

MÄÄRÄLASKENTA SÄHKÖSUUNNITTELUSSA

Kesti Jussi

Opinnäytetyö
Sähkötekniikka
Tekniikka ja liikenne
Insinööri (AMK)

2017

Sähkötekniikka
Tekniikka ja liikenne
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jussi Kesti	Vuosi	2017
Ohjaaja	Ins, (AMK) Marko Kukkola		
Toimeksiantaja	Terawatt Oy		
Työn nimi	Määrälaskenta sähkösuunnittelussa		
Sivu- ja liitesivumäärä	47 + 4		

Tässä opinnäytetyössä tutustuttiin määrälaskennan huomioimiseen jo sähkösuunnitteluvaiheessa. Työ tehtiin Terawatt Oy:lle sähkösuunnittelun ja määrälaskennan kehittämiseen. Työssä etsittiin keinot, miten saadaan mahdollisimman tarkat määrät sähkötuotteista suunnittelun eri vaiheissa. Opinnäytetyössä vertailtiin myös kahden eri suunnitteluohjelman, eli JCAD:n ja CADS:n eroja. Mikäli ohjelmista löytyi rajoitteita, pyrittiin ratkaisemaan ongelmat, jotta päästiin mahdollisimman hyvään lopputulokseen. Lisäksi tutustuttiin ohjelmistojen hyödyntämiseen vikasuojauksen laskennassa, mietittiin asuntojen sähkösisältöjä suunnitella varten ja etsittiin ratkaisuja automaattisten valaisinluetteloiden tuottamiseen sähkösuunnitteluohjelmia ja valaistuslaskentaohjelma Dialuxia käyttäen.

Työssä hyödynnettiin ST-kortistoja, opeteltiin käyttämään suunnitteluohjelmia totuista työmenetelmistä poikkeavasti ja hyödynnettiin aikaisemmin luotuja listauksia käytettävistä sähkötuotteista.

Opinnäytetyössä tehtiin työkalu eri valmistajien sähkötuotteiden tilaamiseen yhdellä ainoalla Excel-tiedostolla. Tämä mahdollistaa kalustesarjan vaihtamisen tuotannon aikana ilman erillistä laskentaa ja tuo tehokkuutta työn tekemiseen. Työn aikana tehtiin ratkaisuja myös automaattisten valaisinluetteloiden tuottamiseen aiemman käsin tehtyjen luetteloiden sijaan. Luettelot tulevat suoraan sähkösuunnitelman pohjalta, jolloin virheen mahdollisuus pienenee määrien ja tuotteiden kohdilla.

Technology, Communication and Transport
Electrical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Jussi Kesti	Year	2017
Supervisor	Marko Kukkola BEng (UAS)		
Commissioned by	Terawatt Oy		
Subject of thesis	Quantity Calculation in Electrical Design		
Number of pages	47 + 4		

This thesis introduces how to take account of quantity counting already in the electrical design phase. The work was carried out at Terawatt Oy for the development of electrical planning and quantity calculation. The aim of the thesis was to find ways to obtain the most accurate quantities of electrical products at different stages of design. The thesis also compared the differences between two design programs, namely JCAD and CADS. If the programs were constrained, they tried to solve the problems in order to achieve the best result possible. In addition, the software was utilized to calculate defect protection, the electrical content of the dwellings was considered for planning and solutions were sought for the production of automatic lighting catalogs by using electronic design software and lighting software using Dialux.

The ST cards were used in the work, learning to use design programs differently from the work methods that were customary, and utilizing previously created lists of electrical products used.

The thesis was a tool for ordering electrical products from different manufacturers in a single Excel file. This allows the electrical series to be replaced during production without separate calculation and brings efficiency to work. During thesis work, solutions were also made to produce automatic lighting catalogs instead of previous hand-made catalogs. The catalogs come directly from the electrical plan, whereby the possibility of error is reduced as to the quantities and products.

Key words

JCAD, CADS, quantity calculation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	ASUNTOJEN SÄHKÖINEN VARUSTELUTASO	9
2.1	Valaistus tilaryhmittäin	9
2.2	Huoneistojen sähköpisteet tilaryhmittäin.....	11
3	SUUNNITTELUOHJELMIEN KÄYTTÖ MÄÄRÄLASKENNASSA	13
3.1	Käytetyt ohjelmat	13
3.2	Määrälaskentapohjainen sähkösuunnittelu	13
3.3	JCAD-ohjelman hyödyntäminen ja rajoitteet	14
3.4	Kaapelointimassat	15
3.5	Sähkösuunnittelu määrälaskenta huomioiden	16
3.5.1	Asennuskorkeudet ja kytkentävarat.....	16
3.5.2	Lähdöt	17
3.5.3	Antenni- ja tietoliikennekaapelit.....	17
3.5.4	Kytkimet ja peitelevyt.....	17
3.5.5	Symbolipaketit.....	18
3.5.6	Määrät sähkösuunnitelmista kuvaan	18
3.5.7	Määrät sähkösuunnitelmasta tiedostoon.....	19
3.6	Sähkökalustetyypit	19
3.6.1	Määrät Exceliin.....	20
3.6.2	Yhdistetyt symbolit	21
3.6.3	Jako- ja kojerasiat	21
3.7	Tuotekirjaston käyttäminen CADS Pro 16:ssa	22
3.7.1	Sähkösuunnittelu CADS:lla	22
3.7.2	Sähkösuunnittelu CADS:lla määrälaskenta huomioiden	23
3.7.3	Kaapelointi CADS Pro:lla	26
3.7.4	Määrälaskenta CADS Pro:ssa.....	27
3.7.5	Sähköpisteen kaikki tuotteet luettelon	29
4	OHJELMIEN MUIDEN OMINAISUUKSIEN TARKASTELU.....	31
4.1	Vikasuojaus	31
4.1.1	Tekniset laskelmat CADS:lla	32
4.1.2	Tekniset laskelmat JCAD:lla.....	33
4.2	Valaisimen valinta.....	35

4.2.1	Valaisimet urakoinnissa.....	36
4.2.2	Valaistussuunnittelu Dialuxilla	37
4.2.3	Valaisinten sijoittelu ja laskenta.....	38
4.2.4	Sähkösuunnittelu hyödyntäen Dialuxia.....	39
4.2.5	Valaisimet sähkösuunnitelmaan	40
4.2.6	Valaisinluettelot sähkösuunnitteluohjelmilla	41
5	POHDINTA.....	43
	LÄHTEET	46
	LIITTEET	47

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin käytännön työn osalta vuonna 2016 ja saatettiin loppuun kevään 2017 aikana. Työ tehtiin Terawatt Oy:n toimeksiannosta. Haluan kiittää vaimoani ja tytärtäni, sekä muita läheisiäni kannustuksesta opintojeni aikana. Kiitos myös työn ohjaajalle Marko Kukkolalle, jolta sain paljon hyviä neuvoja opinnäytetyötäni varten.

Oulussa 13.12.2017

Jussi Kesti

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ST	Sähkötieto ry:n kortti, jonka tarkoituksena on opastaa määräysten ja standardien mukaisiin toimintatapoihin ja ratkaisuihin
CADS	CADS Planner Client 16 sähkösuunnitteluohjelma
JCAD	JCAD – SÄHKÖSUUNNITTELU PLUS sähkösuunnitteluohjelma

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on Määrälaskenta Sähkösuunnittelussa. Toimin työn alkuvaiheen aikana sähkösuunnittelijana ja lisäksi määrälaskijana. Opinnäytetyön aiheen valintaan vaikutti kahden pääasiallisen työn yhdistäminen, eli määrälaskennan hyödyntäminen jo suunnitteluvaiheessa siten, että oikeat sähkötuotteet saadaan helposti työnjohdon käytettäväksi suunnitteluohjelmia käyttäen. Lisäksi tarkoituksena oli tehostaa suunnitteluohjelmien käyttöä teknisiin laskentoihin ja erityyppisten luetteloiden tuottamiseen automaattisesti.

Insinööriyön aihe saatiin Terawatt Oy:ltä. Terawatt Oy on talotekniikkayritys, joka toimii koko Suomessa. Toiminta keskittyy sähkö- ja LVI-urakointiin pientaloissa, rivitaloissa, sekä jonkin verran myös kerrostalokohteissa. Lisäksi Terawatt Oy tekee toimitilakohteitten urakointia pääasiallisesti sähköjen osalta, sekä kerrostalojen linjasaneerauksissa sähköurakointia.

Terawatt Oy:ssä tehdään sähköurakointia valmiiden suunnitelmien pohjalta ja lisäksi yrityksessä on omaa sähkösuunnittelua. Sähkösuunnittelu tehdään pääsääntöisesti itse urakoitaviin kohteisiin, jolloin prosessin tehokkuus pyritään maksimoimaan suunnittelusta toteutukseen.

Urakoinnissa on tärkeää se, että kohteet pystytään tekemään niillä tarvikkeilla, mitä on mukana, eli niin sanottu massoitteelu on tärkeää. Kun tarvikkeet on laskettu oikein, asentajilla ei tule turhia tukuissa käyntejä. Työnjohtaja voi tilata käsillä olevan työvaiheen sähkötarvikkeet juuri tietylle työmaalle, kun määrälaskenta on tehty oikein. Tästä seuraa se, että ei tule hukkatavaroita ja kohteet tuotavat paremmin yritykselle katetta.

Määrälaskenta on ollut ja on edelleenkin vaikeasti ratkaistava asia. Kun kohteita on paljon, eivät työnjohtajat ole välttämättä ehtineet tehdä massoitteeluja kunnolla ja tehokkuus on kärsinyt. Tässä opinnäytetyössä pyritään löytämään ratkaisut siihen, voisiko sähkösuunnittelija tehdä suunnitelmat siten, että massat saataisiin suunnittelun aikana ilman kohtuutonta vaivaa. Määrälaskennan hyödyntäminen sähkösuunnitteluvaiheessa ei liity pelkästään urakointiin, vaan myöskin tarjouslaskentaan. Mikäli tarjouksista on olemassa valmiit massat, saadaan tarjouksista tasapuolisemmat ja urakan tarjoajat ovat samalla viivalla.

2 ASUNTOJEN SÄHKÖINEN VARUSTELUTASO

2.1 Valaistus tilaryhmittäin

Seuraavat kohdat on otettu ST-kortista, joka kattaa lähinnä kerrostaloasunnot, mutta näitä tietoja voidaan hyödyntää myös muissa pienemmissä asunnoissa.

Eteistiloissa, sekä niitä vastaavissa sisääntuloauloissa varustelu tehdään laadukkaasti huomioiden valaistustarve. Ohjaukset toteutetaan kyseisissä tiloissa perinteisesti kytkimillä. (ST 25.21, 3.1)

WC- kylpy- ja pukuhuonetilat varustetaan kattoon sijoitettavilla yleisvaloilla ja mikäli huone sisältää peilin, myös peilivalolla. Peilivalo voi olla sijoitettuna esimerkiksi valopeilinä tai peilikaappiin sijoitettuna. Erillisen peilin yhteyteen valaisimet voidaan sijoittaa yläpuolelle tai sivuille. Valaisimen tarkoituksena on helpottaa esimerkiksi meikkaamista. Saunassa voidaan käyttää perinteistä saunavalaisinta tai valokuituvalaisimia. Eri valmistajilta löytyy myös LED-valaisimia saunakäyttöön, mutta näitä ei suositella korkean lämpötilan aiheuttaman käyttöiän lyhentymisen takia. Mikäli käytetään valokuituja, suositellaan myös perinteistä sanan valaisinta lauteiden alle siivoustarkoitukseen, jolloin se on hyvä varustaa omalla kytkimellään. (ST 25.21, 3.2)

Kylpytilojen sähköasennuksissa on huomioitava IP-luokitukset ja suojaetäisyydet. Esimerkiksi pistorasiaa ei saa asentaa 1200 mm lähemmäksi suihkua. (D1 2012, 357) Tämä asia on huomioitava peilivalaisimia valittaessa, koska usein peilivalaisimissa on lisäksi pistorasia, joka on otettava huomioon edellä mainitulla tavalla. Usein kylpyhuoneet on sijoitettu saunan yhteyteen, jolloin asennettavien sähkölaitteiden on oltava vähintään IP21-luokiteltuja. (D1 2012, 358) Muuten kylpytilojen aluejaot määrittävät asennettavien sähkölaitteiden IP-luokitukset.

Makuuhuonetiloissa valaistukset toteutetaan pääasiassa kattoon sijoitetuilla valaisimilla ja niiden ohjaukset toteutetaan oven pieliin sijoitetuilla kytkimillä. (ST 25.21, 3.3)

Oleskelutilojen, kuten olohuoneiden tai vastaavien yleisvalaistus voidaan toteuttaa esimerkiksi kattovalaisimilla. Valaistusta voidaan täydentää erilaisilla pöytä- tai jalkalampuilla ja lisäksi voidaan hyödyntää epäsuoraa valaistusta. (ST 25.21, 3.4) Kattoon asennettavat valaisimet voivat olla esimerkiksi valaisinpistorasiaan kytkettäviä roikkuvia valaisimia tai valaisimet voidaan asentaa myös kiinteästi. Tiloissa sijaitsevia pistorasioita voidaan hyödyntää valaistuksen täydentämiseen.

