



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Ossi Saari

# Sähköurakoitsijan luovutettava dokumentaatio kerrostalokohteesta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

15.11.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Ossi Saari sähköurakoitsijan luovutettava dokumentaatio kerrostalokoh- teesta 36 sivua + 3 liitettä 15.11.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Vesa Sippola
<p>Opinnäytetyössä selvitettiin sääntelyä, joka vaikuttaa sähköurakoitsijan kerrostalokoh- teesta tekemiin luovutus- ja loppudokumentteihin. Työn tavoitteena oli luoda opas keskei- simpien dokumenttien sääntelystä ja sääntelyn tulkitsemisesta aloittelevalle projektinhoita- jalle.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin käyttämällä ESP Suomi Oy:n eri työmaiden dokumentaatiota rajauk- sena käsiteltävälle sääntelylle ja sen takana toimiville tahoille. Työssä perehdytään doku- mentoinnin sääntelyyn työmaiden dokumenttien luontijärjestyksessä.</p> <p>Opinnäytetyössä tuotiin esille esimerkkejä työmaan dokumentoinnista ja osoitettiin niiden muotoon ja sisältöön vaikuttavat säännökset ja lait, joiden tunteminen on tarpeellista vas- taavien dokumenttien luonnissa. Opinnäytetyössä tuodaan esille että valtion asettamien lakien, Suomen Standardisoimisliiton luomien standardien ja Sähköinfo Oy:n oppaiden tun- temus on tarpeellista dokumentoinnin oikeaoppisessa luonnissa. Sääntelyn hyvä tuntemus todettiin myös auttavana tekijänä toimenkuvaan liittyvien ristiriitaisuuksien ja muiden ongel- mien ratkaisun apuna.</p> <p>Opinnäytetyö kokoaa keskeisimpien dokumenttien säännökset tiiviiseen oppaaseen, joka helpottaa aloittelevien projektinhoitajien perehtymistä työtehtäviinsä. Työ toimii myös muis- tilistana kokeneemmalle projektinhoitajalle ja antaa vaadittavat pohjatiedot syvällisempään perehtymiseen sähköalan sääntelyyn.</p>	
Avainsanat	dokumentaatio, projektinhoito, työnjohto, mittaus, tarkastus

Author Title Number of Pages Date	Ossi Saari Final handover documentation provided by the electrical contractor 36 pages + 3 appendices 15 November 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Vesa Sippola, Senior lecturer
<p>This thesis investigates regulation that affect the final handover documentation required from the electrical contractor. Objective of the thesis work was to create a guide for novice project managers on the regulations of key documents and the interpretation of the regulation.</p> <p>The thesis work was done using actual documentation of construction sites to exclude nonrelevant regulations. The thesis deals with the documentation in the same order that documents were created.</p> <p>This thesis presents examples of construction site documents and demonstrates how guides, regulations and laws affect form and content of the documents. The thesis shows that knowledge of these regulations is essential in proper creation of documentation.</p> <p>This thesis summarizes regulations for the most important documents into a compact guide that helps to learn the tasks of project manager. The thesis also serves as a checklist for more experienced project managers and provides information for more in-depth studying of electrical work regulation.</p>	
Keywords	Final documentation, project management, regulation

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Luovutettavan dokumentoinnin ja tavan määrittely	2
2.1	Luovutettavaksi määrätty materiaali	2
2.1.1	Asiakirjojen pätevyysjärjestys	2
2.1.2	Dokumentaation määrittävät tahot	3
2.1.3	Luovutettavat dokumentit	3
2.1.4	Dokumenttien luovutusaikataulu	4
2.2	Dokumentaatiotavat ja ohjelmistot	5
3	Hyväksynät	7
3.1	Työntekijät ja aliurakoitsijat	8
3.2	Laitteistot, järjestelmät ja niiden toimittajat	9
3.3	Lisä- ja muutostyöt	10
4	Työpiirustukset	10
4.1	Tasokuvat	11
4.2	Kaaviot	12
4.2.1	Pääkaaviot	12
4.2.2	Järjestelmäkaaviot	12
4.2.3	Piirikaaviot	14
5	Työnaikaiset katselmukset	15
5.1	Urakoitsijapalaveri	15
5.2	Malliasennukset	16
5.2.1	Maadoituselektrodi ja maakaapeleiden asennus	16
5.2.2	Piiloon jäävät asennukset	17
5.2.3	Kaapelireitit ja risteämispalaverit	19
5.2.4	Malliasunto	19
6	Käyttöönottomittaukset ja tarkastukset	20

6.1	Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus	20
6.1.1	Aistinvarainen tarkastus	21
6.1.2	Jännitteen ensikytentää edeltävät mittaukset	22
6.1.3	Käyttöönottomittaukset	23
6.1.4	Dokumenttipohja	25
6.2	Sähkölaitteiston varmennustarkastus	26
6.3	Toimintatestit	27
7	Luovutuspiirustukset ja huoltokirjamateriaali	28
7.1	Luovutuspiirustukset	28
7.1.1	Punakynäsarjat	29
7.1.2	Luovutuspiirustusten teko	29
7.2	Huoltokirjamateriaali	33
7.2.1	Asukasohje	33
8	Yhteenveto	34
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Työvaihe ilmoitus	
	Liite 2. Savunpoiston tarkastuspöytäkirja	
	Liite 3. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	

## Lyhenteet

ATK	Automaattinen tietojenkäsittely.
SFS	Suomen Standardiliiton kokoelma eurooppalaisista ja kotimaisista standardeista.
ST-kortti	Sähköinfon ammattiopas standardien mukaiseen lopputulokseen.
SUR	Sähköputkivaraus, esimerkiksi holvielementissä.
YSE1998	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (RT 16-10660).

## 1 Johdanto

Dokumentointi on suuri osa sähköurakoitsijan työnjohtajan tai projektinhoitajan toimenkuvaa, joka on lakisääteistä ja Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n määrittämä velvollisuus. Dokumentointia käytetään moneen tarkoitukseen, joista projektin osapuolet hyötyvät kukin omalla tavallaan. Dokumentit tallentavat ja siirtävät tietoa taholta toiselle ilman muistamisen mahdollisia virheitä.

Työssä perehdytään sähköurakoitsijan luovuttamaan dokumentaatioon käyttäen esimerkkejä neljästä työmaasta, joista kaksi sijaitsee Helsingissä, 179 ja 83 asuntoa, sekä kaksi Espoossa, yhteensä 92 asuntoa. Näiden dokumenttien ohella käydään läpi oleellisia lakeja, standardeja ja ohjeistuksia, jotka vaikuttavat dokumentoidun materiaalin laajuuteen ja tyyliin.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selventää aloittelevalle projektinhoitajalle tai työnjohtajalle urakan eri vaiheissa tehtävää dokumentaatiota. Työn on tarkoitus toimia myös muistilistana kokeneemmalle projekti-insinöörille. Hyvä kokonaishahmotus projektia ennen, sen aikana ja jälkeen tehtävästä dokumentointimateriaalista antaa paremmat valmiudet projektin suorittamiseen. Kaikki laadittava materiaali pitää luoda projektin ollessa tietyssä vaiheessa, joten opinnäytetyössä käsiteltävät eri dokumentit ovat järjestelty esimerkki-kohteina olevien työmaiden todellisen etenemisjärjestyksen mukaan.

Opinnäytetyö tehtiin ESP Suomi Oy, Helsingin toimipisteellä noin vuoden aikana kerätyn työkokemuksen pohjalta. ESP Suomi Oy, Helsinki on Uudenmaan alueella toimiva ESP konserniin kuuluva LVISA-urakointiin perehtynyt täyden palvelun talotekniikkayritys jo 30 vuoden kokemuksella. ESP konserniin kuuluvat myös: ESP Suomi Oy, Jyväskylä, joka harjoittaa LVISA-urakointia Keski-Suomen alueella. ESP Tekniikka Oy on Pirkanmaalla ja sen lähialueilla toimiva LVISA-urakoitsija ja suunnittelija. KLA Talotekniikka Oy on vaativiin LVI-saneeraushankkeisiin keskittynyt urakoitsija. Sähköneliö Oy on LVIS-hankkeisiin tekniikkaan erikoistunut urakoitsija, jolla on toimipisteitä Etelä-Suomessa. Hämeen Air Service Oy, joka keskittyy ilmastointiprojekteihin ja sisäilmakorjauksiin. [9.]

## 2 Luovutettavan dokumentoinnin ja tavan määrittely

### 2.1 Luovutettavaksi määrätty materiaali

Sähköurakoitsijalta vaadittava yrityksen ulkopuolelle luovutettava dokumentaatio määräytyy projektikohtaisesti kaupallisten asiakirjojen, sekä lakien mukaan. Jokaisen urakan tärkein allekirjoitettu dokumentti on urakkasopimus.

Jokainen projekti poikkeaa toisistaan jollain tavalla, joten projektien taltioitava materiaali voi myös vaihdella urakkakohtaisesti. Esimerkkinä käytettävät kohteet poikkeavat teknisiltä ratkaisuiltaan toisistaan, esimerkiksi salamasuojausta ei vaadita ja toteuteta jokaiseen kohteeseen.

#### 2.1.1 Asiakirjojen pätevyysjärjestys

Urakan ensimmäinen sopimus on aliurakka- tai urakkasopimus, jossa määritellään asiakirjojen keskinäinen pätevyysjärjestys. Keskinäistä pätevyysjärjestystä hyödynnetään riittäisyyksien ratkaisemiseen dokumenttien ollessa keskenään ristiriidassa. Esimerkkeinä käytettävissä projekteissa asiakirjat ja niiden pätevyysjärjestys on hyvin lähellä toisiaan, mutta ei kuitenkaan identtinen.

Eri tilaajat ja urakoitsijat käyttävät kukin hyväksi havaitsemaansa asiakirjajärjestystä. Urakkasopimuksessa on määrätty käytettävät asiakirjat ja sopimusehdot. Asiakirjojen pätevyysjärjestyksessä kaupalliset asiakirjat ovat teknisten asiakirjojen edellä. [1, s.5–6.]

YSE1998:ssa asiakirjojen keskinäisestä pätevyysjärjestyksestä sanotaan vastaavaa:

”1. Jos sopimusasiakirjat ovat sisällöltään ristiriitaisia, on eri asiakirjojen määräysten keskinäinen pätevyysjärjestys, ellei urakkasopimuksessa ole muuta mainittu, seuraava:

A. Kaupalliset asiakirjat

a) urakkasopimus; b) urakkaneuvottelupöytäkirja; c) nämä yleiset sopimusehdot; d) tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset; e)



urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot; f) urakkarajaliite; g) tarjous; h) määrä- ja mittaluettelot; i) muutostöiden yksikköhintaluettelo.

#### B. Tekniset asiakirjat

j) työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset; k) sopimuspiirustukset; l) yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset. [1.]

Esimerkiksi urakkaneuvottelupöytäkirja on vain yhdessä urakkasopimuksessa pätevyysjärjestyksessä seuraavana, kahdessa urakassa toisena järjestyksessä ovat urakkaohjelma ja tilaus.

#### 2.1.2 Dokumentaation määrittävät tahot

Asiakirjat, jotka määrittävät luovutettavan dokumentaation ovat eri projekteissa kyseisen kohteen tilaajan tai pääurakoitsijan tekemiä.

Eri tilaajat eli rakennuttajat tai urakoitsijat käyttävät joko omia, tai ulkopuolisia sähkösuunnittelijoita kohteissaan, jotka taas vaativat toisistaan poikkeavaa dokumentointimateriaalia. Suunnittelutoimistojen vaatima materiaali on esitetty sähkötyöselostuksessa, jota ei merkitä asiakirjajärjestyksessä tärkeimpien joukkoon, mutta viimekädessä suuri osa sähköurakoitsijan käyttämästä ohjeistuksesta dokumentointia koskien löytyy sähkötyöselostuksesta.

Sähkötyöselostuksissa viitataan jokaisessa esimerkkikohteessa paljon ST-kortistoon, joka on Sähkötieto ry:n ylläpitämä määrämuotoinen julkaisu, jonka tarkoitus ja laajuus on rajattu. Kortiston tavoitteena on toimia ohjeena ja tietopankkina kaikille sähköalan ammattilaisille standardien sähköturvallisuuslain mukaiseen toteutukseen pääsemiseen toimenkuvasta riippumatta. [4.]

#### 2.1.3 Luovutettavat dokumentit

Jokaisesta toteutukseen lähteneestä urakkakohteesta allekirjoitetaan urakkasopimus, jonka mukaisilla sopimusasiakirjoilla urakan laajuus rajataan. Urakan laajuus ja kohteen tekniset ratkaisut vaikuttavat luovutettavaan dokumentaatioon. Sähköurakoitsija voi määrätyn urakan mukaan tilata laitteistoja ja järjestelmiä muilta tahoilta, jotka ovat

tilauksessa yleensä määritelty toimittamaan sähköurakoitsijalle tarvittavat dokumentit laitteistojen hyväksynnästä ja käytöstä.

Yleiset luovutettavat dokumentit jakautuvat kuuteen eri käyttötarkoitukseen: Allekirjoitetut sopimukset, hyväksynnät, katselmukset, piirustukset, testit ja mittaukset, sekä käyttöoppaat.

Monet vaadittavat dokumentit ovat määrätty pakollisiksi sähköturvallisuuslaissa. Sähköturvallisuuslaki määrittää laitteistojen hyväksynnät, piirustukset eli tekniset asiakirjat, testit ja mittaukset, sekä opastuksen pakollisiksi. [5.]

Sähköurakoitsijalla ja myös muilla urakan osapuolilla on velvollisuus luovuttaa välttämättömät tiedot sähköturvallisuusviranomaiselle eli Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle, joka valvoo sähköturvallisuuslain noudattamista. Sähköturvallisuuslain säännösten valvonnan ohjaus kuuluu taas työ- ja elinkeinoministeriölle. [5, § 87–89.]

#### 2.1.4 Dokumenttien luovutusaikataulu

Dokumentointi ja työmaa eivät voi edetä toisistaan eriävässä aikajärjestyksessä. Tarjouksen edetessä tilaukseen allekirjoitetaan urakkasopimus ja samalla hyväksytään aliorakkaneuvottelupöytäkirja, jossa on voitu sovittua vaikuttaa urakan sisältöön, kumoten mahdollisesti muissa asiakirjoissa esitettyjä asioita.

