



SAVONIA

- AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KESKUSSANEERAUKSEN SUUNNITTELU

TEKIJÄ: Niko Remes

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Niko Remes			
Työn nimi Keskussaneerauksen suunnittelu			
Päiväys	26.05.2017	Sivumäärä/Liitteet	41/8
Ohjaaja(t) Lehtori Heikki Laininen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Sähköasennus Sähkömestarit Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Sähköasennus Sähkömestarit Oy:lle. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä keskussaneerauksen suunnittelu Inkilänmäellä sijaitsevaan vanhaan seurakuntataloon. Kohde on kolmikerroksinen rakennus, jonka keskikerroksessa toimii nykyään lounasravintola. Projektin tarkoituksena on saada keskikerroksen sähköt oman sähkönkulutusmittarin taakse, jolloin lounasravintolan kuluttamaa tehoa pystytään seuraamaan tarkasti.</p> <p>Tavoitteena oli saada suunnitelutyön myötä käyttökelpoisia mitoitusarvoja, joita voidaan käyttää kohteen kaapelointia ja suojausta valittaessa. Mitoituksessa oli apuna standardit sekä oppikirjat, joiden perusteella laskennallinen mitoitus suoritettiin.</p> <p>Työ vaati tarkkaa tutustumista kiinteistön vanhoihin sähkökuviin lähtötilanteen selvittämiseksi. Kiinteistön tasokuvat ja pääkaaviot olivat ensisijaisen tärkeitä, lähtötilannetta selvitettäessä. Kiinteistön muutoksista laadittiin tasokuvat, jotka elivät projektin edetessä.</p> <p>Keskikerrokseen suunniteltiin keskus, joka toimii keittiötilan ryhmäkeskuksena. Uusi keskus myös syöttää kerroksen toista keskusta, joka toimii ryhmäkeskuksena kerroksen muille ryhmille. Opinnäytetyössä käsitellään teoriaa, projektin vaiheita sekä mitoituksen vaiheita.</p> <p>Saatuja mitoitusarvoja hyödynnettiin osittain suoraan tuloksista, mutta joitain mitoitusarvoja sovellettiin vielä lopullisia kaapeleita ja suojauksia valittaessa. Tuloksena saatiin myös sähkökuvia muutosten osalta mm. tasokuvia ja nousukaavio sekä uuden keskuksen pää- ja ohjauspiirikaaviot.</p>			
Avainsanat Saneeraus, sähkösuunnitelma			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Lehtori Heikki Laininen			
Title of Thesis Renovation planning of electrical center			
Date	26.05.2017	Pages/Appendices	41/8
Supervisor(s) Mr Heikki Laininen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Sähköasennus Sähkömestarit Oy			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was done for Sähköasennus Sähkömestarit Ltd. The aim of this thesis was to make a renovation plan for the electrical center to the target building. The target building is an old three-storey parish building which is located in Inkilänmäki and nowadays there is a lunch restaurant on the second floor. The purpose of this project was to collect electrical groups to the second floor through its own electricity consumption meter. This means that the power consumption of the restaurant can be monitored closely.</p> <p>The aim of this thesis was to get usable dimensioning values through the planning work, which can be used in the choice of the wiring and choosing the protection. The dimensioning was supported by the standards and the textbooks which were the base of the computational dimensioning.</p> <p>The job required careful insight into the old electrical images of the property to find out the baseline. The property's plan view and main plans were particularly important when determining the starting point. The changes in the property were made with the plan view that lived while the project progressed.</p> <p>A server whose function is to be the electrical distribution center in the kitchen area was planned on the second floor. This new distribution center also serves other groups of the second floor. The thesis was all about processing with theory, project phases and phases of design in the building.</p> <p>The results of the dimensioning values were used directly from the results, but some of the values were modified when final cables and shields were selected. As result of this thesis, also the electric images of the changes for example plan views and charts as well as the main and the control circuit diagrams of the new center were obtained.</p>			
Keywords Renovation, electrical plan			

ESIPUHE

Haluan kiittää Sähköasennus Sähkömestarit Oy:tä ja Martti Ikosta tästä opinnäytetyöaiheesta. Kiitos Henry Suhoselle, joka oli paljon mukana työn tekemisessä. Kiitos myös ohjaavalle opettajalle lehtori Heikki Lainiselle työn ohjaamisesta.

Kuopiossa 26.05.2017

Niko Remes

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	SANEERAUS KOHTEESSA	8
2.1	Kohde	8
2.2	Keskussaneeraus	8
2.3	Projektin aloitus	9
2.4	Ryhmien tarkistaminen	9
3	SANEERAUSTA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET	10
3.1	Sähköasennusten toteuttaminen	10
3.2	Kotelointi	10
3.3	Maadoitus	12
3.4	Suunnittelu	13
4	MITOITUKSEN PERUSTEITA TEORIASSA	14
4.1	Mitoitusarvot	14
4.2	Suojaus	15
4.2.1	Ylikuormitussuojaus	15
4.2.2	Oikosulkusuojaus ja vikasuojaus	15
4.3	Kaapelin mitoitus	18
4.4	Jännitteenalenema	20
5	KOHTEEN LÄHTÖTILANNE	22
5.1	Jakelualueet	22
5.2	Tilat	23
6	KOHTEEN SUUNNITTELU	26
6.1	Keittiön laitteet	26
6.2	Toimistotilat	26
6.3	Uudet jakelualueet	27
6.2	Tehontarpeen arviointi	27
6.4	Keskuksen pääsulake	28
6.5	Nousukaapelin mitoitus	29
6.6	Vikasuojausehtojen toteutuminen	29
6.7	Jännitteen alenema kohteessa	30

6.8	Keskuksen suunnittelu.....	30
6.8.1	Ryhmät	31
6.8.2	Ohjaus	31
7	YHTEENVETO.....	32
8	LÄHTEET	33
	LIITE 1. UUDEN KESKUKSEN PÄÄKAAVIO	34
	LIITE 2. OHJAUSPIIRIKAAVIO	35
	LIITE 3. OHJAUS	36
	LIITE 4. MAADOITUSKAAVIO.....	37
	LIITE 5. NOUSUKAAVIO	38
	LIITE 6. KEITTIÖN TASOKUVA	39
	LIITE 7. TOIMISTOT TASOKUVA.....	40
	LIITE 8. TOIMISTOT TASOKUVA.....	41

1 JOHDANTO

Opinnäyttyöni oli vanhan seurakuntatalon keskussaneeraus. Tein suunnitelman Kuopiolaiselle Sähköasennus Sähkömestarit Oy:lle, joka toimii kohteessa sähköurakoitsijana. Kiinteistössä toimii nykyään lounasravintola, jonka seurauksena etenki kiinteistön keittiö on kokenut muutoksia sähkölaitteiden osalta. Lähtökohta työlle oli, että luonasravintolan tilat saadaan oman kulutusmittarin taakse, jotta ravintoloitsija pystyy seuraamaan omaa sähkönkulutustaan. Kiinteistöön lisättiin kaksi uutta keskusta ja vanhoja keskuksia hyödynnettiin mahdollisuuksien mukaan.

Tavoitteena oli tehdä saneerausta varten sähkötekniämitoitusta sekä suunnittelutyötä. Sähkötekni- senmitoituksen tavoitteena oli mitoittaa muutoksen alla olevien alueiden kaapeleita ja suojuksia. Suunnittelutyön tavoitteena oli suunnitella kiinteistöön uusi keskus sekä sen ympärille uudet jakelu- alueet.

Kiinteistön muutokset on tarkoitus näkyä dokumentoituna muutosalueiden tasokuvissa sekä uudessa nousukaaviossa. Uusi keskus dokumentoidaan myös pääkaavion sekä ohjauspiirikaavion osalta.

Opinnäytetyössä kerron projektin vaiheista ja suunnittelun vaiheista. Mitoituksesta kerron yleisellä tasolla ja kuinka teoriaa sovellettiin kyseiseen kohteeseen.

2 SANEERAUS KOHTEESSA

Kohdetta remontoitiin muutenkin kuin sähköurakan osalta, joten projekti eteni muuttuvalla aikataululla muiden työvaiheiden mukaan.

2.1 Kohde

Opinnäytetyön kohde on vanha kolmikerroksinen seurakuntatalo, jonka toisessa kerroksessa toimii nykyään lounasravintola. Kiinteistön alakerrassa on pääkeskus, joka syöttää toisen ja kolmannen kerroksia omia ryhmäkeskuksia (JK-11 ja JP-21) sekä alakerran ryymiä.

Toiseen kerrokseen on vuonna 2007 lisätty valaistusjärjestelmä, jonka valaistuskeskusta (JK-11.1) syöttää toisen kerroksen ryhmäkeskus JK-11.

Projektissa keskikerrokseen suunnitellaan uusi keskus. Uuden keskuksen idea on toimia suurtalouskeittiön ryhmäkeskuksena sekä syöttää kerroksen toista keskusta (JK-11), jolloin alakerran pääkeskuksen noustaisiin toiseen kerrokseen ainoastaan yhdellä nousukaapelilla.

2.2 Keskussaneeraus

Keskussaneerauksessa kiinteistön jakelualueet kokevat muutoksia ja kohteeseen voidaan suunnitella uusia keskuksia sekä poistaa vanhoja. Vanhoja keskuksia hyödynnetään uuden käyttötarkoituksen ehtoilla, jolloin järjestelmän uusiminen kohdistuu vain muutoksien kannalta välttämättömiin järjestelmän osiin.

Standardin määritelmän mukaan muutos- ja laajennustyössä asennusta muutetaan tai laajennetaan niin, että asennuksen olosuhteet, laajuus tai suojaus muuttuvat. Muutetussa tai laajennetussa asennuksessa on sekä uusia, että myös osia vanhasta asennuksesta (SFS-6000, 2012 s. 570).

Kun järjestelmässä uusitaan keskus ja sen myötä johdotus, noudatetaan tällöin vaatimuksia, jotka koskevat uudisasennuksia (Ylinen, 2011 s. 100).

Kyseisellä työmaalla ei suoritettua täydellistä sähkösaneerausta, jossa olisi uusittu koko sähköjärjestelmä tai sen osat vaan kohteeseen tehtiin muutos- ja laajennustöitä, jolloin kohde vastaa nykyistä käyttötarkoitusta. Kiinteistölle lisättyjen keskusten jakelualueelle kuuluvat järjestelmän osat uusittiin eli uusista keskuksista syötettyjen ryhmien ryhmäjohtot sekä kalusteet vaihtuivat uusiin.

2.3 Projektin aloitus

Projekti alkoi aloituspalaverilla, jossa oli paikalla minun lisäksi ohjaavaopettaja sekä opinnäytetyöpaikanedustaja. Palaverissa käytiin läpi pääpiirteittäin urakkaan kuuluvat asiat sekä opinnäytetyöhön sisältyvät asiat. Kävimme myös tutustumassa kohteeseen paikanpäällä.

Kohteesta oli paperiset sähkökuvat sekä uudempia kuvia muutostöiden osalta. Minun osalta työ alkoi kuviin tutustumisella ja nykytilanteen selvittämisellä.

Kun kohteen nykytila alkoi olla selville pystyttiin aloittamaan suunnittelu kohteen tarpeiden perusteella. Suunnitelman ympärille alettiin tehdä teknistä mitoitusta. Näistä asioista kerron tarkemmin seuraavissa luvuissa.

2.4 Ryhmien tarkistaminen

Suurimmat muutokset ja työt kohdistuivat suurtalouškeittiöön, joka purettiin aluksi aivan tyhjäksi. Vuosien saatossa tehtyjen muutosten ja puuttellisten merkintöjen takia keittiön kaikki ryhmät käytiin yksitellen läpi, jotta vanhan keskuksen ryhmistä päästiin selville. Tämän kenttätyön jälkeen pystyttiin suunnittelemaan keittiön uudet ryhmät ja näkemään mitä vanhaan keskukseen tulee jäämään. Vanhasta keskuksesta siirrettiin uuteen keskukseen käytännössä kaikki keittiön ryhmät ja vanhaan keskukseen jäi kerroksen muiden tilojen syötöt.

