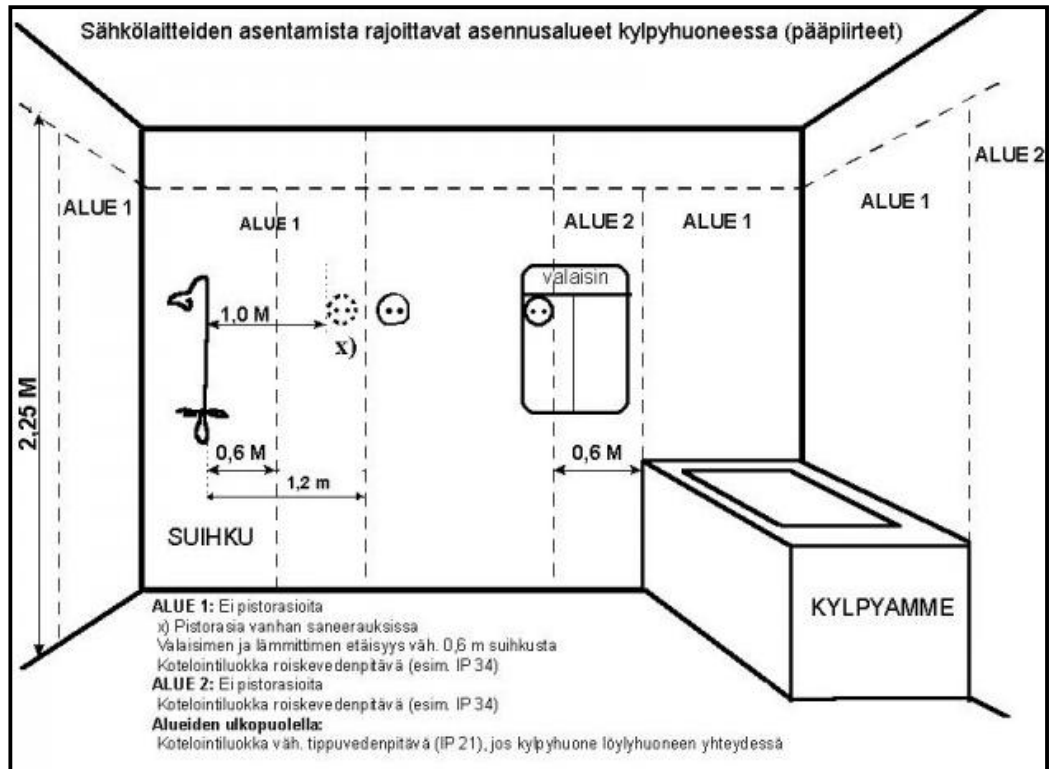
- sallitut asennustavat
- pienin taivutussäde asennusvedossa
- pienin taivutussäde lopullisessa vedossa
- suurin sallittu asennusvetovoima /3, s. 168/.

5 KIINTEISTÖN SÄHKÖTYÖT

5.1 Asuntojen sähkötyöt

As Oy Mikkelin Huopatehtaan pesuhuoneisiin ei asennettu sähköisiä lattialämmityksiä, vaikka ensimmäinen suunnitelma näin olikin. Lattialämmitys toteutettiin vesikiertoisena, ja sähköä tarvittiin ainoastaan termostaattiohjauksessa . Ohjaus toteutettiin 24V termostaattiohjauksella, jossa toimilaite sijaitsee jakotukilla.

Pesuhuoneen asennuksissa on rajat, joille asennuksia saa tehdä. Kylpyhuone on erikois-tila.



KUVA 5. PH-alueet ja IP-luokitukset /7/

- ALUE 1:
- Ei pistorasioita
 - *)Pistorasia vanhan saneerauksessa
 - Valaisimen ja lämmittimen etäisyys vähintään 0,6 m suihkusta
 - Kotelointiluokka roiskevedenpitävä (esim. IP 34)

- ALUE 2:
- Ei pistorasioita
 - Kotelointiluokka roiskevedenpitävä (esim. IP 34)

ALUEIDEN ULKOPUOLELLA:

- kotelointiluokka vähintään tippuveden pitävä (IP 21), jos kylpyhuone saunan yhteydessä

5.2 Yleisten tilojen sähköistys

Taloyhtiössä on asuntojen lisäksi yleisiä tiloja, joissa joudutaan soveltamaan sähköteknillisiä ratkaisuja, jotta saataisiin hyvä ja toimiva kokonaisuus. Esimerkkikohteen yleisiä tiloja ovat.

- porraskäytävät
- kellari- ja ullakkokäytävät
- varastotilat
- autohalli
- ulkoalueet.

Haasteellisin osuus sähkösuunnittelussa on tilojen oikeanlaisen valaistuksen suunnittelussa. Haastavin osuus on ulkoalueiden valaistuksen suunnittelussa. Ulkoalueen valaistus on oltava riittävän tehokas. Se ei saa häiritä naapuria, eikä saa häikäistä ohikulkuvaa liikennettä sekä sen on oltava hyvännäköinen ja myyvä. Oikeanlaisella valaistuksella tilat saadaan tuntumaan avarimmilta, sekä oikein kohdistetuilla valaistuksella saadaan luotua haluttu tunnelma. Epäsuoralla valaistuksella saadaan tunnelmallisuutta ja näyttävyyttä. Liika valaistus ei ole hyvä, koska se häikäisee käyttäjää ja on kustannuksia aiheuttava.

Esimerkkikohteessa porraskäytäviin tulee liiketunnistimet ja pienoistoistelampuilla varustetut valaisimet. Käytävien valaistuksen saa jatkuvasti päälle erillisellä kytkimellä.

