



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Antti Toppinen

CADMATIC-OHJELMISTON IMPLEMEN-
TOINTI SÄHKÖSUUNNITTELUTOIMISTON
TARPEISIIN

Tekniikka
2021

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Antti Toppinen
Opinnäytetyön nimi	CADMATIC-ohjelmiston implementointi sähkösuunnittelu- toimiston tarpeisiin
Vuosi	2021
Kieli	suomi
Sivumäärä	43 + 8 liitettä
Ohjaaja	Mikko Västi

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda vastaperustetulle AONT-sähkösuunnittelu-toimistolle oletusprojektikansio, joka sisältää valmiin kansiorakenteen projektissa käytettyjä tiedostoja varten. Kansion sisälle toteutettiin oletusprojekti, joka sisältää valmiit tuotemallikirjastot sekä tulostusasettelut omakotitalokokoluokan sähkösuunnitelmia varten. Lisäksi luotiin Excel-pohjainen projektinhallintatyökalu yrityksen sujuvaa projektinhallintaa varten.

Työ aloitettiin tutustumalla perusteellisesti suunnittelutoimistossa käytössä olevaan CADMATIC Electrical -suunnitteluohjelmistoon ohjelmiston sisäisten ohjeiden, tuotteen internetsivuston ohjeiden, sekä internetin videopalveluiden ohjeideiden avulla. Tämän jälkeen luotiin projektinhallintatyökalu sekä projektitiedostolle tuotekirjastot ja muut yrityksen siinä toivomat esiasettelut, kuten nimiöt yrityksen omalla logolla sekä tulostusikkunat ja periaatekaaviopohjat noudattaen voimassa olevia ohjeistuksia ja määräyksiä.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin yrityksen päivittäiseen käyttöön tiedostonhallintaa selkeyttävä projektikansiorakenne, projektinhallintatyökalu sekä projektien aloitustoimia nopeuttava oletusprojektitiedosto. Lisäksi työssä luotu tuotekirjasto korkeus- ja 3D-geometriatietoineen mahdollistaa nyt ja tulevaisuudessa omakotitalokohteiden tietomallinnuksen sekä tarkemmat sähkötekniset laskelmat.

ABSTRACT

Author	Antti Toppinen
Title	Implementation of the CADMATIC Software for Electrical Planning Company
Year	2021
Language	Finnish
Pages	43 + 8 Appendices
Name of Supervisor	Mikko Västi

The purpose of this thesis was to create a default project folder for AONT, a newly established electrical planning office. The default project folder contains ready-made folders for the files used in the projects and a default project -file, which contains ready-made product model libraries and print layouts for detached house scale electrical plans. An Excel-based project management tool was also created for smooth project management in the company.

The work began with a thorough introduction to the CADMATIC Electrical design software with the help of software manual, internet page of the product and watching instructional videos on online video sharing platforms. After that the project management tool was created. Then model libraries and other pre-settings such as the label with the company logo included were created, together with print layouts and schematics obeying existing laws and standards.

As a result of this thesis there is a project folder structure that clarifies the company's document management, project management tool and default project file which eases and fastens the starting procedure of a new project. In addition, the created model library included with objects height- and 3D-geometry data enables the creation of precise electrical calculations and a building information model (BIM) of detached houses now and in the future.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

LYHENTEET JA TERMIT

1	JOHDANTO	10
1.1	AONT yrityksenä	10
1.2	Tavoitteet	10
2	SUUNNITTELUOHJELMISTO	11
2.1	CADMATIC	11
2.2	CADMATIC Electrical	12
3	TALOTEKNINEN SÄHKÖSUUNNITTELU	14
3.1	Piirustukset	14
3.2	Tietomalli	15
4	PROJEKTIKANSIO	17
4.1	Oletusprojekti	18
4.2	Tasokuvat, tulostusikkunat ja kerrosmäärytykset	18
4.3	Oletusnimiö	19
4.4	Tuotemallit	21
4.4.1	Vahvavirtasymbolit	22
4.4.2	Valaisimet	24
4.4.3	Heikkovirtasymbolit	25
4.5	Kaapelityypit	26
5	PERIAATEKAAVIOT	28
5.1	Omakotitalon maadoituskaavio	28
5.2	Omakotitalon antennikaavio	32
5.3	Omakotitalon yleiskaapelointikaavio	36

5.4 Omakotitalon pääkeskuskaavio	39
6 YHTEENVETO.....	41
LÄHTEET.....	44
LIITTEET	46

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Projektikansion rakenne	17
Kuva 2. Mallinimiö	20
Kuva 3. AONT nimiö.....	21
Kuva 4. Tuotemallikirjasto	22
Kuva 5. Pistorasiajärjestelmien tuotemallikirjasto	23
Kuva 6. Astianpesukoneen pistorasian tuotemalli	24
Kuva 7. Valaistusjärjestelmän tuotemallit.....	25
Kuva 8. Heikkovirtajärjestelmien tuotemallit.....	25
Kuva 9. Projektin kaapelityypit	26
Kuva 10. Maadoitusten ja potentiaalintasausten periaate pientalossa	30
Kuva 11. Antennijärjestelmän perusrakenne pientalossa	33
Kuva 12. Liityntä kaapeliverkkoon	34
Kuva 13. Liityntä antenniverkkoon	35
Kuva 14. Yleiskaapeloinnin rakenneperiaate omakotitalossa	37
Kuva 15. Omakotitalon yleiskaapeloinnin topologia	38
Taulukko 1. Kuvan 3 merkintöjen selitykset	31
Taulukko 2. Kustannussäästö	42

LIITELUETTELO

LIITE 1. Omakotitalon tasopiirustustuloste

LIITE 2. Periaatemaadoituskaavion tuloste

LIITE 3. Periaateantennijärjestelmäkaavion tuloste

LIITE 4. Periaateyleiskaapelointijärjestelmäkaavion tuloste

LIITE 5. Periaatepääkeskuskaavion tuloste, lehti 1

LIITE 6. Periaatepääkeskuskaavion tuloste, lehti 2

LIITE 7. Periaatepääkeskuskaavion tuloste, lehti 3

LIITE 8. Antenniverkon laskelmataulukko

LYHENTEET JA TERMIT

ARK	arkkitehtisuunnitteluala
AXMK	muovivaippainen alumiinijohtiminen maakaapeli
A4	ISO 216-standardin mukainen paperikoko
CAD	tietokoneavusteinen suunnittelu
dwg	2- ja 3-ulotteisten suunnitelmatiedostojen yleisimmin käytetty tiedostomuoto
IFC	standardi oliopohjaisen tiedon siirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen
KLM	telemerkinantokaapeli
KLMA	häiriösuojattu telemerkinantokaapeli
LED	valoa säteilevä puolijohdekomponentti
LVI	lämmitys-, vesi- ja ilmanvaihtotekniikka
MCMO	muovivaippainen kuparijohtiminen ohjausmaakaapeli
MCMK	muovivaippainen kuparijohtiminen maakaapeli
MMJ	muovieristeinen- ja vaippainen asennuskaapeli
mm ²	neliömillimetri
RAK	rakennetekniikan suunnitteluala
RAU	rakennusautomaation suunnitteluala
SFS	Suomen kansallinen standardisoinnin keskusjärjestö

SÄH	lyhenne suunnittelualasta sähkö
2D	kaksiulotteinen esitystapa
3D	kolmiulotteinen esitystapa

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö toteutettiin vastaperustetulle AONT-suunnittelutoimistolle parantamaan kilpailukykyä omakotitalokohteiden sähkösuunnittelussa, sekä ohjaamaan toimintatapaa alusta alkaen suuntaan, joka takaa asiakkaalle laadukkaan lopputuloksen.

1.1 AONT yrityksenä

AONT on vuonna 2021 perustettu sähköalan yritys, jonka päätoimialana on sähköalan suunnittelu- ja konsultointitoiminta pari- ja omakotitalokokoluokassa. Yrittäjällä on yli 15 vuoden kokemus sähköalan asennus- ja suunnittelutoiminnasta omakotitalokokoluokasta kauppakeskus- ja sairaalokokoluokkaan.

Suurten kohteiden suunnittelu tapahtuu suurten suunnittelutoimistojen ammattilaisten toimesta tarkoin määritellyin ja yrityksessä sisäisesti vakioiduin toimintatavoin. Omakotirakentajien kanssa keskustellessa, yrittäjä näki tarpeen yrityksen perustamiselle päätoimensa ohessa, ja tuoda samaa ammattimaisuutta suunnittelu-toimintaan myös yksityisasiakkaille omakotitalokohteisiin.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa sähkösuunnittelutoimistolle räätälöity projektiedosto, joka yhdenmukaistaa yrityksen suunnitteluprosessia sekä nopeuttaa suunnittelutyötä valmiin symbolikirjaston ansiosta. Lisäksi projektiedoston avulla luodaan yritykselle periaatekaaviot, joita voidaan soveltaa lähes kaikkien omakotitalojen suunnittelussa pienin kohdekohtaisin muutoksin.

2 SUUNNITTELUOHJELMISTO

AONT on valinnut suunnittelutoiminnassaan käytettäväksi suomalaisen CADMATI-
C-ohjelmistotalon CADMATIC Electrical-suunnitteluohjelmistoa. Valintaan vai-
kuttivat vahvasti tuotteen kotimaisuus sekä se, että ohjelmisto toimii itsenäisenä
ohjelmana, eikä esimerkiksi lisäosana Autodeskin AutoCAD- tai Revit-ohjelmisto-
jen kanssa. Lisäksi ohjelmistolle löytyy kattava suomenkielinen ohjeistus sekä lu-
kematon määrä ohjevideoita internetin videopalveluista.

2.1 CADMATIC

CADMATIC Oy on Elomatic konserniin kuuluva digitalisten ja älykkäiden 3D-poh-
jaisten suunnittelu- ja tietojenhallintaohjelmistoratkaisujen kehittäjä meri, laitos-
ja rakennusteollisuudelle.

CADMATIC aloitti 3D-suunnitteluohjelman kehittämisen alun perin 1980-luvun
puolivälissä emoyhtiö Elomatic Oy:n sisäisissä projekteissa parantamaan suunnit-
telua, visualisointia sekä projektin kustannustehokkuutta laitossuunnittelun pa-
rissa. Kokemusten pohjalta perustettiin 1990-luvun alussa CADMATIC Oy, jonka
tehtävänä oli CADMATIC 3D -ohjelman markkinointi ja kehitys.

Samaan aikaan alkoi yhteistyö hollantilaisen Numeriek Centrum Groningen B.V.:n
kanssa. Tavoitteena oli kehittää lavanrakennusteollisuuden tarpeisiin kattavaa 3D-
suunnitteluratkaisua. Syyskuussa 2015 Numeriek Centrum Groningen B.V.:n osa-
kekanta ja liiketoiminnat siirtyvät CADMATIC Oy:n hallintaan ja yhtiöiden toimin-
nat ja ohjelmistot yhdistettiin CADMATIC-nimen alle.