Sähköurakoitsijan ollessa aktiivisesti yhteydessä pääurakoitsijaan kumpikin osapuoli pysyy ajan tasalla projektin etenemisestä. Projektin alkaessa sopimusten ollessa allekirjoitetut tulee aloittaa työpiirustusten teko, joiden tekemiseen käytettävät työtunnit vaihtelevat kohteen koon mukaan. Työpiirustusten tekemistä varten pitää hyväksyttää kilpailutettu keskusvalmistaja, jolta saadaan kohteen ryhmien numeroinnit tasokuviin, keskuskaavioihin ja piirikaavioihin.

Työkuvien ollessa valmiit hyväksytetään mahdolliset aliorakoitsijat, toimittajat ja tarvikkeet. Hyväksynnät etenevät aikataulussa työmaata edellä. Rakennusaikaiset katselmukset tulee suorittaa kohteen aikataulusta riippuen hyvin tarkalla aikavälillä työmaan etenemiseen nähden. Mittaukset ja toimintakokeet suoritetaan ennen projektin sovittua

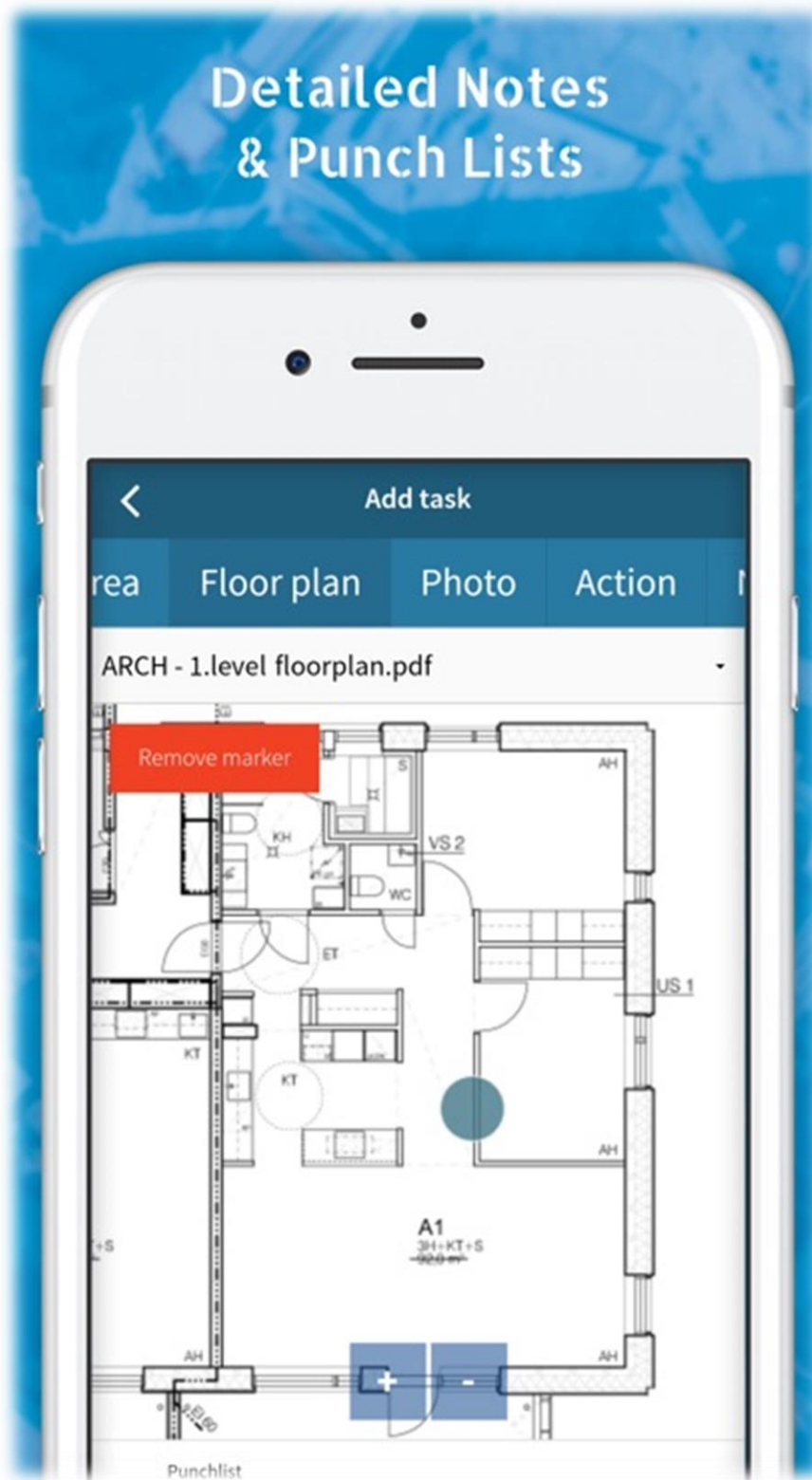
luovutuspäivämäärää niin, että kaikki niissä mahdollisesti todetut virheet ja puutteet ehditään korjaamaan. Opastuskierrokset ja oppaat ovat pidetty ja luovutettu tilaajalle ennen luovutusta. Projektin viimeisinä valmistuvina dokumentteina ovat luovutuspiirustukset ja taloudellisen loppuselvityksen pöytäkirja.

## 2.2 Dokumentaatiotavat ja ohjelmistot

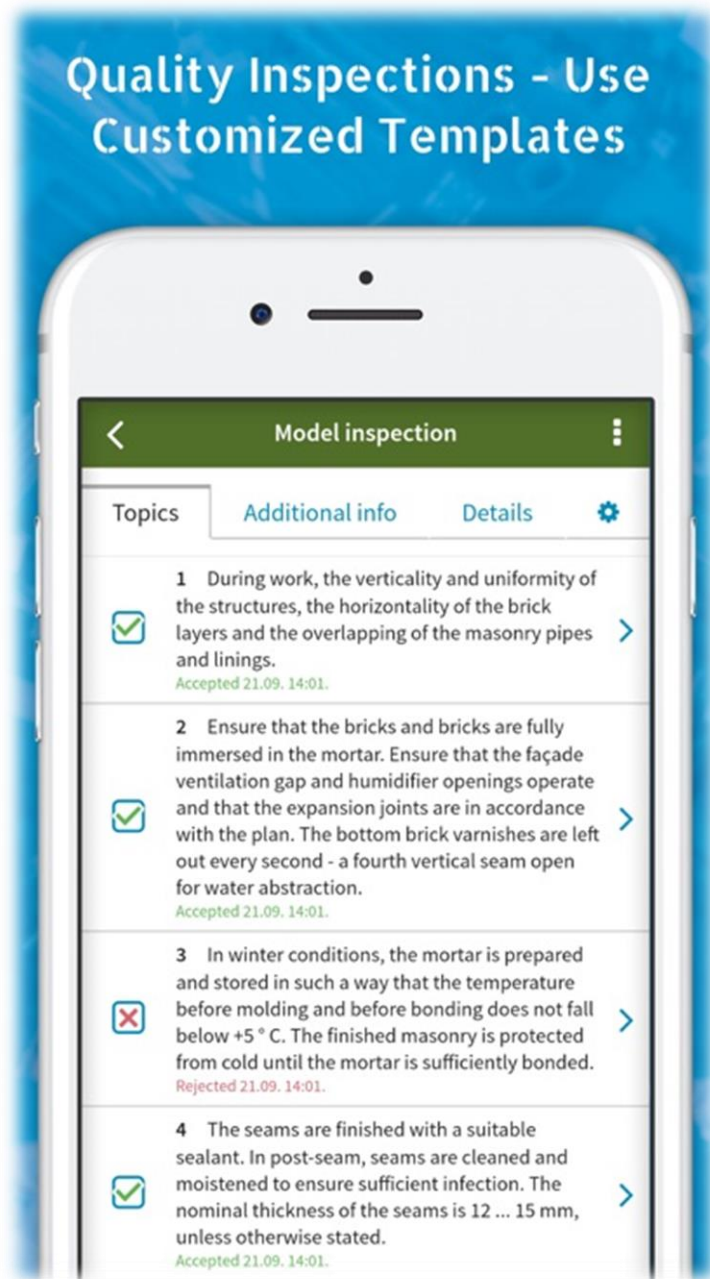
Tilajaat ja pääurakoitsijat käyttävät eri palveluntarjoajien digitaalisia projektipankkeja materiaalin taltiointiin. Esimerkkikohteissa useimmin käytetyt projektipankin ovat sisältöpalvelutalo Grano Oy:n ylläpitämä SokoPro [6.] ja printtitalo Niinin NiiniPlus. [7.]

Sähköurakoitsijan projektipankkiin lataamat tiedostot ovat esimerkkikohteissa olleet joko pdf-, dwg- tai drw-tiedostoja. PDF on avoin standardisoitu dokumentointimuoto, jota käytetään monipuolisesti eri sisällön taltiointiin. DWG- ja DRW-tiedostot ovat CAD-ohjelmien tiedostomuotoja, joista DWG on yleisemmin käytössä esimerkkikohteissa. Muokattavaksi tarkoitettujen dokumenttien, kuten massalistat ja tarkastuslistat olivat tapauskohtaisesti ladattu Microsoft Excel .xls-tiedostoina tai Microsoft Word .doc-tiedostoina. Yleisemmin käytäntönä on kuitenkin tallentaa edellä mainitut myös pdf-tiedostoina projektipankkiin.

Nykyaikaiset rakennustavat ja tekniikat ovat kehittyneet, eikä työmaakerroksillakaan tarvitse käsitellä kynää ja paperia. Tähän digitalisaation yleistymiseen rakennusalalla vastasi suomalainen Congrid, joka on vuonna 2013 ideoitu ohjelmisto helpottamaan rakentamisen laadunvalvontaa ja turvallisuusjohtamista. Ohjelmiston pyrkimys on parantaa turvallisuutta ja laatua, maksimoimalla tuottavuuden pienemmillä kustannuksilla. [8.] Kuvissa 1 ja 2 on esitetty Congridin käyttöliittymän ulkoasua. Kaikki urakoitsijat eivät vielä ole ottaneet Congridia tai vastaavia sovelluksia käyttöön, mutta sovellusten kehittyessä helppokäyttöisemmiksi, ne pyrkivät yleistymään koko toimialalla.



Kuva 1. Congridin käyttöliittymän tasokuva -näkymä.



Kuva 2. Congridin käyttöliittymän huomiot -näkymä.

### 3 Hyväksynät

Urakkasopimuksen allekirjoittamisen jälkeen hyväksytetään mahdolliset aliurakoitsijat ja laitetoimittajat, ellei näitä ole erikseen kirjattu urakkasopimukseen tai siinä viitattuun liitteeseen.

### 3.1 Työntekijät ja aliurakoitsijat

Pääurakoitsijan tai muun päätoteuttajan on pidettävä työturvallisuuden varmistamiseksi luetteloa yhteisellä rakennustyömaalla työskentelevistä työntekijöistä ja itsenäisistä työsuorittajista työturvallisuuslain § 52 b mukaisesti. [10.] Pykälään 52 b on kirjattu luettelosta ilmi käytävistä tiedoista seuraavat:

- 1) henkilön etu- ja sukunimi, syntymäaika ja veronumero;
- 2) työmaalla työskentelyn alkamis- ja päättymispäivämäärä;
- 3) työntekijän työnantajan nimi ja Y-tunnus tai sitä vastaava ulkomainen tunnistenumero;
- 4) työntekijöiden lähettämisestä annetun lain (447/2016) 8 §:ssä tarkoitetun edustajan nimi ja yhteystiedot Suomessa. (17.6.2016/453) [10.]

Jokaisella esimerkkinä käytetyllä työmaalla pääurakoitsija noudattaa tätä lakia vaatimalla työntekijältä voimassa olevan valttikortin, työturvallisuuskortin ja sähkötyöturvallisuuskortin, ellei näitä tietoja ole valttikortin sähköisessä tietokannassa. Kortit annetaan ennen työmaahan perehdyttämistä normaalitilanteessa. Koronapandemian vaikutuksen aikana korteista on lähetetty sähköiset kuvat ennen etäperehdytystä.

Valttikortti on kuvallinen ja sirullinen henkilötunniste, jota on pidettävä työmaalla ollessa näkyvällä paikalla, esimerkiksi työliivin korttitaskussa. Valttikortti täyttää veronumerolain ja työturvallisuuslain vaatimukset työmailla esillä pidettävästä henkilökortista. Valttikortti toimii sirunsa ansiosta myös kulunvalvontakorttina kirjautuessa työmaalle sisään ja ulos, sekä tunnisteena Vastuu Groupin ylläpitämään pätevyyksien myöntäjällä varmennettuun taitorekisteri-palveluun, johon yritys voi kirjata työntekijän pätevyudet. [11.]

Tilajavastuulain § 5 tilaajalle on asetettu velvollisuus tarkistaa, onko toimittajayritys suorittanut tilajavastuulain edellyttämät velvoitteet, yleensä tilajavastuuraportissa:

- 1) selvitys siitä, onko yritys merkitty ennakkoperintälain (1118/1996) mukaiseen ennakkoperintärekisteriin ja työnantajarekisteriin sekä arvonlisäverolain (1501/1993) mukaiseen arvonlisäverovelvollisten rekisteriin;
- 2) kaupparekisteriote tai kaupparekisteristä muutoin saadut kaupparekisteriotetta vastaavat tiedot;

3) selvitys siitä, ettei yrityksellä ole verotustietojen julkisuudesta ja salassapidosta annetun lain (1346/1999) 20 b §:n 1 momentin 2 kohdassa tarkoitettua verovelkaa taikka viranomaisen antama selvitys verovelan määrästä;

4) todistukset työntekijöiden eläkevakuutusten ottamisesta ja eläkevakuutusmaksujen suorittamisesta tai selvitys siitä, että erääntyneitä eläkevakuutusmaksuja koskeva maksusopimus on tehty;

5) selvitys työhön sovellettavasta työehtosopimuksesta tai keskeisistä työehdoista;

6) selvitys työterveyshuollon järjestämisestä. [12.]

