



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SÄHKÖALAN YRITYKSEN PERUSTA- MINEN JA PIENTALOHANKKEEN LÄPIVIENTI

TEKIJÄ:

Joel Soronen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Joel Soronen			
Työn nimi Sähköalan yrityksen perustaminen ja pientalohankkeen läpivienti			
Päiväys	26. Toukokuu 2021	Sivumäärä/Liitteet	29/0
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Sorelec Oy			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön aiheena oli sähköalan yrityksen perustaminen ja pientalohankkeen sähköistäminen. Aihe valikoitui omasta kiinnostuksesta yrityksen perustamiseen ja sähköurakointiin. Opinnäytetyön tavoitteena oli auttaa hahmottamaan yrityksen perustamista ja toimintaa sähköurakoitsijana.</p> <p>Työ oli kaksiosainen. Ensimmäiseksi opinnäytetyössä käsiteltiin yrityksen perustamiseen liittyviä asioita yleisesti ja vähän tarkemmin koskien sähköalan toimintaa. Toisessa osassa tutkittiin ja kerrottiin pientalohankkeen sähköistämiseen liittyvää teoriaa ja käytäntöä. Osion alussa käsiteltiin sähköistämisen periaatteita ja tutkittiin standardeja ja muita vaatimuksia. Paritalohankkeen sähköistämisosassa kerrottiin raporttimuodossa mitä ja miten tehtiin.</p> <p>Paritalon sähköistäminen oli ensimmäinen sähkösuunnitelmista käyttöönottoon asti suoritettu sähköurakka yrityksessä. Talo rakennettiin pitkälti kahden miehen voimin ja siinä olikin hyvä harjoitella yrityksen ensimmäinen oma kohde. Opinnäytetyössä perehdyttiin sähköalan määräyksiin, vaatimuksiin ja standardeihin työhön soveltuvien osin. Työn aikana standardeihin ja muihin ohjeisiin sekä määräyksiin perehtyminen oli toiminnan jatkoon kannalta tärkeää ja edellä mainittuihin asioihin perehtyminen onkin edellytys sähköurakointia tehdessä. Opinnäytetyöstä hyötyi niin tekijä, tilaaja kuin asiakaskin.</p>			
Avainsanat yrityksen perustaminen, sähköasennus			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering	
Author(s) Joel Soronen	
Title of Thesis Foundation of an electrical engineering company and electrification of a building	
Date 26. May 2021	Pages/Appendices 29/0
Client Organisation /Partners Sorelec Oy	
<p>Abstract</p> <p>The topic of the thesis was the foundation of a company in the electricity sector and the electrification of a detached house. The topic was selected based on the author's own interest in establishing a company and electrical contracting. The purpose of the thesis was to assist in outlining the establishment of a company and operating as an electrical contractor.</p> <p>The thesis consisted of two parts. First, issues related to the establishment of a company in general were dealt with and more specifically the functioning of the electricity sector. Second, theory and practice related to a detached house project were investigated and explained. Also the principles of electrification were dealt with and standards and other requirements were examined. Finally, in the electrification section of a semidetached house, it was told in the form of a report what was done and how.</p> <p>The electrification of the semidetached house was the first electrification job executed from the electrification plans to putting into service of the company. The semidetached house was largely built by two men and it was a good setting to practice with the first own destination. In the thesis, regulations, requirements and standards were acquainted with where applicable to the work. During the work familiarizing oneself with the standards and other directions and regulations was important for the continuation of the operations and the perusal of the issues mentioned above is a prerequisite for electrical contracting. The thesis was beneficial for the author, commissioner, and customer.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Establishment of a company, electrical installation</p>	

SÄHKÖASENNUS

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	SÄHKÖALAN SÄÄDÖKSET	7
2.1	Sähköturvallisuuslaki	7
2.2	Sähköalan standardit ja muut vaatimukset	7
3	LIIKETOIMINTASUUNNITELMA	9
3.1	Liikeidea	9
3.2	Yritysmuoto	9
3.3	Markkinat	10
3.4	Myynti ja markkinointi	10
3.5	Laskelmat ja budjetointi	10
4	SÄHKÖALAN YRITYKSEN TOIMINTA.....	12
4.1	Myynti.....	12
4.2	Tarjouslaskenta	12
4.3	Sähkösuunnittelu	12
4.4	Sähköasennus	12
4.5	Vakuutukset	13
5	PIENTALOHANKKEEN SÄHKÖISTÄMISEN PERIAATTEET	14
5.1	Sähkösuunnittelu	14
5.2	Liittymän mitoitus	14
5.3	Maakaapelointi.....	15
5.4	Maadoitus ja potentiaalintasaus	16
5.5	Johdotus	17
5.6	Sähkökalustus.....	17
5.7	Käyttöönottotarkastus	18
5.7.1	Aistinvaraiset tarkastukset	18
5.7.2	Jännitteettömät mittaukset	18
5.7.3	Jännitteelliset mittaukset	19
6	PARITALOKOHTTEEN SÄHKÖISTÄMINEN	20
6.1	Suunnittelu.....	20
6.2	Mitoitus.....	21

6.3	Maakaapelointi.....	21
6.4	Maadoitus ja potentiaalintasaus	22
6.5	Sähkökalustus.....	23
6.6	Käyttöönottotarkastukset.....	24
7	YHTEENVETO.....	27
	LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana ja työn tilaajana on omistamani yritys. Työn käytännön osuus suoritettiin Kuopiossa. Opinnäytetyön tavoitteena on auttaa hahmottamaan sähköalan yrityksen yritystoimintaa. Opinnäytetyön tarkoituksena on perehdyttää ja auttaa ymmärtämään pientalon sähköistämisen läpivientä ja sen vaiheita.

Opinnäytetyössä käsitellään sähköalan yrityksen perustamiseen liittyviä asioita. Opinnäytetyössä käydään läpi sähköturvallisuuslakia ja standardeja. Esimerkkikohteena työssä on paritalon sähköistys, joka rakennettiin Kuopion Hiltulanlahteen syksyllä 2020. Työn aikana paritalon sähköistys toteutettiin alusta loppuun.

Sorelec Oy on kuopiolainen sähköalan yritys, joka on perustettu keväällä 2020 kahden veljeksien kesken sivutoimista yritystoimintaa varten. Yrityksen toimialaan kuuluu sähkösuunnittelu ja urakointi. Yrityksen päätoimiala on sähkötyöt.

2 SÄHKÖALAN SÄÄDÖKSET

Suomessa tehtävää sähkötyötä määrittävät säädökset ja lait. Suomessa on voimassa sähköturvallisuuslaki sekä sähköalan standardit, jotka ohjaavat kaikkea sähkötyötä. Suomessa sähkötyötä myös valvotaan ja se on luvanvaraista.

2.1 Sähköturvallisuuslaki

Suomessa sähköalan toimintaa ohjaa Suomen säädöskokoelmassa oleva sähköturvallisuuslaki (1135/2016), joka on julkaistu Helsingissä 19. päivänä joulukuuta 2016. Tällä lailla kumottiin aiempi sähköturvallisuuslaki (410/1996). Heti perään 21. päivänä joulukuuta 2016 julkaistiin myös valtioneuvoston asetukset sähkölaitteistoista (1434/2016), sähkötyöstä ja käyttötyöstä (1435/2016), sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1436/2016) ja sähkölaitteiden turvallisuudesta (1437/2016). Kaikki lait ja asetukset astuivat voimaan 1. päivänä tammikuuta 2017. (Sähköturvallisuuslaki, 2016) (sähköturvallisuuslaki, 1996) (1435/2016, 2016) (1435/2016, 2016) (1436/2016, 2016) (1437/2016, 2016).

Valtioneuvoston asetukseen sähkölaitteista (1434/2016) sekä asetukseen sähkötyöstä ja käyttötyöstä (1435/2016) tuli myöhemmin vuonna 2019 muutokset 804/2019 ja 805/2019. Muutokset astuivat voimaan 15. päivänä heinäkuuta 2019. (Valtioneuvosto, Valtioneuvoston asetus, 2019) (Valtioneuvosto, Valtioneuvoston asetus, 2019).

Lain tarkoitus on varmistaa laitteiden ja laitteistojen pitäminen turvallisena ja estää sähkömagneettisten häiriöiden haitalliset vaikutukset sekä turvata sähkölaitteen tai -laitteiston sähkövirran tai magneettikentän välityksellä aiheuttamasta vahingosta kärsineen oikeudet. (Sähköturvallisuuslaki, 2016)

Sähköturvallisuuslakia sovelletaan sähkölaitteisiin ja -laitteistoihin, joita käytetään sähkön tuottamisessa, siirrossa, jakelussa tai käytössä, ja joiden sähköisistä tai sähkömagneettisista ominaisuuksista voi aiheutua vahingon vaaraa tai häiriötä. Lakia sovelletaan myös radiolaitteisiin ja viestintäverkkoihin. (Sähköturvallisuuslaki, 2016).

