

# SÄHKÖSUUNNITTELU, MALLIKIRJASTON LUONTI JA SEN YLLÄPITO



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Valkeakosken kampus, Sähkö- ja automaatiotekniikka, Insinööri (AMK)

Kevät, 2021

Lassi Kuparinen

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tehtävänä oli toteuttaa pohja mallikirjastolle ja luoda järjestelmä sekä ohjeistus mallikirjaston käyttämiselle ja ylläpitämiselle. Työn toimeksiantajana oli Granlund Häme Oy.

Mallikirjaston on tarkoitus sisältää erilaisien taloteknisten järjestelmien suunnitteluun liittyviä dokumentteja, malliasiakirjoja, joita voidaan käyttää pohjana uusien kohteiden suunnittelussa. Vaikka mallikirjastoa ja järjestelmää tullaan käyttämään myös LVIA-malliasiakirjojen ylläpitämiseen, niin tässä työssä keskitytään malliasiakirjoihin sisällön osalta vain sähkösuunnittelun näkökulmasta.

Malliasiakirjojen tavoitteena on tehostaa suunnittelua, luoda suunnitelmille yhdenmukainen ulkoasu sekä mahdollistaa selkeämpien ja laadukkaampien suunnitelmien tekeminen. Alan määräyksistä ja ohjeistuksista läpikäymällä etsittiin ne asiat, joita suunnitelmissa tulee esittää. Lisäksi aiempien kohteiden suunnitelmien ja yrityksen sisäisten ohjeiden kautta hahmoteltiin hyviä käytäntöjä siitä, miten asiat suunnitelmissa esitetään, jotta suunnitelmat palvelisivat rakennusta sen koko elinkaaren ajan suunnittelusta rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon.

Lisäksi työssä annetaan myös hyvä yleiskuva lähteistä, joita voidaan käyttää suunnittelun tukena malliasiakirjoja käytettäessä.

Avainsanat kerrostalo, mallikirjasto, sähkösuunnittelu

---

Author Lassi Kuparinen

Year 2021

Subject Electrical design, creation and maintenance of a template library

Supervisors Timo Väisänen

---

#### ABSTRACT

The aim of this thesis project was to implement a basis for a model library and to create a system and the instructions for using and maintaining one. The work was commissioned by Granlund Häme Oy.

The purpose of the model library was to store documents related to the design of various building services systems, and also model drawings that can be used as a basis for designing new objects. Although the model library and system in this project were also to be used to maintain HVAC model documents, this work focuses on them from the point of view of electrical design.

The purpose of the model documents is to make the planning more efficient, to create a consistent layout for the drawings and to help produce drawings that are clear and of high quality. By reviewing the regulations and guidelines in the field, I looked for issues that should be covered in the drawings. Additionally, through studying previous site plans and internal company guidelines, good practices were outlined for how things should be presented in the drawings for them to serve the building throughout its life cycle from design to its operation and maintenance.

In addition, this thesis also provides a good overview to sources that can be used to support the design process when using model documents.

Keywords apartment house, Model Library, electrical design

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Määräyksiä ja ohjeistuksia.....	4
3	MagiCAD for AutoCAD.....	8
	3.1.1 Legendat.....	8
	3.1.2 Projektitiedosto MEP .....	9
4	Nykytilan kartoitus .....	11
5	Mallikirjasto .....	13
	5.1 Mallikirjaston alusta.....	14
	5.2 Malliasiakirjat.....	16
	5.3 Mallikirjaston käyttö- ja ylläpito-ohjeet.....	18
6	Mallikohde .....	20
	6.1 Malliasiakirjojen nimeäminen .....	20
	6.2 Tasopiirustukset.....	22
	6.3 Yleiset kaaviot.....	23
	6.4 Keskuskaaviot .....	25
	6.5 Tele- ja turvakaaviot.....	26
7	Yhteenveto .....	27
	Lähteet .....	28

## Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Standardisointikenttä (SESKO, n.d.) .....	6
Kuva 2. Sähkötieto ry:n toiminta (Sähkötieto ry, n.d.). .....	7
Kuva 3. Ohjetekstejä eli legendoja. ....	9
Kuva 4. Projektitiedosto näkymä.....	10
Kuva 5. Vertailukuvia yleiskaapeloinnista. ....	11
Kuva 6. Kolmas esimerkki, joka voisi olla mallina.....	12
Kuva 7. Esimerkki asiakirjaluettelosta.....	13
Kuva 8. Mallikirjaston kansiorakenne. ....	14
Kuva 9. M-files näkymä. ....	16
Kuva 10. Asiakirjojen nimeämismalli (Granlund Oy, 2021).....	21
Kuva 11. Nimeämismalli.....	22

Kuva 12. esimerkki tasokuvasta.....	23
Kuva 13. Esimerkki Nousujohtokaaviosta. ....	24
Kuva 14. Esimerkki väestönsuojan ruotokaaviosta. ....	25
Kuva 15. Esimerkki antennikaavion legendasta. ....	26

## 1 Johdanto

Mallikirjasto ei ole uusi keksintö, mutta monilla yrityksillä mallikirjastot on luotu sekä optimoitu täysin omiin käyttötarkoituksiin. Tällainen oli myös Granlund Riihimäen ja KHTT suunnittelutoimistojen tilanne, kun ne yhdistyivät ja muodostivat Granlund Häme Oy:n. Yhdistyminen oli luonteva hetki tarkastella kuinka kahden eri yrityksen käytännöt kohtaavat ja luoda yhteinen ohjeistus, jotta eri suunnittelijoiden tekemät suunnitelmat olisivat samansisältöisiä. Opinnäytetyöni aihe nousi käytännön työelämästä, työskenneltyäni reilun vuoden Granlund Häme Oy:ssä koin, että tällainen käytäntöjä yhdistävä tutkimus olisi tarpeellista ja että se nopeuttaisi erityisesti uransa aloittelevien suunnittelijoiden työtä merkittävästi. Sain toimeksiannon Granlund Häme Oy:n osastopäällikkö Juha Karimäeltä esiteltyäni hänelle ehdotukseni. Työn tutkimusmenetelmät ovat alan kirjallisuustutkimus sekä vanhojen projektien analysointi ja sen ohjaajina toimivat Timo Väisänen (HAMK) ja Juha Karimäki (Granlund Häme Oy).

Työn tavoite oli löytää kahden yrityksen yhteensulautumisen jälkeen molemmista suunnittelukäytännöistä parhaat, jotta työn jälki näyttäisi yhteneväiseltä riippumatta siitä, kuka sen on suunnitellut. Tämän mahdollistamiseksi päätettiin luoda mallikirjasto, josta sähkösuunnittelijat voisivat valita MagiCAD-suunnitteluohjelmistoon tarvitsemansa projektitiedostot, legendat ja järjestelmäkaaviot, joita käyttää suunnittelukohteessaan, olipa se sitten asuinrakennus, kerrostalo, rivitalo, liikekiinteistö, saneerauskohte tai uudisrakennus.

Yksi mallikirjaston merkittävimmistä hyödyistä on, että se sisältää yleispätevät järjestelmäkaaviot sekä valmiit pohjat pääkaavioihin, tasokuvaan ja piirikaavioihin. Tämä mahdollistaa huomattavasti nopeamman työskentelyn, koska kaikki tieto on helposti löydettävissä eikä suunnittelijan tarvitse etsiä vaikkapa mallipohjaksi sopivaa kuvaa vanhoista suunnitelmista, peruskaavioista, kuten sähköautojen latausjärjestelmistä ja vedenmittausjärjestelmistä on useita eri valmistajia ja järjestelmiä, joita käytetään. Kattava mallikirjasto sisältää omat mallikirjastot ja projektitiedostot eri suunnittelualoille,

kuten uudisrakentaminen, saneeraus, kerrostalot, rivitalot, koulut, päiväkodit ja liikehuoneistot. Projektitiedosto sisältää suunnitelmien kannalta oleelliset tuotekirjastot, joista löytyy esimerkiksi kytkimet, pistorasiat sekä valaisimet, ilman mallikirjastoa esimerkiksi yleisiin tiloihin sopivien valaisimien vertaileminen vie paljon aikaa. Valmiiden kaavioiden lisäksi projektitiedostoon olisi hyvä kerätä myös yleisimmät legendat eli ohjetekstit otsikkotaulujen yläpuolelle, eli piirustusten sivulle. On olemassa lukemattomia erilaisia legendoja ja mallikirjastossa on toiston ja päällekkäisyyksien välttämiseksi tärkeää, että legenda sisältää eri tiedot kuin kyseisen järjestelmän työselitystekstit.

Itse suunnittelussa huomioitavia asioita ovat lukuisat standardit, sähköturvallisuus ja varsinkin asiakirjojen ja suunnitelmien selkeys näiden osalta. Selkeys, eli se miltä suunnitelma näyttää suunnittelijalle tietokoneen näytöllä tai asentajalle tulostetulla paperilla työmaalla, on ehdottoman tärkeää, tulkinnanvaraa ei saa jäädä. Ongelmien välttämiseksi on tärkeää, että suunnittelija tulostaa suunnitelman ja katsoo miltä se näyttää oikean kokoisena. Tässä vaiheessa tulee usein esiin asioita, joita ei tietokoneen näytöllä huomaa. Tällainen tarkistusprosessi, jossa jokainen tekee sekä omatarkastuksen että antaa suunnitelmat vielä jollekin toiselle tarkastettavaksi, olisi hyvä olla osana yrityksen toimintakulttuuria.

