

Panu Peltomaa

# Talokeskuksen sähkösuunnittelutoiminnan kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

25.5.2015

Tekijä Otsikko	Panu Peltomaa Talokeskuksen sähkösuunnittelutoiminnan kehittäminen
Sivumäärä Aika	40 sivua + 19 liitettä 25.5.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennusten sähkö- ja tietotekniikka
Ohjaajat	lehtori Jarno Nurmio diplomi-insinööri Nina Vallius insinööri Teemu Lähde
<p>Tässä insinööriyössä oli tavoitteena yhdenmukaistaa olennaisimmat sähkösuunnittelun mallidokumentit Suomen Talokeskus Oy:n toimintajärjestelmää varten. Lisäksi suunnittelun hankevaiheet päivitettiin vastaamaan uusinta taloteknisen tehtäväluetteloa TATE12:ta.</p> <p>Hankevaiheiden sähkösuunnittelutehtävät kuvailtiin tarveselvityksestä takuu-aikaan korjausrakentamista painottaen. Vaiheiden ja tehtävien näkyminen käytännön tekemisessä otettiin myös huomioon.</p> <p>Mallidokumentit tehtiin toteutussuunnitteluvaiheen avuksi. Dokumentit toteutettiin CADIE-sähkösuunnittelujärjestelmällä. Luettelot ja tekstidokumentit luotiin käyttäen Excel- ja Word-ohjelmia. Mallidokumentteihin pyrittiin sisällyttämään yleisimmät kohteesta toiseen toistuvat asiat. Mallidokumenttien käytön tarkoituksena on vähentää työmäärää, edistää hyviä toimintatapoja sekä varmistaa yhtenäinen ulkonäkö suunnitelmien tekijästä riippumatta.</p> <p>Lopuksi tulokset vietiin osaksi Talokeskuksen toimintajärjestelmää.</p> <p>Työtä tullaan käyttämään Talokeskuksen uusien sähkösuunnittelijoiden perehdyttämiseen, mutta myös kokeneempien suunnittelijoiden tietojen päivittämiseen.</p>	
Avainsanat	sähkösuunnittelu, käyttödokumentit, TATE12

Author Title	Panu Peltomaa Updating electrical design documentation
Number of Pages Date	40 pages + 19 appendices 25 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Jarno Nurmio, Senior Lecturer Nina Vallius, Master of Science Teemu Lähde, Bachelor of Engineering
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to standardise and update the key electrical design documents for an integrated management system in an engineering design company. In addition, an electrical design process was introduced. Electrical renovation, the field that provides most work for the electrical design engineers in the company, was emphasised in the study.</p> <p>The AutoCAD add-on design software CADiE was used to create floor plan drawings, schedules, diagrams and schemes. Worksheets and text documents were created with Excel and Word. The documents help electrical designers to start new projects, since they no longer need to create everything from scratch. Nineteen improved or new documents were generated. Those encompass most of the design documents required in electrical renovation for block of flats.</p> <p>This thesis can also be used to introduce new employees to the field of electrical engineering. Furthermore, it can be used to update the theoretical knowledge of long-time employees.</p>	
Keywords	electrical wiring design, electrical renovation

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Suomen Talokeskus Oy	1
1.3	Tavoitteet ja rajaus	2
2	Toimintajärjestelmä	3
2.1	Määritelmä	3
2.2	Hyödyt/tarkoitus	3
2.3	Suomen Talokeskuksen toimintajärjestelmä	4
3	RALA	5
3.1	RALA-sertifiointi	5
3.2	Arviointiperusteet	5
3.3	RALA-auditointi ja sisäinen auditointi Talokeskuksessa 2014	6
4	Tehtäväluettelot	6
4.1	TATE12	7
5	Suunnitteluprosessi	8
5.1	Tarveselvitys	8
5.2	Hankesuunnittelu	9
5.3	Suunnittelun valmistelu	10
5.4	Ehdotussuunnittelu	10
5.5	Yleissuunnittelu	11
5.6	Rakennuslupatehtävät	11
5.7	Toteutussuunnittelu	12
5.7.1	Edellytysten toteaminen	13
5.7.2	Valmistelu	13
5.7.3	Käynnistäminen	13
5.7.4	Suoritus	14
5.7.5	Suorituksen sopimuksenmukaisuuden toteaminen	14
5.8	Rakentamisen valmistelu	15
5.9	Rakentaminen	16
5.10	Käyttöönotto	17
5.11	Takuuaika	17

6	Dokumentit	18
6.1	Asema- ja asennuspiirustukset	19
6.1.1	Asemapiirustus	19
6.1.2	Asennuspiirustus	20
6.2	Keskusdokumentit	22
6.2.1	Pääkeskuskaavio	23
6.2.2	Mittauskeskuskaavio	24
6.2.3	Kiinteistökeskuskaavio	25
6.2.4	Huoneistoryhmäkeskuskaavio	25
6.3	Järjestelmäkaaviot	25
6.3.1	Maadoituskaavio	25
6.3.2	Pääjohtokaavio	27
6.3.3	Sisäverkot	28
6.3.4	Yleiskaapelointijärjestelmä	29
6.3.5	Yhteisantennijärjestelmä	30
6.3.6	Jakamot	30
6.3.7	Palovaroitinjärjestelmä	31
6.4	Laiteluettelot	32
6.4.1	Valaisinluettelo	32
6.4.2	Lämmitinluettelo	32
6.4.3	Koje- ja laiteluettelot	32
6.5	Muut dokumentit	33
6.5.1	Piirustusluettelo/dokumenttiluettelo	33
6.5.2	Porrashuoneen johtokanava/-kotelo	34
6.5.3	Sähköselostus (S2010)	34
6.5.4	Seurantataulukko	35
6.5.5	Tarvekartoitusdokumentti	36
7	Yhteenveto	37
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. Asemapiirustus	
	Liite 2. Asennuspiirustus	
	Liite 3. Pääkeskuskaavio	
	Liite 4. Mittauskeskuskaavio	
	Liite 5. Kiinteistökeskuskaavio	
	Liite 6. Huoneistoryhmäkeskuskaavio	

- Liite 7. Maadoituskaavio
- Liite 8. Pääjohtokaavio
- Liite 9. Yleiskaapelointijärjestelmäkaavio
- Liite 10. Yhteisantennijärjestelmäkaavio
- Liite 11. Jakamot
- Liite 12. Palovaroitinjärjestelmä
- Liite 13. Valaisinluettelo
- Liite 14. Lämmitinluettelo
- Liite 15. Asiakirjaluettelo
- Liite 16. Porrashuoneen johtokotelo
- Liite 17. Sähköselostus
- Liite 18. Seurantataulukko
- Liite 19. Tarvekartoitusdokumentti

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Ollessani työharjoittelussa Suomen Talokeskuksessa keväällä 2013 pohdimme työpäikällä, löytyisikö insinööriyön aihetta, joka hyödyttäisi yritystä. Muutamien vaihtoehtojen kartuttamisen jälkeen hyväksi aiheeksi nähtiin toimintajärjestelmän kehittäminen, sillä samana kesänä yrityksessä oli edessä toimintajärjestelmän auditointi. Muutoinkin oli tiedossa, että sähkösuunnitteluosastolla, jossa työskentelee viisi henkilöä, oli aihetta yhdenmukaistaa, uusia ja kerätä yhteen sähkösuunnittelun dokumentteja ja ohjeita. Yrityksessä on meneillään rakentamisen tiedonhallinnan kehitysprojekti, johon kuuluu asiakirjojen ja dokumenttien päivittäminen.

## 1.2 Suomen Talokeskus Oy

Suomen Talokeskus Oy on osa Talokeskus Yhtiöt Oy -konsernia. Konsernin tytäryhtiöt ovat Agenteq Solutions Oy ja Suomen Talokeskus Oy.

Suomen Talokeskus Oy on monialainen insinööritoimisto, jonka Helsingin toimipaikka sijaitsee Pihlajistonkujalla Viikissä. Saman katon alla on osaamista kiinteistöjen koko elinkaaren ajaksi. Korjaus- ja uudisrakentamisen suunnittelupalveluiden lisäksi Talokeskus tarjoaa kiinteistönpidon asiantuntijapalveluita, energiahallinnan palveluita sekä edistyneitä verkkotyökaluja ja ohjelmistoja.

Kiinteistötietojärjestelmä Tampuuri on Agenteq Solutions Oy:n lippulaiva kiinteistönhallintaan. Tampuuri-palveluita ovat esim. kulutusseuranta, energiatodistukset, huoltokirjat ja kiinteistöturvallisuus.

Suomen Talokeskuksen liiketoiminta on painottunut erityisesti korjausrakentamiseen. Rakennus-, rakenne-, LVI-, sähkö-, tele- ja taloautomaatiosuunnitelmien lisäksi tehdään kuntoarvioita ja -tutkimuksia sekä PTS-suunnitelmia eli pitkän aikavälin kunnossapitoehdotuksia. Korjausrakentamisen muita palveluita ovat mm. hankesuunnittelu, rakennuttajapalvelu, valvonta ja vastaanotto, LVISA-vastaanotto, kosteus selvitys ja asbestikartoitus.

Talokeskus Yhtiöillä on toimipisteet Helsingin lisäksi Lahdessa, Salossa, Jyväskylässä, Kuopiossa, Savonlinnassa ja Raumalla. Yhteensä henkilöstöä on niissä yli 250. [1.]

### 1.3 Tavoitteet ja rajaus

Insinööriyön tarkoituksena on laatia Talokeskuksen sähkösuunnittelijoiden käyttöön talotekniikan järjestelmien suunnitteluprosessien kuvaus ja suunnitteluvaiheisiin liittyviä työkaluja. Monia jo olemassa olevia dokumentteja ja malleja yhdenmukaistetaan ja uusitaan sekä luodaan tarvittaessa uusia.

Työ rajataan kolmeen osioon: varsinaiseen suunnitteluun, rakentamisen valvontaan ja niihin liittyviin dokumentteihin. Tarveselvitykseen ja hankesuunnitelmaan liittyvät työvaiheet kuvaillaan lyhyesti osana suunnitteluprosessia, mutta näiden vaiheiden dokumenttien/ohjeiden ja mallien yhdenmukaistamista ei toteuteta tässä työssä.

Työ aloitetaan kartoittamalla Talokeskuksen nykyiset sähkösuunnitteluohjeet ja -mallit. Sähkösuunnittelijoiden kanssa pidettävissä palaverissa selvitetään parannettavaa kaipaavat asiat. Suurin osa dokumenteista on tietenkin jo olemassa, mutta etukäteen on tiedossa, että useat niistä kaipaavat ajantasaistamista. Esimerkiksi varsinaisia mallipohjia suunnitelmille ei ole edes olemassa, vaan ne perustuvat suunnittelijoiden aikaisemmin tehtyihin projekteihin.

Linjasaneeraussuunnittelussa on erittäin harvoin, jos koskaan sähkösuunnittelijoita enemmän kuin yksi, jolloin sähkösuunnittelijoiden välinen suunnitelmien vertailu on jäänyt verrattain vähäiseksi. Vuosien saatossa jokaiselle sähkösuunnittelijalle on kehkeytnyt oma tapansa tehdä suunnitelmia ja kuvailla niihin urakan toteutustavat ja -rajat. Työssä pyritään kehittämään näiden pohjalta parhaat mahdolliset suunnittelu-mallipohjat linjasaneerauksen sähkösuunnittelua varten.



## 2 Toimintajärjestelmä

### 2.1 Määritelmä

Toimintajärjestelmä on kuvaus organisaation toimintatavoista. Toimintajärjestelmällä luodaan yritykselle yhtenäinen tapa toimia, ja se toimii johtamisen apuvälineenä, joka auttaa saavuttamaan asetetut päämäärät ja tavoitteet. Sitä kehitetään jatkuvasti palautteiden ja arvioinnin pohjalta. Toimintajärjestelmällä tähdätään suunnitelmalliseen ja tehokkaaseen työskentelyyn.

Toimintajärjestelmään kirjataan organisaation periaatteet, kuvaillaan prosessit ja kuinka niitä mitataan sekä kerrotaan miten toimintaa kehitetään. Toimintajärjestelmä siis koostuu prosesseista, dokumenteista, lomakkeista, malleista ja ohjeista, joista voidaan todeta, mistä laatu syntyy.

Usein toimintajärjestelmä ja laatujärjestelmä sekoitetaan keskenään. Toimintajärjestelmä on kuitenkin näistä kattavampi. Laatujärjestelmä keskittyy tuotteiden ja palveluiden tuotantoon liittyvien prosessien määrittelyyn ja suunnitteluun. [2; 3; 4.]

Toimintajärjestelmille on tarjolla useita sertifiointimalleja ja -standardeja. Esimerkiksi rakennusalalle on räätälöity RALA-sertifikaatti. Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto (STUL) on kehittänyt urakoitsijoille STUL-kohdelaadun. Tosin tämä on kohdekohtaiseen käyttöön eikä siis varsinainen toimintajärjestelmä. [5, s. 194.]

### 2.2 Hyödyt/tarkoitus

Toimintajärjestelmä auttaa viemään käytäntöön organisaation strategiset tavoitteet ja helpottaa toiminnan jatkuvaa kehittämistä. Toimintajärjestelmään liittyvä systemaattinen arviointi ja mittarointi antaa tukea johtamiselle ja päätöksenteolle mahdollistaen toiminnan kehittämisen ja parantamisen. Se tehostaa ja helpottaa muutosten hallintaa ja läpivientiä. Yhteen kerätyt tiedot ja ohjeet tehostavat operatiivista toimintaa. Lisäksi toimintajärjestelmä mm. auttaa uusien työntekijöiden perehdyttämisessä. Sertifioimalla toimintajärjestelmä voidaan osoittaa ulkopuolisille sidosryhmille organisaation vastuullisuutta, luotettavuutta ja osaamista. [2; 3; 6.]

