

Teemu Kallio STMi17SPA

MAGICADIN PERUSTOIMINNOT SÄHKÖSUUNNITTELUSSA

Opinnäytetyö Teemu Kallio

2022



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tutkintonimike	Insinööri (AMK), Sähkö- ja automaatiotekniikka
Tekijä/Tekijät	Teemu Kallio
Työn nimi	Magicadin perustoiminnot koskien sähkösuunnittelua
Toimeksiantaja	Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu
Vuosi	2022
Sivut	29 sivua, liitteitä 11 sivua
Työn ohjaaja(t)	Hannu Honkanen

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkoitus opastaa Magicadilla sähkösuunnittelua aloittavaa henkilöä. Opinnäytetyö tehtiin Vilkaharjun Palvelut Oy:lle, mikä on oma tuore yritykseni. Tarkoituksena on tulevaisuudessa tarjota asiakkaille sähkösuunnittelua muiden palveluiden ohessa.

Työssä käsiteltiin omakotitalon sähkösuunnitelmaa ja mitä on otettava huomioon sitä tehdessä. Tarvittavat toiminnot käytiin läpi Magicadista, jotta suunnittelu olisi helppoa ja selkeää.

Toteutin opinnäytetyöni esimerkisähkösuunnitelman asiakkaani työkohteeseen, mistä sähkösuunnitelma oli jo tehty. Työkohteessa tapahtuneiden muutoksien takia päätin tehdä sähkösuunnitelman uusiksi Magicadia hyödyntäen. Rakennustyöt aloitettiin keväällä 2021.

Asiasanat: Sähkösuunnittelu, Magicad

Degree	Bachelor's in electrical and automation engineering
Author (authors)	Teemu Kallio
Thesis title	Magicad guide
Commissioned by	Kakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu
Time	2022
Pages	29 pages, 11 pages of appendices
Supervisor	Hannu Honkanen

ABSTRACT

The aim of the thesis was to guide the person starting electrical design at Magicad. The thesis was completed for Vilkaharjun Palvelut Oy, which is my own company. In the future, the aim is to offer customers electrical design alongside other services.

The work dealt with the electricity plan of a detached house and what needs to be considered when making it. The necessary functions were reviewed from Magicad to make the design easy and clear.

I implemented an example of my thesis on an electricity plan for my client's work site, for which the electricity plan had already been drawn up. Due to changes in the work site, I decided to remake the electricity plan using Magicad. Construction started in spring 2021.

Keywords: Electrical design, Magicad

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	SUUNNITTELUN VAIHEET.....	6
2.1	Tarveselvitys.....	6
2.2	Hanke- ja ehdotussuunnittelu.....	6
2.3	Yleis- ja toteutussuunnittelu.....	7
2.4	Rakentamisen valmistelu ja rakentaminen.....	7
2.5	Käyttöönotto ja tarkastukset.....	7
2.6	Takuuaika.....	8
3	TIETOMALLINTAMINEN.....	8
3.1	Tietomalli ja sen edut.....	9
3.2	Tietomallien käyttömahdollisuuksia työmaalla.....	9
4	AUTOCAD JA MAGICAD.....	10
5	SÄHKÖSUUNNITELMAN TOTEUTUS.....	12
5.1	Projektin luonti.....	12
5.2	Mittasuhteet.....	13
5.3	Layerit.....	13
5.4	Kalusteet.....	14
5.5	Kaapelointi.....	16
5.6	Sähkökeskus, syötöt ja vikavirtasuojaus.....	19
5.7	Maadoitus.....	23
5.8	Palovaroittimet.....	24
5.9	Sähkölämmitys.....	25
5.10	Antenni- ja atk-pisteet.....	26
6	POHDINTA.....	28
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Vilkaharjun Palvelut Oy:lle. Tarkoituksena oli perehtyä Magicad-ohjelman toimintoihin ja hyödyntää niitä tehdessä omakotitalon 2D-sähkösuunnitelmaa ja samalla saada tarvittavaa tietoa tulevaisuudessa tuleviin työkohteisiin, mihin sähkösuunnitelmia tullaan toteuttamaan asiakkaiden toiveita kunnioittaen.

Itse sähkösuunnitteluun koskevista standardeista ja säännöksistä en ruvennut kertomaan tarkasti, koska ne sisältyvät opintosuunnitelmaan koulussa ja tarvittava tieto saadaan sitä kautta. Kerron ja selitän tarvittavat toiminnot, mitä minun mielestäni on tärkeä tietää käyttäessä Magicad-ohjelmistoa omakotitalon 2D-sähkösuunnitelmaa tehdessä alusta loppuun. Kaikki asiat pyritään ns. ”vääntämään rautalangasta” selvästi reilusti kuvia hyödyntäen.

Koulussa ollessa huomasin Magicad-ohjelman olevan haastavampi käyttää sähkösuunnitelmissa kuin kilpailijansa Cadmaticin. Tämän takia halusin opetella Magicadin ja tehdä suunnitelmat helpomman vaihtoehdon sijaan.

Hyödynsin työssäni asiakkaani uudisrakennustyömaata, mihin toteutin lopulliset sähkösuunnitelmat. Työmaa toteutettiin KVR-tyylillä (kokonaisvastuuraikentaminen), eli suunnittelu ja toteutus tuli samalta urakoitsijalta. Olemassa oleviin sähkösuunnitelmiin tuli muutoksia, mitkä tein aikaisemmin Cadmatic-ohjelmalla, joten näin parhaaksi opetella samalla Magicadin käytön ja samalla liittää sen opinnäytetyöhöni, kun tein sähkökuvat uusiksi.

2 SUUNNITTELUN VAIHEET

Rakennushanke koostuu eri vaiheista, joiden määrä riippuu usein hankkeen laajuudesta ja toteutusmuodosta. Hyvin suunniteltu on tae, että kohde valmistuu toivotulla tavalla ilman suurempia virheitä. Taloteknisissä suunnitelmissa ja toteutuksissa on oma vaihejärjestys ja eri osapuolet eri vaiheessa.