Varastotiloissa ja autohallissa käytetään loisteputkivalaisimia niiden hyvän valaisukyvyyn vuoksi. Loisteputken käyttöikä on suhteellisen pitkä. Tulevaisuudessa loisteputken tilalle voidaan vaihtaa led-lamppu.

Yhteiset ulkoalueet on suunniteltu valaistavaksi monimetallilampuin varustetuilla valaisimilla. Korkeita valaisinpylväitä tulee välttää, koska alue on useammassa tasossa ja vilkkaan tien varrella. Valaisinpylväät ovat n. 1,5 m korkeat pollarivalaisimet. Pollarivalaisin suuntaa valon alaspäin ja levittää valon matalalla laajalle alueelle.

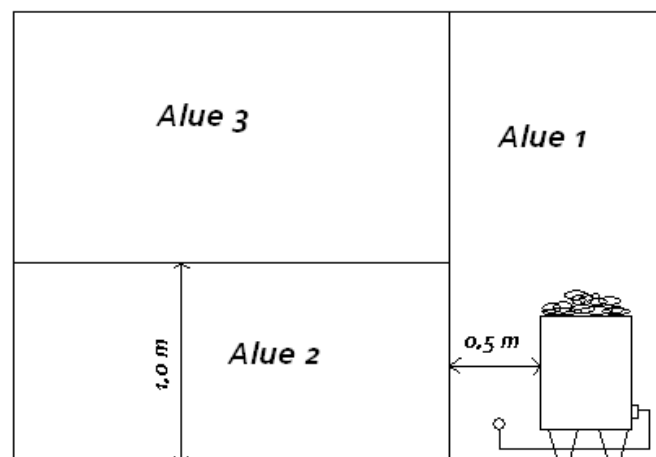
Erityistiloja ei rakennuksessa ole muualla kuin asunnoissa olevat sauna- ja pesuhuonetilat.

SFS 6000 on antanut saunoista erityismääräykset. Sähkölaitteen kotelointiluokka saunassa on täytettävä IP24-vaatimukset. Jos puhdistamisessa käytetään suihkua, IP-luokituksen on oltava mallia IPX5. Saunatila on jaettu kolmeksi sähköteknilliseksi alueeksi, joilla kaikilla on omat määräyksensä IP-luokista ja sähkölaitteiden asennuksista.

Alue 1 on tila, jossa on kiuas ja jota rajoittavat lattia, katon lämpöeristeen kylmä puoli ja pystysuora taso, joka ympäröi kiuasta 0,5 m päässä kiukaan punnasta. Jos kiuas sijaitsee alle 0,5m päässä seinistä, alue 1 rajoittuu ko. seinän lämpöeristeen kylmälle puolelle. Tälle alueella saa asentaa ainoastaan kiukaan ja sille tarkoitetut laitteet.

Alue 2 on alueen 1 ulkopuolella oleva tila, jota rajoittavat lattia, seinien lämpöeristeen kylmä puoli ja vaakasuorataso 1,0 m verran lattiasta. Alue 2:lle voidaan asentaa sähkölaitteita, joiden lämmönkestävyydelle ei tarvitse antaa erityisvaatimuksia.

Alue 3 puolestaan on alueen 1 ulkopuolella oleva tila, jota rajoittavat katon ja seinien lämpöeristeen kylmä puoli ja vaakasuorataso 1,0 m verran lattiasta. Sähkölaitteiden täytyy kestää 125 °C ympäristön lämpötila ja johtojen eristeen on kestettävä vähintään 170 °C lämpötila. /4, s. 401-404./



KUVA 6. Saunan alueet. Ulkorajat tarkoittavat lämpöeristettä.

Sähkölämmitteisen kiukaan asennuksessa käytetään aina valmistajan antamia asennusohjeita. Esitetyt suojaetäisyydet perustuvat testeihin, eikä niitä voida pienentää, vaikka käytettäisiin palavien rakenteiden suojana palamattomia levyjä tms. Ohjeissa esitetyt ja kiukaaseen ohjelmoituja suurimpia kiukaan toiminta-aikoja ei saa ylittää eikä

toiminta-aikojen välillä tarvittavaa jäähtymisaikaa pienentää. Yksittäiset kiukaat, jotka tulevat asuntoihin, ovat 6kW:n kiukaita, ja niiden suojaetäisyydet palavasta materiaalista ovat huomattavasti pienemmät. Sivuseiniin on oltava 100 mm matkaa ja lauteeseen vähintään 300 mm. Kiukaiden päältä on oltava vähintään 950 mm.

Esimerkkikohteen saunat ovat yksityisessä käytössä eikä välttämättä ole yhtäjaksoisesti niin kauan päällä. Valitettavaa on, että yksityisissä saunoissa on paljon enemmän paloja kuin yleisissä saunoissa. Tämä ei johdu määräyksien laiminlyönnistä vaan huolimattomasta käytöstä.

5.3 Kaapeleiden asennus

Kaapelit asennetaan käyttäen hyväksi rakennettuja kaapelireittejä tai kiinnitetään pinnoille käyttäen pinta-asennusvälineitä. Kaapelit on asennettava siten, että niiden mekaaninen vaurioituminen ei ole todennäköistä. Toisin sanoen kaapelit kiinnitetään tarpeeksi tiukasti rakenteisiin, jotta niiden mahdollinen liikkuminen estetään. Tarvittaessa kaapelit on suojattava peittämällä hylly kansilevyllä tai vetämällä kaapelit putkiin.