Keittiön valaistus toteutetaan hyvällä yleisvalaistuksella lisättynä työpöytävalaisimilla turvallisuuden ja hyvän työskentelymukavuuden saavuttamiseksi. Työpöytien ja tasojen valaistukseen voidaan käyttää valaisinmalleja, joissa kytkin ja pistorasiat ovat yhdistettyjä samaan tuotteeseen tai vaihtoehtoisesti ne voivat olla erillisiä, jolloin pistorasiat voidaan sijoittaa paremmin haluttuihin paikkoihin. Ruokailutilan valaistukseen käytetään usein pöydän yläpuolelle sijoitettavaa riippuvalaisinta. (ST 25.21, 3.5)

Keittiön valaistus voidaan toteuttaa kiinteillä kattovalaisimilla tai myös valaisinpistorasiaan kytkettävien valaisimin. Työpöydän valaistukseen voidaan käyttää esimerkiksi LED-nauhaa alumiiniprofiiliin asennettuna tai valmiita välitilan valaistukseen tarkoitettuja valaisimia. Astiankuivauskaapin alle sijoitettavien valaisimien IP-luokitus on oltava vähintään IP-21, joka on huomioitava valaistusta suunniteltaessa. (D1 2012, 326)

Parvekkeen valaistus pitää toteuttaa siten, että valaistus on riittävä, mutta se ei saa olla liian voimakas, koska terassilla oleskelu liian voimakkaassa valaistuksessa voi tuntua epämiellyttävältä, jolloin yhtenä vaihtoehtona voi olla valaistuksen säädettävyyden. Valaistus voidaan toteuttaa eri tavoilla, kuten seinä, katto tai riippuvalaisimin. (ST 25.21, 3.6) Valaistuksen säätämiseen voidaan käyttää vähintään kytkintä, mutta myös himmentimen käyttö voi tulla kysymykseen. Käytettäessä himmennintä, on huomioitava valaisimen himmennettävyyden. Tämä asia pitää huomioida varsinkin nykyisillä LED-valoilla.

2.2 Huoneistojen sähköpisteet tilaryhmittäin

Eteisessä on hyvä olla vähintään yksi 2-osainen pistorasia laitteiden sähkönjake-lua varten. (ST 25.21, 3.1) Pistorasiaa voidaan hyödyntää esimerkiksi siivouksen yhteydessä.

Saunan kiukaan valinnassa kannattaa miettiä kiukaan ominaisuuksia. Kiukaaksi voidaan valita perinteinen kiuas tai vaihtoehtoisesti esimerkiksi ainavalmis-kiuas. (ST 25.21, 3.2) Perinteisen kiukaan ohjaus voidaan toteuttaa kiukaassa paikalli- sesti tai etäohjainpaneelia hyödyntäen.

Kalusteryhmät, kuten peilikaapit tai vastaavat varustetaan pistorasioilla siten, että esimerkiksi peilin molemmilla puolin on käyttöpistorasiat helposti käytettävässä paikassa. Ladattaville laitteille, kuten sähköhammasharjoille voidaan sijoittaa pis- torasiat säilytyskaappiin tai esimerkiksi peilikaapin sisälle. (ST 25.21, 3.2)

Makuuhuoneiden pistorasiat sijoitetaan vähintään oven pieleen, yö- ja työpöytien kohdille, sekä televisiolle varattuun paikkaan. Tietoliikenne- ja antennirasiat sijoi- tetaan vähintäänkin television ja mahdollisen työpöydän kohdalle. (ST 25.21, 3.3) Oven pieleen sijoitetut pistorasiat toimivat usein siivouspistorasioina. Sängyn vie- reen sijoitetut pistorasiat toimivat lukuvalojen pistorasioina tai mobiililaitteiden la- taustarkoituksessa.

Kalusteiden lopulliset paikat eivät välttämättä ole tiedossa suunnitteluvaiheessa, jolloin pisto- antenni- ja tietoliikennesasioita pyritään sijoittaa oleskelutiloihin siten, että kalusteet voidaan sijoittaa usealla eri tavalla. Etenkin viihdelaitteiden kohdille tulee huomioida pistorasioita riittävä määrä. Kattoon voidaan myös sijoittaa pis- torasioita erilaisten kausivalojen tarpeisiin. (ST 25.21, 3.4)

Usein arkkitehtikuvista puuttuu huonekalujen sijoitukset, jolloin sähkösuunnittelija joutuu miettimään mahdolliset sohvien ja muiden kalusteiden paikat ja miettiä esimerkiksi television mahdolliset sijainnit. Kattoon sijoitettuja pistorasioita voi- daan hyödyntää esimerkiksi joulun aikaan, jolloin tunnelmavaloina voidaan käyt- tää joulutähtiä tai vastaavia.

Uudisrakennusten kotikaapelointi on suunniteltava ja rakennettava siten, että jokaisessa asuinhuoneessa on vähintään kaksi kategorian 6 parikaapelia jotka ovat kaapeloituina yhteen kaksiosaiseen tai kahteen yksiosaiseen tietoliikennesasiaan ja lisäksi vähintään yksi antennirasia, joka kaapeloidaan koaksiaalikaapelilla tähtiverkoksi huoneiston kotijakamoon. (Viestintävirasto 65 B/2016 M) Tässä asiassa on huomioitava, että asuinhuoneiksi lasketaan makuuhuoneiden ja olohuoneen lisäksi myös keittiö.

Keittiöön on varattava riittävästi pistorasioita. Kiinteästi sijoitettaville sähkökäyttöisille kodinkoneille varataan oma pistorasia. Jokaiselle työtason osalle varataan vähintään yksi pistorasia ja lisäksi keittiöön varataan tietoliikenne- ja antennirasiat. Ruokailutilaan ruokapöydän kohdalle sijoitetaan vähimmäisvaatimuksena yksi 2-osainen pistorasia. Kattoon sijoitettuja pistorasioita voidaan hyödyntää kausivalojen yhteydessä. (ST 25.21, 3.5) Kodinkoneilla on usein kiinteästi sijoitetut paikat, jotka voidaan tarkistaa kalustekuvista. Näiden tietojen mukaan suunnitellaan laitteiden pistorasioiden sijainnit. Näissä on huomioitava se, että niiden luokse on päästävä, eli pistorasiat eivät voi sijaita laitteiden takana, vaan esimerkiksi viereisessä kaapissa. Työtasojen pistorasioita käytetään siirrettävien laitteiden, kuten kahvinkeitinien sähkönsyöttöön. Ruokailutilan pistorasiaa voidaan hyödyntää esimerkiksi siivouspistorasiana tai jouluvalojen sähköistämiseen.

Parvekkeet varustetaan vähintään yhdellä 2-osaisella pistorasialla ja tarvittaessa säteilylämmittimille voidaan tehdä varaus. (ST 25.21, 3.6) Pistorasiaa voidaan hyödyntää esimerkiksi kausivalojen yhteydessä.

3 SUUNNITTELUOHJELMIEN KÄYTTÖ MÄÄRÄLASKENNASSA

3.1 Käytetyt ohjelmat

Terawatt Oy:ssä käytetään pääsääntöisesti JCAD Sähkösuunnittelu Plus-ohjelmistoa sähkösuunnittelussa. JCAD on suunnitteluohjelmana helppokäyttöinen ja sen käyttämisen oppii nopeasti. Suunnittelu ohjelmalla on nopeaa ja soveltuu erittäin hyvin varsinkin pientalokohteisiin, mihin yrityksen sähkösuunnittelu pääsääntöisesti kohdistuu. Rajoitteina ohjelmassa on kunnan tuotekirjastojen puuttuminen, jolloin oikeiden massojen saamiseksi ohjelman avulla aiheuttaa haasteita.

Toinen ohjelma, mitä olen käyttänyt suunnittelussa, on CADS Planner Electric Pro 16. CADS:n käyttäminen vaatii ehkä hieman enemmän perehtymistä, johtuen siitä, että se on niin monipuolinen. CADS Pro soveltuu JCAD:ia paremmin isoihin kohteisiin, mutta pienemmissä kohteissa sen käyttäminen on hivenen hitaampaa. CADS Pro:ssa on erittäin hyvät tuotekirjastot, joita käyttämällä saa niin tarkat massat kuin on tarpeellista.

3.2 Määrälaskentapohjainen sähkösuunnittelu

Määrälaskentapohjainen sähkösuunnittelu tarkoittaa sitä, että jo suunnitteluvaiheessa huomioidaan tarjouslaskenta. Kun suunnittelussa käytetään oikeita markkinoilla olevia sähkötuotteita, voidaan tuottaa tarkkoja massoja tarjouslaskentaa ja urakointia varten. Mikäli sähkösuunnittelu on toteutettu sillä tavalla, että kohteesta saadaan käytännön toteutusta vastaavat määrät sähkötarvikkeiden osalta, voidaan saadut massat liittää urakkatarjouksiin, jolloin kaikki tarjouksen tekijät ovat samalla viivalla.

Kun saadut massat lisätään tarjouslaskentaohjelmaan, saadaan laskettua urakat, jotka sisältävät toteutukseen käytettävät työtunnit tarvikkeineen. Tarjouslaskentaohjelmissa voidaan käyttää erilaisia pakettirekistereitä, joissa esimerkiksi yhdelle uppoasennettavalle pistorasialle on määritelty asennukseen käytettävä työaika ja hinta. Tarjouslaskennan lopuksi urakkaan lisätään yrityksen haluama kate ja siitä saadaan loppusumma tarjoukseen.

3.3 JCAD-ohjelman hyödyntäminen ja rajoitteet

JCAD:ssa on joillekin eri osa-alueille mahdollista lisätä tuotemallit. Näitä ovat lähinnä valaisimet ja kaapelit. Valaisimissa voidaan hyödyntää joiltakin osin valaisinvalmistajien tuotekirjastoja. Näissä kirjastoissa hyödynnetään sähkönumerot.fi:n järjestelmää. Valitettavasti kaikki valaisimet eivät ole käytössä, vaan varsinkin uudemmat LED-valot puuttuvat kirjastoista. Onneksi ohjelmaan on mahdollista lisätä itse valaisimia, jolloin voidaan rakentaa tuotemalleja, jotka vastaavat oikeita valaisimia ja saadaan näin ollen tarkat valaisinluettelot.

Kaapeleissa on melkein sama mahdollisuus. Tietokannasta löytyy kaapelivalmistajien luetteloita ja lisäksi pystytään tekemään itse haluttuja tuotteita tarvittaessa. Yksi ongelma ohjelmassa on se, että vaikka ohjelman kirjasto näyttää tuotemallissa oikean sähkönumeron, ei tämä tieto tule kuitenkaan mukaan siinä vaiheessa, kun valmis kaapeliluettelo luodaan.

JCAD:sta saa myös lämmitinluettelon kätevästi käytetyistä lämmittimistä ja lisäksi määräluettelon joiltakin osin. Määräluettelon tekemiseen liittyy ohjelman suurin puute massoitteluun liittyen. Ongelma on se, että sähkösymboleille, kuten pistorasioille ei voi liittää oikeita tuotteita. Määräluettelon saa kyllä ulos, mutta se on aika suppea ja siitä puuttuu olennaisia tietoja.

Piirrosmerkki	Yksikkö kpl/m	Määrä	IP luokka	Sähköinen arvo	Nimitys/Selitys	Asennustapa	Järjestelmä	Huom!
	kpl	26			IP41 2-os pist.	Uppoasennus (F)	ASENNUSREIITIT	
	kpl	26			Valitkelytön uppoasennus	Uppoasennus (F)	SÄHKÖN LIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT	
	kpl	30			2-os. suojakasettimella uppoasennus	Uppoasennus (F)	SÄHKÖN LIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT	

Kuva 1. Määräluettelo

3.4 Kaapelointimassat

JCAD:sta:sta löytyy tuotekirjastoista hyvin eri valmistajien kaapeleita. Kuten aiemmin mainittiin, kaapeliluettelosta ei valitettavasti saa ulos oikeaa sähkönumeroa kaapelille. Tähän löytyy onneksi ratkaisu. Tietokantojen päivitys-osiossa voidaan päivittää kaapelityyppejä. Jos halutaan oikea sähkönumero kaapeliluetteloon, voidaan se lisätä T-kenttään. Tämä kenttä tulee näkyviin lopulliseen kaapeliluetteloon ja kaapelista saadaan tarvittavat tiedot.

Kaapelitietojen muokkaaminen
✕

Kaapelitiedot
▼

Tuotetiedot	
Tuotteen nimi*	Maadoituskupari 25 metriä
Tyyppi*	HK 16, 25 metriä; 0108415
Tuotenumero*	0108415
Yksikkö	M
Nimen jatke	
Tuotealue	
Kotelointiluokka	
Huomautus	
Määrä	1.0

Tuotenumero*
Tuotteen tuotenumero.

* = pakollinen kenttä

Hyväksy

Peruuta

Kuva 2. Kaapelitietojen muokkaaminen

Kuvan 3 mukaisesti kaapeliluettelossa näkyy nyt kaapelin sähkönumero samalla rivillä tyyppin kanssa. Tätä tietoa voi hyödyntää esimerkiksi viemällä sen Exceliin.

Rivi	Tyyppi	Valmistaja	PituusYht
W	HK 16, 100 metriä; 0108417	Omat kaapelit	38.7
W	AXCMK-HF 4X185/57 F4B K500	Reka Kaapeli	90.7
W	AMCMK 3X35/16 F4B K1000	Reka Kaapeli	59.7
W	AMCMK 4X185/57 F4B K500	Reka Kaapeli	285.8

Kuva 3. Kaapeliluettelo

3.5 Sähkösuunnittelu määrälaskenta huomioiden

JCAD:ssa on mielestäni erinomaisesti hoidettu mahdollisuus suunnitella sähköt siten, että ohjelma laskisi oikeat määrät kaapeleita. Tämä perustuu siihen, että sähkösymboleille annetaan asennuskorkeudet ja asennusvarat. Symboleilla on oletuskorkeutensa, mutta jokainen symboli on mahdollista määrittää myös erikseen. Kun johdotuksen piirtää siten, että kaapeli tarttuu molempiin symboleihin, ohjelma laskee kaapelin pituuden ja lisäksi huomio molempien symboleitten asennuskorkeudet ja asennusvarat.

