



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Aimo-Pekka Kilpijärvi

Sähkösuunnittelutoimiston laadunvarmistus- ja perehdytysuunnitelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

5.5.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Aimo-Pekka Kilpijärvi Sähkösuunnittelutoimiston laadunvarmistus- ja perehdytys- suunnitelma 26 sivua + 14 liitettä 5.5.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	toimitusjohtaja Antti Kangasniemi lehtori Jarno Nurmio
<p>Opinnäytetyö tehtiin Sähkösuunnittelu Korttemaa Oy:lle. Työn tavoitteena oli luoda uuden sähkösuunnittelijan perehdytys- ja työhönopastusmateriaalit sekä suunnittelijan muistilista nykyisen tarkastusasiakirjan tueksi.</p> <p>Opinnäytetyössä käsitellään perehdytystä yleisesti ja mitä hyvä perehdytys sisältää. Suunnitteluprojektin eri vaiheissa kerrotaan minkälaisia eri vaiheita suunnitteluprojekti sisältää. Työssä käydään läpi suunnittelijalle tärkeitä pätevyksiä ja mitä nämä vaativat suunnittelijalta. suunnittelutyö prosessi ja menetelmät osiossa kerrotaan suunnittelijan työvaiheista projektin eri vaiheissa suunnittelu- ja työmaakokouksista aina kohteen luovutukseen ja siihen liittyviin materiaaleihin. Hyötyä opinnäytetyön materiaaleista yritykselle: helpompi rekrytointi prosessi, laadukkaampi ja johdonmukaisempi työhönopastus.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin yritykselle käyttöön perehdytyslomake, jossa käsitellään perehdytyksen vaiheet aina ennen töiden aloittamista, työsuhteen päättymiseen asti. Työhönopastusmateriaalit toimivat perehdyttäjälle muistiona, joissa kerrotaan eri suunnitteludokumenttien työtehtäviä, jotka on hyvä opastaa sekä tärkeimpiä asioita eri suunnitteludokumenteista. Muistilistan tarkoituksena on olla laadunvarmistamisen tuki suunnitelmien laatimisessa, jota voi jatkossa edistää vielä enemmän työhön opastamistarkoituksessa.</p>	
Avainsanat	perehdytys, sähkösuunnittelu, laadunvarmistus,

Author Title	Aimo-Pekka Kilpijärvi Quality assurance and orientation plan for electrical design office
Number of Pages Date	26 pages + 14 appendices 5 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Antti Kangasniemi, CEO Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>This thesis work was made for Sähkösuunnittelu Kortemaa Oy. Purpose of this thesis work was to create quality assurance material, orientation plan and designers checklist to be used in electrical designing office.</p> <p>The thesis deals with orientation in general, nature of good orientation, different steps of construction and designing project, qualifications of a designer and how to improve these qualifications. Thesis also handles different types of working methods in different parts of designing process from start to the end of project from electrical designer's point of view. Thesis also gives information concerning different types of meetings through the process, from design meetings to site meetings.</p> <p>The result of this Bachelor's thesis work are three different forms. The first is Orientation form which deals with orientation process for new designer's from the hiring to the end of employment contract. The second form is quality assurance form for the mentor of new designer, and the third form is checklist for the designers to support good quality of designs in the future.</p>	
Keywords	Quality assurance, orientation plan, electrical design

Sisällys

Alkusanat

1	Johdanto	1
2	Suunnitteluprosessi	2
3	Perehdytys ja työhönopastus	4
4	Kortit ja pätevyudet	8
4.1	Työturvallisuuskortti	8
4.2	Sähkötyöturvallisuuskortti	8
4.3	Sähköpätevyudet	9
4.4	Yleisimmät standardit ja määräykset	10
5	Suunnittelutyö	12
5.1	Työmenetelmät	12
5.2	Suunnittelutyön eteneminen	12
5.3	Kiinteistön huipputeho	13
5.4	Asuintuotannon yleisimmät vaatimukset	15
5.5	Tietomallinnus	17
5.6	Suunnitelmien yhteensovitus	19
5.6.1	Arkkitehtipiirustuksien tulkitseminen	19
5.6.2	LVIA-kuvien tulkitseminen	21
5.7	Työmaavalvonta ja -kokoukset	23
5.8	Luovutus ja loppudokumentointi	24
6	Laatujärjestelmä	24
7	Pohdinta	25
	Lähteet	27

Liitteet

Liite 1. Uuden suunnittelijan perehdytyslomake

Liite 2. Uuden suunnittelijan työhönopastuslomake

Liite 3. Suunnittelijan muistiot

Lyhenteet

CAD	computer aided design. Tietokoneavusteinen suunnittelu.
DWG	AutoCAD-tiedoston formaatti DWG on suunnittelualoilla yleisin käytettävä tiedostomuoto.
IFC	Industry Foundation Classes. On erityisesti tietomalli-pohjaisessa rakennussuunnittelussa käytettävä tiedonsiirtomuoto.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Standardisoinnin keskusjärjestö Suomessa.
TATE18	Taloteknisen suunnittelu tehtäväluettelo.
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset.

Alkusanat

Haluan kiittää Sähkösuunnittelu Kortemaa Oy:tä ja työpaikkaohjaajaani Antti Kangasniemeä mahdollisuudesta tehdä insinöörityö heille. Sekä vastuupettajaani Jarno Nurmiota opinnäytetyöni ohjaamisesta.

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehdään Sähkösuunnittelu Kortemaa Oy:lle, jossa itsekin työskentelen. Työn aiheen sain, kun työpaikkaohjaajani ja toimitusjohtaja Antti Kangasniemi sekä Ari Kortemaa miettivät, kuinka olisi tarvetta materiaaleille uuden työntekijän perehdyttämistä silmällä pitäen, joten aiheen valinta ei tuottanut minulle ongelmia.

Opinnäytetyössä käsitellään yleisesti perehdyttämistä, sähkösuunnitteluprojektia ja sen eri vaiheita sekä suunnittelijalle tärkeitä kortteja ja pätevyyskiä. Työssä käsitellään myös eri työvaiheita aina suunnittelukokouksista, suunnittelutyömenetelmiin, muihin suunnittelijan tehtäviin sekä yleisesti perehdyttävää materiaalia muiden suunnittelualojen suunnitelmien ymmärtämiseen. Työn rakenne on hieman suunnittelijan käsikirja tyylinen. Halusin tuoda työssä esille myös yleisimpiä vaatimuksia ja standardeja, joita asuinkiinteistöjä suunnitellessa tulee ottaa huomioon.

Tmi Ari Kortemaa on vuonna 1992 perustettu yritys. Yrityksen alkutaipaleella toiminta oli sivutoimista. Vuonna 1995 toiminta kuitenkin muuttui päätoimiseksi ja samalla yritys muuttui osakeyhtiöksi sekä nimi muuttui Sähkösuunnittelu Kortemaa Oy. Tällöin kohteet olivat pääsääntöisesti kerrostalojen perusrakennuksia ja suurin asiakas oli Vantaan vuokra-asunnot. Nykypäivänä suunnittelutoimiston erityisosaamista on uudiskerrostalo- ja rivitalokiinteistöjen, toimistotilojen, päiväkotien ja erilaisten pienoisteollisuushallien sähkösuunnittelu ja suurimpina asiakkaina toimivat pääkaupunkiseudulla isot rakennuttajat esim. Sato Oyj, Kojamo Oy, Peab ja Lujatalo Oy. Yrityksen toimenkuvaan kuuluu myös erilaiset saneerauskohteet sekä konsultointi. Yrityksen toimipiste sijaitsee Nurmijärvellä ja työllistää kuusi henkilöä

Yrityksen alkutaipaleella suunnitelmat piirrettiin tusseilla. Arkkitehdit aloittivat suunnittelun, ja kohteet suunniteltiin valmiiksi asti, jonka jälkeen erikoissuunnittelu voitiin aloittaa, koska muutosten tekeminen olisi ollut todella paljon työläämpää kuin nykyisin. Ensimmäiset CAD-ohjelmat oli jo kuitenkin julkaistu, ja sähköinen suunnitteluohjelmisto alkoi valtaamaan alaa. Pian osakeyhtiön perustamisen jälkeen suunnittelu aloitettiin käyttäen AutoCAD-ohjelmistoa, jonka lisäohjelmana toimi erillinen suomalaisten kehittämä sähkösuunnitteluohjelmisto. Suunnittelutyö nopeutui tämän ansiosta merkittävästi, kun

arkkitehdit tekivät suunnittelun vielä paperilla, joten suunnitelmat skannattiin kopiolaitoksella sähköiseen dwg muotoon. Suunnittelukuri oli tällöin todella hyvää, kun kohteet tehtiin loppuun asti, ennen kuin erikoissuunnittelua voitiin aloittaa.

Nykyään sähköisesti tehtävässä suunnittelussa tulee helposti keskeneräisiä kuvia, joihin suunnittelu aloitetaan. Tästä johtuen muutossuunnittelua tulee todella paljon ja virheitä suunnitelmissa on helposti enemmän. Aikaisempaan verrattuna suunnittelutyö on nykyisin paljon hektisempää. Tällöin suunnittelu oli vielä pelkkää 2D-suunnittelua, joten tästäkin ollaan tulossa paljon eteenpäin. Tietomallipohjainen suunnittelu on lisääntymässä merkittävästi, kuitenkin vielä mallit ovat melko yksinkertaisia, ja niitä käytetään pääsääntöisesti törmäystarkasteluissa. Virallista yksityiskohtaista tietoa käytettävistä tarvikkeista näissä ei vielä kuitenkaan hirveästi ole. Siitä kuitenkin käydään keskustelua. (1.)

2 Suunnitteluprosessi

ST-kortistossa sijaitsevassa Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelossa TATE 18 on esitetty, mitkä ovat suunnitteluprosessin eri vaiheet ja mitkä suunnittelijan eri vaiheiden tehtävät. Tehtäväluettelo soveltuu erityisen hyvin uudisrakentamiseen, mutta sitä voidaan käyttää myös erikois- ja saneerauskohteissa. Sähkösuunnittelijan tehtävät voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin.

- tarveselvitys
- hankesuunnittelu
- suunnittelun valmistelu
- ehdotussuunnittelu
- yleissuunnittelu
- rakennuslupatehtävät
- toteutussuunnittelu
- rakentamisen valmistelu
- rakentaminen
- käyttöönotto
- takuu aika.

Tarveselvitysvaiheessa suunnittelijan työtehtävät ovat tyypiltään avustavia tehtäviä. Tässä perustellaan tilanhankinnan tarpeellisuutta tai olemassa olevien tilojen muutostarvetta. Kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetettavat vaatimukset, tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet sekä arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus. (2, s. 2 – 3.)

Hankesuunnitelmavaiheessa määritellään projektin laajuutta, laatua, kustannusta, aikataulua ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hankesuunnittelun tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka muodostuu projekti- ja hankeohjelmasta. Valmisteluun kuuluu tarvittavien selvitysten teettäminen ja toteutusmuodon alustava määrittäminen. Vaiheen lähtötietoina toimii käyttäjien ja omistajien tavoitteet. Tavoitteet voivat olla kuvattuna jo esimerkiksi tarveselvityksessä. Sähkösuunnittelijan töihin hankesuunnitelma vaiheessa yleensä on tilavarausten ja ensimmäisen alustavan huipputeholaskelman tekeminen. (2, s. 4.)

Suunnittelun valmistelussa suunnittelua organisoidaan, pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut eli tilaajalle toimitetaan oma suunnittelutarjous tilaajan aikaisemmissa vaiheissa määritellyin ehdoin. Käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset. Sekä pidetään ensimmäisiä suunnittelukokouksia. (2, s. 5.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa alkaa suunnittelijan virallinen suunnittelutyö. Laaditaan aikaisemmassa vaiheessa määritettyjen lähtötietojen perusteella ehdotelmasuunnitelmia, joilla on tarkoitus selvittää ja vertailla vaihtoehtoisia ratkaisuja. Vaihtoehtojen dokumentoitavalle ei ole asetettu vaatimuksia, kunhan sen avulla voidaan riittävästi määrittää ratkaisut. Ehdotussuunnittelussa lisätehtävillä voidaan täydentää perustehtäviä rakennuksen vaativuuden ja muiden erityisvaatimusten vuoksi. (2, s. 9.)

