



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# SÄHKÖSUUNNITTELUPROSESSIN KEHITTÄMINEN

TEKIJÄ: Sami Koponen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Sami Koponen	
Työn nimi Sähkösuunnitteluprosessin kehittäminen	
Päiväys	30.4.2015
Sivumäärä	38
Ohjaajat yliopettaja Ari Suopelto ja lehtori Heikki Laininen	
Toimeksiantaja AH-Talotekniikka	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli sähkösuunnitteluprosessin kehittäminen. Opinnäytetyön tilaaja oli AH-Talotekniikka. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä yritykselle prosessikaavio kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessista, päivittää yrityksen laatukäsikirjan prosessikaavioon liittyvät kappaleet ja pitää koulutus yrityksen työntekijöille prosessikaaviosta. Prosessikaavion tarkoituksena on kehittää suunnitteluprosessia, yhtenäistää työntekijöiden työmenetelmät, perehdyttää uudet työntekijät ja esitellä asiakkaille laadun toteutumista suunnittelussa.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa on käyty läpi kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessia ja siihen sidoksissa olevia tärkeitä asioita, jotka liittyvät sähkösuunnitteluun ja itse prosessiin.</p> <p>Prosessikaavio tehtiin talotekniikan tehtäväluetellon TATE12:sta mukaan yrityksen käytännöt huomioon ottaen. Laatukäsikirjan prosessikaavioon liittyvät kappaleet päivitettiin ajantasalle nykyisten käytäntöjen mukaan. Koulutuksessa prosessikaavio käytiin perusteellisesti läpi työntekijöiden kanssa kohta kohdalta.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin prosessikaavio kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessista. Laaditusta prosessikaaviosta tuli osa yrityksen laatujärjestelmää.</p>	
Avainsanat sähkösuunnitteluprosessi, kehittäminen	
Luottamuksellisuus julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author Sami Koponen			
Title of Thesis Development of the Electrical Design Process			
Date	30 April 2015	Pages	38
Supervisors Mr Ari Suopelto, Principal Lecturer and Mr Heikki Laininen, Lecturer			
Client Organisation AH-Talotekniikka			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was the development of the electrical design process. This thesis was commissioned by AH-Talotekniikka. The aim of the thesis was to make a process diagram about a property's electrical design process, update the company's quality manuals concerning the process diagram and give education for the company's employees about the process diagram. The purpose of the diagram is to develop the designing process, standardize the company's employees' working methods, orientate the company's new employees and to present the company's quality implementation to the customers.</p> <p>The theoretical part dealt with a property's electrical design process in general and other important things involved in it which are related to the electrical designer and the process itself.</p> <p>The process diagram was made according to the building technology's task list TATE12 also taking the company's practices into account. The chapters in the quality manual dealing with the process diagram were updated paying attention to the company's practices. In the education process diagram was thoroughly reviewed with the employees' point by point.</p> <p>As a result of the thesis, a process diagram was produced on the property's electrical design process. The produced process diagram became a part of the company's quality system.</p>			
Keywords electrical design process, development			
Confidentiality public			

## ESIPUHE

Työskennellessäni koulun ohella AH-Talotekniikalla opinnäytetyö tuli ajankohtaiseksi. Kysyin yrityksistä mahdollista opinnäytetyön aihetta ja onnekseni hyvä aihe löytyi laaturyhmän toimesta nopeasti. Aiheeksi tuli sähkösuunnitteluprosessin kehittäminen. Työnsarkaa aiheen parissa olisi ollut paljon enemmänkin kuin nyt tein, mutta aiheen alue täytyi rajata opinnäytetyöhön tarkoitetuksi kokonaisuudeksi.

Työ oli haastava, koska kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessi on kokonaisuutena valtavan laaja, mutta kirjallisia lähteitä työhön on olemassa todella vähän. Tieto oli suurimmaksi osin niin sanottua hiljaista tietoa, jota sai yrityksen työntekijöiltä.

Haluan kiittää AH-Talotekniikkaa mielenkiintoisesta ja haastavasta opinnäytetyön aiheesta. Lisäksi haluan kiittää AH-talotekniikan projektipäällikkö Pekka Ahoa, Savonia-ammattikorkeakoulun lehtori Heikki Lainista ja yliopettaja Ari Suopeltoa opinnäytetyöni ohjauksesta.

Kuopiossa 30.4.2014

Sami Koponen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	8
2	AH-TALOTEKNIikka .....	9
3	SÄHKÖSUUNNITTELUPROSESSI.....	10
3.1	Kiinteistöjen suunnittelu .....	10
3.2	Sähköturvallisuus .....	10
3.3	Suunnittelija .....	11
3.3.1	Tehtävät.....	11
3.3.2	Vastuu.....	11
3.3.3	Valinnan perusteet .....	12
3.4	Henkilöryhmittely .....	13
3.4.1	Tarkoitus ja käyttö .....	13
3.4.2	Henkilöryhmät .....	13
3.5	Pätevyudet .....	15
3.5.1	Sertifiointi.....	15
3.5.2	Pätevyysvaatimukset .....	15
3.5.3	Kohteiden vaativuusluokitukset .....	16
3.6	Aikataulu .....	17
3.6.1	Laadinta ja seuranta.....	17
3.6.2	Resurssit .....	18
3.7	Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo.....	19
3.7.1	Tarkoitus ja käyttö .....	19
3.7.2	Sisältö .....	19
3.7.3	Tehtäväkokonaisuudet.....	19
3.8	Suunnittelun sidosryhmät .....	22
3.9	Sähkönimikkeistö .....	23
3.9.1	Tarkoitus ja käyttö .....	23
3.9.2	Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät.....	23
3.9.3	Tietotekniset järjestelmät .....	26
3.10	Suunnittelun laatu.....	28
3.11	Suunnitteluasiakirjat.....	30
3.12	Suunnittelun etiikka .....	31

3.13 Suunnitteluohjelmistot.....	32
3.14 Suunnittelun tehostaminen .....	33
4 SÄHKÖSUUNNITTELUPROSESSIN KEHITTÄMINEN .....	35
5 YHTEENVETO.....	36
LÄHTEET .....	37

## LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

AutoCAD	Yleiskäyttöinen tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto
2D	Kaksiulotteinen
3D	Kolmiulotteinen
BIM	Building Information Model, Rakennuksen tietomalli
CAD	Computer-Aided Design, Tietokoneavusteinen suunnittelu
CENELEC	European Committee For Electrotechnical Standardization, Sähkötekniikan alan eurooppalainen standardointijärjestö
IEC	International Electrotechnical Commission, Sähkötekniikan alan kansainvälinen standardointiorganisaatio
IFC	Industry Foundation Classes, Rakennusalan tietomallinnuksen kansainvälinen tiedonsiirtostandardi
KSE2013	Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot 2013
Määräluettelo	Lista hankkeeseen sisältyvistä materiaaleista
NSS ry	Sähköalan suunnittelijoiden ja suunnittelutoimistojen yhdistys
Olio	Ohjelmoitu objekti joka sisältää sähkölaitteen tekniset tiedot ja 3D-mallin
SESKO ry	Sähkötekniikan alan kansallinen standardointijärjestö
SKOL ry	Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto
Sähkötieto ry	Suunnittelu-, urakointi-, tarkastus-, kunnossapito- ja rakennuttajapiirien yhteistyöelin
TATE12	Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo 2012
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on sähkösuunnitteluprosessin kehittäminen. Työssä laaditaan AH-Talotekniikalle prosessikaavio kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessista taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelon TATE12:sta mukaan yrityksen käytännöt huomioon ottaen, päivitetään yrityksen laatukäsikirjan prosessikaavioon liittyvät kappaleet ja pidetään koulutus yrityksen työntekijöille prosessikaaviosta. Prosessikaavion tarkoituksena on kehittää suunnitteluprosessia, yhtenäistää työntekijöiden työmenetelmät, perehdyttää yrityksen uudet työntekijät ja esitellä asiakkaille laadun toteutumista yrityksen suunnittelussa. Prosessikaaviosta tulee osa yrityksen laatujärjestelmää. AH-Talotekniikalle tehtävän työn osuus on yrityksen omaisuutta ja näin ollen salaista, joten sitä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä kuin lyhyesti yleisellä tasolla.

Työelämässä on huomattu, ettei sähkötekniikan koulutuksessa ole pystytty antamaan suunnittelutyössä tarvittavia perusvalmiuksia. Syyksi tähän nähdään koulutuksen suuntautuminen muille sähkötekniikan osaamisalueille ja alan uusimman tiedon puute. Suunnittelualue toimii perinteisesti työssäoppimalla: Uusi sähkösuunnittelija tekee yleensä aluksi avustavaa sähkösuunnittelua. Suunnittelukokemuksen karttuessa työ muuttuu itsenäisemmäksi.

Opinnäytetyössä käsitellään kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessia, sen eri tehtäväkokonaisuuksia ja näiden tuloksia. Opinnäytetyö on tarkoitettu sähköalan opiskelijoille, sähköalalla toimiville ja sähkösuunnittelutoimistoon tuleville uusille työntekijöille antamaan peruskäsitys kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessista. Kokeneelle sähkösuunnittelijalle sähkösuunnitteluprosessin kuvaaminen saattaa tuntua teoreettiselta, kun taas uudelle alalle tulevalle on hyvä antaa peruskäsitys koko prosessista, koska itse työssä uusi tekijä saa aluksi työtehtäväkseen vain pienen kokonaisuuden koko prosessista. Työkokemuksen ja osaamisen karttuessa tekijän osuus koko prosessista kasvaa pala palalta. Täysin itsenäiseen työhön kykeneväksi sähkösuunnittelijaksi kehittyminen vie yleensä vuosia riippuen henkilön aikaisemmasta työhistoriasta ja motivaatiosta oppia uutta.



## 2 AH-TALOTEKNIikka

AH-Talotekniikka/AH Elens Oy on perustettu vuonna 1996. Toiminta alkoi yrityskaupasta, kun yhtiön silloinen johto osti Pöyry-konserniin kuuluneen Rakennus-Ekonon Kuopion-toimiston sähköosaston. Vuonna 2003 Sähköinsinööritoimisto E. Pitkänen Oy:n liiketoiminta ja henkilökunta fuusioitiin AH-Talotekniikkaan. Vuonna 2013 osa AH-Talotekniikan omistajuudesta siirtyi uusille omistajille. (AH-Talotekniikka 2015, Yritys.)

AH-Talotekniikka on yksi Itä-Suomen suurimmista sähkö- ja tietojärjestelmäsuunnittelua tarjoavista toimistoista. Yritys työllistää tällä hetkellä 16 työntekijää ja sen liikevaihto oli vuonna 2014 yli miljoona euroa. AH-Talotekniikka valittiin vuonna 2012 vuoden sähkösuunnitteluyritykseksi. (AH-Talotekniikka 2015, Yritys.)

AH-Talotekniikka tekee asiakaslähtöistä ja ammattitaitoista sähkö- ja tietojärjestelmäsuunnittelua yli 40 vuoden kokemuksella. AH-Talotekniikan tarjoamia palveluita ovat suunnittelu, hankinta, valvonta, energiakonsultointi, kuntoarviot ja kuntotutkimukset. Yrityksen toimitilat sijaitsevat Kuopiossa, mutta toimintasektori kattaa koko Suomen keskittyen päätoimisesti Itä-Suomen alueelle. Yritys suunnittelee kohteita myös ulkomaille, enimmäkseen Venäjälle. Yrityksen omistuspohja on sataprosenttisesti paikallisten ammattilaisten hallussa, minkä vuoksi asiakkaita pystytään palvelemaan joustavasti ja paikalliset tarpeet huomioiden. (AH-Talotekniikka 2015, Palvelut.)