3 SANEERAUSTA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET

Suomessa on voimassa ministeriön laatima sähköturvallisuuslaki, jota valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. Tässä luvussa käydään läpi olennaisia määräyksiä, jotka koskevat opinnäyte-työnaihetta. Määräykset on kerätty SFS 6000 standardisarjan kirjoista sekä D1-käsikirjasta. Sähkölakiin perustuva standardisarja on melko aukoton läpileikkaus sähköalan standardeista, joka käsittää ilmajohdot, pienjännite- ja suurjänniteasennukset sekä sähkötyöturvallisuuteen ja erityisasennuksiin liittyvät säädökset ja standardit.

3.1 Sähköasennusten toteuttaminen

Sähköasennusten tekemiseen vaaditaan riittävää pätevyyttä sekä ammattitaitoa. Käytettävien materiaalien tulee olla sopivia ja sähkölaitteiden asennuksessa on noudatettava laitevalmistajan asennusohjeita. Asennukselle tehdään vaadittavat käyttöönottotarkastukset, jotta se voidaan todeta standardin mukaiseksi (SFS-6000, 2012 s. 36)

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen perusteella sähkölaitteistolle on tehtävä riittävän laaja käyttöönottotarkastus, jonka perusteella sähkölaitteisto ei aiheuta sähköturvallisuuslain määrittelemää vaaraa tai häiriötä. Poikkeuksia lukuun ottamatta käyttöönottotarkastuksesta tulee laatia tarkastuspöytäkirja (SFS-6000, 2012 s. 35).

Sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotyöhön on poikkeuksia lukuun ottamatta nimettävä sähkötöidenjohtaja. Sähkötöidenjohtaja on oltava riittävän kelpoisuuden omaava luonnollinen henkilö, joka huolehtii siitä, että sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia, säännöksiä ja määräyksiä. Sähkötöidenjohtaja huolehtii myös siitä, että sähkölaitteet ja -laitteistot ovat määräysten, säännösten ja sähköturvallisuuslain mukaiset ennen käyttöönottoa tai luovuttamista. Sähkö- tai käyttötoita tekevän henkilön ammattitaidon ja riittävän opastuksen varmistaminen kuuluvat myös sähkötöidenjohtajalle (SFS-6000, 2012 s. 27).

3.2 Kotelointi

Sähkölaitteiden koteloinnille on olemassa kansainvälinen IP-luokitus. Laitteiden kotelointiluokituksen valintaan vaikuttaa sähkölaitteen käyttöolosuhteet.

IP-koodin ensimmäinen tunnusnumero ilmoittaa siitä, kuinka kotelointi suojaa ihmisiä koskettamasta vaarallisia osia, estäen tai rajoittaen ihmiskehon osan tai ihmisen pitämän esineen sisääntunkeutumisen ja samanaikaisesti kuinka kotelointi suojaa laitetta vieraiden esineiden ja pölyn sisääntunkeutumiselta.

Toinen numero ilmoittaa, kuinka kotelo estää veden haitallisen sisääntunkeutumisen. Kotelointiluokan tunnus merkitsee numeroon 6 asti, että kyseinen kotelointi täyttää myös alempien luokkien vaatimukset.

TAULUKKO 1. Kotelointiluokkien numeroiden merkitys

Osat	Numerot	Merkitys laitesuojauksessa	Merkitys henkilösuojauksessa
Kirjaimet	IP	-	-
Ensimmäinen tunnusnumero		Suojausvieraiden esineiden ja pölyn sisäänkäymältä	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	työkalulta
	4	kun halkaisija $\geq 1,0$ mm	langalta
	5	pölysuojatusti	langalta
	6	pölytiivisti	langalta
Toinen tunnusnumero		Suojattu veden sisäänkäymän 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	-

IP-koodissa voi esiintyä myös lisäkirjain koskien vaarallisten osien kosketussuojausta. Lisäkirjainta käytetään todellisen suojauksen ollessa parempi kuin mitä ensimmäinen tunnusnumero ilmoittaa. Parempi suojaus voidaan toteuttaa esimerkiksi suojauksilla, aukkojen muodoilla tai kotelon sisäisillä etäisyyksillä. Lisäkirjainta käytetään jos ilmoitetaan vaarallisten osien kosketussuojaus ja ensimmäinen tunnusnumero on korvattu kirjaimella X. Lisäkirjaimen perässä voi olla vielä täydennyskirjain ilmaisemassa jotain poikkeuksellista ominaisuutta (Tiainen, 2012 ss. 164-166).

3.3 Maadoitus

Maadoitukset ja potentiaalintasaukset ovat merkittävä asia sähköturvallisuuden ja häiriönpoiston kannalta. Sähköturvallisuuden kannalta maadoituksen tarkoitus on rajoittaa vaarallisia kosketusjännitteitä, joita voi esiintyä vikatapauksien yhteydessä. Vika voi aiheutua rakennuksen sähköasennuksista tai sitä syöttävästä järjestelmästä.

Sähköturvallisuuden kannalta maadoituksen tehtävänä on myös

- estää vaarallisten jännitteiden siirtyminen järjestelmien välillä
- estää vaarallisten vuotovirtojen, valokaarien ja kipinöiden syntymistä
- luoda toimintaedellytykset vika- ja maasulkusuojaukselle

Maadoituksilla ja potentiaalintasauksilla on myös merkitys häiriönsuojauksessa. Häiriönsuojausta tai häiriön aiheuttamaa ongelmaa voidaan pyrkiä ehkäisemään lisämaadoituksilla tai potentiaalintasauksilla (Tiainen, 2012 s. 275)

Standardissa on määritetty poikkipinnat, jotka kunkin suojajohtimen on täytettävä. Prospektiivin vikavirta aiheuttaa mekaanista ja termistä rasitusta johtimelle. Johtimen on kestävä tämä rasitus suojalaitteen toiminta-aikana.

Suojajohtimen poikkipinta voidaan laskea kaavalla:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} \quad (1)$$

missä:

S = suojajohtimen poikkipinta

I = suojalaitteen kautta kulkeva prospektiivisen virran tehollisarvo, kun tapahtuu hyvin pieni-impedanssinen vika

t = suojalaitteen toiminta-aika

k = kerroin, jonka arvo riippuu suojajohtimen materiaalista, eristyksestä ja muusta rakenteesta sekä johtimelle sallituista alku- ja loppulämpötiloista

Vastaavasti suojajohtimen poikkipinta voidaan valita taulukosta.

TAULUKKO 2. Ssuojajohtimen minimipoikkipinnat

Äärijohtimen poikkinta S mm ²	Vastaavan suojajohtimen minimipoikkipinta mm ² kuparia	
	Suojajohdin on samaa materiaalia kuin äärijohtin	Suojajohdin on eri materiaalia kuin äärijohtin
S ≤ 16	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
16 ≤ S ≤ 35	16 ^a	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
S > 35	$\frac{S^a}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$

Molemmissa valintatavoissa on kuitenkin otettava huomioon seuraavat vaatimukset jos johdin ei ole kaapelivaipan sisällä tai äärijohtimen kanssa samassa asennusputkessa:

- kaapelin poikkipinnan oltava vähintään 2,5mm² kuparia tai 16mm² alumiini, jos suojajohdin on mekaanisesti suojattu
- kaapelin poikkipinnan oltava vähintään 4mm² kuparia tai 16mm² alumiini, jos suojajohdin on mekaanisesti suojattu

Jos suojajohdin ei ole osa kaapeli, mutta se on asennettu putkeen tai johtokanavaan tai suojattu vastaavalla tavalla se katsotaan olevan suojattu mekaanisesti.

3.4 Suunnittelu

Standardi korostaa suunnittelun tärkeyttä suojauksen mitoituksessa, jossa varmistetaan sähköasennusten suojausten perusvaatimusten toteutumine. Laskelmien avulla pyritään välttämään väärää mitoitusta jonka korjaaminen saattaisi tulla työlääksi ja kalliiksi. Suojauksen perusvaatimukseen kuuluu vikasuojaus sekä ylivirtasuojaus.

Suojauksen perusvaatimusten takaamiseksi tarvitaan laskennassa tiettyjä lähtötietoja. Ylikuormitus-suojauksen laskentaan tarvitaan tieto suojattavan piirin kuormitusvirrasta, joka riippuu piirissä olevan kuorman tehosta. Kuormitusvirta tulee tietää myös kaapelia mitoittaessa. Oikosulkusuojaksessa liittymiskohdan suurin oikosulkuvirta on tarvittava lähtötieto. Keskuksen suurimmat ja pienimmät oikosulkuvirrat sekä tarvittaessa pienin oikosulkuvirta ryhmäjohtidon päässä tulee selvittää, jotta voidaan varmistua oikosulkusuojauksen toimivuudesta. Suunnittelussa pitää myös huomioida onko käytössä yhteinen ylikuormitus- ja oikosulkusuoja vai erilliset molempiin käyttötarkoituksiin.

Jännitteenaleneman ja selektiivisyyden selvittäminen on myös suositeltavaa suunnitteluvaiheessa ja pakollista mikäli näin on erikseen sovittu (Tiainen, 2012 s. 34)

4 MITOITUKSEN PERUSTEITA TEORIASSA

Mitoituksen suunnittelussa noudatetaan lähtökohtaisesti vaiheittaista suunnittelutapaa, jossa käytetään apuna esimerkiksi ohjekirjaa tai standardia, joka sisältää tarvittavat kaavat ja taulukot. Itse käytin apuna pääasiassa Sähkö- ja teleurakoitsijaliiton *Johdon mitoitus ja suojaus* -nimistä kirjaa.

4.1 Mitoitusarvot

Mitoitusarvojen selvittäminen on laskennan ensimmäinen vaihe, jonka perusteella kaapelin sekä suojausten mitoitusta lähdetään tekemään. Mitoitusarvojen selvittäminen alkaa tehontarpeen arvioinnilla, jossa pyritään nimellisarvojen sekä kokemusperäisen arvioinnin avulla saamaan mahdollisimman tarkka, mutta kuitenkin suuntaa antava kuvaus kohteen tehontarpeesta. Kohteesta riippuen tiedossa voi olla tarkat arvot siitä kuinka suurta tehontarve tulee olemaan, mutta yleensä tarkkaa tehontarvetta ei voida etukäteen tietää vaan kohteen kulutusta pyritään arvioimaan kaavojen avulla. Mitoituksessa pyritään myös arvioimaan laitteiden käyttöastetta ja käytönvaihtelua, jota laskennassa kuvataan tasoituskertoimella.

TAULUKKO 3. Huipputehojen laskentamalleja (Johdon mitoitus ja suojaus, 2010).