Yleissuunnitteluvaiheessa ehdotussuunnitelmia täydennetään ja kehitetään toteutuskelpoisemmiksi yleissuunnitelmiksi. (2, s. 17.)

Toteutussuunnittelun voikin jakaa kahteen osaan. Ensimmäisessä vaiheessa suunnitelmia täydennetään hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi. Suunnitelmat tehdään, sillä tarkkuudella että niistä voidaan määrittää kohteen toteutuskustannukset sekä rakennusosien laajuus, määrät, työtavat ja laatutaso niin sanottu tarjouslaskentasuunnitelmat. Tämä on niin sanottu kiinteä osuus. Toisessa osassa suunnitelmia

täydennetään vielä muuntuvan osuuden asennussuunnitelmilla. Tässä kohtaa suunnitelmat saadaan valmiiksi rakentamista varten. (2, s. 21.)

Rakentamisen valmisteluvaiheessa organisoidaan rakentaminen. Toteutussuunnittelu- vaiheen suunnitelmat lähetetään urakoitsijoille laskettavaksi. Urakoitsijavalinnan jälkeen käydään sopimusneuvotteluja ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset. Suunnittelijan työ kohteen suunnittelun osalta taukoaa hetkellisesti. Työnkuva on antaa urakoitsijoille neuvoja suunnitelmiin liittyen. (2, s. 23).

Rakentamisessa varmistetaan sopimuksen mukaiset toteutuksen tavoitteet täyttävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakennuksen valmistuminen todetaan vastaanotossa. Rakentamisvaiheessa suunnittelijan töihin lukeutuu suunnitelmien täydentämistä sitä mukaan, kun se tulee tarpeelliseksi. Tehtäviin kuuluu myös erinäiset työmaan perusvalvontaa täydentäviä työtehtävät, jotka erityisesti ovat tarpeen, kun kohteessa ei ole erillistä sähkövalvojaa. Usein mukana voi olla myös molemmat. (2, s. 24.)

Käyttööntöövaiheessa varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytönopastusta. Suunnittelijan työ käyttööntöövaiheessa on suunnittelua täydentäviä tehtäviä. Näillä varmistetaan urakoitsijan oman työn laadunvarmistuksen toimivuutta, toteutuksen suunnitelmanmukaisuutta ja järjestelmien oikeaa toimintaa. Käyttööntöövaiheessa tehdään erinäisiä toimintakokeita ja valvontaa kohteen lopullista vastaanottoa varten. (2, s. 26.)

Takuu aika alkaa, kun kohde valmistuu. Takuu aikana tehdään urakassa määritetyt takuua- ajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet. (2, s. 28.)

3 Perehdytys ja työhönopastus

Perehdyttämisellä tarkoitetaan kaikkia niitä toimia, joiden avulla uusi työntekijä oppii tuntemaan työpaikkansa, työyhteisön ja organisaation tavat sekä työkaverit ja työhönsä liittyvät odotukset. Työhönopastuksella tarkoitetaan kaikkia niitä asioita, jotka liittyvät itse työn tekemiseen. Näitä ovat esimerkiksi työkokonaisuuden eri vaiheet ja mitä tietoa ja osaamista eri työvaiheet vaativat. Perehdytyksen tueksi tulee aina tehdä kirjallinen

suunnitelma, jolla seurataan opastuksen etenemistä. (4.) Kuvassa 1 on esitetty perehdyttämisen ja työnopastuksen eroavaisuudet, mutta jotka kuitenkin liittyvät yhdessä kokonaisvaltaiseen perehdyttämiseen.



Kuva 1. Perehdytyksen eri käsitteet. (4.)

Perehdyttämisessä on aikaisemmin ollut yleensä kyse ensisijaisesti työhön opastamisesta. Laajempaa perehdyttämistä yrityksen ja työyhteisön sisälle ei ole pidetty niin tärkeänä. Tämä johtui siitä, että työympäristöt eivät ole olleet kovin monimutkaisia ja myöhemmin myös siitä syystä, että tehtävät olivat senlaatuisia, että laajempaa yhteyttä ei työn suorittamiseksi ole tarvittu. (5, s. 13.)

Perehdytyksellä voidaan ajatella olevan toinenkin määritelmä. Esimerkiksi perehdyttämiseksi mielletään usein ne toimenpiteet ja tuki, joita uudelle työntekijälle tarjotaan työsuhteen alussa. Tämän tuen tarkoituksena on auttaa perehtyjää omaksumaan uuden työyhteisön toimintamallit ja päästä sisälle työyhteisön sosiaaliseen piiriin. Riittävän tuen tulisi johtaa mahdollisimman nopeasti itsenäiseen työskentelyyn. Laajimmillaan perehdyttäminen kehittää myös työyhteisöä ja koko organisaatiota. (5, s. 19.)

Kupiaksen ja Peltolan (5, s. 17.) mukaan perehdytyksen käsite on ajan saatossa muuttunut. Perehdyttäminen voi merkitä hyvinkin erilaisia asioita eri aloilla ja niiden organisaatioissa, tähän vaikuttaa suuresti myös organisaation halukkuus liittää perehdyttäminen osaksi omaa toimintaansa. Kupias ja Peltola ovat sitä mieltä, että perehdyttäminen ja työhön kouluttaminen ovat erikäsitteitä. Perehdyttämisellä viitataan työsuhteen alussa ja jo työhaastattelussa alkavaan perehdytykseen ja työhön kouluttamisella tarkoitetaan yksityiskohtaista opastusta itse työtehtäviin, jolla pyritään itsenäiseen ja tuottavaan työskentelyyn. (5, s. 17 – 18 .)

Kupias ja Peltola ehdottavat perehdyttämisen prosessia muutettavaksi niin, että sen sijaan, että keskitytään pelkästään perehtyjän puuttuviin taitoihin, voitaisiin hänen olemassa olevaa osaamistaan hyödyntää ja kehittää entisestään. Organisaation tulisi miettiä, mitä se voisi saada irti perehtyjän osaamisesta ja tuoda sitä mukaan työyhteisön muille osapuolille. Kupias ja Peltola muistuttavat yrityksen uudistumisesta, joka on kilpailuvallti yrityksen menestykselle tulevaisuudessa. (5, s. 43 – 44.)

Voitaneen siis ajatella, että perehdyttäminen yrityksen toimintatapoihin on erityisen tärkeää. Tämä edistää uuden työntekijän hyvinvointia ja viihtyvyyttä osana työyhteisöä. sekä parantaa työntekijän motivaatiota. Tämä tarkoittaa tässä tapauksessa esimerkiksi parempia ja laadukkaampia sähkösuunnitelmia. Tätä voidaan ajatella myös hyvänä investointina yritykselle. Kun työntekijä kokee olevansa osa työyhteisöä, on hänellä isompi kynnys lähteä vaihtamaan työpaikkaa. Tämä tarkoittaa yritykselle säästyneitä kuluja siltä osin, että uuden työntekijän perehdyttäminen vaatii myös osan perehdyttäjän työpanoksesta omasta tuottavasta työstään. Työnantajan vastuulla on, että työntekijä saa tarvittavat tiedot työstä, työnkuvasta ja työnsä tekemiseen. Aikaisemmin Sähkösuunnittelu Kortemaa Oy:llä ei ole ollut kattavaa perehdytysmateriaalia tai perehdyttämisen muistiota käytössään, vaan perehdytys on tapahtunut niin sanotusti lennossa. Tästä syystä tämän opinnäytetyön aiheeksi valittiin perehdyttäminen ja tarkoituksena tuottaa erillinen liitteen 1 perehdytyslomake ja liitteen 2 työhönopastuslomake yrityksen käyttöön, jotta perehdytyksestä tulisi helpompaa ja selkeää linjaisempaa. Kuvassa 2 kuvattu perehdytyksen viisi vaihetta. Liitteen 1 perehdytyslomakkeessa on esitetty uuden työntekijän perehdyttämisen vaiheet rekrytoinnista työsuhteen päättymiseen. Liitteen 2 työhönopastuslomakkeessa on esitetty perehdyttäjälle eri suunnitelmadokumenttien tärkeimmät perehdyttämisen osa-alueet.



Kuva 2. Perehdyttämisen viisi eri vaihetta alhaalta ylöspäin. (4.)

Perehdytystä säädetään myös laissa. Työturvallisuuslaki (2002/738, § 14) määrää, että työnantajan on annettava riittävästi tietoa työpaikan vaara- ja haittatekijöistä ja huolehdittava siitä, että huomioon ottaen työntekijän ammatillinen osaaminen ja työkokemus.

1) työntekijä perehdytetään riittävästi työhön, työpaikan työolosuhteisiin, työ- ja tuotantomenetelmiin, työssä käytettäviin työvälineisiin ja niiden oikeaan käyttöön sekä turvallisiin työtapoihin erityisesti ennen uuden työn tai tehtävän aloittamista tai työtehtävien muuttuessa sekä ennen uusien työvälineiden ja työ- tai tuotantomenetelmien käyttöön ottamista;

2) työntekijälle annetaan opetusta ja ohjausta työn haittojen ja vaarojen estämiseksi sekä työstä aiheutuvan turvallisuutta tai terveyttä uhkaavan haitan tai vaaran välttämiseksi;

3) työntekijälle annetaan opetusta ja ohjausta säätö-, puhdistus-, huolto- ja korjaustöiden sekä häiriö- ja poikkeustilanteiden varalta; ja

4) työntekijälle annettua opetusta ja ohjausta täydennetään tarvittaessa. (6.)

4 Kortit ja pätevyudet

4.1 Työturvallisuuskortti

Työturvallisuuskortilla tarkoitetaan korttia, joka edellytetään kaikilta yhteisellä työmaalla käyville ja työskenteleviltä työntekijöiltä. Työturvallisuuskorttikoulutus antaa perustiedot työympäristön vaaroista ja työsuojelusta yhteisellä työpaikalla. Koulutuksen suorittamisesta hyväksytysti myönnetään kuvassa 3 esitetyn tyylinen henkilökohtainen työturvallisuuskortti. Kortti on voimassa kerrallaan viisi vuotta, jonka jälkeen on käytävä kahdeksantuntinen työturvallisuuskorttikoulutus ja tehtävä korttiin oikeuttava tentti uudelleen.



Kuva 3. Työturvallisuuskortin malli. (8.)

Työturvallisuuskorttikurssin tavoitteena on, että sen suorittanut tietää yhteisen työpaikan toimijoiden roolit ja vastuut, osaa tunnistaa työpaikan vaaroja ja haitallisia kuormitustekijöitä sekä omaa valmiudet omaksua työpaikka- ja tehtäväkohtaisen perehdyttämisen. (8.)

4.2 Sähkötyöturvallisuuskortti

Sähkötyöturvallisuuskortilla tarkoitetaan korttia, joka vaaditaan kaikilta sähköalla työskenteleviltä. Sähkötyöturvallisuuskortti koulutuksessa käsitellään standardin SFS6002 ja sähköturvallisuuslain 1135/2016 § 83 asettamat vaatimukset. Kuvassa 4 esitetty esimerkki fyysisen sähkötyöturvallisuuskortin mallista, kortin saa ladattua myös mobiilipuhelimelle. (16.)



kuva 4. Sähkötyöturvallisuuskortin malli (16.)

4.3 Sähköpätevydet

Sähköturvallisuuslaki (2016/1135) määrittää vaatimukset, joita sähkötöiden johtajana tai käytönjohtajana toimivalla on henkilöllä oltava. Pätevyden arvioi ja pätevyystodistuksen antaa pätevyden arviointilaitos. Pätevydenarviointilaitoksen on annettava pätevyystodistus henkilölle, joka täyttää laissa sähköpätevyydelle säädetyt vaatimukset. (9.) Sähköpätevydet jaotellaan kolmeen viralliseen pätevyysluokkaan.

Sähköpätevyys 1 on kaikkein korkein luokka ja oikeuttaa toimimaan sähkötöiden johtajana ja käytönjohtajana kaikissa sähkö- ja käyttötöissä pois lukien hissityöt, jotka vaativat omat pätevyden. Pätevyystodistukseen henkilön tulee osoittaa todistuksen saamiseen asetetut ehdot sähköalan koulutuksesta, työkokemuksesta sekä hyväksytysti suoritusta sähköturvallisuustutkinto 1:stä. Todistuksen saamiseksi tulee olla tarpeeksi laaja-alainen tekniikan alan korkeakoulututkinto, sähkövoima-alan insinöörin tai sähkövoima-alan tekniikan tutkinnosta.

