



Jere Partanen

Laadukkaan tekemisen toiminnan- ohjaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

31.1.2025

Tiivistelmä

Tekijä: Jere Partanen
Otsikko: Laadukkaan tekemisen toiminnanohjaus
Sivumäärä: 36 sivua + 5 liitettä
Aika: 28.4.2025

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine: Kiinteistöjen sähkötekniikka
Ohjaajat: Projektipäällikkö Jari Paski
Lehtori Timo Tuominen

Tässä insinööriyössä kehitettiin laadunhallintajärjestelmä Consti Talotekniikka Oy:lle. Työn tavoitteena oli luoda sähköasennukseen selkeät ja käytännönläheiset ohjeet, joiden avulla parannetaan turvallisuutta, tehokkuutta ja laatua.

Työssä käsitellään laadunhallinta periaatteita, sähköasennuksiin liittyviä keskeisiä standardeja sekä työmaan ohjeistuksen merkitystä. Erityinen painopiste oli työvaihe- ja työkalukohtaisessa perehdytys ohjeissa, joiden avulla varmistetaan työntekijän oikea osaaminen eri asennuksissa. Työhön laadittiin kattava ohjekorttikokoelma eri sähköasennus järjestelmistä.

Ohjeiden avulla varmistetaan yhdenmukaiset ja määräysten mukaiset asennustavat, mikä vähentää virheistä johtuvia takuuasioita ja lisäkustannuksia. Ohjeiden merkitystä on korostettu selkeyden ja saavutettavuuden merkeissä.

Tuloksena syntyi käyttökelpoinen ja laajennettavissa oleva ohjeistuskokonaisuus, joka tukee Constin sähköurakoinnin laatu- ja ympäristötavoitteita sekä työntekijöiden turvallista ja perehdytettyä työskentelyä.

Avainsanat: Asennusohjeet, Perehdytys, Laadunhallinta, Työturvallisuus, Toiminnanohjaus

Abstract

Author: Jere Partanen
Title: Management control of quality work
Number of Pages: 36 pages + 5 appendices
Date: 28 April 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Electrical Building Services
Supervisors: Project manager, Jari Paski
Senior lecturer, Timo Tuominen

In this thesis work, a quality management system was developed for Consti Talotekniikka Oy. The goal of the work was to make clear and practical instructions for electrical installation to improve safety, efficiency and quality.

The thesis discusses the basic ideas of quality management, important standards in electrical work and why instructions on the construction site are important. Special focus is on instruction for different work phases and tools, so workers can do the right things in each installation. A wide set of instruction cards were created for different electrical systems.

These instructions help the work to follow the same standards and rules, which helps to avoid mistakes, warranty problems and extra costs. The importance of clear and easy to use instructions is highlighted.

As a result, the work created a useful and expandable instruction set that supports Consti's goals in electrical work quality and environmental goals, and helps workers to work safely and with good guidance.

Keywords: Installation instruction, Orientation, Quality management, Work safety, Process control

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköalan laadunhallinta ja toiminnanohjaus	2
2.1	laadunhallinta järjestelmän esittely, tavoitteet ja toimintaperiaatteet	2
2.2	Sähköalan standardit ja säädökset	3
3	Työmaalla turvallisesti ja ohjeiden mukaisesti toimiminen	4
3.1	Virheet ja laatu	5
3.2	Yhteistyö ja kommunikaatio työmaalla	5
4	Perehdytys ja työnohjaus käytännössä	6
4.1	Työvaihekohtainen asennustapa perehdytys	6
4.2	Työtehtäväperehdytys ja yksinkertaisen asennusohjeiden rooli	10
4.2.1	Ohjeiden selkeys ja ymmärrettävyys työmaalla	10
4.3	Asennus- ja kohdekohtainen perehdytysohje	11
4.4	Työkalukohtainen perehdytysohje	26
5	Yhteenveto ja johtopäätökset	30
5.1	Yhteenveto ja analyysi	30

Lyhenteet

RALA: *Rakentamisen Laatu RALA.*

KEVI: *Suojamaadoitus johdin. Sana KEVI tulee johdinväristä keltavihreä, joka on suojamaadoitusjohtimen väri.*

SU UM: *Sähköurakointi uusimaa. Constin sisäinen sähköpuolen yksikkö.*

MEK70: *Mekan valaisinripustuskiskojärjestelmä.*

Dca: *Rakennustuotteiden eurooppalainen paloluokitus kaapeleille.*

SFS: *Sähköasennusstandardisarja Suomessa.*

1 Johdanto

Consti Oyj on yksi Suomen johtavista korjausrakentamiseen ja taloteknisiin palveluihin keskittyneistä yhtiöistä. Yrityksen tavoitteena on kasvu, kannattavuus, vihreä siirtymä ja ympäristö tavoitteiden kehitys. Yritys ei rajoitu ainoastaan rakennustoimintaan, vaan se tarjoaa myös talotekniikkapalveluja, palvelu-urakointi sekä huolto- ja ylläpitopalvelut.

Sähköala on moniulotteinen ja haastava toimiala, jossa laadukas tekeminen on erittäin tärkeää, jotta projektikannattavuus ja asiakastyytyväisyys taataan. Rakennusprojekteissa on usein monia muuttujia kuten eri osapuolia, resursseja ja aikarajoitteita, minkä vuoksi laadunhallinta on tärkeässä roolissa projektien kannattavuuden kannalta. Toiminnanohjausjärjestelmä mahdollistaa tehokkaamman, tarkemman ja turvallisemman työnteon.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia ja tutkia laatujärjestelmän toiminnanohjausta sähköpuolen urakoinnille. Urakoinnissa on monia erityispiirteitä, kuten tiukat säädökset, monen urakoitsijan yhteistyö, projektikohtainen työskentely, jotka asettavat omat haasteensa. Opinnäytetyön tuloksena syntyy ohjekirja, joka käsittelee hyviä asennustapoja, joiden avulla voidaan saavuttaa laadukas ja hallittu sähköurakointi. Työn toimeksiantajana toimii Consti Talotekniikka Oy sähköurakointi Uusimaa.

Opinnäytetyön tukena, kieliasun muotoilussa ja kirjoitusvirheiden tarkistuksessa on hyödynnetty OpenAI:n ChatGPT 4o - mallia. Opinnäytetyön tekijä vastaa kaikesta sisällöstä ja lopullisesta muotoilusta.