2.2 Sähköalan standardit ja muut vaatimukset

Suomessa toimii standardointijärjestö SESKO ry, joka valmistelee SFS-käsikirjat. Suomen standardisoimisliitto SFS:n käsikirjat SFS 6000 pienjännitesähköasennukset, SFS 601 suurjänniteasennukset ja ilmajohdot, SFS 6002 sähkötyöturvallisuus ja täydentävät standardit sisältävät kaikki tarvittavat standardit suomessa tehtäville sähköasennuksille. Suomen standardit pohjautuvat maailmanlaajuisen standardointijärjestön (IEC) ja eurooppalaisen standardointijärjestön (CENELEC) standardeihin. (SESKO, SESKO ry, 2021)

Turvatekniikan keskus (TUKES) vastaa sähköturvallisuuslakiin ja sen perusteella annettuihin säädöksiin perustuvasta sähköturvallisuuden valvonnasta suomessa. Turvatekniikan keskus vastaa myös sähköurakoitsijarekisterin ylläpidosta. Rekisteri sisältää yrityksiä ja henkilöitä, joilla on oikeus tehdä sähkötyötä Suomessa.

Yritys, joka tekee sähkötöitä, joutuu ilmoittamaan TUKES:lle sähkötöiden aloittamisesta, sähkötöiden johtajan tiedot ja Seti Oy:n myöntämän pätevyystodistuksen. Vaatimukset yrityksen sähkötöiden aloittamiselle ovat seuraavat: Sähkötöiden johtajalla täytyy olla työn kattava pätevyystodistus, jonka vaatimuksena on koulutus, työkokemus ja sähköturvallisuustutkinto. Lisäksi sähkötöiden johtajan on oltava palkkasuhteessa tai toimittava itse yrittäjänä. Yrityksellä täytyy olla käytössä tarvittavat mittalaitteet ja muut työvälineet sekä niiden lisäksi sähköturvallisuusmääräykset ja ohjeet. (tukes.fi, 2021)

3 LIIKETOIMINTASUUNNITELMA

Perustettavalle yritykselle tehdään yleensä liiketoimintasuunnitelma ennen yrityksen perustamista. Liiketoimintasuunnitelman pohjalta joko perustetaan yritys tai todetaan, ettei yritystä näillä tiedoilla kannata perustaa. Kirjassaan Hyvä liiketoimintasuunnitelma (2015) Johannes Hesso toteaa, että liiketoimintasuunnitelman tekemisessä voidaan tärkeämpää olevan itse matkan, ei lopputuloksen. Suunnitellessaan tekijä oppii ja miettii kriittisesti niitä asioita, jotka voivat saada yrityksen kasvuun tai vaihtoehtoisesti olla esteenä yrityksen toiminnalle. Tässä osiossa käydään yleisellä tasolla läpi pääpiirteitä liiketoimintasuunnitelmasta. (Hesso, 2015)

3.1 Liikeidea

Liikeidea on liiketoimintasuunnitelman perusta, minkä takia se löytyykin jokaisesta liiketoimintasuunnitelmasta. Kaikki lähtee siitä, että on olemassa liikeidea. Liikeidea on käytännössä vastaus kysymyksiin miksi, miten ja kenelle teemme jotain tuotetta tai palvelua. Liikeidea kertoo lyhyesti yrityksen ja yrittäjän tavoitteista ja perusajatuksesta. Sen tavoitteena on auttaa muita ihmisiä hahmottamaan ne. (Hesso, 2015)

3.2 Yritysmuoto

Suomessa suosituimmat yritysmuodot ovat osakeyhtiö ja toiminimi. Niistä koostuu yli 90% Suomen yrityksistä. Suomessa yrityksen perustaja voi halutessaan perustaa myös kommandiittiyhtiön, avoimen yhtiön tai osuuskunnan. (yritä.fi, 2021)

Toiminimi eli yksityinen elinkeinonharjoittaja on yksinkertainen muoto yrittää. Käytännössä toiminimi on henkilöyhtiö. Henkilöyhtiössä yrittäjä on velvollinen hoitamaan yritystoimintaan kuuluvan verotuksen ja kirjanpidon. Toiminimimuotoisessa yrityksessä yrittäjän lisäksi ainoastaan aviopuoliso voi harjoittaa yritystoimintaa. Toiminimen heikkous on siinä, että yrittäjä vastaa henkilökohtaisesti yrityksen velvoitteista ja mahdollisista veloista. Toiminimen perustaminen on kuitenkin hyvin helppoa ja sen perustaminen maksaa ainoastaan 60€ sähköisesti tehtäessä. (yritä.fi, 2021)

Osakeyhtiö, lyhyemmin Oy, on yleisin yritysmuoto Suomessa. Osakeyhtiö on yritys, jonka omistajuus on jaettu osakkeihin. Jokaisen osakkeenomistajan omistusosuus, päätäntävalta, rahallinen riski ja velvollisuudet jaetaan selkeästi omistettujen osakkeiden suhteessa. Osakeyhtiö on juridisesti oikeushenkilö, jonka lukuun toimitaan ja voidaan ottaa lainaa ja sitoumuksia, kuitenkin niin, ettei osakkeenomistajat ole niistä henkilökohtaisesti vastuussa. Osakeyhtiömuotoinen yritystoiminta on näin ollen henkilöyhtiötä riskittömämpää osakkaille. Rahallinen riski rajoittuu siis vain sijoitettuun pääomaan, ellei yritykselle otettuja lainoja ole vakuutettu henkilökohtaisella omaisuudella. (yritä.fi, 2021)

3.3 Markkinat

Markkinaan eli kilpailuun, tarjontaan ja kysyntään tutustuminen on hyvä tehdä heti ensimmäisenä. On tarpeellista selvittää, mikä on kysynnän määrä ja löytyykö kysynnälle jo tarjonta sekä kannattaako siihen kilpailuun lähteä uutena toimijana mukaan.

On selvittävää, löytyisikö mahdollisesti jokin erityisosaamista vaativa alue, johon ei vielä löydy tarjontaa, joten sitä kautta helpompi päästä markkinoille. Mahdollisesti voisi myös löytyä joku toimija, joka etsii parhaillaan yhteistyökumppania johonkin kehityshankkeeseen, jossa olisi mahdollisuus yhteistyöhön.

Yrityksen tuotteella tai palvelulla vastataan kysymykseen, mitä teemme. Tuote tai palvelu on yrityksen ydin. Tuote ja palvelu ovat yleensä myös yrityksen käyntikortteja asiakkaiden suuntaan.

On myös hyvä pohtia omalle tuotteelle tai palvelulle hinta. Hinnan täytyy olla markkinoilla järkevä, mutta myös yritykselle kannattava. Täytyy siis tasapainoilla sen kanssa, paljonko on varaa käyttää tuotteen tekemiseen, kuitenkin niin, ettei hinta karkaa asiakkaalle liian korkeaksi. Täytyy selvittää myös, mitä asiakkaat arvostavat, mistä he ovat valmiita maksamaan ja mikä on asiakkaille tärkeintä.

Tuotteen ja palvelun kehittämisellä sekä tehostamisella saadaan aikaan monesti positiivista kasvua niin myyntiin kuin asiakastyytyvyyteen.

3.4 Myynti ja markkinointi

Myynti ja markkinointi ovat yksi osa hyvää liiketoimintasuunnitelmaa. Yrityksen kasvamisen edellytys on yrityksen tuominen asiakkaiden ja muun verkoston tietoisuuteen. Yrityksen markkinoinnissa tavoitellaan yleensä tiettyä asiakaskuntaa, jolloin markkinoinnin kanavoiminen on tärkeässä roolissa. Markkinoinnissa täytyy pohtia, missä kanavissa markkinointi tapahtuu, ja miten markkinointi kanavoidaan mahdollisimman tehokkaasti potentiaalisille asiakkaille. Hyvällä markkinoinnilla saadaan ihminen ostamaan tuote tai palvelu, ilman varsinaista myyntiä. Markkinoinnin tavoitteena onkin poistaa varsinaisen myynnin tarve. (Vierula, 2014)

3.5 Laskelmat ja budjetointi

Laskelmointi on osa esiselvitysten tekemistä ja liiketoimintasuunnitelmaa. Vaikkakin laskelmat joudutaan tekemään ennen varsinaista toimintaa arvioiden ja odotuksien pohjalta, voidaan niiden avulla kuitenkin tehdä ennakkoon jo paljon. Tärkeimpiä laskelmia alkuvaiheessa on selvittää oman tuotteen tai palvelun hinta ja niiden myyntimahdollisuudet.

