

Joni Sorsa

OMAKOTITALON SÄHKÖISTÄMINEN OPISKELIJATYÖNÄ

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Maaliskuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä	
Tekijä(t) Joni Sorsa		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Nimeke Omakotitalon sähköistäminen opiskelijatyönä			
Tiivistelmä <p>Etelä-Karjalan ammattiopisto antaa toisen asteen ammatillista koulutusta. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitä kaikkea tulee huomioida ja minkälaisia ongelmia mahdollisesti tulee eteen, kun työskennellään ammattiopiston sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijoiden kanssa rakennustyömaalla.</p> <p>Opinnäytetyön työkohteena oli kolmannen vuosikurssin sähköistämä yksikerroksinen omakotitalo Lappeenrannassa, Hyrymäenkadulla, joka valmistui kesällä 2012 ja oli kokonaisuudessaan Etelä-Karjalan ammattiopiston opiskelijatyönä rakennettu. Työssä tarkasteltiin myös omakotitalon sähköitöiden toteutusta eri työvaiheissa sekä näkökohtia työ- ja sähkötyöturvallisuuden huomioimisesta opiskelijatyössä. Omakotitalon sähköasennuksiin perehdyttävien kurssien sisältöä sekä opettamisen ja kasvattamisen tuomia haasteita pohditaan myös työssä.</p> <p>Opinnäytetyön tekeminen alkoi ajatuksesta kehittää sähköosaston toimintaa ammattiopiston työmailla. Työssä käytettäviä menetelmiä olivat keskustelut ammattiopiston lehtoreiden ja ammattihenkilöiden kanssa, joissa pohdittiin kehittämisideoita. Teoriatietoa kerättiin ammattiopistoille suunnatuista oppikirjoista ja muista sähköalan kirja- ja internetlähteistä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin Etelä-Karjalan ammattiopiston sähkö- ja automaatiotekniikan osastolle aineisto, jossa omakotitalon sähköasennukset opiskelijatyönä toteutettuna käydään perusteellisesti läpi. Työ auttaa myös ajattelemaan ja kehittämään opiskelijoiden parhaaksi toimimista omassa työssän.</p>			
Asiasanat (avainsanat) Omakotitalon sähköistäminen, opiskelija, työ- ja sähkötyöturvallisuus			
Sivumäärä 30	Kieli Suomi	URN	
Huomautus (huomautukset liitteistä) Sähköpiirustukset			
Ohjaavan opettajan nimi Arto Kohvakka		Opinnäytetyön toimeksiantaja	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 	
Author(s) Joni Sorsa		Degree programme and option Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis For town house electrification of the students work			
Abstract <p>South Karelia Vocational College is a secondary vocational educational institution. The purpose of this thesis was to find out that what kind of issues are to be taken into account while working on a construction site with students.</p> <p>The practical part of the thesis was completed on the construction site in Lappeenranta. This single-floor house was built up using South Karelia Vocational College student work. Besides of the practical view-point, the thesis handles implementation of the various stages of the work, as well as aspects of work and electrical safety, which must be taken into account while working with students.</p> <p>South Karelia Vocational College has recognized need to develop electrical working on vocational school construction sites. Various methods have been used in this thesis. The development of the ideas is based on discussions with vocational school lecturers and professionals. Theory information has been collected from textbooks and internet sources.</p> <p>The result of the thesis is exhaustive information of the house electrification in educational context. It will help the South Karelia Vocational College to improve and develop its practices of working with students on construction sites.</p>			
Subject headings, (keywords) electrification of the town house, student, work and electrical safety			
Pages 30	Language Finland	URN 	
Remarks, notes on appendices electrical drawings			
Tutor Arto Kohvakka		Bachelor's thesis assigned by 	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	KOHTEEN ESITTELY	1
3	OMAKOTITALON SÄHKÖTYÖT	2
3.1	Suunnittelu	2
3.2	Työmaasähköt	3
3.3	Perustusmaadoituselektrodi	4
3.4	Kaapelointi, putkittaminen ja rasiointi	4
3.5	Johtimien vetäminen putkeen	5
3.6	Kalusteiden asentaminen ja rasioiden kytkentä	6
3.7	Keskuksen kytkeminen	7
3.8	Käyttöönottomittaukset	7
3.8.1	Aistinvarainen tarkastus	8
3.8.2	Suojajohdinpiirien jatkuvuuden testaus	8
3.8.3	Eristysresistanssin mittaus	9
3.8.4	SELV- ja PELV- piirien ja sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssi	10
3.8.5	Syötön automaattisen poiskytkennän testaus	10
3.8.6	Vikavirtasuojan toiminnan testaus	11
3.8.7	Kiertosuunta ja napaisuustesti	11
4	TYÖTURVALLISUUS OPISKELIJATYÖSSÄ	11
4.1	Sähkötyöturvallisuus	11
4.2	Työturvallisuus	14
5	OMAKOTITALON SÄHKÖISTÄMINEN OPISKELIJATYÖNÄ	15
5.1	Omakotitalon sähköasennuksiin perehdyttävät opinnot	15
5.2	Työmaahan perehdytys	17
5.3	Sähkötöiden aloittaminen	17
5.3.1	Maakaapelin kaivaminen	18
5.3.2	Telinetyöskentely	18
5.3.3	Putkittaminen ja kaapeleiden veto	19
5.3.4	Kalusteiden asentaminen ja keskuksen kytkeminen	22
5.3.5	Käyttöönottotarkastusmittaukset	24
5.4	Aikataulu	26

5.5	Työn laatu	26
5.6	Ongelmat.....	27
6	POHDINTA	27
	LÄHTEET	30
	LIITTEET	
	1 Tasokuvat	
	2 Keskuskaavio	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni käsittelee omakotitalon sähköasennuksia ja sitä, kuinka ne toteutetaan opiskelijatyönä. Opinnäytetyö käsittelee yksikerroksisen omakotitalon sähkötöitä, joka on kokonaisuudessaan Etelä-Karjalan ammattiopiston opiskelijoiden rakentama.

Työturvallisuus näyttelee suurta osaa opiskelijoiden kanssa työskennellessä työmaalla. Työssä tarkastellaan omakotitalon sähkötöiden lisäksi näkökohtia työturvallisuus- ja sähkötyöturvallisuusohjeisiin, joita koulun työmailla noudatetaan.

Työskentelen Etelä-Karjalan ammattiopistossa Lappeenrannassa sähköosaston ammatinmiehenä. Olen sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelmassa sähkötöiden työnjohtajana työmailla ja koulussa. Työssäni ohjaan oppilaita koulun työsaleissa, koulun rakennustyömailla sekä muilla ammattiopiston ulkopuolisilla työmailla. Opinnäytetyön aihe oli luonteva, koska työssäni suurimman osan työajastani ohjaan sähköosaston opiskelijoita koulun työmailla.

Työn tavoitteena on kertoa siitä, mitä kaikkea täytyy ottaa huomioon ja minkälaisia ongelmia työskentelyssä mahdollisesti tulee, kun työskennellään opiskelijoiden kanssa työmailla. Työssä käydään vaihe vaiheelta läpi omakotitalon sähköasennukset.

2 KOHTEEN ESITTELY

Työkohteena oli yksikerroksinen omakotitalo kaupungin vuokratontilla Lappeenrannassa Hyrymäenkadulla. Talo valmistui keväällä 2012. Talo on arkkitehdin suunnittelema, melko yksinkertaisilla ratkaisuilla rakennettu perustalo. Talossa on maanvarainen pohjaratkaisu ja runkomateriaalina puu. Ulkoverhouksena on lautapaneeli ja vesikatteena konesaumattu peltikatto. Sisäseinien pintamateriaali on kipsilevy, jonka päällä maali sekä tapetti ja katto on tehty uritetusta vanerilevyistä. Pesuhuoneessa, kodinhoituhuoneessa ja vessoissa on pintamateriaalina kaakeli seinissä sekä lattiassa. Talon lämmitysmuotona on maalämpö, ja lämpö otetaan talteen porakaivosta. Sisätilojen lämmityksen hoitaa vesikiertoinen lattialämmitys. Talossa on neliöitä 156 m². Talossa on kolme makuuhuonetta, olohuone, keittiö/ruokailutila, kodinhoituhuone, 2 wc:tä ja

saunaosasto. Sähkötöiden osalta kohde oli melko yksinkertainen, eli juuri sopiva työkohteeksi opiskelijatyölle.



KUVA 1. Esimerkkikohde myyntikunnossa

3 OMAKOTITALON SÄHKÖTYÖT

3.1 Suunnittelu

Sähköistys on tärkeä osa hyvin toimivaa ja viihtyisää kotia. Hyvällä sähkösuunnittelulla voidaan vaikuttaa tuntuvasti rakennuksen toimivuuteen, viihtyvyyteen, energiatehokkuuteen ja myös asunnon arvoon. Omakotitalon sähkösuunnittelu lähtee aina asiakkaan tarpeista ja toiveista. On tärkeää, että asiakas pääsee alusta asti vaikuttamaan sähköistys- ja valaistusratkaisuihin. Sähkösuunnittelija käy asunnon tarkasti asiakkaan kanssa läpi, jotta asiakas voi kertoa omat toiveet ja tarpeet sähköistysratkaisuihin. Taloudelliset resurssit kannattaa huomioida jo tässä vaiheessa. Kun sähkösuunnittelija on piirtänyt ensimmäiset kuvat, tulee siinä vaiheessa katsoa vielä kuvat asiakkaan kanssa läpi ja miettiä mahdolliset muutostarpeet. /7./

Sähkösuunnittelijan tehtävänä on toimia oman alansa asiantuntijana, joka osaa esittää ideoita ja ratkaisuja erilaisiin tilanteisiin. Suunnittelijan täytyy luoda hyväksytyjen

ratkaisuvaihtoehtojen pohjalta suunnitelmasta sellainen, että kohde voidaan rakentaa ja käyttöönottaa. Suunnittelija vastaa myös siitä, että suunnitelma ei ole ristiriidassa muiden alojen suunnitelmien kanssa. Oman alansa kehityksen seuraaminen kuuluu myös hyvän suunnittelijan toimintaan. Näin suunnittelija osaa esittää asiakkaalleen uusia, innovatiivisia vaihtoehtoja. Suunnittelija toimii koko hankkeen ajan asiakkaansa edunvalvojana ja teknisenä asiantuntijana. /10, s.92./

Sähkösuunnittelu ei ole sähkötyötä sähköturvallisuuslain ja sen pohjalta annetun ministeriön päätöksen (KTMp 516/1996) mukaan. Sähkösuunnittelijan on kuitenkin tunnettava sähköturvallisuuteen ja sähkötyöturvallisuuteen koskevat seikat, jotta suunnitelmien pohjalta voidaan tehdä kokonaisuus, joka on turvallinen ja säännösten mukainen. /10, s.93./

Sähkösuunnitteluun liittyvät dokumentit:

- asemapiirustus
- tasopiirustus
- keskuskaaviot
- antennijärjestelmät
- yleiskaapelointijärjestelmät
- valaisinluettelo.