Mahdollisuuksien mukaan kaapelit tulisi vetää pitkillä suorilla vedoilla, jotta mahdolliset häiriöt jäisivät pieniksi ja asennuksista tulisi siistejä. Kaapeleiden ollessa suorina kaapelihyllyillä ne ovat myös helppo erottaa perusasennuskaapeleihin ja tele- ja tiedonsiirtokaapeleihin. Täten vältetään vaikuttamasta tele- ja tiedonsiirtojärjestelmien toimivuuteen.



KUVA 7. PK -tilan kaapelointi

Kuvasta 5 näkee, ettei aina pysty kaappeleita järjestelemään suosituksen mukaan. Suositeltavaa olisi laittaa heikkovirtajohdot erilleen vahvavirtajohdoista häiriöiden välttämiseksi. Ongelmia tulee etenkin, jos kaapelihyllyt ja kourut joudutaan rakentamaan kaapeloinnin jälkeen. Kaikki asennukset eivät välttämättä ole huolitellun ja asiallisen näköisiä. Asennuksissa joutuu välillä tekemään kompromisseja asennettavuuden ja esteettisyyden välillä.

Kun kivrakenteiden sisään asennetaan kaapeleita ja johtimia tai kun kaapeleita asennetaan rakenteiden pintoihin, on pakko käyttää erilaisia asennusputkia. Näistä putkityypeistä käytetyimmät ovat jäykkä muoviputki JM, jäykkä alumiiniputki JAPP ja taipuisa muoviputki TAM. JM-putkea käytetään kerrostalosaneerauksessa erityisesti PH:iden lattialämmityksien anturien suojaputkena. JAPP-alumiiniputki on hyödyllinen ulkoisissa asennuksissa sen korkean mekaanisen vahvuuden vuoksi. Taipuisaa muoviputkea TAMia käytetään todennäköisesti kaikista eniten putkityypeistä. Se on erityisen hyödyllinen lähes kaikkiin kivrakenteiden sisään rakennettaviin ratkaisuihin. Tätä nykyään

markkinoita myös valtaa sisätilojen pintaratkaisuihin QuickPipe-niminen putkityyppi. Erityisesti se on vienyt markkina-alaa JAPP:lta, mitä käytettiin aikaisemmin myös paljon sisätiloissa. /3, s. 181./

Johtimien ja kaapeleiden veto putkiin on tehtävä siten, että niiden rakenteet eivät vaurioidu. Sen takia putkien koko tulee valita vedettävien kaapeleiden halkaisijan mukaan. Siksi onkin suositeltavaa, ettei kaapeleiden ulkohalkaisija ole 75 % suurempi putken sisähalkaisijasta. Esimerkkikohteessa kaapeleiden vetoja putkiin tapahtui lähinnä PH-tiloissa sekä silloin, kun korjattiin porattuja kaapeleita ja johtimia. Nämä vedot suoritettiin käyttämällä vetovaijeria, mikä työnnettiin putkeen aina putken toisen päähän asti, jossa kaapelit tai johtimet kiinnitettiin vaijeriin sekä lopulta vedettiin takaisin putken sisälle. /3, s. 187./

Putkiasennuksessa käytettävien johtojen jatkaminen tai haarottaminen on tehtävä rasioissa. Kaikkiin liitoksiin täytyy päästä käsiksi tarkastusta, testausta ja huoltoa varten. Näihin liittyy kuitenkin poikkeuksia:

- maakaapelien liitokset
- massaan valetut tai kapseloidut liitokset
- liitokset kylmäjohtimen ja katto-. lattia- tai saattolämmitysjärjestelmän välillä.

Nämä poikkeukset ovat tärkeitä erityisesti kerrostalosaneerauksessa, jossa vanhoja käyttöön jääviä ryhmiä voi mennä poikki rakennusryhmän toimesta, ja tällöin korjatut vahingot on pystyttävä tekemään siististi ja rakenteisiin sopiviksi. /4, s. 258./

6 KIINTEISTÖN MAALÄMPÖJÄRJESTELMÄ

6.1 Maalämpö lämmitysjärjestelmäksi myös suuriin kiinteistöihin.

Maalämpöä asennetaan yhä enenevässä määrin myös suuriin kiinteistöihin. Maalämpö sopii kaikenlaisiin rakennuksiin, jossa on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä eli vesikiertoiset patterit tai lattialämmitys tai vesikiertoinen ilmalämmityspatteri. Suurimmat kiinteistöt saavat myös suurimmat säästöt.

Monessa taloyhtiössä, jossa vanha öljylämmityskattila on tulossa käyttöikänsä päähän, kysellään nyt maalämpöä. Jopa kaukolämpöalueilla pohditaan maalämpöön siirtymistä kohonneiden kaukolämpöhintojen takia.

Kiinteistölämpöpumppuja voidaan kytkeä sarjaan; yhden pumpun teho on 60 kW ja sarjaan voidaan kytkeä 9 kpl eli yhden ohjauksen taakse voidaan keskittää 540 KW tehoa. Kun vielä käytetään osatehomitoitusta, noin 80 % osateholla saadaan noin 100 % kiinteistön tarvitsemasta lämmitysenergiantarpeesta.

Lämpöpumppulaitteisto asennettuna suuriin kiinteistöihin, joiden lämmönlähteenä on maaperä, kallioperä, järvivesi tai pohjavesi.