Tuotteen ja palvelun selvityksen jälkeen on hyvä tehdä katetarvelaskentaa, joka määrittää minimimyyntin, jolla päästään tilanteeseen, että saadaan katettua toimintaan menneet kulut. Kiinteiden kulujen vaikutus on iso, kun lasketaan katetarvetta. Jos tuotetta tai palvelua voidaan tuottaa, valmistaa ja myydä hyvin pienellä organisaatiolla sekä kiinteillä kustannuksilla, ei katetarve nouse kovinkaan korkeaksi. Myyntitavoitteita voidaan laskelmoida, kun katetarve on laskettu ja tiedetään mihin tulostavoitteet asetetaan, jos sellaisia alkuvaiheessa on.

Moni kannattavaakin liiketoimintaa tehnyt yritys on kaatunut, vaikka sen ei pitäisi olla mahdollista. Niin voi kuitenkin käydä, mikäli yrityksen kassasta loppuu varat. Tämän vuoksi kassavirtalaskelma on

4 SÄHKÖALAN YRITYKSEN TOIMINTA

Sähköalan yrityksen toiminta on osa työn kokonaisuutta. Tähän on koottu muutamia tärkeimpiä asioita yrityksen toiminnan kannalta. Yritystoimintamme on sivutoimista, joten kovin laajasti aihetta ei avata.

4.1 Myynti

Perustettavan tai vasta perustetun yrityksen täytyy yleensä myydä ensimmäiset kohteensa tutuille henkilöille tai yrityksille, tai puolestaan tehdä työtä vähän edukkaammin. Mitä enemmän hommia tehdään hyvin, sitä enemmän nimeä asiakkaiden keskuudessa saadaan. Tarjouspyyntöjä tulee myös sitä mukaa, kun yritys tunnetaan paremmin.

4.2 Tarjouslaskenta

Nykypäivänä rakentamisessa on hyvin tyypillistä, että urakoitsijat kilpailutetaan. Tarjouspyyntöihin täytyy pystyä vastaamaan ja saada tarjouslaskenta tehokkaaksi, johon löytyy monia eri sovelluksia ja ohjelmia. Suoraan sähköalan tarjouslaskentaan tarkoitettuja ohjelmia löytyy markkinoilta useita. Sähköalan tarjouslaskentaan tarkoitetuissa ohjelmissa on se etu, että niistä löytyy valmiiksi tuotekirjastoja ja rekistereitä.

Sähköinfo on luonut sähköurakoitsijoita varten tarjouslaskentaoppaan. Sähköurakoitsijan tarjouslaskentaopas auttaa alalle tulijaa alkuun tarjouslaskennassa. Tarjouslaskentaa voi tehdä myös luomalla oman Excel-pohjan, jota voi vapaasti muokata ja säätää vastaamaan sen hetkisiä tarpeita.

4.3 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelu toteutetaan yleensä käyttämällä tietokoneavusteisia (CAD) suunnitteluohjelmistoja. Suomessa yleisesti käytettyjä sähkösuunnitteluohjelmia on muun muassa MagiCAD electrical ja Cadmatic Electrical. Suunnitteluohjelmat ovat älykkäitä ja niitä voidaan hyödyntää paljon esimerkiksi mitoituslaskennassa. Ohjelmista saadaan tulostettua yksikkö ja tarvikeluettelot, joita voidaan käyttää apuna tarjouslaskennassa.

Sähkösuunnittelun tarjoaminen yksistään aloittavalle yritykselle voi olla haastavaa, jos kokemusta isommista kohteista ei ole. Omakotitalokohteet tarjotaan hyvin useasti kokonaisvastuurakentamisena, eli sama toimija suunnittelee ja urakoi kohteen.

4.4 Sähköasennus

Sähköasennukset tehdään Suomessa sähköturvallisuuslain ja voimassa olevan työturvallisuuslainsäädännön puitteissa. Työturvallisuuslain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja olosuhteita sekä turvata ja ennaltaehkäistä työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä johtuvia fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. Työturvallisuuslakia sovelletaan työsopimuksen tai virkasuhteen perusteella tehtävään työhön. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 2002)

Sähkötyöturvallisuudesta on tehty myös kaksiosainen standardi 50110, joka on valmisteltu kansallisten lakien, standardien ja sisäisten sääntöjen pohjalta. Standardia sovelletaan kaikissa sähkölaitteiden käytössä ja niiden läheisyydessä tapahtuvassa työskentelyssä. Standardia sovelletaan kaikissa eri jänniteluokissa pienoisjännitteistä suurjännitteeseen. (SESKO, SFS-käskirja 6002, 2017)

Sähköasennuksia saa suorittaa koulutetut sähköasentajat. Sähköasennusta voi itsenäisesti suorittaa sähköalan koulutuksen saanut henkilö, jolla on tarvittava työkokemus.

4.5 Vakuutukset

Yritykselle pakollisia vakuutuksia ei suoraan ole. Yrittäjän tulee kuitenkin ottaa yrittäjän eläkelain mukainen YEL-vakuutus, mikäli eläkelain piiriin kuulumisen ehdot täyttyvät. Yrittäjän täytyy myös vakuuttaa mahdolliset työntekijänsä. Muita vapaaehtoisia vakuutuksia yritys voi ottaa niin halutesaan.

YEL-vakuutuksen ottamiseen on olemassa ehdot, jotka päivittyvät vuosittain. Yrittäjän eläkelain piiriin kuuluu, mikäli jokin alla olevista ehdoista täyttyy:

- olet täyttänyt 18 vuotta,
- työskentelet omassa yrityksessäsi tai kevytyrittäjänä,
- yrittäjätoimintasi jatkuu vähintään neljä kuukautta ja
- työtulosi eli työpanoksesi arvo on vähintään 8 063,57 € (2021) (Varma, 2021)

Muita vapaaehtoisia vakuutuksia, joita yrityksen on suositeltavaa ottaa ovat muun muassa vastuu ja oikeusturvavakuutus, terveysvakuutus, tapaturmavakuutus ja henkivakuutus.

Yrityksen mahdollista omaisuutta, kuten työvälineet, koneet, ajoneuvot ja kiinteistöt, on myös syytä vakuuttaa ja tietyissä tapauksissa pakollistakin vakuuttaa.

5 PIENTALOHANKKEEN SÄHKÖISTÄMISEN PERIAATTEET

Tässä osiossa käydään vaiheittain läpi pientalon rakennusprojektia sähköistämisen osalta. Osiossa perehdytään sähköalan määräyksiin ja säädöksiin sekä käydään läpi tärkeimmät periaatteet sähkösuunnittelulle, kaapelin mitoitukselle ja yleisille sähköasennuksille. Lopuksi kerrotaan käyttöönottotarkastukseen vaadittavista mittauksista ja niiden toteuttamisesta.

5.1 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelu käynnistetään selvittämällä asiakkaan toiveet ja kohteen vaatimukset. Arkkitehdiltä saadaan tarvittavat arkkitehtiinustukset, joihin kuuluu muun muassa asemapiirustus, pohjakuvat ja julkisivukuvat.

Sähkösuunnittelussa toteutettavia dokumentteja ovat yleensä tasopiirustukset, keskuskaaviot, maadoituskaaviot ja tele- ja antennikaaviot. Kohteeseen tehdään myös valaisin- ja tarvikeluettelot sekä oikosulkuvirta- ja mitoituslaskelmat.

Sähkösuunnittelu aloitetaan asiakkaan kanssa kohteen tarpeiden läpikäynnillä ja asiakkaan toiveet huomioiden. Asiakastapaamisessa selvitetään suunnitelmien pääperiaatteet ja lähtötiedot. Näiden pohjalta tehdään tilaajalle ehdotussuunnitelma, jossa haetaan lopullisia ratkaisuja sekä hyväksytään suunnitellut periaatteet ja ratkaisut. Tilaaja haluaa usein urakkalaskentakuvat, joilla urakka voidaan kilpailuttaa. Kaikkien suunnittelualojen edetessä urakkalaskentakuvat päivitetään toteutuspiirustuksiksi, joiden mukaan asennukset toteutetaan, pois lukien jotkut pienet kohteet, jotka voivat toteutua esimerkiksi tuntitöinä.