Selkeys ja omatarkastus pätevät myös mallikirjastoon, jota kaikkien täytyy pystyä lukemaan ja ymmärtämään tasavertaisesti. Mallikirjaston suurimpia riskejä on, että johonkin malliasiakirjaan jää virhe, joka kopioituu moniin suunnitelmiin. Näin voi tapahtua, jos asiakirjoja ei tarkasteta huolella. Ennen malliasiakirjan julkaisua sen täytyykin käydä läpi ainakin kaksinkertainen tarkastus, jotta sen voi julkistaa yleiseen käyttöön. Toinen vahva haaste mallikirjaston suunnittelussa on pitää tehtyjä suunnitelmia ajan tasalla määräysten ja tuotteiden muuttuessa. Suunnitelmien päivityksen lisäksi mallikirjaston käytännön arvoa lisää myös se, jos se sisältää yleisellä tasolla myös kustannustietoa. Esimerkiksi laitteiden ja valaisimien kohdalla on hyvä, jos mallikirjastosta löytyy vaikkapa kolmiportainen perustieto perus-, keski- ja huipputason tuotteiden hinnoista. Kustannusten suunnittelu on suunnittelijoille usein hieman oudompaa aluetta, koska hintojen miettiminen ei varsinaisesti kuulu osaksi suunnittelua. Hyvin usein kustannukset ovat kuitenkin määräävä tekijä, ja usein

suunnittelija joutuukin etsimään edullisempia vaihtoehtoja suunnitelmiin, jolloin useampi vaihtoehto toteutukseen osana mallikirjastoa helpottaisi sopivan suunnitelman valmistumista. Jää pohdittavaksi, olisiko käypä ratkaisu esimerkiksi eri hintaluokan projektitiedostot eri kustannusryhmien suunnittelu voisi olla hyvä lisätyö tämän opinnäytetyön jälkeen toteutettavaksi.



## 2 Määräyksiä ja ohjeistuksia

Mallikirjastoista ja niiden luomisesta löytyy varsin niukasti teoriaa tai faktaa, koska olemassa olevat mallikirjastot on luotu yksilöidysti niille yrityksille, joiden toiminnan tueksi ne on tehty. Joitain peruskäsitteitä on kuitenkin hyvä määritellä. Malli on yleisluontoinen esimerkki asiasta, joka on esillä sekä vapaasti tarkasteltavana. Kirjasto taas on kokoelma useista malleista, joista voi kukin valita mieluisensa. Hyvin järjestelty, keskitetysti koottu ja laajoilla sähkösuunnittelumalliasiakirjoilla varusteltu mallikirjasto nopeuttaa ja helpottaa yrityksen suunnittelutyötä, varsinkin kun suunnittelija voi luottaa valmiiden mallipohjien olevan yrityksen ohjeistuksen mukaisia ja vähintään kahteen kertaan tarkastettuja. Riskinä on, että suunnittelija itse voi kopioida suunnitelmia ja tallentaa vahingossa esimerkiksi malliasiakirjan päälle, jolloin asiakirjarunko saattaa muuttua virheelliseksi. Virheiden minimoimista pyritään kuitenkin edistämään prosessimaisella toimintamallilla, jota yrityksessä käytössä oleva ISO 9001 -standardi vaatii. (ISO 9001/2015, s. 6)

Vaikka itse mallikirjaston luomisesta on olemassa vain vähän tietoa, voi mallikirjaston rinnastaa täysin dokumentinhallintajärjestelmään, joka on luotu dokumenttien tallentamiseen, löytämiseen, tuottamiseen sekä muokkaamiseen. Tällöin dokumentit luokitellaan ja tallennetaan omiin kategorioihin, joka nopeuttaa ja helpottaa niiden löytämistä yhteisistä tietokannoista huomattavasti, kun käytössä on hyvät hakutoiminnot. (Anttila, 2001, s. 4)

Mallikirjastoa laadittaessa on oltava tietoinen monista eri ohjeista sekä määräyksistä, jotta ymmärretään miksi ja mille perustalle sitä luodaan. Sähkösuunnittelua ja -asennuksia säädellään standardeilla ja niiden täyttämiseksi on laadittu ohjekortteja. Näiden lisäksi suunnittelua ohjaa laitevalmistajien ohjeet. Nykymaailmassa pyritään jatkuvasti energiatehokkaampaan asumiseen, ja tästä syystä sähkösuunnittelu kehittyy jatkuvasti. Jokaisen suunnittelijan onkin tärkeää seurata oman alansa uutisointikanavia pysyäkseen ajan tasalla uusista päivityksistä, sekä ylläpitää omaa ammattitaitoaan. Jatkuva kehitys tuo haasteita myös mallikirjaston ylläpitoon, jotta suunnitelmiin ei jäisi vanhaa tietoa. Sähkösuunnittelu on myös usein suunnitteluprosessin viimeinen vaihe, johon tiukkojen

aikataulujen puitteissa kiire kasautuu. Kun lisäksi itse suunnittelussa pyritään olemaan mahdollisimman kustannustehokkaita, aivan kuten muillakin suunnittelualoilla, on luonnollista, että katsotaan mallia aiemmista vastaavanlaisista kohteista, mikä taas vapauttaa aikaa varsinaiselle suunnittelulle. (ST 13.28/2020, s. 4)

Sähkösuunnittelua ohjaavat useat kansainväliset standardit. Niissä on usein huomioitu tuotteen tai yrityksen koko prosessi eri näkökulmista, kuten myös reagointiskenaarioita eri tilanteisiin. Tavoitteena kansainvälisissä standardeissa on luottamus tuotteeseen ja yritykseen. ISO (International Organization for Standardization) on maailmanlaajuinen kansallisten standardisoimisjärjestöjen (ISO:n jäsenten) liitto, SFS puolestaan on standardisoinnin keskusjärjestö Suomessa, Suomea edustava ISO:n jäsen. ISO-standardit laaditaan kansainvälisesti, kuten Kuva 1 osoittaa, ja kaikkien maiden järjestöt saavat olla edustettuna. ISO tekee yhteistyötä sähköalan standardisoimisjärjestön IEC:n (International Electrotechnical Commission) ja ITU:n (International Telecommunication Union) kanssa ja nämä kaikki ovat sidoksissa toisiinsa. Myös EU (European Union) säätää direktiivejä jäsenmailleen, jotka parantavat turvallisuutta ja energiatehokkuutta, kuten esimerkiksi Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi EPBD (Energy Performance of Buildings Directive), jonka tavoitteena on vähentää kiinteistöjen päästöjä älykkään teknologian avulla. (SFS ry, n.d.)

Kuva 1. Standardisointikenttä (SESKO, n.d.)

	Yleinen	Sähkötekniikka	Televiestintä
Maailma			
Eurooppa			
Suomi			 <small>Liikenne- ja viestintävirasto</small>

SFS ISO 9001, eli standardi 9001, on laatustandardi, joka mahdollistaa niin suurten kuin pientenkin yritysten laadunhallinnan kehittämisen. Itse asiassa pelkästään laatustandardi SFS 9001:n noudattaminen saa aikaan sen, että suunnittelu on yhdenmukaista, mikäli yritys on sitoutunut kehittämään laadunhallintajärjestelmäänsä. Lyhyesti sanottuna standardi käy läpi koko yrityksen rakenteen ylimmästä johdosta työntekijöiden rooleihin sanoittaen mitä kaikkea näissä rooleissa täytyy ottaa huomioon sen varmistamiseksi, että laadunhallinta toteutuu läpi koko yritysrakenteen. Tämä toimii mittarina ja lupauksena siitä, että yrityksen tuote on kansainvälisesti vertailukelpoinen, mikä puolestaan helpottaa kaupankäyntiä sekä mahdollistaa entistä suurempien projektien tarjouskilpailuihin osallistumisen ja mahdollisen haltuunoton. (ISO 9001/2015. s.5)

Standardeja helpommin lähestyttäviä ja suunnittelijoille erittäin tärkeitä ohjeistuksia on kortistoissa, kuten esimerkiksi Sähkötieto ry:n julkaisemassa ST-kortistossa, joka opastaa määräysten ja standardien mukaisiin toimintatapoihin ja -ratkaisuihin. ST-korttien kehitykseen osallistuvat tiiviisti rakennuttajat, suunnittelijat, laitevalmistajat, sekä monet muut ryhmät, jotka ovat sähköturvallisuuden sidoksissa, kuten Kuva 2 osoittaa. Kortistot,

kuten ST-kortisto, sisältävät runsaasti selkeitä ohjeistuksia ja esimerkkejä ja ne toimivat perustana jokaisen sähkösuunnittelijan suunnitelmissa. (Sähkötieto ry, n.d.)

Kuva 2. Sähkötieto ry:n toiminta (Sähkötieto ry, n.d.).



Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18 on RT-kortti, jonka on laatinut Rakennustieto Oy. TATE18 on tehty vastaavalla idealla kuin ST-kortit, mutta se painottuu talotekniikan, kiinteistöpidon ja infran ohjeistuksen tekemiseen. TATE18 antaa perustan sille, mitä asiakirjoja sähkösuunnitelmissa tarvitaan kyseisessä projektissa, ja mitkä suunnitelmat ovat minkäkin suunnittelualan vastuulla. TATE18 on hyödyllinen erityisesti suurempien kohteiden suunnitteluprosessissa, sillä siinä on hyvät ohjeet taloteknisen suunnittelun läpivientiin, erittelyt vastuualueista ja määritelmät suunnittelutehtävien laajuudesta ja sisällöstä. Tämän pohjan avulla projektivastaavan tehtävä on olla tietoinen mitä suunnitellaan ja mitä ei, eli hän voi jo ensimmäisissä kokouksissa muodostaa alustavan asiakirjaluettelon tarvittavista suunnitelmista. Suunnittelijan on tällöin helppo aloittaa kohteen suunnittelu ja tehdä itselleen tehtäväluettelo, joka helpottaa työskentelyä ja toimii samalla ennakoivana laadunvarmistuksena, jotta välttyttäisiin suunnitelmien muutoksilta myöhemmissä vaiheissa. Ihannetilanne olisi, että nyt tehtävä mallikirjasto palvelisi kaikkia sähkösuunnittelijoita, jolloin kynän jälki olisi yhteneväistä ja ajan tasalla olevaa. Haasteena tietenkin on edelleen mallikuvien päivittäminen. (ST 41.10/2017)

### 3 MagiCAD for AutoCAD

MagiCAD Electrical AutoCAD on suomalainen AutoCAD-alustaan integroitu tietomallinnusratkaisu, jolla voi piirtää ja suunnitella sähkö-, data-, ja telejärjestelmiä. MagiCAD Group kehittää ohjelmistoja kaikille talotekniikan aloille, mikä tekee siitä hyvin suosittu. Suunnitelmien mallintaminen mahdollistaa eri tekniikoiden risteämiskohtien tarkastelun, jolloin ongelmiin päästään kiinni kustannustehokkaasti jo ennen rakennusvaihetta. Mallintaminen vaaditaan nykyään isommissa kohteissa lähes poikkeuksetta. MagiCAD:n avulla suunnitelmiin saadaan älyä, sen sisäänrakennetuilla toiminnoilla voidaan suorittaa monia sähkötekniisiä laskelmia ja tarkastuksia, ja myös muutokset kaavioiden ja tasokuvien välillä on synkronoitu. (MagiCAD, n.d.-a)

#### 3.1.1 Legendat

Legendat ovat ohjetekstejä kuvien sivussa. Normaali käytäntö on ollut, että otsikkotaulujen yläpuoliset tekstit ovat olleet monilla hyvin yksilöllisiä kuten Kuvan 3 esimerkissä. Legendat ovat kuitenkin tärkeitä ohjetekstejä ja saattavat kumota tasokuvassa olevan yksittäisen virheen esimerkiksi rasioiden ja kojeiden asennusjärjestyksessä tai asennuskorkeudessa. On myös paljon erilaisia rakennuttajakohtaisia asennusohjeita. MagiCAD tarjoaa työkalun, jota käyttämällä saa käytettyjen kojeiden ja laitteiden määritetyt tiedot suoraan kuvan sivuun seliteosioon, ja nämä tiedot myös päivittyvät koko projektin ajan. Legendoissa on hyvä olla myös ohjeita asennuksiin koska ne ovat myös työpiirustuksissa asentajien käytössä. Näin ollen symbolien selitykset ja järjestelmän laitteiden ja kaapelointien esimerkit olisi hyvä tulla esiin, jotta työmaalla olisi helppoa ja mutkatonta tehdä viime hetken tarkastuksia. Tämä on haasteellista, jos työselityksessä ja legendoissa on eri tiedot esimerkiksi niin, että legendaan on kirjattu kojeen uusi asennuskorko, mutta työselostuksessa on eri asennuskorko, joka kumoaa muutoksen (Rakennustietosäätiö, 1998). Työselostuksen tulisi sisältää enemmän määräysperusteisia ja yleisesti määriteltäviä asioita, ja tarkemmat valmistajakohtaiset yksityiskohdat tulisi esittää legendoissa tasokuvien ja kaavioiden sivussa. Työselostuksessa voitaisiin esimerkiksi laitemääräyksissä viitata tasopiirustukseen tai kaavioon. Tämä myös

vähentäisi työselostusmallin muokkausta, kun sen sisältö olisi yleisemmällä tasolla.  
(MagiCAD, n.d.-b)

Kuva 3. Ohjetekstejä eli legendoja.

- YLEISKAPELOINTI, KTS. YLEISKAPELOINTIKAAVIO  
- ANTENNISÄVERKKO, KTS. ANTENNIKAAVIO

**ASENNUSOHJEITA:**  
- RYHMÄKESKUS SISÄLTÄÄ SÄHKÖOSAN, ANTENNIOSAN JA TIETOVERKKO-OSAN, JOTKA OVAT SAMAN KANNEALLA. ESIMERKKIKESKUS ESITETTY KESKUSKAAVIOSSA  
- LVIA-LAITTEIDEN SIJAINTI JA ASENNUSOHJEET TARKASTETTAVA ENNEN KAAPELEIDEN ASENNUSTA

**ASENNUSKORKEUKSIA:**  
- PESUKONE PR 1900mm  
- VALAISINPEILIKAAPPI 1950mm  
- PISTORASIA PEILIKAAPIN VIERESSÄ 1500mm  
- KYLMIO/PAKASTIN 2100mm  
- MIKKRO 1900mm  
- TYÖTASON VALAISIN YLÄKALUSTEEN POHJAAN KIINNI, ELLEI TOISIN MAINITA  
- TYÖTASON PISTORASIA 1200mm  
- APK:N PISTORASIA 700mm  
- LIESIRASIA 330mm  
- PARVEKKEEN PISTORASIA 1500mm

- MAAKAPELOINNIT ASEMAPIIRUSTUKSESSA


HUOMI! PEILIKUVATYYPEISSÄ TULEE KALUSTEIDEN ASENNUSJÄRJESTYKSEN OLLA ST-KORTIN MUKAINEN


**NOUSUREITIT JA KAAPELOINNIT:**  
- RYÖMINTÄTILASSA NOUSUJOHDOT ASENNETAAN ALUMIINISILLE KAAPELIHYLLYLLE TAI NE PUTKITETAAN MAASSA RYHMÄKESKUSSEINÄN KOHDALLE ONTELON ALAPINTAAN ASTI.  
- SÄHKÖ- JA TELEKAAPELIT ASENNETAAN OMILLE KAAPELLIHYLLYLLE/OMIIN PUTKIIN JA HUOMIOIDAAN TYÖSELITYKSESSÄ ESITETYT ETÄISYYDET (HÄIRIÖSUOJAUS)


- KAAPELIHYLLYT:  
\* KÄYTÄVILLÄ NÄKYVIIN JÄÄVÄT HYLLYT OVAT VALKOISEKSI MAALATTUJA PELTIHYLLYJÄ  
\* YLEISTEN TILOJEN ALASLASKUJEN JA ALAPOHJAN KAAPELIHYLLYT OVAT ALUMIINISIA TIKASHYLLYJÄ

- PYSTYNDOSUT ASENNETAAN PÄÄOSIN RYHMÄKESKUSIEN TAKANA VÄLISEINÄSSÄ

RASIAYHDISTELMIEN JA PISTORASIOIDEN KOKOONPANO:  
SÄHKÖKALUSTEIDEN TULEE OLLA SCHNEIDER EXXACT SARJAA JA KÄYTETTÄVÄT KALUSTEET ON ESITETTY TARKEMMIN TYÖSELOSTUKSEN LIITTEESSÄ COMFORT - EXXACT SÄHKÖKALUSTEET

**NÄKY** = 

**NÄKY** = 

**NÄKY** = 

### 3.1.2 Projektitiedosto MEP

MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing) on projektitiedosto, jossa sähkösuunnittelussa tarvittavat perustyökälyt ja tarvikkeet listataan. Ne sisältävät sopivat komponentit kuten valaisimet, rasiat, kaapelit ja valmiiksi tehdyt tasot sekä muut asetukset, joita yleisellä tasolla voi jo valmiiksi asettaa, Kuva 4 on näkymä projektitiedostoon, jossa esim. valittuja valaisimia.

MagiCAD perustuu projektitiedostoihin, jos kuvaa ei ole liitetty johonkin projektitiedostoon, ei sille voi tehdä mitään.

Suunnittelijalla on valmiiksi kaikki tarvitsemansa aineisto, kun hän valitsee sopivan MEP-projektitiedoston. MEP-projektitiedostoja täytyykin olla lukuisia, esimerkiksi eri rakennuttajille, kerros- ja rivitaloasuntoihin, saneeraukseen ja uudisrakentamiseen keskittyviä, jotka sisältävät myös tietoa hintaluokista, esimerkiksi hieman halvemmista komponenteista. Erityisesti uransa alussa olevat suunnittelijat, joilla ei ole vielä kertynyt yhteistyökokemusta eri rakennuttajien kanssa, hyötyvät esim. valaisimia ja kojeita valittaessa kattavasta projektitiedostosta, jolloin ajansäästö on merkittävä. (MagiCAD, n.d.-c)

Kuva 4. Projektitiedosto näkymä.

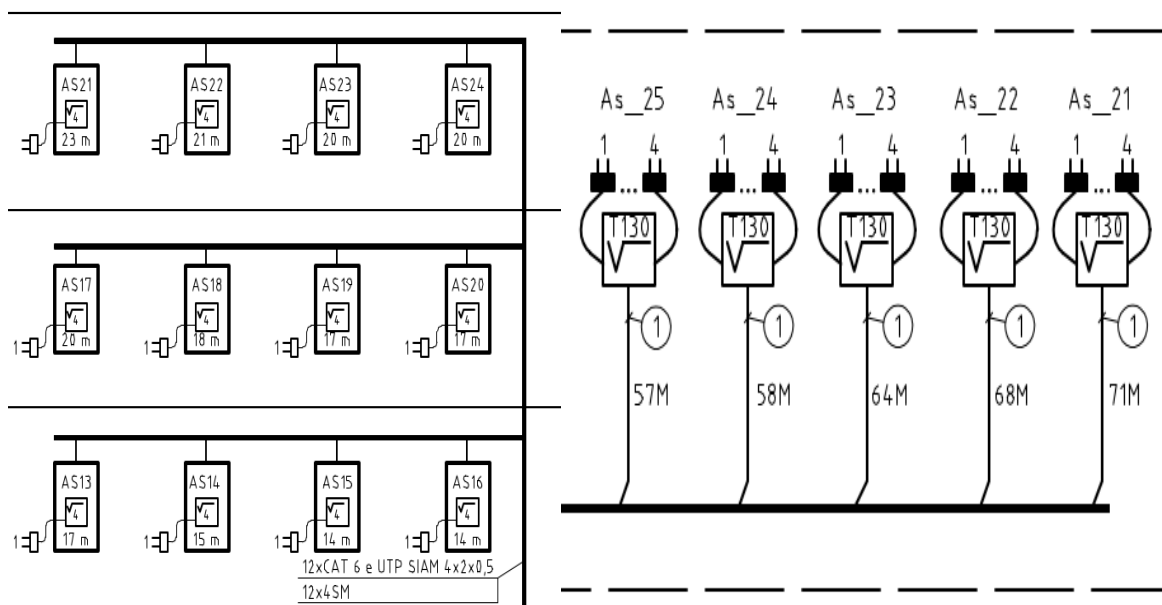
The screenshot shows the MagiCAD-E Project Management window. The left pane displays a tree view of the project structure, with 'Luminaires' selected under the 'Electrical' category. The right pane shows a table of project items with the following data:

ID	User code	Description	Layer variable	2D block	Default System	Power [W]
38	2000	NUMEORVALO			S222 Sähkö pää	9
39	2000	ULKOVALO			S222 Sähkö pää	9
999	GDAddDev	Granlund Designer Mallivalaisin 5_			S222 Sähkö pää	0
21	LT	Tunnistin	5		S222 Sähkö pää	0
45	LT	Master tunnistin pinta	5		S222 Sähkö pää	0
44	LT4	Slave tunnistin pinta	5			0
1	M100	Downlight 200, Pinta	5_		S222 Sähkö pää	0
2	M115	Downlight #200, Uppo	5_		S222 Sähkö pää	0
501	M501	NFW20 Opastevalo Kattoasen 5_			S611 Poistumis-	0
502	M502	NFW20 Opastevalo seinäasen 5_			S611 Poistumis-	0
503	M503	NFW20 Opastevalo Oikealle, K 5_			S611 Poistumis-	0
504	M504	NFW20 Opastevalo Vasemmal 5_			S611 Poistumis-	0
505	M505	NFW20 Opastevalo Oikealle, S 5_			S611 Poistumis-	0
506	M506	NFW20 Opastevalo Vasemmal 5_			S611 Poistumis-	0
507	M507	NFW20 Opastevalo 2-puol. Ka 5_			S611 Poistumis-	0
508	M508	NFW20 Opastevalo 2-puol. Se 5_			S611 Poistumis-	0
8	M510	Turvavalaisin NFW68	5_		S611 Poistumis-	0
10	M511	Turvavalaisin NFW68-C (käytä 5_			S611 Poistumis-	0

## 4 Nykytilan kartoitus

Opinnäytetyöni lähtökohta oli Granlund Riihimäki Oy:n muodostaneiden yritysten aiempien toimintakulttuurien kartoittaminen. Yrityksessä on seitsemän sähkösuunnittelijaa, joista kolme käytti pääsääntöisesti CADmatic-ohjelmaa ja loput neljä suunnittelijaa MagiCAD-ohjelmaa. Tutkiessani toimintatapoja vanhoista suunnitelmista, tuli esiin useita pieniä eroavaisuuksia esim. symboleiden käytössä, legendatekstien ohjeissa ja piirustusten nimeämisessä. Lähtökohtaisesti olisi toivottavaa, että yrityksen asiakirjat olisivat visuaaliselta ilmeeltään yhteneväiset ja helposti tunnistettavissa, mikä ei lähtöasetelmassa aina toteutunut: esimerkiksi Kuvassa 5 on kaksi eri kuvaa, joiden käyttötarkoitus on lähes sama, eli yleiskaapeloinnin periaatekaavio. Kuvan 6 esimerkkiä voisi puolestaan käyttää vaikkapa malliasiakirjana. Huomiona kartoituksessa tuli myös esiin, että opiskeltua tietoa oli hyvin haastavaa saada muun työyhteisön tietoisuuteen ja usein se jäi suunnittelijan omaan käyttöön, ellei sitä erikseen osattu kysyä. Ei-yhtenäinen toimintakulttuuri ei siis tarkoita vain kahta eri suunnitteluohjelmaa ja hieman erinäköisiä suunnitelmia, vaan se heijastaa toimintaan monella tapaa.

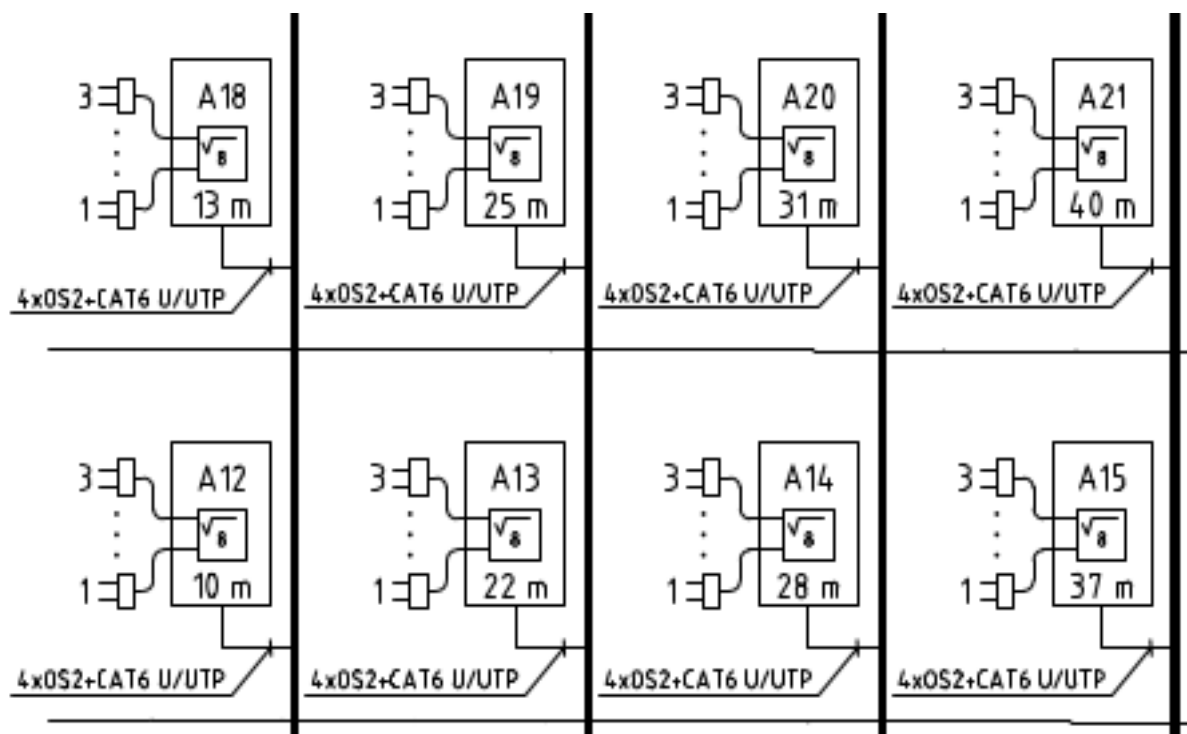
Kuva 5. Vertailukuvia yleiskaapeloinnista.





Yrityksen aiemmassa toimintakulttuurissa jokaisella suunnittelijalla oli omat tapansa ja mallit, joita käyttää suunnitelmissaan. Suunnittelijat hakivat mallit pääsääntöisesti aina omista samankaltaisia järjestelmiä sisältävistä suunnitelmistaan, tai joissain tapauksissa he piirsivät uuden kuvan. Vanhoissa suunnitelmissa saattoi olla useita vuosia vanhoja järjestelmiä, jotka tietenkin päivitettiin aina ajan tasalle, mutta esimerkiksi symbolit saattoivat jäädä vanhoiksi. Tällainen vanhaa kopioiva systeemi ei myöskään heijasta huimasti kehittyvää alaa, vaikka itse järjestelmän periaate olisi säilynyt muuttumattomana, voisi esitystapa olla nykypäiväisempi. Onhan sähköala tunnetusti nopeasti muuttuva ala, jossa uusia innovaatioita, standardeja ja järjestelmiä syntyy jatkuvasti. Mallikirjasto oikein käytettynä loisi paitsi selkeyttä mutta myös arvostusta yritystä kohtaan.

Kuva 6. Kolmas esimerkki, joka voisi olla mallina.



## 5 Mallikirjasto

Tämän opinnäytetyön päätavoite oli saada luotua yksinkertainen pohja mallikirjastolle, josta lähteä kehittämään toimivaa alustaa sähkösuunnittelun tueksi. Tarkoitus oli saada kaikista mahdollisista suunnitteludokumenteista kirjastoon jonkinlainen pohja, myös tasokuvista, sekä peruskaaviot, järjestelmäkuvat, projektitiedostot, legendat, sekä pdf-tiedostoja järjestelmissä käytettyjen laitteiden ohjeista. Näitä dokumentteja, joista voisi helposti saada yksinkertaiset mallipohjat esille, voisi käyttää lähtökohtana kaikissa kohteissa. Mallikirjasto voisi olla esimerkiksi jonkin kerrostalon valmiit suunnitelmat, kuten Kuva 7, jossa näkyy asiakirjaluettelo kerrostalon taloteknisen kunnostuksen eli linjasaneerauksen suunnitelmista. Tällaista mallia käytettäessä turhat asiat olisi helppo poistaa suunnitelmista ja korvata olennaisella. Tulostukseen tulisi myös olla selkeä ohje esim. tarvittavan paperin koosta, sekä muutama eri layout-malli, jotka voi kopioida omaan kuvaan.

Kuva 7. Esimerkki asiakirjaluettelosta.