3.2 Työmaasähköt

Rakennustyömaalle tarvitaan turvallinen ja helposti muunneltavissa oleva sähköverkko. Siihen kuuluu yleensä pääkeskus, mahdolliset alakeskukset, työmaavalaistus sekä näitä yhdistävät jatkojohdot. Keskukset ja kaapelit on sijoitettava niin, että niiden vaurioitumisvaara on mahdollisimman pieni. Kaapelit ja jatkojohdot eivät saa olla maassa, jossa ne joutuvat helposti rakennusjätteiden alle ja näin ovat vaurioitumisherkempiä. /1, s.8./

Työmaansähköverkon rakentamisessa kannattaa huomioida, että viallinen laite aiheuttaisi vikavirtasuojakytkimen laukeamisen vain siinä keskuksessa, mihin viallinen laite on liitetty. Jos keskuksia joudutaan ketjuttamaan, se tehdään niin, että henkilösuojiksi tarkoitetut vikavirtasuojakytkimet eivät ole kytkettynä sarjaan. Tällöin useammasta

laitteesta tulevat vuotovirrat aiheuttavat turhia vikavirtasuojien laukeamisia ja viallisen laitteen paikallistaminen on vaikeampaa. Syöttöjohtoa jatketaan keskuksen ketjuspistorasian kautta, jolloin ketjutus ei mene vikavirtasuojan kautta. /4./

3.3 Perustusmaadoituselektrodi

Jokaisessa pienjännitesähköliittymässä on oltava maadoituselektrodi. Standardissa SFS 6000 suositellaan ensisijaisesti käytettäväksi maadoituselektrodina perustusmaadoituselektrodia. /11, s.293./ Perustusmaadoituselektrodi on yleensä suljetun renkaan muotoinen johtava osa, joka on upotettu maahan rakennuksen perustusten alle tai ensisijaisesti upotettu rakennuksen perustuksen betoniin /8, s.82/. Maadoituksena käytetään yleensä 16 mm² kupariköyttä. Siihen käy myös 90 mm² kuumasinkitty tai ruostumaton teräs. Jos perustusmaadoituselektrodina käytetään perustuksiin upotettua terästä, terästen liitokset on hitsattava toisiinsa, jotta liitokset ovat luotettavia. /11, s.293./ Perustusmaadoituselektrodin päätarkoitus on parantaa potentiaalintasausta. Perustusmaadoituselektrodia suositellaan tehtäväksi liittymän jokaiseen rakennukseen, koska potentiaalintasaususvaikutus ulottuu ainoastaan siihen rakennukseen, jossa maadoitus on tehty. /11, s.294./

3.4 Kaapelointi, putkittaminen ja rasiointi

Omakotitalon sähköasennuksissa nykyisin yleisemmin käytetty asennustapa on putketon uppoasennus. Putkettomassa uppoasennuksessa kaapeli asennetaan suoraan seinä- tai kattorakenteiden onttoon tilaan ilman asennusputkea. Kaapelia ei saa asentaa kahden lämmöneristekerroksen väliin, koska se heikentää huomattavasti kaapelin kuormitettavuutta. Kaapelilla täytyy olla riittävästi liikkumatilaa rakenteissa. /2, s.244./

Kun kaapeli asennetaan kattorakenteeseen, sähköasennusten ajankohta riippuu siitä, levytetäänkö katto ennen väliseinien tekoa vai ei. Jos levytetään, kaapelit on vedettävä valmiiksi höyrynsulkumuovin ja koolausrimojen asennuksen jälkeen. Jos katto levytetään vasta väliseinien runkojen teon jälkeen, alkaa kaapelinveto vasta, kun väliseinien rungot on tehty. Sähköasentaja kiinnittää kattorasiat usein itse aluslautaan, jotka tulevat koolauspuiden väliin. Rasia kiinnitetään tukevasti ruuveilla aluslautaan, jotta se

kestäisi ripustuskannakkeeseen merkityn maksimi painon. Rasian alapinta pitää jäädä katon alapinnan yläpuolelle. /2, s.245./

Sähköasennukset voi tehdä myös putkittamalla. Putkittamisessa käytetään joko jäykkää (JM)- tai taipuisaa muoviputkea (TAM). Nykyisin on saatavilla myös putkijohtoa, joka on taipuisaa muoviputkea, jossa johtimet ja vetolanka on valmiiksi putken sisällä. Puurunkoisen omakotitalon sähköputkista suurin osa sijoitetaan kattoon, koska katto muodostaa suuren yhtenäisen asennusalueen. Nykyiset kattorakenteet ovat ristiinkoolattuja, joten putkittamiselle jää hyvä asennustila höyrynsulkumuovin ja koolausten väliin. Ristiinkoolatuissa katoissa ei putkittamisen aikana tarvitse puhkaista höyrynsulkumuovia. Asennusputkien sijoittelu on tehtävä suunnitelmallisesti ja huolellisesti, koska virheellinen asennus saattaa tulla myöhemmin kalliiksi ja lisätöitä vaativaksi. Kattoputkitukset pyritään tekemään niin, että putket risteilisivät mahdollisimman vähän. Katosta seinään tulevat putket jatkuvat pystysuorassa suunnassa rasioille. /2, s.163-164./

Putkittaessa ulkoseinää tai yläpohjaa, putket on sijoitettava lämpöeristeen lämpimämmälle puolelle. Putken joutumista lämpöeristeen sisään on varottava, koska johtimien kuormitettavuus alenee huomattavasti. Jos putkittaessa on puhkaistava höyrynsulkumuovi, esimerkiksi läpivienneissä, on höyrynsulkumuovi teipattava tiiviisti. Jottei vettä tiivistyisi putkeen, ovat putket sijoitettava niin, että eri osien välillä ei ole suurta lämpötilaeroa. Kylmästä lämpimään tulevasta putkesta on tiivistettävä johtimien ja putken välinen tila lyhyeltä matkalta ilmankierron estämiseksi. Tiivistäminen tehdään kylmemmältä puolelta joustavalla tiivistemassalla. /2, s.176./

3.5 Johtimien vetäminen putkeen

Putkittamisen jälkeen on sähköasentajalla vuorossa johtimien vetäminen putkiin. Jäykkään (JM) ja taipuisaan (TAM) muoviputkeen saa asentaa kuivissa ja märissä tiloissa muovieristeisiä johtimia (esimerkiksi ML ja MK). Myös kaapeleita voi asentaa putkiin kuivissa ja märissä tiloissa. Jos asennuskohde on sellainen, että putki joutuu alttiiksi mekaaniselle rasitukselle tai ympäristön lämpötila on yli +60°C tai alle -25°C, käytetään muoviputken sijasta metalliputkea. Johtimet vedetään putkiin vetojousen avulla. Vetojousia on erilaisia eri käyttötarkoituksiin. Yleisimmin käytetty on jousi-

maisesti kierretty teräslanka. Suurempiin putkikokoihin menee paremmin punottu hiilikuituvahvisteinen vetojousi. Taipuisaan muoviputkeen helmirakenteinen vetojousi menee teräsjousta paremmin. /2, s.184./

Ennen kuin johtimien vetäminen aloitetaan, on varmistauduttava, että putket ja rasiat on kiinnitetty kunnolla. Omakotitalotyömaille vedetään lähinnä 1,5mm² ja 2,5mm² ML tai MK- johtimia. Johtimet on pakattu erillisiin johdinnippuihin, josta ne on helppo purkaa kun tekee pienen reiän nipun keskelle, josta johtimen vetää ulos. Kun johtimien veto aloitetaan, vetojousi työnnetään rasianysän kautta putkeen. Kun vetojousi tulee esimerkiksi jakorasiaan, kiinnitetään vedettävät johtimet vetojouseen. Johtimien kiinnittäminen jouseen on tehtävä huolellisesti, koska vähänkin pidemmissä vedoissa irtoaa johtimet jousesta. Kiinnitys tehdään johtimia kuorimalla ja sen jälkeen johtimet pujotetaan vetojousen silmukasta ja taivutetaan taaksepäin. Tämän jälkeen johtimien taitoskohdan päälle laitetaan vielä muutama kierros teippiä. Johtimien vetämisen aikana on johtimia ohjattava menemään suoraan, jotta johtimet eivät hankaisi putken reunaan. Kun johtimet on vedetty putkeen, jätetään rasioihin riittävät kytkentävarat. /2, s.185./

3.6 Kalusteiden asentaminen ja rasioiden kytkentä

KytKentöjä tehdessä on otettava huomioon, että johdinliitoksista tulee mekaanisesti ja sähköisesti luotettavia. Erityishuomio pitää kiinnittää suojamaadoitusjohtimen liitoksen luotettavuuteen. Puolikiinteissä asennuksissa tulee suojamaadoitusjohtimen olla muita johtimia hieman pidempi, jotta vedonpoiston pettäessä suojamaadoitusjohtimen liitos irtoisi viimeisenä. Jakorasioissa käytetään liitosten tekemiseen usein eristettyjä jousiliittimiä tai kierrettäviä huppuliittimiä. Hienosäikeisten johtimien liittämässä käytetään ruuviliittimiä tai avattavia jousiliittimiä. /2, s.187./

Kojerasioihin asennetaan kytkimiä, painikkeita, termostaatteja, liiketunnistimia ja merkkilamppuja. Asennuskalusteita löytyy kuivatilan sekä märäntilan kalusteina. Rasiakalusteiden kiinnitys kojerasioihin tapahtuu kiinnitysruuveilla. Jos rasia on jäänyt jostain syystä seinäpinnan tason sisäpuolelle, voidaan käyttää korokerenkaita, joita on erikorkuisia ja myös säädettäviä. /2, s.187./

3.7 Keskuksen kytkeminen

Kalustamisen valmistuttua, vuorossa on kaapeleiden kytkeminen keskukseseen. Asuinrakennuksen ryhmäkeskuksissa on N- kiskossa ja PE- kiskossa varattu jokaiselle lähtevälle johtimelle oma liittimensä. Nolla- ja suojamaadoitusliittimeen saa asentaa vain yhden johtimen. Kun kojeiden, esimerkiksi johdonsuojakatkaisijoiden, liittimiin saa valmistajan ohjeiden mukaisesti asentaa kaksi samalla poikkipinnalla olevaa johdinta, on johtimet asennettava huolellisesti ja varmistettava, että johtimet pysyvät paikoillaan liitintä kiristäessä. Keskuksessa ei saa olla irrallisia liittimiä. Tällaiset johtimet joille ei ole kytkentäpaikkaa, täytyy kytkeä riviliittimeen tai muuhun vastaavaan. Keskuksen kytkemisessä pyritään siistiin ja selväpiirteiseen asennukseen. Johtimia ei saa asentaa liitinkiskojen ja kojeiden päälle. Siistimmän lopputuloksen saa, jos johdinniput sidotaan lopuksi vielä nippusiteillä. /2, s.191./

Eri nimellisjännitteelliset johtimet (peruseristettyjä johtimet) ei saa olla niputettu yhteen tai asennettu samaan johtokouruun. Johtimet ja johdinniput eivät saa mennä teräsväsärmaisistä johtoaukoista ilman reunojen suojaamista eivätkä saa jäädä puristuksiin minkään alle. Jos keskuksessa on saranoitu ovi, on oven kojeille tulevat johtimet oltava hienosäikeisiä. /2, s.191/. Kytkentätyön jälkeen kytkennät tarkastetaan silmämääräisesti ja varmistetaan, että keskukseseen ei jää johdineristeitä, kaapelijätettä tai rakennuspölyä /1, s.267; 2, s.191/.

3.8 Käyttöönottomittaukset

Sähkölaitteistoille on tehtävä käyttöönottotarkastus, jossa riittävässä laajuudessaan selvitetään, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslain 5 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Jos joudutaan ottamaan keskeneräistä asennusta osittain käyttöön, on asennuksen tälle osalle tehtävä käyttöönottotarkastus ennen laitteiston käyttöönottoa. /11, s.319./

Käyttöönottotarkastus tehdään työkohteen asennusten valmistuttua. Sähköasentaja mittaa kalustamisen jälkeen asennuksen suojajohtimien jatkuvuuden, eristysresistanssin, SELV- ja PELV- piirien tai sähköisesti erotettujen piirien erotuksen, vikavir-

tasuojakytkimien toiminnan, kiertosuunnan sekä syötön automaattisen poiskytkennän /1, s.108/.

3.8.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvarainen tarkastus on sähköasennuksien laajin tarkastustoimenpide. Sähköasentaja tarkkailee koko asennustyön ajan, että asennukset tehdään asennusohjeiden ja sähkösuunnitelmien mukaisesti.