### 2.3 Suomen Talokeskuksen toimintajärjestelmä

Talokeskuksella on käytössä intranetpohjainen toimintajärjestelmä. Sähköinen toimintajärjestelmä on otettu käyttöön vuonna 2011 ja sitä on voimakkaasti kehitetty ja päivitetty viime vuosina. Vuonna 2015 panostetaan toimintajärjestelmän käytettävyyden parantamiseen, prosessien tarkempaan kuvaamiseen ja toimintaa seuraavan mittariston luomiseen.

Toimintajärjestelmässä kuvataan organisaation rakenne, Talokeskuksen tavoitteet ja päämäärät ja se sisältää Talokeskuksen liiketoimintayksiköiden toimintaa kuvaavat prosessit ja niihin liittyvät dokumentit, lomakkeet, ohjeet ja mallit. Pääprosessit ovat rakennuttaminen, ylläpidon asiantuntijapalvelut, tarkastuspalvelut ja suunnittelu. Tässä työssä kehitetään viimeksi mainittua prosessia.

Suunnitteluprosessit on jaettu viiteen vaiheeseen/osioon: suunnittelun aloitus ja lähtötiedot, rakennuslupa-asiakirjat, urakkalaskenta-asiakirjat, rakentamisen aikainen suunnittelu ja valvonta sekä arkistointi. Sähkösuunnittelun prosessit perustuvat talotekniikan suunnittelun tehtäväluetteloon TATE95. Tällä hetkellä tuorein taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo on vuodelta 2012 (TATE 12). Toimintajärjestelmässä ei ole sähkösuunnittelun prosesseja erikseen kovinkaan tarkasti kuvailtu. Dokumentteja ja malleja löytyy kohtuullisesti, mutta useat niistä ovat päivittämisen tarpeessa. Esimerkiksi Sähkötietory:n laatima sähkönimikkeistö S2010 ei ole vielä käytössä. Sähkösuunnittelun esimerkiasiakirjat perustuvat toteutuneeseen suunnitelmaan.

(Suunnittelun aloitus ja lähtötiedot eivät sisällä käytännössä lainkaan informaatiota sähkösuunnittelijoille. Isännöitsijöiltä kerättävien lähtötietojen listakin on tyhjä eli keskenäinen. Kokeneille suunnittelijoille tämä ei tietenkään ole ongelma, mutta toimintajärjestelmän kannalta puutteellinen. Myös rakennuslupa-asiakirjaprosessi on hyvin suppea eikä siinä ole erikseen sähkösuunnittelusta mitään mainintaa. Urakkalaskenta-asiakirjoissakaan ei ole prosessia tai tavoitetta millään tavoin kuvattu, mutta liitteenä on esimerkkiasiakirjoja erilaisista suunnittelukohteista.) Rakentamisen aikaisen suunnittelun ja valvonnan osiossa on käytetty rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12:ta (Ratu RT 10-11128) pohjana. Osiossa prosessi ja tehtävät on kuvailtu huomattavasti tarkemmin kuin muissa osioissa, mutta kohdennukset ovat pääosin rakennesuunnittelijoille.

Insinööriyössä tullaan päivittämään toimintajärjestelmään sähkösuunnittelun prosessit uusimman talotekniikan tehtäväluettelon (TATE12) mukaisiksi.

### 3 RALA

Talokeskus Yhtiöt käyttää toimintajärjestelmänsä sertifiomisessa Rakentamisen Laatu ry:n RALA-auditointia. Sertifikaatti myönnetään toimialoittain. Alkuperäinen RALA-sertifikaatti on myönnetty Talokeskukselle vuonna 2012, ja sähkötekniikan toimiala on ollut laajuudessa mukana vuodesta 2013.

RALA-auditoinnin lisäksi tehdään vuosittain sisäinen auditointi, jossa selvitetään täytävätkö Talokeskuksen asiantuntijapalvelut toimintajärjestelmässä esitetyt laatuvaatimukset ja kuvaukset. Myös toimintatapojen tarkoituksenmukaisuutta ja tehokkuutta tarkastellaan sekä pohditaan, mitä toiminnassa voisi kehittää. Sisäisellä auditoinnilla varmistetaan edellytykset sertifiointin säilyttämiseen.

#### 3.1 RALA-sertifiointi

RALA-sertifiointi on vapaaehtoinen arviointimenettely mm. rakennusalan suunnittelu- ja rakennuttamisyrityksille toimintajärjestelmän auditointiin. Arviointiperusteita on kehitetty alan keskeisten toimijoiden kanssa ja se ottaa huomioon toimialakohtaiset erityispiirteet.

RALA-sertifiointi auttaa yrityksiä kehittämään omaa toimintajärjestelmäänsä ja antaa palautetta sekä kannustaa toimintatapojen, riskienhallinnan ja kilpailukyvyyn parantamiseen. Yritysten asiakkaille RALA-sertifikaatti osoittaa, että yrityksen tuotteella ja toiminnalla on julkisen toimintajärjestelmän hyväksyntä. Nykyisin sertifikaatti onkin monen tilaajan vaatimus.

#### 3.2 Arviointiperusteet

Suunnittelupalvelujen arviointiperusteet ovat yritystä koskevat vaatimukset ja projekti-toimintaa koskevat vaatimukset. Yritystä koskevia vaatimuksia tarkastellaan kategorioissa johtaminen ja kehittäminen sekä henkilöstö ja tukitoiminnot. Projektitoiminnan

vaatimukset on jaettu tarjous- ja sopimustoimintaan sekä suunnitteluprojekteihin. Näissä neljässä alaryhmässä on yhteensä 28 vaatimuskohtaa. Jokaiselle arviointikriteerille on määritelty vaatimukset menettelyn tai toiminnon kuvaamiselle (dokumentointi) sekä niiden minimitaso.

Vaatimuksen täytyminen tarkoittaa, että yrityksellä on tarkoituksenmukainen ja järjestelmällinen vaatimuksen tarkoituksia vastaava menettely. Tämä edellyttää riittäviä kirjallisia dokumentteja. Arviointiasteikon 3 muuta kohtaa ovat lievä poikkeama, vakava poikkeama ja epätarkoituksenmukainen menettely. [6.]

### 3.3 RALA-auditointi ja sisäinen auditointi Talokeskuksessa 2014

Suomen Talokeskuksen päätoimipaikan sähkösuunnittelutoiminnalle tehtiin RALA-auditointi kesäkuussa 2014, minkä jälkeen sertifikaatin voimassaoloa jatkettiin.

RALA-arvioinnin perusteella huomioitaviksi kehityskohteiksi esitettiin mm. alueellisten ja yksikkökohtaisten toimintaerojen kuvaaminen ja suunnittelun laadunvarmistus. Vuoden lopulla pidetyn sisäisen auditoinnin perusteella esitettiin toteutettavaksi sähkösuunnittelun loppukuvakäytäntö ja mallidokumenttien yhtenäistämisen jatkokehittäminen.

Vuoden 2013 RALA-auditoinnin, josta tämä työ sai alkunsa, yhteenvetoraportissa mainittiin seuraavassa arvioinnissa erityisesti huomioitavat asiat. Näitä olivat mm. toiminnan ohjeiston ja malliasiakirjojen kehittäminen tukemaan mm. yhdenmukaisia toimintatapoja, uusien henkilöiden perehdytystä ja ”hiljaisen tiedon” säilymistä talossa.

Tässä työssä tullaan vastaamaan näihin tarpeisiin.

## 4 Tehtäväluettelot

Tehtäväluettelot ovat apuvälineitä talonrakentamisen suunnittelutehtävien sisällön ja laajuuden määrittelyyn. Lisäksi niitä voi käyttää suunnittelukokonaisuuden hallinnassa ja soveltaa osaksi laadunvarmistusta. Tehtäväluettelot sopivat käytettäväksi erilaisten hankinta- ja palkkiomuotojen kanssa.

Nykyisinkin vielä varsin yleisessä käytössä oleva talotekniikan tehtäväluettelo TATE95, johon Talokeskuksen sähkösuunnittelun toimintajärjestelmä vielä osittain perustuu, korvattiin tässä työssä TATE12:lla. Nykyiset tehtäväluettelot on kehitetty projektinjohtorakentamiseen paremmin soveltuviksi. Uusi tehtäväluettelo on laajempi ja hieman raskas perus linjasaneerauskohdetta varten, mutta se ottaa aikaisempaa paremmin huomioon myös korjausrakentamiseen liittyviä tehtäviä. TATE12:ta soveltamalla saadaan entistä paremmin Talokeskuksen tarpeisiin sopiva suunnitteluprosessien kuvaus.

TATE95:een verrattuna tehtäväkokonaisuuksia/prosesseja on muokattu ja uutena kokonaisuutena ovat suunnitelmapaketit. Suunnitelmapaketit ovat erityisen hyödyllisiä toteutuksissa, jossa suunnittelu ja rakentaminen limittyvät. [7, s. 1–3.]

#### 4.1 TATE12

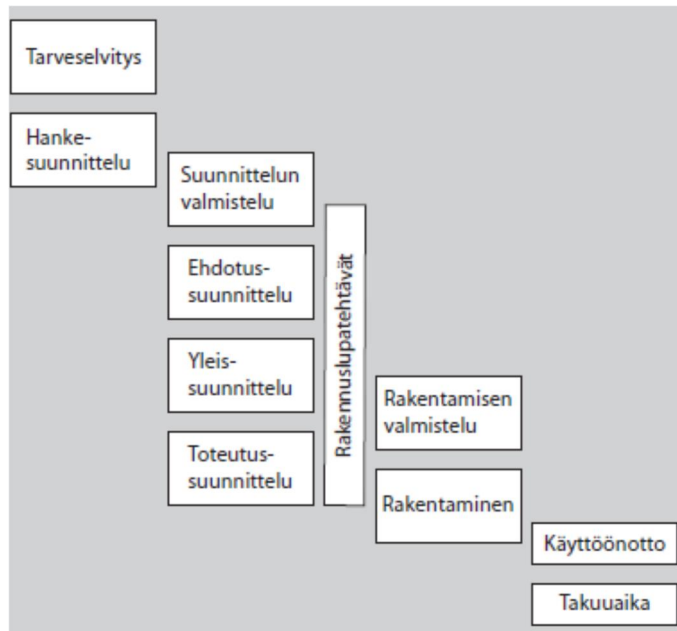
Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12 sisältää talotekniset suunnittelutehtävät ja niiden tulokset. Tehtäväluettelossa on hankkeen tehtävät ryhmitelty itsenäisiin tehtäväkokonaisuuksiin. Tehtäviä määrittäessä rastitaan yksittäinen tehtävä tai tehtäväkokonaisuus hankkeen tavoitteiden mukaisesti. Tehtävät on jaettu ns. normaalitehtäviin ja harkinnanvaraisiin tehtäviin, jotka ovat erikseen tilattavat. Eriksään tilattavat tehtävät ovat suunnattu käytettäväksi vaativille kohteille ja peruskorjauskohteille, tai jos suunnittelijaa halutaan hyödyntää laajemmin rakentamisen aikana ja ylläpitotehtävissä.

Tehtäväluetteloissa esitetään esimerkkejä toteutussuunnitteluvaiheen suunnitelmapaketeista hankinnan ja toteutuksen avuksi. Suunnitelmapaketeissa suunnittelu on jaettu osakokonaisuuksiin, joita hyödynnetään insinööryön aikana sähkösuunnittelijoille tehtävässä tehtäväluettelossa. Tehtäväluettelo tulee olemaan yksinkertaistettu versio TATEsta tyypillistä linjasaneerauskohdetta varten.

Uusimmassa tehtäväluettelossa on otettu huomioon myös korjausrakentaminen, sillä se on luonteeltaan erilaista kuin uudisrakentaminen. Esimerkiksi jo hankkeen alkuvaiheessa voidaan joutua tekemään yleissuunnitteluvaiheen suunnittelua. [7, s. 1–3; 8, s. 1–2.]

## 5 Suunnitteluprosessi

Sähköisen talotekniikan suunnitteluprosessi voidaan osioida samalla tavalla kuin rakennushanke. Kuvassa 1 on esitetty TATE12:n mukaiset hankkeen itsenäiset tehtäväkokonaisuudet. Aiemmin käytössä olleesta suunnitteluprosessikuvauksesta (TATE95) se poikkeaa mm. siten, että entinen luonnossuunnitteluvaihe on jakaantunut ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheiksi.



Kuva 1. Hankkeen tehtäväkokonaisuudet [7, s. 2].

Seuraavaksi esitettävä sähkösuunnitteluprosessin tehtäväkokonaisuuksien kuvaus perustuu pääosin TATE12:ssa esitettäviin perustehtäviin. Tehtäväluettelossa perustehtäviin on sisällytetty tehtäviä, jotka yleisesti sisältyvät tavanomaisiin kohteisiin. Erikseen tilattavista tehtävistä olen ottanut mukaan korjausrakentamiseen liittyviä tehtäviä.

### 5.1 Tarveselvitys

Tarveselvitys on investoinnin valmistelun ensimmäinen vaihe. Siinä tilaaja selvittää tilahankinnan tarpeellisuuden tai nykyisten tilojen muutostarpeen. Tarvittavat tilat ja niille asetettavat vaatimukset kuvaillaan alustavasti sekä etsitään vaihtoehtoisia käyttömahdollisuuksia ja arvioidaan eri toteutusten edullisuutta.

Sähkösuunnittelijan tehtävät ovat tässä vaiheessa erikseen tilattavia asiantuntijatehtäviä. Tällaisia ovat esimerkiksi raportti/selvitys liiketoiminnan asettamista taloteknisistä tavoitteista tai alustavat investointikustannuslaskelmat. Korjaushankkeeseen liittyvä suoritus on selvitys nykyisten tilojen ja tekniikan soveltuvuudesta käyttäjän tarpeisiin talotekniikan kannalta. Tarveselvitystä seuraa hankepäättös. [8, s. 3.]

## 5.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelun valmisteluun kuuluu hankeselvitys, jossa lähtötietoina ovat käyttäjien ja omistajien tavoitteet. Hankeselvityksessä selvitetään rakennuspaikan rakennuskelpoisuutta sekä kootaan tietoja ja suunnittelutavoitteita hankeohjelmaa varten.