2.1 Tarveselvitys

Ensimmäinen vaihe on tarveselvitys, jossa puntaroidaan, onko hanke riittäväksi tarpeellinen, jotta voidaan edetä hankkeen toteutukseen. Tarveselvitys sisältää hankkeen kustannusarvion, koon, vaatimukset, toteutusvaihtoehdot ja ajankohdan. (ST 41.10. 2017, 3).

Tarveselvityksen koko määräytyy hankkeen koon perusteella. Vaikka kyseessä olisi pieni korjaustyö, niin ei tarveselvitystä kannata jättää tekemättä, kun taas iso kohde vaatii pakosti monimutkaisen ja laajan selvityksen.

2.2 Hanke- ja ehdotussuunnittelu

Tarveselvityksen jälkeen siirrytään hankesuunnitteluun. Hankesuunnittelussa asetetaan tilaajan toiveiden mukaan kohteen tavoitteet, laatu, aikataulu ja ylläpito. Rakennushankkeeseen liitetään hankkeen laajuuden, resurssien ja vaativuuden perusteella tarvittavat suunnittelijat. Hankesuunnitelman perusteella tilaaja voi tehdä investointipäätöksen. (ST 41.10. 2017, 4).

Ehdotussuunnitelma laaditaan hankesuunnitelman pohjalta. Ehdotussuunnittelussa laaditaan vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut asetettujen tavoitteiden täyttämiseksi. Rakennesuunnittelija laatii vaihtoehtoisia ehdotussuunnitelmia suunnittelutehtävän ratkaisemiseksi. Lisäksi rakennesuunnittelija varmistaa osaltaan, että valittava ehdotus täyttää hankkeelle asetetut tavoitteet. Ehdotussuunnitelmista on selvittävä riittävän laajasti mahdolliset ratkaisut hankkeelle, mistä valitaan paras vaihtoehto. (ST 41.10. 2017, 9–14).

2.3 Yleis- ja toteutussuunnittelu

Hankesuunnitelman pohjalta tehdystä ehdotussuunnitelmasta päästään kehittämään yleissuunnitelmaa. Yleissuunnitteluvaiheessa päätetään lopulliset ratkaisutavat, mitä ei enää suositella muutettaviksi, sillä se hankaloittaa hankkeen etenemistä. Yleissuunnittelusta syntyvien asiakirjojen avulla pystytään hakemaan rakennuslupa. (Valtioneuvoston kanslia, s.a.)

Toteutussuunnittelu jakautuu kahteen vaiheeseen, joiden tuloksina ovat hankintoja palvelevat suunnitelmat ja toteutusta palvelevat suunnitelmat. Hankintoja palveleva suunnittelukokonaisuus tehdään siinä laajuudessa ja sillä tarkkuudella, että kohteen ja rakennusosien laajuus, määrät, työtavat ja laatutaso voidaan määrittää toteutuskustannusten edellyttämällä tarkkuudella. (ST 41.10. 2017, 18).

Hankintoja palvelevien suunnitelmien avulla pystytään tekemään urakkalaskentaa tarvittavat suunnitelmat ja sitä kautta aloittamaan kilpailutus eri urakoitsijoiden kesken. Toteutusta palvelevat suunnitelmien pohjalta pystytään lähteä toteuttamaan hanketta rakennusvaiheessa. Esim. kaapelointi- ja sähköpistekuvat, mistä työ voidaan toteuttaa siinä työvaiheessa. (ST 41.10. 2017, 21).

2.4 Rakentamisen valmistelu ja rakentaminen

Rakentamisvaiheessa rakennetaan suunniteltu kohde toteutussuunnitelmien mukaisesti. Tilaaja varmistaa, että rakentamisen valmisteluun tulee olla varattu riittävästi aikaa urakoitsijan puolelta, sekä suunnittelija varmistaa, että kohde toteutetaan sopimusten mukaan, tavoitteet saavutetaan ja tarvittaessa muutostöiden myötä suunnitelmat päivitetään ajan tasalle. (ST 41.10. 2017, 26–27).

2.5 Käyttöönotto ja tarkastukset

Ennen käyttöönottoa on testattava, että kaikki järjestelmät toimivat suunnitelmien mukaisesti oikein. Muutokset kirjataan ja lopulliset piirustukset

luovutetaan. Urakoitsija varmistaa käyttöönotossa järjestelmien toiminnan ja antaa käyttöönotonpastuksen tilaajalle.

Sähköasennuksissa on suoritettava tarvittavat käyttöönottomittaukset ja siitä mittauspöytäkirja. Tarkastuksessa tehdään silmämääräinen tarkastus ja erilaisia mittauksia ja testauksia. Mittauspöytäkirja luovutetaan tilaajalle. Käyttöönottomittaukset saa suorittaa vain sähköalan ammattihenkilö.

Yli 35A:n pääsulakkeiltaan oleville sähkölaitteistoille ja paritalosta suuremmille asuinrakennuksille on suoritettava käyttöönottotarkastuksen lisäksi varmennustarkastus. Sähköurakoitsijan tulee huolehtia, että varmennustarkastus tehdään. Sähköurakoitsijan laiminlyödessä velvollisuutensa tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia varmennustarkastuksesta. Varmennustarkastus saa tehdä vain virallisesti valtuutettu tarkastaja tai tarkastuslaitos. Luokan 1 ja 2 laitteistojen varmennustarkastus on tehtävä viimeistään 3 kk:n kuluessa laitteiston käyttöönotosta. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, s.a.)

2.6 Takuu aika

Takuuajana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet. Oli kyseessä urakoitsijan tai aliurakoitsijan tekemät virheet, on urakoitsija velvollinen korjaamana ne.

