



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Sanna Boginski

Sähkösuunnittelijan tarkastuskäytännöt

Tärkeä taloudellinen ja laadullinen merkitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Tekniikan koulutusohjelma

Sähkövoimatekniikka

Artikkeliopinnäytetyö

25.1.2020

Hyvän ja laadukkaan sähkösuunnitteluprosessin lopputuloksena syntyvät huolellisesti tehdyt turvalliset ja laadukkaat sähkösuunnitelmat. Suunnitteluprosessi sisältää monesti erilaisia haasteita, kuten kiirettä, riippuvuutta muihin suunnittelijoihin ja heidän aikatauluihinsa, monien järjestelmien suunnittelemista sekä lukuisien laitteiden ja tuotteiden valitsemista. Tämän takia tärkeää onkin luoda hyvät tarkastuskäytännöt sekä työkuultuuri, jossa tarkastusta arvostetaan sekä pidetään tärkeänä tehdä huolellisia suunnitelmia. Hyvässä työkuultuurissa sallitaan virheiden tekeminen ja hyväksytään se osana suunnitteluprosessia. Eritasoiset virheet ja puutteet suunnitelmissa aiheuttavat muutoksia. Pieniä muutoksia ja huolimattomuusvirheitä tapahtuu aina, mutta hyvässä suunnitteluprosessissa pitäisi saada ehkäistyä isommat järjestelmätason virheet sekä väärin tyyhitetyt laitteet tai tuotteet. Muutoksista maksetaan aina muutoshintaa ja huonoimmassa tapauksessa päästään tulkitsemaan ja soveltamaan lakia.

Sähköturvallisuuslaki määrittää turvallisuusvaatimukset

Sähkölaitteistojen turvallisuusvaatimuksista määrätään Suomen sähköturvallisuuslaissa 16.12.2016 / 1135. Sen mukaan laitteisto on ”suunniteltava, rakennettava ja korjattava hyvän turvallisuusteknisen käytännön mukaisesti” (Sähköturvallisuuslaki 2016, § 31). Sähköturvallisuuslaissa esitetään sähkölaitteistolle olennaisia turvallisuusvaatimuksia, joita ovat mm. palosuojausta, sähköiskua sekä muita haittavaikutuksia vastaan tehtävää suojausta. Nämä eri vaatimukset koskevat myös merkintöjä ja asiakirjoja. (Sähköturvallisuuslaki 2016, § 31) Huomioitaessa vielä, että sähkölaitteistolle tehtävissä määräaikaistarkastuksissa täytty piirustusten ja kaavioiden olla käytettävissä (Sähköturvallisuuslaki 2016, § 50), on näiden asiakirjojen oikeellisuudella ja laadulla tärkeä merkitys.

Piirustusten oikeellisuudella taataan turvallisuutta sekä suunnitteluvaiheessa että sen jälkeen. Hyvän ja laadukkaan suunnittelun tunnusmerkkejä ovat hyvät piirustukset, kaaviot ja muut asiakirjat. Näillä varmennetaan, että urakoisija osaa tehdä asennuksen oikein ja asennusten tarkastaminen sekä ylläpitäminen on helpompaa. Piirustusten oikeellisuudella on tärkeä merkitys muutoksien kannalta, joita aina jollain aika välillä tulee tehtäväksi. Paitsi että muutosten tekeminen on helpompaa, jos sähkökuvat ovat ajan tasalla, myös silloin on tärkeää päivittää ja merkitä tehdyt muutokset. Pahimmillaan virheelliset kuvat ja kaaviot voivat aiheuttaa kuolemaan johtavia tapaturmia. Esimerkiksi vuonna 2006 sähköasentaja

kuoli, kun ratapihan vaihteiden lämmitystä syöttävän muuntajan etusulaketta oli vaihtamassa (Sähkötapaturmissa kuolleet 1980-, 2020). Ajo johdin ei saanut jännitettä lähimmästä muuntajasta kuvien mukaan, jolloin työmaadoitus tehtiin väärään paikkaan (Sähkötapaturmissa kuolleet 1980-, 2020).