Tutkinnon tulee sisältää vähintään 45 opintopistettä tai 30 opintoviikkoa teoreettista sähkö- ja mittaustekniikkaa, sähköturvallisuussäädöksiä ja standardeja, sähkötyöturvallisuutta, rakennuksien sähköverkkoja ja niiden sähkökäyttöistä, sähköturvallisuuteen liittyvistä tarkastuksista, sähkönsiirto- ja jakeluverkoista sekä suurjännitetekniikasta. Pätevyden edellyttämä koulutus osoitetaan oppilaitoksen antamalla tutkintotodistuksella, jonka liitteenä on ainesivut suoritetuista opinnoista. Tutkinnon suorittamisen jälkeen on saatava vähintään kahden vuoden riittävän laaja-alainen sähkölaitteistojen rakentamiseen perehdyttävä työkokemus, josta vähintään vuosi on yli 1000 voltin

vaihtojännitteisten tai yli 1500 voltin tasajännitteisten sähkölaitteistojen rakentamiseen tai käytönjohtamiseen perehdyttävissä tehtävissä. (10.)

Sähköpätevyys 2-todistus oikeuttaa toimimaan enintään 1000 voltin vaihtojännitteisten ja 1500 voltin tasajännitteisten sähkölaitteiden- ja laitteistojen sähkötöidenjohtajana ja käytönjohtajana pois lukien hissityöt. Pätevyyden saamiseksi koulutus on kuten sähköpätevyys 1:ssä. Koulutuksen ja tutkinnon suorittamisen jälkeen täytyy olla vähintään kahden vuoden työkokemus. Pätevyys 2-todistukseen riittää myös soveltuva perustutkinto, ammattitutkin erikoisammattitutkinto tai vastaava aiempi koulutus tai tutkinto. Näiden tutkintojen lisäksi täytyy olla kolmen vuoden työkokemus. Opintojen koostumus täytyy olla samaa luokkaa kuin sähköpätevyys 1:ssä. (10.)

Sähköpätevyys 3-todistus oikeuttaa toimimaan enintään 1000 voltin vaihtojännitteisten tai 1500 voltin tasajännitteisten verkkoon liitettäväksi tarkoitettujen sähkölaitteiden ja laitteistojen korjaustöissä, pois lukien hissityöt. Pätevyys oikeuttaa myös sähkölaitteiston yksittäisen komponentin vaihtamiseen sekä korjattavan tai uuden verkkoon liitettävän sähkölaitteen tai laitekokonaisuuden yksittäisen syöttöjohdon asentamisen asennusrasialta tai kiinteistön jakokeskukselta muuttamatta keskuksen rakennetta, eli pätevyydellä voi asentaa yhden uuden sähkölaitteen. Se ei kuitenkaan oikeuta muilta osin kiinteistön sähkölaitteiden rakentamiseen. Pätevyyteen vaadittavan koulutuksen rakenne on samanlainen kuin pätevyys 1 ja 2, mutta työkokemusta näiden jälkeen vaaditaan kuusi kuukautta. (10.)

Sähköpätevyydet ovat siis tärkeitä myös suunnittelijoille. Pätevät ja kokeneet työntekijät sekä laadukas referenssiluettelo antaa yritykselle suunnittelutarjouksessa paremmat mahdollisuudet ja auttaa saamaan tarjouksiaan hyväksytyksi helpommin. Tämä antaa tilaajille laadukkaan kuvan yrityksestä.

4.4 Yleisimmät standardit ja määräykset

Asuinkiinteistöjä suunniteltaessa tärkeimmät standardit ja määräykset ovat SFS6000, SFS6002, Määräys M65 kokoelma sekä sähköturvallisuuslaki (2016/1135). SFS6000-standardissa määritetään pienjänniteasennuksien yleisvaatimukset. SFS6002-standardissa on esitetty sähkötyöturvallisuuteen liittyvät standardit ja vaatimukset.

Määräys M65 koskee yleisen viestintäverkon osaksi liitettäviä kiinteistön sisäisiä viestintäverkkoja ja järjestelmiä eli sisäverkkoja. Määräystä sovelletaan vakinaiseen asuinkäyttöön tarkoitetun asuinkiinteistön, toimitilakiinteistön ja julkisen kiinteistön sisäverkkoihin, mukaan lukien televisiolähetysten antennivastaanottoon omakotitaloissa. Määräyksessä määrätään sisäverkkojen ja niiden tarvitsemien laittilojen rakenne, tekninen laatu, suorituskyky ja luotettavuus, turvallisuus, suojaus, tarkastukset, testaukset sekä asiakirjat. Määräystä sovelletaan aina kun uudisrakentamisessa kiinteistöön rakennetaan sisäverkko, sisäverkko uudistetaan tai olemassa olevaa sisäverkkoa kunnostetaan. (11.)

Lisäksi suunnittelijalla tulee olla hallussa paljon erilaisia ST-kortteja eri järjestelmistä. ST-kortti eli sähkötielikortti on julkaisu, jonka aihealue, tarkoitus sekä laajuus on rajattu koskemaan tiettyä järjestelmää. Kortin tarkoituksena on esittää ohjeita, menetelmiä ja esimerkkejä, joiden mukaan toimimalla päästään säädösten sekä standardien vaatimiin lopputuloksiin. (19.) Varsinkin sähköautot ja niiden latausjärjestelmien suunnittelu on yleistyessä räjähdysmäisesti kun 29. lokakuuta 2020 voimaan tullut laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä (2020/733, § 5) määrää että:

Sellaisen uuden asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste.

Sellaisen uuden muun rakennuksen kuin asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on yli 10 pysäköintipaikkaa, on asennettava yksi suuritehoinen latauspiste tai vaihtoehtoisesti:

- 1) vähintään yksi normaalitehoinen latauspiste, jos pysäköintipaikkoja on 11–50;
- 2) vähintään kaksi normaalitehoista latauspistettä, jos pysäköintipaikkoja on 51–100;
- 3) vähintään kolme normaalitehoista latauspistettä, jos pysäköintipaikkoja on yli 100. (12.)

Lisäksi säädetään, että uuden muun rakennuksen kuin asuinrakennuksen yhteyteen jossa, 11 – 03 pysäköintipaikkaa on asennettava latauspistevalmius vähintään 50 prosenttiin pysäköintipaikoista. (12.)

5 Suunnittelutyö

Suunnittelutyöosiossa perehdytään hieman Sähkösuunnittelu Korttemaa Oy:n suunnittelutyössä käytettäviin työmenetelmiin ja suunnittelutyössä vaadittuihin yleisiin vaatimuksiin ja standardeihin. Näkökulmana osiossa on omakohtaiset kokemukset nuorempana sähkösuunnittelijana. Suunniteltavina kohteina on pääsääntöisesti olleet asuinkerrostalot.

5.1 Työmenetelmät

Suunnittelutyö tehdään käyttäen CADMATIC EOC 18-ohjelmistoa. Tätä insinööriä kirjoittaessa versio 19 on jo julkaistu, mutta ei ole yrityksen sisällä otettu vielä käyttöön. Vanhoja jo suunnittelussa olevia projekteja, jotka on aloitettu edellisellä versiolla, ei ole hyvä vaihtaa uudempaan versioon. Uusien versioiden julkaisujen kanssa täytyy olla yleensä hieman varuillaan, koska monesti uusissa vasta julkaistuissa ohjelmistoissa on kaikenlaisia virheitä. Pahimmillaan virheet johtavat ohjelman toimimattomuuteen ja siihen, että työntekijä ei voi tehdä töitään. CAD-ohjelmiston lisäksi käytetään Microsoft Office ohjelmistoa.

5.2 Suunnittelutyön eteneminen

Uusi suunnitteluprojekti aloitetaan yhdessä vastuusuunnittelijan kanssa käytävällä ohjeistuskeskustelulla, jossa katsotaan suunniteltavan kohteen erikoisuudet ja suunnittelun aikataulu. Tässä vaiheessa tarve- ja hankesuunnittelu on yleensä tehty. Näistä saaduilla tiedoilla on kohteelle määritetty lähtötietolomake, josta tilaajan vaatimat suunnittelualueet löytyvät. Asuinkiinteistöissä varsinkin kerrostaloissa suunnittelu aloitetaan niin sanotusta peruserroksesta, joka on kerros, jossa sijaitsee rakennuksen muissa kerroksissa toistuvat asunnot. Näiden osalta arkkitehdille annetaan tilavaroja keskuksien sijaintien ja alakattojen osalta. Tämän jälkeen virallinen erikoissuunnitteluprosessi voidaan aloittaa.

Ennen yhdenkään symbolin sijoittamista täytyy kuitenkin sisäistää kohteeseen tehty lähtötietolomake ja erinäisten tilaajien mahdolliset omat suunnitteluohjeet ja

materiaalitulokset. Näissä usein on määritetty tilaajien haluamia valaisimia ja muita sähkölaitteita, joita tulee käyttää, kunhan nämä täyttävät kaikki standardit ja vaatimukset. Suunnittelu tässä kohtaa on ehdotussuunnittelua, joten kun peruserroksista on saatu kaikki asunnot ja porrashuoneet yms. tilat suunniteltua, laitetaan se tilaajalle ja muulle suunnittelijaryhmälle kommentoitavaksi. Tässä vaiheessa tilaajan kommentit ja toiveet yleensä toteutetaan, mikäli ne ovat määräysten sekä standardien mukaisia. Etenkin kylpyhuoneissa tapahtuvissa tulee olla erityisen tarkka aluemäärittelyiden, asennuskorkojen ja etäisyyksien kanssa. Näistä kerrotaan tarkemmin otsikon 5.3 alla.

Suunnittelua jatketaan järjestyksessä aina yleisien tilojen suunnittelusta kaavioihin esimerkiksi pää- ja nousujohtokaavio aina sähköselostukseen asti. Suunnittelun edetessä usein tulee asioita, joita ei vielä aluksi ole huomioitu eli keskeneräisiä lähtötietoja. Tällöin on tärkeää ottaa yhteyttä henkilöön, joka vastaa kyseisen järjestelmän suunnittelusta tai tilaajaan, jolta pyydetään lisätietoa rakennukseen valittavista järjestelmistä. Myöskin jos lähtötietopuute koskee useampaa suunnittelualaa, laitetaan viestiketjuun kaikkien suunnittelualojen henkilöt. Lähtötietopuutteet tulee ottaa vakavasti, ja puuttua niihin mahdollisimman nopeasti, kun nämä havaitaan, viimeistään kuitenkin seuraavassa suunnittelukokouksessa. Yhdellä suunnittelijalla on vastuullaan yleensä useita kohteita kerrallaan, jotka ovat kaikki hieman eri vaiheessa suunnittelua. Yksi projekteista on aina niin sanottu päätyö, joka on toteutussuunnitteluvaiheessa ja jolla on tarjouslaskentakuvia varten oleva deadline. Toiset projektit ovat usein jo pidemmällä, esim. tarjouslaskennassa, toinen odottaa muilta suunnittelualoilta tarvittavaa lisätietoa, osaa rakennetaan ja osa voi olla jo vastaanottovaiheessa. Työn alla oleva projekti voi vaihtua tiheästikin.

5.3 Kiinteistön huipputeho

Sähkösuunnittelun tärkeimpiä vaiheita on rakennusten sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. Alimitoitettuna sähköverkko ja liittäminen rajoittavat rakennuksen käyttöä, kun taas ylimitoitettuna aiheuttavat ylimääräisiä kuluja rakentamisvaiheessa ja myöhemmin käyttökuluissa. Liittymät tulee pyrkiä mitoittamaan niin, että ne ovat riittävän suuria myös tulevaisuudessa kuitenkin olematta liian suuria. Sähköverkon kuormitus voi vaihdella suurestikin rakennuksen elinkaaren aikana. (15, s.1.)

Jakeluverkkohaltijan toimitusrajana, eli liittymiskohtana, on yleensä tontin raja, rajalla sijaitseva jakeluverkkohaltijan jakokaappi tai pylväs. Asiakkaan on hankittava sähkösuunnitelmien mukainen liittymiskaapeli liittymispisteestä omaan lukuunsa. Jakeluverkonhaltijalla on oltava pääsy sähköpääkeskukselle joko suoraan tai avainsäilön reittiavaimen avulla. (15, s.2.).