Jos urakkasopimuksessa ei ole muuta määritetty takuuajalle, on se kaksi vuotta. Takuu koskee myös lisä- ja muutostöitä. Sähköurakoinnissa noudatetaan Rakennusurakan yleisiä YSE 1998 sopimusehtoja. Niissä takuu aika on kaksi vuotta rakennuskohteen luovutuksesta laskettuna. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, s.a.)

3 TIETOMALLINTAMINEN

80-luvulla suunnitelmat piirrettiin vielä paperille ja pienoismalleja rakennettiin, mitä hyödyntäen pystyttiin hahmottamaan rakennuksen rakennetta ja kokoa.

90-luvun alussa tietokonepohjaiset suunnitteluohjelmat alkoivat yleistyä, jolloin suunnitelmien teko alkoi keskittyä yhä enemmän tietokoneella tehtäväksi. 2000-luvulla ohjelmistoilla pystyttiin toteuttamaan 3D-kuvia ja tätä kautta suunta tietomallintamista kohti on ollut mahdollista kehityksen myötä.

3.1 Tietomalli ja sen edut

BIM (Building Information Model) tarkoittaa rakennuksen tietomallintamista, joka tarkoittaa kokonaisvaltaista suunnittelua ja työskentelyä projektin parissa. Tietomalli on rakennuksen pienoismalli, mitä hyödynnetään varhaisesta suunnittelusta aina kohteen rakentamiseen ja loppuun vientiin asti. Jo alkuvaiheessa projektista voidaan luoda 3D-malli, jonka avulla pystytään tarkastelemaan kaikkien osapuolien välillä lopullista kokonaisuutta ja tehdä ratkaisuja mahdollisia muutoksia tehdessä projektin aikana. Tällä tavalla suunnitelmien, yhteensovittaminen ja ymmärtäminen on helpompaa. Mallinnus kattaa vain osan kohteiden suunnittelutyöstä, sen rinnalla tuotetaan yhä myös perinteisiä dokumentteja, joita nämä tietomallivaatimukset eivät käsittele. (Kippola 2021.)

Tietomallintamisen etuna projektiin saadaan tehokkuutta alusta loppuun viemisessä, parantaa turvallisuutta rakentamisen aikana ja rakentamisen laatu on parempaa. Suunnitelmia pystytään vertaamaan ohjelmistolla, jolloin välttyään etukäteen työmaalla ilmeneviltä törmäyskohdilta ennen rakennustyön aloitusta. Turhien työvaiheiden ja kalliiden virheiden teolta säästytään, kun pystytään käyttämään ohjelmistoa apuna. (YTV2012 osa 1. 2012.)

3.2 Tietomallien käyttömahdollisuuksia työmaalla

Rakentamisessa tarvitaan eri suunnittelualojen tietomalleja toteutuksen lähtötietoina ja pohjana tuotannon mallinnukselle. Rakennusliike pystyy hyödyntämään tietomallin informaatiota kustannus- ja määrälaskentaa tehdessä, Työjärjestyksen suunnittelussa, työkohteen perehdyttämisessä ja vertaillen eri suunnittelumalleja tehdessään asennusjärjestystä. Tietomalli ja suunnitelmat kulkevat helposti mukana tabletissa työmaalla liikkeessa. Urakoitsijan kannalta tietomallien tulee olla teknisesti oikein, suunnittelijan tarkastamia ja sovitettu yhteen muiden suunnittelualojen kanssa (Jäväjä. & Lehtoviita. 2016, 56–57.)

4 AUTOCAD JA MAGICAD

AutoCad on suunnitteluohjelma, jolla pystytään tekemään sähkö-, LVI- ja arkkitehtisuunnitelmia. Sen ensimmäinen versio julkaistiin 1982 Autodeskin toimesta. Progmanin ja Autodeskin yhteistyöllä Magicad for Autocadin ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1998. MagiCad kattaa työkalut LVI- ja sähköjärjestelmien suunnitteluun ja piirtämiseen. MagiCad electrical on sovellus, joka toimii AutoCadin pohjalta ja sitä hyödynnetään, kun toteutetaan pieniä tai suuria sähkö-, valaisin-, tele- ja datajärjestelmä suunnitelmia rakennuskohteisiin. Suunnitelmia pystytään toteuttamaan joko 2D- tai 3D-malleina.

Ohjelmana MagiCad soveltuu tietomallipohjaiseen sähkösuunnitteluun, joten sillä pystytään avaamaan standarditiedostomuodot, mitä suunnittelualalla käytetään: IFC, PDF, DXF ja DWG. Omien symbolien suunnittelu ja piirto, oikosulku-, teho- ja jännitealenemalaskemat, keskuskaavioiden suunnittelu sekä kaapelinmitoitukset onnistuu MagiCadilla. Valtaosa valmiista tuotteista sijaitsee MagiCadissa BIM-objektitietokannassa sisältäen objektin tarvittavat tarkat mitat ja tekniset tuotetiedot 2D- ja 3D-muodossa. Tuotetiedot tulevat suoraan yli 200 kansainväliseltä valmistajilta ja yli miljoonan objektin tietokannasta on helppo löytää tarvittava LVIS-tuote oman projektin loppuun vientiin vaivatta.