Tätä lakia noudatetaan sähköurakoitsijan ja sähköurakoitsijan käyttämien aliurakoitsijoiden kohdalla. [12]

### 3.2 Laitteistot, järjestelmät ja niiden toimittajat

Sähköurakoitsijan on osoitettava käyttämiensä laitteistojen täyttävän sähköturvallisuuslaissa esitetyt vaatimukset tilaajalle. [5] Urakkasopimuksessa, tai sen liitteessä on määritelty esimerkkikohteissa millä taholla käytettävät laitteistot ja niiden toimittajat tulee hyväksyttää ennen kuin tuotteet tilataan. Jokaisessa esimerkkikohteessa hyväksyntä pitää saada tilaajalta, pääurakoitsijan käyttämältä sähkövalvojalta, sekä kohteen sähkösuunnittelijalta. Poikkeuksena Espoon esimerkkikohteissa sähkösuunnitteluyritys Kortemaa Oy:n sähkösuunnittelija toimii myös sähkövalvojana.

Sähköurakoitsijan tulee pyytää laitteiston valmistajalta vaaditut asiakirjat, jotka ovat oleuksena kunnossa, sillä valmistaja ei saa saattaa markkinoille sähkölaitetta, joka ei täytä sähköturvallisuuslaissa § 6 vaadittuja kriteerejä. Laitteistojen ja tuotteiden hyväksynnässä eri tahot tarkistavat toiminnan ja yhteensopivuuden kukin omalta osa-alueeltaan.

Sähköurakoitsijan poiketessa suunnitelmista esitetyissä ratkaisuisissa, esimerkiksi käytettävien valaisimien mallin ja valmistajan vaihdosta, sähkösuunnittelija ja arkkitehti selvittävät omalta osaltaan onko ehdotettu valaisin sopiva korvaamaan alkuperäisen suunnitellun mallin. Valaisimien vaihtoa ehdotetaan yleisimmin toimitusajasta, kustannuksista tai toimivuudesta johtuvista syistä.

### 3.3 Lisä- ja muutostyöt

Työmaaprojektien edetessä vastaan on tullut työtehtäviä, joita ei ole määritetty riittävän tarkasti urakkarajaliitteessä, suunnitelmissa tai urakkaneuvottelumuiotiossa yhdellekään toimijalle. Näissä tapauksissa, jos kyseessä on sähköurakoitsijan haluama lisä- tai muutostyö, tulee se hyväksyttäväksi tilaajalla ennen kuin työtä on alettu suorittamaan. Lisä ja muutostyön hyväksyntä riippuu työn laajuudesta, joka on määritelty eri tavalla esimerkkikohteissa, yleisin määritelmä on lisätyön arvioitu kokonaiskustannus. Käytäntö on, että pienet lisä- ja muutostyöt voidaan hyväksyä kirjallisesti suoraan työmaan vastaavalla työmaamestarilla. Isommista lisätyöistä pitää saada hyväksyntä määritetyltä tilaajan edustajalta, esimerkiksi hankintapäälliköltä. [2.]

Lisä- ja muutostyöt tulevat usein tilaajalta, jolloin sähköurakoitsija laskee lisä- tai muutostyön materiaaleista ja työtunneista koituvat kustannukset ja lähettää niistä tarjouksen tilaajalle, joka hyväksyy sen, jos näkee hinnan ja toteutustavan sopivaksi. Pienet lisätyöt, kuten elementtitehtaan virheistä aiheutuneiden puuttuvien rasioiden lisäys ja valuvaiheessa tukkoon menneiden putkien avaus ovat hyvin yleisiä lisätyöitä, joiden tarkka kirjanpito on tärkeää. Hyvä tapa dokumentoida pienet työt, on ottaa valokuva virheellisestä kohdasta ja merkata korjauspäivämäärä, työn suorittaja, käytetyt materiaalit ja työtunnit, sekä virheen tai puutteen syy, jos se on selvillä. Näin toimiessa taloudellisessa loppuselvityksessä vältytään erimielisyyksistä, kenen kustannettavaksi lisätyöt tulevat.

## 4 Työpiirustukset

Sähköurakoitsija aloittaa rakennuksen sähköjärjestelmän toteutuskuvien teon sähkösuunnittelijan tekemien suunnitelmien pohjalta, yleensä aikaisintaan kun urakkasopimus on allekirjoitettu. Työkuvien piirtämisen alussa on ehdottoman tärkeää tarkastaa kuvien ajantasaisuus, sillä projektin alkuvaiheessa arkkitehtipohjiin ja sähkösuunnitelmiin on voinut tulla muutoksia tarjouskuviin nähden. Kaikissa esimerkkikohteissa sähkösuunnitelmat toteutettiin sähköurakkasopimuksen ulkopuolinen yritys. ESP Suomi Oy:llä käytössä oleva CAD-ohjelmisto on Cadmatic eli entinen CADs.



## 4.1 Tasokuvat

Tasokuvat ovat 2- tai 3-ulotteisia pohjakuvia, jotka jaotellaan projektikohteen koon vaihdellessa joko kerroksittain, rapuittain tai järjestelmäkohtaisina. Kuvia jaotellaan eri osiin tavallisesti kohteen pinta-alan ollessa niin iso, ettei rakennuksen tasokuvissa tyypillisesti käytettävällä 1:50- mittasuhteella tai asemapiirustusten 1:200- mittasuhteella saada tulostettua oikeassa mittakaavassa. Toisessa Helsingin projektissa tasokuvat eriteltiin sähkö- ja yleiskaapelointijärjestelmiin työmaan kärke miehen pyynnöstä, niin että eri järjestelmien tulostustasot sammutettiin Cadmaticin tasojenhallinta -toiminnolla, näin välttyttiin kahden erillisen kuvan piirtämiseltä. Järjestelmien erottelu selkeyttää ja helpottaa tasokuvien tulkintaa. Vaikka kohteessa on useampi täysin samanlainen kerros, näistä tehdään omat kuvansa mahdollisten tulevien muutosten varalle.

Toteutuskuvien piirtäminen voidaan aloittaa heti, kun urakasta on tehty sitova sopimus. Sähköurakoitsijan on hyvä tarkistaa kuvassa käytetyt materiaalit ja kaapelireititykset, jotta voi ehdottaa muutosta jo toteutuskuvien luontivaiheessa. Yleisimpiä muutoksia esimerkkikohteissa tehtiin ryhmytyksiin vähentämällä ryhmäkeskukset lähteviä ryhmiä niin, että asennettavan kaapelin määrää saatiin vähennettyä. Toteutuskuvien teossa huomiota tulee kiinnittää myös suunnitelmien toteutuskelpoisuuteen. Sähkösuunnittelijan tekemissä tasokuvissa voi olla virheitä kaapelien paksuuden, tyyppin ja johtimien lukumäärässä. Johtimien tyyppitys tulee myös huomioida ryhmämuutoksia tehdessä. Tasokuviin on myös merkattu rasioiden, kytkimien ja muiden laitteiden korkoja. Korot ovat olleet esimerkkikohteissa oikein kaikkialla muualla, paitsi keittiöissä. Keittiövalmistaja on voinut muuttaa asuntoihin tulevien keittiöiden tasoja ja kaappeja, joiden muutokset vaikuttavat suoraan myös keittiörsioiden korkoihin ja sijanteihin.

Keskuksilta lähtevien ryhmien numerointi voidaan aloittaa vasta, kun käytettävältä keskusvalmistajalta on saatu numeroidut keskuskaaviot, jotka on hyväksytetty sopimuksissa vaadituilla tahoilla. Pääkeskusten ja jakokeskusten kaikkiin syöttämiin ryhmiin on hyvä merkitä miltä keskukselta ryhmä tulee, koska kaapelireittejä on harvoin piirretty suunnitelmiin koko pituudeltaan, näin välttyään asennusvaiheessa tehtäviltä virheiltiltä. Asunnoissa oikean ryhmäkeskuksen käyttö voidaan nähdä itsestään selväksi, joten sitä ei niissä merkitä kuvan luettavuuden takia. Asunnoissa huomiota tulee kiinnittää ryhmänumerointien yhdenmukaisuuteen, sillä kaikkia pistorasia- ja valaistusryhmiä ei olla

aina nimetty tarkemmin useamman huoneen asunnoissa. Johdonmukaisesti kiertävä ryhmänumerointi nopeuttaa asentajien työtä ja ehkäisee mahdollisia tapahtuvia ryhmämerkintävirheitä ryhmäkeskuksessa.

Kaikista kohteeseen tulevista muutoksista, kuten asukasmuutokset ja arkkitehtipohjan muutokset tulee päivittää toteutuskuviin, tämän toteuttaa useimmissa tapauksissa sähkösuunnittelija sähköurakoitsijan tekemiin työkuviin. Piirustusten eri vaiheessa tehtyjä versioita kutsutaan revisioiksi, jonka merkintä kuvassa on tasokuvissa tyypillisesti nimiön yläpuolella. Revisiomerkkeinä käytetään aakkosia a:sta eteenpäin. Revisiomerkintä nimiön yläpuolella sisältää lyhyen selostukset muutoksista, muutospäivämäärän ja tekijän nimen. Pohjapiirustuksessa revisiomerkinnot merkitään muokattuihin kohtiin, jos kyseessä ei ole arkkitehtipohjan muutos.

## 4.2 Kaaviot

Työkuvina käytettävien kaavioiden tekeminen on nopeampaa kuin tasokuvien tekeminen, koska lisättäviä ryhmänumeroita ja muutoksia on vähemmän. Kaavioita piirtäessä on tarpeellista tarkistaa niiden yhdenmukaisuus tasokuvien kanssa, sillä käytetyt materiaalit, laitteet ja niiden toteutus voi poiketa tasokuvissa käytetyistä ratkaisuista.

### 4.2.1 Pääkaaviot

Pääkaavioilla viitataan keskusten ryhmäkaavioihin, joihin on merkitty keskuksen sähköteknilliset tiedot, rakennetiedot, tunnusmerkinnät, kalustetiedot, kaapelointitiedot, ryhmät, osoitteet, tunnuksot, johdotukset, tehot, sulakkeet, sekä mahdolliset huomiot. Sähköurakoitsija saa valitulta keskusvalmistajalta keskusten ryhmänumeroinnit, jotka lisätään työkuviin. Esimerkkikohteissa sähkösuunnittelijan tekemissä pääkaavioissa virheitä oli eniten käytetyissä symboleissa ja sulakkeissa, jotka tuli korjata työkuviin.

### 4.2.2 Järjestelmäkaaviot

Järjestelmäkaavioita on eri kohteissa erilaisia, projektin laajuuden ja teknisten ratkaisuiden mukaisesti. Esimerkkikohteissa järjestelmäkaavioita oli yhteensä 15 erilaisesta

järjestelmästä. Järjestelmäkaavioihin sähköurakoitsijan tarvitsee harvoin tehdä muutoksia, ellei kaavioissa ole poikkeavuuksia muihin kuviin nähden.

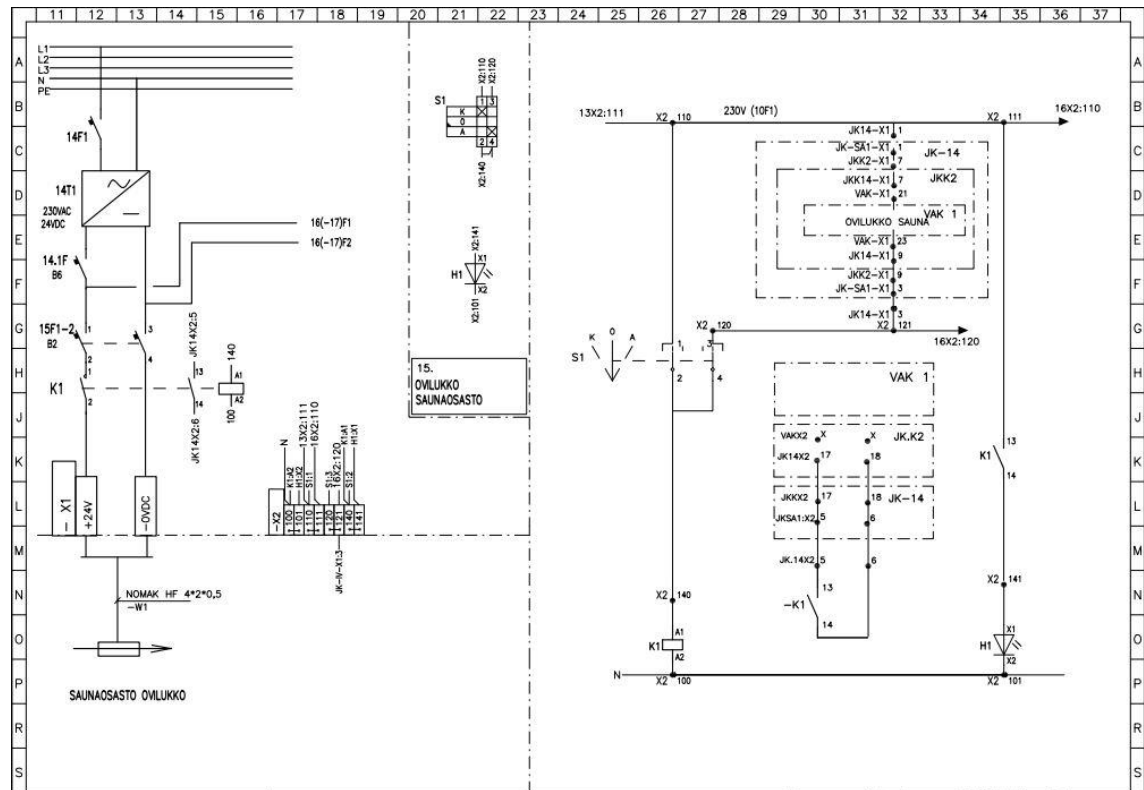
Nousujohtokaaviossa on esitetty kohteen kaikkien keskusten väliset kaapeloinnit, sekä pääsyöttökaapelit. Maadoituskaavioon on merkattu maadoitettavat kohteet, maadoituskaapelien koko, potentiaalintasaus- ja päämaadoituskiskot. Ohjaus- ja hälytys- runkojohdokaaviossa on nimensä mukaisesti ohjaus- ja hälytysjohdot, esimerkiksi valvonnalan keskuksen ja LTO-koneen välillä. Asuntojen LTO-koneiden johdotuskaaviossa on merkitty käytettävien LTO-koneiden ryhmytykset. Salamasuojajärjestelmäkaavio on periaatekuva salamasuojauksen toteutuksesta, johon on piirretty koko järjestelmä sieppaustangoista alastulojohtimen kautta maadoituselektrodien kytkentäkotelolle.