Elokuussa 2019 CADMATIC osti suomalaisen Kyndata-ohjelmistoyhtiön ja sen
sähkö- ja automaatiosuunnitteluun, LVI-suunnitteluun sekä rakennussuunnitte-

luun tarkoitettun CADS-ohjelmistoperheen. Kaupan jälkeen CADMATIC Oy:n liike-toiminta jakaantui meriteollisuuteen, prosessiteollisuuteen sekä rakennusteolli-suuteen.¹

2.2 CADMATIC Electrical

CADMATIC Electrical on alun perin Kyndata Oy:n kehittämä sähkö- ja automaatio-suunnitteluun tarkoitettu suunnitteluohjelmisto, joka toimi vuonna 1979 peruste-tun Kyndata Oy:n omistuksessa nimellä CADS Planner Electric. CADS Planner Electric kuului Kyndata Oy:n CADS-tuoteperheeseen, joka sisälsi sovellukset sähkö-, LVI- ja rakennussuunnitteluun.²

CADMATIC Electrical sisältää laajan suunnittelujärjestelmän, mikä pitää sisällään sähkö-, tele- sekä datajärjestelmien suunnittelun joko 2D- tai 3D-muodossa. 3D-ominaisuus tukee sertifioituja IFC-malleja, joten törmäystarkastelu sekä lisätieto-ten jakaminen suunnittelukohteen muiden osapuolien välillä sujuu saumatto-masti. Ohjelmistolla voi suunnitella myös sähköjakeluverkot, järjestelmä-, kes-kus-, sekä piirikaaviot. Lisäksi ohjelmistolla on mahdollista laatia energiatodistuk-sia sekä -selvityksiä.

Tietokantapohjaisena suunnitteluohjelmistona se mahdollistaa monen käyttäjän yhtäaikaisen työskentelyn samassa projektissa. Tietokantapohjaisuuden ansiosta objektiin yhdessä paikassa tehdyt muutokset välittyvät automaattisesti koko pro-jektin sisällä eri kerroksiin sekä muihin dokumentteihin.³

¹ Yritysesittely CADMATIC Oy:n internetsivustolta. Viitattu 31.5.2021. <https://www.cadma-tic.com/fi/yritys/>

² Nurmi T. CADS:n tietokantatyöskentelyn tehostaminen. V. 2016. Viitattu 5.5.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201604194557>

³ Talotekninen sähkösuunnittelu CADMATIC Oy:n internetsivustolta. Viitattu 31.5.2021. <https://www.cadmatic.com/fi/construction/ohjelmistoratkaisut/cadmatic-electrical/talotekni-nen-sahkosuunnittelu/>

Ohjelma sisältää kaksisuuntaisen linkityksen valaistuslaskentaohjelmisto DIALuxin välillä. Näin voidaan CADMATIC Electricalista tuoda tarvittavat tilat ja niiden nimet sekä geometriat arkkitehdin IFC-mallista ja siirtää ne DIALux-valaistuslaskentaohjelmaan. Ohjelmalla suoritettua valaistuslaskennan jälkeen, voidaan sieltä tuoda tuotemalleina valaisimien sijainnit, korot, tuotetiedot, tekniset tiedot, 3D-tilavausmallit sekä valonjakokäyrät CADMATIC Electricaliin.⁴

⁴ Sähkösuunnittelu tasopiirustuksissa CADMATIC Oy:n internetsivustolta. Viitattu 31.5.2021. <https://www.cadmatic.com/fi/construction/ohjelmistoratkaisut/cadmatic-electrical/talotekninen-sahkosuunnittelu/sahkosuunnittelu-tasopiirustuksissa/>

3 TALOTEKNINEN SÄHKÖSUUNNITTELU

Taloteknisen sähkösuunnittelun tarkoituksena on tuottaa hankkeen valmiiksi saattamisessa tarvittavat dokumentit, joita noudattamalla kohteen sähköasennukset toteutuvat vallitsevien lakien ja asetusten mukaisesti. Suunnitelmat sisältävät toimintaa kuvaavia dokumentteja, sijoitusdokumentteja, liitändokumentteja sekä yksikköluetteloita. Lisäksi suunnitelmista voidaan nykyisillä suunnitteluohjelmistoilla generoida tietomalli, jossa suunnitellut laitteet tietoineen esitetään todellisessa koossa ja sijainnissa 3D-mallinnoksessa.

Osa dokumenteista laaditaan ennen kohteen aloittamista mahdollistaen muiden suunnittelualojen, kuten arkkitehti- ja rakennesuunnittelun reagoimisen kohteen rakenneratkaisuihin sähköteknisestä näkökulmasta. Dokumentit täydentyvät rakentamisen edetessä ja muuntuvat kohteen valmistuttua loppudokumenteiksi.

3.1 Piirustukset

Taloteknisen sähkösuunnittelun konkreettinen tuotos on suurkuvatulostimella A4-paperiarkkien kerrannaiskokoihin tulostettu 2D-asennuspiirustus, jonka perusteella kohteen talotekniset sähköasennukset rakentuvat. Asennuspiirustus esittää sähköasennuksen komponenttien suhteelliset asemat toisiinsa nähden. Asennuspiirustukset esitetään tavallisesti mittakaavassa 1:50 tai 1:100.⁵

⁵ SFS-EN 61082-1 Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. Helsinki: SFS

Asennuspiirustuksissa esitettävää informaatiota täydennetään toimintaa laajemmin osoittavilla järjestelmäkaavioilla sekä piirikaavioilla. Piirikaavioissa esitetään laitteiden keskinäiset vaikutukset sekä informaatiota fyysisistä liitännöistä.⁶

3.2 Tietomalli

Kiinteistöjen ja rakennusten mallinnuksella tavoitellaan suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestäväen kehityksen mukaista hanke- ja elinkaari-prosessin tukemista. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan alkaen suunnittelun alusta käytönaikaisen ylläpidon tukemiseen.⁷

Tietomallinnusta ohjaa Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaisema Yleiset tietomallivaatimukset, jonka päivitys toteutettiin vuosina 2011 ja 2012 COBIM-hankkeen muodossa. Päivitystyön tuloksena syntyi tällä hetkellä voimassa oleva YTV2012, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osat 1-14. Uusi päivitys YTV2020 on tekeillä ja otetaan käyttöön vuosien 2021 ja 2022 aikana.⁸

Sähkö- ja telesuunnittelun tietomallinnus määrittää tarkemmin julkaisussa YTV 2012 Osa 4 Talotekninen suunnittelu sekä YTV2012 Täydentävä liite, Talotekniikan mallinnusvaatimuksia -osiossa. Tehtäväluettelossa tilaaja voi määrittää YTV2012 mukaista tasoa tarkemman tason, joten tehtäväluettelo on aina kohdekohtainen.

Perusvaatimuksiltaan mallinnustarkkuus vaatii, että sähkönjakelujärjestelmien muuntajat, kytkinlaitokset, pää- jako- ja ryhmäkeskukset, virtakiskot ja näihin verrattavat laitteistot, mallinnetaan vähintään oikeita tai tarvittaessa suunnitteli-

⁶ ST 13.28.2009. Sähkötieto Ry. Yleisohjeita rakennusten sähkö- ja tietoteknistenjärjestelmien dokumentoinnista. Espoo: Sähköinfo Oy.

⁷ Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus. 2012. Buildingsmart Finland. Viitattu 9.5.2021. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

⁸ Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012 Buildingsmart Finlandin internetsivustolta. Viitattu 9.5.2021. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>

jan arvioimia mittoja vastaavilla yksinkertaisilla 3D-objekteilla. Johtotiet mallinetaan niiden todellista kokoa vastaavien mittojen mukaisilla objekteilla. Valaisimet mallinetaan ensisijaisesti käyttäen käytettävän suunnitteluohjelmiston tarjoamaa valmista objektikirjastoa ja tarvittaessa tuotetta ulkomitoiltaan vastaavaa 3D-objektia. Asennuskalusteiden 3D-geometriaa ei vaadita mallinnettavaksi, muutoin kuin erikseen sovittujen mallihuoneiden osalta sekä YTV2012, osan 4 liitteen 1 mukaisesti esimerkiksi alakattoasennuksissa. Asennuskaapeleiden tai putkitusten mallinnusta ei vaadita.⁹

⁹ Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 4. Talotekninen suunnittelu. 2012. Buildingsmart Finland. Viitattu 9.5.2021. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_4_tate.pdf

4 PROJEKTIKANSIO

Opinnäytetyön päätarkoituksena oli luoda yritykselle valmis projektikansio, joka sisältää valmiiksi määritellyn projektitiedoston tasomäärittelyineen, tuotemalleineen sekä periaatekaavioineen, viitekuvakansiot, sekä Excel-pohjaisen projektien hallintajärjestelmän.

Projektikansioon on luotu kuvan 1. mukaisesti omat kansionsa muiden suunnittelualojen tiedostoille, joita käytetään viitekuvina sähkösuunnitelmaa tehtäessä. Alakohtaisiin kansioihin tallennetaan kyseisen suunnittelualan dwg-suunnitelmatiedostot viitekuvamuotoon käsiteltyinä. Lisäksi kansioon tallennetaan sen suunnittelualan suunnitelmatiedostojen kaikki päivitysversiot tiedostojen saantipäivämäärän mukaan nimettyihin kansioihinsa. IFC-kansioon tallennetaan nimensä mukaisesti kaikkien suunnittelualojen IFC-tiedostot sekä tarvittaessa näistä koottu yhdistelmämalli tietomallinnusta ja törmäystarkastelua varten.

Nimi	Muokkauspäivä	Tyyppi	Koko
ARK	16.3.2021 21.25	Tiedostokansio	
IFC	17.3.2021 16.52	Tiedostokansio	
LVI	17.3.2021 16.45	Tiedostokansio	
RAK	17.3.2021 16.45	Tiedostokansio	
RAU	17.3.2021 16.45	Tiedostokansio	
2100	16.3.2021 22.28	CADMATIC-kuva	53 kt
2200	16.3.2021 22.27	CADMATIC-kuva	53 kt
EDBProject.mdb	16.3.2021 22.28	MDB-tiedosto	1 856 kt
projektitiedot	16.3.2021 21.46	Määrittämissätykset	1 kt
storeysettings	16.3.2021 22.19	XML Document	3 kt

Kuva 1. Projektikansion rakenne

Uutta projektia aloitettaessa otetaan kansioista kopio ja nimetään uudelleen projektin järjestysnumeron mukaan, jolloin nopeutetaan projektin perustamistoimia merkittävästi.

4.1 Oletusprojekti

Projektikansioon luotiin valmis oletusprojektitiedosto. Projektille on määriteltynä valmiiksi asetuksia, jotka ovat yhteneviä kaikkien projektien kanssa ja tällöin kopioidulla oletusprojekti pohjaksi uudelle projektille tehostetaan huomattavasti suunnitteluprosessia.

4.2 Tasokuvat, tulostusikkunat ja kerrosmääritykset

Vuonna 2019 Suomeen valmistui 40 800 uutta asuntoa, joista erillisiä pientaloja 6 600 keskipinta-alaltaan 112,3 m² ¹⁰.Tämän perusteella päädyttiin projektille luomaan asemapiirustus sekä tasopiirustukset kahdelle kerrokselle käyttäen tulostusikkunakokona standardin SFS-EN 61082-1 mukaisesti A4-paperin johdannaiskojoja, korkeus 2 x A4 ja leveys 4 x A4.