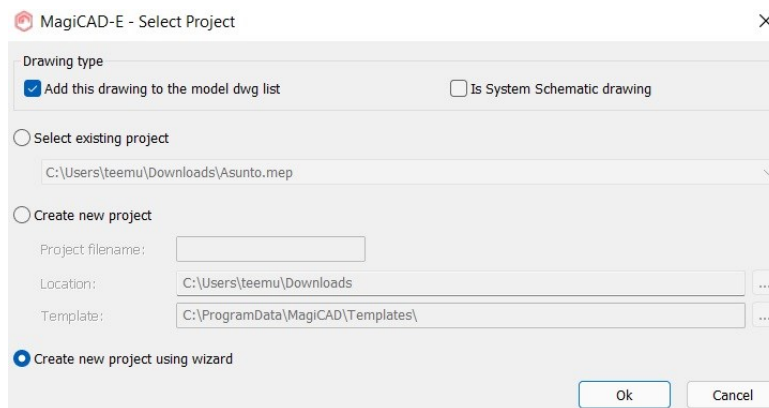
MagiCad:illä suunnittelu perustuu omiin projektitiedostoihin. Ennen kun kuvaa pystytään piirtämään, on se lisättävä projektin tiedostoon. Projektitiedoston tiedostomuotoa kutsutaan mep-tiedostoksi, joka sisältää kaiken tiedon projektista ja asetuksista. Valmiiksi täytettyjä projektitiedostoja MagiCad-ohjelmasta löytyy, ja niihin on helppo lisätä ja päivittää haluttuja tietoja esim. layerit, piirustuksen viivatyytit, värin jne. Mep-tiedostoa suoraan avaamalla ei pystytä projektia muokkaamaan, ja sen avaaminen on hankalaa. Muokkaus tapahtuu aina siihen liitettyjen dwg-kuvien kautta.

Piirustusten ja rakennusprojektiin liittyvien dokumenttien tarkoituksena on esittää kaikki tarvittava tieto, millä onnistutaan viemään hanke loppuun asti onnistuneesti. Tilaaja asettaa tarvittavat vaatimukset, ja niiden mukaan toimitaan alkusuunnittelusta asti hankkeen valmistumiseen saakka.

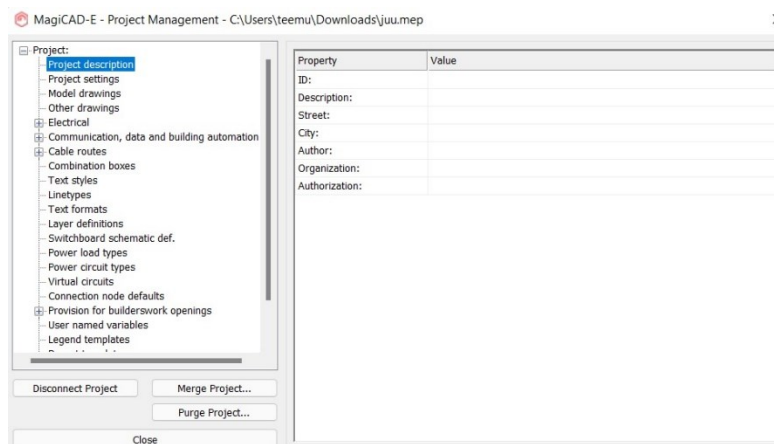
5 SÄHKÖSUUNNITELMAN TOTEUTUS

5.1 Projektin luonti

Ennen kun sähkösuunnitelma voidaan aloittaa, pitää kohteelle tehdä oma projekti Magicadiin. Ohjelma ilmoittaa heti, jos yritetään piirtää pohjakuvaan symboleja, että projekti on luotava ensin. Ensimmäinen kuvan avattua valitaan MagiCad electricalin ylävalikosta Project ja luodaan uusi projekti. Tein projektin project wizardin kautta (kuva 1), ja tämän jälkeen pääsee Project management -valikkoon määrittämään tarkempia tietoja työhön liittyen (kuva 2). Toisen kuvan liittäminen samaan projektiin tapahtuu saman valikon kautta (kuva 1). Kuva liitetään jo olemassa olevaan projektiin. Tein oman kansion projektilleni, johon kaikki siihen liittyvä tallennettiin. Jatkossa kaikki projektiin lisättävät ka-
lusteet, kaapelit ja valaisimet pystytään lisäämään projektivalikon kautta.



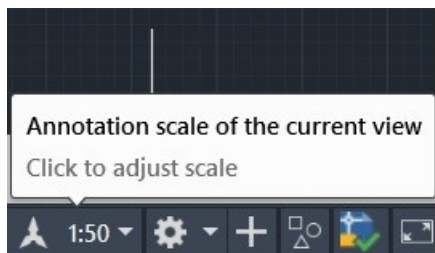
Kuva 1. Projektin luonti ja lisäkuvien liittäminen projektiin



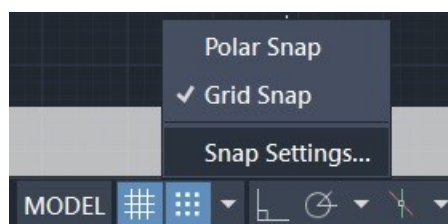
Kuva 2. Projektin tarkempien tietojen määrittäminen

5.2 Mittasuhteet

Kun pohjakuvat saadaan, niin pitää niistä katsoa mittasuhte ja muuttaa sama suhde kuvaan (kuva 3). Määritetään snap settings -valikosta oikeat kohdistus ja ruudukko (kuva 4). Kohdistuksena olen käyttänyt $x=50$ ja $y=50$ ja ruudukkona $x=10$ ja $y=10$. Työpalkki sijaitsee oikealla alareunassa. Tarvittaessa kohdistus on helppo ottaa pois päältä symbolin kohdalta painamalla.