### 3 SÄHKÖSUUNNITTELUPROSESSI

#### 3.1 Kiinteistöjen suunnittelu

Sähkösuunnittelua tarvitaan aina jossakin muodossa, kun laite, järjestelmä, kone tai kiinteistö tarvitsee sähköä toimiakseen. Usein tilanne on nykyisinkin sellainen, että laitteeseen, laitteistoon ja järjestelmään liittyy lisäksi myös älyä eli tietotekniikkaa ja tiedonsiirtoa. Sähkösuunnittelun perustana on sähkötekniikan ymmärtäminen ja soveltaminen käytäntöön. Tämän lisäksi koko ajan yhä enemmän korostuu myös tietotekniikan hallitseminen. (NSS ry 2004, 9.)

Tämä opinnäytetyö keskittyy kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessiin. Kiinteistöihin liittyvää sähköistystä kutsutaan sähköiseksi talotekniikaksi. Sähköinen talotekniikka pitää sisällään kaikki kiinteistön sähkötekniset järjestelmät sähköenergian jakeluverkosta aina tietotekniikan sovelluksiin asti. Sähkösuunnittelulla kuvataan tässä opinnäytetyössä kiinteistöjen S2010-sähkönimikkeistön mukaista sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien ja tietoteknisten järjestelmien suunnittelua. Sähkösuunnitteluprosessi on yleensä suurempi kokonaisuus kuin yksittäisen sähkösuunnittelijan työpanos. Kaikki sähkösuunnitteluprosessin osat ja vaiheet eivät siis välttämättä ole saman sähkösuunnittelijan tehtäviä. (NSS ry 2004, 9.)

#### 3.2 Sähköturvallisuus

Suomessa sähkölaitteille ja -laitteistoille säädettyjä kansallisia ja kansainvälisiä turvallisuusvaatimuksia valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. Sähkötekniikan alan standardointijärjestö SESKO laatii Suomen kansalliset SFS-standardit ja saattaa kansainväliset IEC-standardit ja eurooppalaiset CENELEC-standardit kansallisiksi SFS-standardiksi. (SESKO ry 2014, 1-2.)

Sähkösuunnittelusta on sähköturvallisuuslaissa säädetty näin:

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

- 1) *niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;*
- 2) *niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä; sekä*
- 3) *niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. (Sähköturvallisuuslaki 1996, 2 luku 5§.)*

Sähkösuunnittelu ei ole Suomen lainsäädännön mukaan sähkötyötä eikä sähkösuunnittelijalle ole säädetty laissa minkäänlaisia pätevyysvaatimuksia. Tämän perusteella kuka tahansa maallikko voi tehdä sähkösuunnittelua, mutta henkilön on kuitenkin tunnettava sähköturvallisuuteen liittyvät säädökset niin, että laaditut suunnitelmat ovat niiden mukaiset.

### 3.3 Suunnittelija

#### 3.3.1 Tehtävät

Sähkösuunnittelijan suunnittelutehtäviä ovat esimerkiksi tekniset mitoitukset ja laskelmat, toiminto-, laite- ja järjestelmävalinnat, dokumenttien laatiminen sekä yhteydenpito hankkeen muihin osapuoliin. Suunnittelutyöhön voi lisäksi kuulua myös muita tilaajaa avustavia tehtäviä, jotka liittyvät esimerkiksi valvontaan, huoltoon ja kunnossapitoon tai tarkastuksiin ja hankintaan. (NSS ry 2004, 9.)

Sähkösuunnittelijana toimiminen voidaan karkeasti jaotella konsultointiin ja tekniseen suunnitteluun. Konsultoinnissa sähkösuunnittelija etsii ratkaisuja parantaa tilaajan liiketoimintaa sekä tutkii teknisiä ja taloudellisia vaihtoehtoja ratkaisuksi tilaajan ongelmiin ja tarpeisiin. Teknisessä suunnittelussa sähkösuunnittelija etsii tekniset ratkaisut, joilla tilaajan toiveet ja tarpeet on mahdollista toteuttaa käytössä olevilla resursseilla. Hän laatii esimerkiksi piirustukset, kaaviot, luettelot ja selostukset toteutusdokumenteiksi. (NSS ry 2004, 9.)

Sähkösuunnittelijat talotekniikan puolella erikoistuvat yleensä suunnittelemaan tietyn tyyppisiä kohteita tai järjestelmiä. Koska erityyppisissä kohteissa tai järjestelmissä on aina oma maailmansa ja suunnitteluala on kokonaisuutena niin laaja. Kohteissa voi erikoistua esimerkiksi asuinrakentamiseen, teollisuuteen, toimistoihin ja liiketiloihin tai sairaaloihin ja terveyskeskuksiin. Kun taas järjestelmien puolella sähkösuunnittelija voi erikoistua esimerkiksi KNX-, paloilmoin- tai äänentoistojärjestelmiin.

Sähkösuunnittelija on asiantuntija, joka oikeaan aikaan etsii ja esittää ratkaisut, jotka täyttävät kohteelle asetetut vaatimukset. Sähkösuunnittelijan tehtävä on luoda suunnitelmat hyväksytyjen ratkaisujen mukaan, niin että kohteesta tulee toimiva kokonaisuus, joka voidaan rakentaa, käyttöönottaa ja jota voidaan käyttää. Sähkösuunnittelijan tulee kouluttautua aina tarpeen vaatiessa. Sähkösuunnittelijan tulee myös olla ajan hermolla ja seurata alansa jatkuvaa kehitystä ja tuoda uusia ajatuksia, ideoita ja vaihtoehtoisia ratkaisuvaihtoehtoja suunnittelupöytiin. Sähkösuunnittelijan tehtävä on ymmärtää laajoja kokonaisuuksia ja tarjota eri osapuolten vaatimukset täyttäviä ratkaisuja. Sähkösuunnittelija toimii koko prosessin ajan tilaajan edunvalvojana ja teknisenä asiantuntijana. (NSS ry 2004, 92.)

#### 3.3.2 Vastuu

Sähkösuunnittelija on vastuussa suunnittelemistaan ratkaisuista. Suunnitellut ratkaisut eivät saa olla ristiriidassa muiden suunnitelmien kanssa. (NSS ry 2004, 92.)

Yleensä erimielisyydet suunnittelijan vastuusta koskevat suunnittelijan virheen seurauksesta syntyneiden kulujen korvaamista. Muita mahdollisia vastuukysymyksiä ovat suorituksen tekemättä jättäminen osittain tai kokonaan ja suorituksen puute tai viivästyminen. (Suninen 2012, 25-27.)

Suunnittelijan vastuun rajat eivät ole yksiselitteiset. Suurin ongelma on nimenomaan lainsäädännön puuttuminen. Vastuu ratkaistaan pääsääntöisesti aina eri osapuolten välille tehdyn suunnittelusopimuksen mukaan eli konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen KSE2013:sta mukaan, koska vallitseva käytäntö on tehdä sopimukset KSE-ehtoja käyttäen ilman, että sopimukseen sisällytetään tarkennettuja vastuuehtoja. Haastavaa suunnittelijan vastuun arvioinnista tekee se, että tahallisuus, tuottamuksen aste ja huolimattomuus arvioidaan joka kerta tapauksittain. (Suninen 2012, 38-40.)

Kun on käytetty konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE2013:sta on suunnittelijan vastuu korkeintaan työstä saadun kokonaispalkkion suuruinen, ellei suunnittelijan toimintaa katsota tahalliseksi tai törkeäksi tuottamukseksi. Se mitä pidetään tahallisena tai törkeänä tuottamuksena, on vaikea määrittää, koska nämäkin arvioidaan aina tapauksittain. (Suninen 2012, 38-40.)

### 3.3.3 Valinnan perusteet

Tilaaaja määrittelee kriteerit, joiden perusteella sähkösuunnittelija valitaan tarjouspyyntökilpailussa. Valinta perustuu suunnittelun hintaan, suunnittelun laatuun tai näiden kombinaatioon. Osa työn tilaamisesta tapahtuu vakiintuneiden suhteiden perusteella, jolloin oikeata tarjouspyyntökilpailua ei käydä ollenkaan. Tilaaaja määrittelee aina tarkasti tarjouspyyntöön suunnitelmien sisällön ja tavoitteet, jotta annettavat tarjoukset ovat sisällöltään yhdenvertaiset. (NSS ry 2004, 41.)

Hintaan perustuvassa valinnassa tilaaaja tekee valinnan pelkästään tarjouksen veloitusperusteiden mukaan. (NSS ry 2004, 41.)

Laatuun perustuvassa valinnassa tilaaaja tekee valinnan pelkästään laadun perusteella. Silloin tilaaaja haluaa sellaisen sähkösuunnittelijan, jolla on tehtävään tarvittava kokemus, osaaminen ja resurssit. Laatu-kriteereihin perustavaa valintaa pidetään parhaana menettelynä sähkösuunnittelijan valinnassa. (NSS ry 2004, 41.)

Laatuun perustuvan sähkösuunnittelijan valinnan kriteereitä ovat esimerkiksi pätevyys, toimituskyky ja yhteistyökyky. Pätevyydellä tarkoitetaan sähkösuunnittelijan aiempaa kokemusta vastaavista tehtävistä, alan koulutusta, suoritumista vastaavista tehtävistä, paikallistuntemusta ja työmenetelmien tasoa. Toimituskyvyllä tarkoitetaan käytössä olevia henkilöresursseja, toimitusaikaa ja aiempaa tilaajan aikataulun noudattamista. Yhteistyökyvyllä taas tarkoitetaan henkilön soveltuvuutta tilaajan tarpeisiin ja sähkösuunnittelijan etäisyyttä tilaajasta ja muista hankkeen osapuolista. (NSS ry 2004, 41.)

Sekä hintaan että laatuun perustuvassa valinnassa tilaaaja hakee kokonaisuutena edullisinta tarjousta. Tilaaaja määrittelee tällöin tarkasti tarjouspyyntöön hinnan ja laadun painoarvot. (NSS ry 2004, 41.)

### 3.4 Henkilöryhmittely

#### 3.4.1 Tarkoitus ja käyttö

Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL on laatinut henkilöryhmittelyn, jossa suunnittelutoimistojen työntekijät jaotellaan ryhmiin koulutuksen, työkokemuksen ja ammattitaidon perusteella. Näihin ryhmiin perustuvat hankkeissa tilaajalle tehtävät tuntipalkkiotarjoukset sähkösuunnittelusta. (NSS ry 2004, 116.)

Suunnittelusopimusta laadittaessa tulee arvioida toimeksiannettavan hankkeen vaativuustaso. Työhön on valittava tätä vaativuustasoa vastaavan pätevyystason omaava sähkösuunnittelija. Jos sähkösuunnittelija ei täytä työhön vaadittavaa pätevyystasoa, ei hänen työpanoksestaan kuulu myöskään maksaa todellista pätevyystasoa eli henkilöryhmää korkeampaa tuntipalkkiota. Jos taas hankkeeseen valittu sähkösuunnittelija on pätevyystasoltaan vaadittua korkeampi, ei hänestä tällöin makseta hankkeen työhön vaadittavaa pätevyystasoa korkeampaa tuntipalkkiota. SKOL:in esittämät perusteet sähkösuunnittelijoiden arviointiin ovat suuntaa antavia esimerkiksi kokemuksen osalta. Sähkösuunnittelijaa arvioidaan lisäksi koulutustaso, erityisosaaminen, tehtävän vaativuus, lisäkoulutus, työpanos ja itsenäisyys. (NSS ry 2004, 116-117.)

#### 3.4.2 Henkilöryhmät

Alla on esitetty suunnittelutoimistojen työntekijöille SKOL:in laatimat henkilöryhmät.