Yleiskaapelointijärjestelmäkaaviossa on ATK-laitteiden vaatimat rasiat, kaapeloinnit, it-osat ja jakamot. Antennijärjestelmäkaaviossa on taas vastaavasti antennijärjestelmän pääterasiat, kaapeloinnit, antennihaaroittimet, antennijaottimet, sekä vahvistimet. Ovipuhelinjärjestelmäkaaviossa on piirretty ovipuhelinkeskus, kaapelit, ovipuhelimet sekä niiden ohjaamat sähkölukot. Savunpoistojärjestelmäkaaviosta löytyy keskuksat, kaapelit, puhaltimet, peltimoottorit, rajakytkimet sekä savunpoiston ohjauskeskuksat. Vesimitausjärjestelmäkaaviossa on piirrettynä keskusyksikkö, laajennusyksikkö, tiedonsiirtoyksikkö, kaapelit sekä vesimittarit. Pesulanvarausjärjestelmäkaaviossa on esitetty varauspaneeli, releohjausyksikkö, ovilukijat, kaapelit ja sähkölukot. Sähköisen lukitusjärjestelmän kaavio sisältää kulunvalvontajärjestelmän pääkeskuksen lisäksi kytkentäkotelon, kaapeloinnit ja erilaiset ovikytkentärsiat. Kaavioon kuuluu myös periaatteellinen kuva laitteiden sijoituksesta suhteessa oviin jokaisessa esimerkikohteessa. Turva- ja merkivalojärjestelmäkaaviossa on muiden kaavioiden tapaan kaikki laitteet, sisältäen turvalokeskuksen, valaisimet, aluevahti sekä kaapeloinnit.

Paloilmoitinjärjestelmä- tai palovaroitinjärjestelmäkaavio kuului Espoon kohteissa sähköurakoitsijalle, joka tilattiin kilpailutuksen jälkeen ulkopuoliselta yritykseltä. Kaaviossa on merkitty paloilmoitinkeskus, eri malliset sireenit, palopainikkeet ja myös sprinkleriyksikkö, tai sen varaus.

### 4.2.3 Piirikaaviot

Piirikaaviot ovat kytkentäkaavioita, joissa on pääpiirikaavio, sekä ohjauspiirikaavio. Piirikaavioon on merkitty kaikki ohjaukseen liittyvät laitteet, kuten releet, kontaktorit ja riviliititimet omilla symboleillaan. Esimerkkikaavio esitetty alla olevassa kuvassa 3 Liittimet ja laitteet ovat numero- sekä kirjainyhdistelmin osoitettuna, niiden väliset viivoilla osoitetut johtimet ovat taas nimeämättömiä.



Kuva 3. Esimerkkikohteen piirikaavio saunaosaston ovilukosta. Vasemmalla pääpiirikaavio ja oikealla ohjauspiirikaavio, keskellä ohjauskytkimen S1 ja tilatietovalaisimen H1 toimintaa havainnollistama kuva.

Piirikaaviot kuuluivat jokaisessa esimerkkikohteessa sähköurakoitsijan tehtäviksi. Piirikaaviot on lähetettävä keskusvalmistajalle, jotta nämä saavat keskuksen valmistuksen aloitettua. Tyypillisimpiä virheitä ovat väärät riviliitintunnukset. Nämä virheet huomataan yleensä vasta työmaalla, jolloin toteutuskuvista tehdään uusi revisio korjatuilla tunnuksilla.

## 5 Työnaikaiset katselmukset

Työnaikaiset katselmukset ovat tärkeitä jokaisella työmaalla, niiden avulla pysytään ajan tasalla työmaan etenemisestä ja mahdollisista virheistä, jotka tulee korjata. Vaaditut työnaikaiset katselmukset on esitetty esimerkkikohteissa joko sopimuksissa tai sähkötyöselostuksessa.

### 5.1 Urakoitsijapalaveri

Urakoitsijapalavereja pidetään esimerkkikohteiden työmailla viikoittain, johon osallistuminen esimerkkikohteissa on sopimusten mukaisesti ehdotonta. Urakoitsijapalavereita ei pidetä jokaisella työmaalla, mutta omakohtaisen kokemuksen perusteella nämä ovat osoittautuneet tarpeellisiksi tiedonkulun varmistamiseksi. Sähköurakoitsijan puolelta projektinhoitajan on hyvä olla paikalla, kun osallistuminen on estynyt, niin työmaan kärke miehen on oltava palaverissa. Urakoitsijapalaverissa käydään läpi työmaan etenemistä, aikataulua ja ajankohtaisia ongelmia. Käytännönä on ollut lähettää palaverin järjestäjälle työvaihe ilmoitus liitteeksi urakoitsijapalaveriin viimeistään edellisenä päivänä. Työvaihe ilmoituksen pohjalta on helpompi käydä ajankohtaisia asioita läpi palaverissa muiden osapuolten kesken.

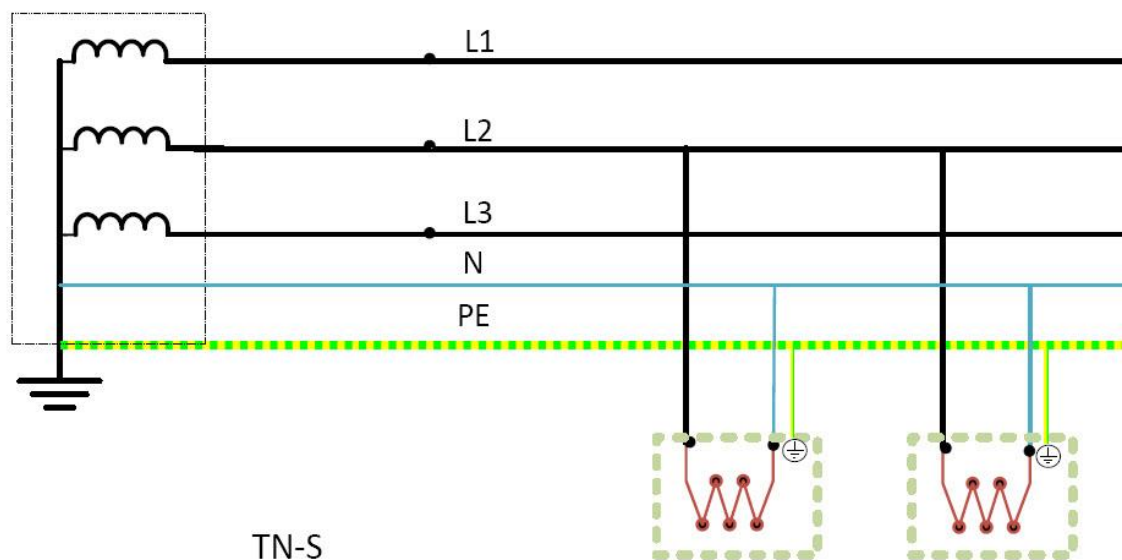
Työvaihe ilmoitus on projektinhoitajan tekemä lyhyt dokumentti urakoitsijan työn etenemisestä. Urakoitsijan ajankohtainen vahvuus ilmoitetaan työnjohdon, asentajien ja aliorakoitsijoiden osalta resurssitarpeen määrittämiseksi. Työmaatilanne on hyvä ilmaista lyhyesti ajankohtaisilla työvaiheilla ja niiden valmiusasteella, tämän lisäksi ilmoitetaan seuraavat ja jo valmistuneet työvaiheet. Mahdolliset lisä- ja muutostyöt tuodaan esille, jotta myös muut urakoitsijat voivat reagoida mahdollisiin muutoksiin tarpeellisin menetelmin. Aikataulutilanteesta on tarpeellista kirjata mahdolliset viivästykset ja niiden syyt, sekä seuraukset. Muita esille tuotavia kohtia ovat suunnitelmapuutteet ja ristiriitaisuudet muiden urakoitsijoiden suunnitelmien kanssa. Työvaihe ilmoitukseen voi myös kirjata muita palaverin luonteeseen sopivia asioita, kuten tyytymättömyys muiden osapuolten toimintaan. Edellä mainitut asiat toimivat muistiona, joka liitetään mukaan palaverista muodostettavaan yhteiseen kokouspöytäkirjaan.

## 5.2 Malliasennukset

Malliasennuksia käytetään havainnollistamaan työvaiheen toteutustapaa. Mallikatselmuksia käytetään työnaikaisia katselmuksia ja iso osa laadunvarmistusta, sekä sen dokumentointia. Esimerkkikohteissa vaaditut malliasennukset on esitetty sähkötyöseloituksessa. Mallikatselmuksen tarkoituksena on selvittää, toteutuuko vaaditut toteutusohjeet ja vaatimukset. Katselmukseen osallistuu urakkakohtaisesti projektinhoitajan lisäksi sähkövalvoja tai sähkösuunnittelija tai kummatkin. Projektinhoitajan tehtävänä on esitellä käytettyä asennustapaa, josta valvoja tai suunnittelija tekee katselmuspöytäkirjan.

### 5.2.1 Maadoituselektrodi ja maakaapeleiden asennus

Maadoituselektrodi kuuluu esimerkkikohteissa maanrakennuttajan asennettavaksi, tästä riippumatta sähköurakoitsija on velvollinen tarkastamaan asennuksen oikeellisuuden. Jokaisessa esimerkkikohteessa käytettiin kuvassa 4 esitettyä TN-S 5-johdinjärjestelmää, jossa koko järjestelmässä on erillinen suojamaadoitusjohdin ja nollajohdin. [13.]



Kuva 4. TN-S-järjestelmäkaavio.

SFS 6000 -käsikirjan kohdan -5-54 luvussa 542 on esitetty vaatimukset maadoitusjärjestelmän toteutukselle. [3, s.375.] Esimerkkikohteissa käytettiin talon ympärille maahan

upotettuja perustusmaadoituselektrodeja. Vastoin kotimaisten standardien mukaista 16 mm<sup>2</sup> minimipoikkipinta-alaa jokaisen kohteen maadoituselektrodi tehtiin 25 mm<sup>2</sup> kuparilla. [3, s.376.] Tarkastuksessa selvitettiin, täyttääkö maadoituselektrodi sille sähkötyöselostuksessa asetetut vaatimukset kuparilenkin minimipituuden (johtavuus) ja asennussyvyyden (mekaaninen suojaus) osalta. Tarkastuksen jälkeen yhdessä kohteessa kuparilenkin huomattiin katkenneen tuntemattomasta syystä. Katkennut kaapeli korjattiin liittämällä päät puristusliittimillä.

Maaurakoitsijalle kuului kaikissa esimerkkikohteissa myös maakaapelien putkien hankinta sekä asennus. Putkien hankinnassa ja asennuksessa kannattaa tarpeen vaatiessa auttaa maanrakennusurakoitsijaa, jotta voidaan varmistua riittävästä putkien määrästä ja oikeista päätöspisteistä.

### 5.2.2 Piiloon jäävät asennukset

Asuinrakennusten sähköasennukset pyritään tekemään uppoasennuksena pinta-asennusten sijaan esteettisyyden ja paremman mekaanisen suojauksen takia. Eri rakenteet asettavat uppoasennuksien toteutustavoille vaatimuksia reittien, materiaalien ja kiinnitysten suhteen. Esimerkkikohteissa piiloon jäävien asennusten tarkastuskierrokset tehtiin kohteen sähkövalvojan tai -suunnittelijan kanssa ennalta sovittuina päivinä.

Esimerkkikohteet olivat elementtikerrostaloja, joista Helsingin kohteissa oli paikallavaluholvit ja Espoon kohteissa ontelolaatat. Nämä rakennustekniikat asettavat sähköputkitukselle erilaisia rajoituksia putkireitteihin rakenteensa takia. Paikallavaluholveissa putket viedään lyhyintä ja suorinta reittiä lähtöpisteestä loppupisteelle kiinnittämällä putket raudoituksiin. Näissä asennuksissa kiinnitetään huomiota pääasiassa putkituksien riittävän huolelliseen kiinnitykseen ja putkien kuntoon. Holvirakenteet asettavat sähköputkitukselle enemmän rajoituksia reitteihin, rakenteen kestävyys ja äänieristyksen takia. Sähkötyöselostuksessa on mainittu putkien maksimimäärät onteloiden päätysaumoissa maksimissaan 3 kpl ja pitkittäissaumoissa 2 kpl. Tämän pienen määrän takia holveissa on SUR-uria eli sähköputkivarauksia, jonka leveys on vakio 150 mm ja syvyys 50 mm. [2]. Kuvassa 5 on esitetty putkien asennustapa SUR-uraan. Onteloputkituksien tarkastuksessa kiinnitetään erityistä huomiota putkien lukumäärään pysty- ja vaakasaumoissa, SUR-urissa sekä niiden kiinnitykseen.



Kuva 5. Sähköputkia SUR-urassa

Valun sisälle jääviä asennuksia ovat myös mahdolliset lattialämmityskaapelit, joiden asennuksessa tarkastetaan onko kaapelit asennettu suunnitellulle alueelle, kiertäen esimerkiksi wc-istuimen, lavuaarin, sekä viemäriputket. Lämmityskaapelien kiinnityksessä huomioidaan riittävä kiinnitysväli ja kiinnitysten kiristys, joka ei saa aiheuttaa vahinkoa kaapelille. Lämmityskaapeleista on tarpeellista mitata eristysvastukset ennen valua kaapelin eheyden tarkistamiseksi. Levyseiniin ja alakattojen yläpuolelle tehtyjen asennusten tarkastuksessa käydään läpi rasioiden ja putkien riittävän tukeva kiinnitys sekä niiden eheys ja reittivalinnat.