Sähtöturvallisuuden ja sähkötyöturvallisuuden tunteminen onkin suunnittelijalle erittäin tärkeää. Sähkösuunnitelmat eivät saa olla määräysten vastaisia vaan ne täytyy tehdä säädöksiä ja lainsäädäntöä noudattaen turvallisesti. Myös valitut laitteistot, laitteet ja tarvikkeet tulee täyttää sähkölaitteille asetetut vaatimukset. Myös erikoistilat ja laitteistot, kuten ex-tilat, voivat määrittää lisää vaatimuksia suunnittelijalle, jotka hänen tulee huomioida. Sähkösuunnittelulle ei kuitenkaan ole laissa asetettu pätevyysvaatimuksia eikä se urakoitsijatoimintaan nähden ole ilmoituksen varaista. (Autio ym. 2004: 93–95.)

Mistä koostuu sähkösuunnitteluprosessi?

Suunnitteluprosessi lähtee pääsääntöisesti vuoropuhelusta tilaajan kanssa, missä kartoitetaan tarpeet sekä lähdetään näiden pohjalta viemään suunnittelua eteenpäin eri suunnittelualojen kanssa (Autio ym. 2004: 38.). Suunnittelualojen osaajat muodostavatkin yhdessä yhteistyötä tekevän suunnitteluryhmän. (Autio ym. 2004: 33.) Ennen lopputulosta sähkösuunnittelija on yhteensovittanut eri suunnittelualojen, tilaajan ja mahdollisesti käyttäjän kanssa halutut suunnitelmat. Sähkösuunnittelija on suunnittelujärjestyksessä lähtökohtaisesti aina viimeisenä, mikä asettaa omat haasteensa mm. aikataulujen pitävyyden sekä suunnitteluprojektin ajankäytön hallinnalle. Käytännössä pienikin muutos toisissa suunnittelualoissa, kuten sisustus- tai lvi-suunnittelussa, heijastuu hyvin todennäköisesti myös sähkösuunnitteluun. Jokaisen suunnittelualan tulisi kuitenkin osaltaan vastata siitä, että suunnitellut ratkaisut eivät olisi ristiriidassa toistensa kanssa (Autio ym. 2004: 92.).

Jokaisessa projektissa on myös projektin luonteen mukaan eri määrä suunniteltavaa eri suunnittelualoilla. Kuitenkin sähkösuunnittelijalla on useasti monta jär-

jestelmää suunniteltavana, kuten laitteiden sähköistys, valaistus, atk-järjestelmät, keskuksset, murtoilmaisujärjestelmät, kameravalvonta, paloilmaisimet, turva- ja poistumistievalaistus. Näissä järjestelmissä on lukuisia yksityiskohtia, vaatimuksia sekä suosituksia, joita pitää noudattaa ja jotka suunnittelijan pitää osata huomioida. Tämän lisäksi suunnittelijalla on valittavinaan iso osa erilaisia toimittajia, joiden järjestelmistä, laitteista tai vaikkapa valaisimista valita.

Tänä päivänä sähkösuunnitteluprosessin yhtenä haasteena suunnittelussa kaikilla suunnittelualoilla ovat tiukat aikataulut ja siitä aiheutuva kiire. Suunniteltava laajuus riippuu tietysti eri urakkamuodoista ja suunnitteluvaiheesta. Tavoitteena rakennushankkeessa on monesti kuitenkin lyhentää sen kokonaiskestoa ja rajoittaa suunnittelua ja toteutusta (Autio ym. 2004: 44.). Suunniteltavia järjestelmiä ja valittavia laitteita on paljon monine yksityiskohtineen, sekä huomioiden suunnittelujärjestyksen on sähkösuunnittelija lähtökohtaisesti aina viimeisenä suunnittelemassa. Suunnitteluryhmä tekeekin ryhmätyötä, jossa tarvittavaa tietoa tuleekin tuottaa ja jakaa aikataulussa muille suunnittelijoille, tilaajalle ja rakennuttajalle (Autio ym. 2004: 50.) Muiden suunnittelualojen viivästykset ja mahdolliset muutokset kertaantuvat hyvin herkästi sähkösuunnitteluun. Kiire lisää stressiä ja onkin suomalaisessa työelämässä yksi suurimmista psykososiaalisista kuormitustekijöistä (Puttonen ym. 2016). Pitkittyessään stressi heikentää tuottavuutta ja hyvinvointia sekä voi aiheuttaa työtapaturmia. Jatkuvassa kiireessä myös mm. toiminnan kehittäminen ja uudistaminen kärsivät sekä asioihin paneutuminen vaikeutuu. (Puttonen ym. 2016).