2 Sähköalan laadunhallinta ja toiminnanohjaus

Laadunhallintajärjestelmä tulee käyttöön Consti talotekniikan sähköyksikölle. Sähköurakoinnissa laadunhallinnan tärkeys jokaisen erilaisen järjestelmän asennustöissä on kriittinen. Ohjetta tullaan käyttämään jokaisen työntekijän kohdalla kohde- ja työmaakohtaisesti.

2.1 laadunhallinta järjestelmän esittely, tavoitteet ja toimintaperiaatteet

Opinnäytetyössä keskitytään Consti talotekniikan työmaihin ja projekteihin. Tavoitteena laatutason parantaminen, toiminnan tehokkuus, työturvallisuuden kehittäminen ja standardien ja määräysten noudattaminen (SFS6000, SFS6002). Myös kommunikaation ja yhteistyön kehittäminen urakoitsijoiden välillä on tärkeää, jotta tieto menee työntekijälle asti selvästi ja ongelmitta.

Toimintaperiaatteilla tarkoitetaan työvaiheiden ja asennusten toteuttamista siten, että projekti etenee laadukkaasti ja hallitusti. Digitaalisten työkalujen hyödyntämistä tullaan käyttämään työssä. Laadunvalvontatarkastukset ja mallityö, että työ täyttää laatu- ja standardien vaatimukset.

Työn tutkimusosan vaiheessa tullaan laatimaan suunnitelma ja järjestelmän laatuasioiden toimivuuden suhteen. Laatukorttien ja lomakkeiden tekeminen. Lisäksi hyödynnän jo olemassa olevia laadunhallintamenetelmiä. Tutkimusosan laadinnassa on hyödynnetty kirjallisuuslähteiden lisäksi asiantuntija haastatteluita.

2.2 Sähköalan standardit ja säädökset

Sähköurakoinnin standardit ovat vaikuttava tekijä, jotka määrittelevät asennusmenetelmiä, laadunvarmistuksia ja turvallisuusvaatimuksia.

1. SFS 6000/2 Yleiset sähköasennusstandardit

- SFS 6000 Sähköasennusten turvallisuutta koskevat määräykset annetaan sähköturvallisuuslaissa ja valtioneuvoston asetuksessa sähkölaitteistoista. Säädöksissä annetaan turvallisuuden perusvaatimukset ja periaate, jonka mukaan määräysten vaatimukset täytetään standardeja noudattamalla. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes julkaisee luettelon standardeista, joita noudattamalla katsotaan sähköturvallisuuslain vaatimusten täyttyvän. SFS 6000 -sarjan standardit ovat keskeisiä sähköturvallisuuslain vaatimusten noudattamisessa. [3.]

-SFS 6002 Tätä standardia sovelletaan kaikkeen sähkölaitteistojen käyttöön ja työskentelyyn sähkölaitteistoissa tai niiden läheisyydessä. Nämä sähkölaitteistot toimivat kaikilla jännitealueilla pienoisjännitteistä suurjännitteisiin. [4.]

2. SFS-EN 50110- Käyttötyöt sähköalalla

Edellytyksiä työntekemiseen:

-Sähkötyöturvallisuuskortti

-Ensiapukortti

-Työturvallisuuskortti

Tässä opinnäytetyössä ei perehdytä näihin suuremmin, mutta nämä kortit on oltava työntekijällä voimassa.

3. RALA pätevyys.

Consti Talotekniikka Oy:llä on useita eri RALA pätevyksiä voimassa. Pätevyudet osoittavat, että yritys täyttää tilaajavastuulain vaatimukset, tekninen osaaminen ja laatu on todennettu, vastuuvakuutukset ovat kunnossa ja tilinpäätöstiedot ovat lainsäädännön mukaiset. On tärkeää tunnistaa, että RALA-pätevyudet eivät ole varsinainen laadunhallintajärjestelmän sertifikaatti.

3 Työmaalla turvallisesti ja ohjeiden mukaisesti toimiminen

Rakennuslalle on tyypillistä, että lopputulokseen vaikuttavat useat eri osapuolet. Työmaalla ovat tilaajat, suunnittelijat ja rakennuttajat. Lisäksi rakentaessa on huomioitava viranomaisten ohjeistukset. On luonnollista, että virheitä pääsee syntymään, mutta niitä voidaan ennaltaehkäistä tekemällä huolellista työtä jokaisessa rakentamisen vaiheessa. Myös riskialttiit tilanteet ja materiaalit on hyvä tuntea, jotta niiden kanssa osataan tehdä huolellista työtä. [1, s. 1.]

Huolellinen työskentely on tärkeää, että virheitä ei satu, mutta tämä ei yksinään riitä takamaan sitä, että sähköalan standardeja, kuten SFS 6000 ja 6002 on noudatettava turvallisuuden ja toimivuuden varmistamiseksi. Lisäksi työntekijöille on tarjottava selkeät ja ajantasaiset ohjeet, jotta työmenetelmät ovat asianmukaisia ja turvallisia. Ilman asianmukaisia ohjeita asennusten laatu heikentyy, minkä vuoksi laadunhallinnassa tärkeää on laadukkaiden ohjeiden laatiminen ja niiden jatkuva päivittäminen.

3.1 Virheet ja laatu

Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset eli RYL on alan yhdessä sopima hyvän rakennus- ja kiinteistönpitotavan kirjallinen kuvaus. RYL määrittää työn lopputuloksen teknisen laadun ja hyvää rakennus- ja kiinteistöntapaa myös silloin, kun esimerkiksi tilaaja ja urakoitsija ovat siitä eri mieltä. /2/

Työmaalla ylivoimaisesti suurin osa virheistä on pieniä viimeistelyn ja pintakäsittelyn puutteita, lähinnä kosmeettisia haittoja. Ne ovat yleensä helposti korjattavissa, mutta tuottavat asiakkaalle turhaa harmia ja vaivaa. Suuremman mittaluokan virheitä tapahtuu vähemmän, mutta esimerkiksi kokonaisen rakenteen tai sähköpisteen purkaminen ja uudelleen rakentaminen on työlästä ja kallista. /2/

3.2 Yhteistyö ja kommunikaatio työmaalla

Rakentamisen laatu on sekä teknistä että toiminnallista laatua ja asiakkaan odotusten mukaisuutta. Rakentamisen laadun yleiseen arviointiin ei ole olemassa kattavia keinoja. Teknistä laatua punnitaan tyypillisesti lopputuloksen virheettömyyden perusteella ja kokonaispalvelun laatua asiakastyytyvyydellä. /2/

Sähköurakoinnissa laatu koostuu toteutuksesta ja asiakastyytyvyydestä, mutta kattavaa arviointimenetelmää ei ole. Laatu perustuu yleensä virheettömyyden lopputulokseen, kun taas kokonaispalvelun laatu määräytyy asiakkaan kokemuksen perusteella. Tämä opinnäytetyö parantaa työn laatua, vähentää virheitä, joka tulee laskemaan takuukorjauksista ja viivästyksistä aiheutuvia kustannuksia.