Yleisien ohjeiden lisäksi eri verkkoyhtiöillä on omat suunnittelu- ja urakointiohjeet, jotka ovat saatavissa paikallisen verkkoyhtiön verkkosivuilta. Pääsääntöisesti yhtiökohtaiset ohjeistukset noudattavat yleisiä ohjeistuksia, mutta erojakin on. esim. energianyhtiön tarvitsemissa suunnitteludokumenteissa, liittymän teknisessä toteutuksessa ja käytettävissä liittymiskaapeleissa. Erityisen tärkeää suunnitteluvaiheessa on noudattaa sähköverkkoyhtiöiden ohjeistuksia, jotta urakoitsijalle ei aiheudu tarpeettomia lisätöitä muutoksien ja suunnitelmien korjauksen vuoksi. Sähköverkkoyhtiö voi jättää liittymän kytkeväksi, jos esim. tekniset ehdot eivät toteudu. (15, s. 3.)

TATE18-tehtäväluettelon mukaan ensimmäiset arviot ja laskelmat tarvittavasta liittymäkoosta tehdään jo hankesuunnitteluvaiheessa. Liittymäkokoa voi kuitenkin tarkentua suunnittelun edetessä, kun esim. laitevalinnat tarkentuvat. (15, s. 3 – 4.)

Taulukossa 1 on esitetty laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi.

Taulukko 1. Kokemusperustaiset laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi (15, s. 4.)

Asuinrakennukset	Huipputeho ⁽¹⁾ [kW]	Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot		A on kerrosala [m ²]
– ilman kiukaita	$P_h = B + 17 \times A / 1000$ (B = 65 kW)	Yhtälöt soveltuvat kohteisiin, joissa vähintään 15 asuntoa ja kerrosala väh. 2500 m ² . Pienemmissä taloissa B korvataan arvolla $B_x = (A_{tod}/2500) \times B \geq 30$
– huoneistokohtaiset sähkökiukaat	$P_h = B + 24 \times A / 1000$ (B = 90 kW)	
Pienet rivitalot ⁽²⁾		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 30 + 26 \times A / 1000$	
– suora sähkölämmitys, kiuas	$P_h = 30 + 64 \times A / 1000$	– käyttövedenlämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_h = 30 + 49 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 26 \times A / 1000$	
– suora sähkölämmitys ja sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 64 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_h = 7,5 + 49 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet: $P_{paikoitus} = 10 \text{ kW} + 0,5 \text{ kW/paikka} \times n_{auto}$ (n_{auto} = lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä) ⁽⁴⁾		
Paikoitusalueet sähköajoneuvojen vähimmäisvarauksella $P_{paikoitus} = 10 \text{ kW} + 2 \text{ kW/paikka} \times n_{auto}$ (n_{auto} = sähköistettyjen autopaikkojen lukumäärä) ⁽⁵⁾		
Sähköajoneuvojen lataus: $P_{sähköajoneuvojen \text{ lataus}} = \frac{\text{haluttu toimintasäde latauskerralla (km)} \times 0,20 \text{ kWh/km} \times n_{auto}}{\text{latauskerran aika h}}$ ⁽⁶⁾		
Huomautukset: Liittymisjohdon virtaa määritettäessä tulee huomioida kuormituksen tehokerroin $\cos \phi$. Jos loistehon osuus on vähäinen, voidaan arvioida, että $\cos \phi = 0,96$. Tehokertoimen määrittämiseksi lähtötietona voidaan käyttää myös paikallisen verkkoyhtiön loistehohinnoittelua ja loistehon ilmaisosuutta. Lineaarisia laskentamalleja käytettäessä tulee myös huomioida, että kuormitukset noudattavat erittäin harvoin normaaliajakautamaa. Tietyn tehon ylitystodennäköisyyden arvioiminen on siis hyvin haastavaa tai jopa mahdotonta, jos käytettävissä ei ole muita tietoja kuin rakennuksen tyyppi ja arvio pinta-alasta.		

1 Ylitystodennäköisyys noin 1 %.

2 Pieniksi rivitaloiksi lasketaan talot, joissa on enintään 15 asuntoa. Alle 4 asunnon rivitalot lasketaan, kuten omakotitalot, ja saadut tulokset lasketaan yhteen.

3 Vaikka kiuasta ei asennettaisikaan, suositellaan mitoitus kiukaalle myöhempiä käyttöä ajatellen.

4 Kaava huomioi vain moottorilämmittimeen varautumisen.

5 Kaava soveltuu kahden tai useamman latauspisteen vähimmäistehon laskentaan.

6 Kaava soveltuu ns. älykkään latausjärjestelmän kokonaistehon mitoitukseen, kuitenkin vähintään 2 kW/latauspiste. Katso kortti ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus sekä ST-käsikirja 41 Sähköautot ja latausjärjestelmät.

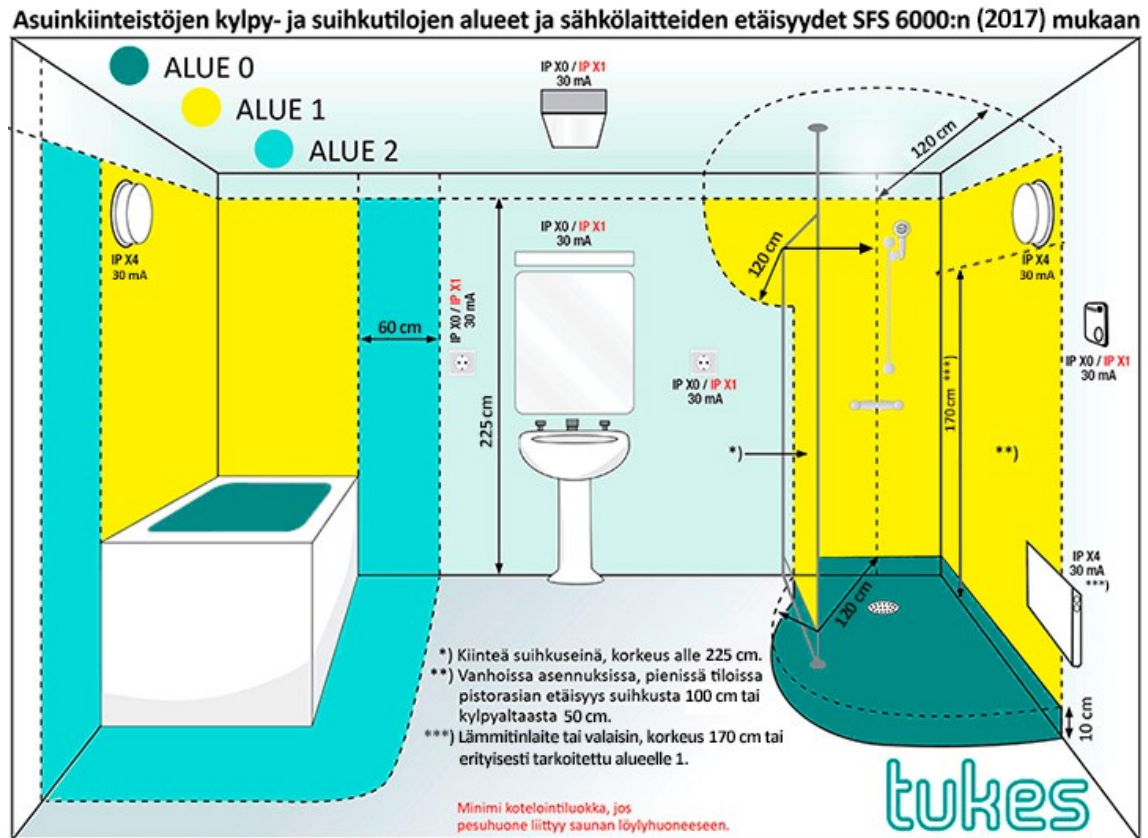
Mikäli kohteeseen on tulossa kaavojen 5 ja 6 mukaan laskettuja pisteitä, niiden tehot on niistä aiheutuvaa kojekuormaa laskettaessa summattava keskenään.

5.4 Asuintuotannon yleisimmät vaatimukset

Mitä tahansa asuinrakennusta suunnitellessa tulee ottaa uusimman SFS6000-standardin vaatimukset, määräys M65:n määräykset sekä sisäasiainministeriön asetus palovarointimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta (239/2990) huomioon. Esimerkiksi kylpyhuoneiden asennuksien kanssa sekä vikavirtasuojamääräysten kanssa tulee olla erityisen tarkkana.

Uudisrakentamisessa Standardi SFS 6000 (7-701, s. 18-19) määrittää kylpyhuoneiden määrittelyalueet, jotka ovat jaettu kolmeen kohtaan: alue 0, alue 1 ja alue 2. Esimerkiksi pistorasioita ei saa asentaa alueille 0, 1 tai 2, vaan niiden tulee olla vähintään 1200 mm:n

etäisyydellä suihkusta ja 600 mm:n kylpyammeesta. Lisäksi kaikki suihkun tai kylpyammeen sisältävien tilojen piirit tulee suojata enintään 30 mA:n mitoitusvirralla olevalla vikavirtasuojalla. Kuvassa 5 on esitetty alueiden tarkemmat etäisyydet.



Kuva 5. Asuinkiinteistöjen kylpy- ja suihkutilojen alueet ja sähkölaitteiden etäisyydet SFS6000 2017 mukaan. (13.)

Uudisrakentamisessa Sähköasennusstandardi SFS 6000 (14, 41X. s. 95 – 96.) velvoittaa suojaamaan kaikki asuinkiinteistössä yleiseen käyttöön tarkoitetut mitoitusvirraltaan enintään 32 A:n pistorasiat mitoitusvirraltaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Lisäsuojauksen saa jättää pistorasioista pois niissä tilanteissa, kun pistorasiat syöttävät pysyvästi määrättyä laitetta, ja laitteen syötön katkeamisesta voi aiheutua suurta haittaa, esim. Jäkäkaappi ja pakastimet. Pistorasiat tulee näissä tapauksissa sijoittaa kuitenkin niin, että siihen ei ole normaalisti mahdollista liittää mitä tahansa laitetta. Pistorasian tulee sijaita sellaisessa paikassa, että se ei ole helposti saavutettavissa, kun siihen kytkettävä laite on paikoillaan. Lisäksi vaatimus vikavirtasuojasta valaistuksissa koskee normaaleja asuntoja ja niihin liittyviä piha-alueita, joissa maallikko voi itse liittää valaisimen

tai vaihtaa lampun. Vaatimus ei kuitenkaan koske hotelleja, hoivakoteja tai kerrostalon yleisiä tiloja, joissa oletetaan, että valaisimen asentaa tai lampun vaihtaa sähköalan ammattihenkilö tai työtehtävään opastettu henkilö.

5.4.1 Suunnittelukokoukset

Suunnittelukokouksia pidetään suunnittelun aikana tietyin väliajoin, esimerkiksi noin kuu-kauden välein. Kokouksissa on mukana koko suunnitteluryhmä ja tilaajan eri edustajat. Kokouksissa asioina on yleensä suunnittelun aikataulu, lähtötietojen täydentäminen sekä tilaajan informointi suunnittelun osalta. Kokouksiin joka suunnittelualalta tehdään suunnitteluvaiheilmoitus, jossa kerrotaan suunnittelun aikataulu, suunnittelun vaihe ja seuraavat työvaiheet sekä muut suunnitteluun liittyvät asiat. Ilmoituksessa tuodaan ilmi myös, jos on lähtötietopuutteita ja minkä suunnittelualan tietoja tarvitaan. Ilmoituksessa on myös hyvä esittää perustiedot, mitä kohteeseen halutaan suunniteltavan ja mistä tämä tieto on, esim. tilaajan suunnitteluohjeet, koska tilaajan edustajatkaan ei välttämättä aina ole täysin perillä kaikista suunnitteluohjeistaan. Suunnitteluvaiheilmoitus lähetetään koko suunnittelijaryhmälle sekä tilaajalle vähintään päivää ennen kokousta, joskus jopa kolmea päivää ennen. Ilmoitus liitetään kokouspöytäkirjan liitteeksi.

5.5 Tietomallinnus

Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012 osa 4. talotekninen suunnittelu määrittää kiinteistöjen ja rakennusten mallinnuksen tavoitteet ja tietosisällön vähimmäisvaatimukset. Vähimmäisvaatimukset on tarkoitettu noudatettaviksi kaikissa rakennushankkeissa, joissa näitä halutaan käyttää. (3, s. 28.)