Asemapiirustuksen tarkoituksena on esittää rakennusten sijoittuminen tontille. Siinä esitetään alueelle sijoittuvat asennukset, kuten ulkovalaisimet, autonlämmitys ja -latauspistorasiat, katujakokaapit ja järjestelmien liittymiskaapelit liittymispisteineen, sekä rakennusten väliset kaapeloinnit asennusreittein ¹¹. Asemapiirroksen tulostusikkuna laadittiin mittakaavaan 1:200 ja symbolikertoimeksi annettiin 4. Näin saatiin asemapiirustuksessa esitettävät tuotteet luettavampaan muotoon. Asemapiirustukselle luotiin yksi tulostusikkuna, jossa esitetään kaikki edellä mainittu informaatio.

¹⁰ Suomen virallinen tilasto (STV). Asunnot ja asuinolot. Verkkojulkaisu ISSN=1798-6745. Yleiskatsaus 2019, Asuntokanta 2019. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 17.3.2021 http://www.stat.fi/til/asas/2019/01/asas_2019_01_2020-10-14_kat_001_fi.html

¹¹ ST-esimerkit 05. 2005. Sähkötieto Ry. Esimerkkipiirustukset, asuintalo. Espoo: Sähköinfo Oy.

Tasopiirustusten tulostusikkunat laadittiin mittakaavaan 1:50. Tulostusikkunoiksi valikoitui pistesijoituspiirustus, vahvavirtajohdotuspiirustus sekä heikkovirtajohdotuspiirustus. Liitteessä 1 esimerkkikuva valmiista tulosteesta.

4.3 Oletusnimiö

Piirustuksen nimiö on rakennuspiirustuksen yksilöivä tunniste, joka kertoo mihin kohteeseen piirustus liittyy. Lisäksi nimiöstä selviää minkä suunnittelualan suunnitelma on kyseessä, sekä yleistä tietoa kuvan sisällöstä ja versiosta.

Nimiö sijoitetaan piirustuslehden oikeaan alanurkkaan siten, että sen oikean reunan ja alareunan etäisyys on leikatun piirustuslehden reunasta 7 mm. Pienimmän nimiössä käytettävän tekstikoon tulisi olla vähintään 1,8 mm. Nimiön leveys on enintään 183 mm ja korkeus on mitan 8,48 mm kokonaislukukerrannainen.¹²

Nimiö jaetaan kuuteen tietosarakkeeseen kuvan 2 mukaisesti.

¹² SFS 3201 RT 15-10212 Rakennuspiirustukset, nimiö. Helsinki: SFS


K.osa/Kylä Kaupunginosa	1	Kortt./Tila Kortteli/tila	Tontti Tontti	Rno	Viranomaissten merkintöjd	2
Kohdetyyppi					SÄHKÖPIIRUSTUS	
Projektin nimi		Projektin kohdetieto 1	3	Projektin kohdetieto 2	4	MK: Projektin kohdetieto 3
		Pvm	22.3.2021	Työnumero	Tilaaajan numero	
		Piirt.				
		Suunn.		6		
		Tark.			Piirustusnumero	Muutos
		Yht.hlö		SÄH		
		Lehti				

Kuva 2. Mallinimiö

Ylimpänä nimiössä sarake 1 on varattu rakennuskohteen virallisia tunnistetietoja varten ja sarake 2 on tarkoitettu rakennuskohteen valvontaviranomaismerkinnöille. Sarakkeeseen 3 tulee tiedot rakennuskohteesta, sen osoite, rakennustoimenpide sekä kohteen nimi. Sarakkeeseen 4 tulee tiedot piirustuksesta, piirustuksen laji työvaiheen tai suunnittelualan mukaan, piirustusten juokseva numero, piirustuksen sisältö riittävästi yksilöitynä, mittakaavat lukusuhteena sekä mahdolliset viitteet. Sarakkeeseen 5 tulee tiedot suunnittelutoimistosta yhteystietoineen, kohteen vastuullisen suunnittelijan, piirtäjän, tarkastajan sekä yhteyshenkilön puumerkit, sekä tarvittaessa lehden numerointi. Sarakkeeseen 6 tulee kuvan tunnisteet, suunnittelualan tunniste, esimerkiksi SÄH, työn numero, piirustuksen numero sekä kuvan muutostunnus tarvittaessa. ¹²

Yritykselle laadittiin yrityksen logolla ja yhteystiedoilla varustettu kuvan 3 mukainen oletusnimiö, joka lisättiin valmiiksi oletusprojektin tulostusikkunoihin. CAD-MATIC-ohjelmistossa on toiminto, joka päivittää projektitiedot nimiöihin. jolloin suunnittelijan tarvitsee täyttää vain kohdetiedot projektille.

¹² SFS 3201 RT 15-10212 Rakennuspiirustukset, nimiö. Helsinki: SFS

Tunn.				Lukum.		Muutos		Nimim.		Pvm				
K.osa/Kylä	Kortti./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä										
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti												
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS										
Projektin nimi Projektin kohdetieto 1 Projektin kohdetieto 2 Projektin kohdetieto 3				Pistesijoituspiirustus 1. Kerros						MK: 1:50				
				Pvm	2.5.2021		Työnumero		Tilaaajan numero					
				Piirt.			21001							
				Suunn.	AONT									
				Tark.	AONT				Piirustusnumero		Muutos			
				Yht.hlö			SÄH		2100					
Lehti														

Kuva 3. AONT nimiö

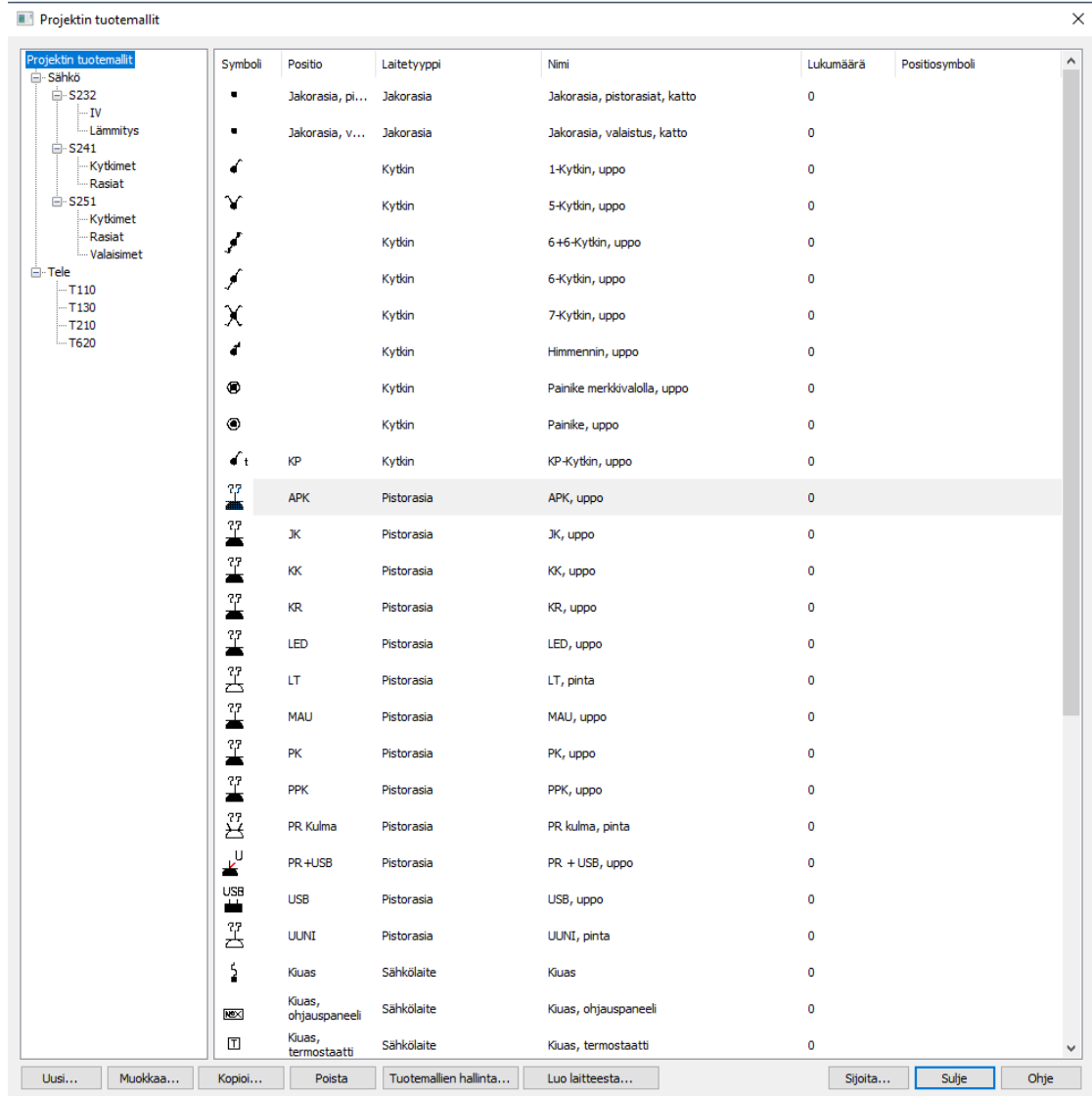
Jokaiselle tulostusikkunalle määriteltiin valmiiksi kuvan 2 mukaisten sarakkeiden 4, 5 ja 6 kiinteät tiedot, jolloin riittää pelkän kohdetiedon ja työnumeron päivittäminen projektikohtaisesti.

4.4 Tuotemallit

Tuotemallilla tarkoitetaan projektissa olevan objektin tietosisältöä kokonaisuudessaan. Tuotemalli sisältää tiedon tuotteen ominaisuuksista, kuten selitteen mihin tarkoitukseen tuote on, kuvauksen, laitetyypin, suunnittelualueen, laitetekstin, fyysiset mitat, sijoituskorkeuden, järjestelmän, IP-luokan, asennustavan, jännitteen ja esimerkiksi tehon. Lisäksi tuotemalli sisältää tuotteen 2D symbolin, jolla se esitetään piirustuksissa, sekä tuotteen 3D-geometrian, jota hyödynnetään projektista luodussa tietomallissa.

Yritykselle laadittiin valmis tuotemallikirjasto, joka sisältää kokemuksen kautta ilmenneet, keskeisimmät omakotitalokohteissa tarvittavat tuotteet. Tuotemallikirjastoon luotiin voimassa olevan sähkönimikkeistö S2010 mukaisin tunnuksin kuvan 4 mukaisesti, alakategoriat sähkö ja telejärjestelmille. Alakategorioiden avulla

tuotemallin valinta nopeutuu, kun sen voi etsiä oikeasta kategoriasta koko tuotemallikirjaston selaamisen sijaan.