4 Perehdytys ja työnohjaus käytännössä

Perehdytys ja työnohjaus on sähköalan keskeisiä asioita, jotta työntekijä pystyy toimimaan turvallisesti ja tehokkaasti. Työntekijä perehdytetään kohteen asennustöihin aina ennen työn aloitusta, mukaan lukien kohteen omat käytännöt ja suunnitelmat. Työntekijälle kuuluvat sähköalan työtehtävät käydään läpi osana perehdytystä. Työnohjauksella varmistetaan asennusten laatu ja annetaan tarvittaessa tukea tämän ohjeen avulla hyvin toteutettu perehdytys ja jatkuva työnohjaus antaa työntekijälle varmuutta, että työ etenee määräysten ja laatu-ehdojen mukaisesti.

4.1 Työvaihekohtainen asennustapa perehdytys

Työvaihekohtaisella perehdytyksellä tavoitellaan, että työntekijällä on selkeä ymmärrys työtehtävistään, käytettävistä menetelmistä ja tarvittavista työkaluista ennen työvaiheen aloitusta. Työvaiheissa on tärkeitä huomioita asennusvaiheessa kuten:

1. Putkiasennukset

Putkituksen reititys, Putken taivutussäteet, liian jyrkkä taivutus hankaloittaa kaapelointi, Mutkien vähentäminen helpottaa johdotusta, Putkien kiinnitys sekä rasioiden kiinnitys tukevasti putkiin

Tarvittavia työkaluja ovat iskuporakone, porakone, putkileikkurit.

2. Kaapelointi

Kaapeloinnissa on oltava huolellinen, että kaapelia vedetään maksimissaan 2Kn voimalla. Liian voimakkaalla vedolla kaapelin kuori ja johtimet vaurioituvat. Kaapeloinnissa tulee varoa jo vedettyjä kaapeleita, ettei veto aiheuta nirhaamia ja hankaumia muihin kaapeleihin. Kaapeli merkitään ja ryhmitellään johdotuskuvan mukaan ja on myös huomioitava, että käytetään oikean luokan kaapeleita.

Kaapelin vedossa yleisesti käytettäviä työkaluja ja apuvälineitä ovat sivuleikkurit, vetovaijeri ja rissat/veto avusteet. Isompien kaapeleiden vedossa käytetään vetolaitteistoa ja vetonaruja apuna.

3. Kaapelihyllyjärjestelmä

Kaapelihyllyjen tekovaiheessa on hyvä katselmoida hyllylinja ja yhteensovitus esimerkiksi ilmanvaihdon ja putkien kanssa. Kannakointi väli on 2,5 m välein. Jos hyllyn kuormitus on suuremmissa painoissa kannakointia tulee tihentää 2 metriin. Hyllyjen materiaali on työmaakohtainen ja paljonkestävillä hyllyillä on omat kannakkeet ja tarvikkeet. Hyllyjen maadoitus suoritetaan 6mm² kevilla ja ketjutetaan käyttäen tehdasvalmisteisia maadoitus kiinnikkeitä.

Työssä tarvittavat työkalut akkuporakone, iskevä porakone ja sirkkeli, jolla hyllyn katkaisu suoritetaan.

4. Rasiointi ja pistorasia-asennukset

Rasioinnissa huomioon otettavaa on putkinysät, vedonpoistonysät, rasiatuet ja rasioiden yhdistys toisiinsa. Poikkeavat asennuskorkeudet ovat yleisesti merkattuna sähkökuviin, yleinen korko 20 cm valmiista lattia pinnasta kojerasian keskelle mitattuna. Pistorasia asennuksissa on huomioitava sähkön ketjutus ja oikein kytkeminen.

Tarvittavia työkaluja työssä on ruuvimeisselit, kuorintapihdit, akkukoneen käyttö momentin avulla. Läpiviennin teko rasiaan yleisesti kuusiterällä.

5. Ripustusjärjestelmä

Ripustusjärjestelmän asennuksessa on katsottava kiskon suoruus ja oikeanlainen kiinnitys 2,5 metrin välein. Oikean väriset kiskot ja kannakkeet. Kierretangon päälle yleisesti asennetaan suojus, joka peittää kierretangon alkuperäisen värin. Ripustusjärjestelmän maadoitus suoritetaan 6mm² kevilla ja se ketjutetaan kiskolta toiselle käyttäen tehdasvalmisteisia maadoitus kiinnikkeitä.

Tarvittavia työkaluja ovat iskevä akkukone, akkuporakone ja asianmukainen katkaisutyökalu.

6. Johtokanava-asennus

Johtokanavien asennuksessa asennuskorkeus ja oikea linjaus on huomioitava ennen asennusten aloitusta. Käytetään laseria, että hylly saadaan oikeaan linjaan. Kanavien työstö suoritetaan siististi ja kanavien jatkaminen suoritetaan asianmukaisilla jatkoilla. Päädyt suljetaan päätykappaleella. Kansien leikkaus suoritetaan siten että kansi on siisti ja pääty jää piiloon esimerkiksi pistorasian peitelevyn alle. Johtokanavien puhdistamisesta on sovittava siivousliikkeen kanssa ennen kansien asennusta paikoilleen.

Tarvittavia työkaluja ovat akkuporakone, iskevä akkukone ja katkaisutyökalu kuten sirkkeli. Laseria ja vatupassia käytetään asennuksen linjaan saattamisessa.