### 5.2.3 Kaapelireitit ja risteämispalaverit

Kaapelireitit toteutetaan erilaisilla kaapelihyllyillä,- tikkailla ja johtokanavilla, joiden asennukseen valmistajalla on omat ohjeensa, joita tulee noudattaa. Ennen reittien asentamista tulee kuitenkin järjestää risteämispalaveri työmaan eri urakoitsijoiden kesken. Risteämispalaverin tarkoituksena on selvittää mahdolliset ongelmakohdat, esimerkiksi kaapelihyllyjen ja iv-putkien välillä. Risteilypalaverissa tarkastetaan hyllyjen ja putkien risteämiskohtien tilankäyttö ja selvitetään kunkin urakoitsijan vaatima tilantarve. Palaverin tuloksena voidaan joutua muuttamaan reittejä, jonka takia myös tilaajan määritetty edustaja on paikalla kuulemassa muutokset.

Risteämispalaverin jälkeen ensimmäisten kaapelihyllyjen ollessa asennettuja, tarkastetaan hyllyjen asennustavat ja reitit. Tarkastuksessa huomioidaan käytettyjen hyllyjen käyttötarkoituksen mukainen materiaali, valmistajan ilmoittamat painorajat ja kiinnitysvälit sekä suunnitelmien mukaiset asennusreitit.

### 5.2.4 Malliasunto

Malliasunnon tarkoituksena on näyttää käytettäviä asennustapoja ja materiaaleja tilaajalle, urakoitsijoille, suunnittelijoille ja tuleville asukkaille. Malliasunto tehdään muuta rakennusta aikaisemmalla aikataululla, jotta sitä voidaan käyttää esimerkkinä ennen muiden huoneistojen tekoa. Sähköurakoitsijan tekemästä työsuorituksesta tarkastetaan kaapeloinnit, huoneilojen sähköpisteiden asennukset ja kalustus sekä kylpyhuone että keittiö. Keittiössä kiinnitetään huomiota erityisesti kaapelireitteihin ylä- ja alasokkeleissa, sekä mahdollisesti keittiökaapiston takana sijaitsevassa asennustilassa. Yläsokkeli voi olla hyvin ahdas, joten malliasuntoa tehtäessä on hyvä sopia muiden urakoitsijoiden kanssa tilanhallinnasta. Yleisesti malliasunnossa tarkastetaan sähköpisteiden oikea sijainti, korko, kalusteiden kytkennät ja asennuksen siisteys.

## 6 Käyttöönottomittaukset ja tarkastukset

### 6.1 Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus

Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus on kerrostalokohteen laajin ja aikaa vievin tarkastus, joka on määrätty tehtäväksi kaikille sähköasennuksille ennen käyttöönottoa sähköturvallisuuslain (1135/2016) 43 §:ssä ja SFS 6000-6, kohdassa 6.4. Sähköturvallisuuslain pykälässä 43 sähkölaitteiston rakentajalle on määrätty vastuu suorittaa käyttöönottotarkastus ja tehdä tarkastuksesta käyttöönottotarkastuspöytäkirja, kaikista muista, paitsi vähäisiksi katsottavista töistä. Käyttöönottotarkastuksessa tulee selvittää, ettei laitteisto aiheuta vaaraa tai häiriötä, joka on määritelty sähköturvallisuuslain 6 §:ssä:

Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että:

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

Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön. [5.]

Vähäisiksi katsottavat työt on esitetty valtioneuvoston asetuksessa sähkölaitteistoista (1434/2016) pykälässä 5. Vaikka osa töistä katsotaan vähäisiksi, tulee niistä silti suorittaa käyttöönottotarkastus. Tilaaja voi vaatia vähäiseksi katsottavista töistä tarkastuspöytäkirjaa, jos näin on kirjattu sopimusasiakirjoihin. Yleisiä vähäiseksi katsottavia töitä ovat esimerkiksi sellaiset sähköalan työt, joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa tai häiriötä ja nimellisjännitteeltään 50 voltin vaihtojännitteisten tai 120 voltin tasajännitteisten sähkölaitteistojen asennuksista. [15, § 5.]

Käyttöönottotarkastusten tekijän tulee olla riittävät ammattitaitoinen henkilö. [13, s.9.] Tästä syystä ST-käsikirjassa 33 suositellaan, että kohteeseen nimetään tarkastava henkilö ennen sähkötöiden alkua. Esimerkkikohteissa oheinen suositus täytettiin nimeämällä sähkötöiden johtaja, joka suorittaa tarkastukset, sopimusasiakirjoihin enne urakan alkua.

### 6.1.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvarainen tarkastus on käyttöönottotarkastuksen suurin osa-alue, johon voi luokitella kuuluvaksi kaikki työmaalla tehtävät kierrokset, katselmukset ja tarkastukset. Aistinvarainen tarkastus alkaa työmaan alussa ja päättyy vasta käyttöönottotarkastuspöytäkirjan allekirjoittamisen hetkellä. SFS 6000-6 kohdassa 6.4.2.3 on määritelty tarkastettavat kohdat:

- a) Sähköiskulta suojaukseen käytetty menetelmä (SFS 6000-4-41)
- b) Palosuojuksien käyttö ja muut palon leviämisen estämiseksi ja lämpövaikutuksilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet (SFS 6000-4-42 ja SFS 6000-5-52, luku 527)
- c) Johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteenaleneman kannalta (SFS 6000-4-43 ja luvut 523-525)
- d) Suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu (SFS 6000-5-53)
- e) Sopivien ylijännitesuojien valinta, sijoitus ja asennus, jos nämä on vaadittu (SFS 6000-5-53 luku 534)
- f) Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta, oikea sijoitus ja asennus (SFS 6000-5- 53 luku 537)
- g) Sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan (kohdat 4-42-422, 5-51-512.2, 5-52-522 ja 8-804)
- h) Nolla- ja suojajohtimien tunnuksset (kohta 514.3)
- i) Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo (SFS 6000-5-51 kohta 514.5)
- j) Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus (SFS 6000-5-51 luku 514)
- k) Johtimien ja kaapelien päätteiden ja liitosten sopivuus (SFS 6000-5-52 luku 526)
- l) Maadoituskytkentöjen ja suojajohtimien, mukaan luettuna pää- ja lisäpotentiaallintausjohtimien olemassaolo ja sopivuus (SFS 6000-5-54)
- m) Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila (SFS 6000-5-51 luvut 513 ja 514 sekä SFS 6000-7-729)

n) Sähkömagneettisilta häiriöiltä suojaavat toimet (SFS 6000-4-44 luku 444)

o) Jännitteelle alttiiden osien kytkentä maadoitusjärjestelmään (SFS 6000-4-41 kohta 411)

p) Johtojärjestelmien valinta ja asentaminen (SFS 6000-5-52 luvut 521 ja 522)

q) Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin ja äärijohtimen kytkentä lampunpitimessä kantaosaan (SFS 6000-4-46 ja SFS 6000-5-53) [3.]

Esimerkkikohteissa osa aistinvaraisesta tarkastuksesta suoritettiin aikaisemmin kohdassa 5 esitetyillä katselmuksilla, mutta myös useasti viikossa tehtävillä työmaakierroksilla, sekä itselleluovutuksessa. Aistinvaraiset tarkastukset kuuluvat työmaan laadunvalvontaan, joten myös muut urakoitsijat voivat puuttua mahdollisiin virheisiin ja ongelmiin. Saman henkilön tehdessä tarkastuksia, osa puutteista voi jäädä huomaamatta, siksi on hyvä, että asentajien ja työnjohtajan lisäksi myös muut työmaalla työskentelevät henkilöt tarkkailevat urakan etenemistä. Työmaakierrokset esimerkiksi työmaalla pidettävän palaverin jälkeen toimi esimerkkikohteissa todella hyvin. Kauan samassa kohteessa aikaa viettänyt voi sivuuttaa keskeisiä puutteita, jotka ulkopuolinen voi huomata heti.

#### 6.1.2 Jännitteen ensikytkentää edeltävät mittaukset

Ennen siirtymistä työmaasähköistä lopulliseen sähkönsyöttöön, tulee varmistua asennusten turvallisuudesta mittaamalla suojajohtimien jatkuvuus, asennusten eristysresistanssi, pienjännitepiirien erotus, maadoituselektrodin resistanssi sekä joskus myös lattia- ja seinäpintojen resistanssit. Esimerkkikohteissa oheiset mittaukset, pintojen resistanssimittaukset pois lukien, suoritettiin vastaavan työvaiheen jälkeen asentajien toimesta. Suorittamalla mittaukset heti asennusvaiheessa, vältetään tarpeettomalta suojien ja kytkentöjen availulta myöhemmin. Projektinhoitajan on hyvä tehdä pistokoeluontoisia mittauksia vielä asentajien tekemien mittausten jälkeen ennen lopullisen sähkön kytkentää.

Esimerkkikohteissa ensimmäisenä mitattiin asennusten eristysresistanssit. Esimerkkikohteiden ollessa TN-S järjestelmiä, nolla- ja PE-johtimet erotettiin toisistaan ja mittaus tehtiin kaikkien jännitteisten johtimien, eli myös nollajohtimen ja maadoitusjohtimen väliltä. Eristysresistanssimittauksien hyväksyttävänä arvona 500 voltin mittausjännitteellä pidetään yli 1 M $\Omega$ :n tuloksia. Eristysresistanssimittauksien jälkeen mitattiin suojajohtimien jatkuvuus PE- ja nollajohtimien ollessa yhä irti toisistaan. Suojajohtimien

resistanssit ovat suurissakin kerrostalokohteissa vielä pieniä, joten mittarin kalibrointi on tarpeellista tehdä mittaamalla testausjohtimen vastus.

Edellä olleessa luvussa 5 puhuttiin jo lämmityskaapeliin- ja maadoituselektrodin resistanssin mittauksesta. Ellei edellä mainittuja ole mitattu vielä tähän mennessä, tulee mitaukset suorittaa välittömästi, ennen lopullisen sähkön kytkentää.

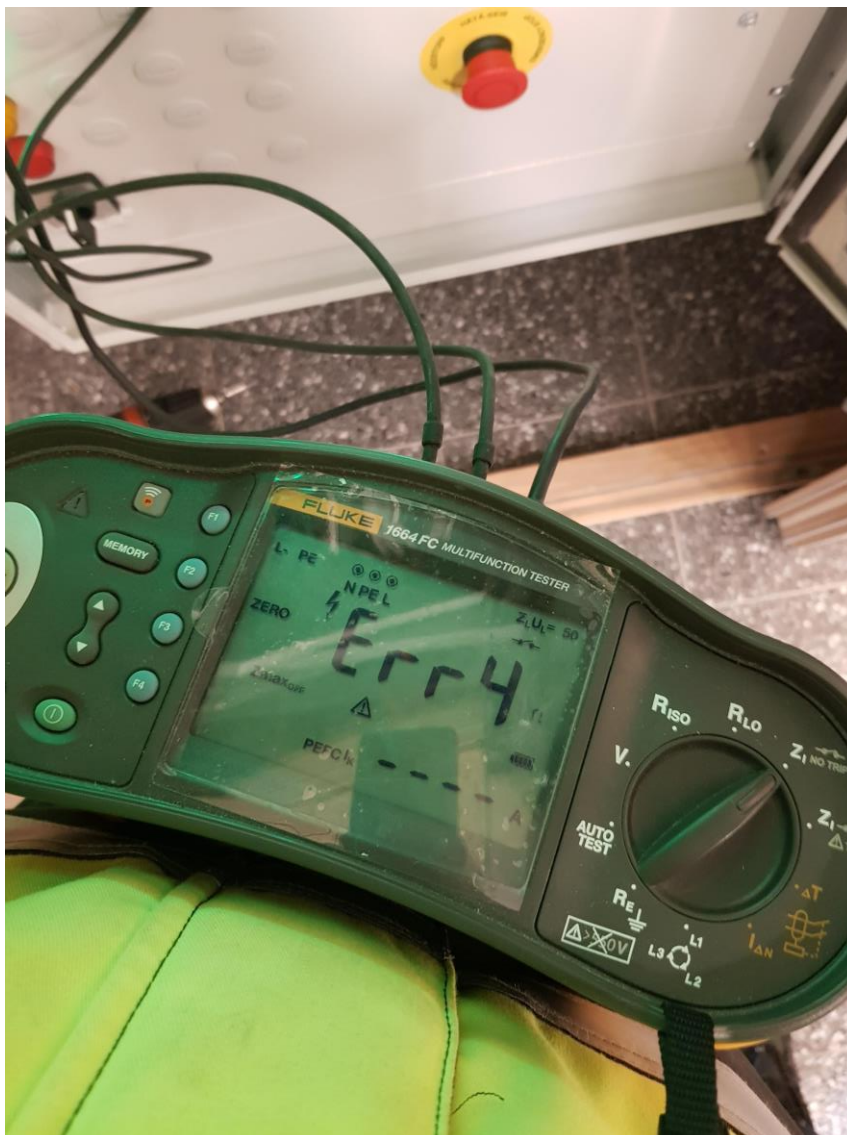
### 6.1.3 Käyttöönottomittaukset

Käyttöönottomittaukset suoritetaan asennusten ollessa siinä kunnossa, että mitaukset voi suorittaa alusta loppuun, ilman keskeytyksiä työn ollessa melkein kokonaan valmis. Esimerkkikohteiden käyttöönottomittaus suoritettiin Fluke 1664FC-monitoimimittarilla. Mittauslaitteistolle on asetettu vaatimukset SFS-EN 61557-1-10 standardisarjassa, joista yleisimmät asetetut mittausominaisuusvaatimukset ovat seuraavat:

1. eristysresistanssi (osa 2)
2. silmukkaimpedanssi (osa 3)
3. maadoitusliitännän vastus (osa 4)
4. maadoitusvastus (osa 5)
5. vikavirtasuojan (VVS) testaus TT- ja TN-järjestelmissä (osa 6)
6. vaihejärjestys (osa 7)
7. IT-järjestelmien eristysmittalaitteet (osa 8) [16, s. 1–4.]

Käyttöönottomittaukset voidaan suorittaa joko yksin tai pareittain. Esimerkkikohteissa ei käytetty mittaustulosten tallennustoimintoa, joten mitaukset oli nopeampi ja helpompi suorittaa kahdestaan siten, että toinen mittaajista kulki mittarin kanssa mittauspisteeltä toiselle, kun toinen mittaaja pysytteli mitattavan keskuksen vieressä kirjaten arvoja ylös mittauspöytäkirjaan. Käyttöönottomittaukset aloitettiin asunnoista, joiden jälkeen siirryttiin yleisiin- ja teknisiin tiloihin.