Asuinrakennukset		Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot:	Huipputeho [kW]	$A_{\text{ker}} = \text{kerrosala [m}^2\text{]}$
1 Ilman kiukaita	$P_{\text{max}} = P_{\text{ra}} + 17 \cdot A_{\text{ker}}/1000$ $P_{\text{ra}} = 65 \text{ kW}$	Soveltuu, jos A_{ker} on vähintään 2500 m ² . Pienemmissä P_{ra} korvataan arvolla: $P_{\text{ra}} = A_{\text{ker}} / 2500 \cdot P_{\text{ra}}$ P_{ra} vähintään 30 kW
2 Huoneistokohtaiset kiukaat	$P_{\text{max}} = P_{\text{ra}} + 24 \cdot A_{\text{ker}}/1000$ $P_{\text{ra}} = 90 \text{ kW}$	
Pienet rivitalot:	Huipputeho [kW]	Rivitalot, joissa 5-15 huoneistoa; $A_{\text{om}} = \text{lämmitetty pinta-ala [m}^2\text{]}$
1 Ei sähkölämmitystä, kiuas on	$P_{\text{max}} = 30 + 26 \cdot A_{\text{om}}/1000$	
2 Suora sähkölämmitys, kiuas	$P_{\text{max}} = 30 + 64 \cdot A_{\text{om}}/1000$	Käyttöveden lämmitys jatkuvana tai yöllä
3 Suora sähkölämmitys, kiuas tai kiuasvaraus	$P_{\text{max}} = 30 + 49 \cdot A_{\text{om}}/1000$	Käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot ja erittäin pienet rivitalot:	Huipputeho [kW]	Maksimi 4 rivitalohuoneistoa tai omakotitalot; $A_{\text{om}} = \text{lämmitetty pinta-ala [m}^2\text{]}$
1 Ei sähkölämmitystä, kiuas on	$P_{\text{max}} = 7,5 + 26 \cdot A_{\text{om}}/1000$	
2 Suorasähkölämmitys, kiuas	$P_{\text{max}} = 7,5 + 64 \cdot A_{\text{om}}/1000$	Käyttöveden lämmitys jatkuvana tai yöllä
3 Suora sähkölämmitys, kiuas tai kiuasvaraus	$P_{\text{max}} = 7,5 + 49 \cdot A_{\text{om}}/1000$	Käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet:		$N_{\text{pa}} = \text{lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä}$ $P_{\text{pa}} = \text{pysäköintialueen huipputeho [kW]}$
1 Pysäköintialue	$P_{\text{pa}} = 10 + 0,5 \cdot N_{\text{pa}}$	
Huomautukset: Liittymisjohdon virtaa määritettäessä tulee huomioida kuormituksen tehokerroin $\cos \varphi$. Jos loistehon osuus on vähäinen, voidaan arvioida $\cos \varphi = 0,96$.		

Huipputehojen arvioinnissa voidaan käyttää taulukon mukaisia laskentakaavoja jos ne soveltuvat mitoitettavaan kohteeseen. Vaihtoehtoisessa laskentamallissa kiinteistön laitteiden tehot lasketaan yh-

teen ja arvioidaan tasoituskerroin mallintamaan todellista tehontarvetta. Jos tasoituskerrointa on käytetty jo sähkötehoja summatessa saadaan mitoitusvirta laskettua kaavalla:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (2)$$

4.2 Suojaus

Suojausta suunniteltaessa huomioidaan järjestelmän suojaus ylikuormitukselta ja oikosuluilta. Sama suojalaite voi toimia ylikuormitus- sekä oikosulkusuojana.

4.2.1 Ylikuormitussuojaus

Ylikuormitussuojauksen tarkoitus on katkaista virtapiirin virran syöttö jos piirissä esiintyy liian suurta ylivirtaa liian pitkään muutoin kuin vian aikana. Tyypillisesti ylikuormitussuojaus hoidetaan sulakkeilla, johdonsuojakatkaisijoilla tai katkaisijoilla. Ylikuormitussuojana toimivan laitteen nimellisvirran on oltava suurempi kuin virtapiirin nimellisvirta.

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad (3)$$

$$I_z \leq 1,45 \cdot I_n \quad (4)$$

missä:

I_B = virtapiirin mitoitusvirta

I_z = johtimen jatkuva kuormitettavuus

I_n = suojalaitteen nimellisvirta

I_z =virta, joka varmistaa suojalaitteen toimimisen suojalaitteelle määritellyssä tavanomaisessa toiminta-ajassa. Virran I_z arvo, jolla suojalaite toimii tehokkaasti, on annettu laitestandardeissa tai se saadaan valmistajalta (Tiainen, 2010 s. 27).

Ryhmätasolla ylikuormitussuojauksen mitoittaminen on yleensä yksinkertaista kun tiedetään ryhmän ottama nimellisvirta. Nousu- ja pääsulaketasolla vaaditaan enemmän arvioimista ja kokemusperäistä tietoa. Etenkin pääsulaketasolla huomioidaan usein mahdollinen kuormituksen kasvu tulevaisuudessa.

4.2.2 Oikosulkusuojaus ja vikasuojaus

Oikosulkusuojan tarkoitus on suojata virtapiiriä oikosulun aiheuttaman suuren virran vaikutuksilta. Oikosulkusuojana toimii tyypillisesti sama sulake tai johdonsuojakatkaisija mikä toimii myös ylikuormitussuojana. Johdonsuojakatkaisijan toimiessa oikosulkusuojana on otettava huomioon suojalaitetyyppien B, C ja D eriävät ominaisuudet. Johdonsuojakatkaisijalla terminen laukaisualue, jonka sisällä laite toimii ylikuormitussuojana ja magneettinen laukaisualue, jonka sisällä laitteen tulisi toimia oikosulkusuojana. Johdonsuojakatkaisijan laukaisukäyrä on erilainen sen tyyppistä riippuen (B, C, D). B-

tyyppiä käytetään suojaamaan resistiivistä kuormaa, C-tyyppiä käytetään suojaamaan tyypillistä kiinteistökuormaa (valaistus, pistorasiat) ja D-tyyppiä käytetään suojaamaan sellaisia kuormia, joilla on suuret käynnistysvirrat kuten suuret moottorit.

TAULUKKO 4. Johdonsuojakatkaisijoiden ominaisarvoja (Tiainen, 2010).

Laukaisukäyrä ja nimellisvirrat		Terminen laukaisu	Laukaisu-aika	Magneettilaukaisu	Laukaisu-aika
B	$\leq 63 A$	$1,13 I_n$	$> 1 h$	$3 I_n$	$\geq 0,1 s$
		$1,13 I_n$	$< 1 h$	$5 I_n$	$< 0,1 s$
C	$\leq 63 A$	$1,13 I_n$	$> 1 h$	$5 I_n$	$\geq 0,1 s$
		$1,13 I_n$	$< 1 h$	$10 I_n$	$< 0,1 s$
D	$\leq 63 A$	$1,13 I_n$	$> 1 h$	$10 I_n$	$\geq 0,1 s$
		$1,13 I_n$	$< 1 h$	$20 I_n$	$< 0,1 s$

Ryhmätasolla suojauksen toteuttaminen on siirtynyt pääosin johdonsuojakatkaisijoille. Pää- ja nousulakkeina käytetään kuitenkin paljon vielä tulppa- tai kahvasulakkeita.

Kaavassa 4 käytettiin kerrointa 1,45, joka kuvasti suojalaitteen ylempää sulamisrajavirtaa. Sulakkeella tämä virta, jolla suojaus toimii varmasti yleensä tunnissa on kuitenkin suurempi. Sulakkeen mitoituksessa käytetään siis kaavaa:

$$k \times I_n \leq 1,45 \times I_z \quad (5)$$

missä:

I_n = suojalaitteen nimellivirta

I_z = johtimen jatkuva kuormitettavuus

k = sulakkeen ylempään sulamisvirran ja sulakkeen nimellivirran suhde.

(Johdon mitoitus ja suojaus, 2010, s33)

TAULUKKO 5. gG-sulakkeiden toimintaominaisuudet (Tiainen, 2010).

Nimellivirta	Alempi toimintarajavirta	Ylempi toimintarajavirta	Aika
$I_n \leq 4 A$	$1,5 I_n$	$2,1 I_n$	1 h
$4 A < I_n < 16$	$1,5 I_n$	$1,9 I_n$	1 h
$16 A \leq I_n \leq 63 A$	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$	1 h
$63 A < I_n \leq 160 A$	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$	2 h
$160 A < I_n \leq 400 A$	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$	3 h
$400 < I_n$	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$	4 h

Vikasuojauksella varaudutaan tilanteeseen, jossa vikaantunut virtapiiri aiheuttaa vaaraa käyttäjälle tai virtapiirille. Vikatilanteessa pyritään automaattiseen poiskytkentään, jolloin vikavirta saadaan kytettyä pois. Automaattinen poiskytkentä tulee tapahtua enintään 0,4 sekunnissa, jos kyseessä on enintään 32A ryhmäjohto. Pääjohdoilla sekä yli 32A ryhmäjohdoilla poiskytkennän on tapahduttava enintään 5 sekunnissa. Mitoitusta tehdessä lasketaan suojauksen toimivuutta, jolloin tarvitaan tietää liittymän oikosulkuvirta. Tietoa voi kysyä jakeluverkkoyhtiöstä. Yksivaiheista oikosulkuvirtaa laskettaessa voidaan käyttää suuntaa antavaa kaavaa:

$$I_k = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z} \quad (6)$$

missä:

I_k = pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta

c = kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteenaleneman liittymässä, johdoissa, sulakkeissa, kytkimissä jne.

U = pääjännite

Z = virtapiirin kokonaisimpedanssi, joka muodostuu

- jakelumuuntajaa edeltävän verkon impedanssista
- muuntajan impedanssista
- muuntajan jälkeisten johtimien impedanssista

Poiskytkentäehtojen toteutumista voidaan tarkastella laskentamallilla, josta saadaan tulokseksi suurin johtopituus, jolla poiskytkentäaik toteutuu.

Kun tiedetään liittymän oikosulkuvirta voidaan laskea kokonaisimpedanssi pääkeskukselle kaavalla:

$$Z_V = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I_k} \quad (7)$$

Seuraavien nousu- tai ryhmäkeskusten impedanssit saadaan kun kaavassa X laskettuun impedanssiin lisätään keskusten välillä olevan kaapelin impedanssi taulukosta 6.

$$Z_{v1} = Z_V + 2 \cdot Z_{\text{kaapeli}} \cdot l \quad (8)$$

jonka jälkeen keskuksen oikosulkuvirta saadaan laskettua kaavalla 6.

TAULUKKO 6. Kaapeleiden impedansseja (Tiainen, 2010).

Johdon poikkipinta A/mm ²	Kupari			Alumiini		
	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z
4 × 1,5	14,620	0,115	14,620			
4 × 2,5	8,770	0,110	8,770			
4 × 4	5,480	0,107	5,480			
4 × 6	3,660	0,100	3,660			
4 × 10	2,244	0,094	2,246			
4 × 16	1,415	0,090	1,418	2,324	0,090	2,326
4 × 25	0,898	0,086	0,902	1,489	0,086	1,492
4 × 35	0,652	0,083	0,657	1,086	0,083	1,089
4 × 50	0,482	0,083	0,489	0,796	0,083	0,800
4 × 70	0,336	0,082	0,346	0,551	0,082	0,557
4 × 95	0,244	0,082	0,257	0,398	0,082	0,406
4 × 120	0,195	0,080	0,211	0,316	0,080	0,326
4 × 150	0,155	0,080	0,174	0,258	0,080	0,270
4 × 185	0,125	0,080	0,148	0,207	0,080	0,222
4 × 240	0,095	0,079	0,124	0,162	0,079	0,180
4 × 300	0,078	0,079	0,111	0,133	0,079	0,155

Usein halutaan tietää pisin mahdollinen johtopituus esimerkiksi ryhmäkeskukselta lähtevälle pistora-
siaryhmälle. Tällöin käytetään kaavaa:

$$l = ((c * U) / (\sqrt{3} * I_k) - Z_v) / (2 * z) \quad (9)$$

jossa

l = johtopituus

c = kerroin 0,95

U = pääjännite

I_k = oikosulkuvirta, joka aiheuttaa automaattisen poiskytkennän vaaditussa ajassa

Z_v = impedanssi ennen suojalaitetta

z = suojattavan johtimen impedanssi

4.3 Kaapelin mitoitus

Kaapelin on kyettävä siirtämään virtaa kuormalle ilman, että johtimet yllämpenevät. Johtimen lämpötila pysyy riittävän alhaisena kun mitoituksessa huomioidaan kuormitusvirran lisäksi asennustapa, ympäristön lämpötila, muiden virtapiirien läheisyys, johdinmateriaali sekä eristemateriaali.