3.5.1 Asennuskorkeudet ja kytkentävarat

Kun korkeuden määritykset tekee huolella, pääsee aika tarkkaan lopputulokseen. Näihin voi olla hyvä tehdä erilliset symbolit eri laitteiden pistorasioille. Yleensä niiden asennuskorkeudet poikkeavat tavanomaisista käyttöpistorasioista, jolloin kaapelointikin muuttuu. Esimerkkinä voisi olla keittiön välitilan pistorasiat. Yleensä niiden asennuskorkeudet ovat noin 1100 mm lattiapinnasta. Kun nämä asetukset tallentaa kerran oikeilla asennuskorkeuksilla ja halutuilla kytkentävaroilla, saadaan yhdellä kerralla tehtyä valmiiksi seuraavia kertoja varten. Jakorasioiden kytkentävarat kannattaa miettiä huolella, koska yleensä jakorasioihin tulee paljon kaapeleita ja mikäli tätä ei olla mietitty yhtään, voi määrät olla aika paljon pielessä. Tämä siitä syystä, että esimerkiksi yhdessä omakotitalossa voi olla jakorasioissa esimerkiksi sata jakorasiassa kytkettävää kaapelia. Mikäli rasi-alle annetaan varoja jokaiselle kaapelille esimerkiksi 20 senttimetriä tai vastaavasti 80 senttimetriä, tulee eroa jo 60 metriä. Isommassa kohteessa tämä korostuu vielä paljon enemmän

3.5.2 Lähdöt

Sähkösuunnittelu toteutetaan siten, että johonkin pisteeseen, kuten jakorasiaan tuodaan keskukselta lähtö, joka on jonkin johdonsuojan tai sulakkeen takana. Tätä johtoa ei yleensä piirretä keskukselta asti piirustusteknisistä syistä, vaan rasiaan merkitään lähdön numero erilliseen syöttömerkintään, joka on johdotettu rasiaan. Tämä sama numero löytyy keskuskaaviosta osoittamaan lähdön johdonsuojan. Jotta lähtö voidaan lisätä suunnitelmaan, pitää ensin määrittää keskus. Keskukselle määritetään nimi, asennuskorkeus, kytkentävarat, mitat yms. Sen jälkeen voidaan lisätä lähtö, johon määritetään miltä keskukselta se tulee. Kun lähtö on kiinni esimerkiksi jakorasiassa, osaa JCAD laskea kaapelin pituuden kuvan perusteella. Tässä on huomioitava se, että jos rakennuksessa on useampia kerroksia, ei ohjelma osaa huomioida niitä, vaan mikäli kuvat ovat esimerkiksi vierekkäin, ottaa se mitat suoraan keskukselta asti.

3.5.3 Antenni- ja tietoliikennekaapelit

Antenni- ja tietoliikennekaapeleita ei yleensä myöskään merkitä kuviin. Näiden laskemisessa voidaan hyödyntää tasojen piilotustoimintoa. Kaapelit voidaan piirtää normaalisti oikeilla tuotteilla keskukselta asti. Tässä on huomioitava sellainen asia, että tietoliikennesasiat ovat usein kaksiosaisia, eli mikäli ei käytetä kaksiosaisia kaapeleita, pitää nämä piirtää kahteen kertaan. Kaapelit kannattaa laittaa molemmat samalle työtasolle suunnitelmassa jo piirtämisen alussa. Tässä voidaan hyödyntää ohjelmien tason piilotusominaisuutta, eli kuva selkiytyy, kun kaapelit häviävät näkyvistä. Kaapeliluettelossa nämä kuitenkin ovat näkyvissä.

3.5.4 Kytkimet ja peitelevyt

Valaistuksen ohjaukseen liittyvissä kytkimiä voidaan laittaa useita päällekkäin. Tällöin kojeet ovat irrallisia omissa kojerasioissaan, mutta kaikkia yhdistää yhtenäinen peitelevy. Normaalityypauksissa viisi kytkintä päällekkäin on maksimimäärä. Kytkimet myydään pääsääntöisesti ilman peitelevyjä, jolloin nämä pitää määrittää erikseen. Kytkimien sijoittelu voi poiketa toisistaan hyvinkin paljon, jolloin ei ole vastaavaa hyötyä tehdä useita erilaisia symbolipaketteja eri tavalla sijoitetuista symboleista. Ratkaisuksi jää tehdä peitelevyille omat symbolit, jotka

sijoitetaan kytkimien viereen tai päälle. Nämä saattavat vaikeuttaa kuvan lukemista, jolloin nekin kannattaa laittaa omalle työtasolle ja piilottaa kuvan valmistuttua.

3.5.5 Symbolipaketit

Sähköpistorasiat ja heikkovirtarasiat, kuten antenni- ja tietoliikennesasiat voidaan asentaa yhtenäisen peitelevyn alle siinä tapauksessa, että peitelevyn avaamalla ei ole mahdollisuutta koskettaa jännitteellisiin osiin. Kun vahva- ja heikkovirtarasiat ovat omissa kojerasioissaan, estetään mahdollisuus tahattomaan sähköiskuun. Kuten kytkimien tapauksessa, näissäkin voidaan käyttää yhtenäisiä peitelevyjä. Kytkimien tapauksessa ei ole järkevää käyttää erillisiä symbolipaketteja edellä mainituista syistä johtuen, mutta yleensä esimerkiksi makuuhuoneissa käytetään sarjaa, jossa on yksi pistorasia, antenni ja ATK-rasia. Nämä toistuvat todella usein, jolloin näille kannattaa tehdä oma yhtenäinen symbolinsa.

3.5.6 Määrät sähkösuunnitelmista kuvaan

JCAD:ssa saa määräluettelon symboleista varsin helposti. Kun projekti on tallennettu, voidaan tehdä uusi piirustus, jolle annetaan nimeksi esimerkiksi määräluettelo. Tätä ei ole pakko tehdä, vaan määräluettelon voi tehdä myös samaan kuvaan, mihin sähkösuunnitelmakin on tehty. Selvyyden vuoksi tämä kannattaa kuitenkin tehdä eri tiedostoon. Polku määräluettelon tekemiseen on seuraava: Suunnittelu→Luettelot→Määräluettelo. Tämän jälkeen valitaan haluttu tiedosto, mistä määräluettelo tehdään ja valitaan, tehdäänkö kuvaan vai tiedostoon vai molempiin. Mikäli halutaan tehdä määräluettelo kuvaan, tulee kuvan 4 mukainen määräluettelo, mistä löytyy piirrosmerkit, yksiköt, määrät, IP-luokat yms. Näihin pystyy määrittämään halutut tiedot tuotemallieditorin kautta.

Piirros- merkki	Yksikko kpl/m	Määrä	IP luokka	Sähköinen arvo	Nimitys/Selitys
	kpl	2			1- os 85mm
	kpl	2			1-os., suojakoskettimella
	kpl	2			6-Kytkin IP44
	kpl	2			1- kytkin IP44
	kpl	2			5-Kytkin IP44
	kpl	2			Muuntaja
	kpl	2			Liiketutka

Kuva 4. Määräluettelo kuvaan

3.5.7 Määrät sähkösuunnitelmasta tiedostoon

Edellisessä valinnassa voitiin valita myös määräluettelo tiedostoon. Tämä menee samaa polkua kuin edellinen, mutta tiedostolle pitää valita tallennuspaikan sijainti ja sen jälkeen ohjelma tekee valitusta suunnitelmasta tekstitiedostomuotoisen dokumentin. Tässä tekstitiedostossa piilee ratkaisu siihen, miten suunnittelusta saadaan oikeat massat tuotantoon muutamalla napin painalluksella.

Tiedosto	Muokkaa	Muotoile	Näytä	Ohje
Yksikkö	[kpl/m]	Määrä	IP	luokka
kpl	1			1- os 85mm
kpl	1			1-os., suojakoskettimella
kpl	1			6-Kytkin IP44
kpl	1			1- kytkin IP44
kpl	1			5-Kytkin IP44
kpl	1			Muuntaja
kpl	1			Liiketutka

Kuva 5. Määräluettelo tekstitiedosto

3.6 Sähkökalustetyypit

Terawatt Oy:ssä ja useissa muissakin sähköurakointiyrityksissä käytetään tunnettujen valmistajien hyvälaatuisia sähkötuotteita. Näitä ovat esimerkiksi ABB, Schneider ja Ensto. Sähkösuunnittelija määrittää sähkökalusteiden, kuten pisto- rasioiden ja kytkimien kalustetyypin ja värin asiakkaan mieltymysten perusteella. Jotta sähkösuunnittelusta saadaan oikeat massat, pitää kalustetyyppi olla tark- kaan määritelty.

Kalustetyyppi saattaa vaihtua suunnittelun aikana. Urakka on esimerkiksi voitu myydä perusmallilla, kuten esimerkiksi ABB Jussi-sarjan sähkökalusteilla. Asiakas voi haluta modernimpaa tuotetta ja vaihtaa sähkökalusteet ABB:n Impresivo-sarjaan. Tällöin kaikkien sähkökalusteiden sähkönumerot ovat erit ja myös massalista tulee olla tarkalleen oikea eri sarjan kalusteille. Syy tarkkaan massalistaan on kustannukset ja muutenkin hyvä hallittavuus, kun ylimääräistä tavaraa ei pyöri nurkissa. Erikoiskalusteissa tai totutusta poikkeavat on suurimmat haasteet saada oikeat tavarat työmaalle. Varsinkin silloin, kun käytetään harvinaisempia erikoisvärejä, on suuri haaste tehdä oikeat listat.

Mietin asiaan ratkaisua ja ensin ajattelin asiaa siltä kantilta, että suunnittelun aikana määriteltäisiin eri kalustesarjoille eri symbolit, mihin liitettäisiin sähkönumerot. Tämä voisi toimia, mikäli aina käytettäisiin samaa kalustesarjaa. Ongelma tulee kuitenkin siitä, että on eri tyyppisiä ihmisiä, joilla on erilaiset mieltymykset. Kuten edellä kerrottiin, voi kalustetyyppi vaihtua kokonaan suunnittelun jälkeen. Mikäli symboleille olisi annettu tietyt sähkönumerot, pitäisi symbolit vaihtaa eri tyyppisiin ja tämä olisi hyötyyn nähden liian suuri vaiva.

3.6.1 Määrät Exceliin

Edellä kuvatut ongelmat ja haasteet saadaan ratkaistua Excel-laskentataulukko-ohjelman avulla. Tätä asiaa puolsi sekin, että Excel on erittäin yleisesti käytetty ohjelma, joka on yrityksellä muutenkin käytössä.

Ratkaisin asian siten, että tein Exceliin välilehdet eri kalustesarjoille ja lisäksi jako- ja kojerasioille vedonpoistonysineen omansa. Välilehdille tuodaan aiemmin tehtyjen massalistojen perusteella oikeat sähkötuotteet kyseisistä sähkökalustesarjoista. Aiemmin luotu tekstitiedosto tuodaan Exceliin ja näiden tietojen perusteella haetaan listalta oikeat sähkötuotteet ja niiden määrät. Yksi suurimmista haasteista työssä olikin tehdä oikeat kaavat Exceliin, jotta massalistan tekeminen tapahtuisi automaattisesti ja tulokset olisivat järkevän näköisiä. Tiedoston tarkoituksena on hakea jokaiseen välilehteen tiedot suunnitteluohjelman symbolista ja tätä samaa tietoa käyttää jokaisessa välilehdessä erikseen. Tällöin saadaan kerralla kaikkien haluttujen kalustesarjojen massat kerralla. Opinnäytetyön lopussa

on liitteenä erään omakotitalon määräluettelot kalustuksen osalta neljällä eri kalustesarjalla. Nämä on saatu tuotettua yhdellä ainoalla JCAD:sta saadulla määräluettelolla.

KOODI (J-cad:n määräluettelosta)	Tuote	Sähkönumero	Määrä
1- os 85mm	PEITELEVY JUSSI ; 1OS/IP21/85mm VAL	2166111	1
1-os., suojakoskettimella	Pistorasia Jussi - 1S/16A/IP21 PPJ 0X VAL	2406131	1
Sarja	PISTORASIA JUSSI ; 2S/16A/IP21 UKJ HL VAL	2506122	1
Liesi AP9	JAKORASIA ABB ; AP9, 86x86mm IP65 VA	1612509	1
Ovikello	OVIKELLO FRIEDLAND ; BIG BEN 230/8VAC MUUNTAJALLA	7025060	1
ovikello nappi	OVIKELLOPAINIKE FRIEDLAND ; D723W PUSHLITE VALKOINEN MUO'	7025243	1

Kuva 6. Massalista Excelistä

3.6.2 Yhdistetyt symbolit

Jotkin symbolit sisältävät useita eri tuotteita. Esimerkkinä pistorasiaryhmä, missä on antenni ja RJ-rasiat. Yhdestä symbolinimestä pitäisi saada eroteltua keskiölevyllinen pistorasia, antennirasia, peitelevy antennirasiaille, RJ-liittimet 4 kpl, RJ-rasian peitelevy ja vielä kolmiosainen 100mm peitelevy. Tällaisia paketteja tulee yleensä joka suunnitelmaan, jolloin ratkaisin asian siten, että Excel hakee jokaisen tuotteen määrät listalta erikseen ja laskee määrät yhteen.

Symbolipakettien tuotteet	Sähkönumero	Määrä
PEITELEVY JUSSI ; 2OS/IP21/100mm VAL	2166122	0
PEITELEVY JUSSI ; 3OS/IP21/100mm VAL	2166123	4
PEITELEVY JUSSI ; 4OS/IP21/100mm VAL	2166124	1
PEITELEVY JUSSI ; 5OS/IP21/100mm VAL	2166125	0
ANTENNIRASIA LAATUANTENNI ; LARS 02 PÄÄT 1dB 5-2150MHz	7541623	5
KESKIÖLEVY JUSSI ; TV/R/SAT, 100mm VALKOINEN	7060572	1
Liitin-CAT6 Kerman - UTP keystone, kertapuristeinen	7209316	20
TELERASIA JUSSI ; 2xRJ-45, KEYSTONE, EI SIS LIIT	7004053	5
PISTORASIA JUSSI ; 2S/16A/IP21 UKJ HL VAL	2506122	1

Kuva 7. Massalista symbolipaketeista

3.6.3 Jako- ja kojerasiat

Kaapeloinnin yhteydessä käytetään jako- ja kojerasioita, joissa kytkennät tehdään. Usein on tarpeellista myös näiden määrät melko tarkasti. Näiden laskemiseen tein oman välilehden. Tähän piti miettiä oma kaavansa, miten määrät lasketaan, koska melkein jokainen tuote kytketään jako- tai kojerasiassa. Ratkaisin

asian siten, että määritin jokaiselle symbolille määrät, kuinka monta jakorasiaa tai kojerasiaa tulee ja kaava hakee ne erikseen ja laskee sitten yhteen.