##### *07 Avustajat ja harjoittelijat*

*Piirtäjän, harjoittelijan ynnä muut sellaiset suunnittelua avustavat työt. (SKOL ry 2013, 2.)*

##### *06 Suunnitteluassistentit / tekniset avustajat / avustavat suunnittelijat*

*Avustavan tai aloittelevan suunnittelijan, suunnitteluassistentin tai teknisen avustajan tehtävät. Kokemusta vaativat teknisen avustajantehtävät. Koulutustaso suunnitteluassistentin perustutkinto, muu ammattitutkinto tai kelpollisia näyttöjä avustajan tehtävistä henkilöryhmässä 07 vähintään 3 vuoden ajalta. (SKOL ry 2013, 2.)*

##### *05 Nuoremmat suunnittelijat*

*Suunnittelu- tai tutkimustyö kokeneemman henkilön johdolla tai valvonnassa. Koulutustaso ammattikorkeakoulututkinto tai teknikontutkinto ja näyttöjä henkilöryhmässä 06 pätevästi suoritetusta työstä vähintään 3 vuoden ajalta tai ammattitutkinto täydennettynä riittäväällä lisäkoulutuksella ja kokemuksella vähintään 10 vuotta henkilöryhmässä 06. (SKOL ry 2013, 2.)*

#### *04 Suunnittelijat*

*Kokemusta ja ammattitaitoa edellyttävä itsenäisesti suoritettava vaativa suunnittelu- ja tutkimustyö. Koulutustaso ylempi korkeakoulututkinto tai ammattikorkeakoulututkinto alalta ja näyttöjä nuoremman suunnittelijan henkilöryhmässä 05 pätevästi suoritetusta työstä vähintään 3 vuoden ajalta tai teknikkotutkinto ja näyttöjä nuoremman suunnittelijan henkilöryhmässä 05 pätevästi suoritetusta työstä vähintään 5 vuoden ajalta. (SKOL ry 2013, 2.)*

#### *03 Konsultit / erikoissuunnittelijat*

*Hankkeen tai sen osan päällikkötehtävät tai erityistä kokemusta vaativat suunnittelutehtävät. Erikoisalan asiantuntijatehtävät tai vastuullinen konsulttityö. Koulutustaso ylempi korkeakoulututkinto, ammattikorkeakoulututkinto tai teknikkotutkinto. Näyttöjä suunnittelijan henkilöryhmässä 04 pätevästi suoritetuista toimeksiannoista vähintään 4 vuoden ajalta, teknikkotutkinnon suorittaneilta 10 vuoden ajalta. (SKOL ry 2013, 2.)*

#### *02 Vanhemmat konsultit / vanhemmat erikoissuunnittelijat*

*Hankkeen tai sen laajan osatehtävän johtaminen tai pääsuunnittelu. Korkean tason asiantuntijatehtävät tai vastuullinen konsulttityö. Koulutustaso ylempi korkeakoulututkinto tai ammattikorkeakoulututkinto. Näyttöjä konsultin / erikoissuunnittelijan henkilöryhmässä 03 pätevästi suoritetuista toimeksiannoista vähintään 4 vuoden ajalta. (SKOL ry 2013, 2.)*

#### *01 Johtavat konsultit / johtavat erikoissuunnittelijat*

*Suuren tai vaativan hankkeen johtaminen tai sen pääsuunnittelu. Vaativa tekninen johtamistehtävä tai erikoisalan vaativa konsulttityö. Koulutustaso ylempi korkeakoulututkinto tai ammattikorkeakoulututkinto. Näyttöjä vanhemman konsultin henkilöryhmässä 02 pätevästi suoritetuista toimeksiannoista vähintään 4 vuoden ajalta. (SKOL ry 2013, 2.)*

#### *E Johtavat asiantuntijat / erityisasiantuntijat*

*Erittäin suuren ja laajan kokemusta vaativan hankkeen johtaminen tai sen pääsuunnittelu. Erityisasiantuntemusta vaativa selvitys tai suoritus. Koulutustaso ylempikorkeakoulututkinto. Näyttöjä korkeimman tason tekniikan tai tieteen alojen toimeksiantojen pätevästä suorituksesta. (SKOL ry 2013, 2.)*

## 3.5 Pätevydet

### 3.5.1 Sertifiointi

Sähkösuunnittelijoiden henkilösertifiointia ylläpitää sähköalan suunnittelijoiden ja suunnittelutoimistojen yhdistys NSS ry apunaan, Sähköinsinööriliitto ry, Sähkötarkastusyhdistys SÄTY ry, Insinööriliitto IL ry sekä rakennuttajia edustava Senaatti-kiinteistöt. Tämän sertifiointin ansiosta tilaajan on mahdollista varmistaa hankkeen sähkösuunnittelijaksi tarjolla olevien henkilöiden pätevyys. Eli tarkemmin sanottuna tarkistaa suunnittelupätevyyttä kuvaavan pätevyysluokan täsmääminen kohteen vaadittuun vaativuustasoon eli vaativuusluokaan. Pätevyksien myöntämisestä eli sertifiointista vastaa puolueeton lautakunta. Tämä lautakunta koostuu aiemmin mainittuja organisaatioita edustavista asiantuntijoista. Lautakunnan tehtäviä avustaa tämän lisäksi asiantuntija Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes:ista. (NSS ry 2015, Sertifiointi.)

Tällä sertifiointijärjestelmällä tahdotaan saada tilaaja vakuuttuneeksi siitä, että sähkösuunnittelija on riittävän koulutettu ja kokemuksen omaava suoriutuakseen onnistuneesti tarjotun kohteen projektin läpiviennistä. Sertifiointin eli pätevyden myöntämistoiminnan tarkoituksena on saada aikaan luotettavat määritelmät sähkösuunnittelijan pätevyden arviointiin sekä tämän lisäksi tarjota sähköalalle kouluttautuneelle henkilölle järjestelmä joka kannustaa läpi työuran itsensä kehittämiseen. Samaan aikaan sertifiointi auttaa rakennuttajaa yksinkertaistamalla oikean sähkösuunnittelijan valintaprosessia. Lisäksi se mahdollistaa sähkösuunnittelijan osaamisen vertaamisen muihin sähkösuunnittelijoihin. Henkilön pätevyysluokan sertifiointia on myös mahdollista käyttää hyväksi sähkösuunnitteluyritysten sisäisiä laatujärjestelmiä kehitettäessä ja täydennettäessä. (NSS ry 2015, Sertifiointi.)

Pätevyysluokkien eri tasot ovat muodostuneet maankäyttö- ja rakennuslain mukaisten koulutus- ja kohdevaatimusten pohjalta. Pätevyysluokat alkavat alimmasta C-luokasta ja kasvavat asteittain päättyen korkeimpaan AA-luokkaan. Sähkösuunnittelijalle myönnettävä pätevyysluokitus on henkilökohtainen. B-luokan eli perustason vähimmäisvaatimukset ovat sähkötekniikan tutkinto ja kahden vuoden työkokemus sähkösuunnittelusta. Eri tasoisten pätevyysluokkien ansaitseminen perustuu siis työkokemukseen eri vaativuustason suunnittelukohteista. Sähkösuunnittelijan saavuttama pätevyysluokka kuvaa hänen osaamistaan ja työkokemustaan projektinhallinnassa. (NSS ry 2015, Sertifiointi.)

### 3.5.2 Pätevyysvaatimukset

Alla on esitetty sähkösuunnittelijoille NSS:n laatimat pätevyysluokkien vaatimukset.

#### *Luokka C*

*Suorittanut vähintään sähköalan ammattitutkinnon ja on lisäksi toiminut vähintään kolmen vuoden ajan sähkösuunnittelutehtävissä, jotka ovat pääosin vaativuusluokan C mukaisia. (NSS ry 2012, 3.)*

*Luokka B, perustaso*

*Suorittanut vähintään sähkötekniikan tutkinnon ja on lisäksi toiminut vähintään kahden vuoden ajan sähkösuunnittelijana kohteissa, jotka ovat pääosin vaativuusluokan B mukaisia. (NSS ry 2012, 3.)*

*Luokka A*

*Suorittanut sähköalan diplomi-insinöörin, insinöörin (AMK) tai näitä vastaavan aiemman tutkinnon ja on toiminut sähkösuunnittelijana vähintään neljän vuoden ajan. Sähkötekniikan tutkinnon suorittanut on toiminut sähkösuunnittelijana vähintään kuuden vuoden ajan. (NSS ry 2012, 3.)*

*Luokka AA*

*Suorittanut sähköalan diplomi-insinöörin, insinöörin (AMK) tai näitä vastaavan aiemman tutkinnon tai sähkötekniikan tutkinnon. Lisäksi toiminut vähintään kuuden vuoden ajan vastaavana sähkösuunnittelijana kohteissa, jotka ovat pääosin vaativuusluokan A mukaisia ja joihin sisältyy riittävä määrä vaativuusluokkaan AA kuuluviin rakennuksiin liittyviä suunnittelutehtäviä. (NSS ry 2012, 3.)*

## 3.5.3 Kohteiden vaativuusluokitukset

Alla on esitetty sähkösuunnittelijoille NSS:n laatimat kohteiden vaativuusluokat.

*Luokka C*

*Suunnittelutehtävä on luokassa C, jos rakennuksen teknisten järjestelmien vaatimustaso on vähäinen. (NSS ry 2012, 3.)*

*Luokka B, tavanomainen*

*Suunnittelutehtävä kohteessa, jossa sähköjärjestelmän suunnittelu, mitoitus ja sijoitus voidaan tehdä yleisten mitoitusperiaatteiden ja suunnitteluratkaisujen mukaisesti, määräysten ja ohjeiden vaatimusten perusteella. Tällaisia ovat korjaus- ja muutostyö kohteeseen, jonka suunnittelu on lähtökohdiltaan normaalia esimerkiksi jossa sähkötekniikan järjestelmien uusiminen tapahtuu tavanomaisella tekniikalla ja joka on alun perin suunniteltu kyseessä olevaan luokkaan. (NSS ry 2012, 3.)*

*Luokka A, vaativat kohteet*

*Suunnittelutehtävän vaativuus on luokassa A, jos sähkötekniikan järjestelmän suunnittelu ja mitoitus edellyttää vaativien teknisten ratkaisuiden hallintaa ja soveltamista tai jos rakennuksessa tai se osassa on vaativia tilatyyppejä esimerkiksi palo- tai räjähdysvaaralliset tilat, lääkintätilat,*



*tietokonesalit, auditoriot, teatterisalit ynnä muut sellaiset laajat kokoontumistilat tai sen sähkönjakelu on vaativa tai sen turvallisuustaso on korkea. Peruskorjaus- tai laajahko muutostyö kohteeseen, joka on historiallisesti tai rakennustaiteellisesti arvokas tai alun perin suunniteltu kyseessä olevaan luokkaan. (NSS ry 2012, 4.)*

*Luokka AA, erityisen vaativat kohteet*

*Mikäli luokan A osalta mainittuihin lähtökohtiin ja tavoitteisiin liittyvät suunnitteluratkaisut ovat erityisen vaativia, on suunnittelutehtävä luokassa AA. Tällaisia voivat olla esimerkiksi sairaalat leikkaussaleineen, teatterirakennukset, TV-studiot, kirkkorakennukset, merkittävät julkiset rakennukset ja erityisen vaativaa sähkö-, tele- ja turvatekniikkaa edustavat kohteet. Erityisesti huomiota kiinnitetään projektien kokonaisvastuulliseen hoitoon. (NSS ry 2012, 4.)*

### 3.6 Aikataulu

#### 3.6.1 Laadinta ja seuranta

Hankkeen aikataulun laadinta ja seuranta on keskeisessä asemassa onnistuneen sähkösuunnitteluprosessin läpiviennissä. Sähkösuunnitteluprosessin laadittua aikataulua seurataan koko hankkeen ajan ja sitä tarkennetaan tarpeen vaatiessa. Suunnittelutyöltä vaadittava aikataulu on oltava tiedossa jo hankkeen tarjouspyyntövaiheessa, kun kilpaillaan itse suunnittelutyöstä. Saadun hankkeen sovittu suunnittelu-aikataulu tulee liitteeksi suunnittelusopimukseen. Suunnittelusopimuksessa sitoudutaan noudattamaan yhdessä laadittua aikataulua. (NSS ry 2004, 50.)