- 600 x 600 mm moduulikoko - mahtuu pieniin tiloihin
- hiljainen käyntiääni
- kahden kompressorin rakenne - pienet tehonlisäysportaat
- helppo hallita isotkin järjestelmät - sarjakytkentä 22-540 kW yhden ohjauksen takana
- automatiikkaan voidaan liittää useita lisälaitteita, mm. jäähdytys, uima-allasohjas
- lämpöä tarpeen mukaan vaihtelevalla lauhdutuksella
- Aurinkolämpöjärjestelmä, joka on suunniteltu toimimaan optimaalisesti NIBE lämpöpumppujen kanssa
- Kevyet ja tehokkaat, pikaliittimin varustetut keräimet
- Lämpöpumpun ohjausyksikkö ohjaa myös aurinkolämpöjärjestelmää
- Käyttöveden ja lämmitysveden lämmittämiseen käytetään ensijaisesti aurinkoenergiaa ja tarvittaessa lämpöpumppua.

As Oy Mikkeli Huopatehtaan parkkihallin alle porattiin 6 kappaletta 200m syviä reikiä. Näin ollen putkiston yhteiskeruun pituus on noin 1,2 km

6.2 Maalämpöjärjestelmän toimintaperiaate

Maalämpöjärjestelmä hyödyntää maaperään, kallioon tai vesistöön varastoitunutta auringon energiaa rakennuksen ja käyttöveden lämmittämiseen. Järjestelmä hakee lämpöenergiaa maaperästä, kallioperästä tai vesistöä lämmönkeruuputkistolla. Järjestelmä muodostuu kolmesta eri osa alueesta: lämmönkeruuputkistosta, maalämpöpumpusta ja lämmönjakojärjestelmästä.

Lämmönkeruuputkiston avulla maaperästä, peruskalliosta tai vesistöä saadaan kerättyä n. 1 – 4 asteista vesiliuosta. Tämä vesiliuos on luonnollisesti liian kylmää, jotta sitä voitaisiin suoraan käyttää rakennuksen ja käyttöveden lämmittämiseen. Maalämpöjärjestelmään kuuluu maalämpöpumppu, joka nostaa lämmönkeruupiiristä saatavan varsin viileän lämmön korkeampaan lämpötilaan, jotta sitä voidaan käyttää lämmityksessä ja lämpimänä käyttövetenä.

Lämmönjakojärjestelmä luovuttaa maalämpöpumpun lämmön rakennukseen. Lämmönjakojärjestelmänä rakennuksissa tulee olla vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä, esimerkiksi vesikiertoiset patterit tai vesikiertoinen lattialämmitys.

6.3 Lämmityskustannusten säästö

Lämmityskustannusten ja energian säästöä voidaan verrata siihen, kuinka paljon rakennus kuluttaisi lämmitysenergiaa muilla tavanomaisilla lämmitysmuodoilla, kuten öljy- tai sähkölämmityksellä.

Sähkölämmitteisessä rakennuksessa, jonka lämmitysenergian tarve on 35000 kWh/vuosi, ovat lämmityskustannukset vuonna 2009 noin 3500 euroa (sähkön hinta n. 10c/kWh)

Lämmityskustannukset maalämmöllä ovat tavanomaisessa patterilämmitteisessä talossa 1/3 sähkölämmittämisen kustannuksista. Sähkön hinta v. 2008/2009 on n. 10c/kWh, jolloin maalämmön lämmityskustannukset ovat 3,3c/kWh. Rakennuksessa, jonka lämmitysenergian tarve on 35000 kWh ovat lämmityskustannukset 1155 euroa vuodessa.

Maalämmön lämmityskustannukset ovat tyypillisesti kolmannes sähkölämmitteiseen rakennukseen verrattuna, noin puolet öljylämmitteisen rakennuksen lämmityskustannuksista silloin, kun öljy on halpaa, ja neljännes öljylämmitys kustannuksista silloin, kun öljyn hinta on n. 1 eur / litra.

6.4 Maalämmön hiilidioksidipäästöt verrattuna sähkölämmitykseen

Sähkölämmiteinen rakennus, jonka lämmitysenergian tarve on 35000 kWh/vuosi, tuottaa 6825kg CO₂ päästöt vuodessa. Maalämmön CO₂-päästöt ovat noin kolmannes sähkölämmityksen hiilidioksidipäästöistä.

6.5 Maalämmön lämmönkeruuputkisto

Lämmönkeruuputkisto sijoitetaan tyypillisesti n. 1,2 metriä syvälle maaperään, kallioon porattavaan noin 100 – 200 metriä syvään lämpökaivoon tai vesistöön.

Lämmönkeruuputkistossa kiertää vesi ja bioetanolin seos, joka kerää maaperän lämpöä maalämpöpumpulle. Lämpökaivossa lämmönkeruuputkisto on pituudeltaan tyypillisesti noin 200 – 400 metriä, mikä vastaa 100 – 200 metrin syvyistä lämpökaivoa. Lämpökaivossa lämmönkeruuputkiston pituutta ei voi kasvattaa merkittävästi yli 400 metrin, koska lisääntynyt virtausvastus ja tästä johtuva painehäviö alkaa hidastaa lämmönkeruunesteeseen virtaamista putkistossa. Neljänsadan metrin lämmönkeruuputkisto tuottaa 200 metriä syvässä porakaivossa n. 4000 litran öljynkulutusta vastaavan lämmön vuodessa tai noin 35 000 kWh lämmitysenergiaa.

6.6 Maalämpöjärjestelmän mitoitus

Maalämpöjärjestelmän hankinnassa on tärkeää, että mitoitus on oikein suoritettu. Muuten on riski, että maalämpöpumppu tuottaa liian suuren osan lämmöntarpeesta lisävoimilla, mikä on kallista sähköenergiaa.