7. Läpiviennit

Kaapelihyllyt tulee katkaista 300 mm ennen läpivientiä. Johtokanavien kansi tulee läpivientikohdalta olla ensin lyhyt pätkä ja sitten pidempi pätkä. Tämä helpottaa kansien avaamista läpivienti kohtien kohdalta.

8. Ympäristötavoitteet

Ympäristötavoitteet keskittyvät energiatehokkuuteen ja ympäristövaikutusten vähentämiseen koko elinkaaren ajan. Käytettävien tuotteiden on hyvä suosia pitkäaikaisia ja vähäpäästöisiä ratkaisuja. Työmailla kaikki rakennusjäte pyritään minimoimaan ja suositaan ympäristösertifioituja tuotteita. Tulevaisuudessa esimerkiksi joutsenmerkki osana vastuullista rakentamista.

9. Työnjohdonrooli

Ongelmatilanteet ja suunnitelmapuutokset ovat väistämättömiä rakennusalalla, ja ne vievät aikaa ja resursseja. Työntekijän on parasta tukeutua työjohtoon ja siirtää ongelmatilanteiden selvitys heille. Esimerkki tilanteita ongelmatilanteista tai suunnitelmapuutoksista voivat olla seuraavanlaisia: Yhteensovitus muiden järjestelmien kanssa kuten putkityöt ja ilmanvaihto työt, puutteelliset tai puuttuvat läpiviennit, suunnitelmapuutokset johtoteiden tai minkä tahansa järjestelmän kohdalla.

4.2 Työtehtäväperehdytys ja yksinkertaisen asennusohjeiden rooli

Työtehtäväperehdytyksen tukena toimivat helposti ymmärrettävät asennusohjeet, joita käytetään työn tekemisen apuna. Näiden ohjeiden sisällön on tarkoitus helpottaa ja selkeyttää työsuoritusta ja vähentää virheitä. Ohjeiden sisältö esitellään myöhemmin järjestelmäkohtaisesti ohjeet auttavat varmistamaan, että työ tehdään yhdenmukaisesti, laadukkaasti ja turvallisesti työntekijästä riippumatta. Ohjekortin sisällössä kerrotaan miten ja mitä työntekijän tulee tehdä, että saadaan onnistunut lopputulos ja tämän jälkeen työ tarkastetaan ohjekortin avulla.

4.2.1 Ohjeiden selkeys ja ymmärrettävyys työmaalla

Rakennustyömaalla työskentely voi olla hektistä, jonka takia työskentelevien henkilöiden tulee pystyä nopeasti hahmottamaan, mitä, miten ja milloin jokin työvaihe tehdään. Puutteelliset ja epäselvät perehdytysohjeet johtavat helposti virheisiin, viivästyksiin ja jopa lisäkustannuksiin. Pahimmillaan epäselvä ohje voi aiheuttaa turvallisuusriskin ja aiheuttaa henkilövahinkoja. Hyvin laaditut perehdytysohjeet asennuksiin tukevat työntekijää jokapäiväisessä työssä ja tämän takia ohjeiden selkeys ja ymmärrettävyys ovat avainasemassa.

4.3 Asennus- ja kohdekohtainen perehdytysohje

S1 ASENNUS- JA APUJÄRJESTELMÄT

Putkitus

Tässä työvaiheessa käsitellään sähköasennusten putkitusta kattoon, seinään tai lattiaan joko pinta- tai uppoasennuksena tai ennen valutöitä.

1. Putken valmistelu ja kiinnitys

- Kiinnitä putket siten, että ne eivät roiku tai ole irtonaisena. Putkijatkon kohdalla putki tulee kiinnittää molemmin puolin jatkoa.

- Rasian kiinnitys putkeen tapahtuu putkinsällä. Rasiaa ei yleensä kiinnitetä koska niihin asennetaan rasiatuet, joiden avulla rasia tukeutuu seinään ja pysyy paikallaan. Reiät levyyn tekee rakennusalan ammattihenkilö.

- Leikkaa ja taivuta putkea tarvittaessa. JM putkelle taivutusjousi. Taivuttaminen taivutusjousella voi olla haasteellista, joten suositellaan käyttämään valmiita kaaria. Putkituksessa pyritään loiviin kaarteisiin ilman silmukoita.

- Putkituksen läpiviennit esim. seinät, välipohjat ja lattiat. Riippuen urakan luonnosta rakenteelliset läpiviennit yleensä kuuluvat pääurakoitsijan hoidettavaksi.

- Läpiviennit julkisivusta tulee tiivistää asianmukaisesti tiivistys massalla.

S110 Kaapelihyllyjärjestelmä

Tässä työvaiheessa käsitellään kaapelihyllyjen asennusta. Kaapelihyllyjä on erilaisia kuten levyhylly, reiällinen levyhylly, tikashylly ja lankahylly. Kaapelihyllyjen asennuksessa yleensä noudatetaan hyllyjärjestelmän valmistajan antamia ohjeita. Valmistajilta löytyy asennusta helpottavia osia, jotka mahdollistavat haastavatkin hyllyasennukset. Asennuksissa tulee huomioida suunnitelmissa olevat heikkovirtahyllyt ja vahvavirtahyllyt. Palonkestävä hylly on oma järjestelmänsä ja tämä tulee suorittaa hyväksytyillä tarvikkeilla. Asennuksessa otettava huomioon käytetäänkö koukku kiinnitystä, teräsputkea, lankahyllyä vai tikashyllyä. Jokaiselle on omat kiinnitystarvikkeet, jotka ovat palonkestäviä. Palonkestävän johtotien tulee olla kaikkien muiden johtoteiden yläpuolella.

1. Kannakointi

- Kannakointi toteutetaan 2,5 m välein. Mikäli johtoja on paljon ja kuorma kasvaa, tulee kannakointia tihentää 2 m välein. Johtotien jatkoskohdalla kannakointi molemmin puolin jatkoskohdan läheisyyteen.
- Käytä seinäkannakkeita tai ripustus-kannakkeita tarpeen mukaan. Hyllyjen suorassa pysyminen ja tukevuus tulee varmistaa ja linjassa pysymisen tukemiseksi voi käyttää porttikannatusta.