Hankesuunnittelussa rakennushankkeen laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevia tavoitteita täsmennetään. Tuloksena on hankesuunnitelma, joka koostuu hankeohjelmasta ja projektiohjelmasta. Hankeohjelmassa kerrotaan suunnittelun tavoitteet ja projektiohjelmassa hankkeen läpiviennin tavoitteet.

Uudisrakentamisen hankesuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelijan tehtävät ovat lähinnä avustavia. TATE12:ssa uudisrakentamisen tehtävät ovat erikseen tilattavia asiantuntijatehtäviä.

Korjaushankkeessa tilanne on toinen. Korjausrakentamisen hankesuunnitteluun kuuluu selvitykset nykyisen talotekniikan liittymien käytöstä ja laajennettavuudesta, kuntokartoitukset sekä rakentamisen vaiheistaminen ja rakentamisen aikana käytettävien tilojen toiminnan varmistaminen. Korjausrakentamisessa hankkeen kustannusarviota varten riittää alustavien toimintojen kuvailu sekä korjausasteen asiantunteva arviointi. Järjestelmien kunto- ja käyttökelpoisuusarvioiden perusteella voidaan tehdä päätökset niiden poistamisesta tai säilyttämisestä ja kunnostamisesta. Hankesuunnittelu toimii siis pohjana investointipäätökselle. [8, s. 4–5.]

Talokeskukselle kiinteistön korjaushankkeen hankesuunnitelma on tärkeä suunnittelu-palvelu: Siihen liittyvä kuntokartoitus tai -selvitys on usein ensimmäinen kontakti uuteen asiakkaaseen. Hyvä ja asiantunteva hankesuunnittelu voi johtaa tulevaisuudessa myös varsinaiseen suunnittelutoimeksiantoon. Tilaajalle (usein taloyhtiö) kiinnostavinta han-

kesuunnittelun tuloksissa on eri toteutusvaihtoehtojen kustannusarvio, jonka on siis syytä olla varsin tarkka. Hinta on usein tärkeimpiä valintakriteereitä.

### 5.3 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmistelu ei sisällä varsinaisia suunnittelutehtäviä. Tähän vaiheeseen kuuluvat suunnittelun organisointi, mahdolliset suunnittelukilpailut, tarvittavat neuvottelut ja suunnittelijoiden valinta. Lopuksi tehdään suunnittelusopimukset. Nämä ovat tilaajalle kuuluvia päätöksiä ja tehtäviä. Suunnittelupäätös käynnistää varsinaisen suunnittelun. [8, s. 6.]

Talokeskus tarjoaa rakennuttamispalveluja, jotka kattavat mm. suunnittelun valmistelun.

### 5.4 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheessa pyritään löytämään kohteeseen parhaiten soveltuva ratkaisuvaihtoehto tutkien vaihtoehtoisia periaateratkaisuja.

Ehdotussuunnittelussa suunnittelija laatii vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja, jotka täyttävät hankkeelle asetetut tavoitteet. TATE12:ssa ehdotussuunnitelman tehtävät on jaettu neljään kokonaisuuteen: valmisteluun, käynnistämiseen, suoritukseen ja suorituksen sopimuksen mukaisuuden toteamiseen.

Valmistelun perustehtäviä ovat mm. suunnittelun aloitustilaisuus, sopiminen suunnittelu- ja tiedonvaihtoaikataulut ja suunnittelukatselmukset sekä suunnittelutavoitteiden seuranta. Viimeistään tässä vaiheessa tehdään erikseen tilattaviin kuuluva talotekninen kuntokartoitus ja kustannusarvio.

Käynnistykseen kuuluu esimerkiksi selvitykset liittymävaihtoehtoista, kuvaukset ja luonnokset vaihtoehtoisista teknisistä järjestelmistä ja yhtenä tärkeimmistä selvitys teknisten tilojen tarpeista. Näitä ovat mm. keskustilojen kartoittaminen sekä pääjohtoreittien määrittäminen ja sähkötekniisten järjestelmien tilantarpeen selvittäminen.



Suorituksessa tehdään mallihuoneet ja tyyppitilat ja muut ehdotussuunnitelma-asiakirjat sekä verrataan ja yhteensovitetään eri suunnittelualojen ratkaisuvaihtoehtoja.

Lopuksi todetaan suorituksen sopimuksen mukaisuus ja valitaan parhaaksi nähty ehdotussuunnitelma, jota lähdetään yleissuunnittelussa kehittämään eteenpäin.

Ehdotussuunnittelun harkinnanvaraiset tehtävät ovat lähinnä uudisrakentamisessa painotettuja energiankulutuksen laskentaa, valaistuksen visualisointia, elinkaarikustannusten laskemista sekä ympäristöluokituksen esiselvitystä. [8, s. 10–13.]

## 5.5 Yleissuunnittelu

Yleissuunnittelussa ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Muuttuvat ja kiinteät tilat erotellaan, jotta muuntuvien tilaosien suunnitelmiin voidaan vaikuttaa vielä toteutussuunnitteluvaiheessa (joustava ohjelma). Yleissuunnitelma voi sisältää erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuksi.

Vaiheet ovat kutakuinkin samat kuin ehdotussuunnitelmassa, mutta nyt valittua ehdotussuunnitelmaa täydennetään. Liittymäratkaisut, reititystarpeet, tyyppitilojen ratkaisuvaihtoehdot ja järjestelmät esitetään tasopiirustuksina ja kaavioina. Aiemmin tehtyjä laskelmia tarkennetaan. Tuloksena on yleissuunnitelma pääpiirustuksineen. [8, s. 14–17; 7, s. 2.]

Taloyhtiöihin tehtävä sähkösuunnittelu ei käytännössä ole näin kattavaa ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa. Ehdotussuunnittelun pohjana on hankesuunnitelma, josta jo ilmenee alustava toteutusehdotus, ja tätä lähdetään suunnittelun aluksi tarkentamaan. Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe näkyvät suunnittelun aloitustilaisuudessa ja suunnittelu-/käyttäjäkokouksissa, joissa suunnittelun tavoitteita sekä käyttäjän tarpeita ja toiveita käydään läpi toteutussuunnitelmaa tehtäessä.

## 5.6 Rakennuslupatehtävät

Rakennuslupatehtävät limittyvät suunnittelun valmistelun ja toteutussuunnittelun päälle ja väliin. Rakennuslupatehtävissä haetaan tarvittavat viranomaisluvut hankkeel-

le, tarkistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus ja pääpiirustusten hyväksyttävyyys. Lupahakemukseen liitetään tarvittavat suunnitelmat ja asiakirjat.

Rakennuslupatehtäviin kuuluu mahdolliset viranomaiskokoukset ja -lausunnot. Viranomaiskokouksissa varmennetaan yleissuunnitteluratkaisujen hyväksyttävyyttä, jotta tarvittaessa voidaan tehdä korjauksia suunnittelussa. Näin varmistetaan suunnitteluai-kataulussa pysymistä sekä varmistetaan, ettei rakennusluvan hakemiselle ole esteitä.

Muita mahdollisia rakennuslupatehtäviä on mm. viranomaislausuntojen hankkiminen (esim. liittymislausunnot ja palotekniisiin järjestelmiin liittyvät lausunnot), energialaskelmat ja lupaa edellyttävien taloteknisten ratkaisujen täydentäminen lupakuviin. [8, s. 18.]

Sähkösuunnittelijan rakennuslupatehtävät liittyvät usein palotekniisiin järjestelmiin. Paikkakunnasta riippuen esim. porrashuoneen savunpoisto voi olla pakollinen myös korjausrakentamisessa. Palokatkosuunnitelmissa sähkösuunnittelija merkitsee läpivientikohdat, mutta varsinainen suunnitelman ja siihen liittyvät lupatehtävät hoitaa rakenne-suunnittelija.

## 5.7 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa yleissuunnitelma tarkennetaan rakentamisen ja hankinnan mahdollistaviksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi.

Toteutussuunnittelu voidaan tehdä hankintoja tai toteutusta palvelevana suunnitteluna. Hankintoja palveleva suunnitelma laaditaan niin yksityiskohtaiseksi, että sen perusteella voidaan määrittää kohteen sähkötoiden laajuus, tarvikkeiden määrät, työtavat ja laatuso toteutuskustannusten laskemiseksi.

Suunnittelun ja toteutuksen limittyessä voidaan suunnittelu jakaa erityisiin osakokonaisuuksiin eli suunnitelmapaketteihin. Suunnitelmapaketti sisältää suunnittelun koordinoitua osakokonaisuuden. Suunnitelmapaketteja käytetään erityisesti, jos suunnittelu ja rakentaminen ovat samanaikaista kuten esim. projektinjohtototeutuksessa. Paketteja käytetään helpottamaan suunnitelmien yhteensovittamista ja suunnittelunohjausta. Esimerkiksi purku- ja säilytyspaketti voi sisältää suunnitelmat purettavista ja säilytettävistä sähkö- ja tietojärjestelmistä. Maanrakennuspaketti sen sijaan sisältää suunnitelmat

sähkön aluejärjestelmistä, kuten alueen valaistuksesta, sulanapidosta sekä sähköreiteistä ja -laitteista.

#### 5.7.1 Edellytysten toteaminen

Toteutussuunnittelun aluksi todetaan edellytykset suunnittelun suorittamiselle. Tämä aloitetaan lähtötietojen tarkastamisella. Yleissuunnitteluvaiheen tiedot ovat voineet muuttua, tarkentua tai osa lähtötiedoista voi puuttua. Tarvittaessa rakennuttajalta pyydetään päätöksiä lähtötiedoille. Tämän jälkeen siirrytään toteutussuunnittelun valmisteluun.

#### 5.7.2 Valmistelu

Suunnittelukokouksissa ratkaistaan esille tulleita suunnittelukysymyksiä ja varmistetaan suunnitteluajataulussa pysymistä. Itse suunnittelua ei kokouksissa tehdä. Käyttäjäkokouksissa huomioidaan käyttäjien tarpeet ja erityisvaatimukset laitteiden sijoittelulle. Suunnittelu- ja käyttäjäkokouksissa seurataan suunnittelu- ja tiedonvaihtoaikatauluja. Tiedonvaihtoaikataulu on tärkeä tehtävissä, jotka edellyttävät lähtötietoja muilta osapuolilta.

Heti toteutussuunnittelun alkuvaiheessa tulee määrittää tai tarkistaa huolehtimis- ja vastuurajat tehtäville, joissa on useampi osapuoli mukana. Näin varmistetaan, että järjestelmille tehdään tarpeellinen suunnittelu ja yhteensovittaminen.

Valmistelussa sovitaan myös suunnittelukatselmukset. Niillä varmistetaan, että suunnitelmat viedään sovitulle riittävälle tasolle. Lisäksi ennen toteutussuunnittelun käynnistämistä osallistutaan mahdollisten suunnittelupakettien suunnittelutarkkuuden määrittelyyn.

#### 5.7.3 Käynnistäminen

Sähkösuunnittelija sopii yhdessä pääsuunnittelijan kanssa kanava-, putki- ja johtotiereitit sekä niiden yhteensovittamisen alustavien LVI-reittipiirustusten ja sähköpistesijoituspiirustusten perusteella. Näin muodostetaan toimiva kokonaisuus, joka on toteutettavissa sekä tilakäytännöllisesti että teknillisesti. Tarvittaessa laaditaan leikkauspiirustuk-

set. Hyväksytyjen pistesijoituspiirustusten jälkeen siirrytään toteutussuunnitelman suoritukseen.

#### 5.7.4 Suoritus

Hankintoja palveleviin suunnitelmiin laaditaan suunnitelma-asiakirjat, joiden pohjalta voidaan laskea urakkahinta. Sähkösuunnittelija täydentää työturvallisuusasiakirjan ottaen huomioon kohteen erityispiirteet ja suunnitteluvaiheessa tiedossa olevat riskit. Työturvallisuusasiakirja on avuksi kohteen päätoteuttajan laatiessa kohteen työturvallisuussuunnitelman. Sähkösuunnittelija määrittelee alustavat kantavien rakenteiden vaaratarpeet, jotka rakennesuunnittelija tarkistaa.

Korjausrakentamisessa täytyy ottaa huomioon liittymäalueiden olemassa oleva tekniikka ja mahdollisesti mallintaa sitä. Nykyisten teknisten järjestelmien kartoituksella saadaan tietoa uusien järjestelmien liittämismahdollisuuksista. Lisäksi sähkösuunnittelijan tulee ottaa huomioon nykyisten asennusten purkutyö.

Lopuksi suunnitelmia ristiintarkastetaan ja verrataan muiden suunnittelijaosapuolten kanssa. Tämä voidaan tehdä yhteensovituspalaverissa, jossa havaitut ongelmat raportoidaan suunnitelmien yhteensovittamiseksi, jonka jälkeen suunnitelmat päivitetään.

#### 5.7.5 Suorituksen sopimuksenmukaisuuden toteaminen

Ennen suunnitelmien hyväksyttämistä tehdään raportti suunnittelutavoitteiden toteutumisesta ja poikkeamien syystä. Tällä osoitetaan tilaajalle mahdolliset poikkeamat ja kerrotaan niiden syyt. Tilaaja saa siis tiedon siitä, kuinka alussa määritetyt suunnittelutavoitteet ovat täytyneet. Lisäksi tehdään yrityksen sisäinen laadunvarmistusmenettely mahdollisten virheiden poistamiseksi. Näin varmistetaan suunnitelmien oikeellisuus ja ristiriidattomuus. Lopuksi suunnitelmat hyväksytetään tilaajalla käymällä raportti ja suunnitelmat läpi, jolloin varmistutaan edellytyksistä jatkaa rakentamisvaiheeseen.

Näin toteutussuunnitteluvaiheessa syntyvät hyväksytyt toteutussuunnitelmat.

Toteutusta palveleva suunnittelu on erikseen tilattavia tehtäviä, joissa hankintoja palveleva suunnitelmakokonaisuus (tai yleissuunnitelmakokonaisuus) tarkennetaan raken-

tamisen ja toteutuksen mahdollistavaksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Tämän voi yleensä toteuttaa joko suunnittelija tai urakoitsija. [8, s. 19–22; 7, s. 2, 5.]