Sähkölämmitteisissä rakennuksissa on yhtä lailla tärkeää tarkastella tarpeeksi pitkää aikajännettä sähkön kulutuksessa. Samoin täytyy luotettavasti arvioida taloussähkön osuus koko sähkönkulutuksesta, jotta todellinen lämmitysenergian tarve selviää.

Uudisrakennuksen energiankulutus selviää rakennuslupamenettelyn yhteydessä hankittavasta energiatodistuksesta. Energiatodistuksesta selviää rakennuksen lämmitysenergian tarve ja huipputeho, minkä pohjalta maalämpöjärjestelmä voidaan mitoittaa.

6.7 Maalämmön täysteho- vai osatehomitoitus?

Maalämpöjärjestelmät mitoitetaan joko osatehoisina tai täystehoisina. Täystehomitoitus kuulostaa luonnollisesti ensi kuulemalta paremmalta ja tehokkaammalta mitoitustavalta kuin osatehomitoitus. Maalämpöjärjestelmän tärkein ominaisuus on kuitenkin energiataloudellisuus, ja osatehomitoituksella voidaan saavuttaa aivan yhtä hyvä, usein jopa jonkin verran parempi energiataloudellisuus kuin täystehomitoituksella.

Täystehomitoitettu järjestelmä on mitoitettu tuottamaan rakennuksen koko lämmitysteho kovimmillakin pakkasilla ilman sähkövastusten kautta tuotettavaa lisälämpöä. Tämä johtaa suurempaan maalämpöpumpun kokoon ja porareian syvyyteen, mikä nostaa kustannuksia. Täystehomitoitettu maalämpöpumppu käy tavanomaisissa olosuhteissa huomattavasti lyhyempiä käyntisyklejä kuin osatehomaalämpöpumppu suuremmasta tehosta johtuen. Lyhyet käyntisyklit johtavat siihen, että maalämpöpumppu ei ehdi lyhyen käyntijakson aikana käydä optimaalisella hyötysuhteella kovin pitkään, koska käynnistämisen jälkeen kestää muutamia minutteja kylmäaineprosessin vakioitumiseen ja parhaan hyötysuhteen saavuttamiseen.

Osatehomitoitettu järjestelmä on hankintakustannuksiltaan edullisempi, ja n. 80% tehopeitto riittää tuottamaan 99% vuotuisesta lämmitysenergian tarpeesta. Huippupakkasilla 20% tehon tarpeesta tuotetaan lisävastuksilla. Lisävastusten kuluttaman sähköenergian kustannukset ovat 80% tehopeitolla tyypillisesti 20 – 30 euroa vuodessa. Sähkövastusten kuluttaman energian kustannukset eivät riitä perustelemaan n. 2000 euroa korkeampia täystehomitoituksesta aiheutuvia kustannuksia.

Osateholle mitoitettu maalämpöpumppu käy pidempiä käyntisyklejä, jolloin maalämpöpumppu käy optimaalisella hyötysuhteella pidempiä aikoja, ja kokonaishyötysuhde ja energian säästö on usein parempi kuin täystehomitoitetulla maalämpöjärjestelmällä. 1

% säästö lisäsähkön hankkimisesta voi aiheuttaa 2% korkeammat kustannukset epäoptimaalisista käyntisykleistä johtuen.

Täystehomitoitettu maalämpöpumppujärjestelmä on energiataloudellisin pääsääntöisesti ainoastaan silloin, kun käytetään portaattomalla kierrosluvun säädöllä varustettua maalämpöpumppua. Portaattomasta kierrosluvun säädöstä käytetään käsitettä invertteriohjaus. Tärkeintä on, että invertteriohjausta käytetään juuri maalämpöpumpun kompressorin tehon säätöön, koska tällä saavutetaan suurin etu kokonaisyötysuhteessa. Mikäli maalämpöpumpussa on invertteriohjaus ainoastaan lämmönkeruuliuksen kierto-vesipumpussa, ei voida puhua todellisesta invertteriohjauksesta. Invertteriohjatun maalämpöpumpun hakinnassa kannattaa olla tarkkana, jotta nimenomaan kompressori olisi invertteriohjattu./13/.

6.8 Kiinteistön maalämpöpumppujärjestelmä

As Oy Mikkelin Huopatehtaan kiinteistöön valittiin Niben maalämpöpumppujärjestelmä puskurivaraajineen. Valintaan vaikutti kiinteistön koko ja hyvät toimintakokemukset. Niben järjestelmässä on ollut kaikista vähiten häiriöitä, jotka tämän kokoisessa kiinteistössä eivät ole kovin suotavia.



KUVA 8. Nibe F1330 ja puskurivaraajat /12/

Maalämpöpumpun tekniset tiedot

NIBE F1330	60 kW-versio
Antoteho/ottoteho @ 0/35 (kW)	60,6/13,8
Antoteho/ottoteho @ 0/50 (kW)	57,5/17,1
Antoteho/ottoteho @ 0/45 (kW)	55,8/16,7
Jännite	3x400V+N+PE 50 Hz
Maks. käyttövirta, kompres- sori (A)	2x21,2
Varoke, vain LP (hidas) (A)	50
Kylmäainemäärä (kg)	2x2,9

Maksimilämpötila (meno/paluu) (°C)	65/58
Mitoituslaskelma ja Säästö *	
Vastaava sähköntarve/v	255 MWh
Kalliolämpö, poraussyvyys m	6x200m
Maalämpö, pintamaa m	6x450-8x450
Säästö, kWh/v	159.000

Puskurivaraajat

Malli VPA	300/200	450/300
Tilavuus, käyttövesi	300 litraa	450 litraa
Tilavuus, ulkovaippa	190 litraa	285 litraa
Nettopaino	208 kg	285 kg
Lämmönsiirto (55/45 - 10/45 °C)	10,0 kW	14,5 kW
Lämpösisältö lämpötilassa 50 °C	17,4 kWh	26,1 kWh
Vastaava käyttövesimäärä (40 °C)	370 litraa	550 litraa
Sähkövastuksen maksimipituus	650 mm	750 mm
Tarvittava pystyynnosto korkeus	1880 mm	2170 mm
Tarvittava pystyynnosto korkeus (ilman eristystä)	-	1810 mm 2020 mm

Korkeus	1700mm	2000mm
Leveys		
Syvyys	760mm	860mm

* Kylmävesi sisään 10 °C ja termostaattisäätö 50°C.