Koko rakennushankkeen aikataulusta vastaa rakennuttaja. Rakennushankkeen suunnittelussa on mukana useita eri suunnittelualoja. Sähkösuunnittelulle laaditaan tarkka aikataulu, joka perustuu eri suunnittelualojen välillä tapahtuvaan tiedonvaihtoon. Laadittu aikataulu pohjautuu siis siihen missä vaiheessa eri suunnittelualat tarvitsevat toisiltaan lähtötietoja omaa suunnitteluaan varten. Eri suunnittelualojen on tärkeää pitää kiinni sovitusta aikataulusta ja tuottaa tarvittava tieto oikeaan aikaan toisten käyttöön. Rakennuttaja on vastuussa eri osapuolten aikataulun noudattamisen valvomisesta. (NSS ry 2004, 50.)

Aikataulua laadittaessa sähkösuunnittelijan on osattava arvioida hankkeen eri vaiheiden kestot ja on tiedettävä vaiheisiin vaadittavat lähtötiedot. Hankkeeseen on sidottava sen suorittamiseen vaadittavat resurssit. Jos resurssit ovat rajalliset eli hankkeen suorittamiseen vaadittavia päteviä henkilöitä ei ole riittävästi joudutaan hankkeen aikataulu laatimaan käytössä olevien resurssien mukaan eli kapasiteetin perusteella. (NSS ry 2004, 50.)

Sähkösuunnittelulle on varattava hankkeen vaatima sopiva määrä aikaa eli ei liian vähän eikä liian paljoa. Jos aikaa on varattu liian vähän sähkösuunnittelun laatu kärsii ja suunnitelmissa on paljon puutteita ja virheitä. Tämän seurauksena hankkeeseen aiheutuu ylimääräisiä viivästymisiä ja

kustannuksia sekä hankkeen lopputuloksen laatu laskee. Liian pitkä suunnittelu-aika taas aiheuttaa suunnittelusta turhia kustannuksia rakennuttajalle ja nämä kustannukset siirtyvät rakennuttajalta tilaajan tai käyttäjän maksettaviksi. Sopiva suunnittelu-aika takaa suunnitelmien laadun ja sen, että sähkösuunnittelijan on mahdollista luoda uusia ja vaihtoehtoisia toteutusratkaisuja hankkeen kohteeseen, eikä vaan kopioida aikaisemmassa kohteessa toteutettuja ratkaisuja suunnitelmiin. (NSS ry 2004, 50.)

Hankkeen suunnittelu-aikataulun laadinnassa ja seurannassa sekä resurssisuunnittelussa käytetään apuna ohjelmistopohjaisia työkaluja. Työkaluilla luodaan jana-aikatauluja, tuotantoaikakaavioita ja toimintaverkkoja. Kuvassa 1 on esitetty elementtisuunnittelun jana-aikataulu. (NSS ry 2004, 52.)

VILLA SATAMA	VIIKKO 20	VIIKKO 21	VIIKKO 22	VIIKKO 23	VIIKKO 24	VIIKKO 25	VIIKKO 26	VIIKKO 27	VIIKKO 28	VIIKKO 29	VIIKKO 30	VIIKKO 31	VIIKKO 32	VIIKKO 33	VIIKKO 34	VIIKKO 35	VIIKKO 36
A-TALO	R	S	22.5.2015														
B-TALO		R	S	2.6.2015													R=RAKENNESUUNNITTELU
C-TALO			R	S	9.6.2015												S=SÄHKÖ
D-TALO				R	S	16.6.2015											ELEMENTTIEN TOIMITUSPÄIVÄ
E-TALO					R	S	23.6.2015										
F-TALO						R	S	30.6.2015									
G-TALO							R	S	7.7.2015								
H-TALO								R	S	14.7.2015							
I-TALO									R	S	21.7.2015						
J-TALO										R	S	28.7.2015					
K-TALO											R	S	4.8.2015				
L-TALO												R	S	11.8.2015			
M-TALO													R	S	18.8.2015		
N-TALO														R	S	25.8.2015	
O-TALO															R	S	1.9.2015

KUVA 1. Elementtisuunnittelun jana-aikataulu. (Sami Koponen 2015.)

### 3.6.2 Resurssit

Hankkeen suunnittelu-aikataulu laadittaessa keskeisessä roolissa ovat henkilöresurssit ja yksilöiden erityosaaminen. Sähkösuunnittelijan työmäärä vaihtelee paljon hankkeen eri vaiheissa ja yleensä sähkösuunnittelija työskentelee monen eri hankkeen parissa yhtä aikaa. (NSS ry 2004, 51.)

Hankkeen resurssikuormitusta laskettaessa huomioon otettavia tekijöitä ovat kesto, työmäärä ja resurssimäärä. Suunnittelu-aikataulun laadinnassa tulee huomioida kesto tarkemmin tarkasteltuna kalenterikestona, jossa huomioidaan kalenterissa esiintyvät viralliset vapaapäivät. Kuvassa 2 on esitetty resurssikuormituksen laskukaava. (NSS ry 2004, 51.)

$$\text{KESTO} = \frac{\text{TYÖMÄÄRÄ}}{\text{RESURSSIMÄÄRÄ}}$$

KUVA 2. Resurssikuormituksen laskukaava. (Sami Koponen 2015.)

Hankkeiden suunnittelu-aikataulujen laadinnassa on huomioitava henkilöresurssien todellinen tuloksellinen työkapasiteetti. Sähkösuunnittelijan tuloksellista työaikaa lyhentää monet eri tekijät. Taulukossa 1 on esitetty arvio sähkösuunnittelijan tuloksellisesta työajasta. (NSS ry 2004, 51.)

TAULUKKO 1. Arvio sähkösuunnittelijan tuloksellisesta työajasta. (Sami Koponen 2015.)

Sähkösuunnittelijan työpäivä	tuntia/päivä
Säännöllinen työaika	8
Lounastauko ja kahvitauot	1
Sähköposti, puhelin yms.	1,5
Muut keskeytykset	0,5
<b>Tuloksellinen työaika</b>	<b>5</b>

Hankkeiden suunnitteluaiakataulun laadinnassa ei riitä pelkästään karkea hankkeeseen kiinnitettävien sähkösuunnittelijoiden lukumäärän laskeminen, koska kaikki sähkösuunnittelijat ovat yksilöitä kokemustasoiltaan ja erikoisosaamiseltaan. Tarkastaeltaessa yksittäisen sähkösuunnittelijan työpanosta hankkeeseen on otettava huomion myös mahdolliset muut henkilön vastuulle asetetut hankkeet ja työtehtävät. (NSS ry 2004, 51.)

### 3.7 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo

#### 3.7.1 Tarkoitus ja käyttö

Sähkösuunnittelutyön tekeminen pohjautuu tilaajan vaatimiin kriteereihin, jotka on kirjattu tarjouspyyntöön. Tilaaja määrittää tarjouspyyntöön sähkösuunnittelun laajuuden perusteellisesti, jotta sähkösuunnittelija osaa toteuttaa tavoitellun sähköistyksen tason. (NSS ry 2004, 126.)

Sähkösuunnittelualalla käytetään taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12:sta sähkösuunnittelutyön laajuuden ja sisällön määrittämiseen, sähkösuunnitteluhankkeen hallintaan sekä sähkösuunnittelun laadun varmistamiseen. Tehtäväluettelo on luotu sovellettavaksi kiinteistöjen uudis- ja korjausrakennushankkeisiin. Hankkeittain täytetty tehtäväluettelo lisätään liitteeksi suunnittelusopimukseen. (Sähkötieto ry 2013, 1.)

#### 3.7.2 Sisältö

Tehtäväluettelo sisältää kiinteistöjen uudis- ja korjausrakennushankkeiden sähkösuunnittelutehtävät ja niistä saatavat tuotokset. Hankkeeseen vaadittavat sähkösuunnittelutehtävät määritellään hankkeittain. Sähkösuunnittelutehtävät on jaettu sähkösuunnittelun hankinnan näkökulmasta soveltuviksi tehtäväkokonaisuuksiksi. (Sähkötieto ry 2013, 1.)

#### 3.7.3 Tehtäväkokonaisuudet

##### Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa ei ole ennalta määritettyjä sähkösuunnittelijan tehtäviä. Sähkösuunnittelija laatii tarvittaessa hankkeeseen tarvittavia teknis-taloudellisia laskelmia ja selvityksiä, joiden avulla arvioidaan erilaisia hankkeeseen liittyviä kustannuksia. Tarveselvitysvaiheen tuloksena syntyy hyväksytty tarveselvitys ja hankepääätös. (Sähkötieto ry 2013, 3.)

## Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheen aikana määritetään toteutettavat tai toteutettavissa olevat ratkaisut ja hankkeesta laaditaan alustava kustannusarvio. Ratkaisut ovat vasta alustavia, eikä mitään lopullista päätetä vielä. Saneeraushankkeissa tehdään kunto- ja käyttökelpoisuusarvio olemassa oleville sähkö- ja tietoteknisille järjestelmille. Sähkösuunnittelija osallistuu hankesuunnitteluun liittyviin kokouksiin ja toimii tilaajaa avustavana asiantuntijana. Hankesuunnitteluvaiheen tuloksena syntyy hyväksytty hankesuunnitelma ja investointipäätös. (Sähkötieto ry 2013, 4.)

## Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheen lähtötietoina käytetään hyväksyttyä hankesuunnitelmaa ja investointipäätöstä. Ehdotussuunnittelun aikana tehdään alustavat tilavaraukset arkkitehtia varten, luonnospiirustukset ja alustavat kustannusarviot vaihtoehtoisista ratkaisuista sekä osallistutaan ehdotussuunnitteluun liittyviin kokouksiin ja palavereihin. Ehdotussuunnitteluvaiheen tuloksena syntyy luonnospiirustukset valituista ratkaisuista. (Sähkötieto ry 2013, 10-13.)

## Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheen aikana luonnospiirustukset kehitetään urakkalaskentapiirustuksiksi, tehdään sähköpistelueettelo LVI-suunnittelijaa varten, hyväksytetään pelastusviranomaisella paloilmoittimen toteutuspöytäkirja, paloilmoitinkaaviot ja savunpoistokaaviot, täydennetään turvallisuusasiakirja, urakkaohjelma, urakkarajaliite ja urakkatarjouspyyntö, tehdään reikävaraukset reikäkuviin, käydään läpi urakoitsijoiden kysymykset urakkalaskentapiirustuksista ja tehdään lisälehtiä ja tarkennuksia niiden mukaan urakkalaskentapiirustuksiin, laaditaan tarvittaessa tarkennettu kustannusarvio, tehdään tietomalli yhdistelmämallin törmäystarkasteluja varten, osallistutaan urakkaneuvotteluihin ja urakoitsijan valintaan sekä osallistutaan yleissuunnitteluun liittyviin kokouksiin ja palavereihin. Yleissuunnitteluvaiheen tuloksena syntyy hyväksytyt sopimussarjat. (Sähkötieto ry 2013, 14-17.)

## Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheen aikana urakkalaskentapiirustukset kehitetään työpiirustuksiksi, tehdään sähkövaraukset elementtipiirustuksiin, laaditaan tarvittaessa tarkennettu kustannusarvio ja tehdään uusi tietomalli sekä osallistutaan toteutussuunnitteluun liittyviin kokouksiin ja palavereihin. Toteutussuunnitteluvaiheen tuloksena syntyy hyväksytyt työpiirustukset. (Sähkötieto ry 2013, 19-25.)