”Tarkastuksessa on todettava vähintään seuraavat kohdat:

- Sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät
- Palosuojauksen käyttö ja muut palon leviämisen estämiseksi ja lämpövaikutuksilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet
- Johtimien valinta kuormitettavuuden, sallitun jännitteenaleneman ja häiriösuojauksen kannalta
- Suoja- ja valvontalaitteiden asettelu
- Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus
- Sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
- Nolla- ja suojajohtimien tunnuksot
- Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin
- Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo
- Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien liittimien yms. tunnistettavuus
- Johtimien liittosten sopivuus
- Suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalintasausjohtimien ja lisäpotentiaalintasausjohtimien olemassa olo ja sopivuus
- Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila” /8, s.355./

3.8.2 Suojajohdinsiirien jatkuvuuden testaus

Suojajohtimen jatkuvuuden mittauksella varmistetaan, että jännitteelle alttiiden osien (pistorasioiden maadoituskoskettimien, kiinteästi asennettujen laitteiden kosketeltavi-

en metallipintojen sekä potentiaalintasaukseen) liitettyjen johtimien yhteys keskuksen suojaliitinkiskoon (PE- kiskoon) on kunnossa. Mittaus tehdään aina jännitteettömästä laitteistosta. Mittauksen ajaksi ryhmäkeskukselta on irrotettava syöttökaapelin nollajohdin nollakiskosta tai vastaavasti pääkeskukselta nolla- ja PE- kiskojen yhdistys. Tällä toimenpiteellä varmistetaan, että nolla- ja suojajohtimet eivät ole vaihtaneet paikkaa asennuksessa. Mittarin toinen mittapää kytketään keskuksen PE- kiskoon ja toinen pää mitattavaan suojakoskettimeen tai kosketeltaviin metalliosiin. Mittaukset suoritetaan ryhmittäin niin, että jokaisen ryhmän kaikki pistorasiat ja kiinteiden laitteiden kosketeltavat metallipinnat mitataan yksitellen. Mittaustulokselle ei ole mitään tiettyä maksimiarvoa, mutta tulosta pitää verrata johtimen poikkeipinnan ja kaapelinpituuden perusteella arvioituun arvoon. Yleisesti suojajohtimen resistanssin tulisi olla kuitenkin alle yhden ohmin. /1, s.112./

3.8.3 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssi on mitattava kaikkien jännitteisten johtimien ja maadoitusjärjestelmään kytketyn suojajohtimen väliltä. Tässä testissä jännitteiset johtimet (äärijohtimet ja nollajohdin) voidaan kytkeä yhteen. /8, s.356./ Tällä toimenpiteellä varmistetaan, että mittauksen aikana mitattavien ryhmien kojeiden vaihe- ja nollaliittimen välillä ei vaikuta mittausjännite, joka saattaa vaurioittaa kojetta.

Mittaus suoritetaan jännitteettömästä laitteistosta eristysresistanssimittarilla. Mittauksessa käytettävä mittausjännite on 500VDC:tä. Mittauksella varmistetaan, että vaiheet ja nollajohdin ovat riittävästi eristettyjä maanpotentiaalista. Eristysresistanssin mittaustuloksen täytyy olla yli yhden M-ohmin. Mittaus voidaan tehdä koko sähköasennuksille yhdellä mittauksella. Tällöin mittaus tehdään pääkeskukselta. Monesti joudutaan mittaamaan pienempiä kokonaisuuksia, esimerkiksi jos sähkölaitteiston joitain osia halutaan käyttöön ennen varsinaisen työn valmistumista. Jotta mittaus kattaisi koko asennuksen, on käyttökytkimien, vikavirtasuojakytkimien ja johdonsuojakatkaisijoiden oltava 1- asennossa. Mikäli asennukseen kuuluu kontaktoriryhmiä, joissa ei ole erikseen käsikäyttöasentoa, täytyy nämä ryhmät mitata erikseen. Pienemmissä asennuskokonaisuuksissa riittää yleensä, kun eristysresistanssi mitataan kerralla koko asennuksesta. Jos mitattu arvo on sallittua pienempi, jaetaan virtapiirit pienempiin

kokonaisuuksiin ja mitataan nämä erikseen. Jos ei vieläkään saavuteta haluttua tulosta, voidaan kaikki ryhmät mitata keskuksista erikseen. /11, s.327./

3.8.4 SELV- ja PELV- piirien ja sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssi

Jos asennukseen sisältyy SELV- ja PELV- piirejä, on näiden piirien ja suurempijännitteisten piirien välinen eristysresistanssi todettava mittaamalla. SELV- piiristä pitää myös mitata SELV- piirin ja maan välinen eristysresistanssi. Sähköisesti erotetuissa piireissä on mitattava muiden jännitteisten johtimien ja sähköisesti erotettujen piirien sekä sähköisesti erotettujen piirien ja maan välinen eristysresistanssi. /11, s.330./

Mittaus suoritetaan eristysresistanssimittarilla. SELV- ja PELV- piirien mittaajännite on 250VDC:tä ja sähköisesti erotettujen piirien 500VDC:tä. Mittaustulos tulee olla SELV- ja PELV- piireillä vähintään 0,5 M-ohmia ja sähköisesti erotetuilla piireillä vähintään 1,0 M-ohmia.

3.8.5 Syötön automaattisen poiskytkennän testaus

Riittävän nopean vikasuojauksen toimivuuden varmistamiseksi on syötön automaattinen poiskytkentä varmistettava joko mittaamalla tai laskemalla. Testauksella varmistetaan, että kosketusjännitesuojaus toimii, jolloin käyttäjä ei voi saada vaarallista sähköiskua koskettaessaan suojausluokan 1 sähkölaitteen käsin kosketeltavia metalliosia vian aikana. Mittaus tehdään jännitteellisestä laitteistosta. Mittaus suoritetaan järjestelmän epäedullisemmasta pisteestä eli pisimmän ryhmäjohtoon kauimmaisesta pistorasiasta tai suojausluokan 1 sähkölaitteesta. /1, s.114./

Mittauksessa mitataan silmukkaimpedanssi eli vikapiirin (L-johtimen ja PE- johtimen) yhteinen resistanssi. Tästä tuloksesta mittari laskee oikosulkuvirran. Saatua oikosulkuvirran arvoa verrataan taulukon arvoon, paljonko kyseisessä virtapiirissä on oikosulkuvirran vähintään oltava, jotta syötön automaattinen poiskytkentä toimisi riittävän nopeasti (0,4s). Syötön automaattisen poiskytkennän toimivuus voidaan myös varmistaa laskemalla. Tällöin suojajohdinsiirin resistanssi ja poikkipinta-ala täytyy olla tiedossa. /11, s.332./

3.8.6 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Vikavirtasuojan toiminnan testaaminen aloitetaan testaamalla vikavirtasuoja testipainikkeesta jännitteellisestä laitteistosta. Henkilösuojaksi käytettävän vikavirtasuojan (30mA), laukaisuvirran täytyy olla 15-30mA. Laukaisuvirta mitataan nousevalla vikavirralla. Mittauksen voi suorittaa myös vikavirtasuojan toimintavirran suuruisella testivirralla. Vikavirtasuojan toiminta-aikaa ei tarvitsisi aina mitata, mutta joissain tapauksissa tämä on vaatimus, joten kannattaa toiminta-aika mitata kaikissa tapauksissa. /11, s.33./

3.8.7 Kiertosuunta ja napaisuustesti

Monivaiheisissa piireissä on tarkistettava, että kiertosuunta säilyy /8, s.360/. Kiertosuunta tarkistetaan asennustesterillä tai erillisellä kiertosuuntamittarilla /1, s.115/. Napaisuustestillä varmistetaan, että kaikki yksinapaiset kytkimet on kytketty niin, että kytkimellä katkotaan vaihejohtinta /11, s.333/.

4 TYÖTURVALLISUUS OPISKELIJATYÖSSÄ

4.1 Sähkötyöturvallisuus

Sähkötyöturvallisuus perustuu standardiin SFS 6002. Sähkötyöturvallisuudesta on annettu kauppa- ja teollisuusministeriössä päätös sähköalan töistä (516/1996), jossa määritellään sähkötyöturvallisuuden kannalta oleelliset turvallisuusvaatimukset. Kun sähkötöissä noudatetaan standardia SFS 6002, niin nämä vaatimukset täyttyvät. /12./

Sähkötyöturvallisuus näyttelee suurta osaa sähköalan opiskelijoiden kanssa työskennellessä. Opiskelijoille painotetaan koko opiskelun ajan sähkötyöturvallisuuden tärkeydestä. Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto sisältää sähkötyöturvallisuuskurssit: Sähkö-, sähkötyö- ja työturvallisuuskurssit, jotka jakautuvat kaikille kolmelle opiskeluvuodelle. Kaikissa sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon ammatintaiinekursseissa sähkötyöturvallisuusasiat ovat toki arkipäivää. Sähköalan opiskelijat suorittavat myös sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 mukaisen sähkötyöturvallisuuskorttikoulutuksen.

Sähköalan opiskelija/tutkinnon suorittaja:

- suorittaa hyväksytysti sähköalan ammattihenkilöille tarkoitetun sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002 vaatimusten mukaisen ensiapukoulutuksen
- suorittaa hyväksytysti SFS 6002 sähkötyöturvallisuusstandardin määrittämän yleisen sähkötyöturvallisuutta koskevan koulutuksen
- opiskelija tuntee sähköturvallisuuteen liittyvien säädösten (sähköturvallisuuslaki, sähköturvallisuusasetus, ministeriön päätökset ja asetukset), sähköturvallisuusviranomaisen (Tukes) ohjeet sekä sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 vaatimukset. /5, s.26./

Toimintaohjeessa työ-, sähkötyö-, sähköturvallisuus vaatimusten huomioimiseksi kerrotaan koulutuksen järjestäjän vastuista liittyen sähkötyöturvallisuuteen. Koulutuksen järjestäjän on huomioitava sähkölaitteiston mahdollisena haltijana ja työnantajan asemassa olevana, että lainsäädännöllinen vastuu työ- ja sähkötyöturvallisuudesta tulee hoidettua. Tällöin koulutuksenjärjestäjän tulee huomioida ainakin seuraavat seikat:

- ”Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että sähkölaitteisto ja sähkölaitteet rakennetaan, käytetään, huolletaan ja korjataan niin, että niistä ei aiheudu hengen, terveyden tai omaisuuden vaaraa (STL 410/96 § 5).
- Jos sähkölaitteistoja rakennetaan, korjataan ja huolletaan tai sähkölaitteita korjataan ja huolletaan, on silloin toiminnasta tehtävä ilmoitus Turvatekniikan keskukselle (Tukes) ja toiminnalle on nimettävä sähkötöiden johtaja, jolla on asianmukainen pätevyystodistus (STL 410/96 § 8, KTMp 516/96).
- Myös sähkölaitteet pitää valmistaa ja rakentaa sähköturvallisuussäännösten mukaisesti niin, ettei niistä aiheudu edellä mainittua vaaraa (STL 410/96 § 5), vaikka niiden valmistus ei edellyttäisi sähkötöiden johtajaa eikä ilmoitusta Tukesille. Sen, joka Suomessa pitää kaupan tai luovuttaa toiselle sähkölaitteita, on voitava osoittaa, että laitteiden valmistus täyttää olennaiset turvallisuusvaatimukset (STL 410/96 § 13).
- Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että sähkölaitteistolle on lain säätämässä tapauksissa nimetty käytön- ja sähkötöiden johtaja (STL 410/96 § 8).