Useamman suunnittelijan projekteissa on tärkeää myös koordinoita sitä, kuka tekee mitään ja miten asioista viestitään suunnittelijan ja projektipäällikön välillä. Haasteen aikatauluihin ja kiireeseen tekee myös se, ettei rakennuttajakonsulteilla tai tilaajilla ole välttämättä tätä ymmärrystä työn luonteesta. Vaikka rakennushankkeessa aikataulu- ja resurssisuunnittelu on rakennuttajan vastuulla (Autio ym. 2004: 50.), on sähkösuunnittelu muiden suunnittelualojen tavoin velvollinen kommunikoidaan aikataulusta sekä pitämään siitä kiinni.

Hyvä urakkalaskentasarja tärkeä osa sähkösuunnitteluprosessia

Suunnitteluprosessin osatulos on tarkoitus kiteytyä hyvään urakkalaskentamateriaaliin. Tämän ei tarvitse olla välttämättä niin yksityiskohtainen kuin mitä toteutusvaiheessa vaaditaan. Kuitenkin jos urakkalaskentavaiheessa kuvista puuttuu liikaa tietoa, ei urakkaa ole voitu laskea oikein ja joudutaan teettämään muutokset lisätöinä. Pienet puutteet tai toteutusvaiheessa tehtävät tarkennukset kuuluvat jokaiseen suunnitteluprosessiin, mutta isommat puutteet kertovat mm. haasteista suunnitteluprosessissa. Näitä voivat olla mm. suunnittelijan kokemattomuus, liian vähäiset resurssit tai kiire. Suunnittelijan osaaminen tulisi olla huomioituna jo suunnittelijaa valittaessa, jolloin suunnittelija olisi valittu laadullisin kriteerein eli huomioiden pätevyys, toimitus- ja yhteistyökyky (Autio ym. 2004: 41.). Toisaalta jos esimerkiksi suunnittelulle ei ole varattuna riittävää aikaa, tuottaa liian lyhyt suunnittelu puutteellisia ja virheellisiä suunnitelmia (Autio ym. 2004: 50.). Tämä voi puolestaan viivästyttää toteutusvaihetta sekä aiheuttaa lisäkustannuksia mm. lisätöinä (Autio ym. 2004: 50.).

Lisätyöt voivat aiheutua myös muutoksista, joita syntyy tilaajan muuttuneista tai tarkentuneista tarpeista. Näitä muutoksia voi oikeastaan vain ennakoida sillä, että asiakkaan kanssa on syntynyt riittävä dialogi ja ymmärrys, jotta kokenut suunnittelija pystyy huomioimaan asiakkaan tulevaisuudenkin tarpeet. Toisaalta hyvältä suunnittelijalta toivoisi vaadittavan myös tulevaisuuden huomioimista mm. siinä, että järjestelmillä ja tiloilla olisi laajennusvaraa ja muunneltavuutta. (Autio ym. 2004: 92.) Valitettavasti tämä jää kustannusten takia välillä liian vähälle huomiolle, vaikka lisäkustannus siinä vaiheessa olisikin pieni. Tilaajalla ei myöskään välttämättä ole aina ymmärrystä, mihin voisi olla järkevää investoida tulevaisuutta ajatellen. Tämä lisää sähkösuunnittelijan vuorovaikutustaitojen merkitystä, mutta myös ajankäyttöä siihen, että pysähtyy miettimään, mikä on tarpeellista ja mikä ei.