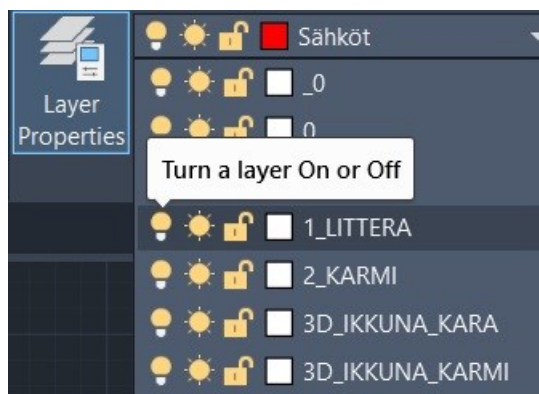
Kuva 3. mittasuhte



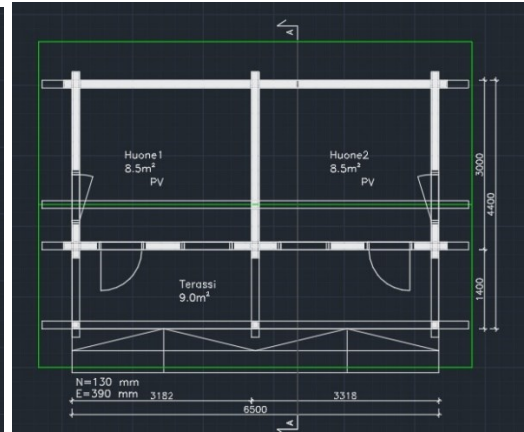
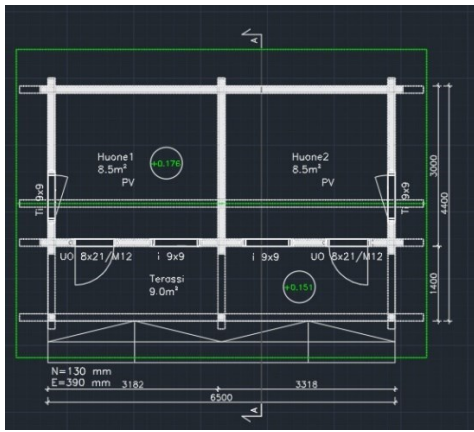
Kuva 4. Kohdistus ja ruudukko

5.3 Layerit

Layer-valikosta (kuva 5) on suositeltavaa valita pois ylimääräiset kerrokset lamppusymbolista, mitkä eivät ole oleellisia sähkösuunnitelmia tehdessä. Nämä layerit vievät turhaa tilaa, ja suunnitelmasta tulee äkkiä sekava, jos rakennukseen tulee paljon objekteja ja kaapelointia (kuvat 6 ja 7).



Kuva 5. Kerroksen päälle/pois toiminto

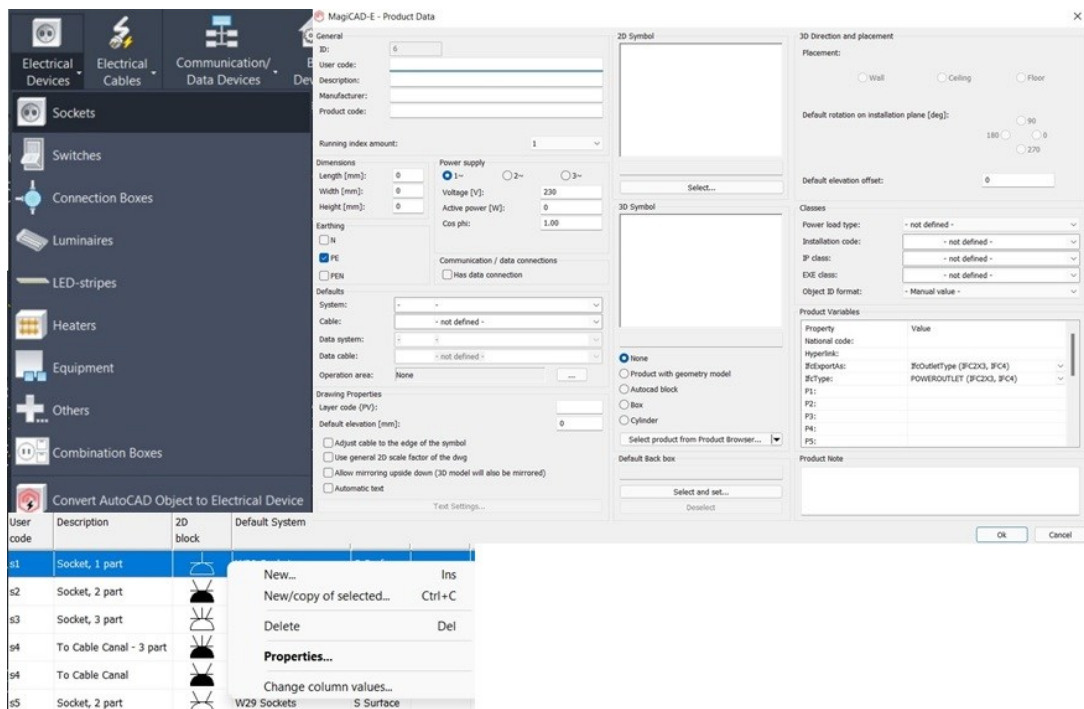


Kuva 6. Pohjakuva kaikilla kerroksilla

Kuva 7. Kerroksien karsinnan jälkeen

5.4 Kalusteet

Ylävalikosta kohdasta Electrical devices löytyy eri kalusteet suunnittelemista varten. Alkuperäisissä valikoissa kalusteita on vähän, joten joudutaan lisäämään projektiin tarvittavia kalusteita lisää, joka kalustealueelle (sockets, switches, luminaires jne.). Uuden kalusteen tietoihin pystytään syöttämään nimi, valmistaja, valmistusnumero, kaapelityyppi, asennuskorkeus, fyysiset mitat, IP-luokka, 2D-symboli jne. Tietojen syötön jälkeen painetaan ok, ja kaluste on valmiina käytettäväksi projektissa (kuva 8).