Suomessa tietomallintaminen ei ole pakollista, mutta sitä tehdään, jos tilaajat sitä vaativat. Tietomallintamiskohteet ovat selkeästi kasvata trendi. Tietomallintamisesta määritetään laajuus TATE18:n erityisehtojen mukaan. Minimitapauksissa riittää suunniteltujen laitteiden geometriset tiedot tuotteen todellisen koon mukaan laitteen oikealla ST 70-12 sähkönimikkeistön määrittelemällä tasolla, kun vaativimmillaan se voi olla täydellistä, eli jokaisella laitteella on oikeaa laitetta vastaava tieto ja kaapelilla koko.

Tietomallinnettavissa kohteissa pidetään erillisiä tietomallipalavereita, joita pitää kohteeseen valittu tietomallikoordinaattori. Useimmissa tapauksissa tätä virkaa hoitaa kohteen pääsuunnittelija. Tietomallikoordinaattori tekee eri suunnittelualojen tietomalleista yhdistelmämallin ja käyttää tätä hyväksi törmäystarkasteluissa. Palaverissa käydään koordinaattorin johdolla hänen löytämiään YTV2012:n ei sallimia risteilyjä läpi ja vaaditaan korjattavaksi seuraavaan palaveriin mennessä. Taulukossa 2 esitetty Sähkösuunnittelun IFC-mallin minimitarkeustaso.

Taulukko 2 YTV2012 Sähkösuunnittelun tietomallin minimitarkeustaso (3, s. 8 – 9.)

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu				Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkoston ja järjestelmien osalta
Sähkötekniikka								
Muuntajat	x	x			x	x		Tunnus, esim. T1
Kojeistot	x	x			x	x		Tunnus, esim. SJK1
Pääkeskukset	x	x			x	x		Tunnus, esim. PK1
Virtäkiskot					x	x		Koko
Kompensointiparistot	x	x			x	x		Tunnus, esim. Q1
Akustot	x	x			x	x		Tunnus, esim. AK
Jakokeskukset	x	x	Pääjakelun osalta		x	x		Tunnus, esim. JK1
Ristiyhtälaitteet	x	x			x	x		Tunnus, esim. RKT1
Telejärjestelmien keskuslaitteet	x	x			x	x		Tunnus, esim. KJ
Turvajärjestelmien keskuslaitteet	x	x			x	x		Tunnus, esim. PIK
Kaapeilyhylyt ja ripustuskeskukset	x	x	Pääreitien osalta		x	x		Koko, tyyppi (tikas-/levyhyly). 2D-piirustuksissa absoluuttinen korkoasema mittaviivassa (alareuna)
Johtokourut	x	x	Pääreitien osalta		x	x		Koko
Lattiakanavat ja -rasiat	x	x	Pääreitien osalta		x	x		Koko
Pystynousut			kts. Tekstin kohta 4, tilavaraukset		x	x		Koko
Kannatukset ja ripustukset							Esitetään 2D-leikkauksissa	LVI-suunnittelija koordinoi TATE-leikkaukset
Valaisimet	x		Mallihuoneissa BIM		x	x		Positio
Poistumisvalaisimet					x	x		Positio
Vara- ja turvalaisimet					x	x		Positio
Kytkimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, esim. 6-kytkin
Pistorasiat			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, esim. Maadoitettu pistorasia 2-os.
Liike- ja läsnäolotunnistimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Tunnus, esim. PIR
Turvakytkimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, esim. Turvakytkin
Jako- ja kytkentärasiat					x			
Kaiuttimet			Mallihuoneissa BIM		x	x		Laitetyyppi
Kamerat			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Palolmaisimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, osoite
Palopainikkeet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, osoite
Merkintakokojeet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Muut telejärjestelmien anturit ja käyttölaitteet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Muut turvajärjestelmien anturit ja käyttölaitteet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Telepistorasiat			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, tunnus/osoitte
Nousujohdot			Pääjakelun osalta, kaavioesitys				Esitetään minimissään kaaviossa	
Telerunkojohdot			Pääreitit, kaavioesitys				Esitetään minimissään kaaviossa	
Sähköisten kaapelointi					x			
Telepisteiden kaapelointi					x		Tähtimäiset verkot kaaviossa	
Turvajärjestelmien kaapelointi					x		Tähtimäiset verkot kaaviossa	
Käyttäjän aktiivilaitteet							Ei suunnittelun piirissä, huomioidaan liittynössä	
Sähköuran ulkopuoliset laitteet, kuten esim. oviohjauskeskukset					x	x		Laitetyyppi

5.6 Suunnitelmien yhteensovitus

Suunnitelmien yhteensovitus on tärkeä osa laadukasta sähkösuunnittelua. Toteutus-suunnittelun loppuvaiheilla ennen kuin suunnitelmat ovat tarjouslaskenta- tai toteutus-kelpoisia, suunnitelmat verrataan päällekkäisyyksien varalta eri suunnittelualojen kesken. Ennen kuin palaveria voidaan pitää, tulee kaikkien suunnittelualojen suunnitelmat olla tietyllä valmiusasteella.

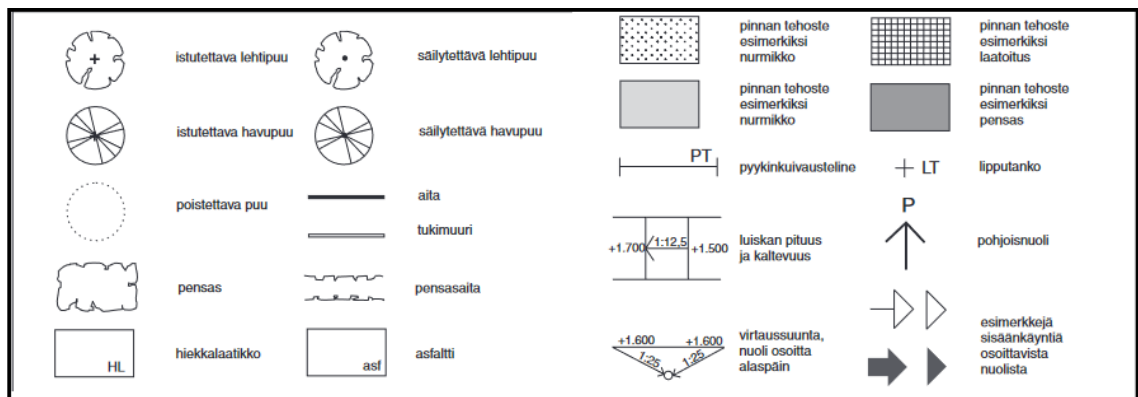
Suunnitelmia vaihdetaan suunnittelualojen kesken pitkin suunnitteluprosessia, jolloin yhteensovitusta tulee koko suunnittelun ajan. Palaverit voidaan jakaa myös osiin. Aluksi voi olla pelkästään esim. peruserroksen yhteensovitus. Toisella kertaa voi olla yleisien tilojen yhteensovitus, jolloin palaverien pituutta saadaan säädettyä optimaaliseksi. Ennen pidettävää palaveria eri suunnittelualojen henkilöt lähettävät tai lataavat omat viimeisimmät suunnitelmansa joko pdf ja tai dwg muodossa projektipankkiin tai sopimuksen mukaan lähettävät sähköpostin välityksellä toisilleen.

Toimenpiteestä käydään pääsuunnittelija vetoinen palaveri, joka on usein porrastettu niin, että arkkitehdit ja rakennesuunnittelijat aloittavat suunnitelmien vertailun, jotta rakenteet, seinä, ovet, aukot ja hormit ovat samoilla paikoilla. Myöhemmin palaveriin osallistuu LVIAS-suunnittelijat, jolloin LVI- ja sähkösuunnittelija vertaavat sähkökuvia lämpö-, vesi- ja viemäri- sekä ilmanvaihtokuvaan keskenään, jotta suunnitelmista saadaan ristiriidattomia rakentamista palvelevia suunnitelmia.

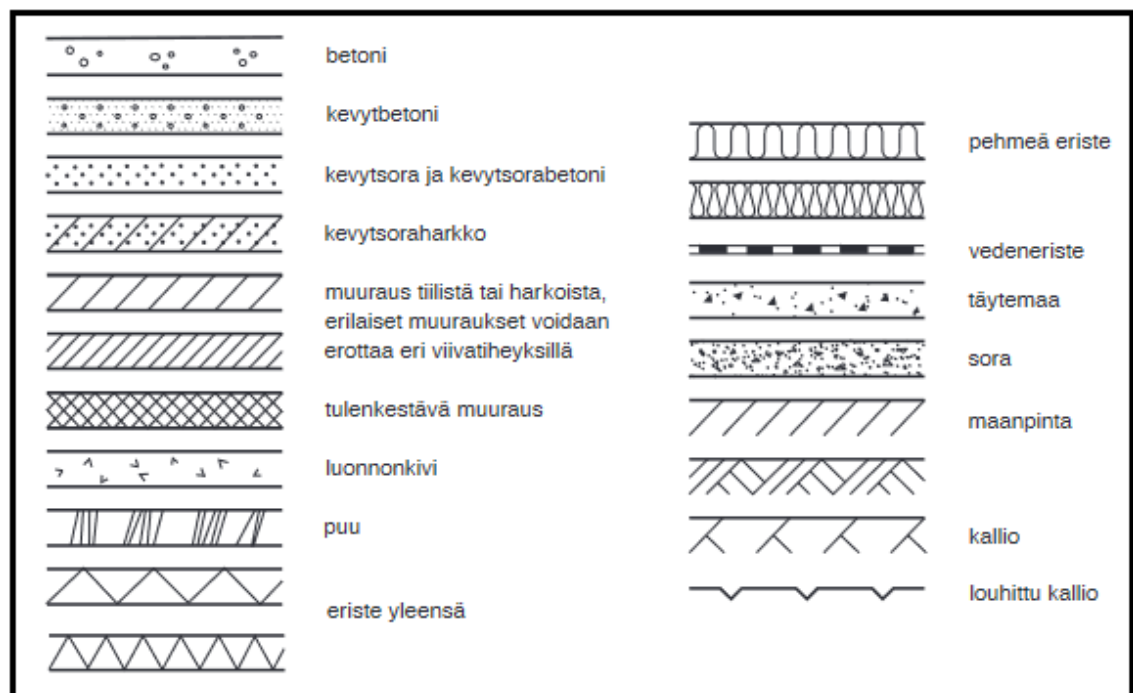
5.6.1 Arkkitehtipiirustuksien tulkitseminen

Arkkitehtien piirustukset ovat pääasemassa sähkösuunnittelua, ilman niitä ei olisi rakennuspiirustuksia, joihin suunnitella. Tästä syystä sähkösuunnittelijan tulee tunnistaa käytetyt symbolit ja rasterimerkinnät, jotta osaa suunnitella älykkäästi. Varsinkin asuinkerrostalot ovat useasti pääsääntöisesti betonielementtirakenteisia, poikkeuksia tietenkin on. Tällöin on joissain tapauksissa hyvä välttää betoniseiniä jos on kevyitä seiniä käytettävissä. Tämä usein helpottaa sähköasentajan töitä. Leikkauspiirustuksista näkee rakennuksessa käytettävät ala-, väli- ja yläpohjarakenteet, sekä rakennuksen korkoasetelman. Korkoasetelma on erityisen tärkeää tietää tietomallinnuskohteissa. Asemapiirustuksesta on tärkeää löytää tarvittavat merkinnät, kuten itse rakennus, kulkureitit ja oleskelualueet,

jotta esim. valaistus voidaan suunnitella tarkoituksen mukaisesti. Kuvassa 6 on esitetty arkkitehtien asemapiirustuksissa käytettäviä yleisimpiä merkintöjä.



Kuva 6. Arkkitehtien asemapiirustuksien yleisimmät merkinnät. (17, s. 31.)