Johdon poikkipintaa mitoittaessa valitaan ensin sulakkeen nimellisarvo taulukosta 7, jonka on oltava yhtä suuri tai suurempi kuin syötettävän ryhmän nimellisvirta. Taulukon toinen sarake kertoo kuinka suuren kuormitusvirran johdon on kestävä. Taulukossa 8 valitaan johtimelle poikkipinta-ala. Taulukossa on valittavissa asennustapa A, C, D tai E.

Asennustapa A : Eristetyt johtimet lämpöeristettyyn seinään upotetussa putkessa tai monijohdinkaapeli lämpöeristettyyn seinään upotetussa putkessa.

Asennustapa C: Yksi- tai monijohdinkaapeli puuseinällä.

Asennustapa D : Monijodinkaapeli maassa.

Asennustapa E: Yksi- tai monijohdinkaapeli vapaasti ilmassa.

(Johdon mitoitus ja suojaus, 2010).

Kaapelin kuormitettavuuteen saattaa liittyä tekijöitä, jotka otetaan huomioon erillisellä korjauskertoimella. Tällaisia tekijöitä voivat olla esimerkiksi rinnakkaiset kaapelit tai virtapiirit, maan lämpöresistiivisyys, maan tai ympäristön lämpötila sekä eristeen tai johtimen materiaali. Näille tekijöille löytyy taulukoista korjauskertoimet. Taulukosta 7 saatu kuormitusvirta jaetaan korjauskertoimien avulla. Nyt voidaan katsoa taulukosta 8 saatua virtaa vastava poikkipinta-ala.

TAULUKKO 7. Johtojen pienimmät kuormitettavuudet (Tiainen, 2010).

gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta (A)	Johdon suurin sallittu kuormitus vähintään (A)
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883
1000	1103
1250	1379

TAULUKKO 8. Johdon kuormitustaulukko (Tiainen, 2010).

Johtimen poikkipinta mm ²	Kaapelien suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta (A)			
	Asennustapa			
	A	C	D	E
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
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
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	386
240	278	427	480	456
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
95	125	180	220	194
120	143	209	255	225
150	164	240	280	260
185	187	274	330	297
240	219	323	375	350
300	257	372	430	404

4.4 Jännitteenalenema

Standardissa on suositus rakennuksen sisäiselle jännitteenalenemalle. Suosituksen mukaan jännitteenalenema tulisi olla alle 4% liittymispisteen ja kulutuskojeen välillä.

Jännitteenaleneman laskennassa käytetään seuraavia kaavoja:

Tasajännitteellä:

$$\Delta U = I^2 \cdot r \cdot l \quad (10)$$

Yksivaiheisella vaihtojännitteellä:

$$\Delta U = I^2 \cdot l \cdot (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (11)$$

Kolmivaiheisella vaihtojännitteellä:

$$\Delta U = I \cdot \sqrt{3} \cdot (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (12)$$

Suhteellinen jännitteenalenema

$$\Delta u = \Delta U / U_n \cdot 100\% \quad (13)$$

Joissa:

ΔU = jännitteenalenema

I = kuormitusvirta

l = johdon pituus

r = ominaisresistanssi

x = ominaisreaktanssi

U_n = nimellisjännite

φ = jännitteen ja virran välinen vaihekulma

Δu = suhteellinen jännitteenalenema

Kuorman ollessa induktiivista käytetään kaavoissa plusmerkkiä kun taas kuorman ollessa kapasitiivista käytetään miinusmerkkiä. (Tiainen, 2012 ss. 233-234).

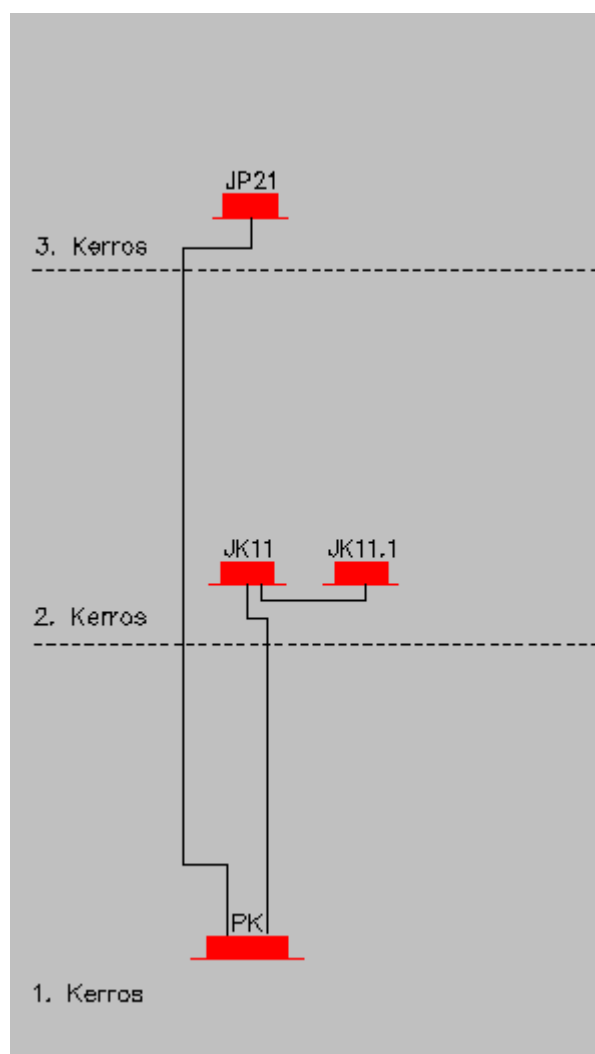
5 KOHTEEN LÄHTÖTILANNE

Lähtötilanteessa kohteen tekniset ratkaisut eivät palvelleet nykyistä käyttöä parhaalla mahdollisella tavalla. Kohteen käyttötarkoitus on muuttunut seurakuntakäytöstä lounasravintolaksi ja toimistotiloiksi.

5.1 Jakelualueet

Lähtötilanteessa kiinteistössä oli kolme keskusta. Alakerrassa pääkeskus, joka syötti alakerran ryhmiä sekä ryhmäkeskuksia JK-11 ja JP-21. Toisen kerroksen keskus JK-11 syötti toisen kerroksen ryhmiä sekä valaistuskeskusta JK-11.1. Yläkerran keskus JP-21 syötti pääasiassa kiinteistön ilmanvaihtokojeita ja niiden ohjauksia.

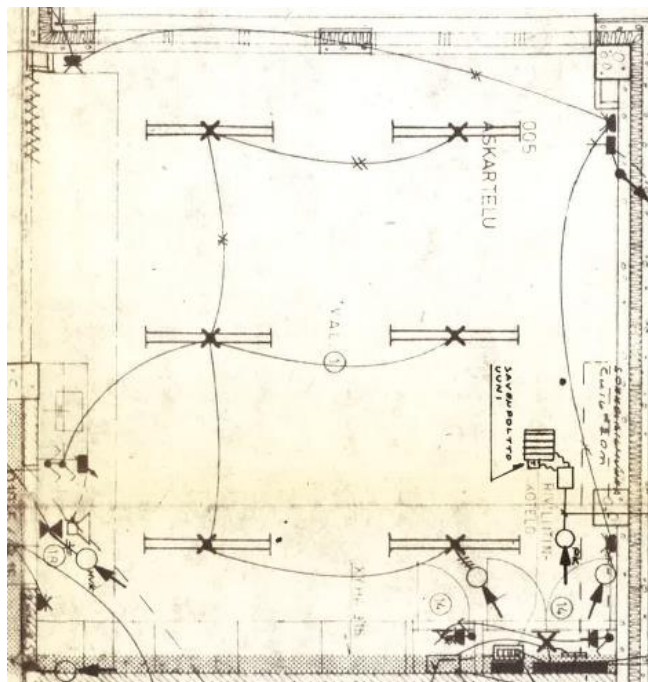
KUVA 1. Nousukaavio lähtötilanteessa



5.2 Tilat

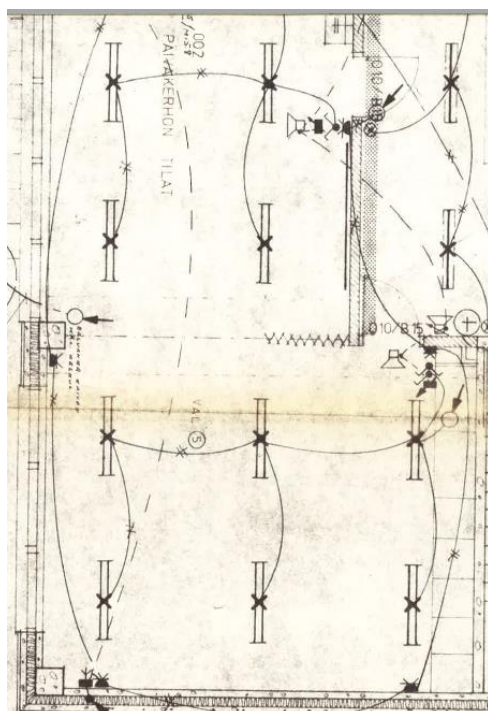
Alakerran tilat kokivat remontissa suurimmat rakenteelliset muutokset. Alakerrassa oleva puuverstas poistui käytöstä ja tilalle tuli kaksi toimistotilaa. Pääkeskuksen ja sisääntulo-oven välillä on käytävä ja lopputilan jakaa väliseinä. Nykytilan voi nähdä liitteenä olevasta kuvasta.