2. Hyllyjen asennus

- Kiinnitä hyllyt kannakkeisiin ja varmista kannakkeiden pitävyys kiinnitysraudalla/paloilla.
- Liitä hyllyosat toisiinsa liitosraudoilla ja kiristä. Käytä mutkia ja niveliä tarpeen mukaan

- Läpivientien kohdalta hylly tulee katkaista 300 mm ennen läpivientiä ja kannakoida hylly.
- Johtotiet maadoitetaan 6 mm² Kevillä ja ketjutetaan toisiinsa. Käytetään tehdasvalmisteisia kiinnityskenkiä.
- Johtoteissä on käytettävä erotuslevyä, jos samalla hyllyllä heikkovirta ja vahvavirta kaapelit.

S120 Johtokanavajärjestelmä

Tässä työvaiheessa käsitellään johtokanavajärjestelmää. Johtokanavat asennetaan yleisesti valmiisiin seinäpintoihin, ja niiden asennuksessa tulee noudattaa valmistajan laatimia ohjeita sekä työmaan omia suunnitelmia. Asennuksen onnistumisen kannalta on tärkeää keskittyä yksityiskohtiin kuten, asennuskorkeuden määrittely, johtokanavan työstö tarkkaan mittaan, tukeva kiinnitys ja johtokanavan jatkaminen asianmukaisilla liitoksilla sekä rasioiden sijoittelu ja kannen työstö oikeaan mittaan.

1. Asennus ja kiinnitys

- Asenna kanavat suoraan laserin avulla ja tiukasti seinäpintaan. Pidä korkeus yhdenmukaisena koko matkalta. Käytä ruuvikiinnitystä 60 cm välein.
- Liitä kanavat toisiinsa jatkopaloilla ja varmista, että kannet ovat oikean mittaiset.
- Asenna tarvittaessa kulmapalat ja päätykappaleet.
- Ennen kansitusta huolehdittava johtokanavien asianmukainen puhtaus. Kohdekohtainen sopimus kuka huolehtii puhtaudesta.
- Johtokanavien kansi tulee läpivientikohdalta olla ensin lyhyt kansi ja sitten pidempi kansi. Tämä helpottaa kansien avaamista läpivienti kohtien kohdalta.
- Johtokanavien rasiointi tapahtuu johtokanaville tarkoitetulla rasialla ja kaapelien tuodaan rasialle johtokanavassa. Olemassa oleva vedonpoisto on rasiassa.

S140 Ripustusjärjestelmä

Valaisinripustuskiskot, ovat yleinen ratkaisu teollisuus-, liike- ja julkitilojen valaistuksen asennuksessa. Ripustuskiskojen avulla valaisimet voidaan sijoittaa tarkasti suunnitelmien mukaisesti ja siirto onnistuu ilman rakenteellisia muutoksia.

1. Asennus ja kiinnitys

- Merkitse kiskolinja laserin avulla
- Kiinnitä kannakkeet kattoon n. 1,5–2 metrin välein.
- Ripusta kiskot kannakkeisiin ja varmista että kisko asettuu kannakkeisiin paikalleen.
- Huomioi suojamaadoitus. Liitä johtotiet toisiinsa ketjuttaen 6 mm² Ke-villä käyttäen tehdasvalmisteisia kaapelikenkiä.
- Poista suojamuovit tai sovi suojamuovien poistamisesta rakennusliikkeen kanssa.

S2 SÄHKÖNJAKELU JA SIIHEN LIITETYT KUORMITUKSET

Kaapelointi on keskeinen osa sähköasennuksia, ja sen laatu vaikuttaa järjestelmien turvallisuuteen ja toimivuuteen. Kaapelointi on toteutettava huolellisesti noudattaen suunnitelmia, standardeja ja työmaan ohjeita.

1. Kaapelointi ja asennus

- Huomioi kaapeloinnissa kaapelin vetovoima, joka on maksimissaan 0.2kN. Älä taivuta kaapeleita alle niiden minimitaivutussäteen (3 cm ja vedon aikana 10 cm).
- Kaapelit kiinnitetään asianmukaisin välein siten, että kaapeli ei roiku tai ole irtonaisena. Johtoteille oikaistuna kaapelin kiinnitys siten, että kaapeli pysyy suorana. Pystysuunnassa käytetään kaarikiinnikkeitä. Pinta-asennuksissa sopiva kiinnitysväli vaakasuunnassa noin 25 cm ja pystysuorassa 30 cm. Taivutuskohdissa kiinnitys symmetrisesti kulmaan nähden.
- Käytä sopivia kaapelityyppejä ympäristövaatimusten mukaan esim. Dca-luokan kaapelit.
- Asennusympäristö voi vaatia erityismateriaaleja kaapelin kannakointiin.
- Kaapelin päähän keskuksella kiinnitetään johdinmerkki, joka kertoo, mistä, minne ja mikä kaapeli on. (esim. ”RK23, R.5, Pistorasiat huone nro 123).

- Merkinnät tehdään pysyvästi ja selkeästi. Merkintöjen tulee olla helposti luettavissa myös jälkikäteen.
- Läpiviennin suuruus tulee olla riittävä, että kaapelit ei voi mene nipussa läpiviennin läpi. Tällä varmistetaan, että paloeristysmassa leviää ja peittää läpiviennin tasaisesti.
- Kaapeloinnissa otetaan huomioon laitteiden läpiviennit esim. kaapeliläpivientiholkit.
- Rakenteelliset läpiviennit esim. seinät, välipohjat ja lattiat. Riippuen urakan luonnosta rakenteelliset läpiviennit yleensä kuuluvat pääura-koitsijan hoidettavaksi.
- Läpiviennit julkisivusta läpi tulee tiivistää asianmukaisesti tiivistysmassalla.