Talokeskuksen sähköremonttisuunniteluissa suunnitelmat toteutetaan hankintoja palvelevana kokonaisuutena. Yleensä suunnitelmat tehdään perinteisen kokonaisurakamallin mukaan, jossa suunnitelmat tehdään ensin ja niiden perusteella kilpailutetaan urakoitsija.

TATE12 sisältää liitteen toteutussuunnittelun sähkösuunnittelutehtävien laajuuden määrittämiseen eri urakkamuodoissa. Kokonaisurakkamuotoista oletuslaajuutta käytettiin hyödyksi tähän insinööriyöhön kuuluvien dokumenttien päivittämisen sisällön määrittämisessä sekä sähkösuunnittelun seurantataulukon laatimiseen.

## 5.8 Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmisteluvaiheessa tehdään suunnittelua täydentäviä tehtäviä. Näitä ovat hankintojen ja urakoiden kilpailutus sekä kilpailutuksen jälkeiset sopimusneuvottelut ja urakka- ja hankintasopimusten tekeminen.

Rakentamista valmistelevilla kokouksilla varmistetaan, että rakentaminen voi alkaa: luvat on hankittu, valvontasuunnitelma on laadittu ja muut edellytykset ovat aloittamiselle olemassa. Erityissuunnitelmat hyväksytetään viranomaisilla ja valvontasuunnitelmaa täydennetään. Viranomaisten vaatimat suunnitelmamuutokset täydennetään suunnitelmiin. Valvontasuunnitelmassa sovitaan valvojien tehtävien ja vastuiden jaosta laadittujen sopimusten mukaisesti. Kaikille rakennusaikaisen valvonnan tehtäville tulee olla määriteltynä vastuuhenkilö.

Vaiheen tuloksena syntyy rakentamispäätös. [8, s. 25.]

Usein Talokeskuksen suunnittelutarjoukseen kuuluu toteutussuunnitelmien lisäksi urakkatarjouspyyntöasiakirjojen laadinta ja urakoitsijoiden valinnassa avustaminen. Yksinkertaistettuna linjasaneeraushankkeen urakoitsijoiden valinta tapahtuu seuraavasti:

- urakkatarjouspyyntöjen lähettäminen

- tarjousten avaus ja vertailu
- urakkaneuvottelut 2–3 urakoitsijan kanssa
- urakkasopimusneuvottelu.

Urakoitsijan valinnassa tilaaja tekee aina lopullisen päätöksen.

## 5.9 Rakentaminen

Rakentamisen aikana varmistetaan toteutuksen sopimuksenmukaisuus, tavoiteltu lopputulos ja käyttäjän valmiudet käyttö- ja ylläpitoon. Tehtävät ovat suunnittelua täydentäviä tehtäviä. Rakentamisvaiheen erikseen tilattavat tehtävät – esim. osallistuminen urakoitsijapalavereihin tai vastaanoton aikainen urakkasuoritusten yleinen laadunvalvonta – ovat tarpeellisia, mikäli kohteessa ei ole erillistä sähkövalvojaa.

Suunnittelijan sopimukseen voi kuulua osallistuminen työmaakokouksiin ja valvontakierroksille. Työmaakokouksissa otetaan kantaa rakentamisen aikana esille nousseisiin kysymyksiin ja varmistetaan aikataulussa ja budjetissa pysymistä. Valvontakierroksella seurataan rakentamisvaiheiden asennusten tilannetta ja oikeellisuutta. Rakentamisen aikana osallistutaan myös urakkasuoritusten vastaanottotarkastuksiin, mikäli näin on sovittu.

Muita rakentamisvaiheeseen mahdollisesti liittyviä tehtäviä ovat mm. urakoitsijan tai laitetoimittajien suunnitelmien ja laitteiden/materiaalien kommentointi sekä tarkastaminen sopiviksi ja tavoitteenmukaisiksi. Lisäksi toimitetaan rakennusvalvonnalle rakennusaikaisilla tiedoilla päivitetyt energialaskelmat ja kiinteistön huoltokirjan tekijälle tarvittavat suunnitelmatiedot. Ylläpitoa varten tulee toimittaa järjestelmien toimintakaaviot ja -kuvaukset, laitetiedot sekä käyttöikätaavoitteet.

Rakentamisvaihe päättyy vastaanottopäätökseen. [8, s. 26.]

Talokeskuksen sähkösuunnittelijat toimivat myös sähkövalvojina. Valvonnasta tehdään erillinen sopimus, vaikka valvottavaksi päätyisi valvojan itsensä suunnittelema kohde. Tällöin valvontatyöt sisältävät huomattavasti enemmän tehtäviä kuin yllämainitut. Nämä tehtävät on määriteltävä mm. talotekniikkatöiden valvonnan tehtäväluettelossa.

## 5.10 Käyttöönotto

Käyttöönotossa tehdään suunnittelua täydentäviä tehtäviä, joilla varmistetaan että urakoitsija on tehnyt työn suunnitelmanmukaisesti ja sovitulla laatutasolla. Lisäksi varmistetaan, että järjestelmät toimivat oikein ja huolehditaan käytönopastuksen suorituksesta. Myös luovutuspiirustukset pitäisi tarkastaa ja jos suunnittelijan toimeksiantoon kuuluu itse laadinta, tarkastuksen suorittaa muu osapuoli, esim. erillinen valvoja. Luovutuspiirustusten paikkansapitävyys on tärkeää ylläpidon aikaisille muutos- ja kunnossapitotoimille.

Järjestelmien toiminnan tarkastamisen ja käytön opastuksen jälkeen rakennus otetaan käyttöön. [8, s. 29.]

Harvemmin enää käyttöönottovaiheessa suunnittelija on projektissa mukana, jolloin yllä olevien tehtävien suorittamista valvoo sähkövalvoja. Suunnittelija on mukana jälkitarkastuksissa sekä käytön ja huollon opastustehtävissä, mikäli näin erikseen sovitaan. Kokemukseni mukaan perehdyttämisen hoitaa urakoitsija eikä suunnittelija tai valvoja useinkaan ole paikalla. Luovutuspiirustusten paikkansapitävyudessa luotetaan urakoitsijaan.

## 5.11 Takuu aika

Myös takuuajan tehtävät ovat suunnittelua täydentäviä tehtäviä. Niillä varmistetaan järjestelmien toimivuus ja se, että järjestelmiä käytetään suunnitellulla tavalla.

Takuutarkastuksessa käydään läpi kohteen takuu aikaisten huoltojen ja tarkastusten tilannetta sekä tarkastetaan järjestelmien toiminta järjestelmäkohtaisesti. Käyttö- ja huoltohenkilökunnan tiedossa olevat virheet ja puutteet kirjataan ylös. Lisäksi vastaanottotarkastuksessa takuuajalle lykätyt asiat käydään läpi sekä kirjataan takuuajana todetut virheet ja puutteet. Näiden teknisten tarkastusten tarkoituksena on varmistaa, että urakoitsija on korjannut rakennusaikaiset puutteet ja että takuuajaan kuuluvat huollot ja tarkastukset on suoritettu. Takuutarkastuskokouksissa todetaan takuu aikaisten velvoitteiden suoritus, josta tehdään vastaanottotarkastuspöytäkirja.

Lopputuloksena saadaan takuutarkastuspöytäkirjat. [8, s. 30.]

Talokeskuksen suunnittelijat hoitavat takuuajan tehtäviä, jos ovat suorittaneet kohteen sähkövalvontaa. Takuuajan jälkeen hoidetaan mahdollisia jatkettun takuuvastuun aiheuttamia toimenpiteitä, valvotaan vakuudetonta takuuta ja käsitellään käyttäjäpalautteet.

## 6 Dokumentit

SFS-käsikirjassa 600-1 todetaan sähköasennusten dokumentoinnista seuraavaa:

Jokaisesta sähköasennuksesta on oltava tarpeelliset dokumentit [9, s. 34].

Sähköasennusten dokumentointiin käytetään kaavioita, piirustuksia ja taulukoita. Näistä tulee ilmetä erityisesti virtapiirien laji ja rakenne (eli sähköpisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko sekä johtolaji- ja tyypit) sekä tiedot suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuuksista ja sijainneista.

Dokumenttien tulee sisältää yksityiskohtaiset tiedot johtimien tyypeistä ja poikkipinnoista, virtapiirien pituuksista (maksimipituudet), suojalaitteiden lajeista ja tyypeistä, suojalaitteiden mitoitusvirroista tai asetteluista sekä prospektiivisista oikosulkuvirroista ja suojalaitteiden katkaisukyvyistä. [9, s. 193.]

Käyttödokumentit ovat joukko piirustuksia ja muita asiakirjoja, jotka jokaisesta rakennuskohteesta tulee rakennusprojektin aikana vähintään laatia. Kohteen valmistuttua nämä luovutetaan päivitettyinä tilaajalle loppupiirustuksina. Käyttödokumentteja ovat asema- ja tasopiirustukset, keskusdokumentit, järjestelmäkaaviot sekä laiteluettelot. Näitä voidaan sähköasennusten dokumentoinnin osalta pitää edellä mainittuina "tarpeellisina dokumentteina". [10, s. 1.]

Talokeskuksen hankintaa palvelevassa suunnittelussa myös sähköselostus on tärkeä dokumentti. Laajempikin dokumenttiaineisto voi olla tarpeen vaativissa kohteissa, mutta Talokeskuksen linjasaneerauksissa nämä ovat riittäneet.

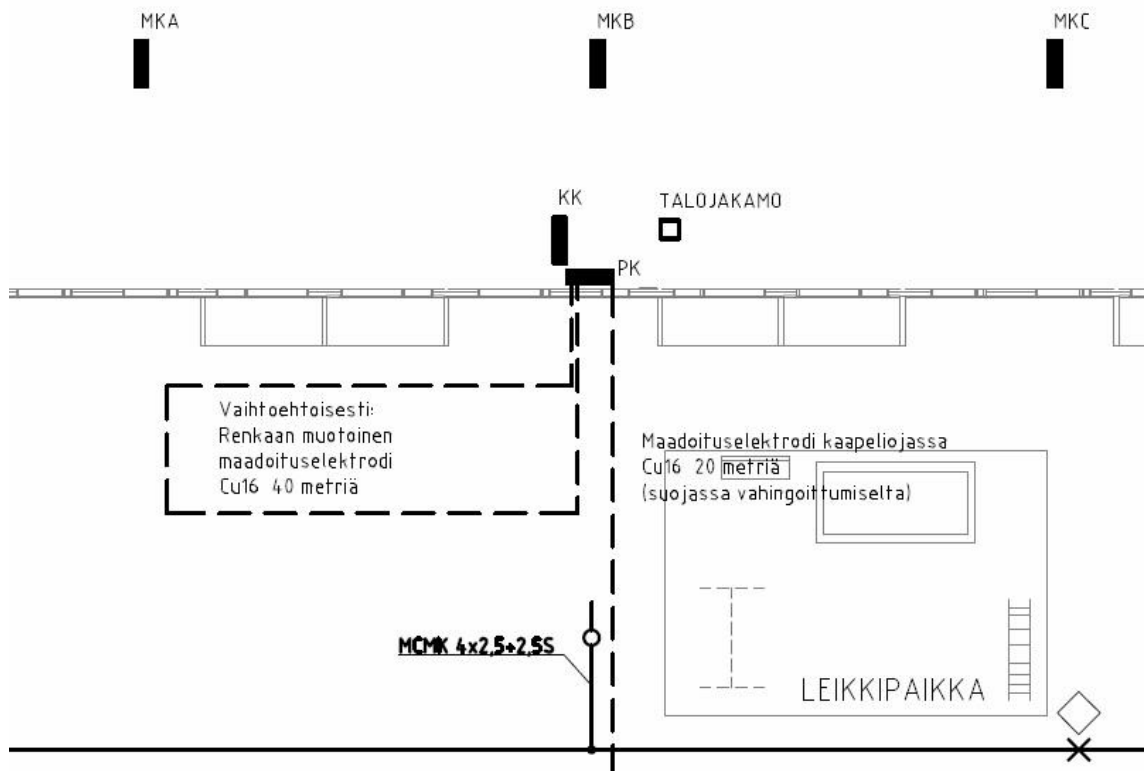
Dokumenttien uudistamisessa pääpaino on käyttödokumenttien mallien tekemisessä ja täydentämisessä hankintaa palvelevaa suunnittelua varten.



## 6.1 Asema- ja asennuspiirustukset

### 6.1.1 Asemapiirustus

Asemapiirustuksessa (kuva 2) esitetään rakennusten sijainnit tontilla. Siihen merkitään alueelle tehtävät asennukset mm. ulkovalaisimet, autolämmityspistorasiat ja katujako-kaapit kaapelointineen sekä autokatosten ja ulkovarastojen sähköistykset. Lisäksi asemapiirustuksessa esitetään eri järjestelmien liittymiskaapelit ja rakennusten välille sijoitettavat kaapelit asennusreitteineen sekä maadoituselektrodit ja -johtimet.



Kuva 2. Asemapiirustuksessa esitetään mm. vaihtoehtoisia maadoituselektroditoteutuksia.

Tarjouslaskennan kannalta tärkeät liittymiskaapelien tyypit ja pituudet tulee ilmetä selvästi. Asennusvaihetta varten asennusten sijainti kaapelireitteineen pitää esittää yksikäsitteisesti. Usein rakennusten ulkopuoliset asennukset esitetään vain asemapiirustuksessa. [11, s. 6.]