Tuote	Sähkönumero	Määrä
KOJERASIA SCHNEIDER ; JR00 HF SÄÄDETTÄVÄ KOROTUSREMI	1150413	89
JAKORASIA SCHNEIDER ; JR08 RAPPAUSKANNELLA	1150110	22
NYSÄ SCHNEIDER ; JNV1 JOHTONYSÄ VEDONPOISTOLLA	1150876	98

Kuva 8. Rasiat + nysät

3.7 Tuotekirjaston käyttäminen CADS Pro 16:ssa

Electric DB Työkalu toimii tietokantaan liittyvien toimintojen hermokeskuksena. Toiminnon kautta hallitaan niin projektin tiedot, kuin yleiset laite- ja kaapelitietokannat. Tuotetiedolla tarkoitetaan tietokannassa olevia tietoja laitteen ominaisuuksista. Tuotetietokannat asennetaan omalla Electric Pro 16, DB:n tuotetietokannat-asennusohjelmalla. (CADS, Electric Pro DB, Hakemisto)

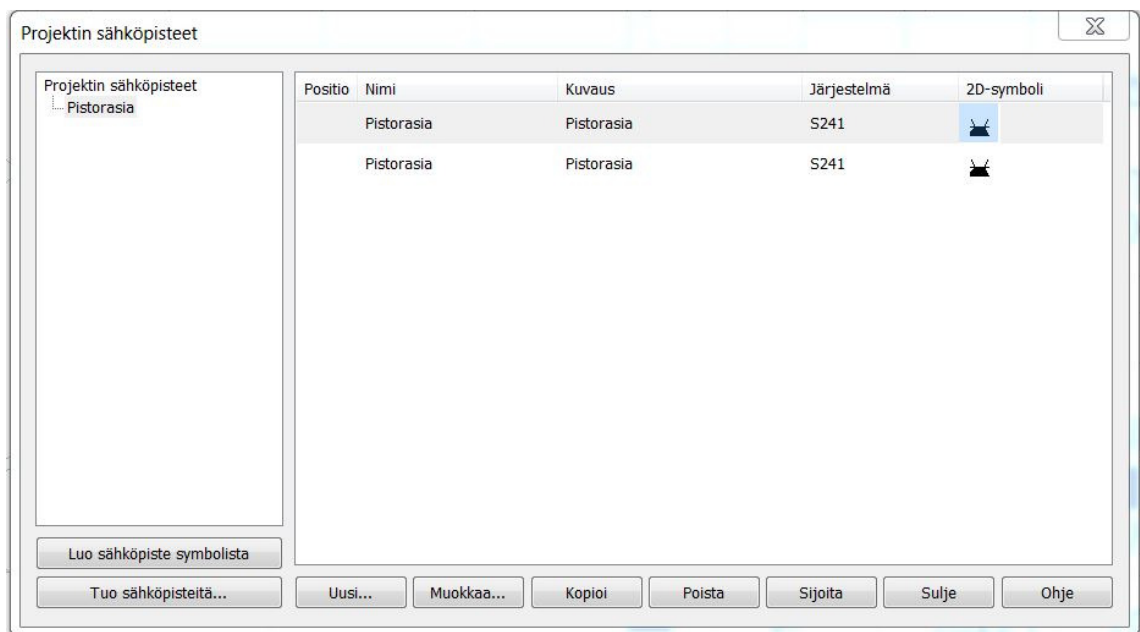
3.7.1 Sähkösuunnittelu CADS:lla

CADS:sta löytyy sähkösuunnitteluun kolme eri versiota. CADS Electric Lite, CADS Electric Standard ja CADS Electric Pro. Lite on tarkoitettu kevyempään sähkösuunnitteluun, Standard on siitä kehittyneempi malli ja Pro on valmistajan mukaan markkinoiden laajin sähkösuunnittelujärjestelmä. Seuraavassa osiossa keskitytään Pro-versioon, mikä minulla on ollut käytössä opiskelijaversiona.

CADS Pro:n käyttäminen sähkösuunnittelun tasopiirustusten tekemiseen ei hirveästi eroa JCAD:sta. Tietenkin toiminnot ovat jossain määrin erilaisia ja riippuu henkilöstä, mikä tuntuu paremmalta. Ero tulee lähinnä kehittyneistä tuotekirjastoista ja niiden hyödyntämisestä. Lisäksi CADS:sta löytyy suunnittelua tukevia juttuja, kuten oikosulkuvirtojen ja jännitteenalenemien automaattista laskentaa tiettyjen lähtötietojen pohjalta.

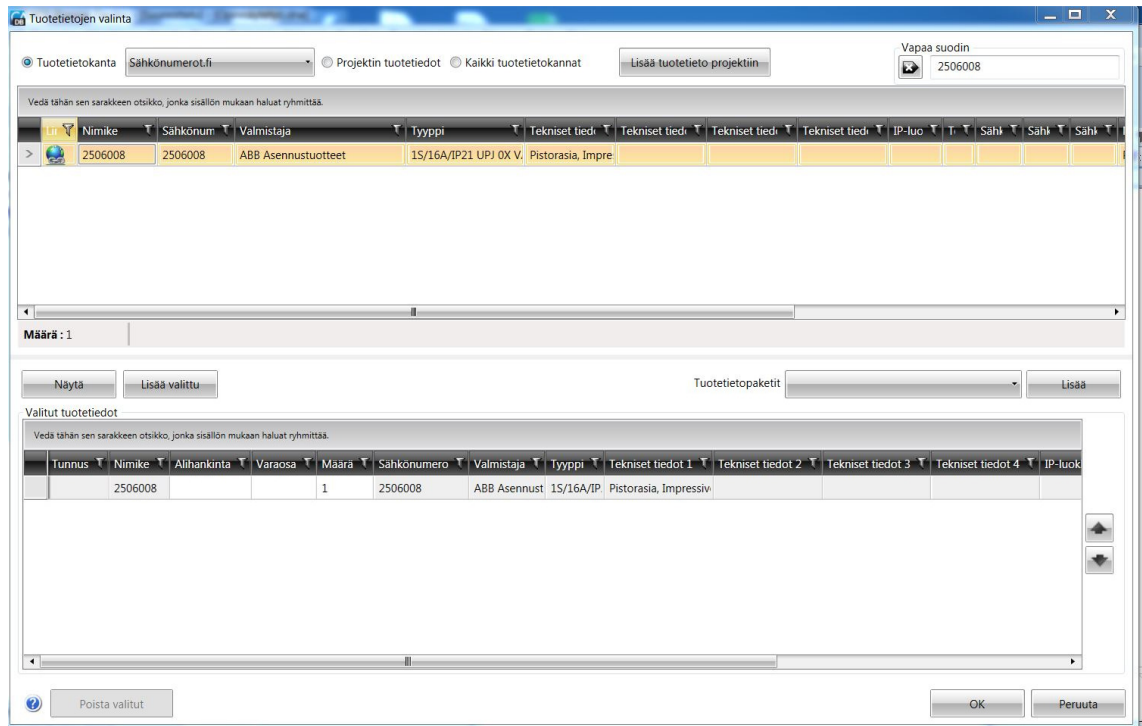
3.7.2 Sähkösuunnittelu CADs:lla määrälaskenta huomioiden

CADS Pro:ssa määrälaskenta huomioidaan sähkösuunnittelun aikana siten, että käytetään sähköpisteitä, jotka voidaan luoda uudelleen tai kopioida jostakin vanhemmasta projektista. Sähköpisteen käyttö perustuu tuotetietokannan käyttämiseen. Tuotetietokannassa käytetään esimerkiksi STK:n sähkönumerot.fi tietokantaa, mistä löytyy suuri osa Suomessa käytetyistä sähkötarvikkeista. Sähköpiste luodaan avaamalla Projektin sähköpisteet-ikkuna, josta voidaan tehdä uusi sähköpiste symbolista tai tuoda jostakin toisesta projektista.



Kuva 9. Projektin sähköpisteet

Sähköpisteelle voidaan valita tuotetieto esimerkiksi antamalla tiedetty sähkönumero ja lisäämällä valittu tuotetieto symbolille.



Kuva 10. Tuotetietojen valinta

Kun tuotetieto on valittu, avautuu ikkuna, jossa näkyy sähköpisteen ominaisuudet. Sähköpisteeseen voidaan liittää myös liittyviä tuotetietoja, eli esimerkiksi rasiat, nysät, peitelevyt ja muut tarvittavat. Lisäksi voidaan määrittää erikseen IP-luokitus, asennustapa, korkotiedot, teho yms. Näitä tietoja voidaan hyödyntää määrälaskennan yhteydessä.

Sähköpisteen ominaisuudet

Sähköpiste ID: 20170426132108

Positio:

Nimi: Pistorasia

Kuvaus: Pistorasia

Lisätieto 1:

Lisätieto 2:

Lisätieto 3:

Huomautus:

Tuotetiedot

Valitse tuotetiedot tietokannasta...

Valmistaja: ABB Asennustuotteet

Tuotenimi: Pistorasia

Tyyppi: 1S/16A/IP21 UPJ 0X VAL

Nimike: 2506008 Määrä: 1 kpl

Sähkönumero: 2506008 Hae... [Lisätietoja internetissä](#)

Liittyvät tuotetiedot... Tyhjennä tuotetiedot

Sähkötekniset tiedot

Oletusjärjestelmä: S241, Pistorasiat

Kysy järjestelmä sijoitettaessa Osoita kuvasta

Asennustapa: T, Katto IP-luokka: IP21 Teho: W

Symbolin sijoitustiedot

Kokotiedot: 85x85x45 mm

Oletuskorko: 2600 mm

Muuta symboli sähköpisteeksi

OK Peruuta Ohje

2D-symboli

STPU101

Osoita kuvasta

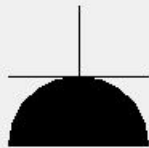
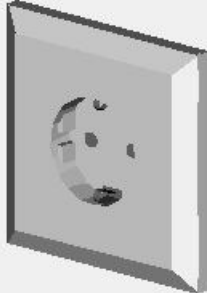

Symbolityyppi...

3D-symboli

3DSTPU1

Osoita kuvasta

Valitse symbolihakemistosta...

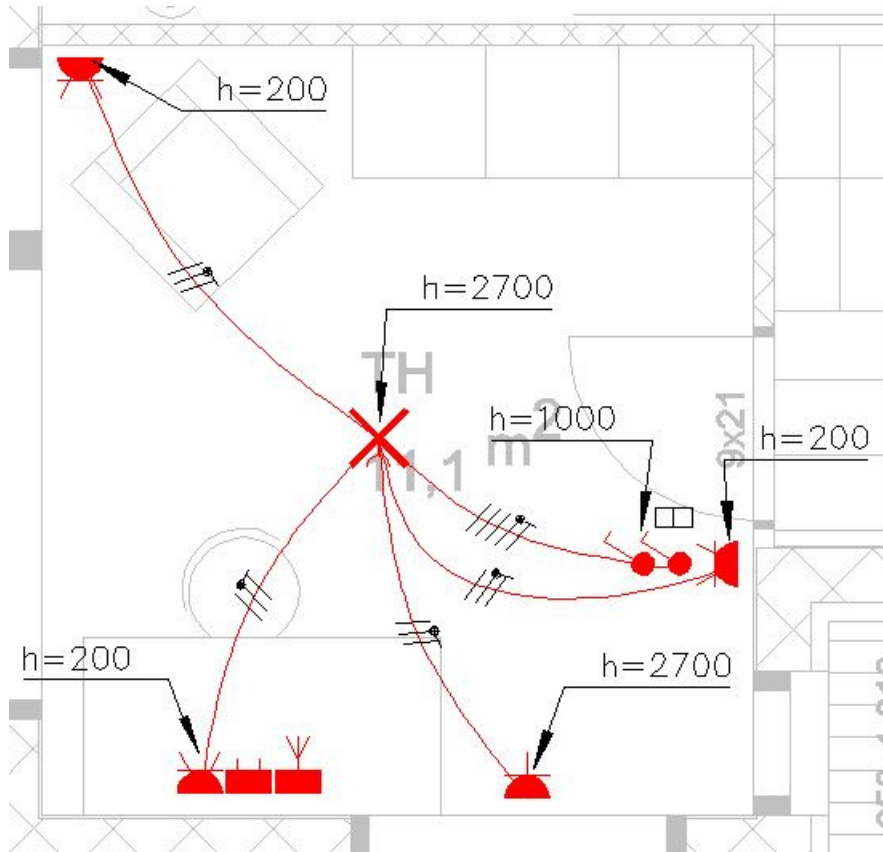




Kuva 11. Sähköpisteen ominaisuudet

3.7.3 Kaapelointi CADS Pro:lla

CADS:ssa kaapelointi voidaan tehdä sähköpisteitten tavoin tietokantoja hyödyntäen. Tällöin tietokannasta valitaan sähkönumeron perusteella haluttu kaapeli. Näitä voidaan lisätä projektiin uusia tai valita jostakin vanhasta projektista. Kaapeloinnin yhteydessä voidaan määrittää kaapelin korko, jolloin ohjelma pystyy laskemaan käytetyt määrät sähköpisteitten sijainnin ja koron perusteella. CADS:ssa pystyy myös määrittämään, mikäli kaapeli on putkitettu, jolloin voidaan laskea myös käytetty putkimäärä. Putken tyyppin pystyy itse määrittämään. Sähköpisteitten sijoittelussa korkomäärittelyt ovat hyvin merkityksellisiä sen suhteen, että saadaan oikeat määrät kaapeleille. Mikäli sähköpisteelle antaa sen koron, mihin se tulee lopullisesti sijoittumaan, ei välttämättä saada oikeita tuloksia. Tämä johtuu siitä, ettei CADS osaa laskea asennusvaroja sähköpisteiden yhteydessä suoraan, vaan se on huomioitava muulla tavalla.