KUVA 2. Puuverstas lähtötilanteessa



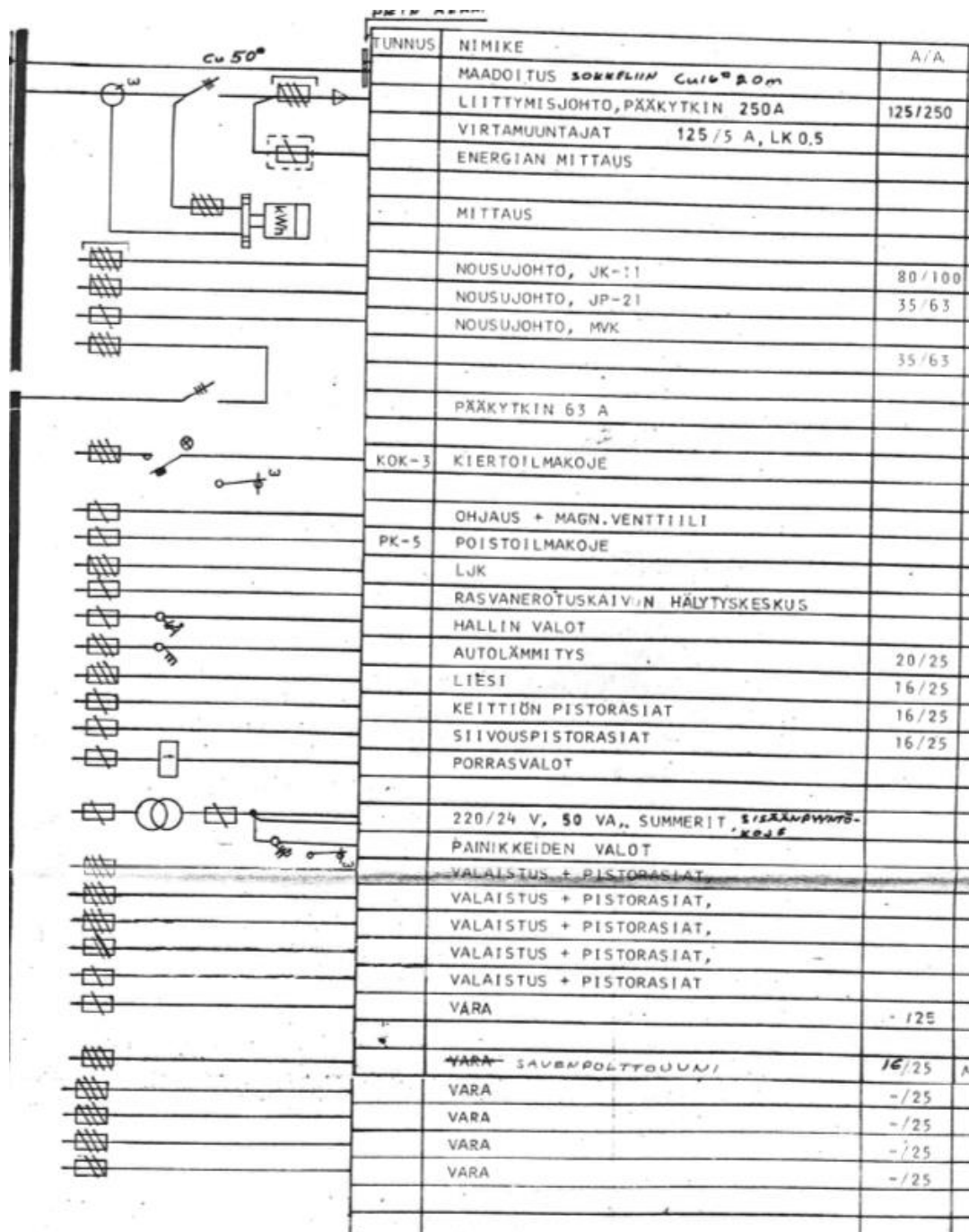
Myös alakerran kerhotilan paikalle tuli toimistotilat. Lähtötilanteessa koko tila oli yhtenäinen ja sen molemmissa päissä oli ovet. Remontin myötä tila on jakaantunut kolmeksi huoneeksi. Nykytilan voi nähdä liitteenä olevasta kuvasta.

KUVA 3. Kerhotila lähtötilanteessa



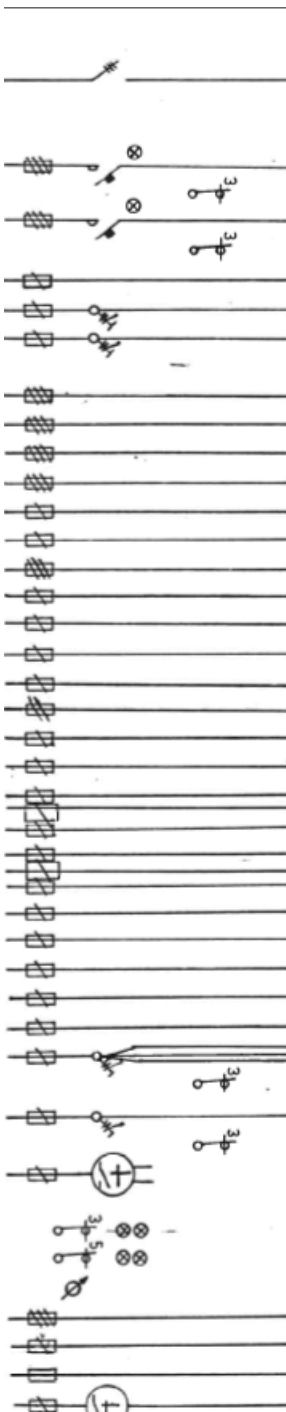
Lähtötilanteessa pääkeskus syötti nousujohtojen lisäksi kaikkia alakerran ryhmiä, mutta sanerauksen myötä alakertaan tuli pieni keskus syöttämään toimistotiloja.

KUVA 4. Pääkeskuksen pääkaavio lähtötilanteessa



Lounasravintolan keittiön käyttötarkoitus ei muuttunut remontin jälkeen, mutta alunperin sitä ei ole suunniteltu ammattimaiseen käyttöön. Remontissa koko keittiön kalustus purettiin, joten se mahdollisti uuden järjestyksen suunnittelun. Keittiön uusi järjestys parantaa keittiön tehokkuutta ja ergonomiaa. Keittiön syötöt tulivat pääosin toisen kerroksen JK-11 keskukselta, mutta myös pääkeskukselta tuli suuren uunin syöttä.

KUVA 5. JK-11 alkuperäinen pääkaavio



TUNNUS	NIMIKE	A/A
	NOUSUJOHTO, PÄÄKYTKIN 100A	
KOK-1	KIERTOILMAKOJE	
KOK-2	KIERTOILMAKOJE	
	OHJAUS+MAGN.VENTTIILI	
	ETEISHALLIN VALOT	
	KULKUVALOT	
	ASTIANPESUKÖNE	16/25
	PIKKUPÄTÄ	20/25
	LIESI	25/25
	YLEISKONE	
	MIKROAALTOUUNI	16/25
	KAHVINKEITIN+LÄMMITIN	16/25
	JÄÄKAAPPI+PAKASTIN + PISTOA.	16/25
	KASSA	16/25
	KEITTIÖN PISTORASIA	16/25
	KEITTIÖN PISTORASIA	16/25
	VALAISTUS, KAHVIO	
	VALAISTUS, SRK-SALI	
	PISTORASIA, KAHVIO+SRK-SALI	16/25
	PISTORASIA, KAHVIO+SRK-SALI	16/25
	PISTORASIA, VASTAANOTTO	16/25
	VALAISTUS+PISTORASIA	
	VALAISTUS+PISTORASIA	
	VALAISTUS+PISTORASIA	
	VALAISTUS+PISTORASIA	
	VALAISTUS, KEITTIÖ	
	HÄLYTYSKESKUS	
	PÄÄKELLO	
	VAHVISTIN	
	ULKOVALOT	
	PYLVÄSVALOT	
	ULKO- JA PYLVÄSVALOJEN OHJAUS	
	VRK-OHJ.	
	TK-1 OHJAUS	
	TK-2 OHJAUS	
	TK-2 RAITISILMÄMÄÄRÄ, HZ 2.13 (SÄÄTÖ)	
	LIESI	16/25
	VARA	-/25
	VARA	-/25
	TK-1 OHJAUS, VKO-VRK-OHJ. (JK-11)	

6 KOHTEEN SUUNNITTELU

Opinnäytetyö koostui sähkösuunnitelman ympärille, joka eteni vaiheittain ensin perehtyen vanhaan järjestelmään, josta edettiin tarvesuunnittelun kautta mitoituksen laskemiseen ja keskuksen suunnitteluun sekä tilaamiseen.

6.1 Keittiön laitteet

Kohteessa käytiin pariin kertaan ravintoloitsijan ja opinnäytetyöpaikanedustajan kanssa suunnittelemassa keittiön laitteiden tulevaa järjestystä. Ravintoloitsijalta sain myös listauksen mitä vanhoja laitteita keittiöön jää ja mitä uusia laitteita tulee. Laitteiden tehonkulutus oli välttämätön tieto kokonaistehoa laskettaessa.

Osa keittiön laitteista sai syötön lattiasta nousevista putkista. Rakennuksen ikä huomioiden, vanhojen kaapelireittien kunto epäilytti. Keittiön kokonaisvaltainen purkaminen kuitenkin mahdollisti uusien kaapelireittien tekemisen, jolloin laitteiden syöttökaapelit voitaisiin tuoda välikatossa keittiöön ja laskea kouruilla ja kaapelitikkaila alas laitteiden tasolle. Keittiön uusitut pistorasiat tulivat pääasiassa asennuskouruihin.

Keittiön suurtehoiset laitteet suunniteltiin syötettäväksi omina ryhminään ja osa pistorasioista samoihin ryhmiin pienempien yksivaiheisten laitteiden kanssa.

Kohteesta ei ollut sähköisiä kuvia, joten piirsin rakennuksen ääriviivat mittakaavaan johon piirsin piste- sekä ryhmityskuvat CADS –ohjelmalla.

TAULUKKO 9. Keittiönlaitteet

Laite	Teho (kW)
APK	7,1
PikkuPata	12
Yleiskone	0,92
Liesi	14
Pakkauskone	0,75
Juomavetolaatikosto	0,6
Kylmävetolaatikosto	0,6
PikaJäähdytyskaappi	1,5
Kahvinkeitin	6,2
Uuni	38

6.2 Toimistotilat

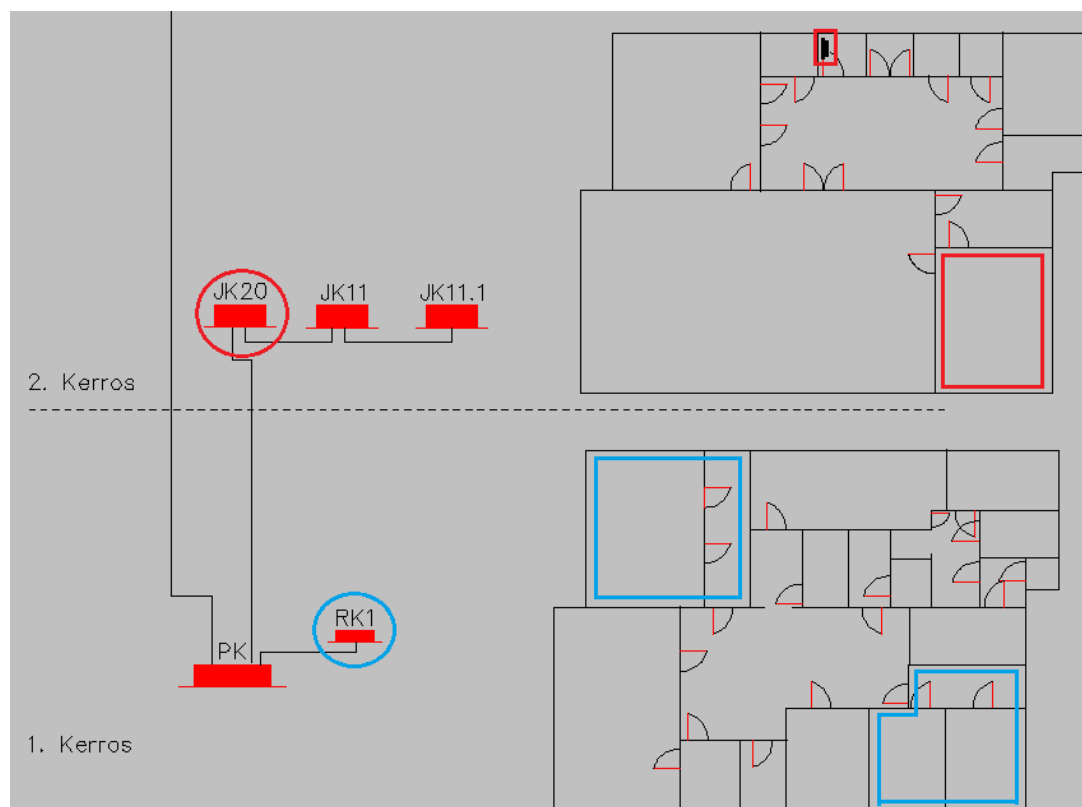
Alakerran uudet toimistotilat saivat uudet syöttökaapelit uudelta keskukselta, joka sijaitsee pääkeskuksen läheisyydessä. Vanhan kerhotilan tilalle tulleille toimistotiloille tuli lattian avauksen yhteydessä uudet lattialämmitykset. Uuden keskuksen syöttö tulee pääkeskukselta ja se toimii ryhmäkeskukseksi toimistotilojen valaistukselle, pistorasiryhmille ja lattialämmityksille sekä ulkopistorasialle.