## Rakentaminen

Rakentamisvaiheen aikana suoritetaan sähkösuunnittelua täydentäviä tehtäviä, tarkastuksia ja valvontaa sekä osallistutaan niihin liittyviin kokouksiin ja palavereihin. Rakentamisvaiheessa

laaditaan tarvittaessa tarkennettu kustannusarvio, tehdään mahdolliset muutokset suunnitelmiin, tarkastetaan ja kommentoidaan lisä- ja muutostyötarjoukset, tarkastetaan ja hyväksytään keskusten suunnitelmat sekä pidetään toimintakokeet ja koekäyttö. Muutosten seurauksena laaditaan muutospirustukset niin monta kertaa kuin muutokset vaativat. Valvojalta saadut lisä- ja muutostyötarjoukset tarkastetaan, kommentoidaan ja sen jälkeen ne lähetetään takaisin valvojalle. Sähköurakoitsijalta saatuja keskusten suunnitelmia kommentoidaan ja sen jälkeen ne lähetetään takaisin sähköurakoitsijalle keskusvalmistajaa varten. Toimintakokeiden ja koekäytön pohjalta luodaan virhe- ja puuteluettelot sähköurakoitsijalle muutoksia ja korjauksia varten. (Sähkötieto ry 2013, 26-28.)

Rakentamisen aikaisia tarkastuksia ovat ennakko- ja vastaanottotarkastus sekä työmaakerrosten aikana tehtävät tarkastukset. Ennakko- ja vastaanottotarkastuksen pohjalta tehdään sähköurakoitsijalle virhe- ja puuteluettelot muutoksia ja korjauksia varten. Tarkastuksissa tehdään sähköasennuksille silmämääräisiä tarkastuksia ja pistokokeita. Vastaanottotarkastuksessa tarkastetaan lisäksi mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat sekä ennakkotarkastuksen pohjalta laadittu virhe- ja puuteluettelo. Rakentamisen aikaisten tarkastusten ja valvonnan avulla varmistetaan toteutuksen suunnitelmanmukaisuus, kriteerit täyttävä lopputulos sekä käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakentamisvaiheen tuloksena sähköurakka vastaanotetaan vastaanottotarkastuksessa. (Sähkötieto ry 2013, 26-28.)

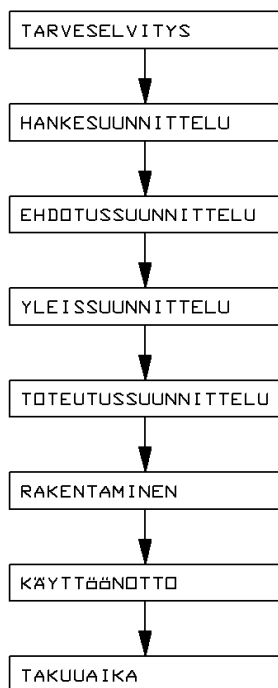
#### Käyttöönotto

Käyttöönottovaiheen aikana suoritetaan sähkösuunnittelua täydentäviä tehtäviä ja tarkastuksia sekä osallistutaan niihin liittyviin kokouksiin. Käyttöönottovaiheessa tehdään tai tarkastetaan luovutuspiirustukset, pidetään käytön ja huollon opastus käyttö- ja huoltohenkilökunnalle ja tehdään luovutustietomalli. Käyttöönoton aikaisia tarkastuksia ovat jälkitarkastukset. Jälkitarkastuksessa käydään läpi vastaanottotarkastuksessa tai aiemmassa jälkitarkastuksessa laadittu virhe- ja puuteluettelo. Jälkitarkastusten pohjalta tehdään virhe- ja puuteluettelot sähköurakoitsijalle muutoksia ja korjauksia varten. Jos sähköurakoitsija on laatinut hankkeesta luovutuspiirustukset, niin sähkösuunnittelija tarkastaa ne. Jos taas hankkeen luovutuspiirustusten tekeminen kuuluu sähkösuunnittelijalle, laatii hän ne sähköurakoitsijan täydentämän tarkesarjan pohjalta. Tarkastetut sähköurakoitsijan laatimat luovutuspiirustukset tai sähkösuunnittelijan laatimat luovutuspiirustukset luovutetaan rakennuttajalle paperitulosteina ja sähköisessä muodossa arkistointia varten. Käytön ja huollon opastusta varten voidaan laatia tapauksittain esimerkiksi huoltokirja, huolto- ja kunnossapito-ohjelma tai paikantamiskaaviot. Käyttöönottovaiheen tuloksena rakennus otetaan käyttöön. (Sähkötieto ry 2013, 29-30.)

#### Takuuaika

Takuuajavaiheen aikana suoritetaan sähkösuunnittelua täydentäviä tehtäviä ja tarkastuksia sekä osallistutaan niihin liittyviin kokouksiin. Takuuajavaiheessa puututaan havaittuihin virheisiin ja puutteisiin ja hoidetaan vastaanottotarkastuksesta takuuajalle siirretyt asiat. Takuuajan tarkastusten

avulla varmistetaan järjestelmien virheetön toiminta ja käytön suunnitelman mukaisuus. Takuuajan aikaisia tarkastuksia ovat toimivuustarkastus 3 kk jälkeen vastaanottotarkastuksesta ja takuutarkastus 24 kk jälkeen vastaanottotarkastuksesta. Useasti takuutarkastus sovitaan pidettäväksi jo 12 kk jälkeen vastaanottotarkastuksesta. Tarkastusten pohjalta tehdään sähköurakoitsijalle virhe- ja puuteluettelot muutoksia ja korjauksia varten. Kuvassa 3 on esitetty kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessin vaiheiden eteneminen. (Sähkötieto ry 2013, 30-31.)



KUVA 3. Kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessin vaiheiden eteneminen. (Sami Koponen 2015.)

### 3.8 Suunnittelun sidosryhmät

Kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessiin on yleensä sidoksissa lukuisia eri osapuolia, jotka voivat olla yrityksiä, yhteisöitä tai yksittäisiä henkilöitä. Yksi toimija voi olla hankkeessa useassa eri roolissa esimerkiksi tilaajana ja käyttäjänä. Tavanomaisessa kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessissa sähkösuunnittelija kuuluu suunnitteluryhmään, jossa hän on vuorovaikutuksessa muiden suunnitteluryhmään kuuluvien eri suunnittelualojen asiantuntijoiden kanssa, esimerkiksi arkkitehtiin, rakennesuunnittelijaan ja LVI-suunnittelijaan. Sähkösuunnittelija on vuorovaikutuksessa sähkösuunnitteluprosessin aikana lukuisten muidenkin toimijoiden kanssa, jotka eivät kuulu itse suunnitteluryhmään esimerkiksi rakennuttajaan, energialaitokseen, teleoperaattoriin, pelastusviranomaiseen ja urakoitsijoihin. Kuvassa 4 on esitetty sähkösuunnittelun toimijakentän laajuus.

LAITEVALMISTAJA  
 JÄRJESTELMÄVALMISTAJA VALAISINTOIMITTAJA PIHASUUNNITTELIJA  
 TURVAURAKOITSIJA KYLMÄLAITESUUNNITTELIJA AUTOMAATIO SUUNNITTELIJA  
 KESKUSVALMISTAJA VALAISTUSSUUNNITTELIJA SISUSTUSSUUNNITTELIJA  
 SPRINKLERISUUNNITTELIJA TILAAJA KÄYTTÄJÄT SÄHKÖURAKOITSIJA  
 ISÄNNÖITSIJÄ VALVOJA ARKKITEHTI LAITETOIMITTAJA  
 PELASTUSLAITOS SÄHKÖSUUNNITTELIJA LVI-SUUNNITTELIJA  
 LVI-URAKOITSIJA RAKENNUSURAKOITSIJA  
 AV-URAKOITSIJA RAKENNUKSEKSI TELEOPERAATTORI  
 AUTOMAATIOURAKOITSIJA ENERGIALAITOS RAKENNESUUNNITTELIJA  
 KIINTEISTÖHUOLTO TILAMALLIKOORDINAATTORI SÄÄTÖLAITEURAKOITSIJA  
 JÄRJESTELMÄTOIMITTAJA RAKENNUKSEKSI VALAISINVALMISTAJA  
 AKUSTIIKKASUUNNITTELIJA PALOTEKNINEN SUUNNITTELIJA  
 GEOTEKNINEN SUUNNITTELIJA

KUVA 4. Sähkösuunnittelun toimijakentän laajuus. (Sami Koponen 2015.)

### 3.9 Sähkönimikkeistö

#### 3.9.1 Tarkoitus ja käyttö

Sähkösuunnittelualalla käytetään kiinteistöjen sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien jäsentelyyn ja luokitteluun S2010-sähkönimikkeistöä. Suunnittelu-, urakointi-, tarkastus-, kunnossapito- ja rakennuttajapiirien yhteistyöelin Sähkötieto ry ylläpitää, kehittää ja julkaisee sähkönimikkeistöä. (Sähkötieto ry 2012, 2.)

#### 3.9.2 Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät

Taulukoissa 2-8 on esitetty S2010-sähkönimikkeistön mukaiset sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien nimeämiset.

TAULUKKO 2. Asennus- ja apujärjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 23.)

<b>S1 Asennus- ja apujärjestelmät</b>	
S110	Kaapeliyhlyjärjestelmä
S120	Johtokanavajärjestelmä
S130	Lattiakanavajärjestelmä ja lattiakotelot
S140	Ripustusjärjestelmä
S150	Läpiviennit
S160	Yhteiskäyttöiset putkitusjärjestelmät ja kaapelikaivot
S170	Esitystekniikan apujärjestelmät

TAULUKKO 3. Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset. (Sähkötieto ry 2012, 23.)

<b>S2 Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset</b>	
S21	Sähköenergian tuotanto ja liittäminen
	S211 Sähköliittymä
	S212 Sähkön tuotantojärjestelmät ja -laitteistot
S22	Sähköenergian pääjakelu
	S221 Keskijännitejakelujärjestelmä
	S222 Pääjakelujärjestelmä
S23	Laitteiden ja laitteistojen sähköistys
	S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys
	S232 LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys
	S233 Käyttäjän laitteiden ja laitteistojen sähköistys
S24	Sähköliitäntäjärjestelmät
	S241 Pistorasiat
	S242 Kosketinkiskojärjestelmä
	S243 Jakelukiskojärjestelmä
	S244 Pistorasiapylväät
	S245 Autolämmityspistorasiat
	S246 Pistorasiakeskukset
	S247 Liitin- ja johtosarjajärjestelmä
S25	Valaistusjärjestelmät
	S251 Sisävalaistusjärjestelmä
	S252 Ulkovaalaistusjärjestelmä
	S253 Aluevalaistusjärjestelmä
	S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä
	S255 Mainosvalaistusjärjestelmä
	S256 Esitysvalaistusjärjestelmä
S26	Sähkölämmitysjärjestelmät
	S261 Rakennuksen sähkölämmitysjärjestelmä
	S262 Lattialämmitykset
	S263 Sähkölämmitteiset ikkunat
	S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset
	S265 Putkistojen saattolämmitykset
	S266 Alueiden sulanapidot



TAULUKKO 4. Tuotantolaitteiden sähköjakelu ja sähköistys. (Sähkötieto ry 2012, 23.)

<b>S3 Tuotantolaitteiden sähköjakelu ja sähköistys</b>	
S31	Tuotantolaitteiden sähköenergian liittäminen ja tuotanto
S32	Tuotantolaitteiden sähköenergian pääjakelu
S321	Keskijännitejakelujärjestelmä
S322	Pääjakelujärjestelmä
S33	Tuotantolaitteiden sähköistys
S333	Tuotantolaitteiden ja -laitteistojen sähköistys
S34	Tuotantolaitteiden sähköliitännätjärjestelmät
S341	Pistorasiat
S342	Jakelukiskot
S35	Tuotannolliset valaistukset
S351	Valaistukset
S36	Tuotannolliset lämmitykset
S361	Lämmitykset

TAULUKKO 5. Varavoimajärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset. (Sähkötieto ry 2012, 23.)