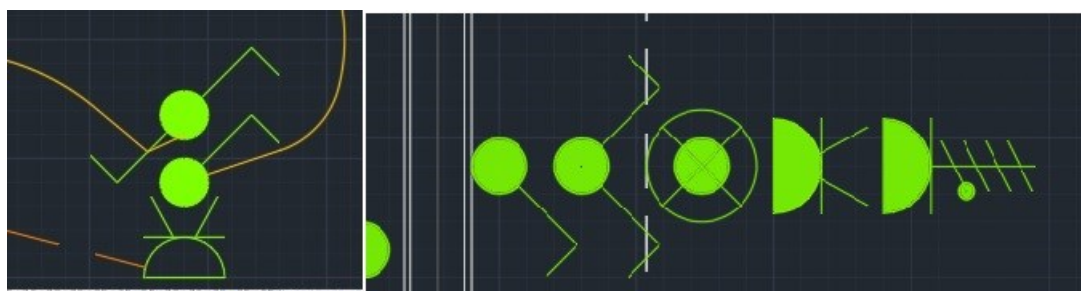


Kuva 8. Kalusteet ja uuden luonti

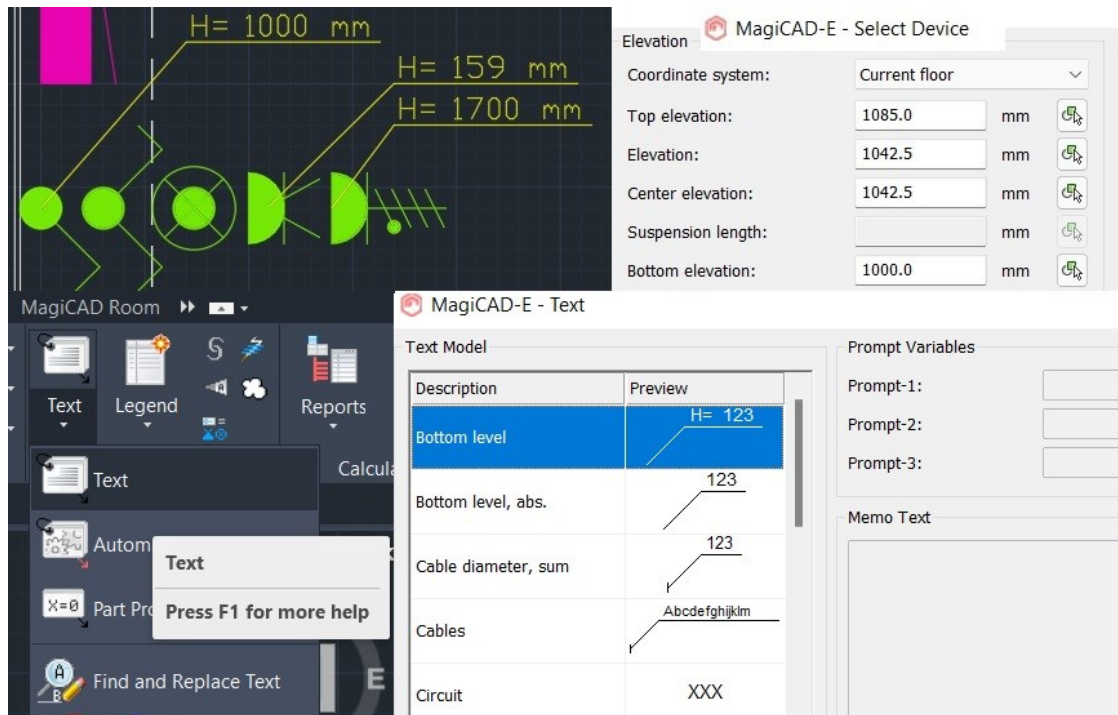
Suosittelen aloittamaan kalusteiden piirtämisen alimmaisista kalusteista.

Yleensä pistorasiat sijoitetaan alimmaisiksi, joten ne piirretään lähimmäksi seinää sähkösuunnitelmassa. Tämän jälkeen yleensä järjestys korkeammalle on kytkimet, säätimet ja seinävalaisimet (kuva 9). Samaan kohtaan runsaasti tulevien kalusteiden koron tulkitsemisen helpottamiseksi voidaan lisätä korko-merkintä. Ennen tekstin lisäämistä on varmistettava, että kalusteelle on määritetty Bottom elevation haluttuun arvoon Select device -valikosta, muuten arvo on aina nolla. Koron lisäys tapahtuu Text-ylävalikon kautta. Valitaan Text-nappi, tässä tapauksessa Bottom level, ok ja painetaan halutun kalusteen kohdalla, jolloin korko ilmestyy (kuva 10). Symbolin kääntö pikatoiminnolla tapahtuu painamalla piirtäessä q-näppäintä. Jos kohteessa valaisimia on reilusti eri malleja, kannattaa tehdä erillinen valaisinluettelo. Pienemmissä suunnitelmissa voidaan suunnitelman kirjoittaa suoraan sivuun valaisinmallit, jolloin valaisinluettelolle ei ole tarvetta.

Valaisimia valittaessa on syytä huomioida suositeltavat valaistusvoimakkuudet (lx). Eri tiloihin on omat suositukset valaistusvoimakkuudelle. Esim. keittiö, työtasot, työhuoneet, lukuvalaistus missä työvalaistus on oltava hyvä, on suositus 300–500 lx, kun taas käytävien, varastojen, makuuhuoneiden jne. suositus on puolet pienempi. Valaistusvoimakkuustaulukkoja on eri valaistusvalmistajien sivuilla helposti saatavilla helpottaen suunnittelua. Valaistussuunnitelmaan teko on myös olemassa omia suunnitteluohjelmia, kuten esim. suosittu ilmainen DIALux.