Toimistotilojen johtoreitit pysyivät osittain samoina ja osa koje- ja jakorasioista jäi käyttöön. Muutoksia johtoreitteihin tuli kaapelikanavien ja alasasketun katon myötä. Uusien pistorasioiden ja ATK-pistorasioiden asennus tapahtui pääosin asennuskouruihin.

6.3 Uudet jakelualueet

Kiinteistön tila jakelualueiden osalta muuttui melkoisesti saneerauksen myötä. Valaistuskeskus JK-11.1 ja yläkerran keskus JP-21 syöttävät edelleen samoja jakelualueita. Pääkeskus syöttää edelleen alakerran ryhmiä lukuun ottamatta uusia toimistotiloja ja ulkopistorasiaa, joita syöttää saneerauksen myötä alakerran uusi ryhmäkeskus, joka saa syöttönsä pääkeskukselta. Toisesen kerroksen uuteen keskukseen nouseaan pääkeskukselta yhdellä nousukaapelilla. Uusi keskus syöttää keittiön ryhmiä sekä vanhaa keskusta JK11. JK11 syöttää valaistuskeskusta JK11.1 ja toisen kerroksen ryhmiä keittiötä lukuun ottamatta.

KUVA 6. Uusien keskusten jakelualueet



6.2 Tehontarpeen arviointi

Tässä projektissa kiinteistön syöttökaapelia ei ollut tarkoitus vaihtaa, mutta päävarokkeeseen oli jätetty kasvattamisen varaa ja oletuksena oli, että pääsulaketta joutuu hieman kasvattamaan johtuen tehotarpeen kasvaessa. Pääsulakkeen laskemiseen tarvittiin kiinteistön tehontarve ja sitä kautta mitoitusvirta.

Suurtalouskeittiö sisältää useita suuritehoisia laitteita, jotka ovat pääsääntöisesti samaan aikaan käytössä kun keittiössä valmistetaan ruokaa. Keittiölaitteiden osalta käytettiin tasoituskerrointa 0,9 jotta

tehontarpeen arvio vastaisi mahdollisimman lähelle todellista tehontarvetta. Muuten kuin keittiötilan osalta, lounasravintolan tehontarvetta (kojekuormaa) arvioitiin pinta-alan huomioivalla kaavalla:

$$P_{kk} = 6 + 20 * Ah/1000 \quad (8)$$

(Tiainen, 2010 s. 14)

Keittiötä ei ole aiemmin mitoitettu näin ammattimaiseen käyttöön, joten hetkellinen maksimiteho nousi arvioiden perusteella melko suureksi. Remontin yhteydessä keittiön laitekantaa uusittiin myös jonkun verran ja pistorasioita lisättiin keittiöön. Keittiössä on myös suuritehoinen uuni, jonka syöttö tuli aiemmin suoraan pääkeskukselta 63 ampeeristen kahvasulakkeiden takaa. Uuden suunnitelman tarkoitus oli, että toiseen kerrokseen nousta ainoastaan yhdellä nousukaapelilla, joten kokonaistehon kasvaessa suureksi myös syöttökaapelin koko kasvaa melko suureksi.

Valaistuskeskus JK11.1 syöttö tuli jo valmiiksi vanhalta ryhmäkeskukselta JK11, mutta myös sen teho tarvittiin kun laskettiin ryhmäkeskuksen kokonaisvirtaa. Valaistuskeskuksen maksimiteho laskettiin nimellisvirran perusteella kaavalla:

$$P = \sqrt{3} * U * I * 0,9 \quad (9)$$

jossa

P = teho

U = pääjännite

I = sulakkeen nimellisvirta

0,9 = kerroin, jolla arvioidaan ryhmän maksimivirta

Valaistusteho, joka koostui muualta kuin valaistuskeskuksen syöttämiltä ryhmiltä, laskettiin valaisimien tehojen perusteella. Jäljelle jääneistä ryhmistä kertyi kokonaisuudessaan vähän yli 40 A arvioitu virran tarve vanhalle keskukselle, joten keskusta JP11 syöttäväksi sulakkeeksi valittiin 50 A johdonsuojakatkaisija.

6.4 Keskuksen pääsulake

Keittiön suuren tehoarvion takia uuden keskuksen pääsulakekannaksi valittiin 3x250A kanta, johon laskennan mukaan valittaisiin 3x200A sulake. Sulakkeeksi valikoitui aluksi pienempi sulake 3x80A. Pienemmän sulakkeen valinnan perusteena oli se, että laskennassa on mahdollisuus ylimitoitukseen, koska keittiön todellista huipputehoa ja huipputehoaikaa oli vaikea arvioida tässä tapauksessa.

Myös pääkeskuksen pääsulakekanta on 3x250A, jossa pääkaavion perusteella on 3x125A sulakkeet. Pääkeskuksen pääsulaketta joutuu todennäköisesti kasvattamaan kokonaistehotarpeen kasvaessa. Uuden keskuksen pääsulakkeiden olisi syytä pysyä pienempinä kuin pääkeskuksen pääsulakkeiden, jotta selektiivisyys säilyy.

6.5 Nousukaapelin mitoitus

Suunnitelman mukaan toista kerrosta syötetään yhdellä uudella nousukaapelilla. Ryhmäkeskuksen pääsulakkeen mahdollisen kasvun kannalta syöttökaapeli mitoittaisiin sulakekannan koon perusteella, mutta tässä tapauksessa pidettiin vaihtoehtona mitoittaa kaapeli sulakkeiden koon perusteella. Sulakekooksi valikoitui lopulta 3x80A. Sulake kokoa vastaavaksi kaapeliksi poikkipinnaksi vallitsevissa olosuhteissa valikoitui 35mm² cu.

Tulevaisuudessa keskuksen sulakekoon kasvattaminen tarkoittaa myös nousukaapelin uusimista. Vallitsevissa olosuhteissa kyseinen ratkaisu vaikutti kuitenkin järkevältä, koska jo nykyinen kaapelin paksuus asetti haasteita asennustyöhön. Nousukaapelin uusiminen on kuitenkin mahdollista tulevaisuudessa. Uuteen keskuksen jäi paljon käyttämättömiä vararyhmiä, joten jos tilan käyttötarkoitus muuttuu tulevaisuudessa, joka aiheuttaa suurempaa tehon tarvetta, ei välttämättä tarvitse uusia ainakaan nykyistä ryhmäkeskusta.

6.6 Vikasuojausehtoien toteutuminen

Kohteen liittymän oikosulkuvirran sain Kuopion Energialta. Heidän verkkotietojärjestelmä antoi yksivaiheiseksi oikosuluksi $I_{k1} = 0,8$ kA ja kolmivaiheiseksi oikosuluksi $I_{k3} = 2,5$ kA. Arvot oletetaan suuntaa antaviksi.

Työssä laskin keskuksien impedanssit sekä johtimien maksimipituuksia.

Sallittu johtopituus lasketaan kaavalla:

$$I = \frac{\frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I_k} - Z_v}{2 \cdot z} \quad (10)$$

jossa

l = johtopituus (km)

c = kerroin 0,95

U = pääjännite

I_k = oikosulkuvirta, joka aiheuttaa automaattisen poiskytkennän

Z_v = impedanssi ennen suojalaitetta

z = suojattavan johtimen impedanssi

Ryhmäjohtojen sallitut johtopituudet olivat edellä esitetyn kaavan perusteella kevyesti vaadituissa rajoissa.

Taulukossa on vielä esitetty keskuksien impedanssit sekä oikosulkuvirrat, jotka on laskettu teoriaosuudessa esitettyjen kaavojen mukaan.

TAULUKKO 10. Keskuksien impedanssit ja oikosulkuvirrat

	Pääkeskus	Uusi keskus	JK11
Keskuksen impedanssi	0,273	0,302	0,344
Oikosulkuvirta	800	726	636

6.7 Jännitteen alenema kohteessa

Laskin kohteen uudelle nousukaapelille jännitteenaleneman teoriaosassa esitetyllä kaavalla:

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

Kaavaan vaikuttavien muuttujien arvot ovat jokseenkin suuntaa antavia, mutta nousukaapelin pysyessä n.<22 metrin mittaisena, jännitteen alenema pysyy alle 4%.

6.8 Keskuksen suunnittelu

Projektissa suunnittelin yläkertaan ryhmäkeskuksen, joka syöttää keittiön kaikkia ryhmiä sekä yläkerran vanhaa keskusta. Ryhmityskuvan perusteella tein keskukselta pääkaavion, joka vietiin keskusvalmistajalle, jossa vielä suunnitteluinsinöörin kanssa viimeisteltiin pääkaavio. Keskuksen pääkaavio ja ohjauspiirikaavio on esitetty liitteissä.

KUVA 7. Uusi keskus



6.8.1 Ryhmät

Keskuksen ryhmä koostuivat keittiön laitteita syöttävistä 1- ja 3- vaihe ryhmistä, yhdestä ohjausryhmästä sekä vanhaa keskusta syöttävästä ryhmästä. Keskuksen lähdöt ovat johdonsuojakatkaisijoiden takana ja pisto- rasiaryhmät sekä vararyhmät on suojattu myös vikavirtasuojakytkimillä.

TAULUKKO 11. Uusi ryhmäkeskus

1.1	OHJAUS(kontaktorien)	10
1.2	JUOMAVETOLAATIKOSTO	10
1.3	KYLMÄVETOLAATIKOSTO	10
2.1	PR+ILP	16
2.2	PR	16
2.3	PR+pakkauskone	16
3	PIKKUPATA	3x20
4	APK	3x16
5	LIESI	3x16
6	YLEISKONE	3x10
7	KAHVINKEITIN	3x10
8	UUNI	3x63
9.1	VALAISTUS KEITTIÖ	10
9.2	PIKAJÄÄHDYTYSKAAPPI	10
10	JK11	3x50
11	VARA	16
12.1	VARA	10
12.2	VARA	10
12.3	VARA	10
13.1	VARA	16
13.2	VARA	16
13.3	VARA	16
14.1	VARA	10
13.2	VARA	16

6.8.2 Ohjaus

Keskus ei sisältänyt muita ohjauksia kuin "emännän kytkimen", jonka taakse kaikki keittiön ryhmät tulivat lu- kuunottamatta kylmälaiteryhmiä. Kyseinen ohjaus toteutettiin jokaisen ohjattavan ryhmän johdonsuojakat- kaisijan eteen sijoitettavalla kontaktorilla joita ohjataan yhdellä kytkimellä. Työntekijän tullessa tai lähtiessä keittiöstä kaikki keittiön laitteet ovat yhden kytkimen takana jolloin kaikki ei tarvitse sammuttaa yksitellen.

7 YHTEENVETO

Työn aiheena oli vanhan seurankuntatalon saneeraaminen uutta käyttötarkoitusta paremmin palvelevaksi. Saneerausta varten tehdyn sähkötekniikan mitoituksen oli tarkoitus ohjata saneerauksen etenemistä kaapeli- ja sulakevalintojen osalta. Laskennallisesti tehty mitoitus toimi hyvin pohjana kaapeli- ja sulakevalinnoille, mutta lopulliset valinnat eivät aina vastanneet laskennallista suunnitelmaa. Uuden keskuksen ja sen ympärille rakentuneen osakokonaisuuden suunnittelu ja dokumentointi onnistui mielestäni hyvin.

Työ oli pitkälti perinteistä vahvasähkösuunnittelua ilman kummempia automaatioita tai ohjauksia, mutta mitoittaminen vaati paljon mitoituslaskennan soveltamista. Tavoitteena oli saada kokemusta mitoitus- ja suunnittelutyöstä. Työ oli minulle uudenlainen, koska projektissa oli paljon muuttuvia elementtejä ja suunnitelmat muuttuivat työmaan edetessä. Tämä opetti taitojen soveltamista, jota en ole suunnittelutyössä päässyt aiemmin juurikaan tekemään.