### 6.1.2 Asennuspiirustus

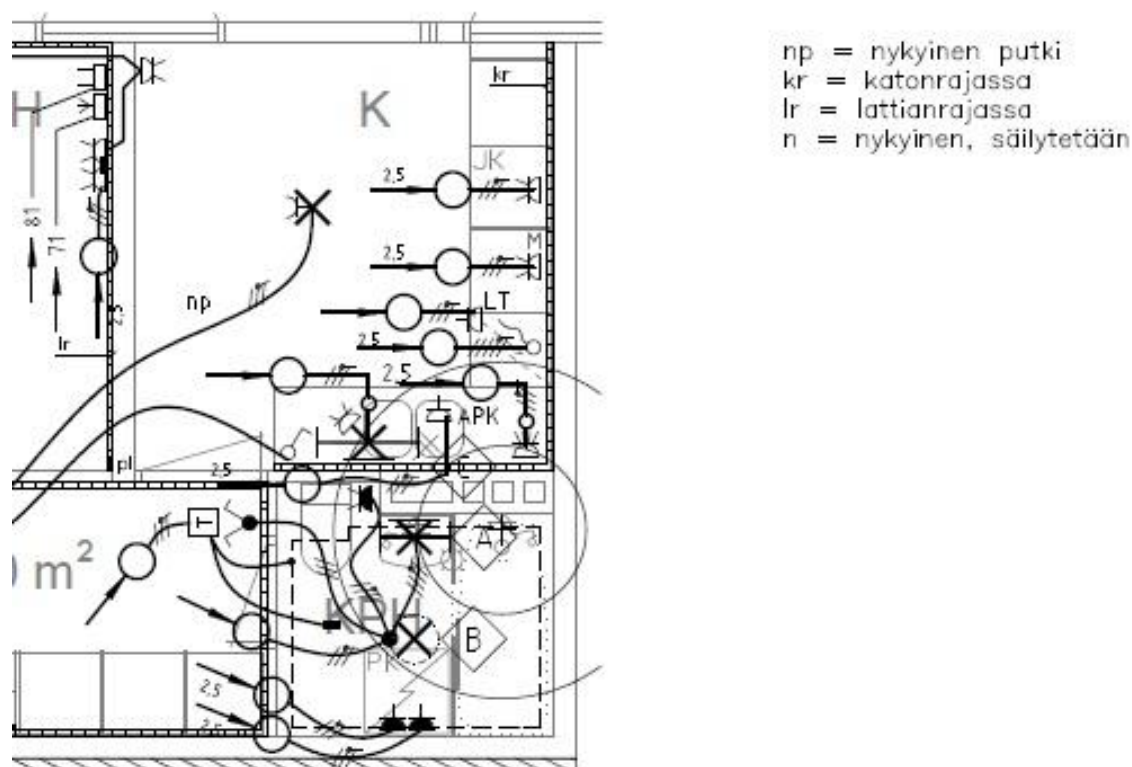
Asennuspiirustuksessa esitetään rakennuksen sähkö- ja telejärjestelmien laitteet ja pisteet johdotuksineen. Se piirretään yleensä mittakaavaan 1:50. Sähkönjakelujärjestelmästä esitetään keskuskeskukset, kojeet ja laitteet sekä valaisimet, valaisinpisteet, kytkimet ja pistorasiat. Myös telejärjestelmistä esitetään keskuslaitteet ja kojeet sekä liitännäisasiat. Asennuspiirustuksesta käytetään myös nimitystä tasopiirustus, mutta asennuspiirustus on standardin suosittama nimitys. [11, s. 19; 10, s. 2.]

Asennuspiirustukseen tulee merkitä laitteiden ja pisteiden asennustietoja, kuten asennustavat ja -korkeudet. Valaisimille ja lämmittimille käytetään tyyppikohtaista positio-numerointia, jotka viittaavat luetteloihin, joissa tarkemmat tiedot ovat määritetty.

Asennuspiirustuksessa esitetään laitteiden ja pisteiden väliset johdotukset siten, että siitä ilmenee, mistä keskuskeskuksesta ja mistä lähdestä syöttö tulee. Käyttövaiheessa tämä on tärkeää vianetsinnän kannalta. Telepisteisiin merkitään järjestelmä, johon piste kuuluu, sillä symbolista ei aina tunnista järjestelmää. Sähkö- ja telepistorasioiden sijoituksessa noudatetaan ST-korttia 51.22, joka suosittelee asennusjärjestykseksi nurkasta lukien: tietoliikennesasiat, antenni ja sähköpistorasiat.

Pääosa sähkösuunnitelman komponenteista, joista syntyy merkittävä osa sähköurakan kustannuksista, esitetään asennuspiirustuksissa. On siis tärkeää, että massat on selkeästi esitetty piirustuksissa. [11, s. 19.]

Asennuspiirustuksen mallidokumentiksi (kuva 3) tehtiin korjausrakentamisen suunnitella palveleva tyyppihuoneiston sähköistys. Vanhoja putkituksia kannattaa hyödyntää, jos se on mahdollista. Tätä kuvaa varten oletettiin, että nykyiset putkitukset valaisimille pystytään hyödyntämään, mutta pistorasioiden ja sisäverkon kaapelointiin joudutaan käyttämään sähkölistoja. Kylpyhuone tehdään uudestaan ja keittiö säilyy kalustukseltaan samanlaisena. Tämä vastaa varsin hyvin useimpien Talokeskuksen sähkösuunnitteluprojektien lähtökohtaa.



Kuva 3. Osa asennuspiirustuksesta.

Sähköinen varustetaso määritettiin ST-kortin 25.21 mukaan. Kylpyhuoneessa on valollinen peilikaappi pistorasialla. Vanhojen kylpy- ja suihkutilojen saneerauksissa on kuitenkin vaikea saavuttaa riittävä etäisyys (1,2 m pistorasialla ja 0,6 m valaisimella) vesipisteen ja sähkölaitteen välille. Aikaisemmin rakennetuissa pienissä tiloissa voidaan käyttää etäisyyksiä 1,0 m ja 0,5 m, jos muuta mahdollisuutta ei ole. Pistorasiaa suositellaan asennettavaksi lavuaarin oikealle puolen, mutta tässä tapauksessa pistorasia on sijoitettu erikseen vasemmalle nurkan taakse, jotta vaadittava 0,6 metrin etäisyys täyttyy. Suojaetäisyyksiä on piirustuksessa havainnollistettu sisäkkäisillä ympyröillä. Huomaa, että ilman suihkuseinää ei pistorasiaa voi laittaa nykyiseenkaan paikkaan. Kylpyhuoneessa on lisäksi kattovalaisin ja mukavuuslämmitys sekä pistorasiat pesukoneelle ja kuivausrummulle. [12, s. 2; 9, s. 576.]

Keittiössä asennetaan pintaan uusi liesirasia, pistorasiat jääkaapille ja pakastimelle, astianpesukoneelle, mikrolle sekä liesituulettimelle. Työtasolla on valaisin kytkimellä ja pistorasioilla. Omasta kokemuksesta suosittelen vielä 4-osaista pintapistorasiaa paikalle, johon luultavasti laitetaan useampia pienkoneita. Lisäksi ruokapöytää varten asennetaan 2-osainen pistorasia. Vanhaan valaisinpisteeseen sijoitetaan valaisinpistorasia.

Pistorasioiden lukumääräksi suositellaan kaksoispistorasiaa kolmea seinämetriä kohti niin, että vältetään jatkojohdoilta ja kulkuväylien ylityksiltä. Sähkön käyttö todennäköisesti lisääntyy, joten pistorasioita on syytä olla yli suositusten. Sisäverkon varustetason vähimmäisvaatimukset linjasaneerauksessa ovat tarkemmin käyty läpi kappaleessa Sisäverkot. [13, s. 165.]

Uusi ryhmäkeskus sijoitetaan eteiseen entiselle paikalleen. Myös siirtoa ulko-oven päälle käytetään Talokeskuksessa, sillä kotijakamo voi olla helpompi sijoittaa viereen. Tosin kotijakamo voi olla myös toisaalla. Uusi määräys 65 A/2014 M helpottaa kotijakamon sijoittamista korjausrakentamisessa, jossa jakamon vähimmäiskooksi riittää 0,12 m<sup>2</sup> uudisrakennuksissa vaadittavan 0,24 m<sup>2</sup> sijaan. [14, s. 11.]

Pistorasioita suojattaessa nimellistoimintavirrallaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla, täytyy suojattavien pistorasioiden lukumäärää harkita, jotta voidaan ehkäistä vuotovirroista aiheutuvat tahattomat laukaisut [15, s. 250]. Omat ryhmäjohdot asennetaan liedelle, pesukoneelle ja kuivausrummulle sekä keittiöpistorasioille ja autotallin pistorasioille yms.

Huoneistossa tulee olla palovaroitin jokaista alkavaa 60 m<sup>2</sup>:ä kohden. Lisäksi jokaisessa makuuhuoneessa ja olohuoneessa olisi hyvä olla palovaroitin. Yhden palovaroittimen asunnoissa tulee palovaroitin sijoittaa lähelle makuuhuonetta. Sähköverkkoon liitettävä palovaroitin on pakollinen vain uudisrakentamisessa, mutta Talokeskuksen sähköremonteissa se yleensä liitetään tarjouspyyntöön vähintään erillishintana. [16, s. 3, 7.]

## 6.2 Keskusdokumentit

Keskuksen pääkaaviossa esitetään keskuksen tärkeimmät tekniset tiedot, keskuksen rakenne ja lähdöt. Lähdöissä esitetään niihin liittyvät pääkomponentit ja tarpeeksi tietoa ohjauspiireistä niiden tunnistamiseksi ja toteuttamiseksi. Pääkomponentteja ovat mm. kuormakytkimet, kytkinvarokkeet, mittarit, kontaktorit, johdonsuojakatkaisijat, sulakkeet, vikavirtasuojakatkaisijat ja releet nimellisvirtoineen.

Keskuksen pääkaavioon merkitään tiedot pääkytkimestä, syöttävästä keskuksesta ja nousujohdon tyypistä. Lähtöihin merkitään lähdön käyttötarkoitus ja johtojen tyypit. Ryhmänumerot jätetään määritettäväksi asennusvaiheeseen.

Tarjouspyyntömateriaaliin on tärkeää sisällyttää keskusten pääkomponentit nimellisvirtoineen ja määrätietoineen. Myös keskusten oikosulkukestoisuusvaatimukset tulee määrittää. [11, s.11; 17, s. 4.]

Keskuskaavioiden uudistamisessa keskeisenä päämääränä oli luoda uusia symboleita, sillä käytössä olevassa ohjelmistossa oli varsin vähän valmiita käyttökelpoisia symboleita. Useimpia itse luotuja symboleita ei oltu tehty ohjelman tekijöiden tarkoittamalla tavalla, jolloin kaavioiden muokkaaminen oli työlästä ja uuden käyttäjän oli usein piirrettävä lähtö irtonaisista objekteista.

Etulehtiöt esitetyttiin niiltä osin kuin tiedot yleensä ovat samat kohteesta toiseen. Esimerkiksi jakelujärjestelmä on luonnollisesti 3-vaiheinen 50 hertsin jännitteellä, ja nimelliskäyttöjännite on 400 voltia. Yleensä keskus sijoitetaan seinälle kuivaan tilaan normaaliin lämpötilaan, jolloin pintakäsittely on normaali. Jos käyttötoimenpiteet tekee sähköalalle ammattitaidoton, koteloitiluokan tulee olla vähintään IP2XC. [17, s. 3.]

Kaapeleita ei varsinaisesti mitoitettu erikseen vaan käytettiin reilujakin kaapelikokoja. Näin pyritään välttämään mallipohjia käytettäessä liian pienet mitoitusmitat, jos jotain jäisikin suunnittelijalta muuttamatta suunniteltavan kohteen mukaiseksi.

Pääkaavion lisäksi keskuksista voidaan tehdä piirikaavio, kokoonpanopiirustus ja keskuksen kojeluettelo. Piirikaavioita ei tässä työssä toteutettu. Yleensä piirikaavioiden tekeminen on sisällytetty urakkaan urakoitsijan tehtäväksi. Kokoonpanopiirustuksen tekee keskusvalmistaja.

### 6.2.1 Pääkeskuskaavio

Pääkeskuskaavion mallikaaviossa (kuva 4) esitetään pääkeskusta syöttävä liittymiskaapeli sekä lähdöt monimittarikeskuksille ja kiinteistökeskuksille sekä nousujohtojen tyypit. Lähdöissä käytettiin kytkinvarokkeita kahvarokealustojen sijasta ST-kortin 51.03 suosituksen mukaisesti. Tällöin kahvasulakkeen voi vaihtaa muukin kuin sähköalan ammattihenkilö. [18, s. 2.]

LAHTO	KAAVIO NO TAI ULKOISET LAITTEET	NIMITYS	MOOTTORI- TEHO P kW	SÄHKÖ- TEHO S kVA	VIRTA I A	SULAKE/ VAROKE A/A	KAAPELILAITE JA POIKKIPINTA mm <sup>2</sup>
		LIITTYMÄKAAPELI				200/250	AKMK 4x70+21
		MONIMITTARIKESKUS MKA				63	AMCMK 4x70+21
		MONIMITTARIKESKUS MKB				63	AMCMK 4x70+21
		MONIMITTARIKESKUS MKC				63	AMCMK 4x70+21
		KIINTEISTÖKESKUS				80	AMCMK 4x70+21
		VARA					

Kuva 4. Pääkeskus, jolla selviää monessa kohteessa.

### 6.2.2 Mittauskeskuskaavio

Monimittarikeskusten pääkaavion lähdöissä esitetään syötettävät huoneistoryhmäkese-  
kukset energiamittareineen sekä nousujohtojen tyytit [11, s. 11].

Monimittarikeskusten pääkaaviot ovat hyvin samanlaisia kohteesta toiseen. Mallipää-  
kaavio (kuva 5) luotiin aikaisempien todellisten kohteiden pohjalta.