Muutos	Tunnus	Sisältö
	0000	Muutoslehti
		<b>Yleiset</b>
	0101	Sähköselostus
	0102	Asennusohjeet, testaukset ja merkinnät
		<b>Pohja- ja asemapiirustukset</b>
	2011	Pohjapiirustus kellari Talo_AB
	2012	Pohjapiirustus kellari Talo_CD
	2111	Pohjapiirustus 1.krs Talo_AB
	2112	Pohjapiirustus 1.krs Talo_CD
	2211	Pohjapiirustus 2.krs Talo_AB
	2212	Pohjapiirustus 2.krs Talo_CD
		<b>Pää- ja jakelukaaviot</b>
	3001	Nousujohtokaavio Periaatekaavio
	4001	Pääkaavio PK Talo_AB
	4002	Pääkaavio PK Talo_CD
	4003	Pääkaavio MMK_A Talo_AB
	4004	Pääkaavio MMK_B Talo_AB
	4005	Pääkaavio MMK_C Talo_CD
	4006	Pääkaavio MMK_D Talo_CD
	4007	Pääkaavio RK_Asunnot 1-24
		<b>Tele- ja turvakaaviot</b>
	7100	Yleiskaapelointijärjestelmä Periaatekaavio
	7200	Antennijärjestelmä Periaatekaavio
	7300	Vedenmittausjärjestelmä Periaatekaavio
	7700	Palovaroitinjärjestelmä Periaatekaavio
	7800	Savunpoisto Periaatekaavio

## 5.1 Mallikirjaston alusta

Ennen varsinaista asiakirjojen kokoamista mallikirjastolle täytyi löytää toimiva alusta yrityksen jo käytössä olevista ohjelmista. Vaihtoehtoina oli Microsoft Office-ohjelmat, kuten Excel, kansiohakemistopuu palvelimella ja M-Files, joka toimisi ikään kuin käyttöliittymänä tiedostoille, jotka olisivat palvelimella. Kansiohakemistopuu toimii kuin mikä tahansa sähkösuunnitelma monilla eri järjestelmillä, kuten Kuvan 8 esimerkissä. Sieltä voi kopioida pohjakuvan, jonka pohjalle suunnitella omaa kohdetta. Sopivan alustan lisäksi mallikirjaston rakenteen täytyy olla hyvin selkeä. Kaaviot ja järjestelmät, kuten esimerkiksi vedenmittausjärjestelmä, jonka alta löytyy eri valmistajien järjestelmät, on nimettävä selkeästi. Pelkkä piirustusnumeroihin perustuva järjestelmä ei palvele etenkään uran alussa olevia suunnittelijoita tehokkaasti.

Kuva 8. Mallikirjaston kansiorakenne.






















## Mallikirjasto

- ❖ Yleiset kaaviot\_ (3000)
  - Nousujohtokaavio\_ (3001)
  - Maadoituskaavio\_ (3005)
  - Vedenmittaus\_ (3830)
    - *Eri toimittajien järjestelmiä*
  - Sähköautonlatauskaavio\_ (3840)
    - *Eri toimittajien järjestelmiä*
- ❖ Keskuskaaviot\_ (4000)
  - Pää- ja Kiinteistökeskuskaavio\_ (4001)
  - Monimittarikeskus\_ (4016)
  - Ryhmäkeskus\_ (4023)
  - Väestönsuojanryhmäkeskus\_ (4024)
- ❖ Tele- ja Turvakaaviot\_ (7000)
  - Antennijärjestelmä\_ (7110)
  - Yleiskaapelointi\_ (7130)
  - Ovipuhelinjärjestelmä\_ (7150)
    - *Eri toimittajien järjestelmiä*
  - Paloilmoitinjärjestelmä\_ (7610)
    - *Eri toimittajien järjestelmiä*
  - Savunpoistojärjestelmä\_ (7630)
    - *Eri toimittajien järjestelmiä*
- ❖ MEP
  - *Eri rakennuttajien*

Vaikka Microsoft Excel on todella monipuolinen ja toimiva ohjelma, se ei ollut sopiva valinta lopulliseksi mallikirjaston sijoituspaikaksi. Sen sijaan luonnollinen valinta oli yrityksessä jo pitkään käytössä ollut M-Files-tiedonhallintaohjelma, jonka kautta tieto olisi kätevästi kaikkien saatavilla. Varsinainen tiedostopankki se ei ole, vaan toimii pikemminkin käyttöliittymänä, jonne linkitetään polku tiedostopalvelimelle. Tässä vaiheessa päädyttiin kuitenkin luomaan perinteinen, yksinkertainen hakemistopuu verkkolevylle, jota myöhemmin voitaisiin käyttää M-Files:n kautta siten, että muutoshistoriat tallentuvat ja esimerkiksi vahinkotallennukset alkuperäisien suunnitelmien päälle vältettäisiin.

M-Files on ohjelma, jota yrityksen henkilökunta käyttää jo suunnitelmissaan, joten se on myös tämän mallikirjaston luonnollinen sijoituspaikka sitten kun kaikki tarvittava materiaali on koottu ja alusta on saatu toimivaksi ja selkeäksi käyttäjän näkökulmasta. Mallikirjasto on tarkoitus rakentaa samalla periaatteella kuin perussuunnitelmakin, sillä erotuksella että perusrakenteeseen voi valita osia useista vaihtoehdoista, kuten Kuva 9 osoittaa. Muokkaaminen tehtäisiin kuin sähkösuunnitelmassa, jos tulee muutoksia, tehdään muutoslehdet normaalisti.

Kuva 9. M-files näkymä.

Asiakirjaryhmä	Luokka	Asiakirjan tunnus ▲	Muu...   Nimi
▲ Kohteet (29)			
<Ei otsikkoa>	Muutoslehti	0000	>  Muutoslehti
Yleiset	Asiakirja	0101	▸  Sähköselostus
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	1000	▸  Asemapiirustus
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	2001	▸  Pohjapiirustus Alapohja_talo_A
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	2002	▸  Pohjapiirustus Alapohja_talo_B
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	2003	▸  Pohjapiirustus Alapohja_talo_C
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	2101	▸  Pohjapiirustus A_talo
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	2102	▸  Pohjapiirustus B_talo
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	2103	▸  Pohjapiirustus C_talo_21-28
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	2104	▸  Pohjapiirustus C_talo_29-37
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	2105	▸  Pohjapiirustus VSS_varasto
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	2106	▸  Pohjapiirustus pihavarasto_AB
Pohja- ja asemapiirust...	CAD-kuva	2107	▸  Pohjapiirustus Autokatos
Pää- ja jakelukaaviot	CAD-kuva	3100	▸  Nousujohtokaavio_AB
Pää- ja jakelukaaviot	CAD-kuva	3101	▸  Nousujohtokaavio_C
Pää- ja jakelukaaviot	CAD-kuva	4100	▸  Pääkaavio PK_AB
Pää- ja jakelukaaviot	CAD-kuva	4101	▸  Pääkaavio PK_C
Pää- ja jakelukaaviot	CAD-kuva	4102	▸  Pääkaavio MMK_A
Pää- ja jakelukaaviot	CAD-kuva	4103	▸  Pääkaavio MMK_B
Pää- ja jakelukaaviot	CAD-kuva	4104	▸  Pääkaavio MMK_C1
Pää- ja jakelukaaviot	CAD-kuva	4105	▸  Pääkaavio MMK_C2

## 5.2 Malliasiakirjat

Tällä hetkellä yrityksessä on käytössä kaksi perus CAD-suunnitteluohjelmaa MagiCAD ja CADMatic. Näiden välillä ei ole mitään suuria eroja lopputuloksissa eli valmiissa suunnitelmissa, mutta mallikirjaston luomiselle se asettaa haasteen, sillä mallikirjastosta täytyy löytyä molemmilla ohjelmilla tehdyt kuvat. Vaikka tiedostoja voi lukea ja muokatakin ristiin näillä kahdella eri ohjelmalla, on lopputulema usein se, että tiedostoista häviää jotain.

Lisäksi kahdella yhdistyneellä yrityksellä on ollut esimerkiksi CAD-tulostuksessa hyvin poikkeavat tyylit ja värit, joten toinen on jo nyt joutunut luopumaan totutuista käytännöistä ja opettelemaan uuden toimintatavan.

Malliasiakirjoilla, joita tarvitaan paljon suunnittelussa, on kahdessa eri ohjelmassa eri järjestelmäkaaviot ja yleiset kaaviot, kuten nousu-, maadoitus- ja esimerkiksi savunpoistokaaviot, vaikka ne usein ovat lähes identtisiä ja täysin samalla periaatteella piirrettyjä. Nousu- ja maadoituskaavioissa esimerkiksi kerrostalossa rappujen, kerrosten ja asuntojen määrä, koko ja sijainti vaihtelee. Periaatekaaviossa näitä on helppo ja nopea lisätä tai poistaa projektin mukaan. Tässäkin on useita eri tyylejä, jotkut tekevät nämä kaaviot rivitaloa suunnitellessa suoraan asemakuvaan, jolloin kaapelien mitat tulevat heti oikein ja huipputehot ja antennivahvistukset on helppo laskea näiden perusteella. Nyt tulevassa järjestelmässä suoraan asemakuvaan tulevaa kaaviota on haastavampi tehdä, kun kyseessä on kerrostalo, joten tyydytään yksinkertaiseen malliin, jota on helppo kopioida, lisäillä ja muokata toisin kuin asemakuvaa, joka on jokaisessa kohteessa hieman erilainen. Asemakuvaa on edelleen mahdollista käyttää pohjana rivitaloa suunnitellessa.