Hyvän urakkalaskenta-aineiston tunnusomaisia piirteitä on tietysti oikeellisuus, tarkkuus ja turvallisuus. Suunnitellessa ei saisi tulla sellaisia virheitä, mitkä vaarantavat mm. sähköturvallisuuden eikä muitakaan suurempia huolimattomuusvir-

heitä. Tämä voisi tarkoittaa mm. kaapeleiden liian pieniä mitoituksia tai verkonmitoituksen tekemättä jättämistä. Hyvä urakkalaskenta-aineisto palvelee myös laskijaa kertoen tarpeellisen tiedon, joka tarvitaan tarkan kustannuslaskelman tekemiseen. Mikäli laskijalta puuttuu tietoa, hän arvaa tai asettaa tyypillisesti ”ker-toimia” laskentaan, jolloin asiakkaan hinta voi nousta. Hyvästä urakkalaskenta-aineistosta kertookin se, että useimmat tarjoukset osuvat lähelle toisiaan. Tällöin suunnittelijan tekemiä piirustuksia on useampi ymmärtänyt samalla tavalla, ja ne ovat olleet riittävän selkeitä. Toki urakkaneuvotteluissa voidaan käydä läpi tarkennuksia urakasta sekä esittää lisäyksiä. Kuitenkin käytännössä nämä ovat enemmän sellaisia tarkennuksia, mitä urakoitsija kysyy, että saa laskettua urakan oikein ja niin, että tilaus tipahtaisi myös hänelle. Kuitenkaan urakoitsijat eivät pienemmistä puutteista välttämättä tässä vaiheessa huomauta, jotta lisätöitä voidaan myös tarjota.

Tarkastaminen avainasemassa

Edellä on esitetty sähkösuunnittelua ja sen haasteita moniulotteisena prosessina. Avain laadukkaaseen ja turvalliseen lopputulokseen on hyvä koordinointi ja tiedonkulku, yhteistyö sähkösuunnittelussa sekä tarkastaminen. Erityisesti suunnittelun haasteiden takia tarkastamisen rooli on erityisen tärkeä. Tarkastamista tarvitaan sekä suunnitteluvaiheessa että urakkalaskenta-aineiston ja toteutuskuvien osalta. Tärkeää olisi tarkistaa myös isommat revisiokierrokset, joissa muutettava on ollut paljon.

Suunnitteluvaiheessa tapahtuva tarkastaminen liittyy suoraan itse suunnittelu-prosessiin. Tämän avulla voidaan seurata, että kaikki tarvittavat osa-alueet ovat huomioituna (Autio ym. 2004: 106.). Jos tätä ei tehdä, ovat yleensä virheet suurempia ns. ”järjestelmätason” virheitä. Esimerkkinä tämä voisi tarkoittaa sitä, ettei kaapeleita ole mitoitettu verkonmitoituslaskelmilla, ja kun ne tehdään myöhemmin, kaapelimitoitukset muuttuvat. Toisena esimerkkinä voisi olla, ettei valaistuslaskelmissa ole huomioituna huoneen tummia pintoja, jolloin valaistusvoimakkuus jää liian pieneksi. Laatu syntyykin oman työnsuorituksen tarkastamisesta (Autio ym. 2004: 106.).

Koska tarkastettavia asioita on paljon ja työtä tehdään monesti kiireessä, lisää tämä stressiä, joka kuormittaa aivoja. Esimerkiksi stressin kasvaessa suuremaksi ihminen voi huonommin, ei ajattele järkevästi eikä päätöksenteko toimi (Huttu & Wasenius 2016: 35.). Tällöin onkin työtavoissa hyvä hakea toimintatapoja, joilla aivojen kuormitusta minimoidaan. Suunnitteluprosessin aikana tehtäviin valintoihin on hyvä kiinnittää huomiota sekä hyödyntää esimerkiksi kollegan näkökulmaa ja mielipidettä. Suunnitteluprosessia helpottamaan voikin käyttää mm. erilaisia muisti- ja tarkastuslistoja suunnittelualueittain helpottamaan tätä työtä (Autio ym. 2004: 106.).