Edellä oleva ongelma voidaan ratkaista kuitenkin seuraavalla tavalla: sähköpisteelle annetaan koroksi asennusvaran verran haluttua matalampi tai korkeampi korko. Esimerkkinä vaikka pistorasia, jonka korko on 200 mm, annetaan sille koroksi -600 mm, jolloin sille tulee 800 mm asennusvaraa. Tämä tulee siitä, että rasia, missä kaapeli kytketään, on oikeassa kattokorkeudessa. Kuvassa 12 on yhden huoneen kaapelointiesimerkki ja kuvassa 14 erot kaapelimäärissä siten, että toisessa on annettu asennuskorkeudet vastaamaan todellisuutta ja toisessa on yritetty huomioida myös asennusvarat.



Kuva 12. Huoneen kaapelointi

3.7.4 Määrälaskenta CADS Pro:ssa

CADS Pro:ssa voidaan suorittaa määrälaskenta käyttäen laskentatoimintoa, mistä löytyy määrälaskentaosio. Määrälaskenta voidaan jakaa valittuihin elementteihin tai koko kuvaan. Kuvasta voidaan hakea eri asetuksilla esimerkiksi johdotuksia tai symboleita. Nämä voidaan luetteloida halutulla tavalla, esimerkiksi valmistajan ja sähkönumeron mukaisesti.

Kuva 13. CADS:n määräluettelo

CADS tekee kuvan 14 mukaisen määräluettelon. Esimerkin luettelo on tehty kuvan 12 pohjalta. Siitä löytyy muun muassa nimitys, valmistaja, sähkönumero, IP-luokitus, asennustapa ja määrät. Nämä tiedot voidaan määrittää sähköpisteen ominaisuudet-ikkunassa halutuiksi. Kuten aiemmin todettiin, on kaapelimäärissä eroja riippuen siitä, millä tavalla asennuskorkeudet on määritelty. Pelkästään esimerkin makuuhuoneessa kaapelimäärillä on monen metrin ero. Tämä korostuu tietenkin paljon niissä kohteissa, missä sähköpisteitten määrät ovat huomattavia.

Kaapelimäärät ilman varoja

Nimitys	Valmistaja	Nimike	Sähkönumero	IP-luokka	Teho	Asennustapa	Viitelunnus	Teksti	Määrä	Yks.
<input type="checkbox"/> Päitelevy	ABB Asennustuotteet	2108102	2108102						1	KPL
<input type="checkbox"/> Kytkin	ABB Asennustuotteet	2108218	2108218			F			2	KPL
<input checked="" type="checkbox"/> Pistorasia	ABB Asennustuotteet	2506008	2506008	IP21		T			1	KPL
<input checked="" type="checkbox"/> Pistorasia	ABB Asennustuotteet	2506013	2506013	IP21		F			1	KPL
<input checked="" type="checkbox"/> Pistorasia	ABB Asennustuotteet	2506019	2506019	IP21		Pinta-asennus			2	KPL
<input checked="" type="checkbox"/> Valokäynnepistorasia	ABB Asennustuotteet	1152512	1152512			T			1	KPL
MMJ F2 3X1,5 S		0406922				Upposennus			15,7	m
MMJ F2 5X1,5 S		0406942				Upposennus			4,1	m

Kaapelimäärät varojen kanssa

Nimitys	Valmistaja	Nimike	Sähkönumero	IP-luokka	Teho	Asennustapa	Viitelunnus	Teksti	Määrä	Yks.
<input type="checkbox"/> Päitelevy	ABB Asennustuotteet	2108102	2108102						1	KPL
<input type="checkbox"/> Kytkin	ABB Asennustuotteet	2108218	2108218			F			2	KPL
<input checked="" type="checkbox"/> Pistorasia	ABB Asennustuotteet	2506008	2506008	IP21		T			1	KPL
<input checked="" type="checkbox"/> Pistorasia	ABB Asennustuotteet	2506013	2506013	IP21		F			1	KPL
<input checked="" type="checkbox"/> Pistorasia	ABB Asennustuotteet	2506019	2506019	IP21		Pinta-asennus			2	KPL
<input checked="" type="checkbox"/> Valokäynnepistorasia	ABB Asennustuotteet	1152512	1152512			T			1	KPL
MMJ F2 3X1,5 S		0406922				Upposennus			21,3	m
MMJ F2 5X1,5 S		0406942				Upposennus			4,1	m

Kuva 14. Määräluettelo

3.7.5 Sähköpisteen kaikki tuotteet luetteloon

Kuten kuvasta 14 huomataan, ei niistä löydy muita tuotteita kuin itse päätuote. CADS:ssa on mahdollisuus myös saada tarkemmat massalistat. Tämä on tehty jostakin syystä melko monimutkaiseksi. CADS:n tietokantatoiminnoista löytyy kohta DB-luettelot. Sieltä voidaan valita osaluettelo määrillä, mistä saadaan tuotua myös sähköpisteisiin liittyvät tuotetiedot. Kuvassa 15 nämä tiedot on viety Excelliin. Näitä tietoja voidaan hyödyntää suoraan urakkalaskennassa tarvittaessa.

Nimi	Tekniset tiedot	Valmistaja	Tyyppi	Määrä
Pistorasia	Pistorasia, Impressivo, 2-os, 0-luokka, jousiliittimin, haaroitusliittimet, valkoinen	ABB Asennustuotteet	2N/16A/IP21 UPJ HL VAL	2,00
Nysä	JNV1 johtonysä vedonpoistolla	Schneider Electric	JNV1	11,00
Kojerasia	JR 00 kojerasia säädettävällä korotusrenkaalla.	Schneider Electric	JR 00 kojerasia HF	8,00
Pistorasia	Pistorasia, Impressivo, 2-os, maad, jousiliittimin, haaroitusliittimet, valkoinen	ABB Asennustuotteet	2S/16A/IP21 UKJ HL VAL	1,00
Antennirasia	LARS 02, tarkoitettu käytettäväksi 5-2150 sekä 5-1000 MHz:n jakoverkoissa, päättyvä 1dB	Laatuantenni	LARS 02 Päättyvä ant.rasia 1dB	1,00
Keskiölevy	Keskiölevy, Impressivo, antenni TV/R/Sat, valkoinen	ABB Asennustuotteet	TV/R/Sat, val	1,00
Sovitin	Sovitin, Impressivo, 1-osainen koje 100mm peitelevyyn, valkoinen	ABB Asennustuotteet	1-os/2-os, 100mm, val	2,00
Liitin		Brand-Rex	BR C6C LIITIN UTP TOOLLESS	4,00
Peitelevy	Peitelevy, Impressivo, 100mm, 3-osainen, valkoinen	ABB Asennustuotteet	3OS/IP21/100mm VAL	1,00
Pistorasia	Pistorasia, Impressivo, 1-osainen, maad, jousiliittimin, valkoinen	ABB Asennustuotteet	1S/16A/IP21 UPJ 0X VAL	1,00
Valaisinpistorasia		ABB Asennustuotteet	AKK13, 1-luokka, pinta	1,00

Kuva 15. Osaluettelo määrillä

4 OHJELMIEN MUIDEN OMINAISUUKSIEN TARKASTELU

4.1 Vikasuojaus

Sähköasennusten suojausta koskevat perusvaatimukset tulee varmistaa standardin SFS 6000 osan 1 mukaisesti suunnitteluvaiheessa laskelmin tai muulla tavoin. Yhtenä perusteena tähän on kustannukset, koska väärin mitoitettun suojauksen korjaaminen on aina kalliimpaa ja työläämpää kuin näiden toteutumisen varmistaminen jo suunnitteluvaiheessa. Suojausvaatimusten selvitystä varten täytyy suunnitteluvaiheessa olla käytettävissä tarpeelliset lähtötiedot. Liittymiskohdan pienin maasulkuvirta tulee tietää (vaiheen ja PE- tai PEN-johtimen välinen vika), jotta vikasuojauksen toimivuus voidaan taata. Johdon mitoitusta varten ja ylikuormituksen kannalta tulee selvittää odotettavissa olevat kuormitusvirrat. Jotta oikosulkusuojauksen riittävyys saadaan selville, tulee tietää myös liittymiskohdan suurin oikosulkuvirta. (ST 53.24, 2)

Tarkasteltaessa vikasuojausta varmistetaan, että vaihe- ja suojajohtimen välisessä viassa oikosulkuvirta on riittävä, jotta nopea poiskytkentä saadaan aikaikseksi. Käytännössä keskuksien yhteydessä tulee selvittää pienimmät vikavirrat sekä määrittää ryhmä johdoille suurimmat pituudet. Ryhmä johdon päästä voidaan määrittää vaihtoehtoisesti myös pienin oikosulkuvirta. Jotta vikasuojauksen nopea poiskytkentä saadaan aikaan, tarvitaan riittävän suuret oikosulkuvirrat. (ST 53.24, 2.2)

Suunniteltaessa suojausta pitää selvittää lähtötietoina pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta liittymiskohdassa. Yleensä tämän tiedon saa jakeluverkkoyhtiöltä. Sähköasennusten mitoitus tehdään kuormituksen perusteella. Ylikuormitussuojat valitaan kuormituksen perusteella ja mitoitetaan johtimet. Tämän jälkeen lasketaan pienimmät oikosulkuvirrat riittävän monessa paikassa, jotta nopean poiskytkennän ehdot täyttyvät. ST 53.25, 6)

Oikosulkuvirran laskennassa ei ole olennaista lähdön absoluuttinen tarkastelu, vaan tärkeintä on saada tietoon, että meneekö jotkin arvot rajoille. Mikäli menee, pitää tehdä tarkempi tarkastelu ja miettiä kaapelityyppejä ja suojalaitteita.

4.1.1 Tekniset laskelmat CADS:lla

CADS:ssa on erityyppisiä laskentaominaisuuksia, kuten oikosulkuvirtalaskennat, jännitteenalenemat, huipputehon laskenta, kuormitus ja tasaus. Tässä opinnäytetyössä tutustutaan oikosulkuvirtalaskelmiin CADS:ia hyödyntäen.

CADS:ssa oikosulkuvirtojen laskenta on toteutettu erittäin hyvin. Oikosulkuvirtojen laskenta ja suojauksien toimivuus tehdään siten, että verkkoyhtiöltä saadun oikosulkuvirran perusteella saadaan laskettua oikosulkuvirrat jokaiselle keskukselle ja lähdölle erikseen. Asemapiirustuksen suunnittelussa lisätään jokainen keskus ja kun määritetään lähdöt oikeilla kaapeleilla, saadaan jokaisen lähdön oikosulkuvirta selville. Lähdöt piirretään kuvaan keskuksille ja määritellään reitit, jolloin kaapeleiden pituudet tulevat oikeiksi. Lisäksi voidaan lisätä varoja lähtöön tai voidaan määrittää myös korkeudet lähtö- ja päätepisteille, jolloin ohjelma laskee ne automaattisesti.

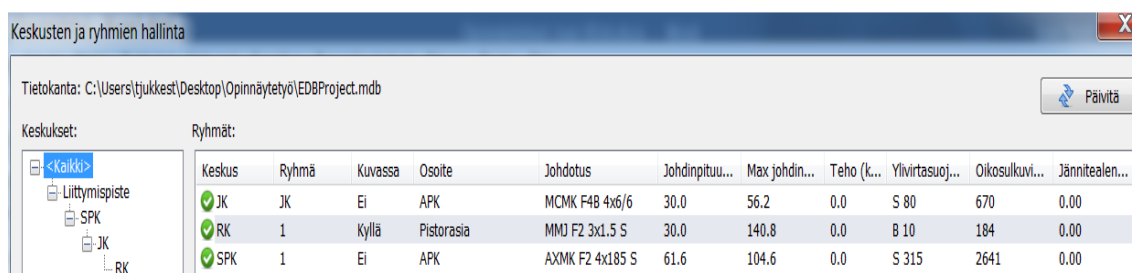
Ensin pitää saada sähköverkkoyhtiöltä yksivaiheinen oikosulkuvirta liittymispisteessä. Jotta saa selville sähköpääkeskuksen liittymispisteen, voi toimia esimerkiksi seuraavalla tavalla:

Ensin lisätään asemapiirustukseen virtuaalinen sähkökeskus, jolle annetaan verkkoyhtiöltä saatu oikosulkuvirta-arvo. Tämän jälkeen lisätään keskukseseen lähtö SPK:lle ja lisätään SPK oikeaan paikkaan asemapiirustuksessa. Lähdölle määritetään tietokannasta oikeat kaapelit ja määritetään reitti kuvaan. Tällä tavalla saadaan selville SPK:n oikosulkuvirta. Vastaavalla tavalla lisätään muut keskuksset kuvaan. CADS pystyi nyt määrittämään automaattisesti oikosulkuvirrat jokaiselle keskukselle. Lähtöihin määriteltiin sulake/johdonsuojatyypit, jolloin ohjelma ilmoittaa automaattisesti, jos suojaus ei toimi.

Asemapiirustusvaiheessa ei yleensä ole asuntojen sähköpisteet valmiita, jolloin pitää arvioida kauimmaisen lähdön kauimmainen sähköpiste. Tämä voidaan tehdä arvioinnin perusteella siten, että annetaan viimeiselle keskukselle kauimmainen arvioitu lähtö. Esimerkiksi pistorasiaryhmän viimeinen piste. Mikäli tämän ryhmän suojaus toteutuu, toteutuu se kaikkialla muuallakin kuvan 16 mukaisesti. On myös huomioitava mahdollisuus, että jokin lähempänä sijaitseva keskus on

kaapeloitu pienemmällä poikkipinnalla olevalla kaapelilla ja tällöin myös tämän keskuksen lähtöjen suojaus on tarkasteltava erikseen.