Asunnoissa mittaukset aloitettiin syötön automaattisen poiskytkennän mittaamisella. Automaattisen poiskytkennän mittausten aikaa vievin osa-alue, jossa tarkastetaan kaikki oheisessa keskuksessa olevat johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojat, sekä siihen liitetyt pistorasiat. Mittaus tehtiin käyttämällä mittarin pistotulpallista mittausjohtoa. Käyttöönottomittarit voivat poiketa ominaisuuksien puolesta toisistaan, joten on hyvä tarkistaa ennen mittauksien aloitusta, miten käytössä olevalla mittarilla saa mitattua vaaditut arvot. Alla olevassa kuvassa 6 näkyy Fluke 1664FC-mittarin valintanäppäimet.



Kuva 6. Fluke 1664FC-käyttöönottomittari. Err4-virhesanoma viittaa virheelliseen jännitteeseen. Kuvan tapauksessa ongelma oli testausjohtojen huono kontakti.

Automaattisen poiskytkennän mitattavista arvoista mittasimme vikapiirin silmukkaimpe-  
danssin ja oikosulkuvirran ZI (no trip) -asetuksella, laukaisuajan  $\Delta T$  -asetuksella, sekä  
laukaisuvirran I $\Delta$ N -asetuksella. Kuvassa 6 näkyy mittarin eri testausasetukset. Näillä  
mitatuilla arvoilla saimme selville, täyttääkö automaattisen poiskytkennän suojalaitteet  
niille asetetun ehdon, joka on esitetty SFS käsikirjan 6000-4 kohdassa 411.4.4. Mittaus-  
ten ohella kokeilimme myös vikavirtasuojien toiminnan test- painikkeella.

Asunnoissa suoritettiin automaattisen poiskytkennän ohella myös napaisuustesti pääkyt-  
kimeltä, sekä suojajohtimen jatkuvuus kaikista johtavista rakenteista, että sähköpisteistä  
toistamiseen. Mittausten jälkeen tehtiin toimintatestit huoneiston laitteistoille, kuten liesi-  
tuulettimelle, kiukaalle ja palovaroittimille. Kaikki mahdolliset puutteet merkattiin tarkas-  
tuspöytäkirjaan huomioiksi.

Asuntojen käyttöönottomittausten jälkeen siirryimme mittaamaan yleisiä- ja teknisiä ti-  
loja, kuten sähköpääkeskustilan ja väestönsuojat. Yleisten- ja teknisten tilojen mittaus  
poikkeaa asuntojen mittauksista isompien keskusten ja pidempien etäisyyksien muo-  
dossa. Automaattisen toiminnan testaus on asuntojen ryhmäkeskuksia isommissa jako-  
keskuksissa nopeampi mitata suoraan keskukselta, erillisten mittapäiden kanssa. Kaikki  
muut mitattavat arvot mitattiin samalla tavalla kuin asunnoissa, mutta mittaustulosten  
arvot dokumentoitiin tarkemmin yleisissä tiloissa.

#### 6.1.4 Dokumenttipohja

Käyttöönottotarkastus dokumentoidaan käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan, sekä tarpeen  
vaatiessa myös käyttöönottomittauspöytäkirjaan. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjalle ei  
ole määritetty muotovaatimuksia, joten pöytäkirjan muoto on vapaa, kunhan siitä käy ilmi  
valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016 § 4 ilmoitetut asiat:

Sähköturvallisuuslain 43 §:ssä tarkoitetusta tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi  
kohteen yksilöintitiedot, sähkölaitteiston rakentajan ja sähkötöiden johtajan nimi ja  
yhteystiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta,  
sovelletut standardit, mahdollisten poikkeamien osalta sähköturvallisuuslain 34 §:n  
mukaisen selvityksen olemassaolo, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetel-  
mistä sekä tarkastusten ja testausten tulokset. Tarkastuksen tekijän on allekirjoi-  
tettava tarkastuspöytäkirja tai varmennettava se muulla vastaavalla luotettavalla  
tavalla. [15.]

Sähkötieto ry:n ylläpitämästä ST-kortistosta löytyy hyvä pohja käyttöönottotarkastuspöytäkirjalle, pohjan löytää ST-kortista ST 51.21.05, johon on sisällytetty liite pöytäkirjan täyttämistä. Esimerkkikohteissa käyttöönottomittauspöytäkirjat otettiin käyttöönottotarkastuspöytäkirjan liitteiksi, näin voidaan luotettavammin osoittaa laitteiston lainmukaisuus. Esimerkkikohteissa käyttöönottomittauspöytäkirja oli Microsoft Excelillä tehty projektikohtainen pohja, jota sai täytettyä helposti paperisena tulosteena tarkastusta tehdessä. Mittausten ollessa valmiit, tulokset siirrettiin Excel-pohjaan, joka tallennettiin pdf-tiedostona käyttöönottotarkastuspöytäkirjan liitteeksi.

## 6.2 Sähkölaitteiston varmennustarkastus

Sähkölaitteiston varmennustarkastus tulee suorittaa kaikille 1, 2 ja 3 luokan sähkölaitteistoille. Varmennustarkastus tulee sähköturvallisuuslain § 46:n mukaan suorittaa ennen sähkölaitteiston ottamista sen varsinaiseen käyttötarkoitukseen tai tietyn ajan kuluessa sen jälkeen. Esimerkkikohteet ovat asuinkerrostaloja, joten varsinaisen käyttötarkoituksen alkaminen voidaan määritellä olevan asukkaiden ensimmäinen muuttopäivä. Sähköturvallisuuslaki antaa mahdollisuuden varmennustarkastuksen siirtämiseen asukkaiden muuton jälkeiselle ajalle. Esimerkkikohteissa varmennustarkastus on kuitenkin kirjattu suoritettavaksi ST 51.24 -kortin suositusten mukaisesti ennen luovutusta tilaajalle ja ensimmäisten asukkaiden muutttoa. Käyttöönottotarkastukset suoritetaan aina ennen varmennustarkastusta. [2.]

Sähkölaitteiston varmennustarkastuksesta vastaa sähköturvallisuuslain mukaan laitteiston rakentaja, eli sähköurakoitsija. [5, 45 §.] Vaikka sähköurakoitsija vastaa varmennustarkastuksesta, varmennustarkastukseen tarvitaan ulkopuolinen sähköturvallisuusviranomaisen hyväksymä valtuutettu tarkastaja tai valtuutettu laitos.

Varmennustarkastuksen ideana on tehdä riippumaton tarkastus kolmannen osapuolen toimesta, täyttääkö sähkölaitteisto riittävän sähköturvallisuuden tason ja onko laitteistolle tehty käyttöönottotarkastus ollut säädösten mukainen. Sähköurakoitsija lähettää valitulle varmennustarkastuksen suorittajalle käyttöönottotarkastuksesta koostetut dokumentit, sekä mahdollisesti jo valmiit luovutuspiirustukset, ennen fyysistä varmennustarkastuskierrosta työmaalla. Varmennustarkastaja käy käyttöönottomittaus- ja käyttöönottotarkastuspöytäkirjat läpi. Jos pöytäkirjoista löytyy huomautettavaa, virheet korjataan



yleensä ennen työmaakierrosta sopimusten mukaan. Esimerkkikohteissa projektinohitaja oli mukana työmaakierroksella valtuutetun tarkastajan kanssa, tämä helpotti puutaiden paikantamista. Varmennustarkastukseen kuuluu käyttöönottotarkastusten mukaisesti aistinvarainen tarkastus, mittaukset ja testaukset, sekä poikkeavien toteutustapojen vertailu, jos niitä on. Standardikirjassa SFS 5825 kohdassa 4.4 mittauksista ja testauksista mainitaan, että satunnaisotoksia tulee tehdä noin 5 % ja harkinnanvaraisia noin 10 % koko sähkölaitteiston laajuudesta. [17.] Esimerkkikohteissa varmennustarkastuksen työmaakierros vei aikaa neljästä seitsemään tuntiin, riippuen kohteen koosta.

Valtuutettu tarkastaja lähettää sähköurakoitsijalle täytetyn tarkastustodistuksen varmennustarkastuksesta, kun kohde on hyväksytysti tarkastettu. Sähköurakoitsija voi tämän jälkeen välittää todistuksen tilaajalle.

### 6.3 Toimintatestit

Toimintatestit suoritetaan kaikille käyttöönotettaville laitteille osana käyttöönottotarkastuksia. Laitteistojen toimintatestit pyritään suorittamaan heti laitteiston valmistuttua tai viimeistään ennen yhteiskäyttökoetta, jossa työmaan kaikki urakoitsijat kokoontuvat testaamaan laitteistoja. Sähköurakoitsijan osalta toimintatestien rajapinnat vaihtelevat työmaittain teknisten ratkaisujen ja sopimusten mukaisesti. [2.]

Toimintatestit on määritetty pakollisiksi edellä mainitussa sähköturvallisuuslain § 43. Standardikirjan SFS 6000-6 kohdassa 6.4.3.10 edellytetään toimintatestejä laitteiston asennuksen, kiinnityksen ja asettelun standardienmukaisuuden varmistamiseksi. [3, s.447.] Esimerkkikohteiden sähkötyöselostuksissa on esitetty tarkasti mille laitteistoille sähköurakoitsijan tulee tehdä toimintakokeet ja testien dokumentointi. Sähkötyöselostuksissa vaaditaan toimintatestien toteutusta ST 51.26 -kortin mukaisesti, silloin kun se pätee käyttöönotettavaan laitteistoon. ST 51.26 -kortissa on ohjeistusta rakennuksiin asennettavien koneiden sähkölaitteistojen käyttöönottomenetelystä.

Toimintakokeiden suorittaminen on nopeampaa toteuttaa pareittain, esimerkkikohteissa projektinohitajan apuna toimintakokeissa oli kohteen kärkimies, yhteiskäyttökokeissa taas tilaajaa edustava henkilö, esimerkkikohteissa talotekniikkapäällikkö. Toimintakokeet suoritettiin esimerkkikohteissa kaikille asennetuille laitteistoille, joista yleisimpiä

ovat paloilmoitin- ja palovaroitinjärjestelmät, turvavalaistusjärjestelmät, savunpoisto, poistumistiet, ovipuhelimet ja ilmanvaihdon hätäpysäytys. Harvinaisempina esimerkkinä salamasuojajärjestelmä, jonka toiminnantestaus toteutettiin aistinvaraisella tarkastuksella, sekä hyväksymällä laitevalmistajan suorittamat mittaukset järjestelmän toimivuudesta.

Toimintakokeista tehtävälle tarkastuspöytäkirjalle ei ole määrättyä ulkoasua. ESP Suomen käyttämässä toimintakokeiden tarkastuspöytäkirjassa ilmoitetaan tarkastuksen aihe, kohde, urakka, aika, suorittajat sekä oleellista tietoa testattavasta järjestelmästä ja minkä suunnitelmien pohjalta järjestelmä on rakennettu ja toiminta on testattu.

## **7 Luovutuspiirustukset ja huoltokirjamateriaali**

### **7.1 Luovutuspiirustukset**

Työmaan edetessä tehdyt toteutukset voivat poiketa suunnitelmissa ja työkuivissa esitetyistä ratkaisuista, nämä muutokset tulee dokumentoida luovutuspiirustuksiin. Luovutuspiirustuksiin kuuluu aiemmin kappaleessa neljä esitettyjen työpiirustusten kuvat, päivitetynä vastaamaan kohteen todellista toteutusta. Toteutuskuvien lisäksi mahdollisista alurakoitsijoista ja laitetoimittajista koostetaan yhteystietolistat.

Projektinhoitajan on tarpeen aloittaa luovutuspiirustuksien piirtäminen hyvissä ajoin ennen kohteen luovutuspäivämäärää, varsinkin jos sopimusasiakirjoissa luovutuspiirustukset on määrätty luovutettavaksi ennen luovutusta. Esimerkkikohteissa luovutuspiirustukset tuli hyväksyttävä suunnittelijalla, ennen kuin lopulliset luovutuspiirustukset julkaistaan, tähänkin on hyvä varata riittävästi aikaa.

Kohteen sähkösuunnittelijan hyväksytyä luovutuskuvat ne toimitetaan sopimusasiakirjojen määrittämällä tavalla pääurakoitsijalle ja tilaajalle, yleensä dwg- ja pdf-tiedostomuodoissa määritettyyn projektipankkiin. Esimerkkikohteissa kohteen sähkötekniisiin tiloihin vietiin täydellinen luovutuskuvasarja kohteen sähköasennuksista, ja seinälle kiinnitettiin laminoituneet kuvat muun muassa maadoitus- ja yleiskaapelointikaavioista.

### 7.1.1 Punakynäsarjat

Punakynäsarjat ovat työmaalla tehtäviä todellista toteutusta kuvaavia piirustuksia, jotka on piirretty työmaan edetessä ja loppuvaiheessa. Punakynäsarjojen paikkansapitävyys on todella tärkeää, sillä punakynäsarjojen pohjalta toteutetaan viralliset luovutuspiirustukset. Työmaan todellisten ratkaisujen toteutus on parhaiten tiedossa kohteen asentajilla, joten tyypillisesti punakynät on laatinut työmaan kärkimies. Isommissa kohteissa sähköurakan eri osa-alueet on saatettu jakaa eri asentajille, jolloin luontevinta on, että tietyn vaiheen toteuttanut asentaja tekee vastaavan toteutuksen punakynäsarjat.

Punakynäsarjojen piirtäminen työmaalla on parasta tehdä heti muutosten jälkeen, kun toteutustapa on vielä tuoreessa muistissa. Jos näin ei toimita, varsinkin pienet muutokset unohtuvat herkästi eikä niitä saada dokumentoitua. Punakynäsarjat ovat esimerkkikohteissa tehty asentajilla käytössä olleille toteutuspiirustuksille. Ongelmana isommilla työmailla on kuvien suuri määrä ja mahdolliset revisiomuutokset, joiden takia asentajilla käytössä olevat kuvat vaihtuvat tiheään tahtiin. Kuvien suuren määrän takia kohteen projektihoitajan on suositeltavaa kerätä vanhan revision pohjalle tehdyt punakynät samalla, kun toimittaa uudet toteutuskuvien revisiot asentajille.