5.2 Liittymän mitoitus

Liittymän koko voi vaihdella kiinteistöstä riippuen aina 3 x 25 ampeerin pienjänniteliittymästä suuriin tuhansien ampeerien teholiittymiksi, jotka liittyvät suoraan keskijänniteverkkoon. Pientalokohteissa liittymät kuitenkin ovat useimmiten käytännössä 3 x 25 A– 3 x 63 A väliltä. Liittymäkoon mitoittaminen on olennainen osa suunnittelua. Liittymän koko määritetään rakennuksen huipputehon tarpeen mukaan. Huipputehoon vaikuttaa olennaisesti asuinrakennuksen lämmitysmuoto, kiukaan mahdollinen vuorottelu ja muut kuormat. Mikäli kiinteistö koostuu useista asuinhuoneistoista, lasketaan huipputeho kertomalla yksittäisen asuinhuoneiston huipputeho huoneistojen lukumäärällä ja kerrotaan se sopivalla tasauskertoimella, joka huomioi kuormitusten eriaikaisuutta. Laskennassa voidaan käyttää myös kerrointa, jolla huomioidaan mahdolliset sähköjärjestelmän lisäykset ja tehon tarpeen lisääntyminen. (Tiainen, Pienjännitesähkölaitteiston mitoitus, 2015)

$$P_{hmax} = P_{hläm} + P_{aläm} + P_{LVV} + P_{kev} + (P_{kk} + P_{val} * \frac{A_n}{1000}) \quad (1)$$

$$P_{hmax} = \text{huippukuormitus, kW}$$

$$P_{hläm} = \text{sähkölämmityksen teho, kW}$$

$$P_{LVV} = \text{lämminvesivaraajan teho, kW}$$

$P_{kev} = \text{kiukaan ei vuoroteltu osa, kW}$

$P_{kk} = \text{kojekuorma, kW}$

$P_{val} = \text{valaistukuorma, } 10\text{w/m}^2$

$A_h = \text{huoneiston pinta - ala, m}^2$

(Tiainen, Pienjännitesähkölaitteiston mitoitus, 2015)

Huipputehon määrittämiseksi on olemassa valmiita kaavoja, joista voidaan valita kohteeseen sopivin. Yllä on yksi esimerkki, jonka avulla voidaan laskea täyssähköistetyin suoräsähkölämmitteisen asuinhuoneiston huippukuormitus. (1)

Kaapelin mitoitus tehdään kiinteistön pääsulakekoon selvittyä. Pääsulakekoko määrittää liittymiskaapelin minimipoikkipinta-alan, materiaaliakohtaisesti. Minimikuormituksen keston lisäksi mitoituksessa tulee huomioida korjauskertoimet. Laskentaohje löytyy SFS 6000 käsikirjasta, liitteestä 52 B (kaapelin kuormitettavuus). Samasta liitteestä löytyvät myös korjauskertoimet. Korjauskertoimissa otetaan huomioon asennustapa koko asennuksen matkalta, rinnakaisten johtimien lukumäärä, maan lämpöresistiivisyys, ilman lämpötila ja kaapelin eristemateriaali. (Sesko, SFS-käsikirja 600-1-1, 2017)

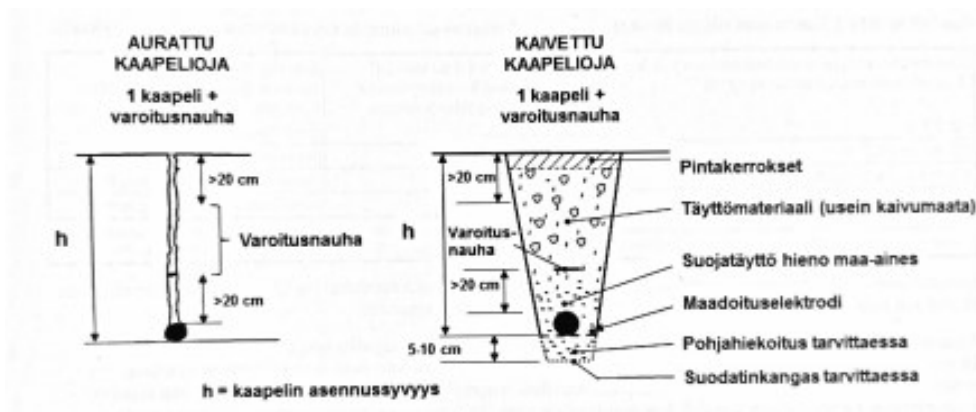
5.3 Maakaapelointi

Maakaapelointi on yleensä ensimmäisiä asioita sähkötöiden osalta, mitä työmaalla tapahtuu. Maakaapeloinnin lisäksi rakennetaan yleensä työmaasähkö. Työmaasähkö riippuu pitkälti työmaan koosta ja sähkön tarpeesta. Pienemmissä kohteissa saatetaan heti rakennuksen alkuvaiheessa asentaa lopullinen mittauskeskus, jos se on jäämässä rakennuksen ulkopuolelle. Muissa tapauksissa rakennetaan väliaikainen sähkökeskus.

Maakaapeloinnin osalta löytyy standardista ohjeistukset. Maahan asennettavaksi tulevat kaapelit tulee olla tarkoituksenmukaisia mekaanisesti suojattuja vaipallisia kaapelityyppejä. Kaapelit voi olla suojattu metallisella kosketussuojalla, joka on maadoitettu. Esimerkiksi konsentrisella johtimella varustettuja johdintyypppejä ovat MCMK, AMCMK ja AXCMK. Ilman metallista kosketussuojaa oleva kaapelityyppi on yleisimmän tyyppiä AXMK. (Sesko, SFS-käsikirja 600-1-2, 2017)

Kaapelin asentamisessa on huomioitava suunnitelmat. Suunnitelmissa on huomioitu mahdolliset johtimien kuormitukseen vaikuttavat tekijät, kuten kaapelien sijoittaminen vierekkäin, asennustapa reitillä, maan lämpöresistiivisyys ja muut ympäristöolosuhteet. Mikäli asennuksia ei toteuteta suunnitelmien mukaan, täytyy kaapelien kuormitettavuus varmistaa. (Sesko, SFS-käsikirja 600-1-2, 2017)

Jos kiinteistö koostuu useammasta asuinhuoneistosta, kuten esimerkiksi pari- tai rivitalo, voidaan yhteisen teknisentilan ja huoneistojen välille asentamaan muitakin kuin sähkö-maakaapeleita. Yleensä rivitaloissa maakaapeloidaan teknisestä tilasta myös antennimaakaapeli, valokuitu ja tietoverkkokaapeli. Edellä mainitut kaapelit kaivetaan yleensä samoihin kaivantoihin ja näin ollen niiden asennussyvyys on yleensä myös 70 cm. Standardi ei kuitenkaan ota suoraan kantaa muiden kuin sähkökaapeleiden sijoitusyvyteen.



Kuva 1. Kaapelioja (Sesko, SFS-käsikirja 600-1-2, 2017)

Maakaapelit pitää sijoittaa tarpeeksi syvälle tai suojata muuten mekaanisesti. Kaapeli suositellaan yleisesti sijoitettavaksi 70 cm syvyyteen. Kosketussuojalla varustetut kaapelit voidaan sijoittaa myös asennuksen tekijän tai haltijan harkinnalla pienempiinkin syvyyksiin, kuitenkin siten, että alle 30 cm:iin sijoitettu kaapeli tulee erikseen suojata mekaanisesti esimerkiksi suojaputkella. 20 senttimetriä kaapelin yläpuolelle on myös suositeltavaa laittaa varoitusnauhaa, josta käy ilmi tekstillä tai salamasymbolilla, että työskennellään lähellä sähkökaapelia. (Sesko, SFS-käsikirja 600-1-2, 2017)

Tilapäisiä maakaapeleita esimerkiksi rakennustyömailla voidaan käyttää, mikäli ne on suojattu keskiraskaan käytön suojaputkilla tai vastaavilla suojilla, ne on merkattu oikein kilvillä ja nauhalla ja suojukset on kiinnitetty maahan tai asennusalustaan niin, etteivät ne pääse helposti liikkumaan. (Sesko, SFS-käsikirja 600-1-2, 2017)

5.4 Maadoitus ja potentiaalintasaus

Pientalojen maadoitukset ovat liittymäkohtaisia ja niiden maadoitus toteutetaan maadoituselektrodilla. Maadoituselektrodi vaaditaan standardin mukaan, jos sähköliittymää syötetään sähköverkosta, jossa on PEN-johdin. Maadoituselektrodia käytettäessä se tulee aina liittää maadoitusjohtimella päämaadoituskiskoon (potentiaalintasauskiskoon). Mikäli sähköliittymän takaisissa, kuitenkin rakennusten ulkopuolisessa verkossa, käytetään PEN-johdinta, täytyy vähintään 200 metrin välein tehdä maadoitus. Suojajohtimen tasaisin välein tehty maadoittaminen auttaa vikatilanteessa suojajohtimen potentiaalilin pysymisen mahdollisimman lähellä maan potentiaalia. (Sesko, SFS käsikirja 600-1-1, 2017)

Maadoitusjärjestelmän tarkoituksena on tehdä johtava yhteys maahan, jonka pitää olla luotettava ja kestävä mukaan lukien korrosio. Se on soveltuva myös asennuksen suojausvaatimuksiin ja toiminnallisiin tarkoituksiin. Maadoitusjärjestelmän tavoite on johtaa myös maasulkuvirrat ja suojajohtimen virrat maahan aiheuttamatta vahinkoa kaapeleille ja ihmisille. (Sesko, SFS käsikirja 600-1-1, 2017)

Maadoituselektrodi toteutetaan yleensä pientalokohteissa 16mm^2 kupariköydellä, joka sijoitetaan rakennuksen perustusten alle johtavaan maahan tai vaihtoehtoisesti perustusten raudoituksiin ennen valua. Mikäli sitä ei ole mahdollisuus toteuttaa edellä mainitulla tavalla, voidaan maadoitus tehdä laittamalla kupariköyttä liittymäkaapelin kanssa samaan ojaan 25 metrin pituisesti. Maadoituselekt-

rodi pyritään aina rakentamaan silmukaksi ja silmukka tuodaan suoraan tai soveltuvalla maadoitusjohtimella potentiaalintasauskiskoon. Samaiseen kiskoon tuodaan myös esimerkiksi antennin maadoitusjohdin.