Tässä esimerkissä oli liittymispisteen oikosulkuvirta 6.2 kA. Viimeisessä pisteessä pistorasiaryhmässä 30 metrin MMJ 3x1.5 S kaapelilla, yksivaiheinen oikosulkuvirta olisi laskennallisesti 184 A. B10-tyyppin johdonsuojan toimintavirta vaaditussa 0.4 sekunnin ajassa on minimissään 50 A. Oikosulun aikainen lämpötila on kuitenkin suurempi kuin mittauslämpötila, jolloin vaadittujen oikosulkuvirtojen tulee olla 25% suurempia kuin toimintavirrat. Tästä johtuen vaadittu mitattu arvo B10 johdonsuojalla on 62.5 A. (D1 2012, 92-93) Mikäli vaadittu arvo ei täytyisi, ilmoittaisi ohjelma asiasta punaisella huutomerkillä.



Keskus	Ryhmä	Kuvassa	Osoite	Johdotus	Johdinpituus...	Max johdin...	Teho (k...	Ylivirtasuoj...	Oikosulkuvi...	Jännitealen...
JK	JK	Ei	APK	MCMK F4B 4x6/6	30.0	56.2	0.0	S 80	670	0.00
RK	1	Kyllä	Pistorasia	MMJ F2 3x1.5 S	30.0	140.8	0.0	B 10	184	0.00
SPK	1	Ei	APK	AXMK F2 4x185 S	61.6	104.6	0.0	S 315	2641	0.00

Kuva 16. oikosulkuvirtatarkastelu

4.1.2 Tekniset laskelmat JCAD:lla

JCAD:sta löytyy myös laskentamahdollisuuksia. Näitä on muun muassa jännitteenaleneman laskeminen, huipputehon laskeminen eri vaihtoehtoilla, kuormitus ja tasaus.

Jännitteenaleneman laskeminen onnistuu siten, että pitää tietää lähdön huipputeho, kaapelin pituus, tyyppi, poikkipinta ja jännite. Kun lisäksi valitaan kaapelille materiaali, eli onko se alumiinia vai kuparia, antaa ohjelma jännitteenaleneman prosentteina.

Jännitealenema
✕

Perusteet

Huipputeho: kW

Kaapelin pituus: m

Kaapelin tyyppi:

Kaap.poikkipinta: mm²

Jännite: V

Kaapeli

1-vaih. Cu

3-vaih. Cu

1-vaih. Al

3-vaih. Al

Tulos

Jännitealenema: 3.12 %

Kuva 17. jännitealenema

Huipputehon laskentatoiminnolla voidaan laskea pääsulakekoko. Esimerkin tapauksessa (Kuva 18) pääsulake määräytyy kokonaiskerrosalan mukaisesti siten, että kyseessä on omakotitalo, missä kiuas ja sähkölämmitys. Mitoitus menee tarkalle huipputehon perusteella. Laskettua nimellisvirtaa seuraava yleinen sulakekoko on 35A. Mikäli kyseessä olisi todellinen asiakkaalle tehtävä laskenta, voisi asiakkaalle suosittaa 35A pääsulaketta, mutta päätös sulakekoosta jäisi tietenkin asiakkaan vastuulle. Esimerkiksi Oulun Energian sähköliittymän hintaan vaikuttaa pääsulakekoko. Marraskuussa 2017 25A ja 35A liittymishintojen ero on 308€. (<https://www.ouluenergia.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkoverkkopalvelut/verkkopalveluhinnasto/sahkoliittymahinnasto>)

Huipputeho ✕

Perusteet		<input type="button" value="Tallenna"/> <input type="button" value="Tietokanta"/> <input type="button" value="Sulje"/>
Tunnus:	<input type="text" value="Teho"/>	
Rakennuksen tyyppi:	<input type="text" value="Ot+k+SI"/>	
Kokonaiskerrosala:	<input type="text" value="150.00"/> m ²	
Jännite:	<input type="text" value="400"/> V	
Tulos		
Huipputeho:	17.10 kW	
Virta-arvo:	25.71 A	

Kuva 18. Huipputehon laskenta

JCAD:lla voidaan laskea näiden kahden esimerkin lisäksi aiemmin mainitut kuoritus ja tasaus, mutta niihin ei keskitytä tässä opinnäytetyössä sen enempää.

4.2 Valaisimen valinta

Projektiin valitaan ominaisuuksiltaan soveltuvat valaisimet. Tilan valaisin valitaan tarvittavien ominaisuuksien perusteella. Tyypillisiä kriteereitä ovat esimerkiksi kotelointiluokka (IP), asennustapa, valonlähde (vaikuttaa esimerkiksi valon tuottoon ja syttymisaikaan), fyysinen koko ja ulkonäkö. Erityistapauksissa kohteeseen suunnitellaan ja asennetaan projektikohtaiset erikoisvalaisimet. Projektikohtainen erikoisvalaisin voi olla yksittäinen valaisin tai laajemman tilan valaiseva valaisinkokonaisuus. Valaisimista tarvittavine lisävarusteineen laaditaan valaisinluettelo. Valaisinluettelossa määritellään – valaisimien valmistajat ja tyypit – asennustavat (uppo-/pinta-/ripustusasennus) – asennusvarusteet (seinäkannakkeet, ripustimet, tukilevyt, upotusrenkaat, upotuskotelot, pylväät tai muut erikoiskiinnikkeet – valonlähde – heijastimet – häikäisyuojat – kotelointiluokka – liitäntälaitteen tyyppi – lisävarusteet (esimerkiksi suojaverkko, sulkulasi, erikoisohjaus/säätö, koristerengas) – sähkökytkentä (koko, kytkentärima, pistoliitin tai pistotulppa, läpijohdotettavuus, liitosjohto tai virranotin) – erikoisväri – valonlähteen

väriominaisuudet – muut huomioitavat seikat. Jokaisella tietyllä tavoin varustellulla valaisimella on oma positionumeronsa, joka merkitään asennus- ja tasopiirustuksissa valaisinsymbolin viereen. (ST 58.04, 4.4.2)

4.2.1 Valaisimet urakoinnissa

Kohteen valaistus toteutetaan yhteistyössä arkkitehdin ja sisustajan kanssa niin, että valaistukselle saadaan haluttu luonne. Lähtökohtana tulee olla aina tilan ominaisuudet ja käyttö eivätkä valotekniset kriteerit. (ST 58.04, 4.6.1)

Sähköurakoinnissa pyritään siihen, että toiminta olisi mahdollisimman tehokasta. Tähän liittyy se, että käytettävät tuotteet tunnetaan hyvin ja valitaan kaikin puolin hyvät ratkaisut laadun, asennettavuuden, saatavuuden, takuiden yms. kanssa. Yksi tärkeä kriteeri on STUL-takuu, joka liittyy siihen, että sähköurakoissa on kahden vuoden takuu kohteen luovutuksesta. Sen vuoksi käytettävät valaisimet on suurelta osin valittu tämän perusteella. Kohteet voivat olla hyvin kaukana toimipisteistä, jolloin yhden valaisimen vaihtamiseen kustannukset voivat muodostua hyvin suuriksi.

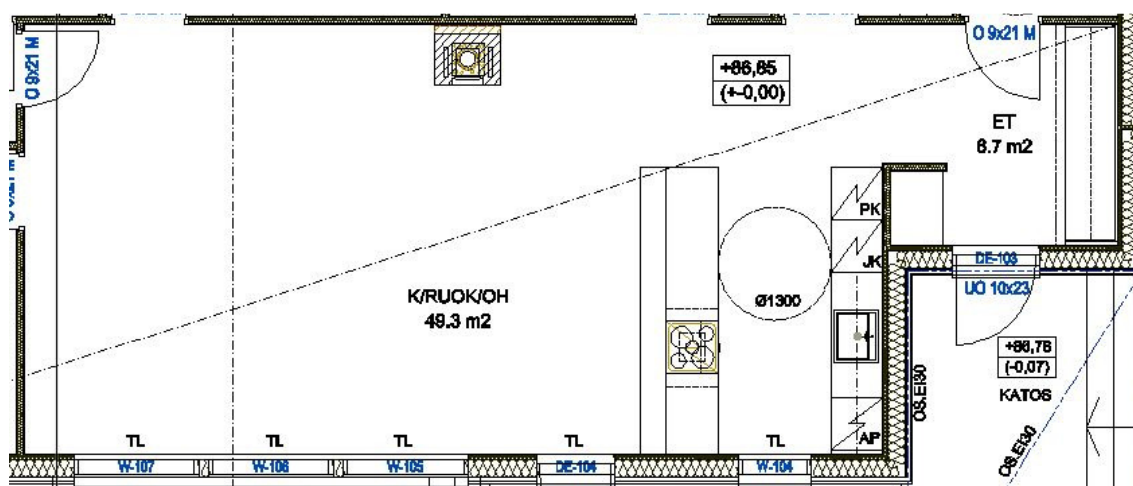
Keväällä 1998 tulivat käyttöön Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Niissä urakoitsijan takuu-aika on kaksi (2) vuotta rakennuskohteen luovutuksesta laskettuna. Urakoitsijan sopimusvelvoite on käyttää sellaisia rakennustuotteita, joiden takuu-aika vastaa vähintään urakoitsijan takuu-aikaa. Koska valtaosalle sähkötarvikkeita ja -laitteita ei ole ollut saatavilla näin pitkää takuuta, liitto on luonut STUL-takuu-järjestelmän, jolla takuuajan riskit jaetaan oikeudenmukaisesti valmistajan/maahantuojan ja urakoitsijan välillä ja saadaan markkinoille tuotteita, jotka täyttävät YSE 1998 -ehtojen takuuehdot. (<http://www.stul.fi/fi/toiminta/toimintaperiaatteet/stul-takuu>)

Myyjä on velvollinen viipymättä saatuaan tiedon virheestä tai puutteesta omalla kustannuksellaan poistamaan kaikki kaupan kohteessa takuu-aikana ilmenevät virheet ja puutteet. Jos tavaran virhettä tai puutetta ei ole voitu kohtuudella havaita ennen sen asentamista, myyjä vastaa viallisen tavaran korjaamisen tai vaihtamisen aiheuttamista kohtuullisista kustannuksista, jotka johtuvat virheen paikal-

listamisesta, virheellisen tavaran irrottamisesta ja pois kuljettamisesta tahi korjattun tai tilalle vaihdetun uuden tavaran asentamisesta. (<http://www.stul.fi/fi/toiminta/toimintaperiaatteet/stul-takuu/stul-takuun-ehdot>)

4.2.2 Valaistussuunnittelu Dialuxilla

Dialux on ilmainen ohjelmisto, jolla voidaan laskea valaistuksia eri tiloissa. Valaisintoimittaja on määrittänyt valaisimille valonjakokäyrät, joiden perusteella ohjelma osaa laskea valaistuksen huonetiloittain tai vaihtoehtoisesti myös ulkotiloissa. Dialuxista löytyy useampia versioita, mutta itselläni on käytössä vanhempi 4.12-versio. Kuvan esimerkissä on omakotitalo, mihin on haluttu laskea valaistus asiakkaan toivomilla valaisimilla, eli tässä tapauksessa Airam Siena-valaisimilla. Tieto on, että ruokapöydän päälle tulee jokin roikkuva valaisin, jolloin koko tilaan ei valita kyseisiä valaisimia. Pieni ongelma on myös se, että tilassa on vino katto, jolloin korkeus on eri riippuen siitä, missä kohdassa tilaa ollaan. Tämän määrittäminen ohjelmassa voi olla mahdollista, mutta en itse ole löytänyt kyseistä ominaisuutta.



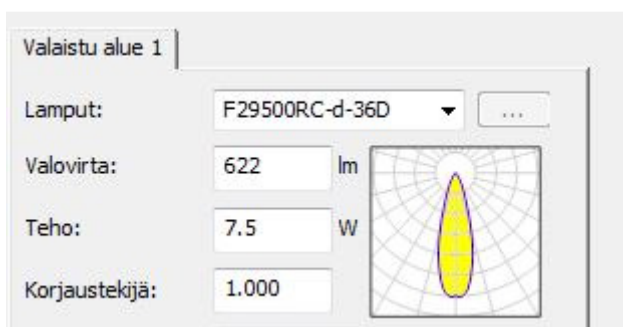
Kuva 19. Pohjakuva

Laskenta tehdään siten, että Dialuxilla määritetään uusi projekti, missä määritetään huonetilan pohjapiirustus. Dialuxiin voidaan tuoda pohjapiirustus DWG-muodossa, jonka mukaan voidaan määrittää huonetilat tarkasti. Tärkeää on määrittää huonekorkeus, jotta valon jakautuminen saadaan mahdollisimman hyvin

laskettua. Valaisimen valonjakokäyrä saadaan yleensä valaisintoimittajan kotisivuilta, josta latasin esimerkissä käytetyn Airam Siena-valaisimen valonjakotiedoston.

4.2.3 Valaisinten sijoittelu ja laskenta

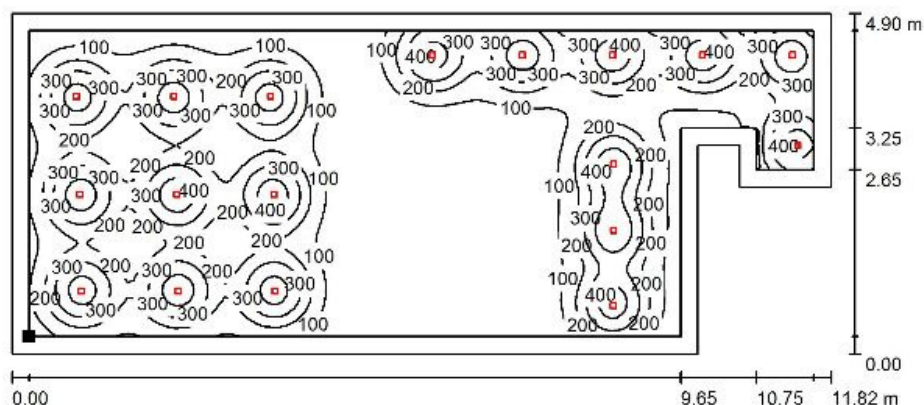
Valaisimet voidaan sijoittaa pohjapiirustukseen joko yksittäisinä valaisimina tai siten, että valaisimet ovat tietyin välein esimerkiksi kentäksi tai jonoon järjestettyinä. Koska kyseinen esimerkki käsittää erityyppisiä tiloja, kuten keittiö ja olohuone, on tässä osa sijoitettu yksittäisinä ja osa kentäksi järjestettyinä. Valaistus suunnittelun lähtökohtana on useimmiten jokin tietty määrä valoa jossakin tietyssä tilassa. Esimerkiksi olohuoneessa on lukemiseen tarkoitettussa paikassa valon määrä suositusten mukaan 300-500 luksia ja eteisessä pystypinnoilla 200 luksia (<https://lampputieto.fi/valaistussuunnittelu/valaistusvoimakkuus-eri-tiloissa/>). Airam Sienan valonjakokäyrä on hyvin pistemäinen, jolloin valo jakautuu aika pienelle alueelle, jolloin täysin tasaista valon jakautumista kyseisiin tiloihin ei saavuteta. Valaisin on suunnattava, jolloin valon jakautumista voidaan säätää kuitenkin jonkin verran haluttuun kohtiin.