- Sähkölaitteiston haltijan on annettava käytön- ja sähkötöiden johtajalle riittävät resurssit tehtävän hoitamiseen (KTMp 516/96 § 4).
- Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että sähkölaitteistolle tehdään säännömukaisesti määräaikaistarkastus ja asianmukainen huolto- ja kunnossapito-ohjelma (STL 410/96 § 20 ja 21). Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että hoito- ja korjaustoimenpiteet tehdään asianmukaisesti sekä sähkölaitteistossa havaitut viat ja puutteet korjataan riittävän nopeasti (STL410/96 § 29).
- Sähkötöiden ja käyttötöiden tekemisen yhtenä ehtona on, että käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset (STL 410/96 § 8). Sähkölaboratoriotilojen ja korjaamotilojen osalta noudatetaan standardin SFS 6000-8-803 vaatimuksia. Sähkölaittekorjaamot ja sähkölaboratoriot on järjestettävä niin, että sinne pääsevät vain ammattitaitoiset ja opastetut henkilöt. Sähköalalla maallikot saavat päästä näihin tiloihin vain ammattitaitoisten tai opastettujen henkilöiden valvonnassa. (SFS 6002, SFS 6000-8-803).
- Sähkötöiden ja käyttötöiden tekemisen yhtenä ehtona on, että itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito (STL 410/96 § 8, KTM 516/96, SFS 6002). Sellaiseenkin sähkölaitteeseen tai -laitteistoon kohdistuvaan työhön, johon ei edellytetä sähköalan ammattitaitovaatimuksia, on tekijän oltava riittävästi opastettu ja asiaan perehtynyt (KTMp 516/96 § 9). Koulutuksen järjestäjän velvollisuus on huolehtia siitä, että koulutusta antavat riittävän pätevyyden omaavat henkilöt. Kun järjestetään sähkötöihin perehdyttävää koulutusta, on huomattava, että edellisen kohdan viimeisessä kappaleessa mainittu KTMp 516/96 § 9 ei siis koske vain sähkö- ja automaatiotekniikan opetusta.” /6, s.7-8./

Yrityksen sähköturvallisuudesta vastaa sähkötöiden johtaja. Toiminnanharjoittajan on nimettävä sähkötöitä varten *sähkötöiden johtaja* /8, s.47/. Sähkötöiden johtaja vastaa siitä, että sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia ja sen nojalla annettuja säännöksiä ja määräyksiä. Sähkötöiden johtaja huolehtii myös henkilöstön ammattitaidosta ja opastuksesta sekä käyttöönottotarkastusten, joilla varmistetaan sähköasennusten turvallisuus, organisoinnista. /12./

Sähköturvallisuuslakiin on kirjattu sähköturvallisuuden perusvaatimukset. Sähköturvallisuuslain mukaan sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Lisäksi niistä ei saa aiheutua sähköisesti tai sähkömagneettisesti kohtuutonta häiriötä sekä niiden toiminta ei saa häiriintyä helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. Tämän tavoitteen saavuttamisessa, tulee sähkölaitteistojen ja – laitteiden suunnittelijoiden, rakentajien, huoltajien ja käyttäjien oltava hyvin ammattitaitoisia ja sähköalan määräysten ja säännösten tuntevia. Sähköturvallisuuslakia toteuttaessa varmistetaan sähköasennusten turvallisuus ja se, että laitteet eivät aiheuta sähköiskun vaaraa, eikä palovaaraa. Sähköasennuksille ja sähkölaitteille on vahvistettu sitovat viranhoitomääräykset, joissa on esitetty keskeisiä turvallisuusvaatimuksia. /9, s.14./

4.2 Työturvallisuus

Työturvallisuus on kaiken tekemisen perusta työskennellessä opiskelijoiden kanssa. Opetussuunnitelma antaa tarkan ohjeistuksen koulutuksen järjestäjälle työturvallisuuden toteuttamiseksi. Yleiset työturvallisuuteen liittyvät asiat käydään läpi työturvallisuuskurssilla sekä työturvallisuuskorttikoulutuksessa. Työturvallisuuskorttikoulutus on vapaaehtoinen, mutta käytännössä yhä useammat työnantajat edellyttävät sitä kaikilta työntekijöiltään. Työturvallisuuskortin puute voi olla myös este opiskelijan pääsulle työssäoppimiseen, loma-aikaiseen tai valmistumisen jälkeiseen työpaikkaan. Näistä syistä johtuen Etelä-Karjalan ammattiopisto järjestää työturvallisuuskorttikoulutus kaikille tekniikan alan opiskelijoille.

Opetusministeriö edellyttää koulutuksen järjestäjän huolehtivan siitä, että opiskelijoilla on maksutta käytettävissä tarvittavat työkalut, asianmukaiset henkilökohtaiset suoja- ja turvavälineet sekä muut varusteet. Suojavaatteilla ja työturvallisuuden edellyttämällä varusteilla tarkoitetaan työturvallisuuslain 15 §:n henkilösuojaimia. Töissä, joita ei yletytä tekemään lattiatasolla seisten, on käytettävä työpukkeja, työtelineitä tai

muita sellaisia työturvallisuuslain mukaisia alustoja niin, että työ voidaan suorittaa työturvallisuuslain mukaisesti. Tikkailta työskentely on pääsääntöisesti kielletty. /6, s13./

Sähköalalla on työtehtäviä, joissa määräysten mukainen suojavaatetus voi pelastaa tapaturmalta ja jopa kuolemalta. Siksi asianmukaisten suoja-asujen, työjalkineiden ja vastaavien varusteiden käyttöön ja saatavuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Sähkötöiksi luokiteltavien aihealueiden kouluttajalta edellytetään voimassa olevaa sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 -koulutusta sekä edellä mainitussa standardissa määriteltyä voimassa olevaa ensiapukoulutusta. Sähköurakoinnin turvallisuuden varmentamisen kulmakiviä ovat sähkötöiden ja laitteiden käyttöönottotarkastukset. Tästä syystä niiden kouluttamiseen kiinnitetään erityistä huomiota. /6, s13./

5 OMAKOTITALON SÄHKÖISTÄMINEN OPISKELIJATYÖNÄ

5.1 Omakotitalon sähköasennuksiin perehdyttävät opinnot

Opiskelijat käyvät toisella ja kolmannella vuosikurssilla omakotitalon sähköasennuksiin perehdyttäviä kursseja. Kurseilla opiskellaan pientalojen sähköasennuksia vaihe vaiheelta. Kurssit ovat sähköasennustekniikka ja kiinteistön sähköasennukset. Opintoihin sisältyy niin teoriaa kuin käytäntöäkin. Teoriaopinnoissa opiskelijoille opetetaan omakotitalon erilaisia rakennevaihtoehtoja ja niihin tehtävien sähköasennuksien oikeita asennustapoja. Teoriaopinnoissa harjoitellaan yleisimpien valaistuskytkentöjen toimintaa ja opetellaan tunnistamaan erilaiset sähköasiat sekä kalusteet. Opiskelijoille opetetaan omakotitalossa käytettäviä piirrosmerkkejä sekä niiden oikeaa sijoittamista sähköpiirustukseen. Teoriaopintoihin kuuluu myös sähkölämmitteisen omakotitalon lämmityksen suunnittelu ja laskeminen.

Käytännön harjoitukset, jotka tähtäävät omakotitalon sähköasennuksiin, ovat valaistus sekä muut kytkentäharjoitukset harjoituslooseihin, joita tehdään pinta- sekä uppoasennusharjoituksina. Keskuksen kytkemistä harjoitellaan jokaisessa harjoitustyössä. Opiskelijoille näytetään opettajan tai ammattihenkilön toimesta oikeita asennustapoja ja, kuinka asennukset tehdään sähkö- ja työturvallisuudesta huolehtien eri työvaiheissa.



KUVA 2. Opiskelija tekemässä harjoitustyötä koululla

Opinnoissa pyritään kertomaan opiskelijoille mahdollisimman hyvin työelämän realiteeteista. Koululla opetellaan harjoitustöitä tehdessä omatoimisuuteen ja sosiaalisten taitojen kehittämiseen, joita työelämä vaatii sähköasentajalta. Kun harjoitustyö aloitetaan, opiskelija yrittää itse selvittää sähkökuvien perusteella, mitä asennustarvikkeita tarvitaan ja mihin kalusteet sekä keskus asennetaan. Neuvoja annetaan tarpeiden mukaan, mutta ajatuksena on, että opiskelija joutuu itse pohtimaan asioita mahdollisimman paljon. Opiskelijoille kerrotaan selvästi, kauanko ammattilainen tekisi kyseistä työtä, jolloin opiskelija ymmärtää myös työskentelyn nopeuden kehittymisen tärkeyden, vaikka koulutuksen alussa painotetaan huolelliseen työskentelyyn, ilman aikatavoitteita.

Mahdollisten vikojen etsimisessä harjoitustöissä pyritään siihen, että opiskelija etsii ensin vikaa itse mahdollisimman pienillä opettajan avunannoilla. Opettaja antaa suuntaa antavia vinkkejä, joiden pohjalta opiskelija alkaa pohtia mahdollisia vikapaikkoja. Opiskelijat tekevät töistä myös tarvikeluettelon, josta sähkönumeroiden perusteella lasketaan työn materiaalien kustannukset, joista opiskelijat oppivat hahmottamaan asennusten kustannuksia eri materiaaleja ja kalusteita käytettäessä.

Opiskelijoiden ensimmäinen kosketus koulun työmaille tulee yleensä toisena opiskelu vuotena. Jokaisella vuosikurssilla on käytännössä oma talo, joka sähköistetään alusta loppuun. Talon sähkösuunnitelmiin on tutustuttu jo etukäteen koulussa, teoriatunneilla. Suunnitelmat käydään mahdollisimman tarkasti läpi ennen työmaalle menoa, jotta työmaan kokonaisuuden hahmottaminen olisi helpompaa. Koulun teoriatunneilla harjoitellaan myös omakotitalon sähkösuunnittelua yleensä juuri sen talon pohjapiirustukseen, jota kyseinen opiskelijaryhmä alkaa itse sähköistää. Näin tutustutaan etukäteen talon rakenteisiin ja pystytään jo koululla opiskelemaan, miten ja mihin esimerkiksi rasiat asennetaan sekä miten putkitusreitit valitaan oikein. Jokainen opiskelija suorittaa ennen työmaalle menoa työ- sekä sähköturvallisuuskurssit.

5.2 Työmaahan perehdytys

Työmaalle mentäessä ensimmäistä kertaa opiskelijoille kerrotaan yleiset työmaan järjestyssäännöt ja toimintatavat. Työmaahan perehdytys on tärkeä osa toimivaa ja turvallista työmaata. Työmaiden turvallisuussuunnitelmassa mainitaan näihin liittyen, että hyvä järjestys ja siisteys ovat tärkeimpiä työsuojelun ja palotorjunnan edellytyksiä. Työalueelle kertyneet jätteet ja muut tarpeettomat tavarat on välittömästi siirrettävä niille osoitettuihin paikkoihin. Työmaalle tuotavat materiaalit ja tarvikkeet on asianmukaisesti varastoitava niille osoitettuihin paikkoihin. Työmaalla suoritetaan viikoittain kunnossapitotarkastus käyttäen TR-mittausta. Kaikkien työmaalla työskentelevien tai vierailevien henkilöiden on käytettävä seuraavia suojaimia:

- Suojakypärä
- Silmäsuojaimet
- Turvavärein varustettu työasu tai turvaliivi
- Turvakengät
- Tarvittaessa kuulosuojaimet, pölysuojaimet ja suojakäsineet. /3./

5.3 Sähkötöiden aloittaminen

Rakennusosaston opiskelijat aloittavat talon rakentamisen yleensä toisen vuosikurssin syksyllä, joten sähköosaston työt alkavat alkusyksystä, kun perustusten muotit on tehty valmiiksi. Sähkötyöt alkavat rakennustyömaalla perustusmaadoituselektrodin asen-

tamisella, joka on käyty teoriatunnilla koululla läpi opettajan toimesta. Perustusmaadoituselektrodin asentamiseen lähtee yleensä ammattihenkilön tai opettajan mukaan muutamia opiskelijoita. Opiskelijoille näytetään työmaalla, kuinka kuparikelasta saa kupariköyden purettua niin, ettei kupariköysi mene kierteelle. Kun kupari on saatu purettua kelalta, opiskelijat pujottavat kupariköyden anturamuottiin. Tässä vaiheessa opiskelijoille kerrataan myös maadoituselektrodin merkitys ja sen tärkeys sähköturvallisuuden kannalta.

5.3.1 Maakaapelin kaivaminen

Omakotitalon sähköistyksessä tulee eteen paljon sellaisia työvaiheita, joita ei ole koulussa pystytty tai ehditty vielä opettamaan. Näihin työvaiheisiin kiinnitetään paljon huomiota, jotta työvaihe tulee käytyä perusteellisesti läpi. Tästä yhtenä esimerkkinä voitaisiin pitää kaapeliojan kaivamista, koska maakaapelin asentaminen ja ojan kaivaminen kuuluu myös sähköasentajan perustaitoihin. Talon yhteyteen kuuluu autokatos, johon sähkö vedetään maakaapelilla. Tässä työvaiheessa käydään läpi oikea kaapeliojan kaivamistekniikka, kaapelin käsittely ja merkitseminen merkkinauhalla sekä kaapeliojan oikeaoppinen peittäminen.

5.3.2 Teline työskentely

Rakennustöiden edetessä siihen vaiheeseen, että runko on pystyssä, tuulensuojalevyt sekä peltikatto asennettu, sähkötyöt jatkuvat. Tässä vaiheessa taloon vedetään ulkovaistuksen ja ulkopistorasioiden kaapelit. Sähköosaston opiskelijat käyttävät kaapeleiden vedossa telineitä, jotka rakennusosaston opiskelijat ovat pystyttäneet ja työmaamestari on tarkistanut ja merkinnyt telinekortilla.