5.5 Johdotus

Suomessa kiinteistöjen sähköistys tehdään pääasiassa TN-vaihtosähköjärjestelmällä. TN-järjestelmästä on Suomessa käytössä TN-C, TN-S ja TN-C-S. Tämän päivän kiinteistöjen sisäinen sähköjohdus toteutetaan TN-S järjestelmällä. Pienjännitesähköliittymä tulee aina TN-C järjestelmällä. Kiinteistön pääkeskuksessa järjestelmä muutetaan PEN-kiskosta eteenpäin TN-S järjestelmäksi.

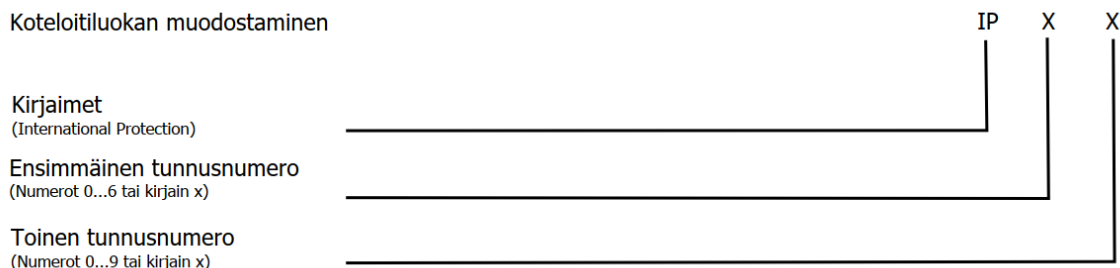
Pienikiinteistöjen sähköasennukset voidaan tehdä joko putkellisena tai putkettomana uppoasennuksena riippuen käyttötarkoituksesta. On myös mahdollista tehdä sähköasennukset pinta-asennuksena. Pinta-asennuksia tehdään saneeratessa vanhoja kiinteistöjä tai tehtäessä sähköasennuksia rakenteisiin, joihin upotus ei ole mahdollista tai taloudellisesti järkevää suhteessa tilan käyttötarkoitukseen.

Sähköjohdot ja kaapelit sijoitetaan uppoasennuksessa seinän sisään niin, etteivät ne jää eristeen sisään. Rakenteesta riippuen, esimerkiksi puurakenteisessa talossa, asennetaan kaapelit yleensä kipsilevyn taakse jäävään koolaukseen. Johdot ja kaapelit sijoitetaan heti kipsilevyn jälkeen, jolloin kaapeli lämmitessään voi luovuttaa lämmön helpommin kipsilevyn läpi kuin eristeen sisässä. Johtojen sijoituksessa pitää myös huomioida, että ne pääsevät väistämään naulan tai ruuvin tieltä. Käytännössä vaaditaan, että läpiviennin aukon tulee olla kolme kertaa kaapelin halkaisijaa isompi.

Asennuskaapeleille on myös olemassa luokituksia, joista käy ilmi, missä mitäkin kaapelia saa käyttää. Esimerkiksi yleisimmät MMJ-Asennuskaapelit sopivat lähes kaikkiin asennuksiin sisälle ja ulos. Niitä ei voi kuitenkaan asentaa esimerkiksi maahan eikä suoraan betoniin.

5.6 Sähkökalustus

Sähkökalustuksessa tärkeintä on asentaa oikeanlaiset kalusteet eri paikkoihin. Suunnitelmissa onkin yleensä huomioitu kalusteiden ja laitteiden oikeat koteloitiluokat, joita kutsutaan puhekielessä IP-luokituksiksi. IP tulee englanninkielisistä sanoista International Protection. IP-koodin muodostuminen on selitetty kuvassa 2.



Kuva 2. IP-koodin muodostaminen

Kuivissa sisätiloissa luokituksiksi riittää IP2X. Käytännössä sähkölaitteiden tulee olla kosketussuojatut, jotta lapset eivät voi vahingoittaa itseään. Vesisuojausta kuivissa tiloissa ei vaadita ollenkaan.

Kosteissa tiloissa, kuten kylpy- ja suihkutiloissa, vesisuojaus lähtökohtaisesti vaaditaan. Vaatimus on tarkennettu vielä alueittain riippuen siitä, kuinka lähellä vesipistettä ollaan. Ulkotiloissa perusvaatimuksena on IP44. Alla on selitetty, mitä numerokoodit tarkoittavat. (Käsikirja, 2017)

Ensimmäinen numero: vaarallisten osien suojaus ja suojaus vierailta esineiltä ja pölyltä:

- 0 Suojaamaton
- 1 Kun esineen halkaisija on yli 50 mm
- 2 Kun esineen halkaisija on yli 12,5 mm
- 3 Kun esineen halkaisija on yli 2,5 mm
- 4 Kun esineen halkaisija on yli 1,0 mm
- 5 Pölysuojattu
- 6 Pölytiivis

Toinen numero: vesisuojaus:

- 0 Suojaamaton
- 1 Pystysuoraan tippuvalta vedeltä
- 2 Tippuvalta vedeltä (+/- 15 astetta)
- 3 Satavalta vedeltä (+/- 60 astetta)
- 4 Roiskuvalta vedeltä
- 5 Vesisuihkulta (joka suunnasta)
- 6 Voimakkaalta vesisuihkulta
- 7 Lyhytaikaisesti upotettuna
- 8 Jatkuvasti upotettuna
- 9 Suojaus korkeapaineelta ja korkealämpoiseltä

(STEK, 2021) (Tiainen, D1-2017, 2018)

5.7 Käyttöönottotarkastus

Käyttöönottotarkastus jakautuu kahteen osioon: aistinvaraisiin tarkastuksiin ja käyttöönottomittauksiin. Käyttöönottomittaukset ovat kaksivaiheiset. Ensiksi suoritetaan jännitteettömät mittaukset, joihin kuuluvat suojajohtimen jatkuvuuden ja eristysresistanssin mittaus. Mittaustulosten ollessa vaatimusten mukaiset kytketään jännite ja tehdään jännitteelliset mittaukset.

5.7.1 Aistinvaraiset tarkastukset

Aistinvaraiset tarkastukset tarkoittavat koko työmaan ajan tapahtuvaa seuranta. Mittauspöytäkirjan aistinvarainen tarkastusosa pitäisikin toimittaa heti työmaan alussa työmaalle, jolloin sitä voitaisiin täyttää asianmukaisesti. Aistinvaraisiin tarkastuksiin kuuluu seuraavien asioiden huomioiminen: sähköiskulta suojaus, palosuojaus, johtimet ja johtojärjestelmät, suoja- ja valvontalaitteet, ylijännitesuojat, erotus- ja kytkentälaitteet, sähkölaitteiden suojausmenetelmät, nolla- ja suojajohtimien tunnukset, piirustukset ja varoituskilvet, tunnistettavuus, päätteet ja liitokset, suoja- ja potentiaalintasausjohtimet, sähkölaitteiston vaatima tila, yksivaiheiset kytkinlaitteet sekä erityistilat. Kaikki käydään kohta kohdalta läpi ja merkataan kohta kohdalta joko olevan kunnossa tai ettei sisälly asennuksiin. Huomiot ja puutteet kirjataan pöytäkirjaan.

5.7.2 Jännitteettömät mittaukset

Suojajohtimen jatkuvuus mitataan keskuksen päämaadoituskiskon ja jokaisen maadoitettavan pisteen väliltä. Suojajohtimen jatkuvuus mitataan käyttöönottotesterillä, jolta vaaditaan 200mA

koestusvirta mitatessa suojajohtimen resistanssia. Suojajohtimen maksimiresistanssi saa keskuksen ja kauimmaisen pisteen välillä olla 1 ohmi tai kahden erillisen ryhmän välillä 2 ohmia.

Eristysvastusmittaus tehdään kaikissa sähköasennuksissa ja sillä voidaan varmistaa, että johdot ja kytkennät on kunnossa. Pienkiinteistöissä eristysvastusmittaus suoritetaan 500V jännitteellä.