Mitoituksessa tarvittavan kirjallisuuden lisäksi standardit ja CADS-ohjelma tulivat entistä tutuimmiksi. Työn aikana huomasin, kuinka paljon työläämpi on tehdä suunnitelmaa saneerauskohteeseen kuin uudiskohteeseen. Lähtötilanteen selvittämisestä lähtien oli sovellettava omia tietoja.

Työ oli kokonaisuudessaan opettavainen ja jouduin uusiin tilanteisiin, jotka varmasti muistuvat vielä mieleen tulevilla työuralla. Saavutin mielestäni oppimisen kannalta asetetut tavoitteet.

8 LÄHTEET

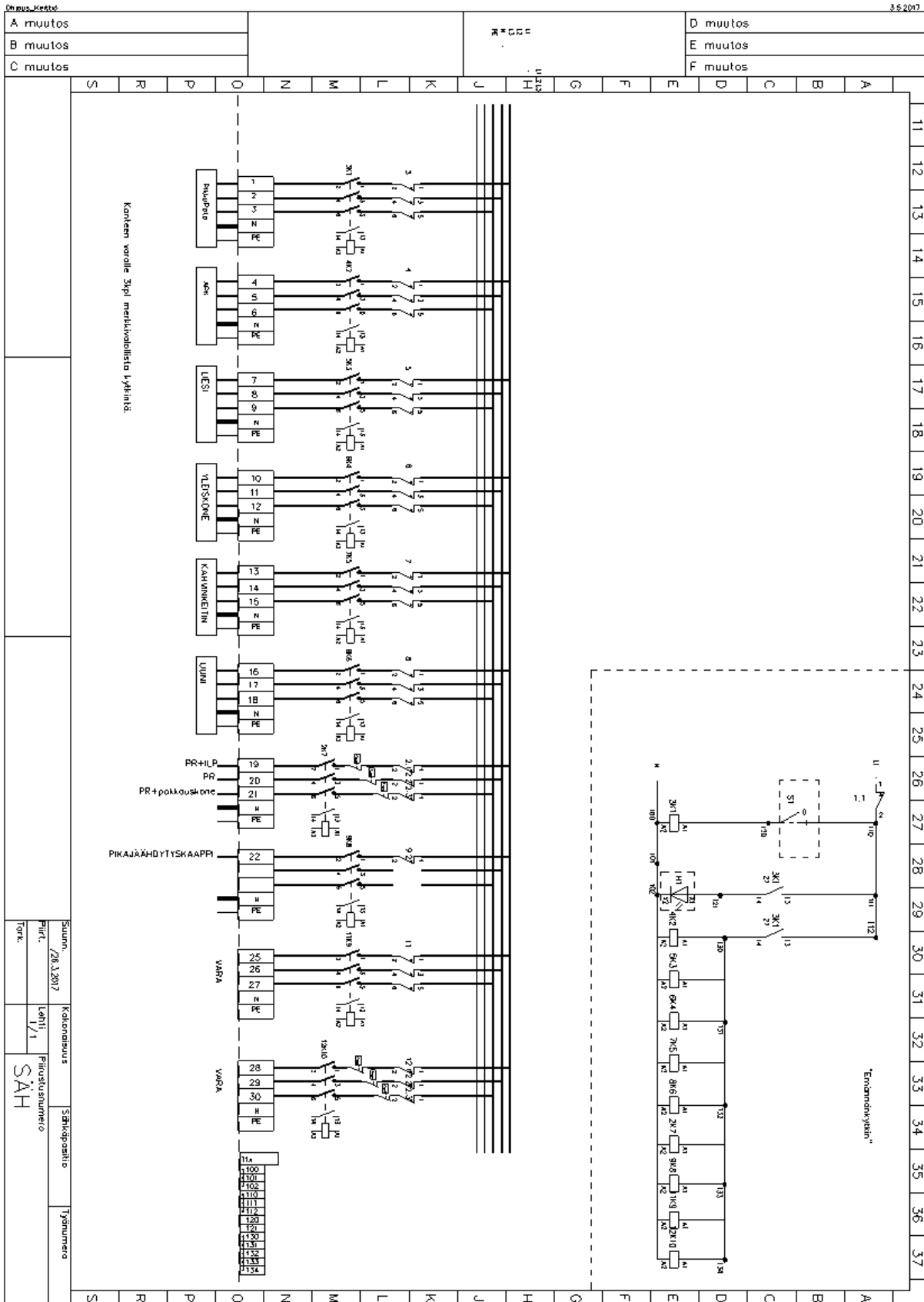
SFS-6000. 2012. Helsinki : Suomen standardisoimisliitto, 2012.

Tiainen, E. 2012. *D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista.* Helsinki : Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2012.

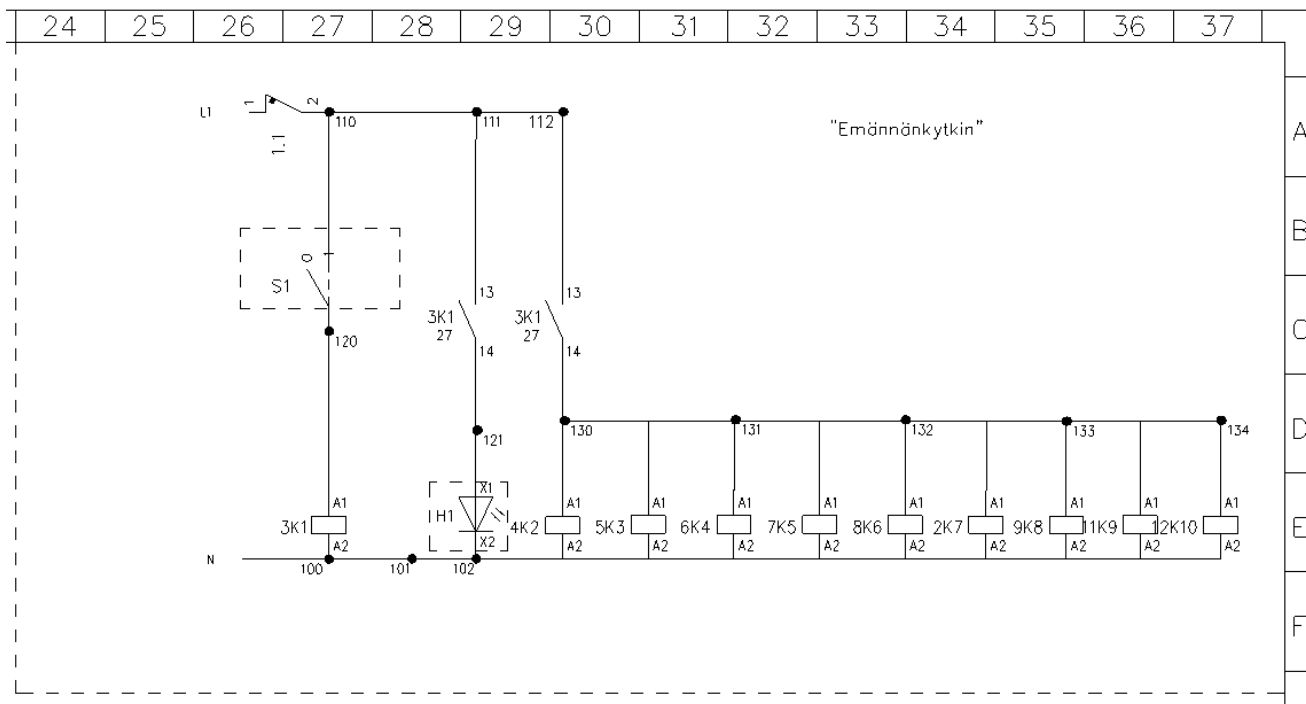
—. **2010.** *Johdon mitoitus ja suojaus.* Helsinki : Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2010.

Ylinen, T. 2011. *Sähköremontti.* Tampere : Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2011.