Teline työskentelyn turvallisuuteen kiinnitetään paljon huomiota ja työmaiden turvallisuusohjeessa asiasta mainitaankin, että työntekijöille on järjestettävä tarpeelliset työ- ja suojatelineet kaikissa sellaisissa töissä, joita ei voida muuten turvallisesti tehdä. Työ- ja tukitelineiden on täytettävä asetus rakennustyömaan turvallisuudesta 2005/2009 §51 vaatimukset. Telineille tehdään käyttöönottotarkastus vastaavan ohjaajan toimesta. Telineet varustetaan telinekortilla, johon merkitään käyttöönottotarkas-

tuksessa tai viikoittaisissa kunnossapitotarkastuksissa havaitut puutteet. Telineen pystytys- ja purkuvaiheissa, tai jos tarkastuksissa on ilmennyt puutteita, asetetaan teline käyttökieltoon, joka merkitään telineeseen ripustettavalla käyttökieltomerkillä. /3./

Opiskelijoiden työskennellessä telineiltä pyritään siihen, että opettaja tai ammattihenkilö olisi jatkuvasti paikalla. Välillä telineitä joudutaan siirtelemään ja pystyttämään uudelleen. Tässä vaiheessa ilman kunnollista valvontaa jää telineestä helposti kaide tai jokin tukiputki pois. Opiskelijoille painotetaan työmaalla sitä, että pystyttäessä ja purkaessa telineitä uudelleen on opettajan tai ammattihenkilön tarkastettava telineen turvallisuus ennen työskentelyn aloittamista.

5.3.3 Putkittaminen ja kaapeleiden veto

Kohdetalon sähköasennukset tehdään putkittamalla jäykällä sekä taipuisalla muoviputkella. Tässä ajatellaan sähkötöiden monipuolisuuden kannalta sitä, että opiskelijat oppisivat putkittamista erilaisilla putkilla sekä johtimien vetämistä putkiin vetojousen avulla. Ennen putkittamistöiden alkamista on opiskelijoiden kanssa käytävä läpi talon pohjapiirustukset talon sisällä, jotta he oppisivat hahmottamaan huoneiden ja väliseinien paikat piirustuksista. Joillain opiskelijoilla on talon kokonaisuuden hahmottamisessa suuria vaikeuksia. Taidot kehittyvät käyntikertojen lisääntyessä työmaalla.



KUVA 3. Opiskelija harjoittelee putken taivuttamista koulun työmaalla

Talon rakentamisjärjestyksessä ulkoseinät levytetään ennen väliseinärunkojen tekoa, joten ulkoseinäputkitukset tehdään sisätöistä, sähkötöiden osalta, ensimmäisenä. Tässä vaiheessa opiskelijoille näytetään putken taivutusta ja sitä, kuinka putkien jatkokset tehdään laadukkaasti. Putkien kunnolliseen kiinnittämiseen rakenteisiin kiinnitetään myös huomiota. Hyvin yleinen virhe, jota opiskelijat tekevät putkitustyössä on, että putki ei ole asennettu jatkoholkkiin kunnolla ja tästä syystä johtimien vetovaiheessa putket saattaisivat irrota toisistaan. Putkien liian jyrkät mutkat ovat tavallisia, ja niitä tehdäänkin monesti uudelleen, kunnes lopputulos on hyvä. Opiskelijoille näytetään, miten putkia saa pujoteltua vaakakoolausten väliin rikkomatta ilmansulkupaperia tai höyrynsulkumuovia. Joskus paperi kuitenkin repeää, joten paikkausteippaus on myös tärkeä opettaa sähkömiehille.

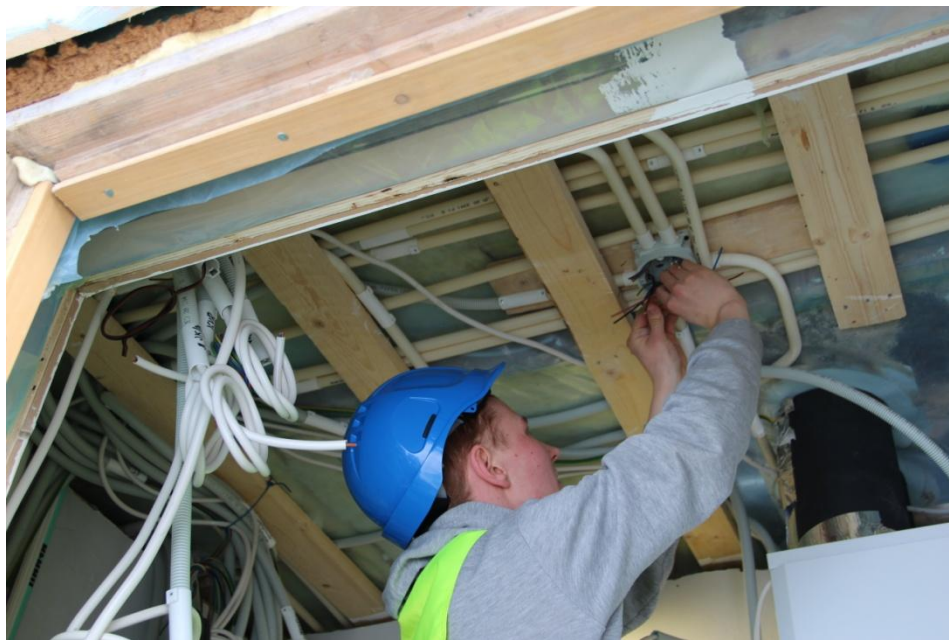
Jakorasioita ja kojerasioita asentaessa opiskelijoille muistutetaan vielä niiden oikeat asennuskorkeudet ja se, kuinka rasiat asennetaan oikein ja suoraan. Opiskelijoille näytetään myös, miten jakorasioihin on merkittävä jokainen putki tai kaapeli niin, että jakorasiaa kytkettäessä tietää, mikä putki tai kaapeli on kyseessä. Kattorasioiden asennuskohtien mitoitus on osalle opiskelijoista haastavaa. Työmaalla opetellaan, kuinka valaisinrasiat saadaan mitoitettua symmetrisesti niin, että jokainen valaisin valaisee kyseisessä tilassa samankokoisen alueen.

Opiskelijat pääsevät näkemään, kuinka työelämässä eri alojen työntekijät työskentelevät tiiviissä yhteistyössä. Sosiaaliset taidot ovat myös tärkeitä sähköasentajan ammatissa, jotka harjaantuvat työmaalla työskennellessä eri alojen työntekijöiden kanssa. Ammattiopiston työmailla työskentelee useasti samaan aikaan monta eri alojen opiskelijaryhmää, ammattihenkilöitä ja opettajia. Silloin tulee sopia ja miettiä työjärjestyksiä ja työskentelyssä käytettävien apuvälineiden käyttöä, jotta töitä voidaan tehdä sujuvasti ja turvallisesti.

Seuraavassa työvaiheessa rakennusosaston opiskelijat ovat rakentaneet väliseinärungot paikoilleen. Tällöin sähköosaston opiskelijat jatkavat rasioiden asentamista sekä putkittamista. Tässä työvaiheessa tulee sähköosastolla yleensä hieman kiire, koska rakennusosaston opiskelijat odottavat valmiita sähköasennuksia päästääkseen väliseinien levytyksiin.

Opiskelijat jaetaan usein työpareihin, koska on huomattu, töiden sujuvan tällä tavalla paremmin. Työpareille annetaan sähköpiirustuksesta oma ryhmä, jota aletaan putkittaa. Näin on helpompi valvoa töiden etenemistä ja sitä, että kaikki tulee varmasti tehtyä. Opiskelijoiden saatua yksi ryhmän putkitettua valmiiksi tarkastetaan putkien asennus ja työjälki.

Tämän jälkeen alkaa johtimien vetäminen putkiin, mitä opiskelijat eivät ole paljoa vielä koulussa päässeet harjoittelemaan. Opiskelijat huomaavat yleensä tässä työvaiheessa putkien taivutuksien merkityksen. Koulun työmailla pyritään siihen, että kaikki johtimet olisi vedetty putkiin, ennen kuin kyseisen tilan levytystyöt jatkuvat. Tällä toimintatavalla vältetään levyjen turhilta irrottamisilta, esimerkiksi liian jyrkän mutkan takia, joka estää johtimien vetämisen putken sisälle. Johtimien vetäminen putkiin toteutetaan myös työpareittain siten, että jokaiselle työparille annetaan sähkökuvista oma ryhmä, joka johdotetaan valmiiksi. Opiskelijat miettivät itse, kuinka paljon johtimia vedetään mihinkin putkiin. Kohdetalossa kaikki johtimet saatiin menemään putkiin ilman suurempia vaikeuksia, vaikka muutamia tiukkoja vetoja vedettiin.



KUVA 4. Opiskelija kytkemässä jakorasiasiaa

5.3.4 Kalusteiden asentaminen ja keskuksen kytkeminen

Pintakäsittelytöiden valmistuessa alkaa sähköasennustyön vaiheista kalustaminen ja viimeistelytyöt. Kalustaminen on työvaiheena tärkeä tehdä huolellisesti ja rauhallisesti opiskelijoiden kanssa. Opiskelijoille on ensimmäisenä muistutettava käsien puhtautesta. Joskus tulee eteen tilanne, että opiskelijaa joudutaan huomauttamaan seinässä olevista tahroista rasian ympärillä. Tästä on kohtalaisen hyvin päästy sillä, että jokaiselle annetaan oma huone, jota aloittaa kalustaa. Opiskelijoille huomautetaan lisäksi, että jokainen huolehtii omien asennustensa siisteydestä.



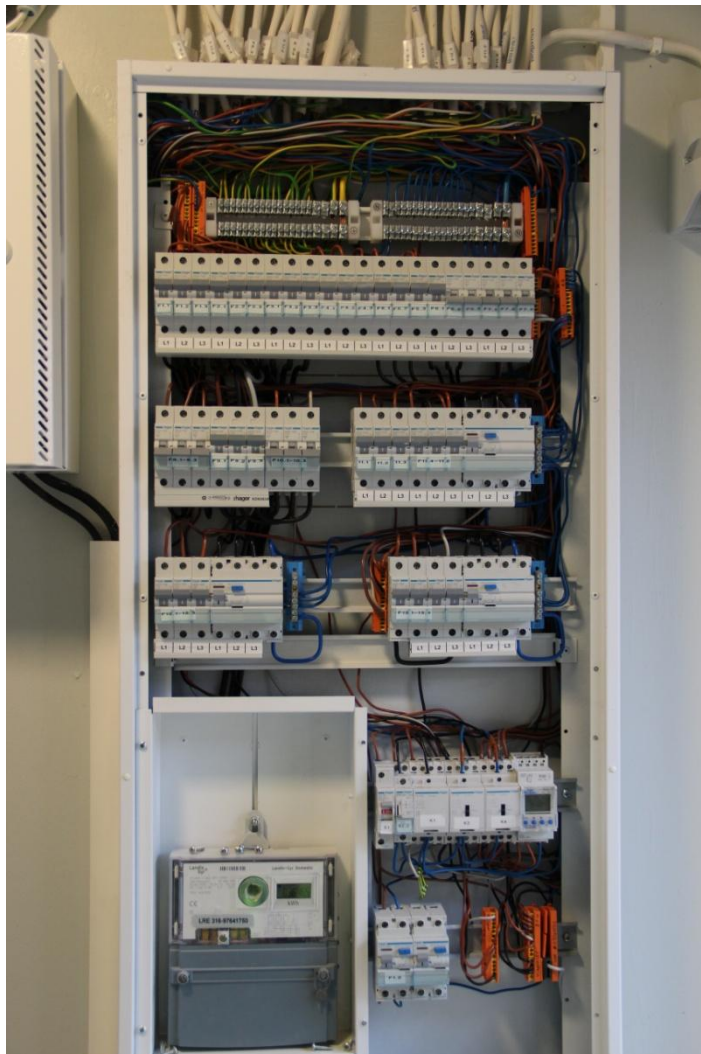
KUVA 5. Opiskelijat kalustamistyössä

Kalustamisvaiheessa opiskelijoiden yleisimmät virheet ovat löysät liitokset ja se, että kalusteet eivät ole suorassa. Kalusteiden naarmuuntuminen on myös melko tavallista. Opiskelijoille sanotaan, että jokaisen kalusteen kytkentä tarkastetaan ennen lopullista kiinnittämistä, joka on selvästi vähentänyt kytkentävirheitä ja huonoja liitoksia.