5.7.3 Jännitteelliset mittaukset

Oikosulkuvirran perustana on täyttää henkilösuojauksessa 0,4 sekunnin poiskytkentäaika tai pääjohdoille 5 sekunnin poiskytkentäaika. Lähtökohtana sillä on myös suojata kaapelia ylikuormitukselta. Oikosulkuvirta-arvot mitataan kauimmaisesta keskuksista ja kaikista ryhmistä, jolloin varmistutaan suojauksen täyttymisestä. Oikosulkuvirta mitataan jokaiselta ryhmältä. Laskettu ja mitattu vaadittu oikosulkuvirta on määrätty johtoa suojaavan sulakkeen tai johdonsuojakatkaisijan perusteella. Alla olevassa taulukossa on esitetty esimerkiksi sulakkeiden mitatut ja lasketut minimoioikosulkuvirrat.

Taulukko 2. Johdonsuojakatkaisijoiden pienimmät toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot. (ST-kortisto, 2019)

Suojalaitteen nimellisvirta A	Suojalaitteiden toimintarajavirrat ja pienimmät hyväksyttävät mittaustulokset							
	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	Johdonsuojakatkaisijat			
					B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
6	46,5	58,2	–	–	30	37,5	60	75
10	82	102,5	–	–	50	62,5	100	125
16	110	137,5	–	–	80	100	160	200
20	145	181,3	–	–	100	125	200	250
25	180	225	110	137,5	125	156,3	250	312,5
32	270	337,5	150	187,5	160	200	320	400
50	470	587,5	250	312,5	250	312,5	500	625
63	550	687,5	320	400	315	393,8	630	787,5
80	840	1050	425	531,3	400	500	800	1000
125	1450	1812,5	715	893,8	625	781,3	1250	1562,5

Vikavirtasuojien mittaukset tehdään siihen soveltuvalla testerillä. Vikavirtasuojilta mitataan laukaisuvirta ja -aika laitteen nimellisvirralla. Laukaisuaajan vaatimukset on annettu standardissa. Nimellisvirralla vaatimus on yleisesti käytettävälle 30 mA:n A-tyyppin vikavirtasuojalle 300 ms. Laukaisuvirran vaatimus on 0,5-1 kertaa vikavirtasuojan nimellisvirta. (ST-kortisto, 2019)

Jännitteenalenemalle rakennuksen sähköverkossa on annettu suosituksia standardissa. Ilman erillistä sopimusta suositukset eivät ole velvoittavia. Suositus on annettu muun muassa suoraan pienjännitejakeluverkosta syötettävälle laitteelle, jonka jännitteenalenema saisi olla maksimissaan 5%. Valaistuskuumalle vastaava suositus on 3%. (SESKO, SFS-Käsikirja 600-1-1, 2017)

Vaihejärjestyksen testaaminen kolmivaihepistorasioiden ja kolmivaiheisten laitteiden osalta kuuluu myös osaksi mittauksia. Vaihejärjestys voi vaikuttaa sen perässä toimivan laitteen toimintaan, kuten esimerkiksi moottorin pyörimissuuntaan. Pahimmassa tapauksessa väärä vaihejärjestys voi aiheuttaa laiterikkoja.

6 PARITALOKOHTTEEN SÄHKÖISTÄMINEN

Kuopion Hiltulanlahteen rakennettiin paritalo ja autokatos syksyllä 2020. Paritalon pohjapinta-ala on yhteensä $200m^2$. Suunnittelut alkoivat kesäkuussa ja rakentaminen alkoi heinäkuussa 2020.



Kuva 3 paritalosuunnitelmien visualisointi. (Taneli Väyrynen, 2020)

6.1 Suunnittelu

Sähkösuunnittelu alkoi asemapiirustuksen tekemisestä. Asemapiirustuksen tekemiseen tarvittiin arkkitehdiltä asemapiirustus, jonka pohjalle työ tehdään. Selvitettäviä ja suunniteltavia asioita asemapiirustuksessa oli mittauskeskuksen sijainti, liittymispaikan selvittäminen ja pihavalaistuksen tarpeen kartoitus sekä autokatoksen vaatimukset.



Kuva 4. Liittymis- ja valokuitukaapeli tontin nurkalla.

Liittymiskaapeli oli tontin nurkalla nostettuna kiepile. Kaapeli oli tuotu yhdessä muun kunnallistekniikan kanssa alueen infraa rakennettaessa. Liittymispiste on yleensä tontin rajalla haaroitus- tai jakokaapissa.

Mittauskeskuksen paikkaan vaikutti lähinnä järkevä sijainti kaapelipituuksien suhteen ja visuaalisen haitan minimoiminen. Paikallinen jakeluverkon haltija Kuopion Sähköverkko Oy suosittelee mittauskeskuksen sijoittamista ulos, jolloin verkkoyhtiöllä on tarvittaessa pääsy mittarille.

Pihavalaistukseen ei tässä tapauksessa panostettu juurikaan. Ainostaan varausputket pihavalaistukselle suunniteltiin vedettäväksi ryhmäkeskukselta molempien asuinhuoneistojen etupuolelle tuleville istutusaltaille.

6.2 Mitoitus

Pari- ja omakotitalon liittymän mitoituksessa harvemmin tarvitsee tehdä kovin tarkkoja laskelmia, vaan voidaan kokemukseräisesti päättää liittymäkoko. Paritaloissa ja isoissa sähkölämmitys omakotitaloissa valitaan 35 ampeerin ja perinteisissä omakotitaloissa 25 ampeerin liittymä. Liittymä koko on kuitenkin järkevä optimoida, koska liian isosta liittymäkoosta maksetaan turhaan suurempaa perusmaksua. Tässä tapauksessa todettiin kokemukserusteisesti, että voidaan tilata sähköverkkoyhtiöltä 35 ampeerin liittymä.

Molempien huoneistojen lämmitys tapahtuu omilla maalämpöpumpuilla, ja huoneistot ovat energia luokaltaan A-luokassa. 35A liittymällä rakennuksen huipputeho voi olla 22kW luokkaa. Huipputeho saadaan laskemalla 3-vaihe tehon kaavalla.

$$P = \sqrt{3} * u * i * \cos\varphi \quad (3)$$

$$\sqrt{3} * 400 * 35 * 0,9 = 21823,8W \approx 22kW \quad (4)$$

Paikallisen sähköverkkoyhtiön ohjeistuksen mukaan pienin liittymiskaapeli on vähintään AXMK 4×25. Liittymiskaapelin mitoituksessa ei siis optimoitu poikkipinta-alaa, vaan mentiin pienimmällä kaapelilla, jota verkkoyhtiö suosittelee. Verkkoyhtiöllä on omat ohjeistuksensa liittymiskaapelin valintaan, joka perustuu liittymän sulakekokoon.

6.3 Maakaapelointi

Maakaapeloinnin toteuttaminen paritalokohteessa suoritettiin muiden maatöiden yhteydessä samoihin kaivantoihin. Maakaapeloinnissa vedettiin liittymiskaapeli AXMK 4x25 ja kuitukaapeli tontin nurkalta talon takaseinälle tulevalle mittauskeskukselle.

Kaivanto jätettiin alkupäästä auki verkkoyhtiön (Kuopion Energia) asentajaa varten, joka suorittaa kiinteistön liittämisen sähköverkkoon. Kuopion Energian liittymissä urakoitsija ei tee jatkosta, vaan se tehdään samalla, kun mittarointi ja kytkentä suoritetaan.



Kuva 5. Kaivanto liittymäkaapelille sekä vesi- ja viemäriputkille.

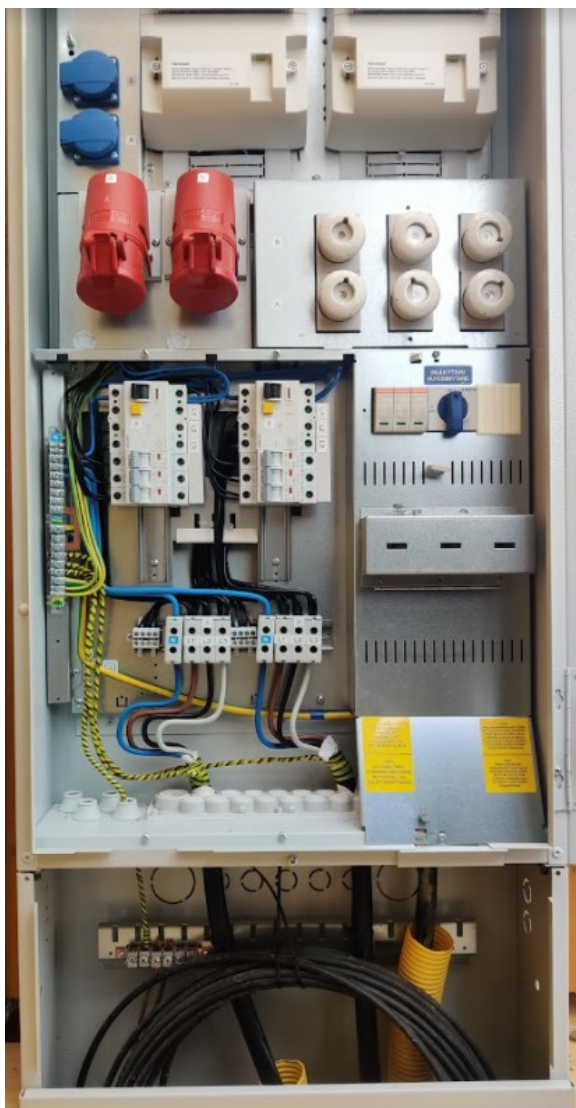
Pääkeskukselta vedettiin myös 50 mm suojaputket molempien asuinhuoneistojen ryhmäkeskuksille. Suojaputket vedettiin nousujohtoja ja kuitua varten. Varausputket vedettiin ryhmäkeskukselta myös takaterassin alle ja etupihalle pihavalvoja varten.