<b>S4 Varavoimajärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset</b>	
S41	Varavoiman tuotanto
S412	Varavoiman tuotantojärjestelmät ja -laitteistot
S42	Varavoiman pääjakelu
S422	Pääjakelujärjestelmä
S43	Varavoimaan liitettyjen laitteiden ja laitteistojen sähköistys
S431	Laitteiden ja laitteistojen sähköistys
S44	Varavoimaan liitetyt sähköliitännätjärjestelmät
S441	Pistorasiat
S45	Varavoimaan liitetyt valaistusjärjestelmät
S451	Valaistukset
S46	Varavoimaan liitetyt lämmitysjärjestelmät
S461	Lämmitykset

TAULUKKO 6. UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset. (Sähkötieto ry 2012, 23.)

<b>S5 UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset</b>	
S51	UPS-jakelun tuotantojärjestelmät ja -laitteistot
S512	UPS-laitteet ja laitteistot
S52	UPS-pääjakelu
S522	Pääjakelujärjestelmä
S53	UPS-jakeluun liitettyjen laitteiden sähköistys
S531	Laitteiden ja laitteistojen sähköistys
S54	UPS-jakeluun liitetyt sähköliitännätjärjestelmät
S541	Pistorasiat
S55	UPS-jakeluun liitetyt valaistusjärjestelmät
S551	Valaistukset

TAULUKKO 7. Turvavalaistusjärjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 23.)

<b>S6</b>	<b>Turvavalaistusjärjestelmät</b>
S61	Poistumisvalaistus
S610	Poistumisvalaistusjärjestelmä
S62	Varavalaistus
S620	Varavalaistusjärjestelmä
S63	Hätävalaistus
S630	Hätävalaistusjärjestelmä

TAULUKKO 8. Muut järjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 23.)

<b>S7</b>	<b>Muut järjestelmät</b>
S710	Ukkosuojausjärjestelmä
S720	Häiriötön potentiaalintasaus

### 3.9.3 Tietotekniset järjestelmät

Taulukoissa 9-16 on esitetty S2010-sähkönimikkeistön mukaiset tietoteknisten järjestelmien nimeämiset.

TAULUKKO 9. Viestintä- ja tietoverkkojärjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 24.)

<b>T1</b>	<b>Viestintä- ja tietoverkkojärjestelmät</b>
T110	Antennijärjestelmä
T120	Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä
T130	Yleiskaapelointijärjestelmä
T140	Puhelinjärjestelmä
T150	Ovipuhelinjärjestelmä
T160	Lähiverkkojärjestelmä

TAULUKKO 10. Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 24.)

<b>T2</b>	<b>Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät</b>
T210	AV-järjestelmä
T220	Kuvasesitysjärjestelmä
T230	Esitysäänentoistojärjestelmä
T240	Kuulolaitejärjestelmä
T250	Konferenssijärjestelmä
T260	Videoneuvottelujärjestelmä

TAULUKKO 11. Merkinanto- ja kutsujärjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 24.)

<b>T3 Merkinanto- ja kutsujärjestelmät</b>	
T310	Ovikellojärjestelmä
T320	Varattuvalojärjestelmä
T330	Sisäänpyyntöjärjestelmä
T340	Avunpyyntöjärjestelmä
T350	Kutsujärjestelmä
T360	Vuoronumerojärjestelmä
T370	Hoitajakutsujärjestelmä

TAULUKKO 12. Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 24.)

<b>T4 Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät</b>	
T410	Ajannäyttöjärjestelmä
T420	Informaatiopalvelujärjestelmä
T430	Opastevalojärjestelmä
T440	Säätälannäyttöjärjestelmä
T450	Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmä

TAULUKKO 13. Tilaturvallisuusjärjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 24.)

<b>T5 Tilaturvallisuusjärjestelmät</b>	
T510	Sähkölukitusjärjestelmä
T520	Kulunvalvontajärjestelmä
T530	Murtoilmaisujärjestelmä
T540	Ryöstöilmaisujärjestelmä
T550	Kameravalvontajärjestelmä
T560	Monivalvontajärjestelmä
T570	Henkilöturvallisuusjärjestelmä
T580	Paikannusjärjestelmä

TAULUKKO 14. Paloturvallisuusjärjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 24.)

<b>T6 Paloturvallisuusjärjestelmät</b>	
T610	Paloilmoitinjärjestelmä
T620	Palovaroitinjärjestelmä
T630	Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä
T640	Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä
T650	Savusulkujärjestelmä
T660	Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmä
T670	Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä

TAULUKKO 15. Viranomaisjärjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 24.)

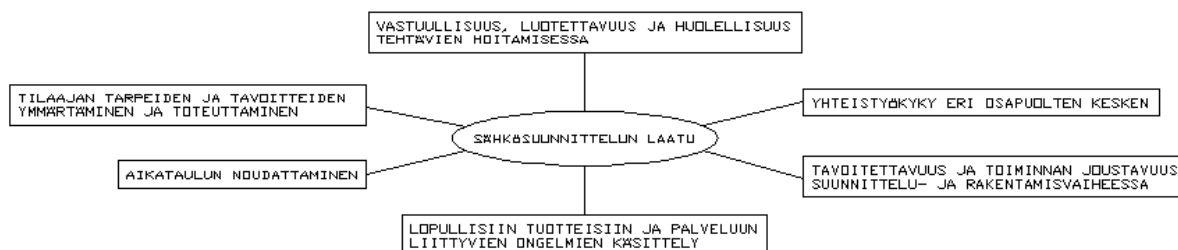
<b>T7 Viranomaisjärjestelmät</b>	
T710	Viranomaisviestijärjestelmät
T720	Väestönsuojeluhälyttimet

TAULUKKO 16. Automaatio- ja mittausjärjestelmät. (Sähkötieto ry 2012, 24.)

<b>T8 Automaatio- ja mittausjärjestelmät</b>	
T810	Rakennusautomaatiojärjestelmä
T820	Tuotannon automaatiojärjestelmä
T830	Käyttöveden mittausjärjestelmä
T840	Sähköenergian mittausjärjestelmä
T850	Lämmön mittausjärjestelmä

### 3.10 Suunnittelun laatu

Laatua voidaan tarkastella useista eri näkökulmista ja sille on olemassa erilaisia määritelmiä. Laadun määrittäminen perustuu asiakkaan odotuksiin ja tarpeisiin. Laadun taso ja sen vaihtelut synnyttävät asiakkaalle kokonaiskuvan toteutuneesta laadusta. Laatua ei ole mahdollista vahvistaa jos sille ei ole aluksi asetettu kriteereitä. Kuvassa 5 on esitetty sähkösuunnittelun laadun keskeiset tekijät. (NSS ry 2004, 104.)



KUVA 5. Sähkösuunnittelun laadun keskeiset tekijät. (Sami Koponen 2015.)

Laatua voidaan arvioida seuraavin näkökulmin, joita on selitetty alla.

Valmistuskeskeisesti eli siten, että sähkösuunnittelija suorittaa työnsä rakennuttajan kanssa laadittujen sopimusten mukaisesti, pysyy sovitussa aikataulussa ja toteuttaa suunnitelmat niin virheettömästi kuin on mahdollista. (NSS ry 2004, 104.)

Tuotokeskeisesti eli siten, että sähkösuunnittelijan valitsema sähkötekniset laitteet, järjestelmät ja ratkaisut ovat ominaisuuksiltaan suorituskykyisiä, käytettäviä, kestäviä ja esteettisiä. (NSS ry 2004, 104.)

Arvokeskeisesti eli siten, että sähkösuunnittelijan valitsemat tuotteet ja ratkaisut ovat kustannus-hyötysuhteeltaan ja hinta-laatusuhteeltaan mahdollisimman hyviä sekä asiakkaan arvostaman imagon mukaisia. (NSS ry 2004, 104.)

Kilpailukeskeisesti eli siten, että sähkösuunnittelijan valitseman toimijan tuote on laadultaan paras verrattaessa muiden toimijoiden vastaaviin tuotteisiin. (NSS ry 2004, 104.)

Ympäristökeskeisesti eli siten, että sähkösuunnittelijan valitsema sähkötekkinen laite, järjestelmä tai ratkaisu on mahdollisimman ympäristöystävällinen. (NSS ry 2004, 104.)

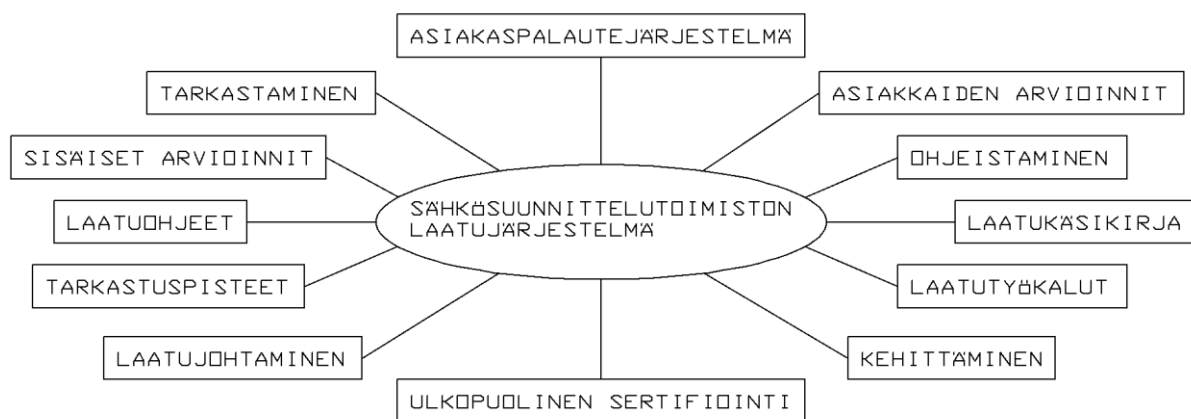
Asiakaskeskeisesti eli siten, että sähkösuunnittelijan valitsema tuote täyttää asiakkaan sille vaatimat kriteerit mahdollisimman hyvin. (NSS ry 2004, 104.)

Tuotantokeskeisesti eli siten, että sähkösuunnittelija ei toiminnallaan vaikuta haitallisesti tarjouslaskennan selkeyteen, aiheuta ylimääräisiä tarkennuksia hankkeen toteutusvaiheessa tai aiheuta tarpeettomia muutos- tai lisätöitä hankkeeseen. (NSS ry 2004, 105.)

Lopputuloksen laatu kertoo kuinka hyvin sähkösuunnittelijan työ täyttää sähkösuunnittelulle aluksi asetetut kriteerit. Lopputuloksen laadun toteutumisen merkitys on valtava, koska sen seuraamukset näkyvät hankkeen kiinteistössä koko sen elinkaaren ajan. Lisäksi se on ratkaiseva tekijä siinä kokeeko tilaaja saaneensa tilaamansa palvelun määrittämillään ehdoilla. (NSS ry 2004, 105.)

Sähkösuunnitteluprosessin laatu kertoo kuinka hyvin sähkösuunnitteluyritys toteuttaa toiminnallaan sille määritetyt ehdot ja toiveet hankkeen aikana. Tilaaja määrittää sähkösuunnittelijalta hankkimalleen palvelulle kriteereitä. Näiden kriteereiden täyttymisen mukaan tilaaja arvioi tilaamansa palvelun toteutuneen laadun. (NSS ry 2004, 105.)