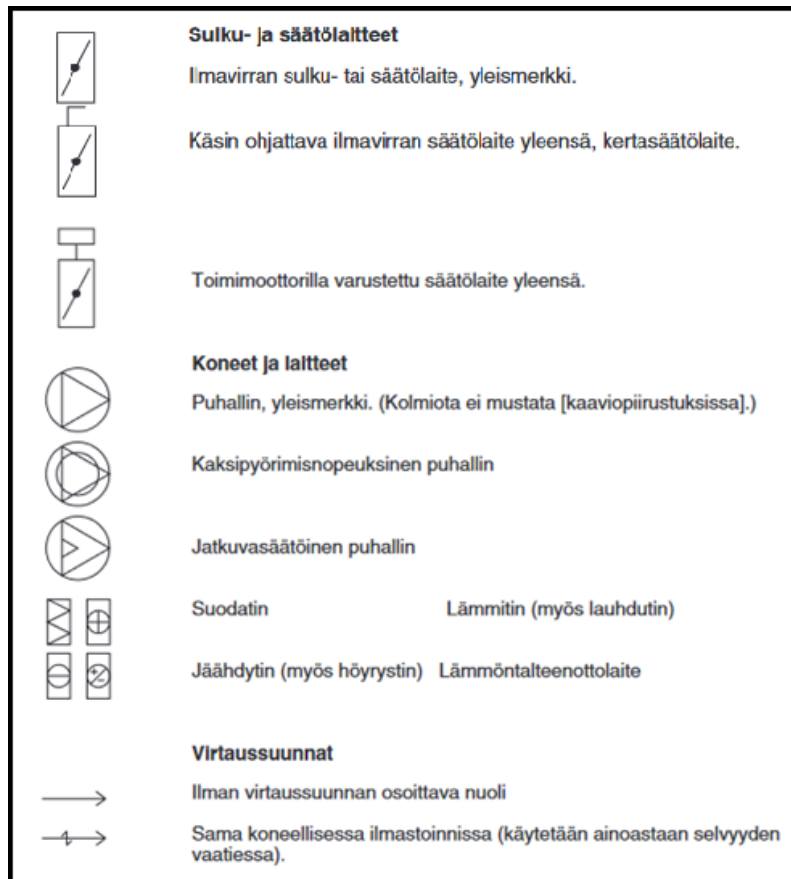
Kuva 7. Arkkitehtikuvissa käytettäviä yleisimpiä rakennemerkeitä. (17, s. 12.)

5.6.2 LVIA-kuvien tulkitseminen

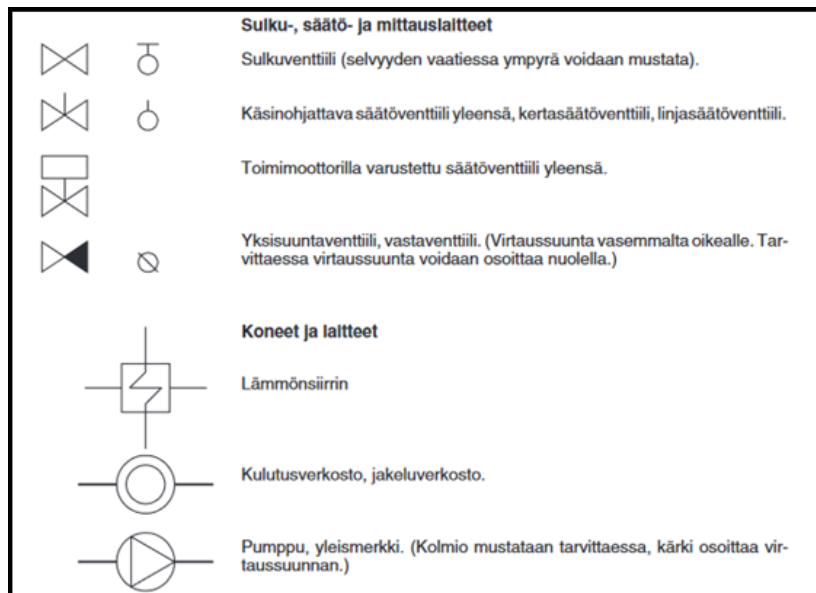
LVIA-suunnittelu on suuressa osassa erikoissuunnittelua ja sähkösuunnittelijan arkea. Sähkösuunnittelijan tulee ymmärtää LVIA-tekniikassa käytettyjä piirrosmerkkejä ja toimintaperiaatteita ymmärtääkseen mitä on suunnittelemassa. Tärkeimmät LVIA-dokumentit sähkösuunnittelijalle ovat kaikenlaiset koje- ja laiteluettelot, erinäisten laitteiden ja kojeiden säätö- ja kytkentäkaaviot sekä LVIA-asennuspiirustukset eli tasopiirustukset.

Kojeluetteloissa on esitetty kaikki rakennuksessa käytettävät LVIA-laitteet ja sähköä vaativat LVI-laitteet, niiden tunnuksot ja vaaditut sähkötehot. Säätökaavioista tarkistetaan laitteiden tarkemmat tiedot ja kaapeloinnit sekä hankintarajat. LVI-tasopiirustuksissa on esitetty eri LVI-laitteiden sijainnit riippuen tasopiirustuksen järjestelmästä.

Tasopiirustukset yleensä on eriytetty niin, että yhdessä piirustuksessa on esitetty vesi- ja viemäriputket, toisessa lämpöputket ja patterit sekä kolmannessa piirustuksessa vielä Ilmanvaihdon komponentit. Näitä käytetään apuna suunnitelmien yhteensovituksessa, jotta voidaan välttyä sähköjärjestelmien ja LVI-järjestelmien päällekkäisyyksiltä. Esimerkiksi kaapelihihlyjen ja ilmanvaihtokanavien päällekkäisyydet. Kuvassa 8 on esitetty LVI-suunnitelmista Ilmanvaihtolaitteiden säätökaavioiden tärkeimpiä piirrosmerkkejä sähkösuunnittelijalle. Kuvassa 9 LVI-piirrosmerkkejä erilaisista piirrosmerkkejä, joita esiintyy esim. erilaisissa lämmönjakoverkostolaitteiden säätökaavioissa.



Kuva 8. Kuvassa esitetty ilmanvaihtolaitteiden piirrosmerkkejä LVI-säätökaavioissa. (18, s. 12.)



Kuva 9. Kuvassa esitetty esim. lämmönjakoverkoston laitteistomerkinä. (18, s.11.)

5.7 Työmaavalvonta ja -kokoukset

Työmaavalvonta kuuluu osaksi sähkösuunnittelijan työtä ja suunnitteluprojektin kulkua. Rakentamisen aikana sähkösuunnittelija on tilaajan, rakennuttajan ja sähköurakoitsijan konsultti. Sähkösuunnittelijalta pyydetään lisätietoja, jos jokin suunnitelmissa esiintyvistä asioista jääkin epäselväksi, kuinka tämä on tarkoitus toteuttaa. Suunnittelija tekee ajoittain tarkastuskierroksia työmaalle, jolloin tarkistetaan urakoitsijan työnlaatua ja hyväksytään käytettyjä työmenetelmiä. Esimerkiksi väliseinäkaapeloinneista ja asennuksista tai lattialämmityskaapeleiden asennuksista ja kiinnityksistä. Työmaakierrokset sijoittuvat usein työmaakokouksen yhteyteen, jolloin kokous voidaan aloittaa tai päättää työmaakierroksella. Kierroksen aikana käydään työmaavaihetta läpi ja katsotaan tarkemmin mahdollisia ongelmakohtia työmaalta.

Työmaakokouksiin kutsutaan tilaaja, rakennuttaja, pääurakoitsija, arkkitehti, suunnittelija sekä eri valvojat ja työmaatilanteesta riippuen myös aliurakoitsijat. Työmaakokous riippuu paljon sen puheenjohtajasta ja hänen tyylistään. Kokous aloitetaan edellisen kokouksen pöytäkirjan hyväksymisellä sekä mahdollisilla avoinna olevilla asioilla, käydään pääurakoitsijan osalta koko työmaan tilanne, työmaaturvallisuus asiat sekä menneet että tulevat viranomaistarkastukset. Urakoitsijoiden asioista käy ilmi työmaan vahvuus, käynnissä olevat ja tulossa olevat työvaiheet ja aikataulu. Eri valvojien asioista jatketaan aina arkkitehdin ja muiden suunnittelijoiden asioihin. Kaikki osallistujat lähettävät tai tuovat kokoukseen oman työvaihe/suunnitteluvaihe ilmoituksensa joka käydään kokouksessa läpi.

5.7.1 Suunnitteluvaihe ilmoitus työmaakokoukseen

Suunnitteluvaihe ilmoituksesta käy ilmi suunnitelmien tilanne, tulevan suunnittelun tarve sekä aikataulu. Suunnitteluvaiheen runko koostuu pääosin seuraavasti:

Projektin nimi, laatija, työmaakokouksen numero ja päivämäärä, Piirustusluettelon päiväys, suunnitelmamuutokset, aikataulu, mallikatselmukset, tarvikehyväksynät, muilta tarvittavat tiedot, viranomaisasiat ja muut asiat.

5.8 Luovutus ja loppudokumentointi

Luovutus on viimeinen vaihe ennen kohteen rakennusprojektin päättymistä. Suunnittelijan työvaiheena tässä kohtaa työvaiheena on yleensä erilaiset tarkastukset, eri järjestelmien koekäytöt ja käytönopastus eri järjestelmiin. Suunnittelija voi tehdä oman vastaanottotarkastuksen, jossa tarkistaa asennetut järjestelmät ja vertaa niitä suunniteltuihin, tekee tarkastuksesta pöytäkirjan ja listaa siihen mahdolliset puutteet, jonka laittaa tilaajalle, pääurakoitsijalle ja sähköurakoitsijalle jatkokäsittelyyn. Sähköurakoitsija hoitaa puutteet kuntoon ja sähköurakoitsija sekä rakennuttaja kuittaa listan asiat tehdyksi, tai pyytävät suunnittelijan uudelle kierrokselle tarkistamaan puutteiden nykyisen tilan. Pidetyistä viranomaistarkastuksista, tehdyistä mittauksista ja koestuksista kerätään yhteen mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat, jotka liitetään kohteen luovutusaineistoon. Kohteesta riippuen joko urakoitsija tai suunnittelija tekee urakoitsijan työmaalla tekemistä suunnitelmamuutoksia punakynäpiirustuksista tai toisin sanoen tarkepiirustuksista lopulliset luovutuspiirustukset, jotka luovutetaan kiinteistön käyttöön. Myös kaikista käytetyistä laitteista luovutetaan erinäköiset käyttöohjeet sekä keskuksien rakennepiirustukset.

6 Laatu järjestelmä

Sähkösuunnittelu Kortemaa Oy:llä on käytössään itse kehitetty tarkastusasiakirja, jota päivitetään ja tarkennetaan tarpeen mukaan. Tästä asiakirjasta tarkistetaan suunnittelun edetessä eri järjestelmien suunnittelutilanne sekä se, että kaikki järjestelmän komponentit tulee suunnitelluksi. Tämä helpottaa ja auttaa minimoimaan virheiden määriä suunnitelmissa. Paras tapa hoitaa kirjausta on ottaa asiakirja jo heti suunnittelun alussa käyttöön ja sitä mukaan, kun suunnittelu etenee, voidaan asioita kuitata tehdyksi. Mielellään kuitenkin niin, että työstetään yhtä piirustusta kerrallaan ja tämän jälkeen tarkastusasiakirjan vastaava kohta käydään kuittaamassa. Tarkastusasiakirjan sisällössä on omat tarkastuskohdat eri järjestelmille esimerkiksi antenni- ja yleiskaapelointi, sähköautojenlaatusjärjestelmä sekä aurinkosähköjärjestelmästä aina sprinklerijärjestelmään asti. Tässä työssä Sähkösuunnittelu Kortemaa Oy:lle tehtiin myös erillinen muistio, jossa on paljon samaa kuin nykyisessä tarkastusasiakirjassa, mutta erilaisessa tiiviimmässä muodossa.

Liitteessä 3 on esitetty suunnittelijan muistio sähkösuunnitteludokumenttien laadunvarmistukseen.