Kuva 6. ennen sisätäyttöä asennettiin suojaputket.

6.4 Maadoitus ja potentiaalintasaus

Liittymän maadoitus toteutettiin maadoituselektrodilla. Maadoituskuparilla tehtiin silmukka, jonka molemmat päät tulevat päämaadoituskiskoon. Kuparinen 16mm² maadoitusköysi sijoitettiin anturan raudoituksiin. Maadoituselektrodin sijoittamista anturaan pidetään optimaalisena, koska sillä saavutetaan hyvä suojaus mekaanista vaurioitumista vastaan ja tehokas maadoitus kiinteistössä. Maadoituselektrodin sijoittaminen anturan raudoituksiin ottaa perustukset mukaan potentiaalintasaukseen, joka parantaa maadoituksen tehokkuutta.



Kuva 7. Yhdistetty mittaus- ja pääkeskus.

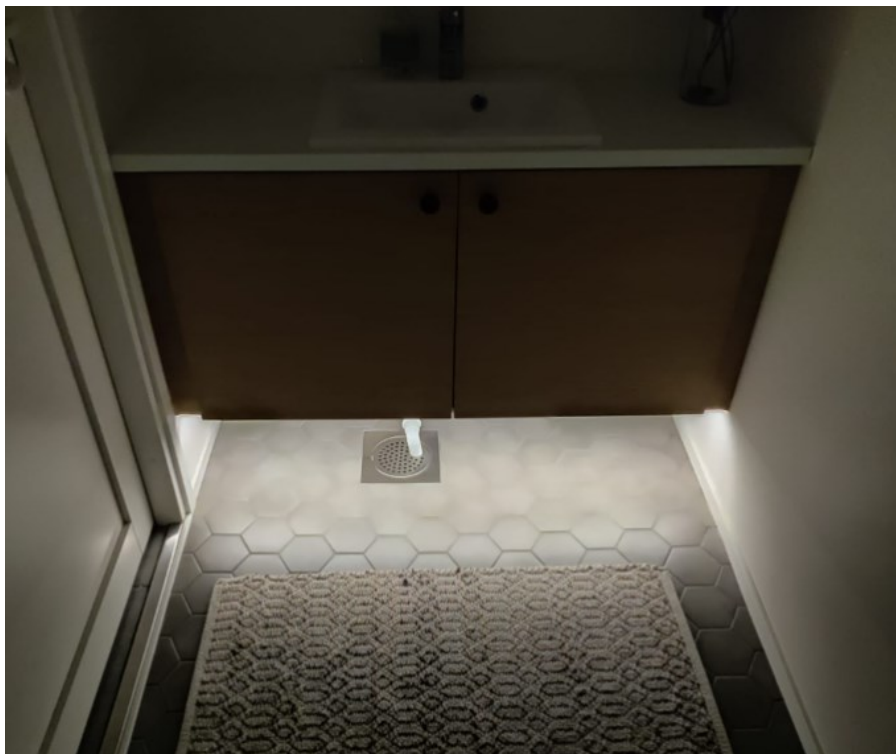
Mittauskeskuksen suojakiskolta maadoitus vietiin päämaadoituskiskolle (keskuksen alareunassa) 16mm² kuparilla. Antennimastojen maadoitukset liitetään suoraan päämaadoituskiskoon.

6.5 Sähkökalustus

Paritalon kalustuksessa käytettiin yleistä ABB:n IMPRESSIVO sarjaa. ABB:n IMPRESSIVO sarja tarjoaa kattavan valikoiman erilaisia sähkökalusteita. IMPRESSIVO-tuotteet ovat saatavilla neljässä eri värissä (valkoinen, antrasiitti, mattamusta ja alumiini) (ABB, 2021)

IMPRESSIVO sarja on IP-luokaltaan IP21. Kosteissa tiloissa käytettiin kalustesarjaan saatavaa IP44-tiivistesarjaa. Tiiviste sarjaan kuuluu mm. kaulukset ja ruuvikiinnitteiset rungot.

Valaistus toteutettiin nykypäiväisillä laadukkailla LED-valaisimilla. Yleisvalaisimena käytettiin LED-paneeleja, joissa on leveä valonjako. Yleisvalaistuksen lisäksi tiloissa on valaisinpistorasioita irtovalaisimia varten. Työpistevaloina käytettiin LED-profiili valaisimia. Saunojen valaistukset toteutettiin suomalaisen valaisinvalmistajan Saas: n valokuituvalaisimilla.



Kuva 8. epäsuora valaistus WC:n kaapin alla.

Epäsuoraa valaistusta käytettiin huoneistojen kodinhoitohuoneissa ja WC:ssä. Epäsuoralla valaistuksella saavutetaan tilaan pehmeä valaistus, joka ei häikäise silmiä yöllä WC:ssä käydessä.

Valaistuksen ohjaus toteutettiin makuuhuoneissa ja tupakeittiössä LED-valonsäätimillä. Muuten ohjaus on toteutettu perinteisillä on/off kytkimillä. Ulkovalot ohjautuvat astronomisella kellokytkimellä ja liiketunnistimilla.

6.6 Käyttöönottotarkastukset

Kohteen valmistuttua joulukuussa 2020 suoritettiin sähköjen käyttöönottotarkastukset. Aistinvaraisia tarkastuksia suoritettiin koko työmaan ajan. Käyttöönottotarkastuksia tehdessä kaikki asennukset olivat valmiina, jolloin tarkastuksesta ei tarvinnut jättää ulkopuolelle mitään osia.

Käyttöönottomittaukset suoritettiin Amprobe Telaris Proinstall 100-asennustesterillä. Ennen mittauksen aloittamista irrotetaan kaikki mahdolliset sähkölaitteet verkosta ja kytketään sähköt pois mitattavasta keskuksista. Mittauksen aluksi irrotetaan mitattavan keskuksen syöttökaapelin nollajohdin irti. Nollajohtimen irrottamisen jälkeen voidaan suorittaa suojajohtimen jatkuvuuden mittaus. Suojajohtimen jatkuvuus mitattiin kaikista suojamaadoitetuista sähkölaitteista sekä jännitteelle alttiista johtavista osista, kuten esimerkiksi ilmanvaihtoputkista ja maalämpöpumpun kupariputkista. Suojajohtimenjatkuvuusmittauksessa ei ilmennyt vaatimuksia ylittävää resistanssia.

Eristysvastusmittaus suoritettiin yksitellen ryhmä kerrallaan. Eristysvastusmittauksessa on olennaista, että piiri ei ole poikki mistään kohtaan. Kaikki sulakkeet, kytkimet ja katkaisijat täytyy olla kiinni asennossa mittausta suoritettaessa.

Eristysvastusmittaus näytti toisessa asunnossa 0 ohmia yhdessä ryhmässä. Ongelmakohtan selvittäminen tapahtuu helpoiten aukaisemalla kaikki sulakkeet ja lähdetään mittaamaan eristysvastus

ryhmä kerrallaan. Kiukaan sulakkeiden kiinni laittaminen aiheutti mittaustuloksen tippumisen 500 megaohmista 0 ohmiin. Käytännössä se tarkoitti, että kiukaan syöttö oli viallinen, koska kytkennät olivat kunnossa. Vaikka kaapeli oli saunan osuudelta putkitettu, ei siitä ollut apua, kun saunan koo- laus oli kiinnitetty naulapysyillä. Tutkittaessa asiaa havaittiin, että yksi naula oli mennyt keskeltä putkea kaapelin läpi. Ongelma ratkaistiin purkamalla saunasta pari alinta seinäpaneelia ja käyttä- mällä keittiön yläkaappeja pois paikaltaan, josta päästiin käsiksi yläpuolella menevään kaapelikui- luun. Naula oli kaapelissa onneksi hyvin lähellä kiukaan asennusrasiaa. Niin sanotun kaapelikuilun kautta saatiin kaikki löysäksi jäänyt kaapeli käyttöön ja lopulta kaapeli riitti melkein alkuperäiselle paikalle asti. Siirsin rasian uuteen paikkaan ja paneelit sekä keittiön yläkaapit takaisin, niin ongelma oli hoidettu.