Keskuksen kytkemistä harjoitellaan koulussa lähinnä pienillä ryhmäkeskuksilla. Kaikki opiskelijat eivät pääse koulussa kytkemään omakotitalon pääkeskusta harjoituskeskusten rajallisuuden vuoksi. Koulun työmaan sähkökeskusta otetaan kytkemään korkeintaan kaksi opiskelijaa. Tästä työvaiheesta jää suurin osa opiskelijoista pois, mutta

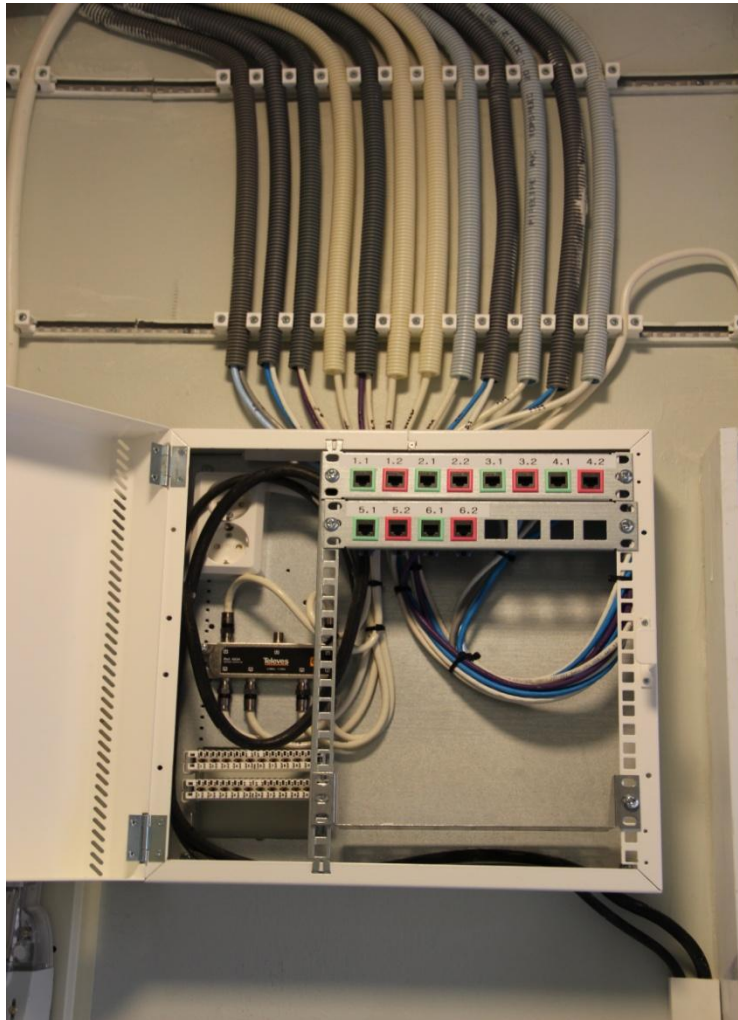
tämä on todettu ainoaksi tavaksi varmistaa hyvä lopputulos. Muut opiskelijat käyvät katsomassa valmista keskusta, kun kaikki johtimet on kytketty.

Kytkeminen aloitetaan katsomalla opiskelijoiden kanssa kuvista yhdessä, mihin suoja-laitteeseen mikäkin johdin kytketään. Kytkentätöiden edetessä tarkastellaan liitoksien riittävä tiukkuus. Opiskelijoiden yleisimmät virheet keskuksien kytkemissä ovat liian vähän kuoritut johtimet ja löysät liitokset. Koulun harjoitustöissä painotetaan sitä, että johtimen kiristämisen jälkeen tarkistetaan, ettei johdineriste ole liittimen välissä ja nykäistään johdinta varmistaen liitoksen tiukkuus. Koulun rakennustyömailla keskuksen kytkeminen tapahtuu opettajan tai ammattihenkilön jatkuvalla tarkkailulla ja opastuksella, jolla päästään siihen, että koulun työmailla keskuksien kytkentävirheen ovat jääneet hyvin vähäisiksi.



KUVA 6. Keskus kytkettynä

Talojakamon kytkentätyöt tehdään yhden opiskelijan toimesta, joka tekee kyseisestä työstä myös ammattiainenäyttötyön. Talossa on erillinen talojakamokotelo, johon opiskelija kytkee kaikki talon ATK-kaapeleiden liittimet sekä antennikaapeleiden liittimet.



KUVA 7. Talojakamo

5.3.5 Käyttöönottotarkastusmittaukset

Käyttöönottotarkastusmittauksia ja käyttöönottotarkastus pöytäkirjan täyttöä harjoitellaan jokaisessa koululla tehdyssä harjoitustyössä sekä teorianunneilla. Kolmannen vuosikurssin opiskelijoilla on ryhmäjohtotason mittauksista toistoja melko hyvin. Koulun rakennustyömaalle mennessä kuitenkin tuntuu, että omakotitalon käyttöönottotarkastusmittaukset ovat joillekin opiskelijoille heikosti sisäistettyjä. Tämä johtunee

siitä, että omakotitalon kokoisten työmaiden käyttöönottotarkastusmittauksista kokemus on vähäistä, ellei opiskelija toisella tai kolmannella vuosikurssilla ole ollut sellaisessa työssäoppimispaikassa, jossa mittauksia on päästy tekemään.

Opiskelijoille opetetaan rakennustyömaan edetessä aistinvaraisen tarkastuksen toteuttamisesta ja siitä, mihin siinä kiinnitetään huomiota. Lopullisen aistinvaraisen tarkastelun tekee kuitenkin ammattihenkilö ja opettaja. Opiskelijoiden tehdessä käyttöönottotarkastusmittauksia on ammattihenkilö tai opettaja jatkuvasti mukana. Kun mittaukset aloitetaan, opiskelijoille kerrataan mittauksien etenemisjärjestys ja oikea toteutus. Opiskelijoille opetetaan koululla tapahtuvissa harjoitustöissä erilasten käyttöönottomittareiden toimintaa, joten työmaalla kerrataan siellä käytettävän mittarin toiminta. Käyttöönottomittausten alkaessa on työmaa lähes valmis ja siivottu, joka edesauttaa hyvään mittausympäristöön.

Suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen aloitetaan kertaamalla toimenpiteet, joita tehdään ennen mittauksien aloittamista keskuksessa ja se, kuinka mittalaitteen apumittajohtimen resistanssin nollataan. Suojajohtimen jatkuvuuden mittauksissa opiskelijoille painotetaan sitä, että mittaukset tehdään aina jännitteettömästä laitteistosta ja myös mittaustulosten oikeellisuuden tärkeyttä. Suojajohtimen jatkuvuudet mitataan ryhmä kerrallaan, jolloin kaikki tulee varmasti mitattua.

Eristysresistanssin mittaaminen tuntuu olevan opiskelijoille vaikein mittaus kaikista omakotitalon käyttöönottomittauksista. Opiskelijoiden on vaikea ymmärtää, mistä keskuksen kohdasta mittaus suoritetaan ja mitä toimenpiteitä keskuksessa tehdään, ennen mittausten aloittamista, vaikka näitä asioita koululla opetetaan moneen kertaan, ennen työmaalle menoa. Koululla tehdyissä harjoitustöissä eristysresistanssin mittaaminen tapahtuu yleensä ryhmäkeskuksesta, joka on kolmivaiheisella pistotulpalla liitettävä. Tämä saattaa sotkea opiskelijoita siitä, kuinka mittaus suoritetaan isommissa kohteissa.

Jännitteet päällä tehtävissä mittaustoimenpiteissä ammattihenkilö tai opettaja valvoo mittauksia erityisellä tarkkuudella, vaikka kosketussuojatuissa kohteissa sähköiskun vaaraa ei olekaan. Opiskelijoiden kanssa testataan kaikkien ohjausten sekä laitteiden toiminta sekä suko-testerillä testataan kaikkien pistorasioiden oikea kytkentä.

Yleiskaapelointi- sekä antennijärjestelmien mittaukset suoritetaan sähköasentajaopiskelijoiden toimesta. Yleiskaapelointijärjestelmien sekä antennijärjestelmien mittauksiin saadaan usein mittauksiin mukaan ICT-alan opettaja, jolla on ammattitaitoa enemmän kyseisten mittauksen suorittamiseen. Sähköasentaja opiskelijat tekevät koululla harjoitustöitä, joissa tehdään omakotitalon yleiskaapelointijärjestelmä ja antennijärjestelmän kytkeminen alusta loppuun. ATK-järjestelmässä käytettävien liittimien teko on osalle opiskelijoista hyvin vaikeaa. Tässä työkohteessa ATK- ja antenniliittimien kytkemisestä johtuvia vikoja ei kuitenkaan ollut.

5.4 Aikataulu

Etelä-Karjalan ammattiopisto aloittaa yhden omakotitalon joka vuosi. Tämä kohde aloitettiin syksyllä 2010, ja se valmistui kesäkuussa 2012. Yksi rakennusosaston opiskelijaryhmä tekee talon alusta myyntikuntoon asti. Joillain työmaille viimeistelytyöt jäävät kuitenkin ammattihenkilöiden tehtäviksi, koska opiskelijat ovat jo koulunsa päättäneet ja työmaa on vielä kesken. Kohdetyömaa valmistui kuitenkin opiskelijoiden toimesta loppuun aikataulussa. Työmaan aikataulun ja töiden etenemistä auttavat säännöllisesti pidettävät työmaakokoukset. Kokouksissa katsotaan, jos jostain syystä on aikataulu venynyt, millä toimenpiteillä se olisi kurottavissa kiinni.

Sähköasentajien työt sijoitetaan rakennustyömaalle siten, että kolmannen vuoden syksyllä päästään sisällä tehtäviin sähköasennustöihin. Sähköosaston opiskelijoilla on kolmantena vuonna kaksi kymmenen viikon työssäoppimisjaksoa, joten työt pyritään ajoittamaan niin, että rakennusmiehet pääsisivät tekemään työnsä sähköasennuksien ollessa valmiina aikataulussa. Tämä on vaikea asia toteuttaa niin, ettei odottamisia muiden osastojen takia tulisi.

5.5 Työn laatu

Sähköasennuksien laatu on mielestäni vertailukelpoinen sähköurakoitsijoiden tekemiin omakotitalon sähköasennuksiin. Koulun työmaille tehdään enemmän virheitä asennuksien aikana, mutta asennuksia korjataan, kunnes ne ovat hyväksyttävällä tasolla. Koulun rakennustyömaiden etenemisvauhti on hitaampaa normaaleihin omakotita-

lo rakennustyömaihin verrattuna, joka mahdollistaa sen, että laaduntarkkailuun jää enemmän aikaa. Sähköosaston osalta suuremmilta reklamaatioilta on välttytty. Tämän kohteen ainut reklamoitava asia sähköasennuksien osalta oli käytävän pistorasian ruuvien tiukkaaminen. Pistorasia oli lähtenyt osittain irti, kun asiakas oli vetänyt pistotulppaa irti pistorasiasta.

5.6 Ongelmat

Koulun työmaalla opiskellessa useamman alan opiskelijoita samaan aikaan ei kaikilta ongelmilta voida välttyä. Työmaalla saattaa olla samaan aikaan sähkö-, LVI-, rakennus- ja pintakäsittelytyön opiskelijoita. Tämä on osoittautunut melkoiseksi haasteeksi, jotta opiskelun taso pystyttäisiin pitämään hyvällä tasolla. Sosiaalitilojen riittävyys kaikille opiskelijoille on myös omalla tavallaan aiheuttanut lisätoimenpiteitä.

Työmaakokouksia pidetään säännöllisin väliajoin, joissa käsitellään kaikkien työmaiden tilanteet eri alojen osalta. Kokouksissa keskustellaan ja sovitaan tulevista normaalist toiminnasta poikkeavista tapahtumisista. Kokouksissa keskustellaan oppilasryhmien työmaalle menosta, jotta päällekkäisyyksiä tulisi mahdollisimman vähän. Toki päällekkäisyydet huomioidaan jo lukujärjestyksien suunnitteluvaiheessa, niin hyvin kuin on mahdollista.