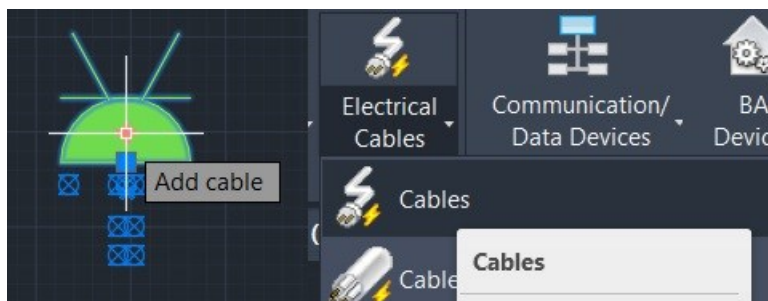
Kuva 9. Piirtämisjärjestysesimerkki seinästä päin aloitettuna



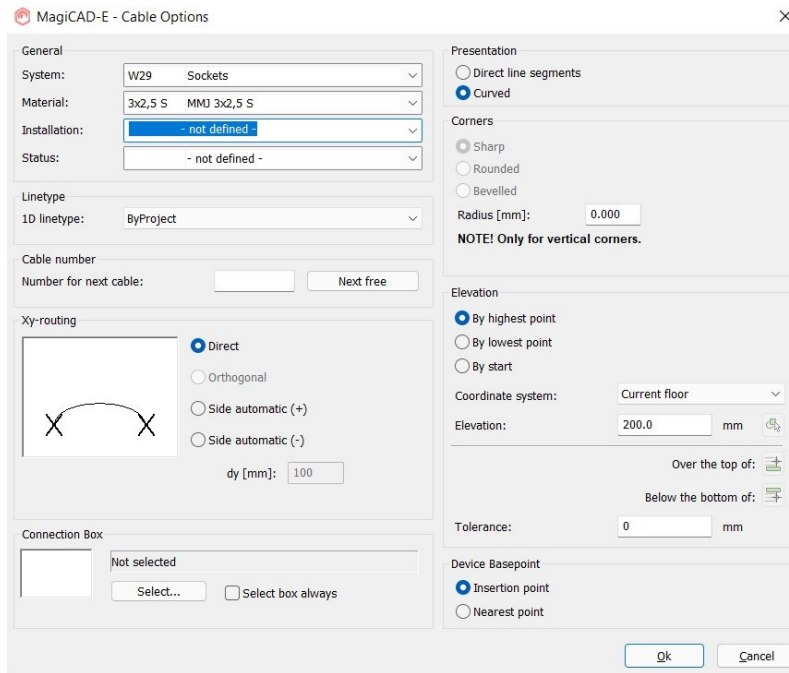
Kuva 10. Koron määrittäminen ja tekstin lisäys

5.5 Kaapelointi

Kaapeloinnin voi aloittaa painamalla suoraan symbolin kohdalta Add cable tai ylävalikon Electrical cables-kohdasta (kuva 11). Ensimmäisellä kerralla kaapelia piirtäessä avautuu cables option (kuva 12). Valikossa määritellään kaapelityyppi, ryhmätyyppi, piirtotyyli, korko jne. Jatkossa valikon saa auki aloittamalla kaapeloinnin piirtämisen ja painamalla O-näppäintä. Kaapeleiden koot on mitoittettava aina liittymän oikosulkuvirran mukaan, jotta suojaukset toimivat vaaditulla tavalla. Oikosulkuvirta on varmistettava liittymän toimittajalta.