6.1 Viikkoraportti ja -palaveri

Työntekijän tulee pitää yllä omaa työlisteriä, johon kirjataan omien kohteiden erinäiset muutostyötehtävät, töiden aikataulut ja työjärjestys. Työviikon alussa käydään viikkopalaveri, jossa jokainen työntekijä saa kuvan, minkälainen työtilanne yrityksellä on ja mikä on kunkin suunnittelijan työtilanne. Palaverissa voi tuoda myös omia kehitysehdotuksiinsa ja ideoitaan esille. Työtehtävien suorittamisen jälkeen työ poistetaan listalta ja työviikon lopussa oma työlista laitetaan viikkoraportin liitteenä esimiehille.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia Sähkösuunnittelu Kortemaa Oy:lle käyttöön uuden suunnittelijan perehdytys- ja työhönopastuslomakkeet uuden työntekijän perehdyttämistä varten. Lomakkeet toimivat perehdyttäjälle muistimaisena tukena, mitä kaikkea uuden työntekijän perehdyttämisessä tulee ottaa huomioon. Perehdytyslomakkeeseen on kerätty toimenpiteet aina työntekijän palkkaamisesta aina työsuhteen päättymiseen asti. Työhön opastuslomakkeen tarkoitus on toimia perehdyttäjälle muistilistana ja tukena eri työvaiheiden sekä suunnitelmapiirustuskohtainen muistilista jo käytössä olevan tarkastusasiakirjan tueksi. Muistilistalla oli tarkoitus avata piirustuksien sisältöä ja sitä seuraamalla uusi tai miksei vanhakin suunnittelija pystyisi tarkistamaan kuvissaan olevat asiat, jotta mitään ei jäisi puuttumaan. Koska puuttuvat asia johtaa aina tilaajalle lisäkustannuksiin urakoitsijoiden lisätöiden muodossa.

Opinnäytetyön idea ja tarve tuli Sähkösuunnittelu Kortemaa Oy:ltä, joka on koittanut keksiä itselleen keinoja saada laadukas ja yhdenmukainen perehdytystapa uudelle suunnittelijalle. Tapaa, joka helpottaisi uuden suunnittelijan palkkaamista, kun perehdyttäjille on laadittu laadukkaat materiaalit perehdyttämisen ja työhön opastamisen tueksi.

Opinnäytetyön tavoitteisiin päästiin mielestäni kohtalaisen hyvin. Aluksi itselleni oli ainakin vähän epäselvää, minkälainen työ tässä opinnäytetyössä onkaan ja mitä sen täytyy sisältää. Työhön oli melko helppo löytää lähteitä oman kokemuksen perusteella, vaikka aluksi työn sisältö olikin itselle hieman epäselvä. Työn tarkoituksena oli uuden sähkösuunnittelijan perehdyttäminen, joten myös työhön halusin vielä valita sähkösuunnittelijalle tärkeitä työvaiheita, vaatimuksia sekä pätevyyskriteereitä. Työstä tulikin lopulta ohjeellinen perehdytys sähkösuunnittelijan yleisimpiin tehtäviin.

Lähteet

1. Kortemaa, Ari. 2021. Insinööri, Sähkösuunnittelu Kortemaa Oy, Nurmijärvi. Haastattelu 25.3.2021.
2. ST41.10 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. 2018. Rakennustieto Oy
3. RK 10-11069 Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012 osa 4. Talotekninen suunnittelu (versio 1.0). 2012. Rakennustieto Oy
4. Laura Ahokas & Jukka Mäkeläinen. 2013. Pehdyttämisen ja työhönopastus – Ennakoivaa työsuojausta. 2013. Verkkoaineisto. Työturvallisuuskeskus. https://ttk.fi/oppaat_ ja_ ohjeet/digijulkaisut/pehdyttaminen_ ja_ tyonopastus_ - _ennakoivaa_ tyosuojausta. Luettu 26.3.2021
5. Päivi Kupias & Raija Peltola. 2009. Pehdyttämisen pelikentällä. Tampere: Juvenes Print.
6. Työturvallisuuslaki. 2002. 23.8.2002/738. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>>. Luettu 27.3.2021
7. Työsopimuslaki. 2001. 26.1.2001/55. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>>. Luettu 27.3.2021
8. Työturvallisuuskortti. 2021. Verkkoaineisto. <<https://www.tyoturvallisuuskortti.fi/kortti/tyoturvallisuuskorttikurssi#508e4c08>>. Luettu 26.3.2021.
9. Sähköturvallisuuslaki. 2016. 16.12.2016/1135. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>>. Luettu 27.3.2021.
10. Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy. 2021. Verkkoaineisto. <<https://www.seti.fi/sahkopatevyydet>>. Luettu 27.3.2021.

11. Kiinteistön sisäverkko. 2020. 11.11.2020 Liikenne- ja Viestintävirasto Traficom. Verkkoaineisto: <<https://www.traficom.fi/fi/sisaverkot?toggle=M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys%2065%20kiinteist%C3%B6n%20sis%C3%A4verkoista%20ja%20teleurakoinnista>>. Luettu 27.3.2021.
12. Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. 2020. 733/29.10.2020. Saatavissa: <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200733>>
13. Kylpy- ja suihkutilojen sähköasennukset. 2021. Turvallisuus- ja Kemikaalivirasto Tukes. verkkoaineisto. <<https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset#fbaba8bc>>
14. SFS 6000. 2017. Pienjänniteasennukset. Helsinki: SESKO ry.
15. ST13.31 Rakennusten sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 15.04.2020. Sähkötieto Ry
16. Sähkyöturvallisuuskorttikoulutus. 2021. Kiwa Inspecta Koulutusmaailma. Verkkoaineisto <<https://koulutusmaailma.fi/fi/courses/26/58/sahkotyoturvallisuuskortti/sahkotyoturvallisuuskortti-suorita-koulutus-netissa>>
17. Piirustusmerkintöjä. Aalto yliopisto. Verkkoaineisto <https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/415384/mod_resource/content/1/Piirustusmerkint%C3%B6j%C3%A4.pdf>. Luettu 28.3.2021
18. Arkkitehdin piirustusmerkinnät. 2020. Aalto Yliopisto. Verkkoaineisto. <https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1342909/mod_resource/content/1/Piirustusmerkinn%C3%A4t%202020.pdf>. Luettu 29.3.2021
19. ST-kortit. 2021. Sähköinfo. Verkkoaineisto. <<http://www.sahkotieto.fi/index.php?k=14974>>. Luettu 1.4.2021

Uuden työntekijän työhönopastuslomake

 Perehdyttävä

 Perehdyttävä

TYÖTEHTÄVÄ	Kuittaus
Mapitus	
Tuntilistan täyttäminen -miten ja kuinka tarkasti merkitään	
Työnumerot -mistä löytyy ja numerointiperiaate	
Lähtötietolomake	
Mallikuvat -mitä kuvia ja mistä löytyy	
-001 Asemapiirustus -mitä kuvan täytyy sisältää -Rakennuksien välisten putkien määrä -Aluesähköistys, esim autolämmitys, sähköautot, valaistus, pumppaamot	
-010 Pää- ja Nousujohtokaavio -Kaaviopohjan teko -Kohteen huipputeho ja jännitehäviö laskelmat - Katkaisijoiden ja sulakkeiden mitoitusperiaate -	
-011-0xx Keskuskaaviot	
-0xx Maadoituskaavio -Mallipohja -maadoituksen mitoittaminen, lähtevä äärijohttimenkoko2	

-100-1xx Tyypiasunnot / Tasokuvat <ul style="list-style-type: none">-Lähtötietolomake-Tarkastusasiakirja-Detaljit ja detaljitekstit	
-201 Valaisinluettelo <ul style="list-style-type: none">-Mallipohja-Valaisimien tehon valinta-Väriämpötila-Valaisimien laskenta	
-202 Lämmitinluettelo ja lämmittimet <ul style="list-style-type: none">-Haluttu teho W/m²-Käytettävät kaapelit-Ecodirektiivin mukaiset termostaatit-Lämmittimien laskenta	
-301 Yleiskaapelointikaavio <ul style="list-style-type: none">-Kaapelointiperusteet Talojakamo-Alijakamo-Yleisien tilojen datapisteet-Kaapelityypit	
-302 Antennikaavio <ul style="list-style-type: none">-Kaapelityypit, maakaapeli, kaapelipituudet-Vahvistimet, jaottimet ja haaroitin määrät	
-303 Antenniverkon vaimennuslaskelmat <ul style="list-style-type: none">-Mallikuva-Sallitut maksimi vaimennukset-Luettelon merkkaus	

TYÖTEHTÄVÄ	KUITTAUS
-304 Ovipuhelimien periaatekaavio -Ovipuhelimien tyypit -Kaapeloinnit -Hankintarajat	
-305 Vedenmittauksen periaatekaavio -Väylän tyyppi -Käytettävät kaapelit -Hankintarajat	
-306 Savunpoiston periaatekaavio -Käytettävät kaapelit -Hankintarajat	
-307 iLoq kaapelointikaavio -Käytettävät kaapelit -Hankintarajat	
-400 RAU Toimintakaavio sähköpisteet -Ohjauspisteet, (sulapidot, valaistukset,yms) - VAK:ien ja keskuksien väliset kaapelityypit -Parien määrät	
-501 Sähköautot ja periaatekaavio -Kuormanhallinta -Mitoitukset ja käytettävä kaapeli -Operaattorit, eTolppa, Parkkisähkö, Virta yms.	
-502 Aurinkopaneelit ja periaatekaavio -Käytettävät laitteet, -Hankintarajat	
-600 Leikkauspiirustus -Mittakaava	
-800 Sähköselostus	

Suunnittelijan muistilistat

Lähtötietolomake

Asemapiirustus

- Liittymispiste näkyvässä?
 - o Energialaitoksen piste
 - o Telelaitoksen piste`
- Perusmaadoitus elektrodi joka rakennuksessa?
- Alueelliset putkitukset esitetty
 - o määrät oikein?
- Detaljit ja detaljitekstit
 - o kaapelireitti ja asennustavat
- Sähköautojen lataus ja lämmitystolpat?
 - o tyypit.
 - o hankintarajat
- Aluevalaistus?
 - o tarkistettu valaistuksen riittävyys?
 - o huomioitu arkkitehdin ja pihasuunnittelijan toiveet?
- Sähkö- ja teletilat näkyvässä?

Pää- ja nousujohtokaavio

Pääkeskusosa

- Liittymän oikosulkuvirta tiedossa?
 - o Tarkista liittymätiedot
 - kysy energialaitokselta
- Pääsulake
 - o Huipputeholaskelma SLY mukaisesti?
 - o Liittymiskaapeli tarkistettu energialaitoksen mukaisesti?
 - o Pääkytkin 3-napainen ja nimellisvirta näkyvässä
- Mittauskeskukset
 - o mittareita riittävä määrä?
 - Tarkista GSM-vahvistimien varaukset
 - o Huipputeholaskelma SLY mukaisesti
 - tarkista kiukaiden määrät asunnoissa
 - onko vähintään 1/3 osa
 - Kytkinvarokkeiden koko oikein?
 - o Kytkinvaroke varalähtöjä riittävästi?

Kiinteistökeskusosa

- Porraskohtaiset kiinteistökeskukset?
- Isot kytkinvaroke/etusulakelähdöt näkyvissä?
 - Hissit,
 - sulanapidot
 - IV-koneet
 - Huom. takamittaus.
 - Pesulakoneet
 - Konetyypit ja tehot tiedossa?
 - tarvitseeko takamittausta?
 - Onko keskuksen nimellisvirta >125A
 - Johdonsuojakatkaisijoiden etusulake?
 - isot johdonsuojakatkaisija lähdöt näkyvissä?
 - Talosaunojen kiukaat
 - Väestönsuojan keskus
 - Aurinkosähkö
 - Vedenmittaus
- Alakeskuksien kytkinvarokelähdöt
 - Kaapelikoko nimellisvirran mukaan
- Kaikki sähkölaitteet mitoitettu?
 - Kiinteistökeskusosan kytkinvarokelähdön koko
- Kaikki lähdöt tarkistettu
 - Kaapelit näkyvissä
 - Lähtöjen koot järkevän kokoisia?

Pää- ja Kiinteistökeskus ja IV-keskuskaaviot

- Kaapelien ja lähtöjen koot tarkistettu ristiin Pää- ja nousujohtokaavion kanssa?
 - Nousukaapelin/Liittymiskaapelin koko
 - Keskuksen nimellisvirta
 - Kytkinvaroke ja isot kulutuskojelähdöt
- Lähtöjen järjestys?
 - Kytkinvarokkeet
 - Tulppasulakkeet
 - Johdonsuojakatkaisijat
 - Vikavirtasuojalliset johdonsuojakatkaisija lähdöt

Pää- ja Kiinteistökeskus ja IV-keskuskaaviot

- Oikeat lähdöt oikeissa keskuksissa
 - o Lämmönjakokeskus?
 - o Energian mittaus?
 - o VAK?
 - o Vedenmittaus
 - o Väestönsuojan keskus?
 - o Talosaunan kiuas
 - Kiuas mitoitettu saunan koon mukaan?