Opiskelijoiden motivaatio oman alan töitä kohtaan voi olla joillain vuosikursseilla alhainen. Sähköalalle hakeutuvista nuorista suurimmalla osalla on motivaatio kunnossa, koska sähköalan korkean pääsytaason takia alalle pyritään, eikä jouduta. Työmaalla työskennellessä huomaa, että hyvä opiskelijoiden motivointi keino on näyttää ensin opiskelijoille itse, kuinka työtä tehdään ja muutenkin omalla esimerkillä yrittää osoittaa, että opiskelijat ovat valinneet hyvän ja kiinnostavan alan.

6 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli miettiä huomioon otettavia asioita työskennellessä sähköasentaja opiskelijoiden kanssa koulun rakennustyömaalla. Opiskelijoiden ohjaamisessa olisi aina parantamisen varaa, joka tekee työstä mielenkiintoista ja haastavaa. Kaikki

opiskelijat yksilöinä ovat erilaisia ja jokainen opiskelijaryhmä on erilainen. Hyvän yhteishengen luominen on tärkeää jo ensimmäisistä kouluviikoista lähtien, koska se vaikuttaa opiskelijaryhmän toimintaan läpi opiskelujen ajan. Opettajat ja muu henkilökunta ovat suuressa roolissa tätä haastetta silmälläpitäen.

Opiskelijoiden opettaminen on tasapainoilua ammatillisen opettamisen ja kasvattamisen kanssa. Opettaminen ammattiopistossa vaatii opettajilta paljon kasvattajan roolia. Se tuo työhön lisää haasteita, mutta kun joissain pienissä asioissa huomaa vaikuttaneensa opiskelijan motivaatioon tai toimintatapojen muutokseen, antaa se kannustimia työssä jaksamiseen.

Etelä-Karjalan ammattiopiston työmailla työt ovat sujuneet ilman suurempia ongelmia, mutta työskentelyä opiskelijoiden kanssa pitäisi pyrkiä aina kehittämään. Kehittäminen lähtee usein pienistä asioista, jotka helpottavat arjen toimintaa työmaalla.

Sähköosaston opiskelijoita koulun rakennustyömaalla on maksimissaan kuusi opiskelijaa ammattihenkilön mukana samaan aikaan, joka johtaa siihen, että muut opiskelijat tekevät harjoitustöitä koululla sekä mahdollisilla muilla koulun ulkopuolisilla työmaille. Tämän vuoksi opettajalle jää melkoinen määrä opetettavia mahdollisesti monessa eri paikassa, jonka takia opettajan aikaa rakennustyömaalla opettamiseen ei tahdo riittää. Mielestäni koulun työmailla kehitettäviä asioita olisi, että opettajat pystyisivät olemaan enemmän työmailla opiskelijoiden ohjauksessa, joka tietysti vaatisi lisää resursseja.

Rakennustyömaiden siisteys on tärkeä seikka työmaan viihtyvyyteen, mutta ennen kaikkea työmaan työturvallisuuteen. Mielestäni tässä kohtaa Etelä-Karjalan ammattiopistolla olisi paljon kehitettävää. Työmaalla työskentelee paljon eri alojen opiskelijoita samaan aikaan, ja jos jokainen jättää omien jätteidensä siivoamisen vähänkään huonosti hoidetuksi, on työmaa päivän kuluessa melko sotkuisessa kunnossa. Tämä lisää työtaturmariskiä merkittävästi, ja sen vuoksi asia pitäisi pystyä hoitamaan napakammin. Jokaisen osaston opettajien ja ammattihenkilöiden pitäisi varata jokaisen työpäivän lopusta aikaa, jolloin oman opiskelijaryhmän roskat tulisi aina siivottua. Opettajien ja ammattihenkilöiden pitäisi pyrkiä opettamaan opiskelijoita siihen, että työn aikana tapahtuva siisteyden ylläpitäminen ei hidasta työntekoa ja parantaa samalla työturvallisuutta. Seuraavana päivänä työmaalle mentäessä olisi mukava aloittaa

työt, kun paikat ovat järjestyksessä ja työkalut oikeilla paikoillaan. Kaikki tämäkin lähtee siitä, kuinka hyvin opettaja on saanut luotua hyvää henkeä ja motivaatiota opiskelijoihinsa. Parhaimmillaan siivous ja muukin työmaajärjestys toimivat kuin itseksseen, kun opiskelijoilla on asenne kunnossa ja opettajat ja ammattihenkilöt näyttävät hyvää esimerkkiä omalla toiminnallaan. Olen monesti huomannut, että itse tarttuessa harjan varteen siivotakseen alkaa opiskelijoiden keskuudessakin tapahtua.

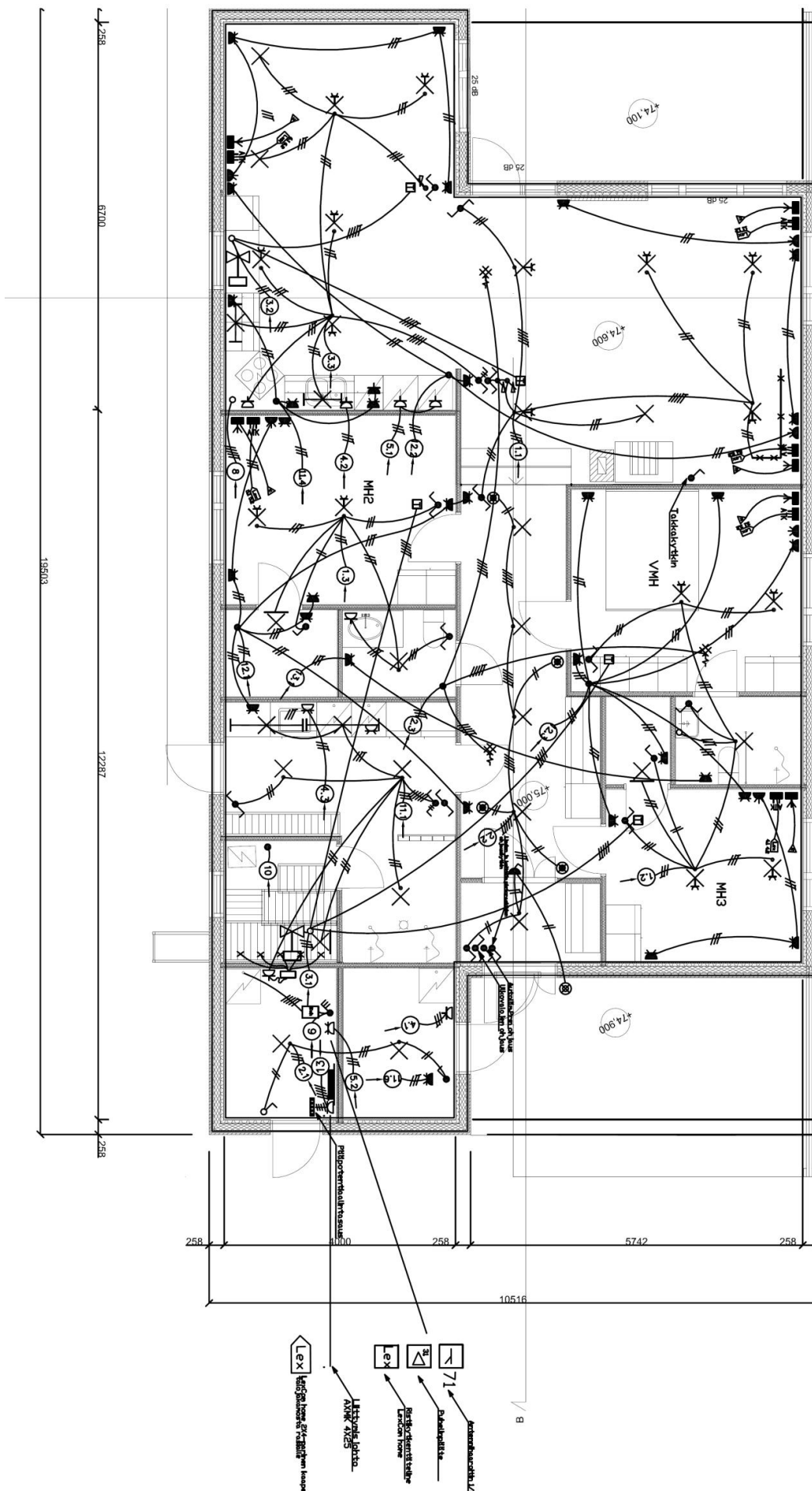
Rakennustyömaa eteni suunnitelmien mukaisesti ja valmistui ajallaan. Ennen kuin talo oli edes valmis, kävivät kiinnostuneet ihmiset sitä ohimennen katsomassa ja kyselemässä tarkempia tietoja ja valmistumisajankohtaa. Talo meni kaupaksi heti valmistuttuaan kesällä 2012.

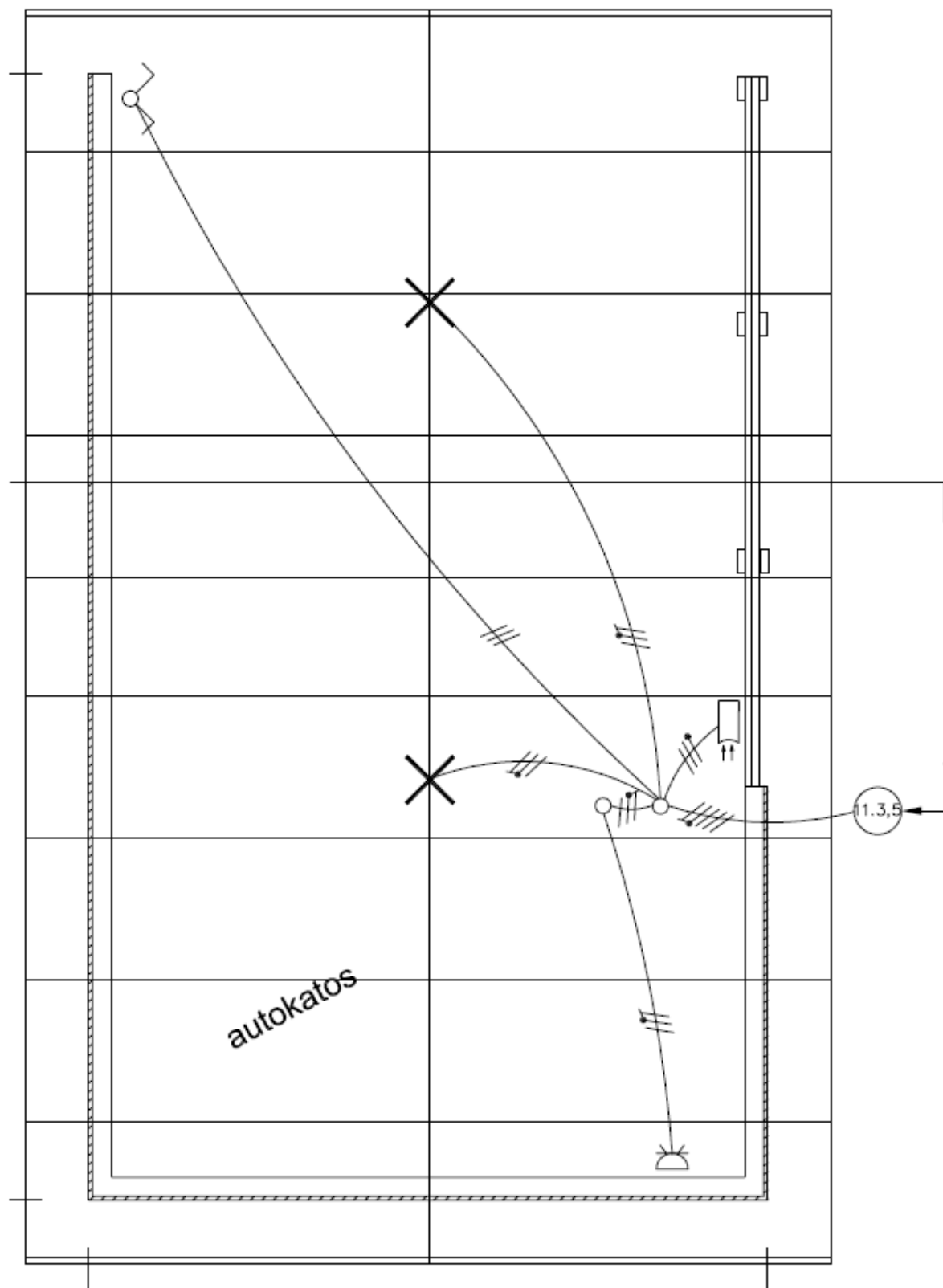
Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoista sekä haastavaa. Opinnäytetyön aihe kertoo minun työstäni, ja siten helpotti työn tekemistä. Toisaalta oli vaikea pukea sanoiksi työpaikan arjen rutineja, mikä oli vain hyvä asia, koska kirjoittaessa joutui pohtimaan asioita yksityiskohtaisemmin kuin työelämässä. Olen tyytyväinen työn lopputulokseen, koska se kehitti ammattitaitoani sekä antoi varmasti eväitä mahdollisia opettajatoita silmälläpitäen.