Sähkösuunnitteluyritys havainnollistaa asiakkailleen sähkösuunnittelun laadun toteutumista toiminnassaan laatujärjestelmällä. Laatujärjestelmä kattaa yrityskohtaiset toimintatavat sekä tavan johtaa yritystä. Toimintamallit kuvataan perusteellisesti yrityksen laatukäsikirjassa tai -ohjeissa. Laatujärjestelmä on erittäin tärkeä osa sähkösuunnitteluyrityksen laadun hallintaa ja kehittämistä. Laadun hallinnan johtaminen ja toteuttaminen vaatii yleensä kirjallisia dokumentteja esimerkiksi projektisuunnitelmia, tarkistuslistoja ja muistioita, jotka ovat yrityskohtaisia. Kuvassa 6 on esitetty sähkösuunnittelutoimiston laatujärjestelmän osatekijät. (NSS ry 2004, 105-106.)



KUVA 6. Sähkösuunnittelutoimiston laatu järjestelmän osatekijät. (Sami Koponen 2015.)

Laadunhallinta perustuu siihen, että sähkösuunnittelija tarkistaa oman tekemänsä työn laadun laatu järjestelmän mukaisin menetelmin. Sitten sähkösuunnittelija kuittaa laatu järjestelmän mukaiset tarkistuksensa oman tekemänsä työn osalta. Tämän jälkeen suunnittelupäällikkö tai muu vastuussa oleva henkilö vielä tarkistaa ja hyväksyy työn. Lopullinen vastuu työn laadusta on suunnittelu yrityksellä. (NSS ry 2004, 106.)

### 3.11 Suunnitteluasiakirjat

Konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen KSE2013:sta mukaan sähkösuunnittelija sopii työn tilaajan kanssa hankkeen suunnitteluasiakirjojen salassapidettävyydestä. Hankkeeseen kuuluvia suunnitteluasiakirjoja ei saa luovuttaa ulkopuolisten osapuolten haltuun eikä käyttöön. Niistä ei saa myöskään paljastaa enempää sisältöä ulkopuolisille osapuolille, kuin hankkeen läpivientiin vaaditaan. Hankkeen läpiviennin jälkeen sähkösuunnittelijan velvollisuus on luovuttaa tilaajalle kaikki hankkeen läpivientiin vaaditut suunnitteluasiakirjat. Suunnitteluasiakirjojen luovutuksesta, käsittelystä ja kopiointista seuranneet kustannukset korvaa tilaaja. Jos suunnitteluasiakirjat aiotaan hävittää tulee tästä aina ilmoittaa ensiksi tilaajalle tai tämän seuraajalle. Suunnitteluasiakirjat on aina luovutettava niitä vaadittaessa sellaisille osapuolille joilla on niihin oikeus. Vaatija on aina velvollinen korvaamaan luovutuksesta aiheutuneet kustannukset. (NSS ry 2004, 127.)

Sähkösuunnittelijalla on velvollisuus pitää huolta siitä, että hankkeen valmiit ja keskeneräiset suunnitteluasiakirjat sekä hanketta varten luovutetut alkuperäiset suunnitteluasiakirjat ovat hankkeen läpiviennin ajan tarpeeksi hyvin vesi-, palo-, ja murto vahinkovakuutetut. (NSS ry 2004, 127.)

Tilaajalla ei ole oikeuksia käyttää hankkeen suunnitteluaineistoa toiseen hankkeeseen tai käyttötarkoitukseen kuin laaditussa sopimuksessa on määritelty eikä myöskään luovuttaa sitä ulkopuolisten osapuolten haltuun, ellei tähän ole sähkösuunnittelijan hyväksyntää. Tilaajalla on oikeudet hyödyntää hankkeesta luovutettua suunnitteluaineistoa tutkimus- ja tilastotoimintaan sekä

kustannustietojen hankintaan ja ylläpitoon. Sähkösuunnittelijalla ei ole oikeuksia luovuttaa hankkeen suunnitteluaineistoa ulkopuolisille osapuolille ilman tilaajan hyväksyntää. (NSS ry 2004, 127.)

Yleensä hankkeen suunnitelma sovitaan toteutettavaksi vain yhdessä kohteessa. Jos hankkeen suunnitelmaa tai sen osaa käytetään useammin kuin kerran esimerkiksi eri kohteessa on tilaajan sovittava sähkösuunnittelijan kanssa sen käytöstä ja korvauksesta erikseen, ellei kyse ole ensisijaisesti sarjatuotantoon tehdyn hankkeen suunnitelmasta. Sähkösuunnittelija voi käyttää hyväkseen hankkeen suunnitelman suunnitteluperiaatteita, mutta ei itse suunnitelmaa tai osaa siitä muissa hankkeissa ilman erillistä sopimista suunnitelman käytöstä. (NSS ry 2004, 127.)

### 3.12 Suunnittelun etiikka

Sähkösuunnittelijan velvollisuus on olla tilaajan edustajana ja edunvalvojana päätöksiä suoritettaessa. Tuotetta valittaessa on sähkösuunnittelijan otettava huomioon tilaajan sekä kohteen vaatimukset ja valittava näitä parhaiten palveleva ratkaisu omaa erityisosaamistaan hyödyntäen. Sähkösuunnittelijan täytyy noudattaa toimiessaan eettisiä sääntöjä ja on varmistettava, että valituissa ratkaisuissa on huomioitu kaikki tarjonta, joka on saatavilla tai tiedossa. (NSS ry 2004, 148.)

Sähkösuunnittelijan aikaansaannoksella on merkittävä painoarvo ympäristön ja yhteiskunnan kestävän kehityksen prosessin tuloksissa. Yhteiskunnallinen vastuu korostuu sähkösuunnittelijalla velvollisuutena vaalia kestävää kehitystä. (NSS ry 2004, 148.)

Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry käyttää International Federation of Consulting Engineers FIDIC:in eettisiä sääntöjä, joiden mukaan konsultin tulee:

#### *Yhteiskunnalliset ja ammatilliset velvollisuudet*

1. *Hyväksyä ammatillinen vastuu yhteiskunnalle.*
2. *Etsiä toiminnassaan kestävän kehityksen periaatteiden mukaisia ratkaisuja.*
3. *Jatkuvasti ylläpitää konsulttialan arvostusta ja mainetta.*

#### *Pätevyys*

4. *Ylläpitää ammattitaitoaan erityisesti teknologian kehityksen, lainsäädännön ja liikkeenjohdon aloilla sekä palvella tilaajia huolellisesti, ahkerasti ja parhaalla mahdollisella taidolla.*
5. *Pidättyä tarjoamasta sellaisia palveluita, joihin ei omaa riittävää pätevyyttä.*

#### *Rehellisyys*

6. *Toimia tilaajan laillisten tavoitteiden toteuttamiseksi sekä suorittaa toimeksiannot rehellisesti ja uskollisesti.*

*Puolueettomuus*

7. *Olla puolueeton antamissaan neuvoissa, arvioinneissa ja tekemissään päätöksissä.*
8. *Tiedottaa tilaajalle kaikista toimeksiannon suorittamisessa ilmenevistä ristiriidoista.*
9. *Olla tarjoamatta ja kieltäytyä vastaanottamasta palkkiota, joka*
  - a) *vaikuttaa konsultin valintaprosessiin.*
  - b) *vaikuttaa konsultin riippumattomaan toimintaa.*

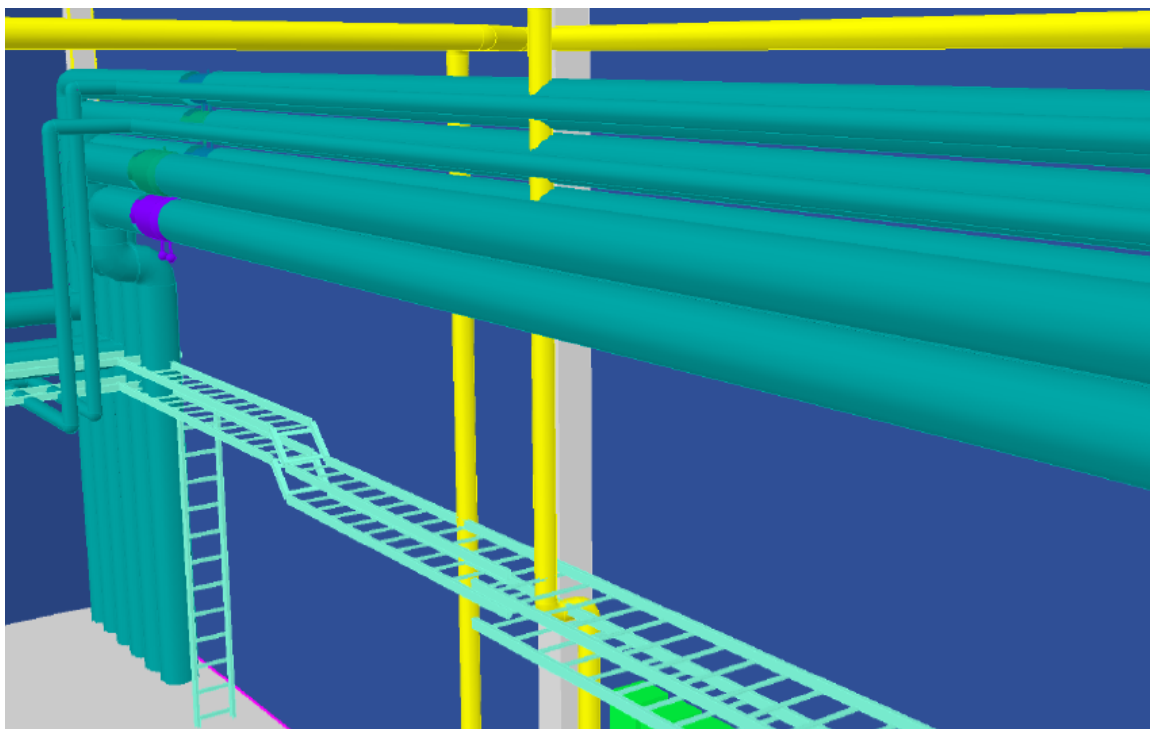
*Oikeudenmukaisuus*

10. *Edistää pätevyyden perusteella tapahtuvaa konsultin valintaperiaatetta.*
11. *Olla vahingossa tai tahallaan häiritsemättä muiden osapuolten liiketoimintaa tai vahingoittamatta heidän mainettaan.*
12. *Olla suoraan tai välillisesti pyrkimättä syrjäyttämään toista samaa toimeksiantoa suorittavaa konsulttia.*
13. *Olla ottamatta toiselle konsultille annettua toimeksiantoa ilman yhteydenottoa kyseiseen konsulttiin ennen tilaajan päätöstä ja ilmoitusta toimeksiannon siirtämisestä.*
14. *Tarkastaessaan toisten työsuorituksia suorittaa tehtävänsä ammattitaitoisesti ja oikeudenmukaisesti.*
15. *Toimia hyvässä yhteistyössä viranomaisten kanssa näiden selvittäessä mahdollisia väärinkäytöksiä. (NSS ry 2007.)*

## 3.13 Suunnitteluohjelmistot

Sähkösuunnittelussa joka toimii nykypäivänä CAD-pohjaisena eli tietokoneavusteisena ollaan siirrytty 2D-suunnittelusta tietomallinneettuun suunnitteluun. Tietomallinnettu suunnittelu tarkoittaa sitä, että suunnitelmassa olevan sähkölaitteen symboli eli olio sisältää valmistajan todellisen tuotteen tekniset tiedot ja 3D-mallin. Valmiista tietomallinnetusta suunnitelmasta ajetaan BIM eli rakennuksen tietomalli. Käytännössä rakennuksen tietomalli on IFC-tiedosto ja kun eri suunnittelualojen IFC-tiedostot eli tietomallit yhdistetään yhdistelmämalliksi voidaan tehdä törmäystarkasteluja 3D:nä eri järjestelmien kesken. Mahdollisia törmäviä osia ovat esimerkiksi kaapelihyllyt, valaisimet, keskukset, vesiputket, ilmastointikanavat ja palkit. Kuvassa 6 on esitetty yhdistelmämallin törmäystarkastelu.