LAHTO	KAAVIO NO TAI ULKOISET LAITTEET	NIMITYS	MOOTTORI- TEHO P kW	SÄHKÖ- TEHO S kVA	VIRTA I A	SULAKE/ VAROKE A/A	KAAPELILAITE JA POIKKIPINTA mm <sup>2</sup>
		NOUSUKAAPELI PÄÄKESKUKSESTA				80	AMCMK 4x70+21
		HUONEISTON MITTAUS A1				25/25	MMJ-HF 5x65
		HUONEISTON MITTAUS A2				25/25	MMJ-HF 5x65
		HUONEISTON MITTAUS A3				25/25	MMJ-HF 5x65
		HUONEISTON MITTAUS A4				25/25	MMJ-HF 5x65
		HUONEISTON MITTAUS A5				25/25	MMJ-HF 5x65
		HUONEISTON MITTAUS A6				25/25	MMJ-HF 5x65
		HUONEISTON MITTAUS A7				25/25	MMJ-HF 5x65
		HUONEISTON MITTAUS A8				25/25	MMJ-HF 5x65
		HUONEISTON MITTAUS A9				25/25	MMJ-HF 5x65
		VARA					

Kuva 5. Monimittarikeskus on yleensä varsin yksinkertainen.

### 6.2.3 Kiinteistökeskuskavaio

Kiinteistökeskuskavaiomalliksi tehtiin yleisluontoinen esimerkki, johon pyrittiin sisällyttämään mahdollisimman monipuolisesti kerrostalojen kiinteistökeskuksille ominaisia lähtöjä. Mallikavaioista on helppo poistaa ylimääräiset lähdöt todellista kohdetta tehtäessä. Samalla tulee tarkistettua, onko tullut otettua huomioon esimerkiksi mahdolliset pumppaamot.

### 6.2.4 Huoneistoryhmäkeskuskavaio

Useimmissa Talokeskuksen linjasaneerauskohteissa sähkön osalta huoneistossa uusitaan vain ryhmäkeskus, kylpyhuoneen asennukset sekä osa keittiön asennuksista. Ryhmäkeskuksen mallikavaiota lähdettiin tekemään tältä pohjalta. Lisäksi tuli ottaa huomioon, että vaikka uusimmat standardit vaativat vikavirtasuojan käyttöä enintään 20 A pistorasioissa (pois lukien lähinnä jääkaapit ja pakastimet), jää saneerauskohteissa usein käyttöön sekaryhmiä, joissa on tehty nolauksia. Näitä varten mallikavaioon laitettiin vikavirtasuojattomia lähtöjä.

## 6.3 Järjestelmäkaaviot

Järjestelmäkaaviot ovat yleiskaavioita, joissa esitetään järjestelmäkohtaisesti johdotustiedot, käytetyt komponentit ja komponenttien sijaintitiedot. Järjestelmäkaavioita tehdään mm. maadoituksista, pää- ja nousujohdoista, turvajärjestelmistä, automaatiojärjestelmistä sekä tele- ja tietojärjestelmistä. [19.]

### 6.3.1 Maadoituskaavio

Maadoituskaaviossa esitetään rakennuksen maadoitusverkon rakenne. Maadoituskaavioissa näytetään pääpotentiaalintasauskiskot (nimitetään päämaadoituskiskoksi, jos siihen liitetään maadoitusjohdin), potentiaalintasauskiskot ja muut maadoituskiskot. Lisäksi kaaviossa esitetään kiskoihin liittyvät johdot ja liitokset maadoituselektrodiin sekä johtaviin rakenteisiin. Kiskojen ja johtojen tyyppi- ja määrätietojen tulee ilmetä selkeästi.

Vika maadoitusjärjestelmässä aiheuttaa todennäköisesti vaaratilanteen, sillä sen tarkoituksena on rajoittaa vikatapauksissa kosketusjännitteitä ja askeljännitteitä. Maadoituskaavio onkin tärkeä dokumentti sähköturvallisuuden kannalta. [11, s. 8; 15, s. 275, 285.]

Suomessa käytetään maadoituselektrodin minimipoikkipintana kuparijohtimella  $16 \text{ mm}^2$ . Tämä on Suomen maaperässä kestänyt, mutta tärkeisiin ja ukkossuojaukseen liittyvissä elektrodeissa suositellaan kansainvälisten standardien yleensä vaatimaa  $25 \text{ mm}^2$ . Mallikaavioon laitettiin elektrodirakenteeksi vaihtoehtoiset sijoittamiset eli joko 20 metriä kaapelikaivantoon, jolloin se on suojattuna vahingossa tapahtuvalta katkaisemiselta tai 40 metrin silmukkana rakennuksen pihamaahan. Uudiskohteissa käytetään ensisijaisesti perusmaadoituselektrodia, joka on sijoitettu perustuksiin tai perustusten alle. Jos maadoitusjohdin eli päämaadoituskiskon (PMK) ja maadoituselektrodin välinen johdin ei jatku maadoituselektronina käytettynä köytenä päämaadoituskiskolle asti, täytyy maahan upotetun maadoitusjohtimen poikkipinnan olla vähintään  $16 \text{ mm}^2$  kuparia. [20, s. 6; 15, s. 304; 21, s. 37.]

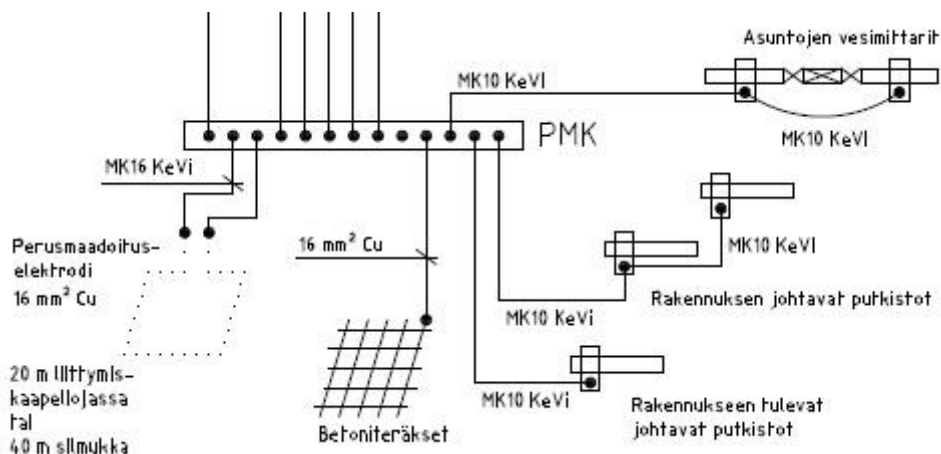
Keskuksen PE-kiskon ja päämaadoituskiskon välisenä suoja(maadoitus)johtimena kannattaa pienjänniteliitymässä käyttää vähintään  $16 \text{ mm}^2$  Cu. Päämaadoituskiskoon liitettävät suojaavat potentiaalitasausjohtimet eli päämaadoituskiskon ja rakennukseen tulevien johtavien putkistojen (esim. vesi- ja kaasuputkien), rakennuksen muiden johtavien osien (esim. kaapelihyllyjen) ja betonirakenteiden rakenneterästen väliset johtimet tulee olla poikkipinnaltaan vähintään puolet asennuksen suurimmasta suojamaadoitusjohtimesta ja vähintään  $6 \text{ mm}^2$  kuparia, mutta enintään  $25 \text{ mm}^2$ . Tämä tarkoittaa, että pääpotentiaalitasausjohtimien tulee olla vähintään  $10 \text{ mm}^2$  kuparia, jos nousukaapelina on usein käytetty AMCMK 4x70/21.

Kuitenkin talojakamon potentiaalitasausjohtimen vähimmäispoikkipinta-ala on  $16 \text{ mm}^2$ , jos kaappi tai teline on korkeampi tai yhtä suuri kuin 21 U. Antennimaston maadoittamisessa on standardin mukaan käytettävä vähintään  $16 \text{ mm}^2$  kuparia. Antennijärjestelmän potentiaalitasausjohtimien täytyy olla vähintään  $4 \text{ mm}^2$  kuparia (käytännössä usein  $6 \text{ mm}^2$ ). [20, s. 6–7; 21, s. 97, 107, 109.]

Vanhojen rakennusten muutos- tai laajennustöissä jää usein käyttöön PEN-johtimia (nollaukset), sillä aina ei kaikkia huoneistojen asennuksia uusita. Tällöin on kytkettävä uuden pääjohdon suoja- ja nollajohtimet rinnan keskuksissa yhdistyskiskolla ja merkit-



tävä nämä PEN-johtimiksi. Tämän lisäksi keskuksen kanteen tulee merkitä, että N- ja PE-kiskon yhdistystä ei saa poistaa. Jos aiemmin käytössä ollut PEN-johtimellinen kaapeli liitetään uuteen ryhmäkeskukseen, merkitään se tekstillä PEN. PEN-johdin voidaan kytkeä N- tai PE-kiskoon, mutta jälkimmäinen on suositeltavampi vaihtoehto. [22, s. 41; 15, s. 292.]

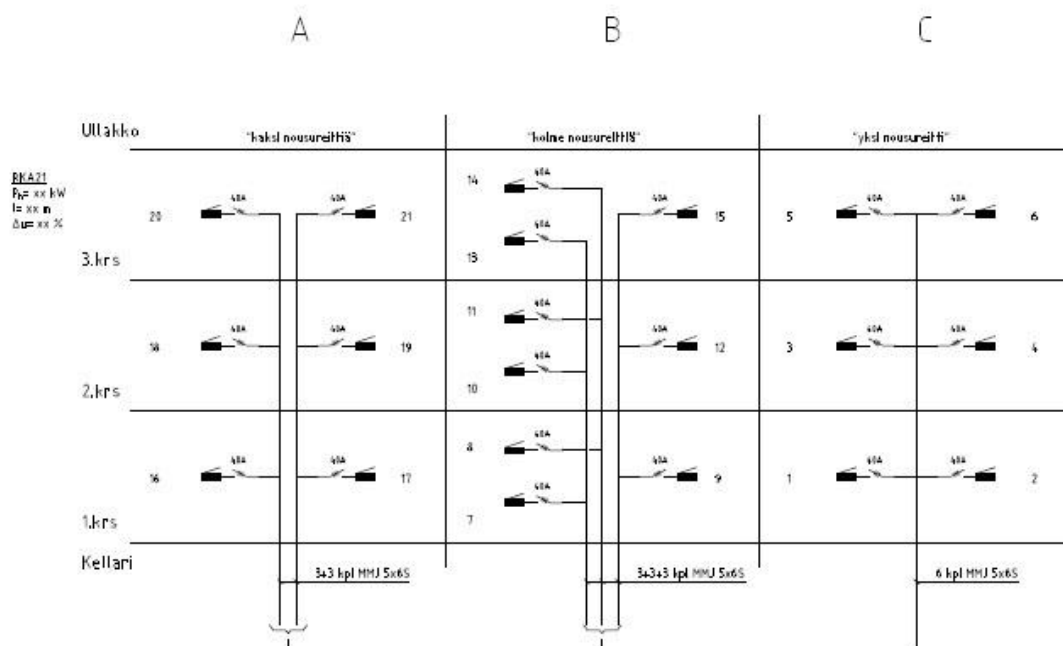


Kuva 6. Osa uudesta maadoituskaaviosta

Edellä mainittujen mitoitus- ja merkintöjen lisäksi maadoituskaavion (kuva 6) uudistamisen yhteydessä johtimien esitys muutettiin monijohtimiseksi ja CAD-kuvan vanhat objektit muutettiin blokeiksi sekä tehtiin myös uusia blokkeja, jotta maadoituskaavion muokkaaminen projektikohtaisesti helpottuisi.

### 6.3.2 Pääjohtokaavio

Pääjohtokaaviossa esitetään käytettävien liittymis- ja nousukaapeleiden johtotyypit, mitoitus- ja erotus- ja mittauskohdat. Lisäksi ilmoitetaan oikosulkuvirrat keskuksilla. Pääjohtokaaviosta käytetään myös nimitystä nousujohtokaavio. [10, s. 4.]



Kuva 7. Osa uudesta pääjohtokaaviosta.

Uutta mallipääjohtokaaviota (kuva 7) hieman yksinkertaistettiin edelliseen verrattuna. Mitoitustiedot tuotiin selkeämmin esiin ja jo pääkaavioissa esitettäviä tai itsestään selviä asioita karsittiin (esim. mittauskeskusten sulakkeet ja mittarit sekä Al/Cu-liittimet). Lisäksi esitettiin, kuinka havainnollistaa kaaviossa nousujohtoreittejä.

### 6.3.3 Sisäverkot

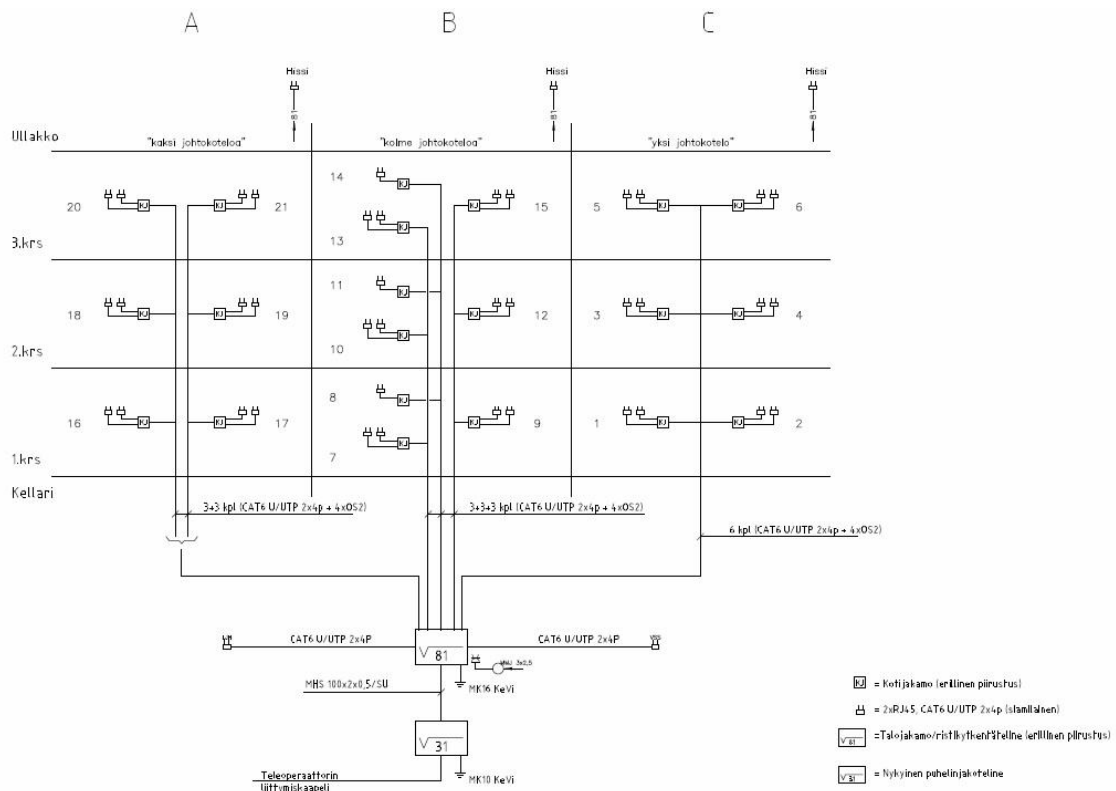
Sisäverkko on erilaisten kiinteistön sisäisten verkkojen yhteisnimitys. Näitä ovat mm. yhteisantenniverkko- ja järjestelmä sekä yleiskaapelointijärjestelmä. Toimivat ja laadukkaat sisäverkot ovat tv- ja radiovastaanoton sekä nopeiden laajakaistayhteyksien perusta. [23, s. 6–7.]