Toteutuskuvien piirtämisen aikana esimerkkikohteiden punakynäsarjoista löytyi ristiriitaisuuksia eri revisioiden välillä, näissä tyypillisesti uusimman revision kuvat olivat toteutusta vastaavat. Työmaan ollessa loppuvaiheessa projektihoitajan ja kärkimiehen, sekä asentajien on hyvä käydä yhdessä läpi kaikki punakynät, jolloin mahdolliset virheet voidaan korjata.

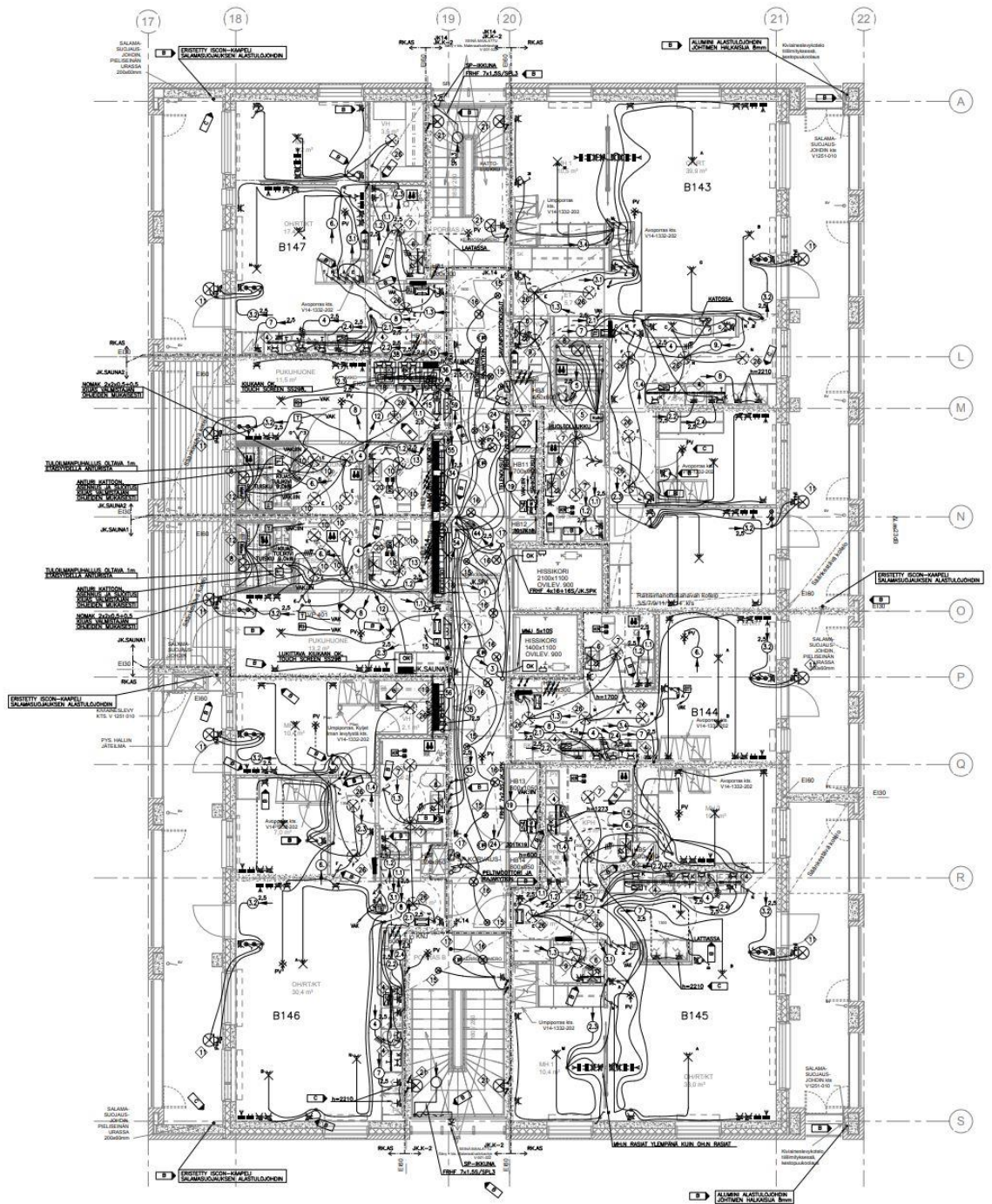
### 7.1.2 Luovutuspiirustusten teko

Luovutuspiirustukset tehdään punakynäsarjojen pohjalta tuoreimpiin toteutuskuvien revisioihin käytössä olevalla CAD-ohjelmalla. Luovutuskuvien lopullinen ulkoasu voi vaihdella urakkakohtaisesti, esimerkkikohteiden eri suunnittelijan halusivat kukin hieman toisistaan sisällöltään poikkeavat luovutuskuvat, erot tosin olivat hyvin pieniä ja koskivat lähinnä kuvissa olleita kirjallisia merkintöjä sähköasentajille suunnatuista huomioista ja ohjeista.

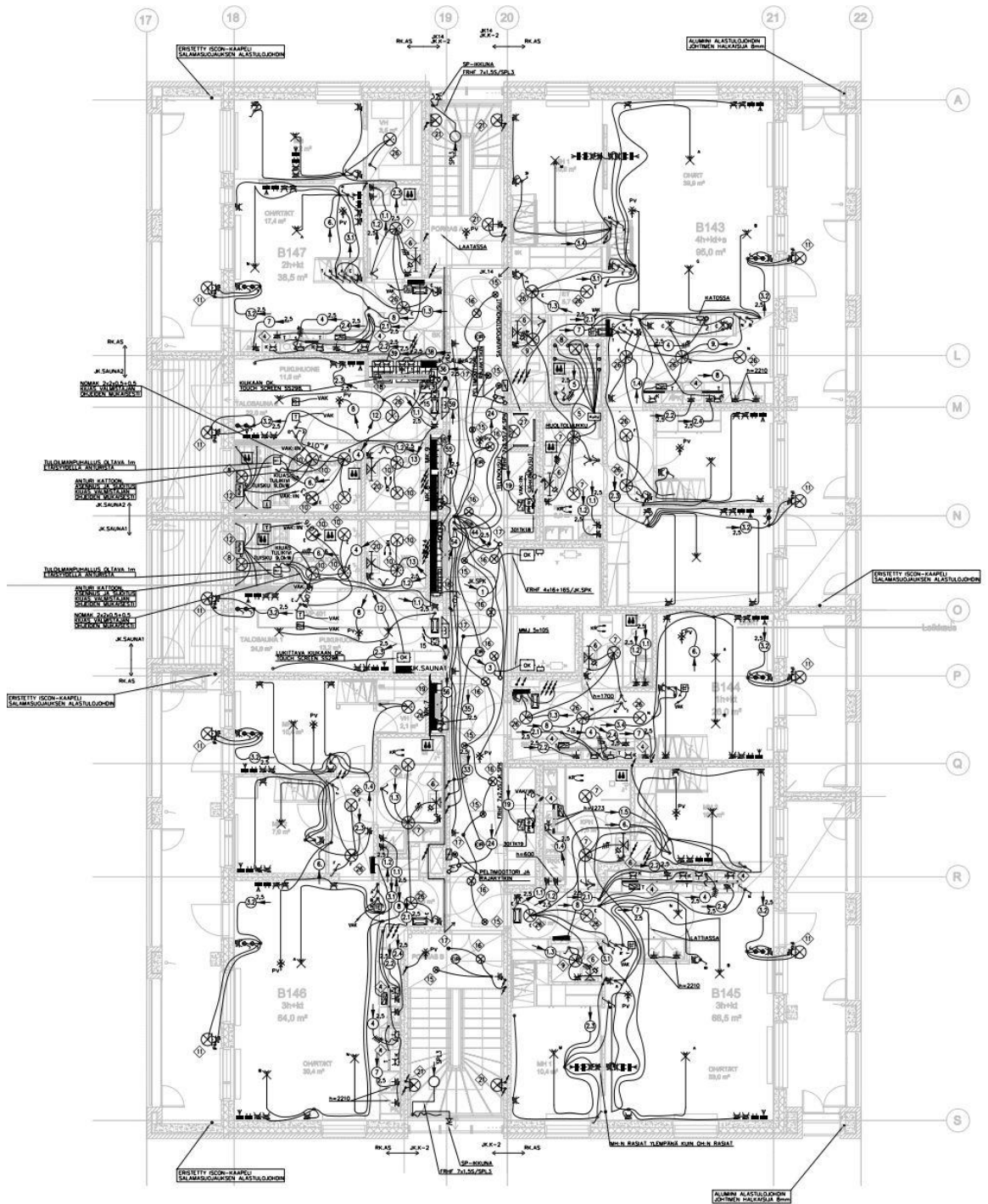
Tasokuviin tehtävät muutokset ovat esimerkkikohteissa olleet pääasiassa sähköpisteiden ja ryhmien siirtoja. Kaavoihin tehtäviä yleisiä muutoksia ovat ryhmänumeroiden ja piirikaavioiden kytkentöjen muutokset. Kokonaisuutena luovutuspiirustusten teko vastaa kohdassa neljä käsiteltyjen toteutuskuvien toteutusta hyvin paljon, erona on, että luovutuskuvat piirretään todellisten asennusten mukaiseksi.

Sähköurakoitsijan tehtäväksi esimerkkikohteissa kuului myös keskusvalmistajan naamakuvien ja kojeluetteloiden päivittäminen luovutuskuviksi. Luovutuskuvat poikkeavat toteutuskuvista tyypillisesti siistimmällä ja helppolukuisemmalla ulkoasulla, tämä johtuu merkintöjen pienemmästä määrästä, esimerkiksi revisiomerkinnot ja mittatietoja poistetaan. Luovutuskuviin lisätään merkintä lopullisesta luovutuspiirustuksesta, tekopäivämäärä ja kohteen toteuttaneen sähköurakoitsijan logo.

Alla esitetyissä kuvissa 7 ja 8 voi tarkastella toteutuskuvan ja luovutuskuvan eroja samasta kohteesta. Toteutuskuva on D-revision kuva, joka oli kohteen viimeinen revisio, joten suurin osa muutoksista on jo merkattu siihen.



Kuva 7. Esimerkkikohteen myöhäisen vaiheen D-revisiön toteutuskuva.



Kuva 8. Esimerkki kohteen luovutuskuva. Kuva saman kohteen samasta kerroksesta kuin kuvassa 7.

## 7.2 Huoltokirjamateriaali

Huoltokirjamateriaaliin kuuluu kooste kaikista sähköurakoitsijan toimittamien laitteiden tiedoista ja huolto-, sekä käyttöohjeista. Esimerkkikohteissa tehtiin erillinen huoltokirjankansio, johon luotiin alakansiot erikseen johtoteille, kalusteille, valaisimille, keskuksille, palovaroittimille, jne. Näihin kansioihin vietiin kaikki tarpeellinen materiaali pdf-muodossa, esimerkiksi ovipuhelimen eri yksiköiden tuotekortit, käyttöohjeet ja huolto-ohjeet. Tarvittavat ohjeet ja tiedot pyydettiin suoraan tuotteiden valmistajalta tai niiden toimittajalta tilauksen yhteydessä. [2.]

Huoltokirjamateriaalin tulee olla valmis luovutuspiirustusten ohella sopimusasiakirjojen mukaisesti, esimerkkikohteissa huoltokirjamateriaali oli määrätty valmiiksi ennen kohteen luovutusta. Huoltokirjamateriaalin ollessa valmis ennen kohteen opastuskierrosta huoltoyhtiölle, siitä voi jakaa tarpeelliset tiedot opastettaville huoltoyhtiön työntekijöille tarkasteltavaksi ennen opastuskierrosta. Tämä menettely nopeuttaa opastuskierrosta ja huoltohenkilöt voivat miettiä tarpeellisia kysymyksiä etukäteen.

Huoltokirjamateriaalin yhteydessä koostetaan luettelot sähköurakoitsijan käyttämistä aliurakoitsijoista, laitetoimittajista tai niiden valmistajista, sekä takuuajan yhteyshenkilöluettelo. Luettelot tehtiin esimerkkikohteissa pdf-tiedostoon Microsoft Excelillä, josta kävi ilmi laitteiston toimittajan tai aliurakoitsijan yhteystiedot ja käyntiosoitteet.

### 7.2.1 Asukasohje

Asukasohje on kohteen huoneistojen asukkaille tarkoitettu opas, jossa on lyhyesti annettu tietoa huoneiston sähköjärjestelmästä. Esimerkkikohteiden asukaskansiossa on yleistä perustietoa esimerkiksi ryhmäkeskuksen sisältämistä laitteista, kuten johdonsuojakatkaisijoiden ja vikavirtasuojien käyttötarkoitus ja toiminta. Muista laitteista, joita asukkaat oletettavasti käyttävät tai käsittelevät enemmän, kuten ovipuhelimesta pitää antaa tarkempaa laitteiston valmistajan ohjeistusta toiminnasta. Sähköurakoitsijan tekemät asukasohjeet kerätään samaan kansioon muiden toimijoiden ohjeiden kanssa ja viedään huoneistoon helposti havaittavaan paikkaan ennen asukkaiden muuttoa.

## 8 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön aihe valikoitui omien kokemusteni perusteella sähköurakan projektinhoitajana toimiessani. Huomasin dokumentoinnin olevan suuri osa projektinhoitajan työtehtävää, kohteessa kuin kohteessa. Päätin rajata aiheen kerrostalokohteesta luovutettavaan dokumentaatioon omien työmaideni luonteen pohjalta. Projektinhoitajan on kuitenkin tehtävä huomattava määrä dokumentaatiota, jota ei luovuteta yrityksen ulkopuolelle. Yrityksen omaan käyttöön jäävä dokumentaatio taas on huono aihe opinnäytetyön avoimuuden takia, koska suuri osa sisäisestä materiaalista on yrityksen omaan liiketoimintaan nojaavaa, eikä anna lisäarvoa sensuroituna opinnäytetyössä. Päätin tästä syystä pysyä sähköurakoitsijan luovutettavassa dokumentaatiossa, siinä määrin mitä itselleni on tullut vastaan esimerkkinä käytetyillä työmailla.