Urakkalaskentavaiheessa tarkistetaan toki myös järjestelmien oikeellisuutta ja toimivuutta. Tässäkin kohtaa voidaan oivaltaa järjestelmätason asioita, joita pitää huomioida, mutta parempi olisi, jos niitä voitaisiin tarkistaa jo aiemmin suunnitteluprosessin aikana. Näitä asioita voidaan tarkastella esim. energiatehokkuus, elinkaaritalous, ympäristömyönteinen suunnittelu tai muuntojoustavuus huomioiden (Autio ym. 2004: 96–98.). Yksityiskohtien määrä ja kiire urakkalaskenta-aineiston tarkastusvaiheessa on suuri, jolloin järjestelmätason virheitä ei välttämättä niin helposti enää huomata eikä niitä voida niin helposti enää korjata. Urakkalaskenta-aineiston tarkastaminen on kuitenkin jo luonteeltaan myös enemmän yksityiskohtiin menevää tarkastusta. Puuttuuko palopainike? Pitäisikö pistorasioita olla muutama lisää? Olisiko johdotus helpompi tehdä näin? Toisaalta tarkistetaan myös piirustusjälkeä, että kuvista saadaan selvää, toisaalta sitä, että niissä on kaikki tarvittavat tiedot eri järjestelmistä. Hyvältä piirustukselta vaaditaan, että siinä on oikein esitettyä tarpeelliset tiedot ja se on tehty käyttäen sovittuja, standardinmukaisia piirustustapoja (Jumpponen 2001: 11.).

Hyvä työkuultuuri tärkeää virheiden ehkäisyssä

Virheille altis suunnittelutyö vaatii työyhteisöltä hyvää ilmapiiriä. Hyvä työyhteisö sallii virheet, mutta rakentaa toimintatavat ja kulttuurin niin, että niistä opitaan ja niiden syntysyihin puututaan. Jos tarkastuskäytännöstä on muodostunut rutiini, voidaan minimoida monia haasteita, jotka helposti kertaantuvat, kun lähdetään tekemään muutoksia esimerkiksi revisioina. Jos taas tarkastuskulttuuria ei ole,

voi sen luominen tuntua alussa haastavalta, mutta lopputulos palkitaan. Suotavaa olisikin tilanne, jossa virheen kuulee mieluummin kollegalta kuin urakoitsijalta tai tilaajalta, jolloin äänensävy voi olla pahimmillaan hyvin erilainen tai kustannuksia siirtyä jopa suunnittelutoimiston maksettavaksi. Kollegan auttaminen lisää myös työyhteisössä positiivisia asioita – auttaminen yleisesti tuo hyvän mielen molemmille osapuolille.

Virheitä tapahtuessa seurauksia yleensä on. Kuvien ristiriitaisuuksien välille rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE 1998) antaa hyviä vastauksia siihen, missä järjestyksessä noudatetaan kuvien pätevyysjärjestystä. Tämän mukaan kuvien pätevyysjärjestys määräytyy joko urakkasopimuksen tai YSE 1998 13. pykälän mukaan. Tämän mukaan asiakirjojen pätevyysjärjestyksessä esimerkiksi urakkasopimus on ensimmäisenä ja urakkaneuvottelupöytäkirja toisena. Näissä kohdissa urakkaneuvotteluissa voidaan siis vielä vaikuttaa, esimerkiksi tarkentamalla muutoksia ja puutteita. Toisaalta esimerkiksi määrä- ja mittaluettelot ovat ennen teknisiä asiakirjoja kuten työkohtaisia laatuvaatimuksia ja selostuksia, sopimuspiirustuksia sekä yleisiä laatuvaatimuksia ja työselostuksia. Tällöin esimerkiksi valaisinluettelo on määräluettelona tasokuvaa tärkeämmässä asemassa, jolloin ristiriitatilanteissa tämä ratkaisee. (YSE 1998) Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että kuvia piirrettäessä tulee huomioida, ettei kuvien reunojen ulkopuolelle tai toiseen kohtaan kuvassa jää vastaavia symboleita. Tällöin ohjelmasta saatava määrälaskenta antaa virheellisen, liian suuren tuloksen. Näin ollen määrävämmässä asemassa olevaan määräluetteloon eli valaisinluetteloon tulee suurempi määrä valaisimia, vaikka tasokuvassa ei näitä valaisimia olisikaan.