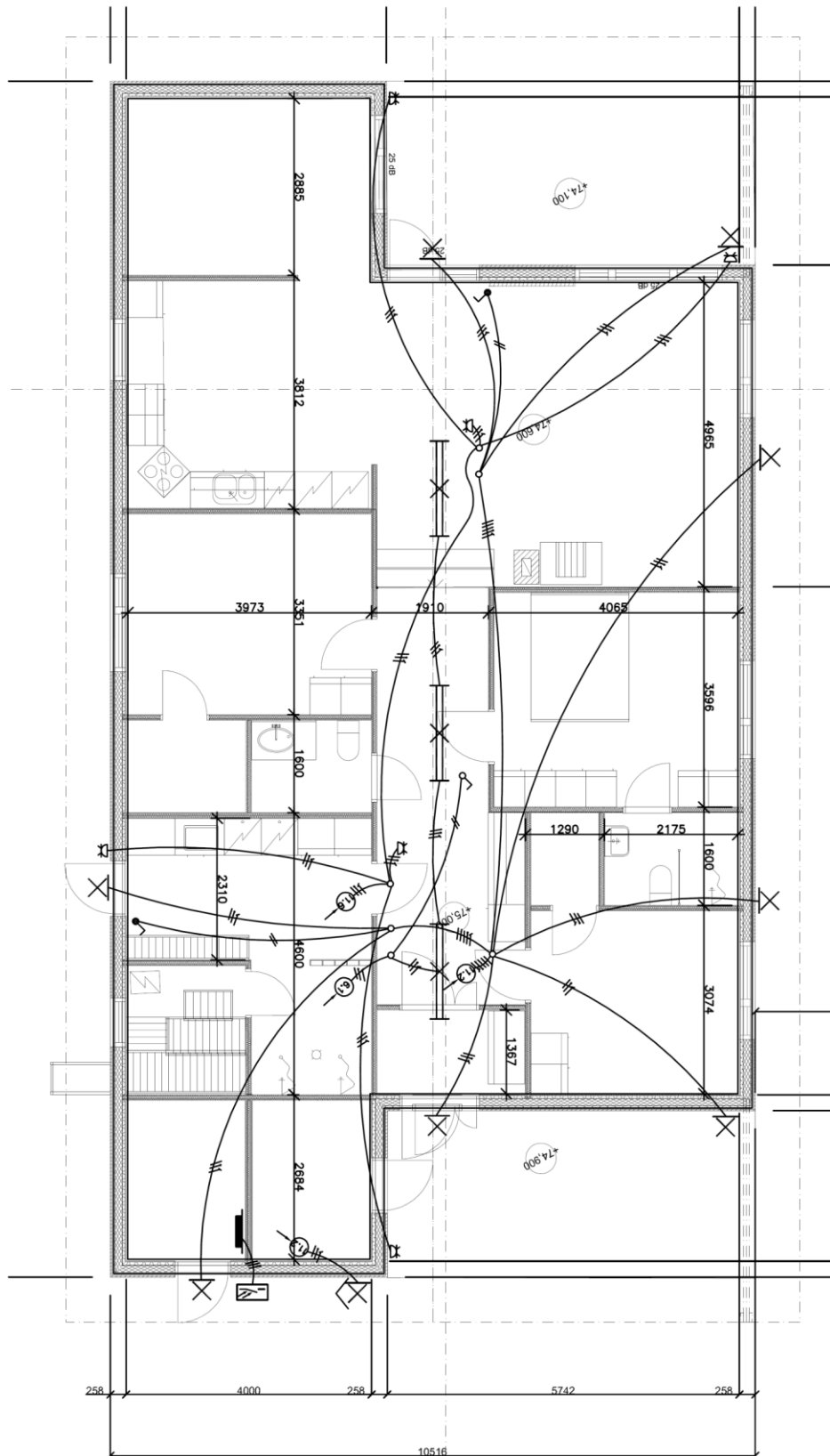
LÄHTEET

- /1/ Ahoranta, Jukka. Kiinteistöjen sähköasennukset. WS Bookwell Oy Porvoo 2003.
- /2/ Ahoranta, Jukka. Sisäjohtoasennukset. WS Bookwell Oy Porvoo 2002.
- /3/ Etelä-Karjalan ammattiopisto. Työmaan turvallisuussuunnitelma. PDF-dokumentti. Luettu 10.10.2012.
- /4/ KK-Sähkötukku Oy. WWW-dokumentti. www.kk-sahkotukku.fi/esitteet/esite_tyomaasahkoistys.pdf. Päivitetty 2013. Luettu 20.9.2012.
- /5/ Opetushallitus. PDF-dokumentti. www.oph.fi/download/111947_Sahko.pdf. 10.10.2012. Päivitetty 23.11.2009.
- /6/ Opetushallitus. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL Ry. Toimintaohje työ-, sähkötyö-, sähköturvallisuus vaatimusten huomioimiseksi sähkötöiden koulutuksissa. 1999.
- /7/ SLO Oy. WWW-dokumentti.
<http://www.mukavamminsahkolla.fi/pihajapuutarha/Sivut/artikkeli.aspx?show=Onnistunutkodinsahkosuunnittelu>. Päivitetty 2013. Luettu 20.9.2012.
- /8/ Suomen standardisoimisliitto SFS Ry. SFS-käsikirja 600. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. SFS, Helsinki 2007.
- /9/ Sähköala.fi. WWW-dokumentti.
www.sahkoala.fi/ammattilaiset/sahkoturvallisuus/fi_FI/sahkoturvallisuus/. Luettu 13.11.2012. Päivitetty 2013.
- /10/ Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2004, neuvottelevat sähkösuunnittelijat NSS Ry. Sähkösuunnittelun käsikirja.
- /11/ Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL Ry. D1-2009, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 17.painos. Painokurki Oy, Helsinki 2010.
- /12/ Työsuojeluhallinto. WWW-dokumentti. www.tyosuoja.fi/fi/sahkoturvallisuus. Luettu 29.9.2012.

Tasokuvat



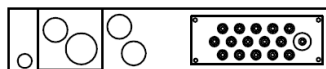
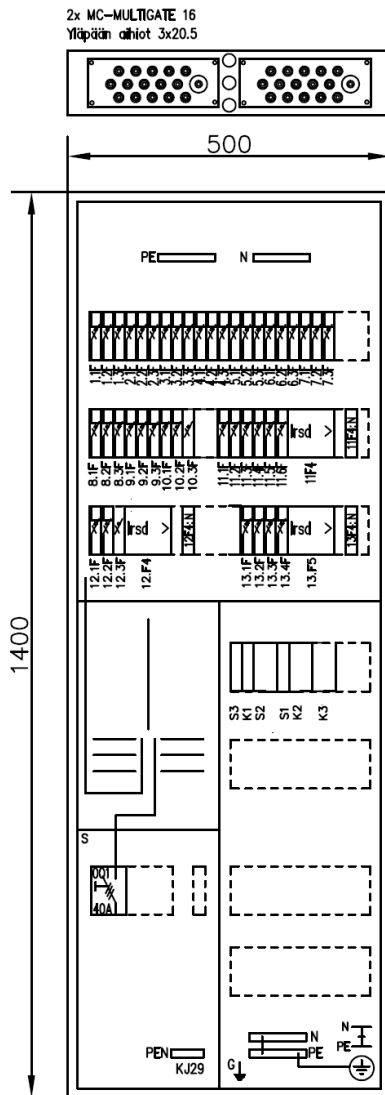






UTU ELEC OY
PL 20, 28401 ULVILA

Puh: 02-550 800
Fax: 02-550 8333
www.utu.eu



Lähtöosan aihiot 1x48+1x23,5+3x37,5 mm
MC-MULTIGATE 16

EN 60 439-3	Sähkö n:o 3332098	Nimellinen tasoituserroin	2--3 autom./vaihe 0,8
Malli boxer 3436 K			4--5 autom./vaihe 0,7
PL / kW	I _N / A	U _N / V	P _N / kW
Nimellisjännite	U _N 400 V	Nimellisaajuus	50 Hz
Apupiirin nimellisjännite	- V	Suojaus sähköiskulta	Suojamaad. ja kotelointi
Nimellisieristysjännite	U _i 400 V	Maadoitusjärjestelmä	TN-S järjestelmä
Nimellisvirta, keskus	I _N 35 A	Ympäristöolot	Normaalit
Nimellisvirta, piirit	I _N - A	EMC-käyttöympäristö	A ja B
Terminen rajavirta	I _{cw} < 10 kA	Paino	- kg
Dynaaminen rajavirta	I _{pk} - kA		




boxer

UTU ELEC OY MADE IN FINLAND		(FI)
MALI boxer 3436 K		
I _N 35 A	EN 60 439-3	
U _N 400 V	IP 30	
F 50 Hz	TYÖ N:o	

Suunn. JK	Pvm. 27.1.2010	KOKOONPANOKUVA	Lehti 1/3	Arkistotunnus
Tark.	Muutos	Keskustunnus	Piir. n:o	
Hyv.	Suhde 1:10 (A4)			

3332098

Keskuskaavio

KESKUS	NRO	NIMITYS	A/A	kW	JOHDOTUS
 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px;"> MAADOITUSELEKTRODI PUTKISTOMAADOITUS (Vesä) ANT. LAITTEIDEN MAAD. IV-kangas KESKUKSEN ULKOPUOLELLA </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px;"> SINETÖINTIMÄHDOLLISUUS  </div>					
		Pääkytkin	40A		
	1.1	Valaistus olohuone	C10		MMJ 3x1,5s
	1.2	Valaistus MH3&VMH	C10		MMJ 3x1,5s
	1.3	Valaistus MH2	C10		MMJ 3x1,5s
	2.1	Valaistus laitehuone ja varasto	C10		MMJ 3x1,5s
	2.2	Valaistus eteinen	C10		MMJ 5x1,5s
	2.3	Palohälyttimet	C10		MMJ 3x1,5s
		Ohjaus painonapit			
	3.1	Jakotukki sauna	C10		MMJ 3x1,5s
	3.2	Jakotukki keittiö	C10		MMJ 3x1,5s
	3.3	Valaistus keittiö	C10		MMJ 5x1,5s
	4.1	Pistorasia IV-kone	C16		MMJ 3x2,5s
	4.2	Pistorasia APK	C16		MMJ 3x2,5s
	4.3	Pistorasia PPK ja kuivausrumpu	C16		MMJ 3x2,5s
	5.1	Pistorasia jääkaappi ja pakastin	C16		MMJ 3x2,5s
	5.2	Pistorasia talojakamo	C10		MMJ 3x1,5s
	5.3	Ohjaus keittiön pistorasiat ja liesi	C10		MMJ 3x1,5s
	6.1	Valaistus vintti	C10		MMJ 3x1,5s
	6.2		C10		
	6.3		C10		
	7.1		C10		
	7.2		C10		
	7.3		C10		
		Ohjaus keittiön kytkimeltä			
	8.1	Liesi	C16		MMJ 5x2,5s
	8.2	Liesi	C16		MMJ 5x2,5s
	8.3	Liesi	C16		MMJ 5x2,5s
	9.1	Maalämpöpumppu	C20		MMJ 5x6s
	9.2	Maalämpöpumppu	C20		MMJ 5x6s
	9.3	Maalämpöpumppu	C20		MMJ 5x6s
	10.1	Kiuas	C16		MMJ 5x2,5s
	10.2	Kiuas	C16		MMJ 5x2,5s
	10.3	Kiuas	C16		MMJ 5x2,5s

Suunn. JK	Pvm. 27.1.2010	PÄÄKAAVIO	Lehti 2/3	Arkistotunnus
Tark.	Muutos	Keskustunnus	Piir. n:o	
Hyv.	Suhde			3332098