- **Pää- ja Kiinteistökeskus ja IV-keskuskaaviot**
 - o Pumppaamot?
- Ohjaussulake
- Huoltopistorasia
- Kiinteistön tilojen valaistukset ja pistorasiat
- Lukitukset
 - o iLOQ?
 - o Lukitusohjesaatu?
 - o Lähdössä Tasasuuntaaja?
 - o VAK ohjaus?
 - o Ovipuhelimet vai koodinäppäimistöt
- IV- ja LTO-koneet
 - o Erillismittaus
 - o VAK hälytykset?
 - Huippuimureiden <I> yli- ja alivirtarele?
 - LTO-koneiden 0-jännitelaukaisu?
 - o IV-hätäseis
 - muuntaja
 - ohjaukset porrashuoneen painikkeilta
 - ohjaukset muihin keskuksiin
 - Pulssireleet ja ohjausjännite
- LVI-sähköistyksen
 - o Onko lähtötiedot saatu?
 - Kojeluettelo
 - Sääntökaaviot
- VAK ohjaukset
 - o merkkilamput ja kytkimet
- Kaapelien ja lähtöjen koot verrattu tasokuviin?
- Varalähtöjä tarpeeksi?

Mittauskeskukset

- Keskuksen tiedot
 - o Keskuksen nimellisvirta
 - o IP-luokka
 - o Pääkytkin
 - o Riviliittimet
 - o Keskuksen suunniteltu maksimileveys
- Tarkistukset Pää- ja nousujohtokaavion kanssa ristiin?
 - o Nousukaapelin koko
 - o Mittarien lukumäärä
 - o GSM varaus?
- Asuntojen nousukaapelien koot
- Ohjeet numeroinneista, Vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas

Asuntojen ryhmäkeskus

- Käytettävät nousukaapelien koot tarkistettu Pää- ja nousujohtokaaviosta
- Kaapelikoot tarkistettu tasokuvien mukaan?
- Vikavirrat oikeilla lähdöillä
 - o Vikavirtasuojattomat lähdöt
 - Liesi
 - Kiuas
 - Jääkaappi
 - Palovaroittimet
 - o Vikavirtasuojat
 - Kaikilla Valaistus ja Pistorasiaryhmillä
 - Astianpesukone
 - Pesukone ja kuivausrumpu
 - Lattialämmitys
 - IT-tilan pistorasia
 - o Varalähtöjä tarpeeksi?

Maadoituskaavio

- Päämaadoituskisko sähköpääkeskustilassa
- Potentiaalitasauskiskot
 - o Lämmönjakuhuone
 - o IV-konehuone
 - o Muut sähkötilat
- Perusmaadoituselektrodi
- Runkoraudoitus

Maadoituskaavio

- MK6 Kevi
 - o Datajakamo
 - o Antennivahvistin
 - o Hissi
- IV-putket
- Vesiputket
- Kaapelihyllyt
- Valaisinripustuskiskot

Tasokuvat kiinteistö

- Kaapelikoot ja lähtöjen määrät tarkistettu ristiin keskuskaavioiden kanssa?
- Kuvat selkeälukuisia?
 - o Kaapelien viivat ei risteile sekavasti
 - o Symboleja ei päällekkäin
- Nousukaapelit ja kaapelireitit tarkistettu?
 - o Asunnot
 - Ryhmäkeskukseinä?
 - Hormi?
 - o IV-Konehuone
 - o Porrashuone
 - EI30 kotelointi muille kuin porraskäytävän kaapeloinneille
 - o GSM-varaus
 - o Savunpoiston kaapelit / palonkestävät asennukset
- Valaisin ja lämmitin positiot tarkistettu?
- Ontelolaatta vai paikallavalu?
 - o SUR varaukset?
- Lukitukset ovilla
 - o Onko lukitusohjetta?
 - o Koodinäppäimet
 - o Ovipuhelimet?
- Pistorasia ja Datarasia Info-näytölle?
- LVI-sähköistykset lisätty ja ristiinvertailtu
 - o Onko lähtötiedot saatu?
 - Kojeluettelo
 - Sääntökaaviot
 - Tasokuvat
 - kytkentäkaaviot

Tasokuvat kiinteistö

- Tuleeko palopeltejä?
 - o Sijainnit?
 - o Ohjaus?
- Sulanapidot
 - o Kulkeeko sadevesiä?
 - Kattokaivot
 - Viemärit
 - Räystäät ja syöksytorvet
- IV-Koneiden sijainnit
- Kaapelihyllyt ja IV-putket
- Palovihko saatu?
 - o Savunpoistoikkunat ja luukut
 - o Tuleeko turvavalaistusta?
 - o IV-Hätäseis ja savunpoistopainikkeet

Tasokuvat asunnot

- Lähtötietolomakkeen mukaiset laitteet suunniteltu?
 - o Onko materiaalitaulukot otettu huomioon?
- Palovaroittimien määrä tarkistettu
- Ontelolaatta vai paikallavalu?
 - o Ontelosuunnat huomioitu?
 - SUR-varaukset
 - Paikallavalussa jakorasiat katossa.
- Syötöt joka ryhmällä
- Ovien kätsyydet huomioitu kytkimien sijoittamisessa
 - o Kaikissa tiloissa valopiste?
 - o Kaikille valopisteille kytkin?
- Lattialämmitys
 - o vesikiertoinen
 - Termostaatit joka makuuhuoneessa ja olohuoneessa
 - Jakotukki
 - kiinteistön sähköstä?
 - Asunnon sähköstä?
 - o Sähköinen
 - lämmittimet positioitu?
 - termostaatti
 - kiinteistön sähköstä?
 - Asunnon sähköstä?

Tasokuvat asunnot

- Ilmanvaihto
 - o Asuntokohtainen LTO?
 - Kiinteistön sähköstä?
 - Asunnon sähköstä?
- Ovipuhelimet?
- LVI-sähköistyksen
 - o Onko lähtötiedot saatu?
 - Säättökaaviot
 - Vedenmittaus
 - Ilmanvaihdon tehostus
 - o Erillinen paneeli?
 - o Liesituulettimesta?
 - o 230V vai 24V
 - Lämpötilamittaukset?
 - Tasokuvat
 - Termostaatit tarkistettu?
 - Jakotukkien sijainnit tarkistettu
- LVI-vertailut
 - o Lämpöpatterit ja nousut verrattu pistorasioihin?
 - o Vesimittarien ja tarkastusluukkujen sijainti
 - o Tuloilma ja palovaroittimet
 - o Palopeltejä?
 - o Ilmamääräsäätimien sijainnit

Valaisinluettelo

- Onko kaikki valaisin tyypit suunniteltu
 - o Tehot järkeviä
 - o Valaisimien värilämpötilat tarkistettu
- Positionumerot
 - o Määrät laskettu?
 - määrät verrattu asuntojen määrään?

Lämmitinluettelo

- Onko kaikki lämmittimet suunniteltu?
 - o Asuntojen alapuoliset kylmäkatkot?
 - o Tehot järkeviä?
 - o Termostaatin tyyppi tarkistettu
 - Ecodirektiivi
- Positionumerot

Lämmitinluettelo

- Määrät laskettu
 - määrät verrattu asuntojen määrään?

Yleiskaapelointikaavio

- Noudatetaan viimeisintä M65 määräystä
- Talojakamoiden varustus
- Kaapelityypit tarkistettu?
 - Rivitalo ja talojen väliset kaapelit maakaapeleita
- Talojakamo – alijakamo
 - kaapelien määrät tarkistettu
 - FZOMSU
 - 4x asuntolukumäärä + 6 + 12 kiinteistölle
 - VMOHBU
 - asuntolukumäärän mukaan
- Datapisteiden määrät tarkistettu asunnoista

Yleiskaapelointikaavio

- Yleisien tilojen datapisteet
 - LJH, VAK, Energiamittaus
 - Porrashuone
 - Hissi
 - IV-Konehuone, VAK
 - iLOQ
 - Pesula
 - VSS
- VSS Antenni ja GSM toistin

Antennikaavio

- Noudatetaan viimeisintä M65 määräystä
- Kaapelityypit tarkistettu?
 - Asuntojen kaapelit pituuksien mukaan
 - Rivitalo ja talojen väliset kaapelit aina maakaapeleita
- Vahvistimien, Jaottimien ja haaroittimien määrät
- Yleisien tilojen antennipisteet
 - VSS
- Antennipisteiden määrät tarkistettu asunnoista

Antenniverkon vaimennuslaskelmat

- Jaottimet ja haaroittimet tarkistettu antennikaavion mukaan
- Kaapelityypit ja pituudet tarkistettu
- Antennipisteiden määrät kaavion mukaan

Vedenmittauksen periaatekaavio

- Järjestelmä tiedossa?
 - o LVI lähtötiedot saatu?
 - Säätoikaavio?
- Hankintarajat
 - o Kaapelointi ja 230V kytkennät sekä kytkentärasiat sähköurakassa

Savunpoiston periaatekaavio

- Palotekninen suunnitelma saatu?
 - o Porrashuoneen savunpoistoikkuna/luukku
 - o Yleisien tilojen savunpoistot
 - o IV-hätäseis ja savunpoistopainikkeiden sijainnit
- Hankintarajat
 - o Kaapeloinnit ja kytkennät sähköurakassa

iLOQ Kaapelointikaavio

- Lukitusohje saatu?
 - o käytettävä järjestelmä?
- Hankintarajat
 - o Kaapelointi, rasiointi ja 230V kytkennät sähköurakassa
 - o Muut lukitusurakka

RAU toimintakaavio sähköpisteet

- VAK:ien ja keskuksien väliset kaapeloinnit tarkistettu
 - o parien määrät
 - o kaapelityypit
- Ulkovalo-ohjaukset
 - o Toimintaselostus
 - o seinä, numero- ja pihavalot
 - o valoisuusanturi
- IV-hätäseis
 - o Toimintaselostus
 - o Keskuksien väliset ohjaukset

- **RAU toimintakaavio sähköpisteet**
 - IV-hätäseis painikkeet
 - VAK ohjaukset
- Sulanapidot
 - Toimintaselostus
 - Syöksytorvet
 - Räystää
 - Kylmäkatkolämmitykset
 - Ulkolämpötila-anturi
- Pesulakoneet
 - toimintaselostus
 - ovilukitukset
 - lukitusohje saatu?
 - sauna
 - ulko-ovi
 - pesula
 - kuivaushuone
- Talosauna
 - Kiukaan ohjauskeskus
 - Löylyhuoneen termostaatti
 - Lisäaika/siivouskytkin
- Lämpötilamittaukset
- Palopellit
- Savunpoisto
 - ikkunoiden ja luukkujen mikrokytkimet
 - laukaisukeskukset

Leikkauspiirustus

- Mittakaava 1:100

Sähköselostus

- Toteutuksen sisältö
 - Kohteen tiedot
- Rakennuttajan tiedot
- Suunnittelijoiden tiedot
- Viranomaisvalvonnat
 - Pelastuslaitos
- Sähkölaitos
- Käytettävä SFS standardi 6000 2017 versio
- Kytkimien, pistorasioiden ja liitántärsioiden korot

Sähköselostus

- Keittiön välitilanvalaisimen asennus
- Kohteen yleiset tiedot
 - o Pelkistetyt rakenteet
 - o Talojen / Kerroksien lukumäärä
- LVI järjestelmän tiedot
- Erikoisjärjestelmät
 - o Aurinkopaneelit
 - o Sähköautojenlataus
- Keskukset
 - o Sijainnit
 - o Palvelualueet
- Talosauna kiukaan ohjauskeskus
- Käytettävät asennuskalusteet
 - o kalusteiden väri
- Sulanapidot
 - o räystäät
 - o vaakaputket
 - o kattokaivot
 - o viemärit
- Turvavalaistukset
- Antennijärjestelmä
 - o määräys
 - o liitosjohtojen määrät
- Yleiskaapelointijärjestelmä
 - o määräys
 - o liitosjohtojen määrät
- Ovipuhelimet
- Palovaroittimet / Paloilmoittimet
- Savunpoisto
- Palopellit
 - o kaapelointi
- Vedenmittaus
 - o kaapelointi
- Lämmönmittaus
 - o kaapelointi
 - o anturien määrä
- Työturvallisuus liite
- Kiukaan asennuspöytäkirja