S222 Pääjakelujärjestelmä

Nousukaapeloinnit

1. Nousukaapelointi, nousukaapelin veto ja asennus

- Nousukaapeloinnilla tarkoitetaan pääsulakkeilta tai keskuksilta lähteviä syöttökaapeleita, jotka kulkevat usein pystysuunnassa rakennuksen eri kerroksiin tai sähkökeskusten välillä. Nousukaapelit ovat suuri kokoisia ja vaativat erityistä huomiota vetomenetelmiin ja vetovoimiin, etteivät ne vaurioidu asennusvaiheessa. Paksumpien kaapeleiden vedossa tulee huomioida, että taivutussäde on riittävän loiva, jotta kaapeli ei vaurioidu.
- Suojaa kaapeli teräviltä reunoilta, kulmilta ja hankaukselta erityisesti kuljetus- ja vetovaiheessa. Vetovaiheessa suositellaan käyttämään kaapelinveto rissoja ja vetolaitteistoa työn helpottamiseksi.
- Käytä vetovaiheessa liukuvoiteluainetta vähentämään kitkaa, jos nousukaapeli asennetaan putkeen.
- Nousukaapeleilla tulee olla tiheä kannakointi erityisesti kerroksien välissä. esim. 0,8–1,5 m välein. Nousukaapelia kiinnittäessä otetaan huomioon kaapelin asianmukainen jäähdytys erottamalla isot nousukaapelit toisistaan jättämällä kaapelin halkaisijan verran väliä toiseen kaapeliin.
- Kaapelin päähän keskuksella kiinnitetään johdinmerkki. Merkinnot tehdään pysyvästi ja selkeästi ja merkintöjen tulee olla helposti luettavissa myös jälkikäteen.

S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys

Kiinteistön sähköasennuksissa töitä tehdään rakennuksen teknisille järjestelmille ja laitteille. Näitä ovat muun muassa keittiölaitteet, ilmanvaihtokoneet, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät.

1. Työvaiheet ja laitteistojen sähköistys

- Keittiölaitteissa huomioitavaa on tarvittavat rasioinnit esim. liesi, jääkaappi mikro, ja etteivät pistorasiat jää laitteiden tai keittiö kaappien taakse saavuttamattomaksi. Teollisuuskeittiökalusteiden sähköistyksessä kytketään suuret laitteet, joissa käytetään usein 3-vaihe kytkentää. Huomioitavaa ovat laitteiden läpiviennit, vedonpoistot ja korkeammat IP-luokitukset. Mahdollisesti myös lisäsuojaukset keittiölaitteille kuten turvakytin. Lue aina keittiölaitevalmistajan kytkentäohje. Liitoskaapeli voi olla puolet pienempi kokoisempi kuin sähköä syötävä kaapeli. Liitoskaapeli ei saa olla lattialle asennettuna.
- Ilmanvaihto konehuoneessa turvakytin on sijoitettu koneen kylkeen tai välittömään läheisyyteen. Kytke kaapeli turvakytin liittimille valmistajan kaavion mukaan. Tarkista kytkentä ja kiristys. Taa-juusmuuttajissa omat läpivientiholkit. Toimi toimittajan ohjeiden mukaan.

S241 Pistorasiat

Pistorasiat yleisesti asennetaan käyttöpaikan ja tarkoituksen mukaan joko kouruun, seinälle tai kiinnitetään tikashyllyyn asennuslevyn avulla. Pistorasioiden asennus tulee olla selkeä, turvallinen ja helposti huollettava.

1. Asennustavat

- Uppo- ja pinta asennuksessa asennuskorkeus määritellään suunnitelman tai käyttöalueen mukaan. Tavalliset korkeudet ovat 20 cm valmiista lattiapinnasta, ellei korkoa erikseen mainittu ja kosteissa tiloissa 160 cm, ellei korkoa erikseen mainittu. Pistorasiaa ei saa käyttää jakorasiana.
- Kouruasennuksessa pistorasiat asennetaan johtokanavaan. Kaapelointi tehdään kourun sisällä omiin johtokouru osuuksiin (vahvavirta ja heikkovirta).
- Tikashyllyasennuksissa käytetään erillistä asennuslevyä, joka kiinnitetään tukevasti tikashyllyyn. Pistorasia kiinnitetään asennuslevyyn ja johdotus tehdään tikashyllyä pitkin asennuslevylle ja sitä kautta pistorasialle.
- Varmista että pistorasia on tukevasti kiinnitetty, suorassa ja oikealla korkeudella ja huomioi IP-luokitus. Varmista myös sähkön ketjutus pistorasialta toiselle.

S25 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT

S251 Sisävalaistusjärjestelmä

Sisävalaistusjärjestelmällä on tarkoitus tuottaa tilaan riittävä, turvallinen ja tarkoituksenmukainen valaistus.

1. Valaisimien asennustavat

- Varmista valaisimen asennustapa valaisinluettelosta.
- Vaijeriripustuksella olevat valaisimet tulevat yleensä korkeisiin tiloihin tai toimistoihin. Valaisin ripustetaan vaijerilla kattorakenteisiin tai vahvistettuun alakatto runkoon kiinnitettyihin ankkureihin. Asennuksessa huomioitavaa on ripustuskorkeus, suoruus, vaijerin kiinnitys ja pituuden säätö ja kattorakenteen kantavuus. Kaapeli tuodaan rasialta vaijeria pitkin valaisimen sähköläpivientiin. Vaijerit vaativat asianmukaiset vahvistukset kannakoinnille sovi rakennusliikkeen kanssa vahvistuksista esim. alakatoissa.
- Pinta-asennusta käytetään, jos ei ole alas laskettua kattoa tai seinä asennuksena esim. julkisivussa tai porraskäytävissä. Pinta-asennuksessa porataan betoniin reiät ruuvitulpille ja valaisin kiinnitetään ruuveilla. Kaapelointi suoritetaan suoraan valaisimelle JAPP putkella tai valaisin sijoitetaan upossa menevän putken päälle.
- Valaisimia sijoitetaan myös kehykseen suoraan upotettuna esim. T-listakattoihin tai kipsilevyrakenteisiin. Valaisin asennetaan kehykseen tai suoraan alakaton kannattimiin. Kytöntärasia tai muuntaja jää usein alakaton yläpuolelle. Alakaton rakenne ja valaisimen kiinnitystapa on varmistettava ennen töiden aloitusta. Jos valaisin on normaalisti poikkeava mallikatselmus tehtävä heti!

S252 Ulkovalaistusjärjestelmä

Ulkovalaistusjärjestelmällä tarkoitetaan kaikkia ulkovalaistuksia. Ne parantavat turvallisuutta, viihtyvyyttä pihapiireissä, pysäköintialueilla ja rakennusten julkisivuilla.

1. Tyypilliset ulkovalaisimet ja asennustavat

- Pylväsvalaisimet, seinävalaisimet ja kohdevalaisimet.