KUVA 6. Yhdistelmämallin törmäystarkastelu. (Sami Koponen 2015.)

Tietomallinnetussa sähkösuunnittelussa onkin ideana viedä suunnittelupöydillä tapahtuvaa työtä paljon pidemmälle mitä on aikaisemmin perinteisessä 2D-suunnittelussa totuttu tekemään. Siinä pyritään siis ratkaisemaan vasta rakennusvaiheessa tulevat ongelmat jo suunnitteluvaiheessa. Tämä lisää tietenkin sähkösuunnittelijan työmäärää hankkeessa ja sähkösuunnittelijan on oltava entistä tarkempi työssään.

Tietomallinnettu sähkösuunnitelma ei poikkea millään tavalla visuaalisesti perinteisestä 2D-suunnitelmasta fyysisenä paperille tulostettuna versiona. Ero on ainoastaan nähtävissä suunnitteluohjelmistoilla suunnitelman symbolien tuotetietoja tarkasteltaessa tai vaihdettaessa suunnittelutila kaksiulotteisesta kolmiulotteiseen tilaan.

Tietomallintaminen vaatii entistä tarkempaa suunnittelua joka vastaa enemmän todellisuutta. Tämän seurauksena suunnitelmista on mahdollista saada suunnitteluohjelmistoilla entistä tarkemmat määräluettelot. Toistaiseksi kuitenkin osassa tietomallinnuksessa käytävistä tuotteista on puutteensa määrälaskennan kannalta. Näin ollen suunnitteluohjelmistoilla saatavat määräluettelot eivät ole vielä tarpeeksi tarkkoja urakkalaskentaa varten. Tulevaisuudessa tietomallintamisen kehittyessä hankkeiden määräluetteloiden laatiminen siirtyykin todennäköisesti urakoitsijoilta sähkösuunnittelijoille.

### 3.14 Suunnittelun tehostaminen

Kaikilla sähkösuunnitteluyrityksillä on hieman erilaiset ja toisistaan poikkeavat menetelmät ja käytännöt sähkösuunnittelun toteuttamiseen, mutta lopputulos täytyy aina olla asetettujen lakien, asetusten, määräysten ja standardien mukainen riippumatta sähkösuunnittelua toteuttavasta

yrittäjästä. Nämä yrityskohtaiset sähkösuunnittelun menetelmät ja käytännöt ovat salaisia ja niitä ei haluta jakaa kilpailijoiden kesken. Sähkösuunnitteluprosessin tehostaminen hyödyttää itse suunnitteluyritystä kuin myös asiakasta. Suunnitteluyritys hyötyy tästä esimerkiksi siten, että se pystyy tuottamaan nopeammin laadukkaita suunnitelmia, kun taas asiakas saa suunnitelmat edullisemmin lyhyemmän suunnitteluajan johdosta.

Uusien toimijoiden tulon myötä sähkösuunnittelualan kilpailu on koventunut ja toimijat ovat entistä enemmän alkaneet panostaa sähkösuunnittelun tehostamiseen. Tärkeää sähkösuunnittelun tehostamisen kannalta on hankkeen aloitus ja sen hyvä hallinta. Tässä keskeisessä asemassa on projektisuunnitelman ja projektiaikataulun tekeminen, koska hankkeen suunnittelun, seurannan ja noudattamisen vaikutukset alkavat kertautumaan hyvin nopeasti. Kun hankkeeseen on ohjattu työmäärän mukaiset oikeat resurssit heti alusta asti ei hanke sido turhaan ulkopuolisia resursseja hankkeen aikana, koska ulkopuolisten henkilöiden perehdyttäminen mukaan kesken hankkeen ei ole tehokasta. Hankkeen riittävät lähtötiedot tulisi saada mahdollisimman aikaisin näin sähkösuunnittelussa ei tarvitsisi käyttää ylimääräisiä tunteja muutostöiden tekemiseen. Kaikkien hankkeeseen osallistuvien henkilöiden olisi myös hyvä olla mukana kaikissa kokouksissa ja työmaakäynneillä läpi hankkeen, koska näin he olisivat aina ajantasalla hankkeesta eikä tiedonsiirtämiseen kuluisi ylimääräistä aikaa eikä tärkeää tietoa jäisi myöskään välittymättä henkilöiden välillä.

Sähkösuunnittelua on mahdollista tehostaa esimerkiksi perehdyttämällä paremmin yritykseen tulevat uudet työntekijät. Näin työntekijät ovat tuottavampia alusta lähtien. Työntekijöiden kouluttamisen lisääminen tehostaa myös sähkösuunnittelua ja maksaakin itsensä takaisin ajan kuluessa. Hyvä esimerkki tästä on sähkösuunnittelutyökalujen käytön tehostaminen joka vaatii koulutusta ja jonka seurauksena työntekijät ovat tuottavampia. Myös malliprojektin kokoaminen tehostaa huomattavasti sähkösuunnittelua. Malliprojektista löytyy suurimpaan osaan hankkeista täsmäävät järjestelmien esimerkkikaaviot, esimerkkiipiirikaaviot ja esimerkkipääkaaviot. Näin sähkösuunnittelijan on helppo löytää hankkeensa suunnitelmiin tarvittavat muokattavat perusrungot kopiointia varten, koska samaa massatyötä ei ole järkevää tehdä joka ikiseen hankkeeseen erikseen. Lisäksi malliprojektin esimerkkejä noudattamalla kaikki yrityksen sähkösuunnittelijat tuottavat yhdenmukaisia suunnitelmia, joissa eivät näy henkilökohtaiset toteutustavat vaan tasainen laatu.

#### 4 SÄHKÖSUUNNITTELUPROSESSIN KEHITTÄMINEN

AH-Talotekniikan sähkösuunnitteluprosessista tehtiin prosessikaavio, joka toteutettiin taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelon TATE12:sta mukaan yrityksen käytännöt huomioon ottaen. Lisäksi päivitettiin yrityksen laatukäsikirjan prosessikaavioon liittyvät kappaleet ja pidettiin yrityksen työntekijöille koulutus prosessikaaviosta. Koulutuksessa käytiin prosessikaavio perusteellisesti läpi kohta kohdalta. Prosessikaaviossa suunnitteluprosessi on jaettu TATE12:sta mukaisiin tehtäväkokonaisuuksiin ja se etenee todellisessa aikajärjestyksessä. Prosessin esittämisessä on käytetty apuna visuaalisia elementtejä, kuten värejä ja viivan paksuuksia. Prosessikaaviosta tuli osa yrityksen laatujärjestelmää. Prosessikaavion tekeminen toteutettiin AutoCAD-ohjelmalla. Sen toteuttamiseen vaadittu tieto löytyi osittain lukemalla, mutta suurimmilta osin se oli niin sanottua hiljaista tietoa jota sai tenttaamalla yrityksen kokeneimpia sähkösuunnittelijoita. Prosessikaavio on työkalu suunnitteluprosessin kehittämiseen, yhtenäistämään työntekijöiden työmenetelmät, perehdyttämään uudet työntekijät ja esitelmään asiakkaille laadun toteutumista suunnittelussa. Koska prosessikaavio on AH-Talotekniikan omaisuutta ja näin ollen salaista, sitä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä tätä tarkemmin.

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe oli sähkösuunnitteluprosessin kehittäminen. Opinnäytetyön tilaaja oli AH-Talotekniikka. Opinnäytetyön tuloksena saatiin prosessikaavio yrityksen sähkösuunnitteluprosessista. Tulevaisuudessa prosessikaaviota on päivitettävä ajan tasalle muuttuvien käytäntöjen ja toimintatapojen mukaan, koska sähkösuunnitteluala kehittyy ja mukautuu jatkuvasti. Työtä aiheen parissa olisi varmasti ollut loputtomiin uusia kehittämisen kohteita kun ei ole vaikea keksiä, mutta työ oli rajattava opinnäytetyöhön sopivaksi kokonaisuudeksi.

Opin opinnäytetyön aikana valtavan paljon uutta sähkösuunnitteluprosessista kokonaisuutena ja sen läpi viennistä. Osan tiedosta sain lukemalla, mutta suurimmaksi osaksi kaikki tieto oli niin sanottua hiljaista tietoa, jota sain tenttaamalla yrityksen työntekijöitä jotka omasivat pisimmät työhistoriat sähkösuunnittelun parista. Olen tyytyväinen opinnäytetyön tuloksena saatuihin tuotoksiin, koska ne tulivat yrityksen käyttöön. Uskon että tämän opinnäytetyön ansiosta minulla on nyt hyvä perustietämys koko kiinteistöjen sähkösuunnitteluprosessista ja työkalut itseni kehittämiseen suunnittelualalle valmistumisen jälkeistä työelämää varten.

## LÄHTEET

AH-TALOTEKNIikka 2015. Palvelut [verkkosivu]. [Viitattu 2015-04-30].

Saatavissa: [www.ah-talotekniikka.fi/palvelut](http://www.ah-talotekniikka.fi/palvelut)

AH-TALOTEKNIikka 2015. Yritys [verkkosivu]. [Viitattu 2015-04-30].

Saatavissa: [www.ah-talotekniikka.fi/yritys](http://www.ah-talotekniikka.fi/yritys)

NSS RY 2007. FIDIC:in ja SKOL:in eettiset säännöt [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-04-30].

Saatavissa: [www.nsoy.fi/uploads/nss/FIDICin%20eettiset%20saannot.pdf](http://www.nsoy.fi/uploads/nss/FIDICin%20eettiset%20saannot.pdf)

NSS RY 2012. Pätevyysvaatimukset ja kohteiden vaativuusluokitukset. Sähkösuunnittelijan pätevyystodistuksen hakulomake [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-04-30].

Saatavissa: [www.nsoy.fi/uploads/uusi-patevyyshakemus-2014.pdf](http://www.nsoy.fi/uploads/uusi-patevyyshakemus-2014.pdf)

NSS RY 2015. Sertifiointi [verkkosivu]. [Viitattu 2015-04-30].

Saatavissa: [www.nsoy.fi/index.php/sertifiointi](http://www.nsoy.fi/index.php/sertifiointi)

NSS RY 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Espoo: Sähköinfo.

SESKO RY 2014. Sähkö- ja elektroniikka-alan standardointi [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-04-30].

Saatavissa: [www.sesko.fi/attachments/yleista/sesko\\_pieni\\_yleisesite\\_tammik2014webbiin.pdf](http://www.sesko.fi/attachments/yleista/sesko_pieni_yleisesite_tammik2014webbiin.pdf)

SKOL RY 2013. Henkilöryhmittely. Suunnittelutyön kustannusseuranta [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-04-30].

Saatavissa: [www.skolry.fi/sites/default/files/attachments/SKS\\_2013.pdf](http://www.skolry.fi/sites/default/files/attachments/SKS_2013.pdf)

SUNINEN, Siljakaisa 2012. Suunnittelijan sopimuserusteinen vahingonkorvausvastuu rakennusurakassa. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Liiketalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 2015-04-30.]

Saatavissa: [www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/48815/suninen\\_siljakaisa.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/48815/suninen_siljakaisa.pdf?sequence=1)

SÄHKÖTIETO RY 2012. S2010-sähkönimikkeistö. ST 70.12 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-04-30].

Saatavissa: [www.severi.sahkoinfo.fi/pdfget/3491](http://www.severi.sahkoinfo.fi/pdfget/3491)

SÄHKÖTIETO RY 2013. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12. ST 41.10 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-04-30].

Saatavissa: [www.severi.sahkoinfo.fi/pdfget/461/2](http://www.severi.sahkoinfo.fi/pdfget/461/2)

SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI. L 1996/410. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-04-30].

Saatavissa: [www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960410#L2](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960410#L2)