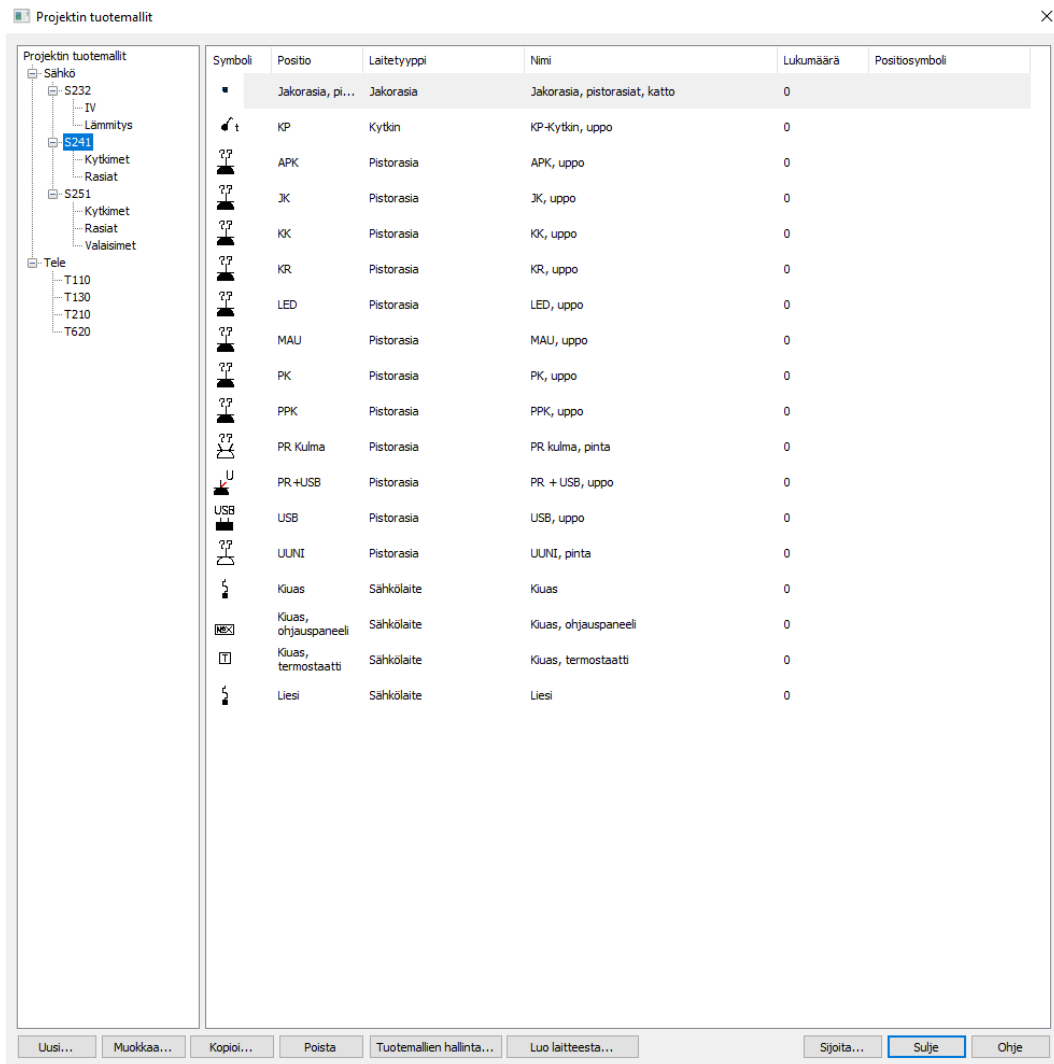


Kuva 4. Tuotemallikirjasto

4.4.1 Vahvavirtasymbolit

Omakotitaloissa vahvavirtajärjestelmät jakaantuvat pääasiassa sähköliittymään, pääjakelujärjestelmään, laitteiden ja laitteistojen sähköistykseen, pistorasia- sekä

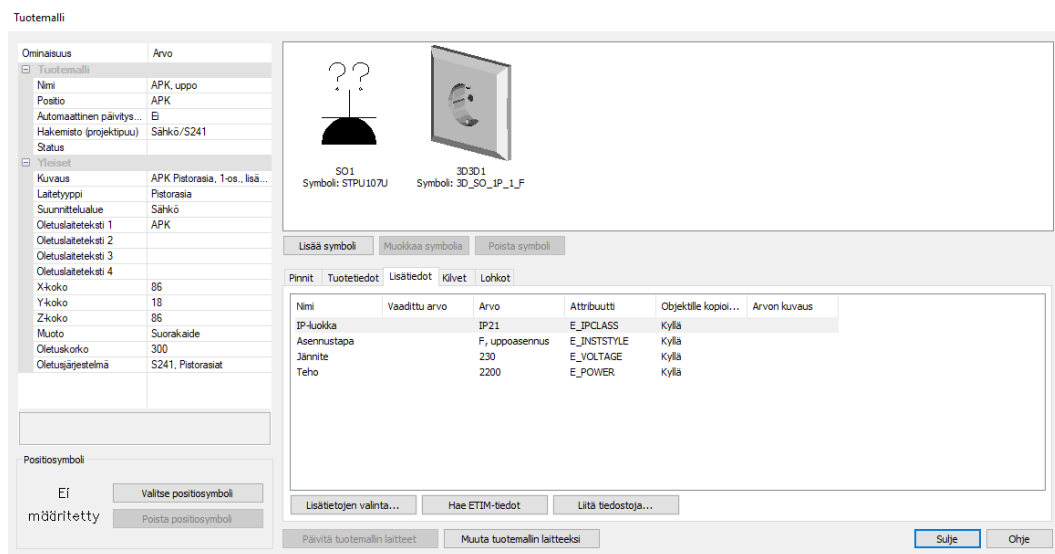
sisä- ulko- ja aluevalaistusjärjestelmiin. Työssä laadittiin tuotemallit valmiiksi yrittäjän toiveiden mukaan omakotitalossa useimmin tarvittaville tuotteille. Näiden kohdalla voitiin edetä hyvin pitkälle vakioinnissa, koska tuotteet eivät edusta mitään tiettyä merkkiä tai mallia, vaan ovat yleisiä esitystapoja sähköurakoitsijalle. Kuvassa 5 esitettynä oletustuotteet pistorasiajärjestelmille.



Kuva 5. Pistorasiajärjestelmien tuotemallikirjasto

Jokaiselle tuotemallille annettiin tietosisältö kuvan 6 mukaisesti kentiin sekä valittiin tuotetta kuvaavat 2D- ja 3D-symbolit käytetyn ohjelmiston valmiista symboli-

kirjastosta. Kuvassa näkyvän 2D-symbolin yläpuolella olevien kysymysmerkkien tilalle tulee laitteelle annettu oletusteksti, joka tässä tapauksessa on APK (astianpesukone). Teksti kertoo suunnitelmien mukaista kohdetta rakentavalle sähköura-koitsijalle pistorasian suunnitellun käyttötarkoituksen, jolloin hän tarkistaa rasian oikean asennuskorkeuden erikseen sähkötyöselitykseen tehdystä asennuskorkeusluettelosta. Korkeustietojen siirto luetteloon, kuvassa olevien viitetekstien sijaan, selkeyttää kuvan lukemista ja antaa tilaa tarvittaessa muulle informaatiolle.



Kuva 6. Astianpesukoneen pistorasian tuotemalli

4.4.2 Valaisimet

Valaistusjärjestelmään luotiin kuvan 7 mukaiset vakioidut tuotteet kytkimille tuotetietoineen, tarvittavat rasiat sekä muuntaja LED-nauhoille. Valaisinvalinnat tehdään jokaiseen kohteeseen yksilöllisesti, joten niiden luonti tapahtuu aina kohdekohtaisesti. Projektitiedostoon luotiin kuitenkin muutama mallivalaisin, josta kopiaamalla saadaan luotua kohdekohtaiset valaisimet.

Projektiin tuotemallit

Projektiin tuotemallit	Symboli	Positio	Laitetyyppi	Nimi	Lukumäärä	Positiosymboli
Sähkö						
S232	■	Jakorasias, v...	Jakorasias	Jakorasias, valaistus, katto	0	
IV						
Lämmitys	🔌		Kytkin	1-Kytkin, uppo	0	
S241	🔌		Kytkin	5-Kytkin, uppo	0	
Kytkimet						
Rasiat	🔌		Kytkin	6+6-Kytkin, uppo	0	
S251	🔌		Kytkin	6-Kytkin, uppo	0	
Kytkimet						
Rasiat	🔌		Kytkin	7-Kytkin, uppo	0	
Valaisimet	⊗		Kytkin	Painike merkkivalolla, uppo	0	
Tele	⊗		Kytkin	Painike, uppo	0	
T110	⊗		Valaisin	Valaisinpistorasia	0	
T130	⊗	10	Valaisin	Spotti 110	0	POS1_2P
T210	⊗	40	Valaisin	Pollari	0	POS1_2P
T620	⊗	41	Valaisin	Seinävalaisin	0	POS1_2P
	🔌		LED muuntaja	LED muuntaja	0	

Kuva 7. Valaistusjärjestelmän tuotemallit

4.4.3 Heikkovirtasymbolit

Omakotitalokohteissa heikkovirtajärjestelmien tuotemäärä jää kuvan 8 mukaisesti vahvavirtajärjestelmää vähäisempään. Alakategorioiden luonti on näin ollen ajansäästön kannalta turhaa, mutta tulevaisuutta varten ne päätettiin luoda.

Projektiin tuotemallit

Projektiin tuotemallit	Symboli	Positio	Laitetyyppi	Nimi	Lukumäärä	Positiosymboli
Sähkö						
S232	📡		Antenni	Antennipistorasia, uppo	0	
IV						
Lämmitys	📡		ATK	2xRJ45 Tietoliikennesasia, uppo	0	
S241	⊗		Paloilmoitus	Lämpöilmaisin	0	
Kytkimet						
Rasiat	⊗		Paloilmoitus	Optinen savuilmaisain	0	
S251	📡		Äänentoisto	Kalutinpistorasia, uppo	0	
Kytkimet						
Rasiat						
Valaisimet						
Tele						
T110						
T130						
T210						
T620						

Kuva 8. Heikkovirtajärjestelmien tuotemallit

Heikkovirtajärjestelmiin luotiin tuotemallit antennirasi-alle, yleiskaapelointirasi-alle, äänentoistojärjestelmän kaiutinrasi-alle sekä palovaroitinjärjestelmälle.

4.5 Kaapelityypit

Omakotitalokohteissa kaapelityyppien määrä jää suhteellisen pieneksi eri järjestelmien ollessa vähäisempiä suurempiin kohteisiin verrattuna. Yleisin kaapelityyppi on sisäjohtoasennuksissa käytetty valkea muovivaippakaapeli MMJ, jonka eri johdinmäärä- ja poikkipintavariaatioista valittiin käyttöön kuvassa 9 olevat tuotteet.