Malliasiakirjojen rakenne ja se, kuinka piirustukset tulisi nimetä yhdenmukaisesti on ollut hankalaa, ja tässä on ollut suuria eroja eri toimistojen välillä. Yksi kirjain tai numero voi muuttaa piirustusnumeron merkityksen täysin, mikäli siihen on sisällyttänyt esimerkiksi järjestelmänumeron. Suuri haaste oli ratkaista kuinka nimetä samassa taloyhtiössä olevat eri asuinrakennukset, esimerkiksi kolme identtistä kerrostaloa, jotka ovat niin suuria, että jokaisesta kerroksesta on kaksi tasokuvaa niin, että kun piirustuksia katsoo, olisivat ne myös selkeässä järjestyksessä asiakirjaluettelossa. Eli rakennus A ja sen kaikki tasokuvat järjestyksessä, jonka jälkeen rakennukset B ja C. Haastavaa oli myös määritellä se, mitä malliasiakirjoissa esitetään, onko se periaatekuva järjestelmästä ja onko siinä mukana myös esimerkki siitä, kuinka järjestelmä näkyisi tasokuvissa, sekä legenda, josta selviää järjestelmän oleelliset osat.

Malliasiakirjojen rakenne se kuinka piirustukset tulisi nimetä yhdenmukaisesti. Tämä on hankala ja tässä on ollut suuria eroja eri toimistojen välillä. Yksi kirjain tai numero voi

muuttaa piirustusnumeron merkityksen täysin, mikäli on sisällyttänyt esimerkiksi järjestelmänumeron piirustusnumeroon. Suuri haaste oli ratkaista kuinka nimetä samassa taloyhtiössä olevat eri asuinrakennukset, eli esimerkiksi kolme identtistä kerrostaloa, jotka ovat niin suuria, että jokaisesta kerroksesta on kaksi tasokuvaa, ja niin että kun piirustuksia katsoo, olisi ne myös selkeässä järjestyksessä asiakirja luettelossa. Eli rakennus A ja sen kaikki tasokuvat järjestyksessä ja sitten B ja C. Se mitä malliasiakirjoissa esitetään, onko se periaatekuva järjestelmästä vai olisiko siinä myös mukana esimerkki, kuinka järjestelmä näkyisi tasokuvissa sekä Legenda, josta selviää järjestelmän oleelliset asiat.

Kun mallikirjaston käytännön ratkaisut on päätetty, täytyy päättää sisältö: mitä asiakirjoja ja kuvia suunnitelmissa tarvitaan. Malliasiakirjojen tulee sisältää esimerkiksi vedenmittausjärjestelmistä mahdollisimman monen toimittajan järjestelmät, joista suunnittelija voi valita sopivimman vaihtoehdon. Sisällössä, kuten esimerkiksi autolatausjärjestelmässä huomioitavaa on erityisesti liittymän koko ja sen mitoitus. Tätä ennen kartoitetaan latausasemien tarve, vaikka energiatehokkuusdirektiivi tulee jo keväällä 2021 todennäköisesti määrittämään, että latauspaikat tulee suunnitella, tai pikemminkin niille täytyy rakentaa valmius, eli putkitukset jokaiselle autopaikalle, jotta latauspisteet voi lisätä jälkikäteen. Samaten myös vedenmittaus täytyy suunnitella jo nyt jokaiseen asuntoon etälueuttavaksi, jotta vedenkulutusta voidaan ryhtyä laskuttamaan asuntokohtaisesti sitten kun siihen velvoitetaan.

### **5.3 Mallikirjaston käyttö- ja ylläpito-ohjeet**

Mallikirjasto täytyy pitää ajan tasalla, etteivät suunnittelijat päädy käyttämään vanhentuneita järjestelmäkuvia kohteessa. Tämä täytyy hoitaa niin, että yhdellä henkilöllä on päävastuu korjata ja päivittää kuvia aina tarpeen vaatiessa, jos standardit muuttuvat tai markkinoille tulee uusia järjestelmiä. Vastuuta pitäisi myös jakaa kaikille käyttäjille, jotta se, joka huomaa puutoksia tai tarvittavia uusia malleja suunnitelmiin olisi velvollinen joko tekemään päivitykset tai vähintään ilmoittamaan siitä mallikirjastosta vastaavalle henkilölle. Kun uusia malleja tuodaan kirjastoon, olisi niiden käytävä vähintään kahdella henkilöllä tarkastettavana ennen kuin niitä voi alkaa käyttämään, näin vältetään pohjassa mahdollisesti

olevien virheiden kertautuminen. Vaikka kaikkien täytyy ottaa vastuuta mallikirjaston päivitystarpeista, kannattaa niistä kommunikoida aktiivisesti ja monikanavaisesti: toimiston käytännön arjessa mallikirjastopäivityksen tarpeet voisi listata vaikkapa seinätaululle, koota kuukausittain sähköposti- tai TEAMS-kyselyissä ja nostaa vielä keskustelunaiheiksi viikkopalavereissa.

Alla mallikirjaston käyttämisen ja ylläpidon toimintamallit

#### Käyttäminen

- Suunnittelua aloitettaessa tarkasta löytyykö malliasiakirja
- Jos malliasiakirjaa ei löydy, luo uusi asiakirja
- Jos malliasiakirja löytyy, ota se käyttöön ja varmista, että se on ajan tasalla

#### Malliasiakirjan päivittäminen

- Jos malliasiakirja ei ole ajan tasalla, päivitä se
- Päivityksen jälkeen malliasiakirja tallennetaan ja päivitetään malliasiakirjaluettelo sekä muutosluettelo

#### Malliasiakirjan tekeminen

- Tee malliasiakirja ohjeen mukaan (asettelut, jne.)
- Lähetä valmis malliasiakirja tarkastettavaksi
- Asiakirjan tarkastaja toimittaa asiakirjan tallennettavaksi, jolloin tarkastetaan vielä asiakirjan asettelut, nimeäminen, jne.
- Ylläpitäjä tallentaa malliasiakirjan ja päivittää malliasiakirjaluettelon

#### Malliasiakirjojen tarkastus

- Omatarkastus
- Laadun varmistajan tarkastus
- Ylläpitäjän tarkastus



## 6 Mallikohde

Tämän opinnäytetyön mallikohteeksi valittiin nelikerroksinen kerrostalo, jossa on myös kellari ja ullakko. Niiden lisäksi mallikohteessa on piharakennus, josta löytyy lämmönjakuhuone, sähköpääkeskus ja ulkoiluvälinevarasto. Tästä mallikohteesta lähdettiin luomaan malliasiakirjoja, jotka toimisivat esimerkkeinä muiden suunnittelualojen mallikirjastoille. Näin luotaisiin siis referenssiksi tulevaisuuden mallikirjastoille ensimmäinen mallikirjasto, johon voisi jatkossa lisätä ja päivittää kuvia.

Perustiedot, joita suunnittelija tarvitsee suunnittelukohteesta ovat rakennuttajan ja muiden suunnittelijoiden (esim. LVI-suunnittelijan) tiedot, hankesuunnitelma ja valitut suunnitelmat sieltä, mikäli on optioita. Myös kokouspäiväkirjat ovat oleellisia, mikäli suunnittelija ei itse osallistu kokouksiin.

### 6.1 Malliasiakirjojen nimeäminen

Seuraavassa esimerkkejä siitä, mitä tietoja malliasiakirjojen olisi hyvä esittää, sekä muutama esimerkki niiden nimeämisestä. Yrityksellä on nimeämiseen ohjeistus (Kuva 10), jota käytetään tässäkin työssä kuitenkin siten, että yksityiskohtia hiotaan vielä paremmin yhteyteen sopiviksi.

Kuva 10. Asiakirjojen nimeämismalli (Granlund Oy, 2021).

[ Toteutussuunnittelu]	[ Sisältö]
0000 -sarja	Muutoslehdet
0100 -sarja	Yleiset asiakirjat
1000 -sarja	Asema- ja aluepiirustukset
2000 -sarja	Pohjapiirustukset
3000 -sarja	Pääkeskus- ja nousukeskusaaviot, nousujohtAsiakirjojen nimeämismallio- ja maadoituskaaviot
4000 -sarja	Keskusten pääkaaviot ja Piirikaaviot
5000 -sarja	Kaapeli- yms. luettelot
6000 -sarja	Mallipiirikaaviot
7000 -sarja	Telekaaviot, oviaasennuskaaviot
8000 -sarja	Valaisinluettelot, erikoispiirustukset (esim. valaisindetaljit)
9000 -sarja	Leikkaukset, mallihuonepiirustukset jotka eivät kuulu TATE-sarjaan, detaljit.

Jos järjestelmälle on yleinen järjestelmänumero, käytetään sitä mahdollisuuksien mukaan. Esimerkiksi selostukset, kuten sähköselostus ja asennusohjeet nimetään numeroilla 0101-0102, 1000 Asemapiirustus, 2110 1. krs, 2210 2. krs, 2310 3. krs ja jos rakennuksia on useampia, niin silloin lisätään ensimmäistä rakennuksia koskevien mallidokumenttien eteen esim. A2110, A2210, A2310, toista rakennusta koskevien eteen B2110, B2210, B2310 jne.

Yleisille kaavioille käytetään juoksevaa numerointia, kuten nousujohtokaavio 3001 tai maadoituskaavio 3002. Lisäksi on yleisiä kaavioita, joille löytyy oma järjestelmänumero, kuten sähköautolatausjärjestelmä 3248, tai vedenmittaus 3830, josta tulee ilmi järjestelmänumero 830.

Keskuksien numerot merkitään juoksevalla numeroinnilla sillä pyrkimyksellä, että numerointi alkaa pääkeskuksista numerolla 4001 monimittarikeskukseen numerolle 4002, monimittarikeskus on 4003, ryhmäkeskukset 4004.

Tele- ja turvakaavioissa pyritään käyttämään järjestelmänumeroita, kuten antennikaaviot 7110, jos mahdollista. Mikäli on tarve useammalle antennikaavioille, jos esimerkiksi on kaksi

asuinkerrosta samassa yhtiössä, lisätään piirustusnumeroon kirjain, kuten tasokuvissakin. Yleiskaapelointi on 7130, ovipuhelinjärjestelmä 7150, paloilmoinjärjestelmä 7610, savunpoisto 7630 ja valaisinluettelo 8001.