Ennen jännitteellisiä mittauksia ja jännitteen kytkemistä, oli tärkeä muistaa kytkeä keskuksen nolla- johdin takaisin paikoilleen. Jännitteellisistä mittauksista tein ensimmäiseksi oikosulkuvirtojen mit- taukset. Tapanani on ollut mitata keskukselta kaikilta vaiheilta oikosulkuvirta ja sitten mitata kaikki pistorasiat ja valaisinpisteet.

Talon läheisyydessä alle 100 metrin päässä on paritalon mittauskeskusta syöttävä puistomuuntamo. Mitä lähempänä muuntamo on, sen suuremman oikosulkuvirran muuntamo saa aikaan. Vaikka osa pistorasiaryhmistä olivatkin aika pitkiä, ei oikosulkuvirtojen kanssa ollut ongelmaa. Kaikki arvot olivat reilusti yli minimioikosulkuvirtavaatimusten. Lisäksi kaikki yleiseen käyttöön soveltuvat pistora- siaryhmät ja valaistusryhmät on lisäsuojattu 30mA vikavirtasuojakytkimillä. Alla on esimerkkikuva pistorasiaryhmän oikosulkuvirtamittauksesta.



Kuva 9 Oikosulkuvirtamittaus.

ryhmäjohtotasolla käytettäessä pienempiä kaapelinpaksuuksia, kasvaa kaapelien resistanssi nope- asti. Tämä aiheuttaa oikosulkuvirran tippumisen nopeasti. Tässä kohteessa pienin yksivaiheinen oi- kosulkuvirta pääkeskuksella oli yli 900A. Keskukselta kauimpia pisteitä mitattaessa esimerkiksi C16-

tyypin johdonsuojakatkaisimen perässä olevan ryhmän pienin oikosulkuvirta oli 240A luokkaa. Kyseessä on kuitenkin vain 100m² kokoinen huoneisto eikä ryhmät olleet erityisen pitkiä. Suunnittelussa on siis hyvä ottaa huomioon, ettei suunnitella niin sanotusti liian pitkiä ryhmiä. Ohjelmat pääsääntöisesti kykenevät nykyään laskemaan oikosulkuvirrat automaattisesti kussakin pisteessä, jos ohjelmia osataan hyödyntää oikein.

Vikavirtasuojien mittaus oli hyvin yksinkertainen toimenpide. Vikavirtasuojat mitattiin kytkemällä mittari suojamaahan, nollaan ja vaiheeseen. Mittari aiheuttaa vuotovirran ja antaa tulokseksi toiminta-ajan ja -virran. Arvot ovat käytännössä aina sallituissa rajoissa, jos kytkentä on suoritettu oikein.

7 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö koostuu kahdesta osasta. Teoriaosuudessa kerrotaan sähköalan sähköturvallisuuksista, standardeista ja määräyksistä. Lisäksi siinä käsitellään sähköalan yrityksen perustamiseen liittyviä asioita. Toisessa osassa käsitellään pientalohankkeen sähköistämiseen liittyviä asioita teoriassa. Sähkösuunnittelu-osiossa kerrotaan, mitä suunnitelmat yleensä sisältävät. Sähköasennuksen eri vaiheita käsitellään myös viitaten standardeihin ja säädöksiin. Lopuksi käsitellään myös käyttöönototarkastuksen sisältöä ja avataan aistinvaraisia tarkastuksia sekä jännitteettömiä että jännitteellisiä mittauksia. Mittauksien osalta käydään myös läpi minimivaatimuksia muun muassa suojajohtimen jatkuvuuteen, oikosulkuvirtaan ja vikavirtasuojan toimintaan liittyen. Toisen osion lopuksi kerrotaan esimerkkikohteena olleen paritalon sähköistämisestä käytännössä.

Kokonaisuudessaan käytännön osuus meni hyvin ja lopputulos oli kaikkia asiakasta ja tekijää miellyttävä. Paritalon molemmat asuinhuoneistot ovat toimineet myös käytännössä hyvin, eikä mitään varsinaisia suunnittelu- tai asennusvirheitä ole ilmennyt. Käytännön osuuden onnistuminen kokonaisuudessaan ajateltua paremmin oli yllättävää, koska kyseessä oli ensimmäinen kokonaisuurakka. Seuraavaan projektiin parannettavaa jää lähinnä sijoittelun ja toimivuuden viimeistely paremmaksi. Kehitettävää olisi myöskin visuaalisuuden huomioimien sähkökalusteiden sijoittelussa. Esimerkiksi valokatkaisijoiden sijainnit.

Opinnäytetyön tavoitteena oli auttaa hahmottamaan yrityksen perustamista ja toimintaa sähköurakoitsijana. Tavoitteeseen päästiin hyvin, sillä käytännön toiminta sähköurakoitsijana vahvistui sähköurakan aikana. Kokemus sähköistämishankkeen läpiviennistä ja kustannuksista vahvistuivat. Työn aikana myös käsitys työvaiheiden aikatauluista ja rytmittämisestä.

Työn aikana perustettiin yritys ja sen toiminta on saanut alkunsa pienimuotoisesti. Yrityksen tarkoituksena ei ollut käynnistää mittavaa toimintaa. Sen sijaan tavoitteena oli hakea lupa tehdä sähkötyitä Suomessa ja tehdä sivutoimisesti pieniä sähköurakoita ja sähkösuunnittelua.

Jatkotutkimuksen tarvetta tälle työlle ei ole, mutta seuraavan tutkimuksen aiheena voisi olla automaation tuominen pientaloihin. Jatkotutkimuksessa voisi pohtia automaation tarvetta ja sen tuomia hyötyjä suhteessa kustannuksiin.

LÄHTEET

- 1435/2016. (2016). Teoksessa *Valtioneuvoston asetus sähkötöistä ja käyttötöistä 1435/2016*.
- 1435/2016. (2016). Teoksessa *Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016*.
- 1436/2016. (2016). Teoksessa *Sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1436/2016)*.
- 1437/2016. (2016). Teoksessa *Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden turvallisuudesta (1437/2016)*.
- ABB. (2021). *ABB*. Haettu 22. 4. 2021 osoitteesta <https://new.abb.com/low-voltage/fi/tuotteet/asennustuotteet/asennuskalusteet/impressivo>
- Hesso, J. (2015). *Hyvä liiketoimintasuunnitelma*. Vantaa: Hansaprint Oy.
- Käsikirja, D.-2. (2017). Teoksessa STUL. Espoo: STUL ry.
- Sesko. (2017). SFS käsikirja 600-1-1. Teoksessa *Sesko* (ss. 76,375-378). Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
- Sesko. (2017). SFS-käsikirja 600-1-1. Teoksessa sesko. Helsinki: SFS.
- SESKO. (2017). SFS-Käsikirja 600-1-1. Teoksessa SESKO. Helsinki: SFS Standardisointiliitto.
- Sesko. (2017). SFS-käsikirja 600-1-2. Teoksessa Sesko. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
- SESKO. (2017). SFS-käsikirja 6002. Teoksessa sesko. Helsinki: SFS.
- SESKO. (2021). *SESKO ry*. Haettu 22. 4. 2021 osoitteesta https://www.sesko.fi/standardit/iec_ja_cenelec
- STEK. (2021). *STEK*. Haettu 10. 4. 2021 osoitteesta STEK: <https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/sahkojarjestelmat/ip-luokitus/>
- ST-kortisto. (2019). ST-kortisto. Teoksessa S. ry, *KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA*. Sähköinfo Oy.
- sähtöturvallisuuslaki. (1996). Teoksessa *410/1996*.
- Sähtöturvallisuuslaki. (2016). Teoksessa *1135/2016*. Helsinki.
- Taneli Väyrynen, H.-a. (2020). Kuopio.
- Tiainen, E. (2015). *Pienjännitesähkölaitteiston mitoitus*. Helsinki: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.
- Tiainen, E. (2018). *D1-2017*. Espoo: STUL ry.
- tukes.fi*. (2021). Haettu 10. 4. 2021 osoitteesta <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/#a72af0a3>
- Työturvallisuuslaki 738/2002. (2002).
- Valtioneuvosto. (2019). Valtioneuvoston asetus. Teoksessa *Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötöistä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta (804/2019)*.

Valtioneuvosto. (2019). Valtioneuvoston asetus . Teoksessa *Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista annetun valtioneuvoston asetuksen 3 §:n muuttamisesta (805/2019)*.

Varma. (2021). Haettu 1. 5. 2021 osoitteesta <https://www.varma.fi/yrittaja/yel/kuka-tarvitsee-yel-vakuutuksen/>

Vierula, M. (2014). *Suuri integraatiokirja*. Helsinki: Talentum.

yritä.fi. (2021). Haettu 26. 01. 2021 osoitteesta Yritä.fi: <https://xn--yrit-ooa.fi/yritysmuodot>