Projektin kaapelityypit													Projektin oletuskaapelityypit		
Vedä tähän sen sarakkeen otsikko, jonka sisällön mukaan haluat ryhmittää.															
	Nimike	Sähkönumero	GTIN	Kaapelin tyyppi	Kaapelin tyyppi 2	Valmistaja	Laji, suomi	Laji, englanti	Laji, ruotsi	Halkaisija	Paino	Pankkaapeli	Johdinmippu	Tekniset tiedot	
>	0626208	0626208		AXMK 4x25 S	4G25	REKA	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	22	520	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,6/1 kV	
	0401190	0401190		HÄLY 3x0,5 VA	3x0,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	5,8	50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/300 V	
	0456795	0456795	6410004	MMJ 5x2,5 S	5x2,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	13	260	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/500 V	
	L504303	0406722		MMJ 3x1,5 S	3G1,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	9	120	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/500 V	
	L504302	0406422		MMJ 3x1,5 N	3x1,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	9	120	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/500 V	
	L504300	0406412		MMJ 2x1,5 N	2x1,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	9	100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/500 V	
	L504304	0406723		MMJ 3x2,5 S	3G2,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	10	170	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/500 V	
	L504306	0406432		MMJ 4x1,5 N	4x1,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	10	150	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/500 V	
	L504307	0406732		MMJ 4x1,5 S	4x1,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	10	150	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/500 V	
	L504308	0406733		MMJ 4x2,5 S	4x2,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	12	210	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/500 V	
	L504309	0406442		MMJ 5x1,5 N	5x1,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	11	180	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/500 V	
	L504310	0406742		MMJ 5x1,5 S	5x1,5	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	11	180	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300/500 V	
	L504531	0406745		MMJ 5x6 S	5x6	Prysmian Gro	Asennuskaapeli	Installation cabl	Installationskabl	17	520	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	450/750 V	
	0412012	0412012		MMO 7x1,5 S	7x1,5	Prysmian Gro	Ohjauskaapeli	Control cable	Styrkabel	12	210	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	450/750 V	
	0412016	0412016		MMO 7x1,5 N	7x1,5	Prysmian Gro	Ohjauskaapeli	Control cable	Styrkabel	12	210	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	450/750 V	
	0412023	0412023		MMO 12x1,5	12x1,5	Prysmian Gro	Ohjauskaapeli	Control cable	Styrkabel	15	330	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	450/750 V	
	L411973	0291001		KLM 2x0,8	2x0,8	Prysmian Gro	Merkinantoka	Signal cable	Signalkabel	4,5	25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	L411975	0291003		KLM 4x0,8	4x0,8	Prysmian Gro	Merkinantoka	Signal cable	Signalkabel	5	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	L411976	0292001		KLMA 2x0,8+0,8	2x0,8	Prysmian Gro	Merkinantoka	Signal cable	Signalkabel	5	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	L411978	0292003		KLMA 4x0,8+0,8	4x0,8	Prysmian Gro	Merkinantoka	Signal cable	Signalkabel	5,5	45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	0602192	0602192		MCMK 4x1,5/1,5	4x1,5/1,5	Prysmian Gro	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	13	230	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,6/1 kV	
	0602193	0602193		MCMK 4x2,5/2,5	4x2,5/2,5	Prysmian Gro	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	14	300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,6/1 kV	
	0602145	0602145		MCMK 4x6/6	4x6/6	Prysmian Gro	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	18	550	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,6/1 kV	
	0602122	0602122		MCMK 2x1,5/1,5	2x1,5/1,5	Prysmian Gro	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	12	180	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,6/1 kV	
	0602123	0602123		MCMK 2x2,5/2,5	2x2,5/2,5	Prysmian Gro	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	13	230	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,6/1 kV	
	0604522	0604522		MCMO 7x1,5	7x1,5	Prysmian Gro	Ohjauskaapeli	Control cable	Styrkabel	14	315	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	450/750 V	
	0604532	0604532		MCMO 7x2,5	7x2,5	Prysmian Gro	Ohjauskaapeli	Control cable	Styrkabel	16	420	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	450/750 V	
	L429524	0282186		TELLU 13 VA		Prysmian Gro	Suurtaajuuskaapeli	High-frequency		7	60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	0248306	0248306		2x4P U/UTP Cat6		3M	Tietoverkkokaapeli	Computer and t	Datakabel	12	100	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50/75 V	

Määrä: 29

Kuva 9. Projektin kaapelityypit

Liittymiskaapeliksi valikoitui nelijohtiminen 25 mm² alumiinikaapeli AXMK 4x25 S jakeluyhtiöiden nykyisen ohjeistuksen mukaisesti ¹³. Lisäksi luetteloon on valittu pääkeskuksen ja jakokeskuksen väliseksi nousukaapeliksi yleisimmin käytetty maakaapeli MCMK 4x6/6.

Rakennusten välisiin sekä aluevalaistuksen kaapelointiin valittiin maakaapeleista 3- ja 5-johdimiset versiot kahdella poikkipinnalla. Lisäksi rakennusten väliseen ohjaustarpeeseen valittiin 7-napainen ohjausmaakaapeli MCMO kahdella eri poikkipinnalla.

Heikkovirtajärjestelmien kaapelointiin omakotitalokohteissa riittää vähäisempi valikoima. Palovaroitinjärjestelmälle valittiin siihen tarkoitukseen kehitetty 3-johdiminen 0,5 mm² poikkipinnaltaan oleva ohjauskaapeli. Antennijärjestelmälle oletukseksi valittiin kokemuksen kautta yleisimmin käytetty koaksiaalikaapeli. Yleiskaapelointijärjestelmälle valittiin alati kasvavan tiedonsiirtonopeuden mahdollistava kategoriaan 6 luokiteltu parikaapeli.

Kaapelityyppeihin lisättiin vielä KLM- ja KLMA-tyyppiset merkinantokaapelit kaksi- ja nelijohtimisina versioina eri sovelluksia varten.

¹³ Sähköliittymän toimitusta koskevat ohjeet. 2019. Seinäjoki: Seiverkot Oy. Viitattu 1.6.2021. <https://seiverkot.fi/wordpress/wp-content/uploads/2021/02/Sa%CC%88hko%CC%88liit-tyma%CC%88n-toimitusta-koskevat-ohjeet.pdf>

5 PERIAATEKAAVIOT

Periaatekaaviossa esitetään järjestelmäkohtaisesti laitteiden väliset johdotukset periaatteellisella tasolla koko rakennuksen tai kiinteistön osalta. Periaatekaaviossa piirrosmerkkejä käytetään vain osoittamaan kohteita ja niiden riippuvuuksia. Piirrosmerkkien sijainnit esitetään korkeintaan kerros- ja/tai rakennuskohtaisesti. Komponenttien tarkemmat sijainnit käyvät ilmi asennuspiirustuksesta. Periaatekaavion avulla voidaan johdotuspiirustuksista jättää periaatekaaviossa esitetyn järjestelmän johdotus piirtämättä ja esittää vain komponenttien sijainnit, jolloin kuvan luettavuus paranee, sekä suunnittelu tehostuu. Periaatekaavio sopii järjestelmille, joiden komponenttien väliset johdotukset ovat pääasiassa tähtimäisesti toteutettuja.

5.1 Omakotitalon maadoituskaavio

Omakotitalon maadoituksen suunnittelun tulee täyttää pienjännitesähköasennusten sähköturvallisuuteen liittyvät perusvaatimukset. Vaatimus annetaan standardissa SFS 6000-4-41, jossa käsitellään suojausta sähköiskulta ja maadoitusvaatimuksia käsittelevässä standardissa SFS 6000-5-54.¹⁴

Pienjännitesähköasennusten maadoitusjärjestelmän tehtävänä on taata sähköasennuksen turvallinen ja luotettava käyttö. Maadoitusjärjestelmä aikaansaa maahan johtavan yhteyden, jota käytetään häiriösuojaukseen sekä sähköiskulta suojaamiseen. Maadoitusjärjestelmään liittyvillä suojajohtimilla toteutetaan suojaus sähköiskulta käytettäessä syötön automaattista poiskytkentää.

Suomessa yleisissä jakeluverkoissa, joilla sähköä toimitetaan kuluttajille, on käytännössä aina TN-järjestelmä. TN-järjestelmässä jakelujärjestelmän tähtipiste on

¹⁴ ST 53.21. 2018. Sähkötieto Ry. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset. Espoo: Sähköinfo Oy.

maadoitettu suoraan teholähteessä ja sähkölaitteiston jännitteelle alttiit osat on yhdistetty tähän pisteeseen suojajohtimilla. TN-järjestelmä jaetaan kolmeen eri järjestelmään nolla- ja suojajohtimien keskinäisen järjestelyn perusteella.

- TN-S-järjestelmässä on erillinen nolla ja suojajohdin koko järjestelmässä.
- TN-C-S-järjestelmässä nolla- ja suojajohdintoiminnot on yhdistetty yhteen johtimeen (PEN-johdin) osassa järjestelmää.
- TN-C-järjestelmässä nolla- ja suojajohdintoiminnot on yhdistetty yhteen PEN-johtimeen koko järjestelmässä.

Kotimainen jakeluverkko on tyypillisesti tehty TN-C järjestelmällä ja siihen liittyvät rakennusten sähköasennukset TN-S järjestelmällä, joten tässä työssä toteutettiin yritykselle omakotitalon maadoituskaaviomalli TN-S-järjestelmää noudattaen. ¹⁴

Maadoitukseen ja potentiaalintasaukseen liittyviä käsitteitä havainnollistaa kuva 10, joka perustuu SFS 6000-5-54: 2017 liitteen 54B kuvaan B.54.1.

¹⁴ ST 53.21. 2018. Sähkötieto Ry. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset. Espoo: Sähköinfo Oy.

Taulukko 1. Kuvan 3 merkintöjen selitykset

Tunnus	Nimi
C	Muu johtava osa
C1	Ulkopuolelta tuleva metallinen vesijohtoputki tai kaukolämpöputki
C2	Ulkopuolelta tuleva metallinen viemäriputki
C3	Ulkopuolelta tuleva kaasuputki, jossa eristävä välikappale
C4	Ilmanvaihto
C5	Lämmitysjärjestelmä
C6	Kylpyhuoneen sisällä olevat metalliset vesijohtoputket tai lämpöputki
C7	Kylpyhuoneen sisällä oleva metallinen viemäriputki
D	Eristävä välikappale
PK	Pääkeskus
RK	Jakokeskus
PMK	Päämaadoituskisko
LPK	Lisäpotentiaalitasauskisko tai -liitin
T1	Betoniin tai maahan upotettu perustusmaadoituselektrodi
T2	Salamasuojausjärjestelmän maadoituselektrodi tarvittaessa
LPS	Salamasuojausjärjestelmä (jos käytetään)
PE	Keskuksen PE-liitin (liittimet)
PE/PEN	Pääkeskuksen PE/PEN-liitin (liittimet)
M	Jännitteelle altis osa
1	Suojamaadoitusjohdin (PE)
1a	Syöttävästä verkosta tuleva suojamaadoitusjohdin tai PEN-johdin
2	Pääpotentiaalitasausjohdin
3	Lisäpotentiaalitasausjohdin
4	Salamasuojausjärjestelmän alastulojohdin, jos sellainen on käytössä
5	Maadoitusjohdin

Taulukon 1 johtimista omakotitalokohteissa käytetään yleisimmin johtimia 1a, 1, 2, sekä 5. Näiden poikkipinta-ala määräytyy standardin SFS 6000-5-54:2017 mukaisesti, kun äärijohtimen poikkipinta on 16 mm² kuparia tai alle:

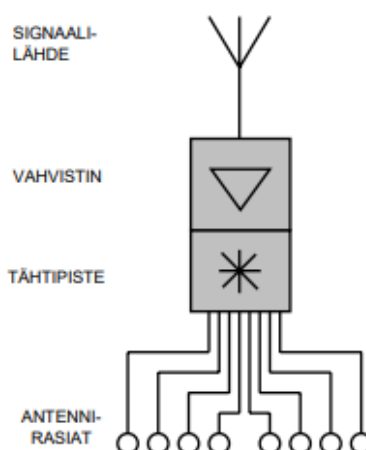
- Johdin 1: Sama poikkipinta kuin äärijohdin.
- Johdin 2: Oltava poikkipinnaltaan vähintään puolet asennuksen suurimmasta suojamaadoitusjohtimesta ja vähintään 6 mm² kuparia tai 16 mm² alumiinia tai 50 mm² terästä.
- Johdin 5: 16 mm²

Liitteessä 2 on esitettyä yritykselle laadittu maadoitusjärjestelmän periaatekaavion pohja, jota pienin muutoksin pystytään soveltamaan tavallisimpien omakotitalokohteiden tarpeisiin. Kaaviopohjassa esitettyä kahden erillisen keskuksen malli, jossa liittymiskaapeli kytketään erilliseen pääkeskukseen. Pääkeskuksen ja ryhmäkeskuksen välillä on nousujohto, jonka konsentrista johdinta käytetään suojamaadoitusjohtimena. Periaatekaaviopohjassa on esitettyä molempien keskuksen kanssa maadoituskiskot ja niiden pääpotentiaalintasausjohtimet, joita muokataan kulloisenkin kohteen tarpeisiin.