- Pylväsasennuksessa betonijalat ja putkitus on yleisesti tehty maanrakennus urakoitsijan toimesta. Kaapeli tuodaan keskukselta putkessa ensimmäiselle betonijalalle ja siitä eteenpäin putkitus ja kaapelointi ketjuttuu betonijalalta toiselle. Varmista kaapelin riittävä pituus pylvään kytkentätila sijaitsee tyypillisesti 1–1,5 m betonijalasta. Kaapeli-vedossa tulee huolehtia, että käytetään vain maahan tarkoitettuja kaapeleita ja asiallinen vetovoima 0.2kN ja vetosukalla 0.1 kN. Valaisimen asennuksen helpottamiseksi valaisin voidaan asentaa pylvään päähän ennen pylvään nostoa paikalleen ja johdotus suorittaa valaisimelta pylvään kytkentä tilaan. Kun pylväs on nostettu, varmistetaan säädöt, että pylväs on suorassa ja tukevasti kiinnitetty. Kytke valaistus mukana tulleilla liittimillä.

- Seinäasennuksessa valaisin kiinnitetään ulkoseinään ensin poraamalla tulpat ja sitten kiinnittämällä valaisin ruuveilla tulppiin. Kaapeli tuodaan seinäpinnan kautta tai sisäpuolelta putkessa valaisimen alle. Ulkovalojen tiivistykset tulee olla kunnossa ja tehdä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Alumiinirunkoisissa valoissa on tehtävä reikä ruuville ennen kiinnitystä välttääkseen valaisimen rungon halkeamista tai haajoamista. Kaapelin tullessa pinnassa tai valaisimen vierestä on tehtävä kaapeliin lenkki, joka estää kondensio veden johtumisen valon sisälle. Läpivientiä valolle ei saa rikkoa puukolla ja käytetään valaisimen mukana tulleita liittimiä.

S26 SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset

Sadevesijärjestelmien sähkölämmityksellä estetään jäätymistä ja tukoksia ränneissä, syöksytorvissa ja sadevesikaivoissa.

1. Asennustavat

- Syöksytorveen ja räystäskouruihin asennetaan lämmityskaapelit ja ne kiinnitetään magneetti kaapelikiinnikkeillä räystäskouruun. Lämmityskaapelit johdetaan sadevesikaivoihin rännejä pitkin, jotta lämmitys on tasaista koko rännin matkalta. Lämmityskaapeli ei saa olla puristuksessa tai taivutettuna liian tiukalle, kaapeli ei myöskään saa jäädä alttiiksi mekaaniselle rasitukselle. Varmista jatkuuko lämmityskaapeli sadevesikaivoon vai jääkö se rännin sisälle.

S6 TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄT

S610 Poistumisvalaistusjärjestelmä

Poistumisvalaistusjärjestelmä on iso osa rakennuksen turvallisuusjärjestelmää. Sen tarkoitus on opastaa henkilöiden oikea reitti poistua rakennuksesta hätätilanteessa. Järjestelmä sisältää poistumisreittien opastevalot, turvavalaistuksen ja mahdolliset varavirtalähteet.

1. Asennustavat

- Poistumisvalot asennetaan ovien ja poistumisreittien yläpuolelle. Pinta-asenteinen poistumistievalaisin tulee kiinnittää pohjasta ruuveilla ja betonirakenteessa käytetään ruuvitulppia. Muista varmistaa oikean kokoinen poistumisvalon etäisyys. Poistumisvalo järjestelmä voi olla osana paloilmoitinjärjestelmää tai omana järjestelmänä. Asennuksia on myös palonkestävänä.

Sähkökeskukset ja ryhmäkeskukset

Sähkökeskukset ovat osa kiinteistön sähköjärjestelmää, ja niiden asennus on olennaista turvallisuuden, huollettavuuden ja toimintavarmuuden kannalta.

Asennuksissa noudatetaan aina valmistajan ohjeita.

1. Asennus ja yleiset asennustiedot

- Kiinnitä keskus seinään tai lattiaan suunnitelmien mukaisesti. Riittävä huoltotila kansien avaamiselle ja komponenttien huoltamiselle. Varmista myös lukituksen ja saranamekanismin toiminta.
- Syöttökaapelit kiinnitetään veto- ja taivutusrasituksia huomioiden. Kaapeleiden ja johtimien mutkien tulee olla joko loivasti pyöristettyjä tai tiukempia kulmia käyttäen. Vältä teräviä taitteita ja johtimien ristiin menemistä ja ylimääräistä pituutta. Käytä kaapelinmerkintöjä ja johdinmerkkejä kohdekohtaisesti. Palosuojatuissa tiloissa huomioitava läpivientien palokatkomääräykset.

4.4 Työkalukohtainen perehdytysohje

Tässä osiossa käydään läpi sähköasentajan työkalukohtainen perehdytys, josta jokaisesta työkalusta kerrotaan, mihin sitä käytetään, miten sitä käytetään turvallisesti sekä erityiset huomioitavat seikat.

1. Puukko

- Käytetään vain harkiten → puukko ei ole yleistyökalu! Pakettien avaukset ja harkittu pieni materiaalin veistäminen/leikkaaminen.
- Suunnattava pois päin kehosta ja säilytettävä aina suojauksessa tai puukon holkissa.
- Älä käytä puukkoa kuorimistyökaluna.

2. Ruuvimeisselit ja talttapäämeisselit

- Käyttö kytkentätöissä ja pienten ruuvien kiinnityksessä ja irrotuksessa.
- Sähkötyöissä on varmistettava, että käytössä on eristetty (1000V) meisseli.
- Älä käytä meisseliä vääntö- tai napauttamistyökaluna. Pidä kädensija puhtaana ja ehjänä → kulunut eristys on vaara.

3. Kuorintatyökalut

- Käyttö johdon tai kaapelin eristeen poistamiseen ilman johdon vaurioitumista.
- Jos käytössä säädettävä kuorimistyökalu huolehdi, että kuorintasyvyys on oikea kaapelityypille.
- Käyttäessä kaapelin kuorintapihti T stripper:iä on pidettävä huolta, ettei kaapeli vaurioidu kuoriessa. Liika voiman käyttö → Rikki mennyt kaapelin eriste.

4. Kaapelinvetotyökalut

- Käyttö kaapelien vetämiseen putkissa tai kanavissa (esim. vetojousi tai vetolaitteisto)
- Käytä vain oikeaa voimaa – liiallinen veto vaurioittaa kaapelia. Veto-päällä 0.2 kN ja vetosukalla 0.1 kN
- Vetovaiheessa yksi ohjaa kaapelia ja toinen vetää kommunikaatio on tärkeää kommunikaation apuna, voidaan käyttää tarvittaessa radiopuhelinta tai puhelinta.
- Varo kierteitä ja mutkia – tarkista reitit ennakkoon.