Vuoden 2014 alusta tuli voimaan uusi määräys 65/2013 M kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista. Aiemmin yhteisantenniverkkoa ja yleiskaapelointia käsiteltiin omissa määräyksissään (21 E/2007 M ja 25 E/2008 M). 1.1.2015 65/2013 M:n korvasi määräys 65 A/2014 M sisältäen tarkennuksia ja muutoksia. Määräystä 65A sovelletaan uudisrakentamisessa, sisäverkon uudistamisessa ja olemassa olevan sisäverkon kunnostamisessa.

### 6.3.4 Yleiskaapelointijärjestelmä

Uuden määräyksen 65 ja 65A myötä yleiskaapelointiin tuli erinäisiä muutoksia, jotka vietiin yleiskaapelointijärjestelmän mallikaavioon. Nykyisin optisen kaapeloinnin kuitujen kategoriaksi edellytetään OS2-yksimuotokuituja. Aikaisemmin myös OS1 sallittiin. Väestönsuojien ja teknisten tilojen yleiskaapelointijärjestelmän liityntäpisteet ja väestönsuojien yhteisantenniverkon kaapelointi muutettiin määräyksessä vaatimuksesta suositukseksi, mutta ne päätettiin mallikaavioihin sisällyttää.

Talokeskuksen sähkösuunnittelijat ovat jo edellisen määräyksen aikana määrittäneet suunnitelmiin neljä optista kuitua kutakin huoneistoa kohden (putkitusvaraus olisi riittänyt). Vähimmäisvaatimuksena runkokaapeloinnissa on edelleen yksi parikaapeli kutakin huoneistoa kohti, mutta Talokeskuksessa käytetään Sähköremontti-kirjan suositusta eli kahta kategorian 6 parikaapelia. Kuvassa 8 on esitetty uusi yleiskaapelointijärjestelmän mallikaavio.



Kuva 8. Yleiskaapelointijärjestelmän mallikaavio.

Yleiskaapeloinnin järjestelmäkaavioiden dwg-kuviin laitettiin ohjeita alustavien sisäverkkokaavioiden luomiseen. Näitä olivat mm. edellä mainitut kaapelointimääräykset

sekä määräyksen soveltamisohje kotikaapeloinnille sisäverkkoa uudistaessa eli asennetaan jokaiseen asuinhuoneistoon vähintään yhteen huoneeseen yksi kaksiosainen tietoliikennesasia, joka kaapeloidaan kahdella kategorian 6 parikaapelilla. [23, s. 62, 27, 25, 26; 24, s. 220.]

### 6.3.5 Yhteisantennijärjestelmä

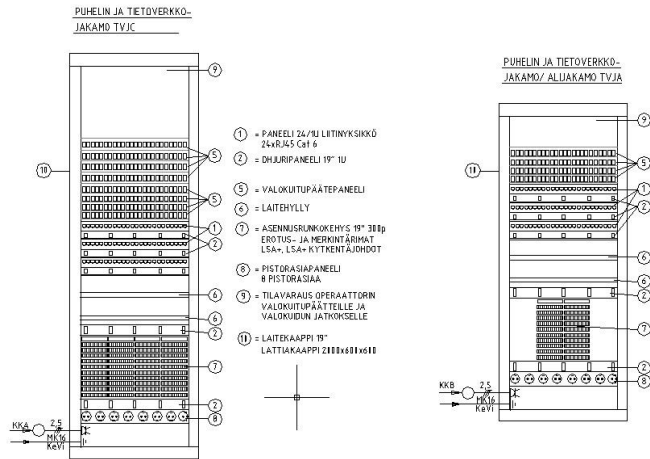
Yhteisantenniverkon runkokaapelointi toteutetaan koaksiaalikaapeleilla talojakamosta kerrosjakamoon ja kerrosjakamolta kotijakamoon. Jokaiseen asuinhuoneistoon siis suunnitellaan ja asennetaan oma koaksiaalikaapeli. Korjausrakentamisessa tämä yleensä tarkoittaa yleisen verkon liittymiskohdasta porraskohtaisille antennivahvistimille ja antennivahvistimilta kotijakamoon.

Uudistettaessa ja kunnostettaessa jokaiseen huoneistoon pitää asentaa vähintään yksi antennirasia, joka kaapeloidaan koaksiaalikaapelilla tähtiverkoksi huoneiston kotijakamoon [23, s. 28.]

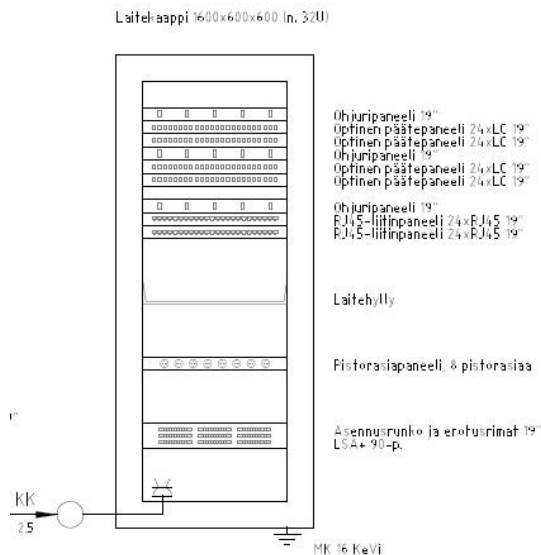
### 6.3.6 Jakamot

Jakamoiden mallipiirustuksia tehdessä tuli ottaa huomioon, että uusi määräys velvoittaa korjausrakentamisessa kotijakamon vähimmäispinta-alaksi 0,12 m<sup>2</sup> ja hyötysyvyydeksi vähintään 90 mm. Nykyisin optiset kuidut tulee päättää APC-hiottuihin tyyppin LC- tai SC-liittimiin. APC-liittimen (vinohiottu) tunnistaa vihreästä rungosta, aiemmin käytettiin sinistä UPC-liitintä (suoraan hiottu). [23, s. 4; 25.]

Jakamoiden mallipiirustuksen (kuva 10) dwg-kuviin luotiin kalusteet toisiinsa nähden mittakaavassa, jotta laitekaapin kalustaminen olisi helpompaa ja siitä näkisi todellisen tilankäytön paremmin. Kuvassa 9 on vanha jakamomallipiirustus, jossa mittasuhteet ovat pielessä.



Kuva 9. Osa vanhasta jakamoiden mallipiirustuksesta.



Kuva 10. Uudessa jakamopiirustuksessa selviää paremmin todellinen tilankäyttö.

### 6.3.7 Palovaroitinjärjestelmä

Kerrostaloissa ei käytetä automaattista paloilmointia eli järjestelmää ei liitetä aluehälytyskeskukseen. Tällöin puhutaan paloilmointijärjestelmän sijaan palovaroitinjärjestelmästä [26, s. 209.]

Palovaroitinjärjestelmän mallikaavioon päivitettiin mallituotteiksi Siemensin FC120-sarjan keskus siihen sopivine komponentteineen.

## 6.4 Laiteluettelot

### 6.4.1 Valaisinluettelo

Valaisinluettelo on laiteluettelo, johon merkitään kohteeseen tulevat valaisimet lamppu-tyypeineen ja tarvikkeineen [10, s. 4].

Excel-muotoista valaisinluetteloä muokattiin hieman nykyisiä tarpeita paremmin vastaavaksi. Häikäisysuojariviä ei koskaan toteutuneissa projekteissa käytetty, joten se poistettiin ja näin saatiin tilaa ennestään kapealle huomautusriville. Tähän voi tarvittaessa kirjata häikäisysuojan ja/tai sähkönumeron sekä muita huomioita (mahdolliset jalusta, pylväät yms.).

### 6.4.2 Lämmitinluettelo

Lämmitinluettelossa luetellaan kohteen sähkötoimiset lämmittimet [10, s. 4].

Lämmitinluettelo luotiin valaisinluetteloä apuna käyttäen, jolloin se saatiin hyvinkin samannäköiseksi kuin valaisinluettelo. Linjasaneerausrakentamisessa tulee hyvin harvoin vastaan kohteita, joissa käytetään sähköpattereita, mutta sähkölattia-ämmityksiä tulee lähes jokaiseen kohteeseen.

### 6.4.3 Koje- ja laiteluettelot

Koje- ja laiteluetteloissa luetellaan kohteessa käytettävät kiinteät tai puolikiinteät kojeet ja laitteet [10, s. 4].

Myöskään koje- ja laiteluetteloille ei ole ollut tarvetta. Usein nämä luetellaan jo kaaviossa tai ne sisältyvät LVI-suunnitelmiin, jolloin ne liitteinä sähkösuunnitelmien asiakirjoihin. Tämäkin yksinkertainen luettelo voidaan tarvittaessa muokata valaisinluettelosta.

## 6.5 Muut dokumentit

### 6.5.1 Piirustusluettelo/dokumenttiluettelo

Talokeskuksen sähkösuunnitelmissa piirustusten tunnusjärjestelmässä on käytetty juoksevaa numerointia. Työnumero koostuu vuosiluvusta ja juoksevasta numeroinnista (esim. 201510). Asiakirjojen tunnuksset muodostetaan juoksevana numerointina, jonka edessä käytetään S-kirjainta osoittamaan piirustus sähköpiirustukseksi (kuva 11).

PIIR. No	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	PÄIVÄYS	MUUTOS
S-1	Asemapiirustus	07.11.2012	
S-2	Johdotus ja johtotiet, alakellari, A-talo	07.11.2012	
S-3	Johdotus ja johtotiet, kellari, A-talo	07.11.2012	
S-4	Johdotus ja johtotiet, 1.krs, A-talo	07.11.2012	
S-5	Johdotus ja johtotiet, 2.krs, A-talo	07.11.2012	
S-6	Johdotus ja johtotiet, 3.krs, A-talo	07.11.2012	
S-7	Johdotus ja johtotiet, 4.kerros, A-talo	07.11.2012	
S-8	Johdotus ja johtotiet, ullakko, A-talo	07.11.2012	
S-9	Johdotus ja johtotiet, alakellari, B-talo	07.11.2012	
S-10	Johdotus ja johtotiet, kellari, B-talo	07.11.2012	
S-11	Johdotus ja johtotiet, 1.krs, B-talo	07.11.2012	
S-12	Johdotus ja johtotiet, 2.krs, B-talo	07.11.2012	

Kuva 11. Vanha piirustusluettelo juoksevilla numeroinnilla.

Yhden talon linjasaneeraukseen liittyvissä sähkösuunnitelmissa on piirustuksia keskimäärin noin 20–30. Juoksevan numeroinnin etuna on yksinkertaisuus ja vaivattomuus. Piirustukset on jaoteltu piirustusluettelossa pääpiirteissään tasopiirustuksiin, järjestelmäkaavioihin ja keskusdokumentteihin.

Juoksevan numeroinnin huonona puolena on uusien piirustusten lisääminen. Väliin lisätty piirustus aiheuttaa työlään muiden piirustusten numeroinnin siirtämisen yhdellä eteenpäin. Uusi piirustus voidaan tietenkin lisätä myös viimeiseksi, mutta tämä yleensä rikkoo jaottelun.

Uusi piirustusluettelo tehtiin soveltamalla ST-korttia 13.29. ST-kortissa esitelty tunnusjärjestelmä pohjautuu S2010-sähkönimikkeistöön, ja se täyttää Talo 2000 -nimikkeistön mukaiset vaatimukset. Uudessa piirustusluetteloinnissa käytetään piirustuksille S2010-nimikkeistön mukaista järjestelmätason nimikettä. Joihinkin järjestelmätasoihin lisättiin nollia, jotta kaikista nimiketunnuksista saatiin 4-numeroisia. S-tunnusta käytetään sähkötekniisiä ja T-tunnusta tietotekniisiä osia sisältäville dokumenteille. Yleisissä dokumenteissa käytetään S-tunnusta molemmissa tapauksissa. Jaottelu hankkeen toteutusvaiheiden mukaan sivuutettiin, sillä suunnitelmat tehdään linjasaneerausprojekteissa

suoraan toteutussuunnitelmiksi. Tarvittaessa tämä jaottelu on kuitenkin helppo lisätä. [27.]

Uusi piirustusnumerointikäytäntö vakiinnuttaa piirustusnumerot, jolloin Excel-muotoiseen piirustusluetteloon on helppo lisätä piirustuksia. Lisäksi piirustus voidaan numeroida ilman, että piirustusluetteloa on hahmoteltu tai tehty: projektista toiseen samansisältöisellä piirustuksella on tietty vakioitu piirustusnumero. Esimerkiksi S-2500 on aina valaisinluettelo, S-0100-K on kellari, S-2228-KK on kiinteistökeskus, T-1100 on antennijärjestelmäkaavio jne. Jos projektissa on useampia rakennuksia, lisätään piirustusnumeroon alanumero tai – kirjain: S-0100-K-A, S-0100-K-B (vrt. talo A ja talo B). S2010-nimikkeistöpohjaisen piirustusnumeroinnin käyttöönottoaminen helpottaa myös uuden sähköselostuksen jaottelun omaksumista. Purkupiirustukset merkataan alkamaan P:llä (esim. P-0100-1 eli 1. kerroksen purkupiirustus).