5.2 Omakotitalon antennikaavio

Omakotitalon antennijärjestelmän suunnittelussa on noudatettava Traficomien määräystä 65D/2019 kiinteistöjen sisäverkoista ja teleurakoinnista, joka koskee pientaloja silloin, kun tv-lähetykset vastaanotetaan omilla antennilla. Standardisarjassa SFS 6000 annetaan myös määräyksiä koskien antennijärjestelmää.

Pientalon antennijärjestelmä toteutetaan aina tähtiverkkona. Jokaiselta antenniasialta tuodaan oma koaksiaalikaapeli kotijakamoon, jonka luonnollinen sijoituspaikka on ryhmäkeskuksen läheisyydessä joko keskukseen integroituna tai erillisenä kotelona.¹⁵

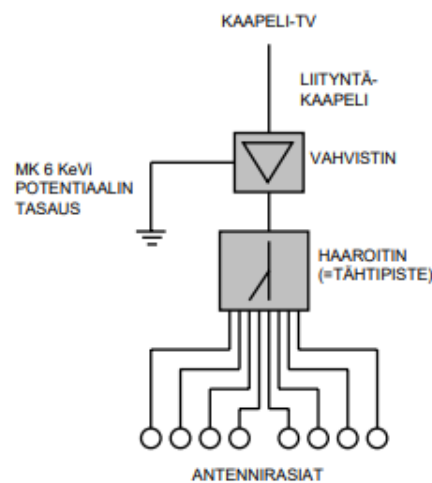


Kuva 11. Antennijärjestelmän perusrakenne pientalossa¹⁵

Kuvan 11. mukainen antennijärjestelmän perusrakenne on samanlainen, vastaanotettiin kaapeli-tv- tai antenni-signaalia. Kaapeli-tv-verkkoon liityttäessä järjestelmän keskuslaitteisto koostuu pelkästään tähtipisteestä ja tarvittaessa kotijakamoon sijoitetusta vahvistimesta. Mikäli kaapeli-tv-verkko on operaattorin puolesta toteutettu optisella liityntäverkolla, tulee laitteistoon lisäksi kuituvastaanotin, joka muuntaa optisen signaalin koaksiaaliverkkoon sopivaksi. Kuituvastaanottimen toimittaa operaattori, joten tarkemmat yksityiskohdat sen liitettävyy-

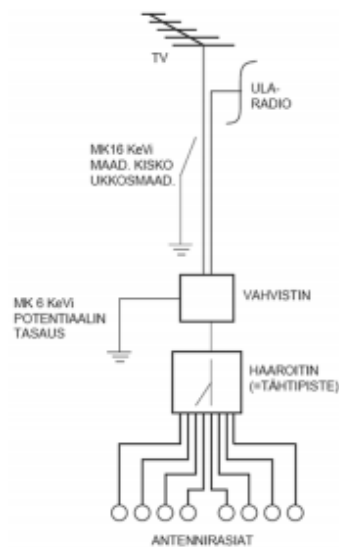
¹⁵ ST 621.03. 2020. Sähkötieto Ry. Pientalon antennijärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Espoo: Sähköinfo Oy.

destä on tapauskohtaisia. Vastaanoton tapahtuessa antenneilla, tarvitaan järjestelmään lisäksi masto ja sopivat antennit. Antenneista signaalit tuodaan koaksiaalikaapeleilla kotijakamossa sijaitsevalle vahvistinlaitteistolle. Kuvista 12 ja 13 selviää eri signaalilähteistä johtuvien rakenteellisten erojen vähyys, joten tässä työssä päädyttiin tekemään yksi perusrakenne antennikaaviolle, joka muuntautuu pienin muutoksin jokaiseen omakotitalokohteeseen.



Kuva 12. Liityntä kaapeliverkkoon ¹⁵

¹⁵ ST 621.03. 2020. Sähkötieto Ry. Pientalon antennijärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Espoo: Sähköinfo Oy.



Kuva 13. Liityntä antenniverkkoon ¹⁵

Liitteessä 3 esitettyä yritykselle periaatekaaviopohja antennijärjestelmälle. Periaatekaaviota vähäisesti muokkaamalla pystytään esittämään jokaisen omakotitalokohteen antennijärjestelmän rakenne. Liitteessä 8 esitetty ote yritykselle rakennetusta Excel-pohjaisesta antenniverkon laskentatyökalusta, jolla saadaan pisimmän ja lyhimmän pisteen laitteiden tiedot syöttämällä laskettua antenniverkon vaimenema ja kaltevuus, sekä määritettyä antennivahvistimen lähtötason laskennallinen arvo. Työkalulla varmistetaan suunnitteluvaiheessa Viestintäviraston määräys 65D/2019 täyttyminen, sekä saadaan kirjattua määräyksen mukaisesti antenniverkon pisteiden laskennalliset arvot periaatekaavioon.

¹⁵ ST 621.03. 2020. Sähkötieto Ry. Pientalon antennijärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Espoo: Sähköinfo Oy.

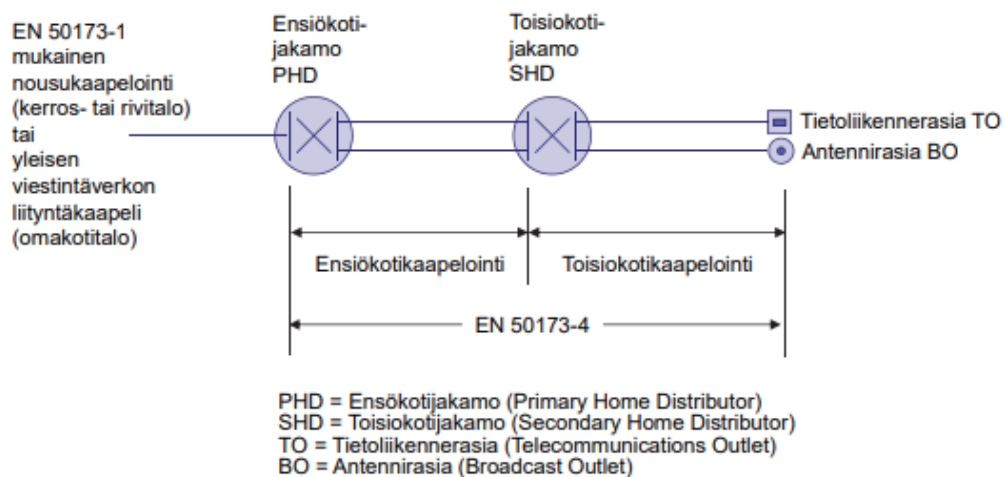
5.3 Omakotitalon yleiskaapelointikaavio

Asuinkiinteistöissä tietoliikennettä käytetään esimerkiksi tiedonhakuun, asiointiin, viihteeseen sekä työskentelyyn. Osassa asuinkiinteistöjä tietoliikennettä tarvitaan myös taloteknisten järjestelmien, kuten automaation ja turvallisuuden ylläpitoon.

Tietoliikennepalvelut vaativat huolellisesti suunnitellun ja toteutetun infrastruktuurin toimiakseen häiriöttömästi sekä mahdollisimman parhaalla tiedonsiirtokapasiteetilla. Infrastruktuuriin kuuluvat järjestelmän laitetilat, kaapeloinnit reitteineen sekä kaapeleiden päättämisen- ja liitäntäkohdat.

Kotien yleiskaapelointi on määritetty standardissa EN 50173-4. Standardi määrittää, että kotien yleiskaapeloinnin on lähtökohtaisesti tuettava tieto- ja tietoliikennetekniikan (IST) sovellutuksien lisäksi myös joukkoviestinnän (BCT) sovellutuksia. BCT-sovellutukset tarkoittavat käytännössä antenniverkon sovellutuksia, joten kyseessä on kahden sovellusryhmän kaapeloinnin integroiminen samaan infrastruktuuriin kuvan 14. mukaisesti.¹⁶

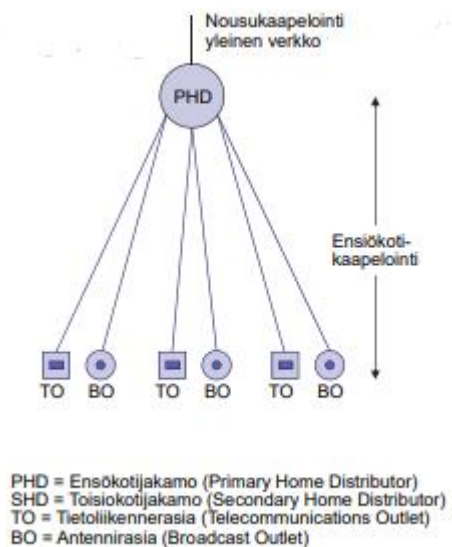
¹⁶ ST-käsikirja 16. 2019. Sähkötieto Ry. Yleiskaapelointijärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.



Kuva 14. Yleiskaapeloinnin rakenneperiaate omakotitalossa ¹⁶

EN 50173-4-standardin mukainen kotien yleiskaapelointi käsittää kodilla yhden tai useamman rakennuksen, tai se voi olla osa rakennusta, jossa on useampia koteja. Näin ollen standardi käsittää kohteet omakoti- ja paritalot sekä rivi- ja kerrostalohuoneistot. Tämän työn tarkoituksena on laatia yrityksen tarpeisiin periaatekaavio nimenomaan omakotitalokohteisiin, joten työssä keskityttiin tarkastelemaan järjestelmän rakennetta omakotitalomittakaavassa. Kuten kuvasta 15 selviää, omakotitalossa yleiskaapelointi liitetään yleiseen viestintäverkkoon suoraan kotijakamossa. ¹⁶

¹⁶ ST-käsikirja 16. 2019. Sähkötieto Ry. Yleiskaapelointijärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.



Kuva 15. Omakotitalon yleiskaapeloinnin topologia ¹⁶

Standardin EN 50173-4 mukaan kotien antenniverkon kaapelointi voidaan toteuttaa joko parikaapelilla tai koaksiaalikaapelilla käyttäen. Tässä työssä toteutettiin antenniverkon periaatekaavio Traficomien määräystä 65D/2019 noudattaen, joten kaapelointi on toteutettu erillisellä koaksiaalikaapelilla ja omana järjestelmänään erillään yleiskaapelointijärjestelmästä. Molempien järjestelmien tähtipisteet sijaitsevat kuitenkin samassa jakamossa, joten järjestelmien keskinäinen liittäminen on helposti toteutettavissa.