5. Akkuporakone

- Käyttö ruuvien kiinnitykseen ja reikien poraukseen

- Turvallinen käyttö varmistamalla oikea pyörimissuuna ennen käyttöä, käytä tarkoituksen mukaista kärkeä – estää lipsahdukset ja vahingot.
- Pidä koneesta tukevasti kiinni molemmin käsin.
- Akkuporakoneita käyttäessä on otettava huomioon oikeanlainen momentti. Pieni momentti takaa, että rasiat, kojeet tai valaisin ei mene rikki kiristäessä.

6. Iskevä akkukone/poravasara

- Käyttö kivi- ja betonipintaan reikien poraaminen kiinnityksiä varten.
- Käytä aina kuulosuojaimia. Pidä molemmin käsin koneesta kiinni ja käytä apukahvaa.
- Pidä pora suorassa ja vältä poraamista liian lähelle reunoja.
- Tarkasta terän kunto ja istukan kiinnitys ja käytä pölynpoisto laitetta poratessa. Tyhjennä pölynpoisto laitteen säiliö ja vaihda suodatin tarvittaessa.
- Kun porataan putkitukselle reikiä varo, että terä voi pudottaa helposti isoja paloja betonia vastapuolelta.

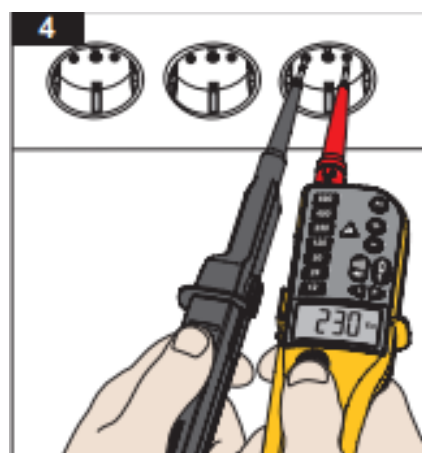
7. Sirkkeli ja katkaisutyökalut

- Käyttö kourujen, kanavien, hyllyjen, putkien ja alumiiniprofiilien katkaisuun.
- Pidä kiinni tai kiinnitä leikattava materiaali tukevasti ennen katkaisua.

- Käytä aina kuulosuojaimia ja varmista, että työkalun terä on ehjä ja tarkoitukseen sopiva. Leikkuujäte ei saa vahingoittaa pintoja.
- Pidä muut henkilöt turvaetäisyydellä leikkauksesta.

8. Jännitteenkoettimet

- Jännitteenkoetinta käytetään jännitteen todennuksessa.
- Käytä vain standardin mukaisia jännitteenkoettimia.
- Testaa toiminta ennen mittausta esim. lähellä olevasta pistorasiasta.
- Älä koskaan luota yksivaiheiseen ”kynätesteriin” – käytä kaksinapaisia testereitä
- Varmista koettimen yleinen kunto ja johdon kunto.
- Käyttäessä Fluke T90, T110, T130, T150 testeriä pidä mittarista aina kiinni käsisuojuksen takaa siten, että näyttö on luettavissa. Älä koskaan koske mittapäiden metallisiin kärkiin mitatessa. Mitatessa on oltava SFS6000/2 sähkötyöturvallisuuskortti.



Kuva 1. Fluke ohjevihko.

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

5.1 Yhteenveto ja analyysi

Opinnäytetyössä käsiteltiin sähköasennustöiden laadunhallintaa ja siihen liittyviä ohjeistuksia, käytäntöjä ja turvallisuusvaatimuksia. Tavoitteena oli luoda ohjekortit, joka edistää laadukasta ja turvallista työskentelyä ja yhtenäistää työn tekemistä.

Työntekijöiden laadukas tekeminen ja työnteon saavuttaminen on mahdollista, kun ohjeita noudatetaan. Selkeät ohjeet jokaisesta järjestelmästä parantavat projektin laatua ja turvallisuutta.

Opinnäytetyön ohjeistukset ja käytännöt luovat uskottavan laatujärjestelmän. Selkeät ohjeet takaavat järjestelmän toimivuuden ja tehokkuuden koko projektin ajan.

Ohjeistuksen myötä työntekijöiden laatu on parempaa ja virheiden määrä vähennee. Erityisesti turvallisuusohjeet, työkalujen käyttöön pienentävät työtapaturmien riskejä. Asennusohjeet takaavat kustannustehokkaan ja perehdytetyn asennuksen, joka vähentää kustannuksia.

Johtopäätöksenä opinnäytetyö on onnistunut työ, joka loi ohjeistuksen, joka parantaa sähköasennustöiden laatua ja turvallisuutta.

Lähteet

- 1 <https://duunitori.fi/tyoelama/rakentamisen-laatu> Luettu 7.3.2025.
- 2 [https://rt.fi/tietoa-alasta/rakentamisen-kehittaminen/laatu/kysymyksia-ja-vas-
tauksia-laadusta/](https://rt.fi/tietoa-alasta/rakentamisen-kehittaminen/laatu/kysymyksia-ja-vas-
tauksia-laadusta/) Luettu 7.3.2025
- 3 [https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suosittut-standardit/sfs-6000-
pienjannitesahkoasennusten-standardisarja/](https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suosittut-standardit/sfs-6000-
pienjannitesahkoasennusten-standardisarja/) Luettu 14.3.2025
- 4 <https://kauppa.sahkoinfo.fi/product/1933> Luettu 14.3.2025
- 5 https://assets.fluke.com/manuals/T90_isfin0100.pdf
- 6 Paski Jari. 2025. Projektipäällikkö. Consti Talotekniikka Oy. Helsinki. Haastattelu. 31.2.25, 21.3.25, 24.5.25
- 7 Malmipuro Mikko. 2025. Asennuspäällikkö. Consti Talotekniikka Oy. Helsinki. Haastattelu 24.4.25, 25.4.25
- 8 Markus Salin. 2025. Yksikönjohtaja. Consti Talotekniikka Oy. Helsinki. Haastattelu. 25.4.25