Malli VPAS 450/300	Cu	E
Tilavuus,käyttövesi	450 litraa	300 litraa
Tilavuus, ulkovaippa	285 litraa	450 litraa
Nettopaino	285 kg	300 kg
Lämmönsiirto (55/45 - 10/45 °C)	14,5 kW	10,0 kW
Lämpösisältö lämpötilassa 50 °C	26,1 kWh	17,4 kWh
Vastaava käyttövesimäärä (40 °C)	550 litraa	370 litraa
Aurinkolatauskierukan tilavuus	-	2,1 litraa
Aurinkolatauskierukan pinta-ala	-	2,3 m ²
Sähkövastuksen maksimipituus	750 mm	750 mm
Tarvittava pystyynnostokorkeus	2170 mm	2170 mm
Tarvittava pystyynnostokorkeus, ilman eristystä	2020 mm	2020 mm
Korkeus	2000mm	2000mm
Syvyys	860mm	860mm

7 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS

Sähköturvallisuuslain 5. luku edellyttää sähköasennuksen rakentajaa tekemään aina käyttöönottotarkastuksen ennen laitteiston käyttöönottoa. Tarkastuksella varmistetaan silmämääräisesti ja erilaisin mittauksin, että asennus on turvallinen sekä määräysten mukainen. Sähkölaitteisto katsotaan otetuksi varsinaiseen käyttötarkoitukseensa ajankohtana, jolloin tilan, johon sähkölaitteisto on rakennettu, otetaan suunniteltuun käyttötarkoitukseensa tai toiminta, jota varten sähkölaitteisto on suunniteltu, alkaa. /6, s. 29./

Tarkastukset on usein mielletty toimenpiteiksi, jotka ovat täysin erillisiä työtehtäviä itse asennuksen toteutuksesta. Käyttöönottotarkastusta tehdään kuitenkin usein myös asennustyön yhteydessä, niiltä asennustyön vaiheilta, jotka otetaan käyttöön välittömästi asennustyön jälkeen. Kerrostalon saneerauksessa tällaisia sähköitä ovat esimerkiksi joidenkin pistorasia- ja lämmitysryhmien käyttöönotto.

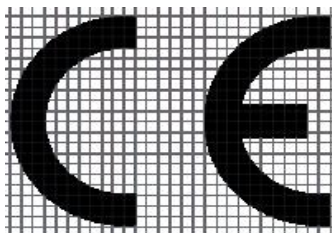
7.1 Silmämääräinen tarkastus

Silmämääräinen tarkastus on yleensä tehtävä ennen mittauksia ja testauksia koko asennuksen ollessa jännitteettömänä. Käytännössä silmämääräinen tarkastus ajoittuu koko sähkölaitteiston rakentamisajaksi, ja havaitut puutteet hoidetaan työn edetessä ja viimeistään ennen asennusten käyttöönottoa. /3, s. 308./

Aistinvaraisessa tarkastuksessa on varmistettava, että kiinteään asennukseen kuuluvat sähkölaitteet:

- ovat turvallisuusvaatimusten mukaiset
- ovat SFS 6000 -vaatimusten ja valmistajan ohjeiden mukaisesti asennettuja
- eivät ole vaaraa aiheuttavalla vaurioituneet asennusvaiheen ja käyttöönoton välillä /4, s. 357./

Käytettyjen tarvikkeiden vaatimustasoinen tarkastus voidaan myös todeta katsomalla, onko asennettavassa laitteessa tai sen pakkauksessa CE –merkki (kuva 9), jolla valmistaja vakuuttaa laitteiden täyttävän pienjännite- ja EMC -direktiivin vaatimukset. Laitteessa oleva sertifiointimerkki kertoo, että laitetyyppi on testattu puolueettomassa testauslaitoksessa. Mikäli laitteen määräystenmukaisuutta ei ole varmistettu, on syytä pyytää laitteen toimittajalta selvitys vaatimustenmukaisuudesta. /3, s. 308./



KUVA 9. CE -merkintä /8/

Silmämääräisesti on tarkistettava asennusten koteloiden ehjyys ja johtojen eristysten kunto. Näin varmennetaan suojaaminen sähköiskuilta. Lisäksi on varmistettava, että

vikasuojauksessa on käytetty määräysten mukaisia suojausmenetelmiä, jotka suojaavat sähköiskulta vikatilanteessa.

Palosuojaus tarkistetaan varmistamalla, ettei sähkölaitteita ei ole sijoitettu siten, että niiden aiheuttama lämpö voisi aiheuttaa ympäristön, tai laitteen itsensä vaarallista lämpenemistä. Laitteet, jotka tuottavat lämpöä, esim. kiukaan tai halogeenivalaisimen, etäisyydet ovat määräysten ja valmistajien ohjeiden mukaiset. Huomioonotettavaa on se että seinärakenteelta on vaadittu tietty palotekninen luokka, kaapelinläpivienti ei saa heikentää luokkaa ja on oltava paloluokituksestaan seinärakennetta vastaava.