#### 6.5.2 Porrashuoneen johtokanava/-kotelo

Usein linjasaneerauksissa asuntojen nousukaapelit uusitaan porraskäytävään tehtävään rakennusaineiseen johtokanavaan. Porrashuoneet ovat uloskäytäviä (vanhempi ilmaus on poistumistie), jotka rakennusmääräykset velvoittavat rakennettaviksi omiksi palo-osastoiksi. Tällöin johtokanavan rakenne tulee olla EI30:n mukainen. Talokeskuksen suunnitelmissa tämä toteutetaan kaksinkertaisella kipsilevyllä. [15, s. 126.]

Johtokotelon mallipiirustusta ei tässä työssä juurikaan uudistettu. Nimiö logoineen vaihdettiin uusiksi sekä ulkonäköä ja sisältöä kohennettiin piirustusteknisesti, jotta jatkossa piirustusta on helpompi muokata.

#### 6.5.3 Sähköselostus (S2010)

Kaikilla sähkösuunnittelijoilla oli käytössä vielä vanhaan nimikkeistöön perustuva sähköselostus. Talokeskuksessa siirrytään vaiheittain kevästä 2013 alkaen käyttämään Talo 2000 -nimikkeistöä ja -selostuksia. Sähköselostus uudistettiin vastaamaan nykyistä S2010-sähkönimikkeistöä.

ST-kortiston selostusesimerkeistä koottiin malliselostus, joka sisältää tyypillisimmät Talokeskuksen linjasaneeraushankkeissa esiintyvät sähkö- ja tietotekniset järjestelmät.



Tekstin muotoiluun kiinnitettiin erityisesti huomiota, jotta dokumentin muokkaaminen ja järjestelmien liittäminen on jatkossa mahdollisimman helppoa. Uusi sähköselostus on aiempaa huomattavasti laajempi, joten sen räätälöimistä suoraan käytettäväksi suunnitelukohteissa ei toteutettu tässä työssä. Tämä vaati vielä reilusti työtä ja asiantunte-  
musta korjausrakentamisesta. Nyt malliselostus on kohdistettu enemmän uudisrakentamiseen.

#### 6.5.4 Seurantataulukko

Täysin uutena dokumenttina laadittiin sähkösuunnittelijoiden käyttöön itsetarkistuslista. Yhtenä RALA-serfikaatin suunnittelupalveluiden arviointikohtanakin on suunnittelijan oman laadun varmistus. Vapaamuotoisempia hankeseurantakortteja kylläkin on ollut käytössä, mutta ei mitään sähkösuunnittelijoita varten räätälöityä. Suunnittelijoilla on monesti useampi suunnitteluprojekti käynnissä, jolloin seurantataulukko helpottaa eri suunnitelmien edistymisen seurantaa ja voidaan paremmin välttää puutteet ja jopa varsinaiset virheet suunnitelmissa.

Seurantataulukon tärkeimpänä kriteerinä pidettiin yksinkertaisuutta ja siten helppokäyttöisyyttä. Taulukon tuli olla maksimissaan A4:n kokoinen, jotta sen täyttämiseen ei menisi liikaa aikaa ja vaivaa.

Taulukkoa (kuva 12) kehitettiin ja muokattiin palaverien ja käytäväkeskustelujen perusteella. Sähkösuunnittelija kuittaa tehtävän suoritukseksi sitä mukaa, kuin projekti etenee. Myös tehtävän valmiusastetta voi tarvittaessa arvioida. Osa tehtävistä on vain kuittaus saadulle lähtötiedolle (esim. kohteesta aiemmin tehty hankesuunnitelma).

## SÄHKÖSUUNNITTELUN SEURANTATAULUKKO

Työnumero:	201511	Suunnitelmat valmiit:	
Allteq-nro	ST123456		
Kohde/asiakas:	As Oy Mallikohde		
<b>Työnkuvaus:</b>	Linjaneeraus		
<b>Tehtävä:</b>			
<b>PROJEKTIN ALOITUS</b>			
Aloituspäivä	<input type="checkbox"/>		
Suunnittelukokoukset	<input type="checkbox"/>		
Varustelutaso	<input type="checkbox"/>		
Vanhat piirustukset	<input type="checkbox"/>		
Liittymistiedot verkkoyhtiöltä	<input type="checkbox"/>		
<b>ALUSTAVAT</b>			
Piirustukset arkkitehdiltä	<input type="checkbox"/>		
Tiedot LVI-suunnittelijalta	<input type="checkbox"/>		
Hankesuunnitelma	<input type="checkbox"/>		
Tilavaraukset/sähkötilat	<input type="checkbox"/>		
Valmiusaste (%)		25	50 75 100
<b>TOTEUTUS</b>			
Tasokuvat	<input type="checkbox"/>		x
Kaaviot/järjestelmät	<input type="checkbox"/>	x	
Luettelot	<input type="checkbox"/>		
Alenema- ja oikosulkulaskelmat	<input type="checkbox"/>		x
Palokatketiedot	<input type="checkbox"/>		

Kuva 12. Kuvassa osa seurantataulukosta.

## 6.5.5 Tarvekartoitusdokumentti

Talokeskuksella on hankesuunnitteluvaihetta varten käytössä osakaskyselylomake, jolla kartoitetaan osakkaiden ja asukkaiden tietoja ja kokemuksia kiinteistön ja oman huoneistonsa kunnosta. Samalla selvitetään osakkaiden toiveita kiinteistön tason parantamisesta ja tilojen kehitystarpeista.

Sähkösuunnittelijoiden toiveena oli kuitenkin, että myös itse suunnittelua varten luodaan malliasiakirja, jota voidaan käyttää apuna suunnittelun aloituskokouksessa. Tähän asti lopullinen varustetaso on lyöty lukkoon tilaajan kanssa pidetyissä suunnittelukokouksissa, johon tilaajan tahto on kirjattu vapaamuotoisesti. Uuden lomakkeen tarkoituksena on tuoda tilaajalle esiin, mikä on nykyään kerrostaloasunnon sähköinen varustetaso. Tämä helpottaa taloyhtiön edustajia päättämään, kuinka laajasti sähköremonttia lähdetään tekemään. Liittämällä dokumentti aloituskokouksen pöytäkirjaan voidaan todentaa, että tilaaja on alusta lähtien tiennyt suositusten mukaisen varustetason ja kaikki osapuolet tietävät, mitä tilaaja halusi.

Dokumentin (kuva 13) pohjana käytettiin ST-korttia 25.21 Sähköinen varustetaso kerrostaloasunnossa 2001. Kortissa on esimerkkinä varusteltu kolmio perustavarustuksella sekä esitetty myös kehittyneempi ratkaisu. Talokeskuksen tarvekartoitusdokumentin luomisessa käytettiin apuna perusvarustustasoa, sillä linjasaneerauskohteissa sähköisen varustetason nosto on yleensä kohtalaisen suppea, käsittäen vain kylpyhuoneen uudelleensähköistyksen ja keittiön perusparantamisen. Nyt luotu dokumentti on kuitenkin huomattavasti laajempi, joten se sopii käytettäväksi myös toimeksiantoihin, joissa suunnitellaan normaalia laajempi sähköremontti. [12.]

**1. Valaistus ja pistorasiat (perusvarustus) Päätös**

**Eteinen ja käytävä:**

Valaisinpistorasia (vaihtokytkimellä).

Pistorasiat sisääntulo-oven vieressä ja KPH-seinällä.

Käytävässä kaksi valaisinpistorasiaa vaihtokytkimellä.

**WC:**

Valollinen peilikaappi pistorasialla ja kattovalaisin.

Pistorasia lavuaarin (oikealla) puolella seinässä.

**Makuuhuoneet:**

Valaisinpistorasia keskellä huonetta, kytkinohjaus.

Pistorasia välittömästi kytkimen alla, kannellinen.

Kolme muuta liitäntäpaikkaa.

Kuva 13. Tarvekartoitusdokumentti kertoo tilaajalle nykyaikaisen perusvarustetason.

## 7 Yhteenveto

Insinöörityössä toteutettiin varsin kattavasti mallidokumentteja sähkösuunnittelijoiden käyttöön. Yhteensä luotiin 19 dokumenttia. Ne kattavat pääosan kerrostalon korjausrakentamisen suunnittelemisessa tarvittavista sähködokumenteista.

Dokumentit ovat käyttövalmiita todellisten suunnittelukohteiden aloituspohjiksi. Sähköselostus kuitenkin vaatii vielä työstämistä, jotta se on aidosti korjausrakentamista palveleva.

Alun perin tarkoituksena oli käsitellä myös talotekniikan sähkövalvojan tehtäviä ja luoda valvojen käyttöön mallidokumentteja. Suunnitteludokumenttien uudistamisessa oli kuitenkin riittävästi töitä ja niissäkin tehtyjä valintoja olisi voinut perustella lähes loputtomasti. Valvontatehtävien läpikäynti kera dokumenttien olisi paisuttanut työtä liikaa.

Työn aikana perehdyttiin sähkösuunnitteluprosessiin yksityiskohtaisesti, mikä helpottaa myös työelämässä suunnittelun jäsentämistä ja kokonaisuuden hallintaa. Lisäksi jokaisen dokumentin läpikäynti toi esille, missä jatkossa on kehitettävää ja parannettavaa. Suunnitelmia voi aina hioa ja parannella, mutta jossain kohtaa niistä on päästettävä irti – niin kuin tästäkin työstä – ja lähetettävä urakkalaskentaan.

## Lähteet

- 1 Suomen Talokeskus Oy. 2015. Verkkodokumentti. Suomen Talokeskus. <[www.talokeskus.fi](http://www.talokeskus.fi)>. Luettu 25.5.2015.
- 2 Toimintajärjestelmät. 2015. Verkkodokumentti. Laatukeskus. <<http://www.laatukeskus.fi/palvelut-asiantuntijapalvelut-virallinen-versio/toimintajarjestelmat>>. Luettu 25.5.2015.
- 3 Toimintajärjestelmä. 2015. Verkkodokumentti. QPR. <<http://www.qpr.com/fi/content/toimintajarjestelma>>. Luettu 25.5.2015.
- 4 Blomberg, Martti. Laatujärjestelmä vai toimintajärjestelmä? 2012. Verkkodokumentti. Kh Fin Oy. <<http://www.pkylaatu.fi/blogi/laatuajarjestelma-vai-toimintajarjestelma->>. Luettu 25.5.2015.
- 5 Sähkö- ja teleurakoitsijan käsikirja. 2004. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 6 RALA-sertifiointi. Verkkodokumentti. Rakentamisen laatu Oy. <[www.rala.fi/palvelut/sertifiointi](http://www.rala.fi/palvelut/sertifiointi)>. Päivitetty 03.10.2014. Luettu 25.5.2015.
- 7 ST 41.00. Tehtäväluettelot. 2013. Rakennustieto Oy.
- 8 ST 41.10. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12. 2013. Rakennustieto Oy.
- 9 SFS-käsikirja 600-1. Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 pienjännitesähköasennukset. 2012. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS Ry.
- 10 ST 13.30. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit. 2009. Rakennustieto Oy.
- 11 ST-esimerkit 5. 2005. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 12 ST 25.21 Sähköinen varustetaso kerrostaloasunnossa 2001. 2001. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 13 TalotekniikkaRYL 2002 Osa 2. 2002. Rakennustieto Oy.
- 14 Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista (Määräys 65 A/2014). Verkkodokumentti. Viestintävirasto. <<https://www.viestintavirasto.fi/attachments/maaraykset/M65A2014.pdf>>. Luettu 25.5.2015.
- 15 D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2012. Espoo: Sähköinfo Oy.

- 16 ST 662.50. Palovaroittimet. 2009. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 17 ST 53.34. Jakokeskuksen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettavia asioita. 2014. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 18 ST 51.03. Sähkötyöturvallisuusvaatimusten huomioon ottaminen rakennusten sähköasennuksissa. 2009. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 19 Saastamoinen, Arto. 2008. Dokumentointivaatimukset selkiytyvät. Verkkodokumentti. Sähköala-lehti. <[http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/saadokset\\_ja\\_maaraykset/fi\\_FI/dokumentointi/](http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/saadokset_ja_maaraykset/fi_FI/dokumentointi/)>. Luettu 25.5.2015.
- 20 ST 53.21. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset. 2012. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 21 Maadoituskirja. 2014. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 22 Tiainen, Esa. 2014. PEN-johtimien kytkennät asennusten muutos- ja laajennustöissä. Sähköala 4/2014, s. 40–41.
- 23 Määräyksen 65 perustelut ja soveltaminen (MPS 65). 2014. Verkkodokumentti. Viestintävirasto. <[https://www.viestintavirasto.fi/attachments/maaraykset/M65\\_MPS.pdf](https://www.viestintavirasto.fi/attachments/maaraykset/M65_MPS.pdf)>. Luettu 25.5.2015.
- 24 Sähköremontti. 2011. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 25 Meronen, Paula. 2014. Kiinteistöjen valokuitukaapeloinniksi yksimuotokuidut ja APC-hiotut liittimet vuoden 2014 alusta. Verkkodokumentti. <[http://www.orbis.fi/valo\\_kuitu\\_kiinteistoissa](http://www.orbis.fi/valo_kuitu_kiinteistoissa)>. Luettu 25.5.2015.
- 26 ST-käsikirja 10. Paloilmoitinjärjestelmät. 2004. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 27 ST 13.29. Piirustusnumeroiden muodostaminen sekä piirustus- ja asiakirjaluettelon laatiminen S2010-nimikkeistön pohjalta. 2014. Espoo: Sähköinfo Oy.