Kuva 20. Airam Siena valonjakokäyrä

Kyseisessä esimerkissä olohuoneeseen on sijoitettu 9 kpl valaisinta tasaisin välein, keittiössä 3 kpl ja eteisessä 6 kpl. Tilassa ei olla huomioitu ikkunoita, eikä muita valonlähteitä, kuten valaisinpistorasioita ja keittiön välitilan valaisimia. Dialuxin valaistuslaskenta toteutetaan siten, että painetaan kuvaketta (taskulasikin), jonka jälkeen ohjelma suorittaa valaistuslaskennan annettujen tietojen pohjalta. Ohjelmassa on mahdollisuus useisiin eri toimintoihin, mutta tässä on otettu

esimerkki pelkästään tilan valaistuslaskenta käyttötasolta, joka on tässä tapauksessa 85 senttiä lattiatasosta. Kuten kuvasta 21 näkyy, päästään aika hyvin halettuun lopputulokseen, eli noin 300 luxiin.



Pinnan sijainti tilassa:
 Käyttötason 0.250 m Reuna-alue
 Merkitty piste: (0.250 m, 0.250 m, 0.850 m)



Kuva 21. Dialux valonjakokäyrä

4.2.4 Sähkösuunnittelu hyödyntäen Dialuxia

JCAD:ssa ei ole mahdollista käyttää Dialux-ohjelmistoa. Valaistuslaskenta-ominaisuus löytyy kyseisestä ohjelmasta, mutta siinä ei pysty hyödyntämään Dialux-ohjelmistoa. CADS:ssa Dialuxia pystyy hyödyntämään siten, että tilat voidaan viedä Dialux-ohjelmaan, tehdä valaistussuunnittelu ja tuoda takaisin CADS:iin. Tilat ja valaisintyytit määritellään CADS:n puolella, jonka jälkeen ne voidaan viedä Dialuxiin. Dialuxissa voidaan muokata valaisintyyppiä ja sijainteja, tehdä laskelmia ja siirtää lopuksi takaisin CADS:iin. Tämän jälkeen CADS:ssa on mahdollisuus syyttää ja sammuttaa Dialuxin tuottamia valonjakokäyriä tarpeen mukaan.

4.2.5 Valaisimet sähkösuunnitelmaan

Sähkösuunnittelussa ja urakoinnissa yksi tärkeä tekijä on valita oikeat valaisimet ja sitä myöten tärkeä tuotettava dokumentti on valaisinluettelo. Aiemmin Terawatt Oy:ssä valaisinluettelo on toteutettu siten, että on ollut olemassa valaisinluettelo, mitä on muokattu suunnittelussa olevan projektin mukaiseksi. Tämä on toiminut ihan hyvin muuten, mutta siinä vaiheessa, kun valaisimet ovat muuttuneet suunnittelun aikana, on valaisinluettelon päivitys voinut jäädä puutteelliseksi. Sähkösuunnitelma ja valaisinluettelo eivät välttämättä ole vastanneet toisiaan ja se on aiheuttanut ylimääräistä työtä sähkötyönjohdossa ja työmaalla. Tartuin tähän ongelmaan ja mietin ratkaisuja, mitkä toimivat mielestäni kohtalaisesti.

JCAD:sta löytyy tietokanta, mistä löytyy paljon eri valmistajien valaisimia. Kaikkia ei löydy valitettavasti valmiina. Varsinkaan uusimmat LED-valaisimet puuttuvat melkein kokonaan. Tuotemallieditorilla nämä pystytään onneksi lisäämään halulla tavalla. Yksi iso ongelma asiassa oli se, että toisesta projektista kopiaimalla ei tuotemallit pysy mukana. Ratkaisin asian siten, että tein JCAD-dokumentin, mihin on kerätty kaikki urakoitsijan käyttämät valaisimet tuotemalleineen. Tässä dokumentissa valaisimilla on aina samat positiotunnukset. Tällä saavutetaan se etu, että opitaan tunnistamaan valaisimet jo positiomerkistä. Asentaja näkee suoraan sähkökuvasta valaisimen tyypin ilman, että pitää tarkistaa asiaa valaisinluettelosta. Tilaamista ja urakkalaskentaa varten valaisinluettelo positiomerkkeineen on kuitenkin aivan ehdoton. Valaisinluettelon painoarvo on suurempi kuin tasokuvan, koska valaisintyyppi on voinut muuttua sinä aikana, kun suunnitelmasta on päästy toteutukseen. Tähän voi olla syynä esimerkiksi valaisimen valmistuksen lopettaminen tai toimitusvaikeudet.

Sähkösuunnittelu toteutetaan valaistuksen osalta siten, että tuottamani JCAD-dokumentti tuodaan projektin juureen. Kun valaisimet kopioidaan tästä dokumentista, tuotemallit kopioituvat oikein. Välttämättä tätäkään ei tarvitse tehdä halutesaan. Asia voidaan toteuttaa myös siten, että valaisinsymboliin annetaan Tuotemallit-välilehdessä valaisinluetteloon määritetty positionumero, jolloin valaisimen tiedot tulevat kyseiselle valaisimelle (Kuva 22).

Ominaisuudet	
Tuotemallit	
Perustiedot	
Lukittu	Ei
Nimi	Ensto Velox
Info1	
Info2	
Näytä positiiv	Kyllä
Viitetunnus	
Asennustiedot	
Kytkenävaraus	0.2
Asennuskorko	2.5
Asennustapa	F
Tuotetiedot	
Positio	29.4
Tuotenumero	4103272
Tuotteen nimi	Velox 11w,
Tyyppi*	830 730lm
Yleisnimi	
Valmistaja	Ensto
Kanta	
Teho [W]	11
Lukumäärä p	2

Kuva 22. Tuotemallit valaisimessa

4.2.6 Valaisinluettelot sähkösuunnitteluohjelmilla

Sähkösuunnitelman valaisimet saattavat muuttua suunnittelun aikana useasti ja eri versioita valaisin luettelosta voi tulla useita. Tämän takia JCAD:n automaattinen valaisinluettelon luonti on kätevä toiminto. Kun sähkökuva on tallennettu, tehdään uusi piirustus valaisinluettelon asetuksilla ja luodaan uusi valaisinluettelo kyseisestä kuvasta. Mikäli suunnitelmat päivittyvät, käydään tästä kuvasta poistamassa vanha ja tehdään uusi, jolloin on aina käytössä viimeisimmät versiot, mitkä vastaavat toisiaan. Kuvassa 20 on eräs esimerkki valaisinluettelosta. Siitä löytyy positionumero, mikä on sähkökuvassa valaisinsymbolin lähetyvillä. Lisäksi löytyy sähkönumero, tunnistettava nimi ja tarkempi tyyppi, yleisnimi, tuotemerkki, mahdollinen kanta polttimolle, valaisimen teho, lukumäärä, mahdollinen asennustapa ja lisäksi huomautuskenttä, mihin voidaan laittaa lisäinformaatiota.

Pos	Snro	Nimi	Tyyppi	Yleisnimi	Tuotemerkki	Kanta	Teho	Lkm	As. tapa	Huomautus
8	4109589	Modena valkoinen (ylös/alas)	seinävalaisin, ylös & alas valkoinen -2o	Ulkoseinävalo	Konstsmide	2 x Gu10		1		2 x Gu10
14	4107124	Airam Planex, Valkoinen	828 IP23 300lm VA ei himm.		Airam Electric		5	6	Uppo	Reikäkoko 90mm
30	4117144	AVH11.2 E27 Mänty	Puuritilläällä 1x40/60W A60/E27 IP34	Saunavalaisin	Ensto BT	E27	60W	1		E27
2.1	4126021	Genesis 12W 820lm3000K, LED	12W/830 820LM IP44		Online		12	1		
21.3	4103274	Velox 11w, 3000K	830 700lm IP44 VA	Led paneeli	Ensto		11	1	Uppo	Reikäkoko 165mm

Kuva 23. Valaisinluettelo JCAD

CADS:lla valaisinluettelon saa tehtyä tietokannan kautta siinä tapauksessa, mikäli valaisimille on määritetty tuotetiedot ja niissä on positiomerkinnät. Electric Pro DB-tietokannan valikosta löytyy CAD-luettelot, minkä kautta voidaan luoda projektissa olevista tasopiirustuksista valaisinluettelot. Kuvan 24 esimerkissä on kahden eri kuvan valaisimet samassa luettelossa. Esimerkistä puuttuu sähkönumerot ja muut valaisimien tarkennukset, mutta nämä on mahdollista saada luetteloihin mukaan tarvittaessa.

POSITIO	VALAISIN								Kuva2		Kuva8		LKM	YHT	
	VALAISIMEN VALMISTAJA	VALAISIMEN TYYPI	HÄIKÄISY-SUOJA	TEHO W	LAMPPU	ASENNUS TAPA	UUTUSYKSHKO	KOMPEN-SIONTI							
1	Airam	TRITON LED 12V 5M 3250K							4	4					8
2	Airam	VANAMO T5 8W PR+KYT VA							5	5					10
3	Airam	PUISTOLA SE 60W PC RST							2	6					8
4	StarA	8128/236 OK							1	5					6

Kuva 24. Valaisinluettelo CADS

5 POHDINTA

Määrälaskennan hyödyntäminen sähkösuunnittelussa tulee todellisesta tarpeesta. Kun suunnitellaan siten, että saadaan oikeat määrät sähkötarvikkeista jo suunnittelun aikana, voidaan näitä tietoja hyödyntää urakkalaskennassa ja lopullisessa toteutuksessa työmaalla.

Urakkalaskennassa on hyvä saada suuntaa antavat määrät esimerkiksi kaapeleista. Tarkoilla määrillä ei ole välttämättä siinä vaiheessa niin suurta merkitystä, kuin toteutusvaiheessa, mutta mitä lähemmäs lopullista määrää päästään, sen parempi. Suunnittelussa kannattaa huomioida tarkasti erilaiset asennustavat. Näille löytyy urakkalaskentaohjelmista erilaiset hinnat riippuen asennustavasta. Mikäli sähkösuunnittelija on huomionnut käytettävän asennustavan tarkasti eri symboleitten kohdalla, voi urakkalaskija määrittää laskennassa myös työn hinnan kyseiselle tuotteelle.

Toisaalta voidaan pohtia, että mikä hyöty sähkösuunnittelijalla on määrittää kyseisiä asioita kovin tarkasti. Ainakin se hyöty tulee mieleen, että mikäli on sellaisessa yrityksessä, missä myös urakoidaan suunniteltuja kohteita kilpailutuksen jälkeen, saadaan tällöin ainakin itselle oikeat massalistat nopeasti ilman erillistä määrälaskentaa.

Kun tein sähkösuunnitelmia omaan tuotantoon siten, että käytin juuri oikeita tuotteita kaapeloinnissa, eli oikeilla sähkönumeroilla olevia kaapeleita, huomasin sen vaivalloisuuden saavutettuun hyötyyn nähden. Näin suunnitteleamalla saadaan kyllä tarkat kaapelimäärät, mutta vastaava hyöty jää minimaaliseksi. Tämä siitä johtuen, että sähkötyönjohtajilla ja asentajilla on muodostunut kokemuksen kautta erittäin hyvä käsitys, kuinka paljon kaapelia minkäkin kokoiseen taloon tarvitaan. Mikäli suunnittelua tehdään muualle kuin omaan urakointiin ja halutaan urakkatarjoukset samalle viivalle, voidaan suunnittelua toteuttaa tällä tavalla.

Isommissa kohteissa taas on usein useita saman tyyppisiä asuntoja, jolloin voidaan suunnitella yksi asunto siten, että tehdään suunnitelmat juuri oikeilla tuotteilla ja tätä tietoa voidaan hyödyntää muissa samankaltaisissa asunnoissa. Tällöin tarkasti suunnittelemalla päästään hyvään lopputulokseen ja osataan tilata oikea määrä kaapeleita ja muita tarvikkeita työmaalle.

Sain tehtyä Excel-taulukon siten, että sähkösuunnittelu määrälaskentaa hyödyntäen onnistuu hyvin vähäisellä vaivalla. Tämä vaatii ainoastaan sen, että jokainen sähkösuunnittelija käyttäisi samoja symboleita samoilla tuotteilla. Tämä vaatii symbolikirjaston päivittämisen kaikkien kohdalla yhtenäiseksi. Tämän lisäksi poiketen normaalista suunnittelusta tähän mennessä, pitää lisätä kytkimille peitelevysymbolit. Tämä voidaan tehdä siinä vaiheessa, kun johdotuskuvat ovat valmiit. Peitelevyt voidaan piilottaa kuvasta, jotta ne eivät tule näkyviin tulostuskuviin. Laskennassa ne ovat kuitenkin esillä. Jotta lopulliset massat saadaan vietyä Excel-tiedostoon, vaatii kyseinen homma sähkösuunnittelijalta noin viiden minuutin lisätyön, jonka jälkeen kyseisestä kohteesta löytyy valmiit massalistat riippumatta lopullisesta kalustetyypistä. Mielestäni tämä kannattaa ottaa käyttöön laajemmasti, jotta helpotetaan sähkötyönjohtajien välillä hyvinkin kiireistä työtä.