Aistinvaraisesti on todettava, että asennuksissa on käytetty oikeita johtimen poikki-pintoja sulakkeiden kokoon nähden, ja asennustapoja, jotta kuormitettavuudet pysyvät määräysten mukaisissa rajoissa. Samalla voidaan varmistaa, että asennetut laitteet ja kaapelit ovat luokituksestaan sellaisia, että ne voidaan asentaa kyseisiin tiloihin. Laitteiden luokitus voidaan tarkistaa IP -luokituksista.

Asennusten kunnossapidon kannalta on tärkeä, että asennusten piirustuksia pidetään ajan tasalla. Tämä suoritetaan esimerkkikohteessa tekemällä tehtyjen töiden mukaiset loppupiirustukset. Asennuksessa on oltava näkyvillä myös tarpeelliset varoituskilvet, esim. varoitus siitä, että pääkytkin ei katkaise jännitettä lattialämmityksistä. Keskuksissa ei riitä pelkkä varoituskilpi, vaan teipillä rajataan keskuksen naamatauluun eri mittauksien takana olevat alueet.

7.2 Mittaukset ja toiminnalliset kokeet

Mittauksilla täydennetään aistinvaraisia tarkastuksia. Testausten ja mittausten avulla varmistetaan, että laitteistot ja suojausjärjestelmät ovat toimivia. Mitatessa toimivuuksia on myös yhtä tärkeätä todeta, ettei jännitettä esiinny järjestelmissä, mihin se ei kuuluisi, kuten potentiaalintasausosissa. /3, s. 311./

Mittauksissa käytetyt tarkastuslaitteet ja menetelmät on valittava EN 61557-standardisarjan asianomaisen osan mukaisesti. Jos muita laitteita käytetään, niiden ominaisuudet ja turvallisuustasot eivät saa olla heikompia. /4, s. 356./

Suojajohtimien, PEN- ja potentiaalintasausjohtimien jatkuvuuden testauksen tarkoituksena on selvittää, että vikasuojauksen edellyttämät suojajohdinpiirit ovat koko matkaltaan jatkuvia eli niiden liitokset ovat tehty ammattitaitoisesti. Testaus suoritetaan jännitteettömässä laitteistossa ja mittaamalla jännitteelle alttiin osan sekä näitä lähinnä olevan pääpotentiaalintasaukseen liitetyn pisteen välinen suojajohtimen resistanssi. Hyväksyttävälle mittaustulokselle ei ole tarkkaa raja-arvoa kunhan se ei poikkea johtimen poikkipinnan ja pituuden perusteella arvioitavissa olevaan arvoon. /3, s. 312./

As Oy Mikkelin Huopatehtaan kiinteistöön sähköisiä lämmityksiä asuntojen osalle ei tullut. Kiinteistön ainoat sähkölämmitykset olivat ulkona ajoluiskassa ja sulanapitokaapeli sadevesiviemäreissä. Ajoluiskan lämmitykset mitattiin siksi, että ne ovat rakenteensa ja asennustapansa vuoksi alttiina vahingoittumiselle. Nämä mittaukset suoritettiin kahdesti, ennen valua ja sen jälkeen. Tämä on sähköurakoitsijalle järkevä toimenpide, koska mikäli lattialämmitys ei toimi, sähköurakoitsija voi esittää, ettei vika johdu heidän asennuksistaan. Näin urakoitsija varmistaa, ettei joudu itse maksavaksi osapuoleksi vahingon sattuessa.

Erityisresistanssi mitataan seuraavassa järjestyksessä:

1. Tee laitteisto jännitteettömäksi.
2. Varmista, ettei nollapiiriin ole kytketty jännitteisiä laitteistoja.
3. Varmista jännitteettömyys.
4. Varmista, että mitattavalla alueella olevat nousujen kytkimet ovat kiinni ja varrokkeet paikallaan.
5. Irrota tarvittaessa N-PE- yhdistys tai nollajohto.
6. Tee mittauskytkennät.
7. Suorita mittaus. Mikäli mittaustulos ei ole hyväksyttävä, selvitä vika.
8. Palauta laitteisto toimintakuntoon päinvastaisessa järjestyksessä. /3, s. 317./

Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan vaatimukset täytyvät, kun

1. vian aiheuttama vaarallinen kosketusjännite kytkeytyy automaattisesti pois vaatimusten edellyttämässä ajassa tai
2. vian aiheuttama kosketusjännite rajoitetaan vaarattomaan arvoon /3, s. 320/.

Vikasuojauksen toimivuuden varmistamiseksi vaaditaan syötön automaattisen poiskytkennän testausta. Esimerkkikohteessa kyseisen testauksen piiriin kuuluvat mm. vikavirtasuojien testaus. Vikavirtasuojan toiminta on varmistettava testaamalla se ensin testipainikkeella. Lisäksi testataan, ettei vikavirtasuojakytkimen toimintavirta ylitä laitteen nimellistoimintavirtaa. Suositeltavin tapa on mitata vikavirtasuojan todellinen toimintavirta nousevalla vikaviralla portaittain. Testauksen voi suorittaa myös vikavirtasuojan nimellistoimintavirran suuruisella testivirralla. /3, s. 324./

Uuden asennuksen tai olemassa olevan asennuksen laajennuksen valmistuttua on tehtävä käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Sen pitää sisältää asennuksen yksityiskohtainen määrittely sekä tulokset tarkastuksista ja mittauksista. Kaikkia viat on korjattava, ennen kuin urakoitsija voi ilmoittaa asennuksen täyttävän SFS 6000 -vaatimukset. Työn tarkastuksen tekijä allekirjoittaa tai vahvistaa muuten oikeaksi pöytäkirjan. /4, s. 361./