Aloittaessani opinnäytetyötä en tuntenut dokumentoinnin määrittäviä lakeja ja standardeja kovin hyvin, tiesin karkeasti, minkälaisia säädöksiä tulee noudattaa. Opinnäytetyötä tehdessä pääsin ja jouduin perehtymään oheista aihetta käsitteleviin määritelmiin ja säädöksiin, jonka huomasin ajan mittaan parantaneen myös omaa kokonaishahmotustani sähköurakoitsijan velvollisuuksista ja hyvistä toimintatavoista. Nyt määritelmiin ja säädöksiin paremmin perehtyneenä koen tarkan dokumentoinnin tärkeämpänä kuin ennen. On myös ilo huomata oman tietotaidon ja kiinnostukseen kasvaneen omaa alaa kohtaan.


Opinnäytetyö kuvaa siis sähköurakoitsijan projektinhoitajan luovutettavaa dokumentaatiota kerrostalokohteessa ja tuo samalla esiin aihetta koskevia suomen lakeja, sekä standardeja. Opinnäytetyö antaa myös hyvän peruskäsityksen mitkä tahot vaikuttavat luovutettavan dokumentaation sisältöön ja laajuuteen, sekä ennen kaikkea, miksi, miten ja milloin dokumentaatiota tulee tehdä.



## Lähteet

- 1 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. YSE 1998 RT 16-10660. Rakli ry ja Rakennustietosäätiö.
- 2 Urakkasopimus. 2019. ESP Suomi Oy:n ja tilaajan välinen sopimusasiakirja.
- 3 SFS 600-1-1. 1. painos. Lokakuu 2017. Yleisvaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 4 Sähkötieto ry 2020. Verkkoaineisto. <http://www.sahkotieto.fi/index.php?k=14938>. Sähkötieto ry. Luettu 3.9.2020.
- 5 Sähköturvallisuuslaki. 2016. 1135/15.8.2018.
- 6 Grano. 2020. Verkkoaineisto. Grano Oy. <<https://www.grano.fi/>> Luettu 4.9.2020.
- 7 Niini. 2020. Verkkoaineisto. Niini & Co Oy. <<https://niini.fi/>> Luettu 4.9.2020.
- 8 Congrid. 2020. Verkkoaineisto. Congrid Oy. <<https://www.congrid.fi/yritys/>>. Luettu 4.9.2020.
- 9 ESP Suomi. 2020. Verkkoaineisto. ESP Suomi Oy. <<https://www.espoy.fi/fi/>>. Luettu 16.9.2020.
- 10 Työturvallisuuslaki. 2002. 738/1.1.2020.
- 11 Yritysesittely 2020. Verkkoaineisto. Vastuu Group. <<https://www.vastuugroup.fi/fi-fi/>>. Luettu 7.9.2020.
- 12 Tilaajavastuulaki. 2006. 1233/1.4.201.
- 13 TN-järjestelmä 2013. Verkkoaineisto. Pirkko Harsia. <<https://tate.blogs.tamk.fi/sahkoinen-talotekniikka/sahkoverkko/tn-jarjestelma/>>. Luettu 9.9.2020.
- 14 ST-käsikirja 33 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. 2018. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 15 Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. 2016. 1434/15.7.2019.

- 16 Sähköasennustarkastusten perusteet -sovellusohje. 2017. Fluke Finland Oy. Luettu 15.9.2020.
- 17 ST-kortti 51.24 varmennustarkastuksen suorittaminen. 2017. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy.

		TYÖVAIHEILMOITUS			LIITE KOKOUSPÖYTÄKIRJAAN	
		LV <input type="checkbox"/>	IV <input type="checkbox"/>	SÄHKÖ <input checked="" type="checkbox"/>	MUU <input type="checkbox"/>	Liite 1
Vahvuus [kpl]:		Työnjohto:	Asentajat:		Aliurakoitsijat:	Yhteensä:
1			LV <input type="checkbox"/>	IV <input type="checkbox"/>	SÄHKÖ <input checked="" type="checkbox"/>	HARJ. <input type="checkbox"/>
			Pvm: 2.7.2020		Nro:	Työnro: 1 (1)
Työmaatilanne:						Valmiusaste:
Putkitustyöt rinnan rakennustöiden kanssa. Runkoputkitus.						
Lähiaikoina alkavat työt tai työvaiheet:						
Seuraavan kerroksen putkitus						
Valmistuneet työt tai työvaiheet:						
Lisä- ja muutostyöt:						
Laite-, materiaali- ja aliurakoitsijahyväksynät:						
Ensimmäiset hyväksytyt sähkösuunnittelijalla 22.6.2020						
Aikataulutilanne:						
Sopimuksen mukaisesta yleisaikataulusta ollaan kuukausi myöhässä rakennustöistä johtuen.						
Suunnitelmat / tarvittavat piirustukset:						
Automaation huoneanturien sijoitustiedot ja korko, nyt piirretty kaapistojen sisälle.						
Laitteiden moottoritehot ja tiedot. Ajantasainen yleisaikataulu.						
Sopimuksen mukainen siivousvelvoite on suoritettu <input checked="" type="checkbox"/>						
Muut asiat: Rakennustöiden viiveestä johtuen urakkatyön edellytykset eivät täyty. Työnodotustunnit veloitetaan rakennusliikkeeltä.						
Paikka ja aika: Helsingissä 1.7.2020						Ossi Saari

Aihe: **SAVUNPOISTON TARKASTUSPÖYTÄKIRJA V14**

Kohde:

Aliurakka: Sähkö

Aika: 18.3.2020

Suorittaja: ESP Suomi Oy / Ossi Saari  
ESP Suomi Oy /

Olemme tarkastaneet ja testanneet savunpoistojärjestelmän toiminnan. Järjestelmä on toteutettu rakennusurakoitsijan toimittamilla laitteilla.

Sähkösuunnitelmat:

SÄH 003 Sähköselostus

SÄH 713 Savunpoistojärjestelmä, järjestelmäkaavio

Rakennuksessa on 2 savunpoistoikkunaa 14.krs ja 33 luukkaa. Kellari (3) 1.krs (1) 2.krs-14.krs (2) per kerros ja vesikatto (3)

Savunpoistoikkunoita ohjataan:

1. savunpoistoluukkujen laukaisukeskuksesta SPL3
2. Savunpoistokeskukselta (SPOK)

Palotilanteessa pelastuslaitos käynnistää savunpoistolaukaisumekanismien.

Savunpoistoluukkujen ja ikkunoiden tilatieto (auki/kiinni) VAK:ssa

Savunpoistolaukaisukeskusten hälytys- /vikatieto VAK:ssa.

Järjestelmä toimii suunnitelmien mukaisesti.

Helsinki 18.3.2020

**ESP Suomi Oy**



Ossi Saari

Pöytäkirjan nro 1
**KÄYTTÖÖNOTTO-  
TARKASTUSPÖYTÄKIRJA**

Käyttöönottotarkastuksen osatarkastus	<input type="checkbox"/>
Käyttöönottotarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>
Muu	<input type="checkbox"/>

**PERUSTIEDOT**

Kohteen tiedot	Työnumero	Kohteen nimi ja yksilöinti	Osoite ja postitoimipaikka
Sähkölaitteiston rakentaja	Rakentajan nimi ESP Suomi Oy Sähkötöiden johtaja Ossi Saari		Osoite ja postitoimipaikka Veneentekijäntie 2 00210 HELSINKI
	Puhelinnumero		Sähköpostiosoite

**1. AISTINVARAINEN TARKASTUS**

Koko kohde	<input checked="" type="checkbox"/>	Vain kyseinen keskusalue	<input type="checkbox"/>
a) Sähköiskulta suojaus	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			
b) Palosuojaus	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			
c) Johtimien valinta	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			
d) Suoja-, käyttö- ja valvontalaitteet	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			
e) Erotus- ja kytkentälaitteet	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			
f) Sähkölaitteiden suojausmenetelmät	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			
g) Nolla- ja suojajohtimien tunnuksot	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			
h) Yksivaiheiset kytkinlaitteet	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			
i) Dokumentit, varoituskilvet yms.	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			
j) Tunnistettavuus	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			
k) Johtimien liitosten sopivuus	Kunnossa <input checked="" type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>
Huom!			

**1. AISTINVARAINEN TARKASTUS (jatkuu)**

**l) Suojajohtimien olemassa olo** Kunnossa  Ei sisälly   
 Maadoituselektrodin rakenne:  
 Perustusmaadoitus   
 Muu, mikä? \_\_\_\_\_  
 Perustelut \_\_\_\_\_

**m) Sähkölaitteiston vaatima tila** Kunnossa  Ei sisälly   
 Huom! \_\_\_\_\_

**n) Erikoistilat** Kunnossa  Ei sisälly   
 Kohdetta koskevat erikoistilat:  
 Lääkintätila Liite \_\_\_\_\_  
 Räjähdyshaarallinen tila Liite \_\_\_\_\_  
 Liite \_\_\_\_\_

**KESKUKSEN NIMI JA TUNNUS:**

PK2, MK.4,MK.5,MK.6,MK.7,MK.8,MK.9,JK.K-2,JK.14,JK.SAUNA,JK.PESULA,JK.KERHO,JK.VSS1,JK.VSS2,JK.SPK,SPOK,AS RK:T

**2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentialintasausjohtimet)**

Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista  Suurin resistanssi 0,46  $\Omega$ , ryhmässä JK.AS118

Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi

Liitteet: ks. liite mittauspöytäkirja

**3. ERISTYSRESISTANSSI**

Kohde	Ryhmä nro	$R_e/M\Omega$	Huom	Kohde	Ryhmä nro	$R_e/M\Omega$	Huom
PK2		550					

Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi

PE- ja N-johtimien yhdistys on palautettu mittausten jälkeen entiselleen

Erikoistoimenpiteet mittausten suorittamisessa: \_\_\_\_\_

Liitteet: ks. liite mittauspöytäkirja

**4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ**

	$I_k/A$	$Z_k/\Omega$	Suojalaite	In/A (suojalaitteet)
Keskus	1900	0,14		
Epäedullisin piste (0,4 s)	738	0,32		
Epäedullisin piste (5,0 s)				

Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu mittaamalla  Vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla

Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu laskemalla

Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset

Liitteet: ks. liite mittauspöytäkirja

**Vikavirtasuojat**

Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus	Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus
		t/ms	$I_{\Delta n}$				t/ms	$I_{\Delta n}$	

Toiminnot todettu standardien vaatimusten mukaisiksi  Käyttötarkoitus: VS = vikasuojaus, LS = lisäsuojaus, PS = palosuojaus

Liitteet: \_\_\_\_\_

**5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUS**

Keskus  3-vaihepistorasiat  Ei sisälly asennukseen

**6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT**Koneet ja laitteet  Toiminnalliset kokonaisuudet  Ei sisälly asennukseen **7. EMC-SUOJAUS**Kohteessa on käytetty TN-S -järjestelmää Maadoitukset ja potentiaalitasaukset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti Kaapeleiden valinta, sijoittelu ja asentaminen on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti Laittevalinnoissa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset Asennuksissa on noudatettu laitevalmistajien ohjeita 

Muuta, mitä? \_\_\_\_\_

Liitteet: \_\_\_\_\_

Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen (1466/2007) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset **8. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE**Kohteen kunnossapito-ohjelma vaaditaan ei vaadita Kohteessa on huolto- ja kunnossapito-ohjelma Kohteessa on käyttö-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet Kohteessa on poistumisreitivalaistus  Kohteessa on poistumisreitivalaistusta koskeva kunnossapito-ohjelma **9. SEURAAVA MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS**Tarkastus: vaaditaan  määräaikaistarkastuksen ajankohta 23.3.2030ei vaadita 

Huom! \_\_\_\_\_

**10. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT**Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjaa SFS 600/20 17 ja

muuta, mitä? \_\_\_\_\_

Kohde on todettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetuksi **11. PALOVAROITTIMET** Vakuutamme, että asennetut palovaroittimet täyttävät niille säädöksissä ja määräyksissä asetetut vaatimukset (pelastustoimen laitelaki, asetus palovaroittimien teknisistä ominaisuuksista, sähköturvallisuussäädökset jne.) ja että ne on asennettu ao. suunnitelman mukaisesti. Palovaroittimen käyttö- ja huolto-ohjeet on luovutettu.

Selvitys kuinka palovaroittimien virran ja varavirran syöttö on toteutettu:

Jännitesyöttö kiinteistökeskukselta / asunnon ryhmäkeskukselta. Palovaroittimien varavirtana toimii paristo.

Lisätietoja: \_\_\_\_\_

 Palovaroittimien osalta on laadittu erillinen asennustodistus, jossa on mainittu edellä esitetyt asiat ja joka on tämän pöytäkirjan liitteenä.**12. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)**


Päiväys

23.3.2020

Päiväys

Allekirjoitus ja nimen selvennys


Ossi Saari



Allekirjoitus ja nimen selvennys

**Mittauksissa käytetyt mittalaitteet:**

FLUKE 1664 FC

13. LUOVUTUSMERKINTÄ	
a)	Ilmoitus kohteen valmistumisesta tehty: Verkkoyhtiö <input type="checkbox"/> Verkkoyhtiön nimi _____ TUKES <input type="checkbox"/>
b)	Käytön opastus <input checked="" type="checkbox"/> Sovittu pidettäväksi pvm <u>31 .03</u> <u>2020</u>
c)	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja luovutettu liitteineen <input checked="" type="checkbox"/> Liitteet: <u>mittauspöytäkirjat</u>
d)	Piirustukset ja muut dokumentit luovutettu <input type="checkbox"/>
Luettelo piirustuksista ja dokumenteista:	
Lisätietoja:	
Päiväys	Allekirjoitus ja nimen selvennys
23.3.2020	Ossi Saari 
14. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS	
<b>Olen vastaanottanut kohdassa 13, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suoritukset. Pöytäkirja säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöiän ajan.</b>	
Päiväys	Allekirjoitus ja nimen selvennys

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan täyttöohje, ks. liite 1.  
Mittauksissa tarvittavaa perustietoa, ks. liite 2.