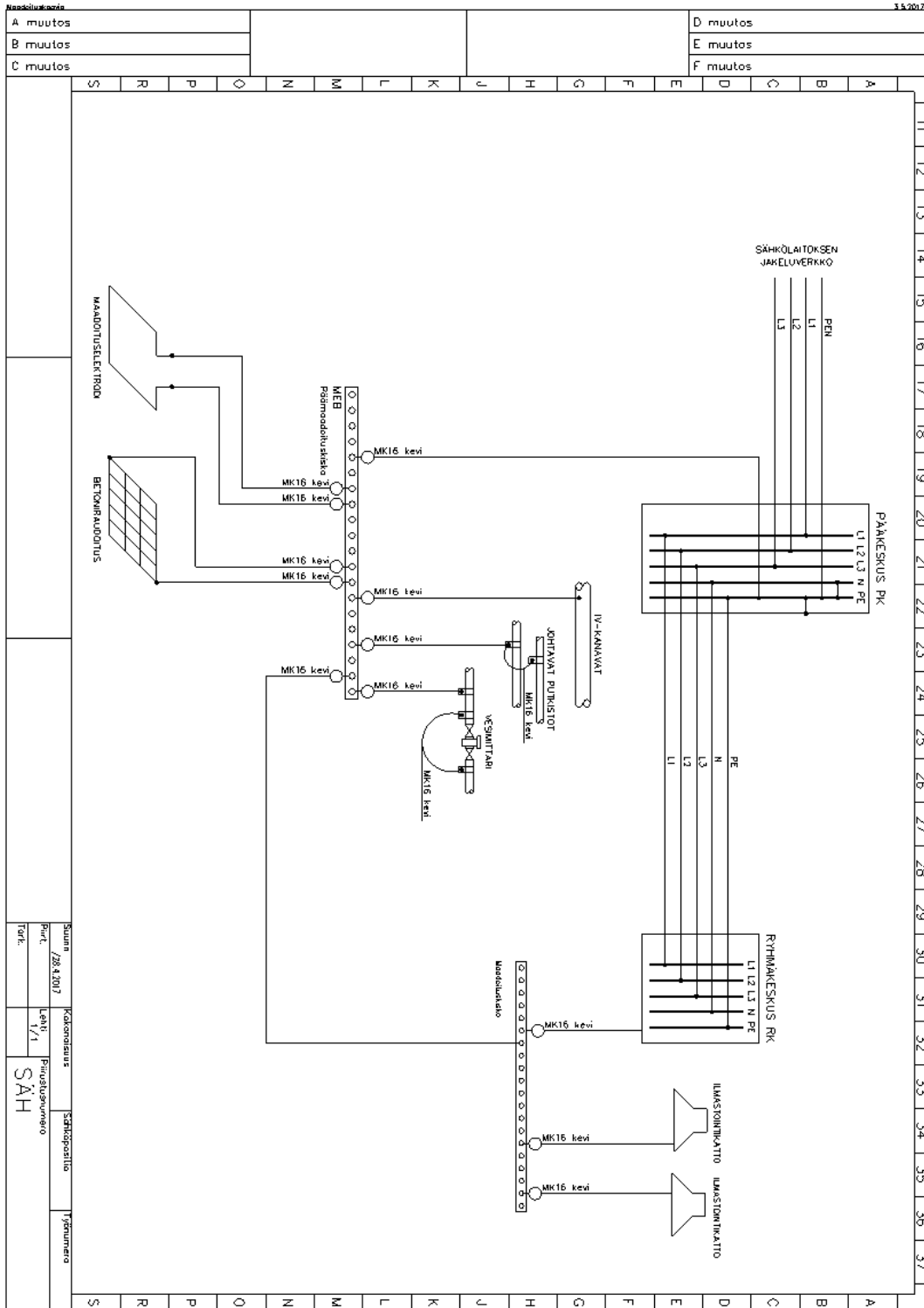
LIITE 2. OHJAUSPIIRIKAAVIO



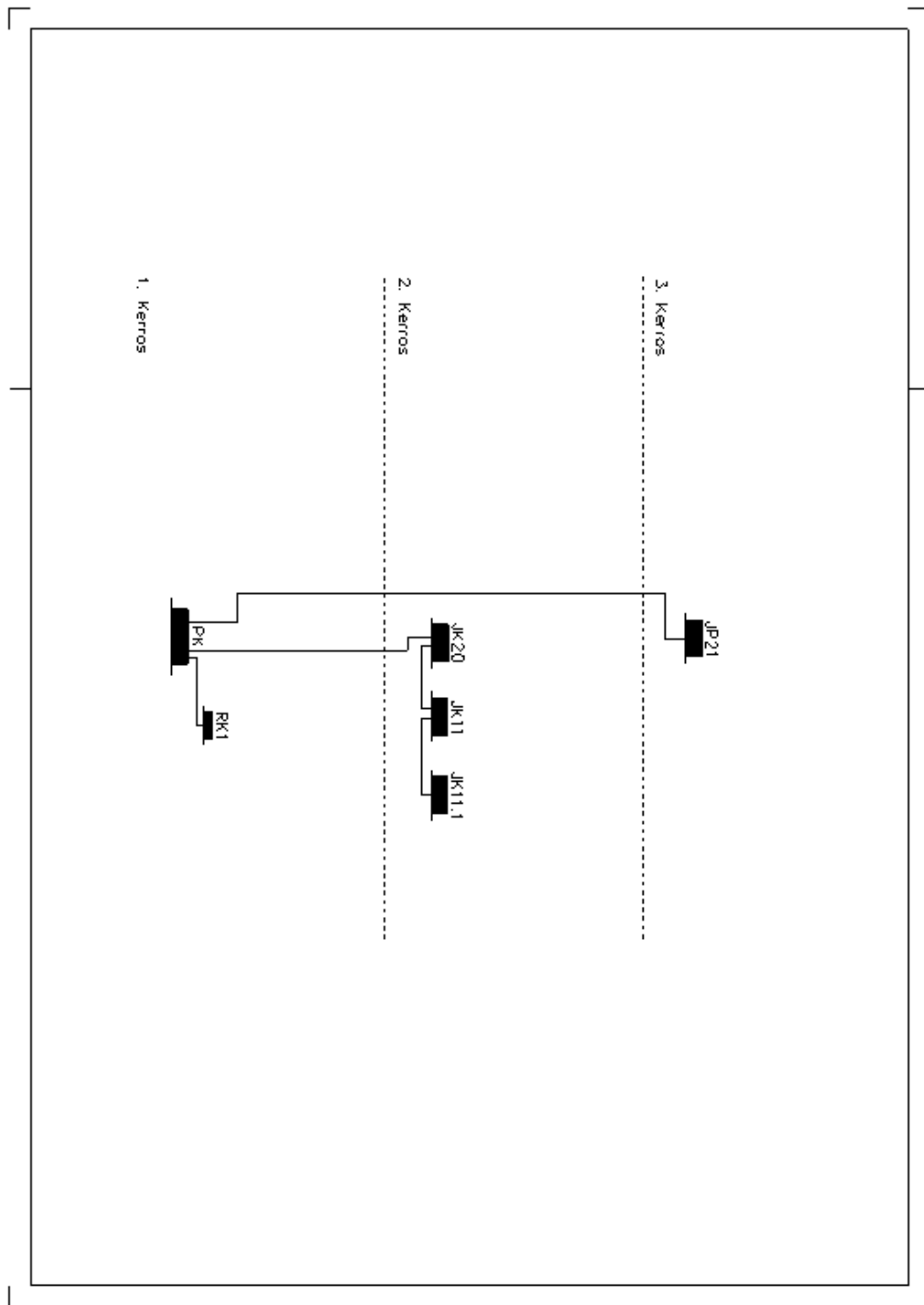
LIITE 3. OHJAUS



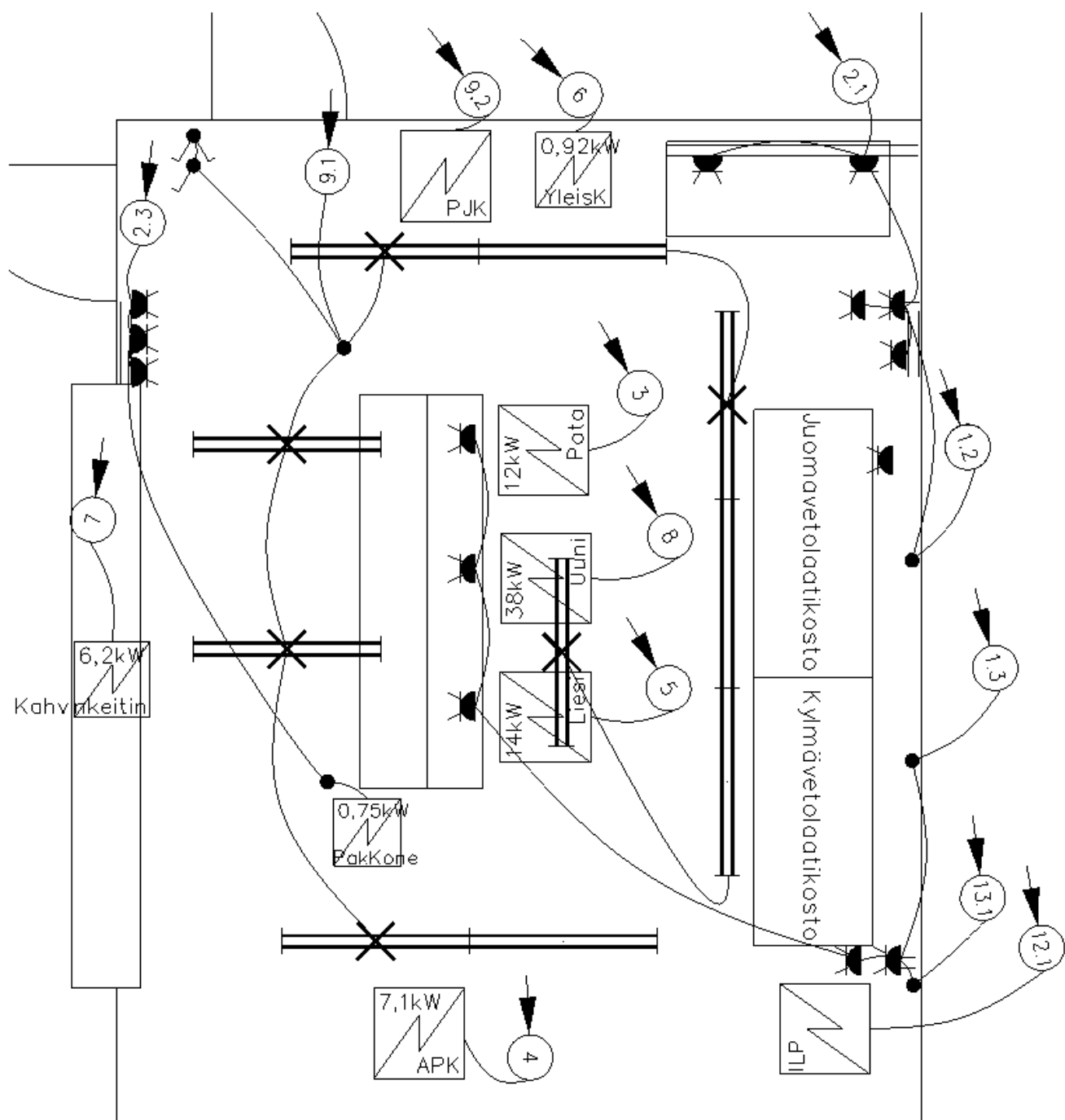
LIITE 4. MAADOITUSKAAVIO



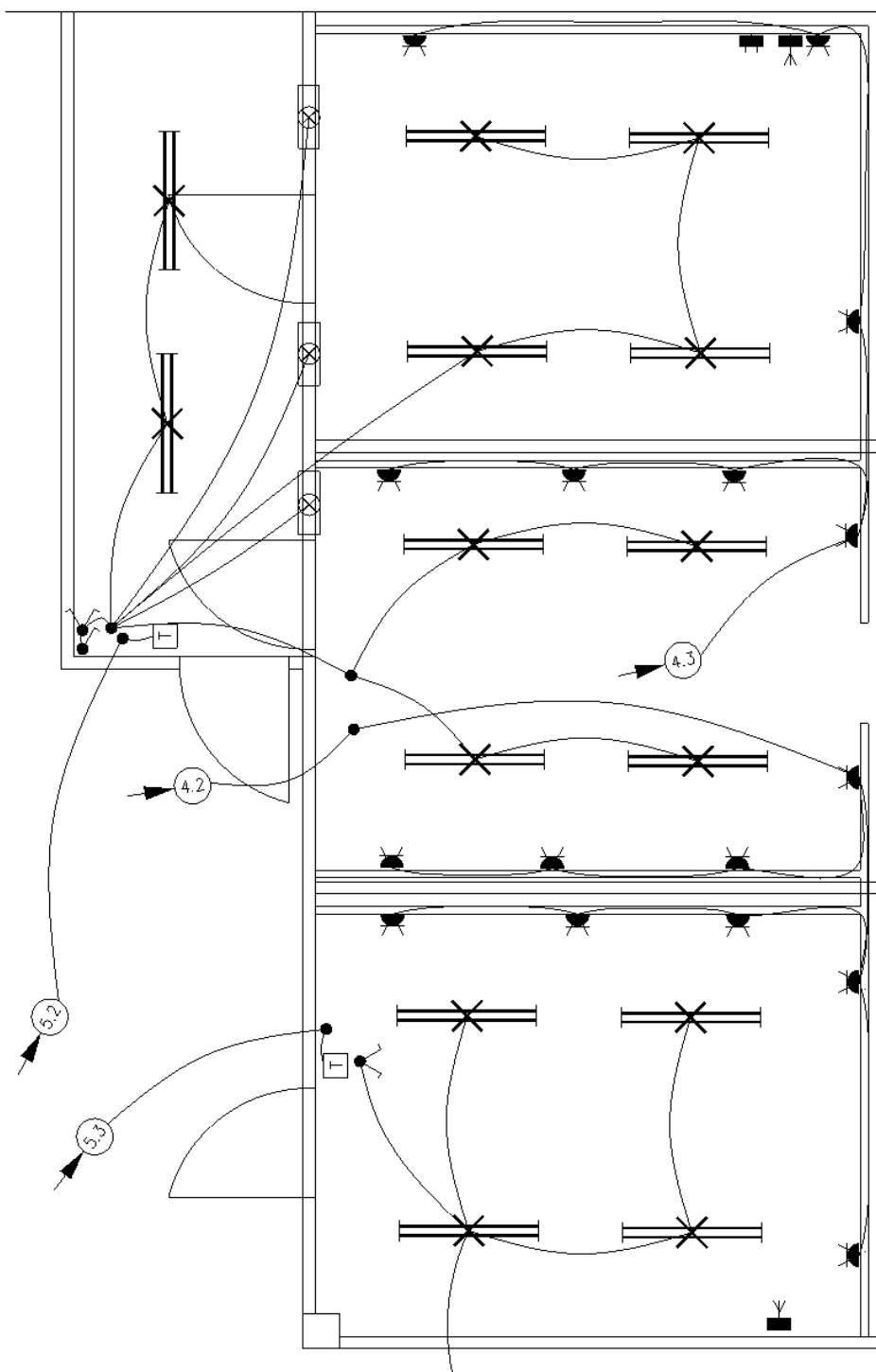
LIITE 5. NOUSUKAAVIO



LIITE 6. KEITTIÖN TASOKUVA



LIITE 7. TOIMISTOT TASOKUVA



LIITE 8. TOIMISTOT TASOKUVA