Liitteessä 4 esitettynä yritykselle periaatekaaviopohja yleiskaapelointijärjestelmälle. Periaatekaaviota vähäisesti muokkaamalla pystytään esittämään jokaisen omakotitalokohteen yleiskaapelointijärjestelmän rakenne. Periaatekaaviossa datajakokeskuksen esimerkkinä on käytetty ABB Oy:n Näpsä-vakiokeskusten data-

asennuskotelo, joka on myös integroituna saman sarjan ryhmäkeskus-data yhdistelmäkeskuksessa. Periaatekaaviossa on esitettyä valmiiksi suurin määrä yleiskaapelointipisteitä, joita data-asennuskotelon liitinriimaan on mahdollista kytkeä. Näin suunnittelija voi helposti kontrolloida pisteiden määrää, ettei se ylitä liitinriiman suurinta sallittua määrää suunnitteluvaiheessa.

Periaatekaaviota ja siinä esitettyjä kategorian 6 tuotteita noudattamalla rakennettu yleiskaapelointijärjestelmä täyttää standardissa SFS 50173 vaaditun pysyvien siirtoteiden luokan E vaatimukset, joka on kotikaapeloinnin minimivaatimus, kun pysyvän siirtotien pituus ei ylitä 90 m¹⁷

5.4 Omakotitalon pääkeskuskaavio

SFS-EN 61439-1-standardin mukaan maallikoiden käyttöön tarkoitettujen keskus-ten kotelointiluokan tulee käyttövalmiina täyttää IP2XC, eli olla työkalulta suojattu. Ilman työkaluja avattavan oven takana olevien osien tulee olla IP20 luokiteltu, pois lukien tietyt sulakkeiden ja lamppujen vaihtotilanteet.¹⁸

Keskusvalmistajien mallistosta löytyy valmiita pää- ja ryhmäkeskuksia omakotitalouksien tarpeisiin, joten pääkaaviosuunnittelussa ei tarvitse ottaa kantaa keskuksen rakenteellisiin asioihin käytettäessä pohjana jonkun valmistajan valikoimista valmiiksi löytyvää keskusta.

Yrityksen kohderyhmän ollessa omakotirakentamisen uudiskohteita, päädyttiin käyttämään suunnitelmissa pelkkää kiinteistön tekniseen tilaan asennettavaa pääkeskusta, erillisten pää- ja ryhmäkeskusten sijaan. Syy tähän päätökseen löytyy toimialueen sähköverkkoyhtiöiden suuntauksesta siirtyä pientaloliittymissä tontin

¹⁷ ST 681.11. 2020. Sähkötieto Ry. Asuinkiinteistön yleiskaapelointijärjestelmän suunnitteluohje. Espoo: Sähköinfo Oy

¹⁸ ST 53.34. 2019. Sähkötieto Ry. Jakokeskuksen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettavia asioita. Espoo: Sähköinfo Oy.

reunalla sijaitseviin yhdistelmäkaappeihin, jotka sisältävät liittymän mittauskeskuksen itsessään ¹⁹.

Pääkeskuksen pohjarunkona on käytetty ABB Oy:n valmistamaa Näpsä Vakiokeskus – malliston keskusta, lisättynä pääkytkimen jälkeiset sulakkeet pääsuojalaitteeksi verkkoyhtiön vaatimuksen mukaisesti. Liitteiden 5 - 7 mukaisesti oletusprojektin pääkaavioon on lisätty valmiiksi muutamia kiinteitä lähtöjä, joita käytetään vakiodusti suunnittelussa. Muiden lähtöjen osalta vakiointi muotoutuu suunniteltujen kohteiden mukaan. Tarkoituksena on päästä tilanteeseen, jossa keskuskaavioon ei tarvitse tehdä kuin vähäisiä kohdekohtaisia muutoksia, jos niitäkään.

¹⁹ Urakoitsijaohjeet sähköliittymille Caruna Oy:n internetsivustolta. Viitattu 1.6.2021. <https://www.caruna.fi/urakoitsijoille/ohjeet/sahkoliittymat>

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda AONT-sähkösuunnittelutoimistolle projektinhallintaa varten kansiorakenne, joka sisältää valmiit alakansiot eri suunnittelu-alojen piirustuksien tallentamiseen, oletusarkkitehtiviitekuvat, CADMATIC Electrical sähkö- ja automaatio suunnitteluohjelmiston projektitiedoston tasopiirustuksiin sekä keskus- ja esimerkkikaavioineen.

Projektitiedosto sisältää omakotitalokohteiden suunnitteluun valmiiksi räätälöidyn oletusprojektin valmiine tuotemallikirjastoineen, sekä tasopiirustusten tulostusikkunat valmiiksi määritellyine asetuksineen. Valmiiden tuotemallien ansiosta tuotteilla on valmiiksi määritellyt korkeudet kaapelipituuksien todellista laskentaa varten sekä 3D-symbolit tietomallinnusta varten.

Lisäksi työssä laadittiin yritykselle Excel-ohjelmistoa hyväksi käyttäen projektinhallintaa. Excel-tiedosto sisältää listauksen kaikista yrityksen tekemistä projekteista työ- kohde- ja projektinumeroineen, kohdetietoineen sekä asiakas- ja laskutustietoineen. Taulukolla pystytään rajaamaan kohteet erikseen kaikkien tietokenttien osalta, jos halutaan esimerkiksi etsiä jonkin tietyn asiakkaan vanhoja suunnitelmia tarkasteltavaksi. Taulukossa on lisäksi suora hyperlinkki kohteen projektikansioon.

Opinnäytetyön tuotos on yrityksen jokapäiväisessä toiminnassa käytössä ja havaittu hyvin toimivaksi. Yrityksen johto uskoo tulevaisuudessa tietomallintamisen laajentuvan myös omakotitalosuunnittelun puolelle, joten käyttöön luotu valmis tuotekirjasto mahdollistaa tietomallintamisen aloittamisen välittömästi.

Opinnäytetyön taloudelliset hyödyt yritykselle on laskettuna taulukossa 2. Laskenta on suoritettu vertailemalla omakotitalokohdeprojektissa opinnäytetyön kohteena olevien toimien suorittamiseen käytettävää aikaa siten, että projekti aloitetaan täysin tyhjästä verrattuna siihen, että käytössä on valmis oletusprojektikansio, jonka kopioon työ aloitetaan.

Taulukko 2. Kustannussäästö

Toimenpide	Aika[min] ilman valmista projektikansiota	Aika[min] valmiin projektikansion kanssa
Kansioiden luonti	3	1
Projektin perustaminen	2	0
Kohdetietojen määrittäminen	3	3
Yrityksen tietojen syöttö	2	0
Tulostusikkunoiden laadinta	5	0
Tulousikkunoiden näkymäasetukset	5	0
Maadoituskaavion luonti	15	5
Antennijärjestelmäkaavion luonti	15	5
Yleiskaapelointijärjestelmäkaavion luonti	15	5
Keskuskaavion luonti	35	10
Yhteensä per kohde [min]	100	29
Erotus per kohde [min]	71	
Ajansäästö 100 omakotitalon kanssa [h]	118	
Kustannussäästö, kun keskituntihintana 40€/h	4 733,33 €	

Taulukon aika on kellotettu sekuntikelloa käyttäen ja taulukoitu pyöristettynä lähimpään minuuttiin. Kustannussäästö on vain laskennallinen arvio, koska kohteet ovat yksilöllisiä ja osa toimista on joihinkin kohteisiin työläämpiä kuin toisiin. Kustannussäästö laskettiin esimerkinomaisesti sadan omakotitalon suunnittelulle. Tässä opinnäytetyössä esitettyssä laskelmassa on keskituntihinnaksi annettu kuvitteellinen luku 40 €/h, koska summa on aina yrityskohtainen, eikä todellista keskituntihintaa haluttu julkistettavan.

Projektikansion osalta yritys kokee sen valmiine alakansioineen selkeyttävän tiedostohallintaa ja tuovan yritykselle jatkossa tehokkuutta ja yhdenmukaisuutta kansiorakenteen ollessa aina samanlainen kohteesta riippumatta. Excel-pohjainen projektinhallinta helpottaa suunnattomasti tehtyjen projektien myöhemmin etsimistä ja esimerkiksi yhteystietojen löytymistä.

Opinnäytetyö jatkojalostuu yrityksen päivittäisessä käytössä, esimerkiksi tuotemallikirjaston laajenemisella sitä mukaa, kun suunnittelutyössä havaitaan sinne lisäyksiä tai muutoksia tarvittavan. Valaistusjärjestelmien osalta jäädään pohtimaan ja kokeilemaan, onko hyödyllistä eriyttää valaistusjärjestelmät erilleen sisä-, ulko-, ja aluevalaistusjärjestelmiksi tulevaisuudessa. Lisäksi tiedostojen, tulostusikkunoiden ja tulosteiden nimeämisessä harkitaan yrityksen oman tai ST-kortistossa suositellun nimeämistavan käyttämistä.

Jatkojalostuslistalle jää myös opinnäytetyössä luodun Excel-pohjaisen projektinhallintatiedoston projektikohtaisten tietosisältöjen haku suoraan CADMATIC-projektin kohdetietoihin. Asiaa tutkittiin jo opinnäytetyön aikana, mutta sen osoittautuessa niin laajaksi kokonaisuudeksi, jätettiin se opinnäytetyön ulkopuolelle.

LÄHTEET

Nurmilo T. CADS:n tietkonatatyöskentelyn tehostaminen. V. 2016. Viitattu 5.5.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201604194557>

SFS 3201 RT 15-10212 Rakennuspiirustukset, nimiö. Helsinki:

SFS SFS-EN 61082-1 Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. Helsinki: SFS

ST 13.28. 2009. Sähkötieto Ry. Yleisohjeita rakennusten sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien dokumentoinnista. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST 53.21. 2018. Sähkötieto Ry. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST 53.34. 2019. Sähkötieto Ry. Jakokeskuksen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettavia asioita. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST 621.03. 2020. Sähkötieto Ry. Pientalon antennijärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST 681.11. 2020. Sähkötieto Ry. Asuinkiinteistön yleiskaapelointijärjestelmän suunnitteluohje. Espoo: Sähköinfo Oy

ST-esimerkit 05. 2005. Sähkötieto Ry. Esimerkkipiirustukset, asuintalo. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST-käsikirja 16. 2019. Sähkötieto Ry. Yleiskaapelointijärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Suomen virallinen tilasto (STV). Asunnot ja asuinolot. Verkkojulkaisu ISSN=1798-6745. Yleiskatsaus 2019, Asuntokanta 2019. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 17.3.2021 http://www.stat.fi/til/asas/2019/01/asas_2019_01_2020-10-14_kat_001_fi.html

Sähköliittymän toimitusta koskevat ohjeet. 2019. Seinäjoki: Seiverkot Oy. Viitattu 1.6.2021. <https://seiverkot.fi/wordpress/wp-content/uploads/2021/02/Sa%CC%88hko%CC%88liittyma%CC%88n-toimitusta-koskevat-ohjeet.pdf>

Sähkösuunnittelu tasopiirustuksissa CADMATIC Oy:n internetsivustolta. Viitattu 31.5.2021. <https://www.cadmatic.com/fi/construction/ohjelmistoratkaisut/cadmatic-electrical/talotekninen-sahkosuunnittelu/sahkosuunnittelu-tasopiirustuksissa/>

Talotekninen sähkösuunnittelu CADMATIC Oy:n internetsivustolta. Viitattu 31.5.2021. <https://www.cadmatic.com/fi/construction/ohjelmistoratkaisut/cadmatic-electrical/talotekninen-sahkosuunnittelu/>