Esimerkki nimeämisestä löytyy Kuvasta 11. Itse suunnittelutiedosto tulee nimetä kohdenumerolla, jonka jälkeen merkitään piirustusnumero, esimerkiksi 123456\_2110 (kyseessä on siis kohde x ja sen ensimmäinen kerros.)

Kuva 11. Nimeämismalli.

## Mallikirjasto

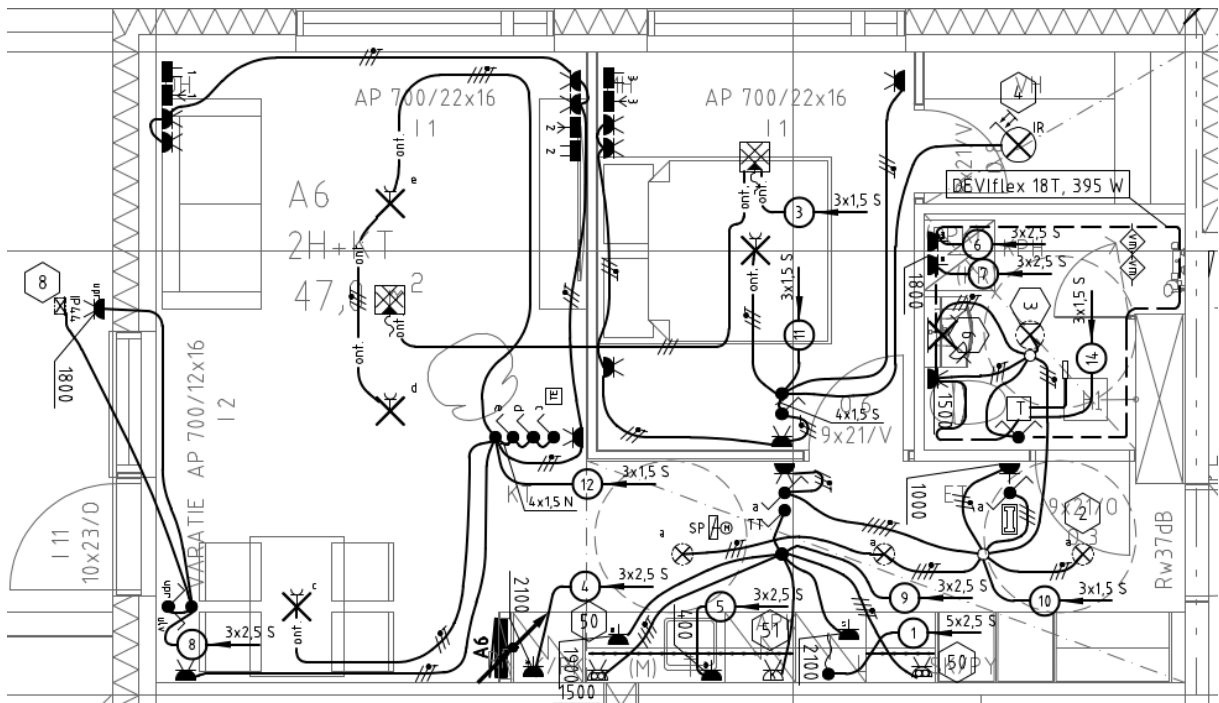
- ❖ Yleiset kaaviot\_ (3000)
  - Nousujohtokaavio\_ (3001)
  - Maadoituskaavio\_ (3002)
  - Vedenmittaus\_ (3830)
    - *Eri toimittajien järjestelmiä*
  - Sähköautonlatauskaavio\_ (3248)
    - *Eri toimittajien järjestelmiä*
- ❖ Keskuskaaviot\_ (4000)
  - Pää- ja Kiinteistökeskuskaavio\_ (4001)
  - Monimittarikeskus\_ (4002)
  - Ryhmäkeskus\_ (4003)
  - Väestönsuojanryhmäkeskus\_ (4004)
- ❖ Tele- ja Turvakaaviot\_ (7000)
  - Antennijärjestelmä\_ (7110)
  - Yleiskaapelointi\_ (7130)
  - Ovipuhelinjärjestelmä\_ (7150)
    - *Eri toimittajien järjestelmiä*
  - Paloilmoinjärjestelmä\_ (7610)
    - *Eri toimittajien järjestelmiä*
  - Savunpoistojärjestelmä\_ (7630)
    - *Eri toimittajien järjestelmiä*
- ❖ MEP
  - *Eri rakennuttajien*

## 6.2 Tasopiirustukset

Tasopiirustuksia ovat asemakuva, alapohjakuva, kerrospiirustukset ja kaikki piharakennukset, sekä vesikattokuva silloin kun käytetään esim. aurinkokeräimiä tai sulanapitoa, jotka piirretään kuvaan. Tasopiirustusten mallikuvat toimivat muihin verrattuna hieman eri periaatteella, sillä ne ovat täysin yksilöllisiä. Tasopiirustusten mallikuvat voidaan kuitenkin tehdä esimerkkikohteen pohjalta siten, että niistä käy ilmi mitä tasokuvassa pitäisi esittää

(esim. Kuva 12.) Tasopiirustuksen mallikuvia ei siis voi varsinaisesti kopioida uuteen projektiin, koska legendat, ohjetekstit ja projektitiedostot laaditaan rakennuttajakohtaisesti, puhumattakaan asennuskorkeuksista ja käytettävistä kaapelireiteistä. Yritykselle on laadittu aiemmin opinnäytetyönä laadunvarmistuksen osaksi tehtävälista, joka toimii muistilistana, mutta ei varsinaisena tehtäväluettelona.

Kuva 12. esimerkki tasokuvasta.



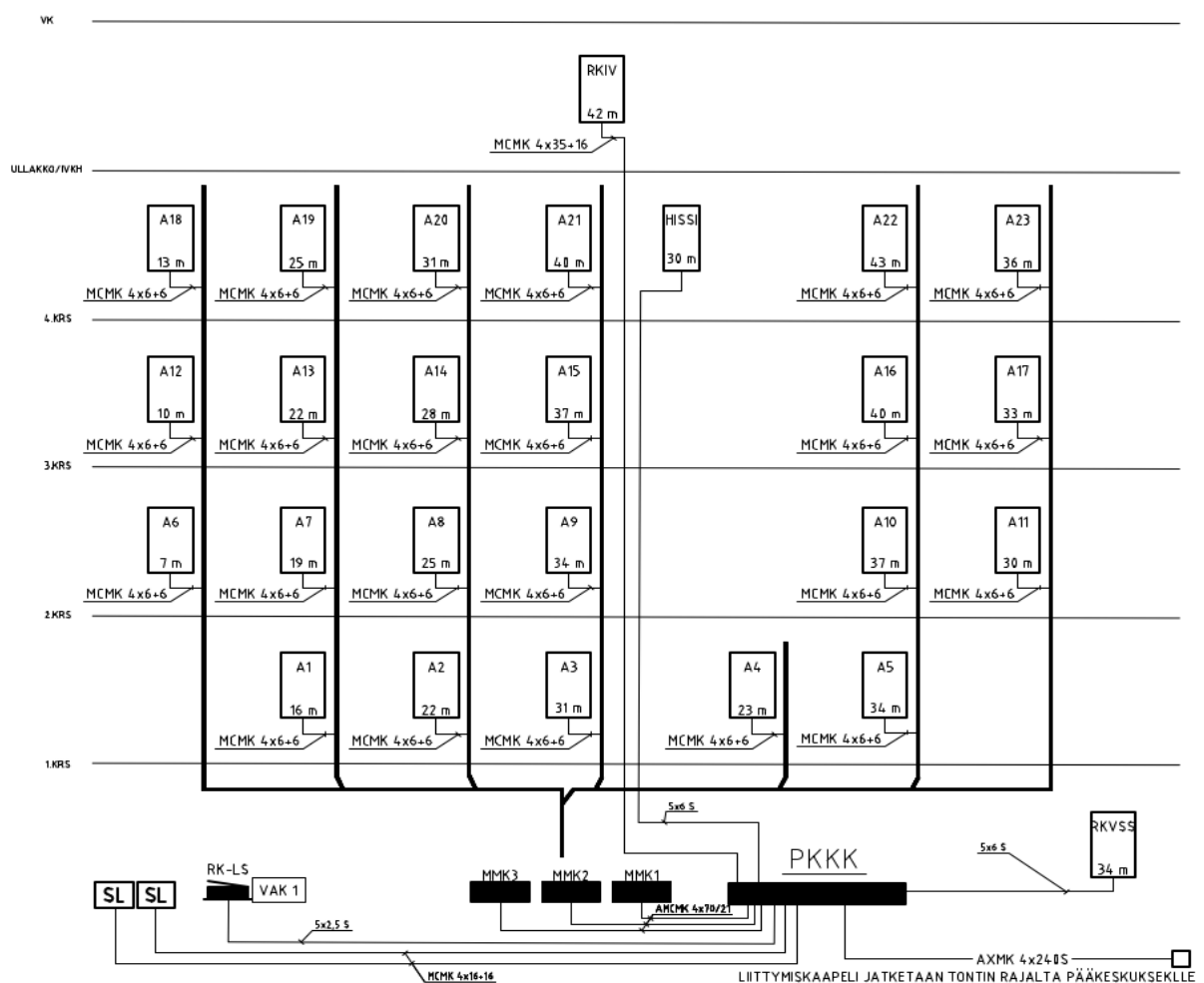
### 6.3 Yleiset kaaviot

Yleisiä järjestelmäkaavioita on useita, tässä malliprojektissamme olevat kaaviot lueteltuna:

- 3001-nousujohtokaavio
- 3002-maadoituskaavio
- 3830-vedenmittausjärjestelmä
- 3248-sähköautonlatausjärjestelmä

Näissä kaavioissa tärkeitä esitettäviä asioita ovat kaapelitiedot, niiden reitit periaatetasolla, sekä kaapelitiedot esimerkiksi pääkeskuksen ja monimittarikeskuksen väliin. Kaikille tehdään omat dwg-tiedostot, joihin tulee kaavio, jota on helppo muokata, sekä legenda, jossa tärkeimmät ohjetekstit, Lisäksi on mahdollista esittää myös esitys siitä, miltä järjestelmä näyttää tasokuvassa.