8 POHDINTA

Isojen kiinteistöjen saneeraaminen, olkoon kiinteistö kerrostalo tai toimistorakennus, on lähitulevaisuudessa ison luokan liiketoimintaa, jossa on isot kustannukset kyseessä. Asuinkerrostalojen kustannushaitari saneerauksissa on valtava. Mikkelin kokoisessa kaupungissa neliöhintainen kustannus voi vaihdella 450 eurosta jopa 800 euroon neliöltä. Saneerauskohteen urakkalaskenta on haasteellinen ja aikaa vaativa toimenpide. Yllätyksiltä saneerauskohteissa ei pystytä välttymään. Vanhojen seinärakenteiden yllätyksellisyys ja usein myös kuvien puuttuminen rakenteiden laadusta tuottavat yllätyksiä. Lopputyökohteen As Oy Mikkelin Huopatehtaan saneerauksessa ei tähän mennessä ole tullut suuria yllätyksiä. Ainut suurempi työsarka on jouduttu toteamaan vanhan seinärakenteen luonnonkivivalun läpimenossa, joka oli paksuudeltaan 70 cm. Kohteen toteuttaminen on helpompaa, kun kohde on yhden yrityksen kokonaisurakkana. Näin pystymme joustavalla tavalla toteuttamaan rakennusteknilliset kuin sähkötekniilliset asiat yhdeksi kokonaisuudeksi. Lämmitysmuodon valinta ei kyseisessä kiinteistössä ollut loppujen lopuksi vaikeaa tehdä. Kaukolämmön kustannusten nousu pakotti miettimään uudenlaista ratkaisua kiinteistön lämmittämiseen. Vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä jouduttiin suurelta osin saneeraamaan uudelleen. Kokonaan sähkölämmitteiseksi kiinteistöä ei kannattanut muuttaa, mutta maalämmön ja sähkön yhteistoiminnalla saa-

daan kannattavin lopputulos. Maalämmön kustannussäästö on merkittävä asukkaiden yhtiövastikkeita laskettaessa. Kustannussäästöt yhtiövastikkeeseen olivat noin 50 %. As Oy Mikkelin Huopatehdas on vasta toinen kerrostalokiinteistö Mikkelissä, joka on maalämmöllä lämpenevä kiinteistö. Laskennallisesti maalämpöinvestointi maksaa itsensä takaisin noin 6 vuodessa.

Tätä lopputyötä tehdessäni huomasin, kuinka paljon kokemuksestani on hyötyä. Oman ammattitaitoni, kokemukseni ja yhteistyökumppaneiden tunteminen tekee saneerauskohteiden läpiviemisestä kunnialla paljon helpompaa. Yrittäjänä vastuullisen työn tekeminen ja työn teettäminen onkin paljon haasteellisempaa kuin itse työn tekeminen. Saneerauskohteissa sähköasennusten ammattitaitoisen kädenjäljen näkee asennusten toteuttamisessa. Tarkka loppudokumentointi on ehdottoman tärkeää saneerauskohteissa, joissa jää vanhaa asennusta uuden rinnalle. Vanhojen asennusten läpikäynti ja kuviksi saattaminen on käytön ja huollon kannalta tärkeää.

LÄHTEET

1. ABB Oy 2010. ABB:n TTT -Käsikirja. Verkkodokumentti. Päivitetty 2000. Viitattu 17.9.2011
<http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/0007.pdf>
2. Energiateollisuus ry 2010. Sähkösuunnittelu. Verkkodokumentti. Viitattu 2.9.2011
<http://www.energia.fi/fi/sahko/kotijasahko/tietoarakentajalle/sahkosuunnittelu>
3. Esa Tiainen (päätoimittaja). Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2006. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista D1. Espoo: Sähköinfo Oy
4. Suomen Standardisoimisliitto SFS. SFS 6000. Vahvistettu Sesko ry 2007-05-28. SFS Käsikirja 600 Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 2007.
5. Sähköala.fi 2010. Asennusreitit. Verkkodokumentti. Päivitetty 2010. Viitattu 10.4.2010
http://www.sahkoala.fi/kohderyhmat/kiinteistoala/sahkojarjestelmat/fi_FI/Asennusreitit/
6. Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410. SFS Käsikirja 600 Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 2007.
7. Turvatekniikan keskus 2011. Sähkölaitteiden asentamista rajoittavat asennusalueet kylpyhuoneessa (pääpiirteet). Päivitetty 2011. Viitattu 6.10.2011
http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_hissit/kuvat/a4.gif
8. Wikipedia 2011. CE -merkintä. Verkkodokumentti. Päivitetty 7.9.2011. Viitattu 10.10.2011
<http://fi.wikipedia.org/wiki/CE-merkintä>
9. Lähde EMC –opas. Häiriöiden poisto sähköverkosta 2010.

<http://www.hut.fi/~jsarapel/emc-opas/emc-opas.htm>

10.Lähde piirrosmerkit. Päivitetty 12.10.2011. Viitattu 3.11.2011

<http://www.sivustot.net/oppaat/piir.php>

11. Nibe tuotteet. Maalämpöpumput ja puskurivaraajat. Päivitetty 23.9.2011. Viitattu 3.11.2011

<http://www.nibe.fi/Tuotteet/Maalampopumput/Tuotevalikoima/VPA/>

12. Senera 2011. Maalämpö. Päivitetty 5.8.2011.Viitattu 20.10.2011

<http://www.senera.fi/index.php?id=1>