Sähkösuunnittelun yksi olennainen osuus on valaistus. Usein sähkösuunnittelija pyytää valaistussuunnitelman valaistuslaskentaan erikoistuneelta yritykseltä, kuten valaisintoimittajalta tai mikäli hänellä on ammattitaitoa, sen voi tehdä myös sähkösuunnittelija itse. Kun käytetään hyväksi havaittuja tuotteita asennettavuudeltaan, kustannustehokkuudeltaan, saatavuudeltaan yms. päästään hyvään lopputulokseen. Muutenkin kun opitaan tuntemaan käytettävien tuotteiden valaistusominaisuudet kokemuksen ja palautteen perusteella, pystytään arvioimaan valaistuslaskennan tuloksia.

Kaiken kaikkiaan opinnäytetyö oli mielenkiintoinen toteuttaa. Ainakin ohjelmat tulivat kohtalaisen tutuiksi ja oppi käyttämään kaavoja Excelissä. Vertailtaessa kahta eri sähkösuunnitteluohjelmaa voidaan sanoa, että CADS on paljon laajempi kokonaisuus, jossa asiat on mietitty tarkasti ja hiottu loppuun asti tuotekirjastoineen ja erilaisine laskentaominaisuuksineen. Varsinkin vikasuojauksen laskeminen oikeilla tietokannoista löytyviä kaapeleita hyödyntäen on todella hyvin

toteutettu. Lisäksi valaistuskennassa pystyy hyvin hyödyntämään Dialux-ohjelmistoa. JCAD taas on ohjelmana ehkä helpommin omaksuttava, mutta jonkin verran suppeampi. Ohjelmasta löytyy melkein kaikki samat toiminnot, kuin CADS:sta ja osa on toteutettu paremmin ja osa huonommin. Yksi puute on se, että sähköpisteille ei ole mahdollista lisätä tuotetietoa, joka vastaisi esimerkiksi sähkönumerot.fi:n tietokantaa. Tämäkin mahdollisuus on toki CADS:ssakin vain Pro-versiossa. Oman kokemuksen perusteella molemmista ohjelmistoista löytyy hyviä ja huonoja puolia. JCAD:lla on ehkä nopeampi suunnitella, jolloin soveltuu paremmin pienempiin kohteisiin. mitkä toteutetaan pääsääntöisesti lähestulkoon aina samalla kaavalla. CADS on parempi silloin, kun suunnitellaan isompia kohteita, missä on paljon eri keskuksia ja pitää piirtää erityyppisiä piirikaavioita yms. Joka tapauksessa molemmilla ohjelmistoilla pystyy tekemään täysipainoista sähkösuunnittelutyötä.

LÄHTEET

CADS 16, 2015, Electric Pro DB, Hakemisto

D1 2012. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista

Lampputieto-sivusto 2017. Valaistusvoimakkuus eri tiloissa. Viitattu 12.12.2017.
<https://lampputieto.fi/valaistussuunnittelu/valaistusvoimakkuus-eri-tiloissa/>

Oulun Energia 2017. Sähköliittymähinnasto. Viitattu 12.12.2017.
<https://www.ouluenergia.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkoverkkopalvelut/verkkopalveluhinnasto/sahkoliittymahinnasto>

ST-kortti 25.21, 2016. Sähköinen varustetaso asuinkerrostalossa ja kerrostaloasunnossa

ST-kortti 53.24, 2012. Ohjeita kiinteistöjen enintään 1000 V johtojen mitoituksesta ja suojauksesta

ST-kortti 53.25, 2012. Ohjeita vikasuojauksesta enintään 1000Vc TN-järjestelmässä

ST-kortti 58.04, 2017. Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL 2017. STUL-takuun toimintaperiaate. Viitattu 12.12.2017.
<http://www.stul.fi/fi/toiminta/toimintaperiaatteet/stul-takuu>

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL 2017. STUL-takuun takuehdot. Viitattu 12.12.2017.
<http://www.stul.fi/fi/toiminta/toimintaperiaatteet/stul-takuu/stul-takuun-ehdot>

Viestintäministeriö 65 B/2016 M: Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista

LIITTEET

- Liite 1. Massalista ABB Jussi-sarjan tuotteilla
- Liite 2. Massalista ABB Impressivo-sarjan tuotteilla
- Liite 3. Massalista Ensto Intro-sarjan tuotteilla
- Liite 4. Massalista Schneider Exxact-sarjan tuotteilla

Liite 1, Massalista Jussi-sarjan tuotteilla

Tuotteen nimi	Sähkönumero	Summa / Määrä
☐ 1-osainen peitelevyllinen pistorasia	2506431	20
☐ 2-osainen keskiölevyllinen pistorasia	2506122	8
☐ 2-osainen peitelevyllinen pistorasia	2506422	23
☐ 2xRJ-45 KEYSTONE keskiölevy 100mm	7004053	6
☐ 5-Kytkin	2106015	12
☐ 6-Kytkin	2106016	19
☐ AK12.2 liitäntäkansi kiuas,liesi,jakotukki	1152565	4
☐ ANTENNIRASIA LAATUANTENNI ; LARS 02 PÄÄT 1dB 5-2150MHz	7541623	7
☐ AP9	1612509	1
☐ EI141 palovaroin	7137661	7
☐ JUSSI ANTENNIKESKIÖLEVY	7060572	7
☐ Kiuaskivet	AAM081	4
☐ KOJERASIA SCHNEIDER ; RKE 06 ETUKIINNITYS	1150413	7
☐ Kulmapistorasia IMPRESSIVO VAL	2406004	3
☐ Kumi D 3230 BIG BEN MUUNT.YHD.OVELL	7025060	1
☐ LED säädin 2-100VA RL (UUSI)	2619375	4
☐ Liiketunnistin THEBEN S180 MU	2607138	1
☐ Liitin-CAT6 Kerman - UTP keystone, kertapuristeinen	7209316	24
☐ Painik D 723W PUSHLITE VALK.VALOLLA	7025243	1
☐ Peite 3-os.100mm 2-os.pistorasialle	2166123	5
☐ Peite 4-os.100mm 2-os.pistorasialle	2166124	1
☐ Peitelevy Jussi 1-os.85mm val	2166111	16
☐ Peitelevy Jussi 2-os.85mm val	2166112	5
☐ Roth termostaatti	2070903	8
☐ Sokea kansi AK 1.1	1152521	1
☐ Ulkopistorasia 2-osainen IP44	2516132	7
☐ Valaisinkansi AKK 13 2-n+MAA	1152512	2
☐ 6-kytkin IMPRESSIVO IP44	2106216	3
☐ Peitelevy Jussi 4-os.85mm val	2166114	1
☐ 2-os pistorasia PINTA	2406578	3
☐ AP10	1612510	2
☐ Peitelevy Jussi 5-os.85mm val	2166115	1
☐ Peite 2-os.100mm 2-os.pistorasialle	2166122	1
☐ 1-os pistorasia PINTA	2406131	1
☐ 6-kytkin PINTA	2006525	2
☐ Turvakytkin KATKO KUM 325U IP66	3600468	1
☐ HÄMÄRÄKYTKIN THEBEN LUNA 126 5-200lx 16A IP55	3514126	1
☐ HPC2 upotuskaulus /Cilindro -kiukaisiin	8261279	1

Liite 2, Massalista Impressivo-sarjan tuotteilla

Tuotteen nimi	Sähkönumero	Summa / Määrä
1-os PR Kokopeitelevyllä	2506008	20
2-os PR Keskiölevyllä	2506013	8
2-os PR Kokopeitelevyllä	2506016	24
6-kytkin	2106058	19
85/100mm SOVITE (rj ja ant)	2166116	13
AK12.2 liitântäkansi kiuas,liesi,jakotukki	1152565	4
Antenninaama 85mm	7060514	7
ANTENNIRASIA LAATUANTENNI ; LARS 02 PÄÄT 1dB 5-2150MHZ	7541623	7
AP9	1612509	1
EI141 palovaroitin	7137661	7
IMRESSIVO SÄÄTIMEN KL	3512762	4
IP44 2-os PR	2516133	7
KOJERASIA SCHNEIDER ; RKE 06 ETUKIINNITYS	1150413	7
Kumi D 3230 BIG BEN MUUNT.YHD.OVELL	7025060	1
LED SÄÄDIN 2-100VA LED MATALA (UUSI)	2619376	4
Liiketunnistin THEBEN S180 MU	2607138	1
Liitin-CAT6 Kerman - UTP keystone, kertapuristeinen	7209316	24
Painik D 723W PUSHLITE VALK.VALOLLA	7025243	1
Pinta 6 -kytkin	2046713	2
PL 1-os.85mm	2166101	16
PL 2-os.85mm	2166102	5
PL 3-os.100mm	2166143	5
PL 4-os.100mm	2166144	1
RJ-Naama 85mm	7204087	6
RJ-rasian runko	7204067	6
Roth termostaatti	2070903	8
Sokea kansi AK 1.1	1152521	1
Valaisinkansi AKK 13 2-n+MAA	1152512	2
2-os PintaPR	2406001	3
5-kytkin	2106052	12
6-kytkin IP44	2106216	3
PL 4-os.85mm	2166104	1
AP10	1612510	2
1-os pistorasia PINTA	2406131	1
PL 5-os.85mm	2166105	1
PL 2-os.100mm	2166142	1
Turvakytkin KATKO KUM 325U IP66	3600468	1
HÄMÄRÄKYTKIN THEBEN LUNA 126 5-200lx 16A IP55	3514126	1

Liite 3, Massalista Ensto Intro-sarjan tuotteilla

Tuotteen nimi	Sähkönumero	Summa / Määrä
☒ 1-os PR keskiölevyllä	2513501	20
☒ 2-os PR IP44	2513512	7
☒ 2-os PR keskiölevyllä	2513502	8
☒ 2-os PR Kokopeitelevyllä	2513532	24
☒ 5 - kytkin	2113505	12
☒ 6 - kytkin	2113506	19
☒ AK12.2 liitäntäkansi kiuas,liesi,jakotukki	1152565	4
☒ Antenninaama	7007507	7
☒ ANTENNIRASIA LAATUANTENNI ; LARS 02 PÄÄT 1dB 5-2150MHz	7541623	7
☒ AP9	1612509	1
☒ EI141 palovaroitin	7137661	7
☒ KOJERASIA SCHNEIDER ; RKE 06 ETUKIINNITYS	1150413	7
☒ Kulmapistorasia IMPRESSIVO VAL	2406004	3
☒ Kumi D 3230 BIG BEN MUUNT.YHD.OVELL	7025060	1
☒ LED Säädin	2621138	4
☒ Liiketunnistin THEBEN S180 MU	2607138	1
☒ Liitin-CAT6 Kerman - UTP keystone, kertapuristeinen	7209316	24
☒ Painik D 723W PUSHLITE VALK.VALOLLA	7025243	1
☒ Pinta 6 -kytkin	2014006	2
☒ PL 100mm 3-os	2113713	5
☒ PL 100mm 4-os	2113714	1
☒ PL 85mm 1-os	2113701	36
☒ PL 85mm 2-os	2113702	5
☒ Roth termostaatti	2070903	8
☒ Sokea kansi AK 1.1	1152521	1
☒ Sovitepala	2113720	13
☒ TELERASIA 2xRJ45 UTP VAL KEYSTONE /TILAUSERÄ 10KPL!	7208908	6
☒ Valaisinkansi AKK 13 2-n+MAA	1152512	2
☒ 2-os pintaPR	2432202	3
☒ 6-kytkin /IP44 UPJ 0X VA	2113516	3
☒ PL 85mm 4-os	2113704	1
☒ AP10	1612510	2
☒ 1-os pintaPR	2432201	1
☒ PL 85mm 5-os	2113705	1
☒ PL 100mm 2-os	2113712	1
☒ Turvakytin KATKO KUM 325U IP66	3600468	1
☒ HÄMÄRÄKYTKIN THEBEN LUNA 126 5-200lx 16A IP55	3514126	1

Liite 4, Massalista Schneider Exxact-sarjan tuotteilla

Tuotteen nimi	Sähkönumero	Summa / Määrä
1-os PR Kokopeitelevyllä	2530001	20
2-os PR keskiölevyllä (vinoPR)	2530121	31
5 - kytkin	2112005	12
6 - kytkin	2112006	19
6-kytkin pinta	2000516	2
AK12.2 liitäntäkansi kiuas,liesi,jakotukki	1152565	4
Antenninaama	7516101	7
ANTENNIRASIA LAATUANTENNI ; LARS 02 PÄÄT 1dB 5-2150MHz	7541623	7
AP9	1612509	1
Combikehys 1-os	2112071	39
Combikehys 2-os	2112072	6
Combikehys 3-os	2112073	5
Combikehys 4-os	2112074	2
EI141 palovaroitin	7137661	7
IP44 PR 2-osainen	2530012	7
Kiuaskivet	AAM081	4
KOJERASIA SCHNEIDER ; RKE 06 ETUKIINNITYS	1150413	7
Kulmapistorasia IMPRESSIVO VAL	2406004	3
Kumi D 3230 BIG BEN MUUNT.YHD.OVELL	7025060	1
LED Säädin	2622225	4
Liiketunnistin THEBEN S180 MU	2607138	1
Liitin-CAT6 Kerman - UTP keystone, kertapuristeinen	7209316	24
Painik D 723W PUSHLITE VALK.VALOLLA	7025243	1
RJ-Naama + runko	7233008	6
Roth termostaatti	2070903	8
Sokea kansi AK 1.1	1152521	1
Valaisinkansi AKK 13 2-n+MAA	1152512	2
6-kytkin IP44	2102692	3
2-os pistorasia PINTA	2418105	3
AP10	1612510	2
Combikehys 5-os	2112075	1
1-os pistorasia PINTA	2400454	1
Turvakytkin KATKO KUM 325U IP66	3600468	1
HÄMÄRÄKYTKIN THEBEN LUNA 126 5-200lx 16A IP55	3514126	1
HPC2 upotuskaulus /Cilindro -kiukaisiin	8261279	1
Cilindro PC90	8261007	1