Kuva 13. Esimerkki Nousujohtokaaviosta.



Kuten esimerkissä Kuva 13 näkyy, pyritään mallikirjaston suunnitelmat tekemään hyvin yksinkertaisiksi, että niitä olisi helppo muokata erikokoisiin kohteisiin. Oleellisia näissä kaavioissa on, että niistä näkee periaatteen siitä, kuinka tai miten järjestelmä on tarkoitus asentaa.

## 6.4 Keskuskaaviot

Keskuskaavioissa kansilehti on yhtä oleellinen kuin jälkimmäiset ruotokaaviot, joissa varsinaiset komponentit on esitetty. Kansilehdellä on oleelliset tiedot keskusvalmistajalle, jonka tehtävänä on valmistaa keskus, sen rakenne, pääsulakkeiden virrat ja kaapeleiden lähtö- ja tulosuunnat. Keskuksen suunnittelijan on myös oleellista varmistaa, että keskus mahtuu siihen tilaan, johon se on suunniteltu. Ruotokaaviossa (Kuva 14) pitää näkyä suojalaitteiden laji, tyyppi, mitoitusvirta ja katkaisukyky, ryhmien nimet sekä paikat periaatetasolla. Tulppasulakkeiden ja kahvasulakkeiden osalta piirustuksesta tulee ilmetä myös varokkeiden pohjan koko.

Malliprojektissamme olevat keskuskaaviot:

- 4001-pääkeskus
- 4002-monimittarikeskus
- 4003-ryhmäkeskus
- 4004-väestönsuoja ryhmäkeskus

Kuva 14. Esimerkki väestönsuojan ruotokaaviosta.

	Nro	Kaavio	Nimitys	kW	Sulake	Kaapeli
			NOUSUJOHTO			MMJ 5x6 S
	1		VSS-KOJE		C6	MMJ 5x1,5 S
	2		PISTORASIAI		C16	MMJ 3x2,5 S
	3		PISTORASIAI		C16	MMJ 3x2,5 S
	4		PISTORASIAI		C16	MMJ 3x2,5 S
	5		VALAISTUS+ K/Ø/A -KYTKIN K=VALAISTUS PÄÄLLÄ A=OHJAUS LIIKETUNNISTIMILLA		C10	MMJ 5x1,5 S
	6		VALAISTUS+ K/Ø/A -KYTKIN K=VALAISTUS PÄÄLLÄ A=OHJAUS LIIKETUNNISTIMILLA		C10	MMJ 5x1,5 S
	7		VALAISTUS+ K/Ø/A -KYTKIN K=VALAISTUS PÄÄLLÄ A=OHJAUS LIIKETUNNISTIMILLA		C10	MMJ 5x1,5 S
	8		TILAVARAUS			

## 6.5 Tele- ja turvakaaviot

Antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmät ovat usein lähes identtisiä pääpiirteiltään, kaapelointi ja niiden pituudet, keskusten sijainti, rasioiden ja kojeiden määrä tärkeimpinä. Muissa järjestelmissä on useita eri valmistajia, joilla on käytössä eri komponentit ja joiden järjestelmä toimii eri tavalla, vaikka lopputulos onkin sama. Järjestelmäkuvan lisäksi on hyvä esittää yksinkertainen periaatekuva, jossa on esitetty kaikki järjestelmän osat selkeästi, unohtamatta tärkeitä yksityiskohtia, joita saa esille hyvin suunnitellulla legendalla (Kuva 15).

- 7110-antennijärjestelmä
- 7130-yleiskaapelointijärjestelmä
- 7150-ovipuhelinjärjestelmä
- 7610-paloilmoitin
- 7630-savunpoistojärjestelmä

Kuva 15. Esimerkki antennikaavion legendasta.

### ANTENNIJÄRJESTELMÄ:

- KOHTEESEEN ASENNETAAN TÄHTIMÄINEN JAKOVERKKO
- KOHDE LIITETÄÄN KTV-VERKKOON. LIITTYMÄ TUODAAN KUITUKAAPELILLA.
- KUITUVAHVISTIMEN HANKKII RAKENNUSTAJA SUORAAN OPERAATTORILTA.
- VAHVISTIMET JA JAOTTIMET ASENNETAAN TELEKOMEROSSA KOTELOON
- MAADOITUSKESKUSSA KÄYTETÄÄN KOMPRESSOIVIA F-LIITTIMIÄ.
- VAHVISTIMINA KÄYTETÄÄN OPERAATTORIN HYVÄKSYMIÄ KAKSISUUNTAISIA LAAJAKAISTAVAHVISTIMIA.
- KAIKKI YLIMÄÄRÄISET HAAROITTIMIEN JA JAOTTIMIEN LÄHDÖT PÄÄTETÄÄN VASTUKSILLA.
- HAAROITTIMILTA RASIALLE TELLU13
- NOUSUKAAPELIREITIT ON ESITETTY TASOPIIRUSTUKSISSA
- KAAPELIT ON HYVÄKSYTETTÄVÄ ENNEN KAAPELOINTIEN ALOITTAMISTA
- PIIRUSTUKSISSA ESITETYT KAAPELIPITUUDET VAIN TEKNISTÄ MITOITUSTA VARTEN, EI URAKKALASKENTAAN
- TELEURAKOITSIJA TARKASTAA VAIMENNUSLASKELMAN ENNEN LAITTEIDEN JA KAAPELIEN HANKKIMISTA
- KAAPELOINNIT ALAPOHJAN KAUTTA
- POISTUMISTEILLE VAIN KYSEISIÄ TILOJA PALVELEVIA KAAPELEITA

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena ollut mallikirjaston alusta saatiin luotua, ja siitä tehtiin kansiorakenteena toimiva useille malliasiakirjoille tarkoitettu tallennuspaikka. Tällä toimeksiantajayritys pyrkii vahvistamaan laadunhallintaa sekä tehostamaan sähkösuunnitteluprosessejaan. Koen että mallikirjasto vastaa myös alati kehittyviin standardien ja energiatehokkuuden haasteisiin. Vaikka mallikirjastossa on nyt kerrostalon malliasiakirjat, on niihin asiakirjoihin jatkuvasti uutta kehitettävää, koska yrityksessä on hyvin paljon erinäisiä kohteita, jotka vaativat hyvin erilaisia ratkaisuja.

Mallikirjastoa tullaan kehittämään jatkossa muillekin suunnitelmille, ja sitä pyritään yhdistämään yrityksessä aiemmin tehtyihin sähkösuunnittelun tehtävälistöihin. Jotta yrityksen sähkösuunnittelu ja suunnittelun toimintatavat olisivat jatkossa kokonaisuudessaan yhtenäiset, pitää yrityksessä ylläpitää jatkuvaa kehitystä, sillä suunnittelijan työ on toisinaan uuden luomista, johon ei aina voi ottaa mallia vanhoista suunnitelmista.

Kokonaisuutena työ oli opettavainen sekä silmiä avaava, lähes kaikkeen löytyy ohjeet, kuinka tehdä sekä määräykset minkä rajoissa suunnitelmat tehdään. Itselle jäi vielä monia kysymyksiä, joita olisi mielenkiintoista selvittää, kuten kuinka tuotteita olisi voinut esimerkiksi pisteyttää ja tätä kautta saada eri hintaluokkia, joista asiakas tai projektipäällikkö voisi valita kohteeseen sopivimmat tuotteet.



## Lähteet

Anttila, J. (2001). Dokumenttien hallinta. Edita.

Granlund Oy. (2021). Jupipedia. Haettu 25.04.2021 osoitteesta

<https://wiki.granlund.fi/wiki/Etusivu>

MagiCAD Group. (n.d.-a). MagiCAD Electrical. Haettu 10.02.2021 osoitteesta

<https://www.magicad.com/fi/>

MagiCAD Group. (n.d.-b). MagiCAD Electrical. Haettu 24.04.2021 osoitteesta

<https://www.magicad.com/fi/feature/selitetaulukoiden-laatiminen/>

MagiCAD Group. (n.d.-c). MagiCAD Electrical. Haettu 24.04.2021 osoitteesta

[https://www.magicad.com/fi/mc\\_software/magicad-electrical/#overview](https://www.magicad.com/fi/mc_software/magicad-electrical/#overview)

RT 16-10660. (1998). Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. YSE 1998.

RT Tietoväylä.

Sesko ry. (n.d.). Sesko ry. Haettu 10.02.2021 osoitteesta

[https://www.sesko.fi/sesko\\_rySFS-EN ISO 9001. \(2015\). Laadunhallintajärjestelmät.](https://www.sesko.fi/sesko_rySFS-EN ISO 9001. (2015). Laadunhallintajärjestelmät.)

Vaatimukset. SFS Online.

SFS-EN ISO 9001. (2015). Laadunhallintajärjestelmät. Laadunhallinnan periaatteet.

SFS Online.

ST 13.28. (2020). Yleisohjeita sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien dokumentoinnista.

Sähköinfo Severi.

ST 13.30. (2020). Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttökäytännöt.

Sähköinfo Severi.

ST 41.10. (2017). Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.

Sähköinfo Severi.

Sähkötieto ry. (n.d.). Sähkötieto ry. Haettu 10.02.2021 osoitteesta

<http://www.sahkotieto.fi/>

Suomen standardisoimisliitto SFS ry. (2021). Standardeista. Haettu 10.02.2021 osoitteesta

<https://sfs.fi/standardeista/>