Urakoitsijaohjeet sähköliittymille Caruna Oy:n internetsivustolta. Viitattu 1.6.2021. <https://www.caruna.fi/urakoitsijoille/ohjeet/sahkoliittymat>

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus. 2012. Buildingsmart Finland. Viitattu 9.5.2021. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

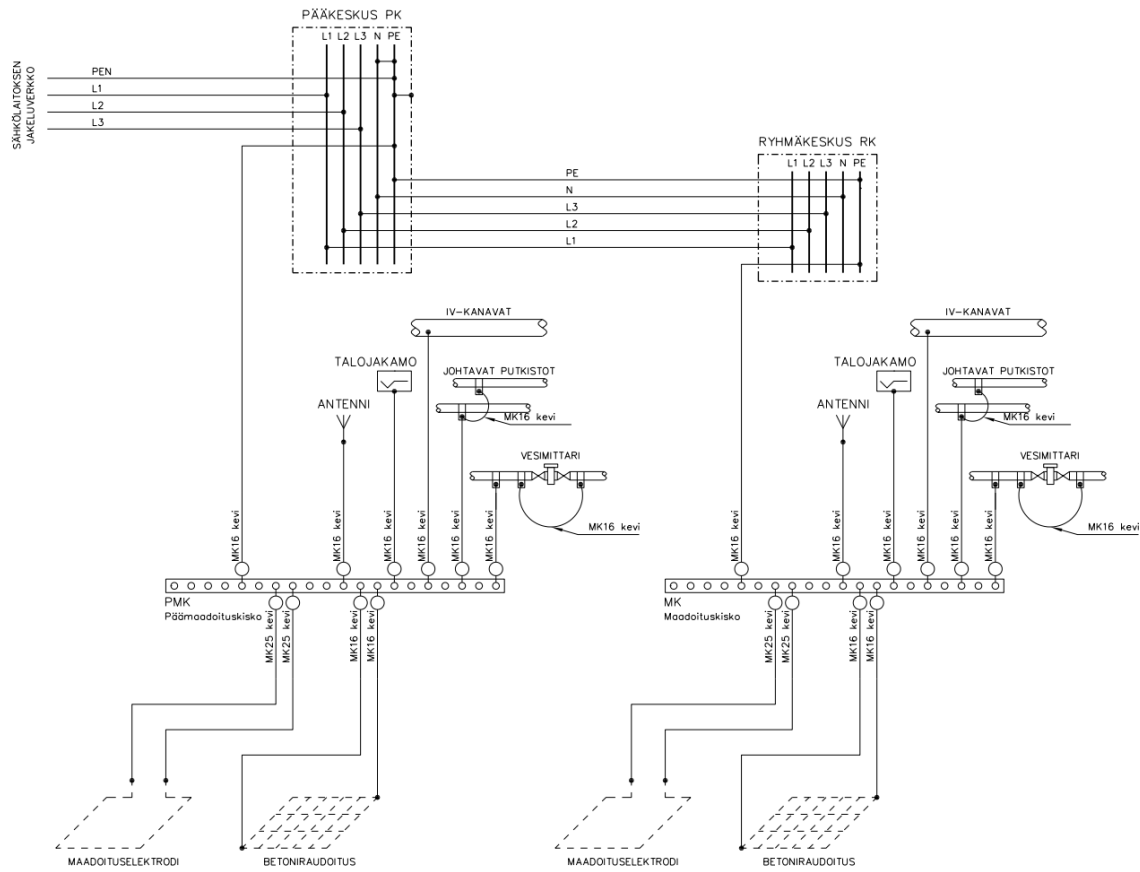
Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 4. Talotekninen suunnittelu. 2012. Buildingsmart Finland. Viitattu 9.5.2021. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_4_tate.pdf

Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012 Buildingsmart Finlandin internetsivustolta. Viitattu 9.5.2021. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>

Yritysesittely CADMATIC Oy:n internetsivustolta. Viitattu 31.5.2021. <https://www.cadmatic.com/fi/yritys/>

LIITE 2

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

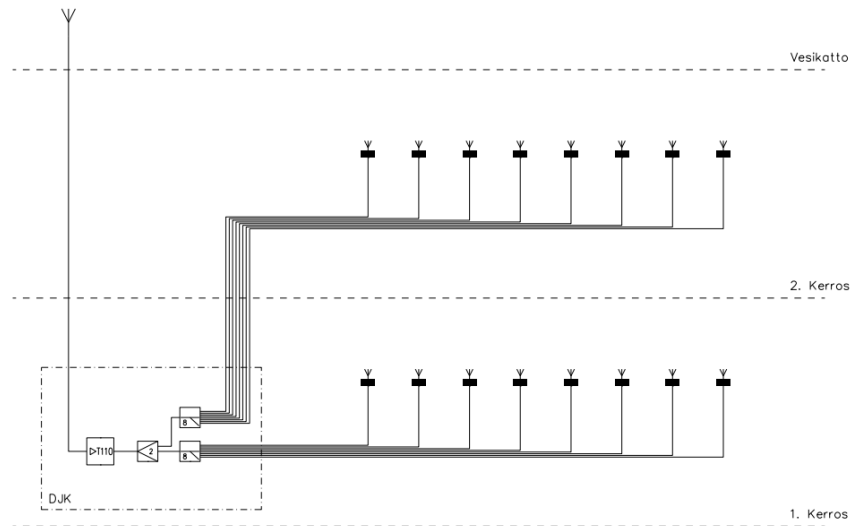
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm	
K.osa/Ky#	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisen merkintä
Kaupunginosa Kortteli/tila Tontti				SÄHKÖPIIRUSTUS
UUDISRAKENNUS				Periaatekaavio Madoitusjärjestelmä
Projektin nimi Projektin kohdetieto 1 Projektin kohdetieto 2 Projektin kohdetieto 3				MK:
Pvm 25.4.2021		Työnumero	Tilaajan numero	
Pirt. AONT		21000	001	
Suunn. AONT		Pirustusnumero		Muutos
Tark. AONT		SÄH		S2223
Yht.hilg				
Lehti 1/1				

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla






Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

LIITE 3

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



T110 ANTENNIJÄRJESTELMÄ

- 
 ANTENNIRASIA UPPO/PINTA
 PÄÄTTYVÄ, 5–2400MHz, SOVITETAAN VALITTUUN KALUSTESARJAAN
- 
 HAAROITIN KAHDENKERTAAN
 KATSO VAADITTU TYYPPI VAIMENNUSLASKELMASTA
- 
 UHF/VHF YHDISTELMÄANTENNI TARVITTAVINE MASTOTARVIKKEINEEN
 ESIM. TELEVES TFORCE DAT BOSS
- 
 ANTENNIVAHVISTIN (TARVITTAESSA)
 TYYPPI TARKENTUU MITTAUSTULOSTEN PERUSTEELLA
- 
 JAOTIN KAHTeen
 KATSO VAADITTU TYYPPI VAIMENNUSLASKELMASTA

JOHDOTUS

MERKITSEMÄTTÖMÄT 75 Ohm KOAKSIAALIKAAPELI
 ESIM. TELLU 13

Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm		
K.oso/Kyjs	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintä	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti			
UUDISRAKENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS		
Projektin nimi			Periaatekaavio		
Projektin kohdetieto 1			Antennijärjestelmä		
Projektin kohdetieto 2			MK:		
Projektin kohdetieto 3					
AONT <i>Finulle suunniteltu</i>		Pvm	25.4.2021	Työnumero	Tilauksen numero
		Piirt.	AONT	21000	001
		Suunn.	AONT		
		Tark.	AONT		
		Tht.HiG			
Lehti	1			SÄH	T1100
			Piirustusnumero	Muutos	

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

LIITE 4

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

T130 YLEISKAPELOINTIJÄRJESTELMÄ



RJ45-LIITINRASIA UPPO/PINTA
VÄHINTÄÄN Cat6 U/UTP LIITTIMIN, SOVITETAAN VALITTUUN KALUSTESARJAAN



RJ45-LIITINRASIA UPPO/PINTA WLAN-REITITINTÄ VARTEN
VÄHINTÄÄN Cat6 U/UTP LIITTIMIN, SOVITETAAN VALITTUUN KALUSTESARJAAN



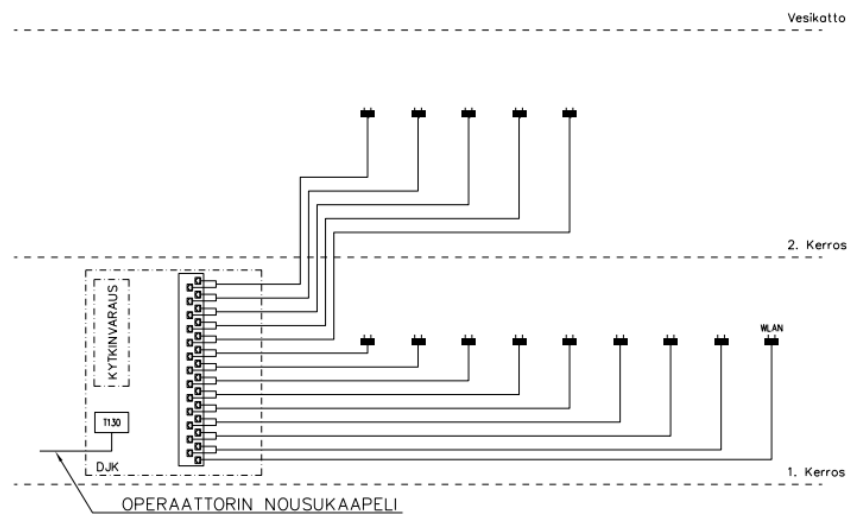
TELEOPERAATTORIN AKTIIVILAITE
TARKEMMAT TIEDOT VALITUN OPERAATTORIN MUKAAN

KAIKKI KAAPELIT PÄÄTETÄÄN MOLEMMISTA PÄISTÄÄN LIITTIMIN
DATAJAKOKESKUKSEN PÄÄSSÄ KAAPELIT PÄÄTETÄÄN SILLE VARATTUUN
LIITINPANEELIIN KÄYTTÄEN LIITINKOHTAISIA SOVITTEITA

LIITTIMET MERKITÄÄN MOLEMMISTA PÄISTÄ JUKSEVIN NUMEROIN
WLAN PISTE MERKITÄÄN LISÄKSI TEKSTILLÄ WLAN

JOHDOTUS

MERKITSEMÄTTÖMÄT VÄHINTÄÄN 2xCat6 U/UTP
ESIM. NYLUND NTP U/UTP Eco



Tunn.	Lukum.	Muutos	Kortti/Tila		Rno	Nimim. Pvm	
K.osa/Kyö	Kaupunginosa	Kortteli/Tila	Tontti	Tontti		Viranomaisten merkintä	
UUDISRAKENNUS						SÄHKÖPIIRUSTUS	
Projektin nimi Projektin kohdetieto 1 Projektin kohdetieto 2 Projektin kohdetieto 3						Periaatekaavio Yleiskaapelointijärjestelmä	
 <i>Sinulle suunniteltu</i>						Pvm	25.4.2021
						Pörl.	AONT
						Suunn.	AONT
						Tark.	AONT
						Yht.hlö	
Lehti	1	Työnumero	21000	Tilauksen numero	001		
						Piirustusnumero	SÄH T1300
						Muutos	

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