Ristiriitaisuuksista ja virheistä voidaan valitettavasti kiistellä myös oikeudessa. Asioista voidaan monesti kuitenkin sopia ja esimerkiksi suunnittelutoimisto voi lunastaa vaikkapa väärin mitoitettut valaisimet itselleen. Toisaalta pienemmät virheet ja tarkennukset kuuluvat myös urakkaan ja suunnitteluun. Kaikkea ei vain pystytä huomioimaan suunnittelupöydällä, sillä asiat hahmottuvat paremmin käytännössä ja toisaalta työmaalta löytyy usein yllätyksiä, joiden takia suunnitelmia joudutaan muuttamaan. Liiallisilla virheillä ja suunnitteluprosessin haasteilla on

myös vaikutuksensa. Sähkösuunnittelijaa ei enää välttämättä haluta käyttää, jolloin esim. pitkäaikaisten asiakkaiden saaminen voi olla haastavaa eikä suunnittelutyössä voi kilpailla laadulla puhumattakaan referenssien saamisesta.

Yhteenveto

Laadukas, turvallinen ja hyvä suunnittelu on tärkeä osa menestyvää suunnittelu-toimistoa. Laadukkaan suunnitteluprosessin lopputuloksena syntyneet, hyvät suunnitelmat siivittävät työtilannetta paremmaksi ja toimijaa halutuksi kumppaniksi, jossa voidaan tarjota muutakin kilpailuvalttia kuin vain raha. Laadun osoittamiseksi voidaan harkita mm. laatujärjestelmän sertifiointia. Laatujärjestelmän ylläpitäminen ja sen sertifiointi voikin toimia tilaajalle julkisena meriittinä laadunhallinnan tasosta, esimerkkinä RALA-sertifiointi (RALA-sertifiointi auttaa yritystä parantamaan toimintaansa puolueettoman arvioinnin kautta 2020). Suunnittelu-toimiston oma tai RALA-sertifioitu laatujärjestelmä voi edellyttää erilaisia tarkastuskäytäntöjä, kuten tarkastusdokumenttien täyttämistä ja niiden kuittaamista (Autio ym. 2004: 106.). Laatua tarkasteltaessa myös palautteen saaminen omasta suunnittelutyön onnistumisesta on tärkeää laadun ja kehittymisen kanalta. Tässä tärkeässä osassa on myös suunnittelijavalvonta, jolloin suunnittelu-pöydän ratkaisut päästään punnitsemaan käytännössä (Autio ym. 2004: 91.).

Artikkelin kirjoittaja Sanna Boginski on valmistunut Metropolia Ammattikorkeakoulusta sähkövoimatekniikan insinööriksi. Aikaisemmalta koulutukseltaan hän on kemian tekniikan diplomi-insinööri. Hän on laajentanut koulutustaan toisella tutkinnollaan.

Lähteet

Autio Isto, Harsia Pirkko, Leskinen Markku, Piikkilä Veijo, Savuoja Pekka ja Välimäki Esko. 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Helsinki: Sähköinfo Oy

Huttu Tiina & Wasenius Reidar. 2016. Personal Brainer. WSOY.

Jumpponen Eino. 2001. Sähköpiirustuskirja. Tampere: Sähköinfo Oy.

Puttonen Sampsa, Mervi Hasu ja Krista Pahkin. 2016. Työhyvinvointi paremmaksi: Keinoja työhyvinvoinnin ja työterveyden kehittämiseksi suomalaisilla työpaikoilla. Tampere: Työterveyslaitos.

RALA-sertifiointi auttaa yritystä parantamaan toimintaansa puolueettoman arvioinnin kautta. 2020. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. < <https://www.rala.fi/tuotteet/sertifiointi/>>. Laadittu 2020. Luettu 19.1.2020.

Sähkötapaturmissa kuolleet 1980-. 2020. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. <<https://tukes.fi/onnettomuudet/sahkokuolemat>>. Laadittu 2019. Luettu 8.1.2020.

Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016 / 1135

YSE 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot.1998. Rakennustieto Oy,