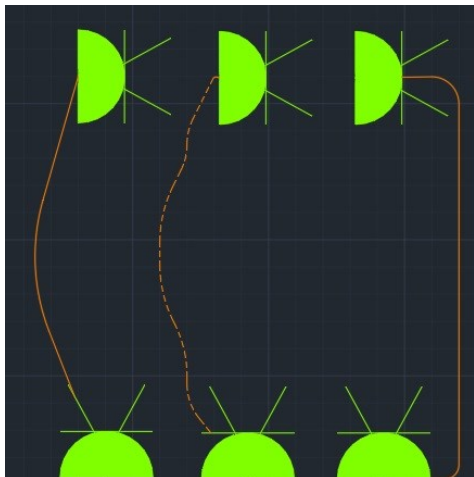


Kuva 11. Kaapelin piirtäminen

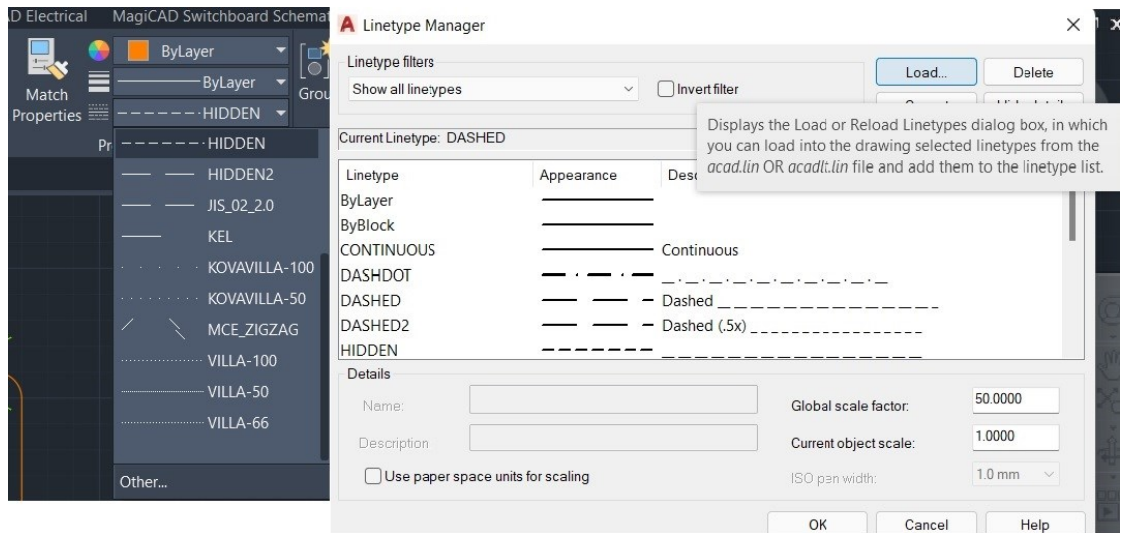


Kuva 12. Kaapelin tietojen määrittäminen

Valtaosa kaapeloinneista piirretään omakotitalossa Curved-valinta päällä ollessa. Direct line hyödynnetään, kun kaapelia piirretään esim. kaapelihyllylle, valaisinriipustuskiskoon tai pinta-asennuksiin. Direct line kaapelointi helpottuu valitsemalla Orthomoden päälle ja Snap pois alavalikosta. Maassa, lattiavälissä ja lattiarakenteissa kulkevia kaapeleita piirtäessä kaapeli on katkoviivalla piirretty suunnitelmissa (kuva 13). Katkoviivavaihtoehdot löytyvät ByLayer-valikosta. Lisäämällä lisää vaihtoehtoja valikkoon mennään alimpaan Other-valikkoon ja valitaan Load. Löydettyä sopiva vaihtoehto voidaan se nimetä ja lisätä selitys. Tärkeintä on asettaa Global scale factor sopivaksi, jotta katkoviivat näkyvät. Liian iso tai pieni mittasuhte ei näytä selkeästi haluttua katkoviivaa. Tässä tapauksessa valittiin mittasuhteeksi 50 (kuva 14).

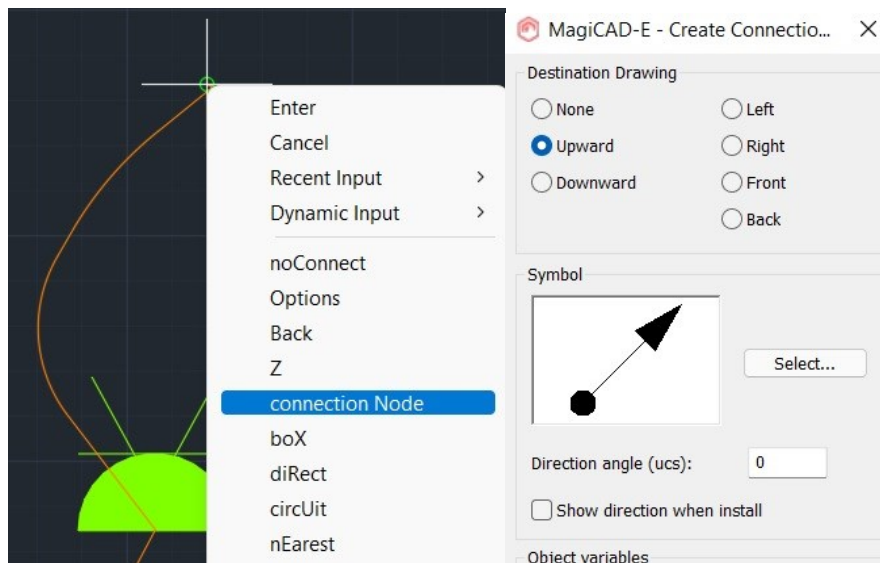


Kuva 13. Eri kaapeloinnin piirtovaihtoehdot



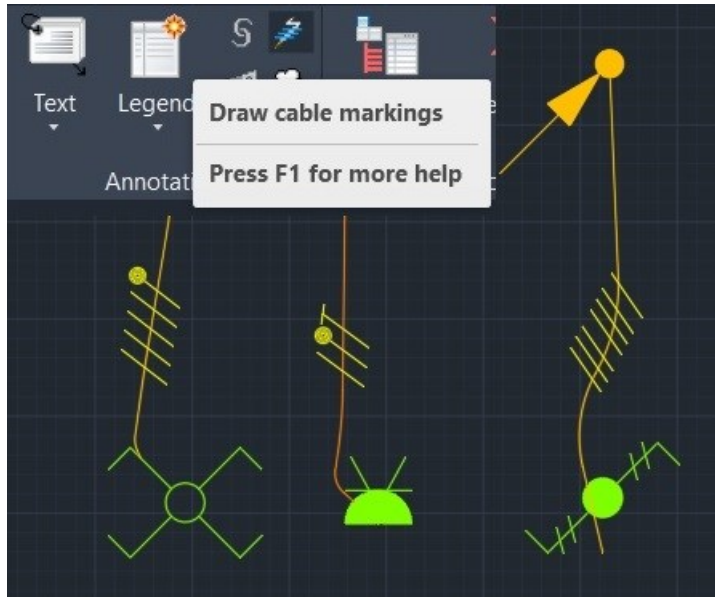
Kuva 14. Kaapelin piirtotyylin vaihto, nimeäminen ja mittasuhte

Kaapelin piirtäminen seuraavaan kerrokseen tehdään kaapelointivaiheessa painamalla hiiren oikealla ja valitsemalla Connection node (kuva 15). Show direction when install -täppä päällä pystytään asettamaan nuolen kulma.



Kuva 14. Kaapelin piirto seuraaviin kerroksiin

Kaapelimerkintöjen lisäys suunnitelmaan on hyvä apu asennustyön toteuttajan kannalta. Kaapelointityö pystytään toteuttamaan nopeasti ja selvästi ilman soveltamista. Tällä tavalla vältetään kalliilta virheiltiltä. Kaapelimerkinnän pystyy lisäämään Annotation-ylävalikosta Draw cable markings ja painamalla halutun kaapelin kohdalla toimintoa (kuva 15). Puuttuvat kaapelit pystytään lisäämään projektivalikon kautta. Suunnitelmaa tehdessä huomasiin MMO 7x1,5 S kaapelin puuttuvan, joten lisäsin sen manuaalisesti. Lisättäessä määritellään kaapelityyppi, nimi, kaapelimerkintä jne. (kuva 16).



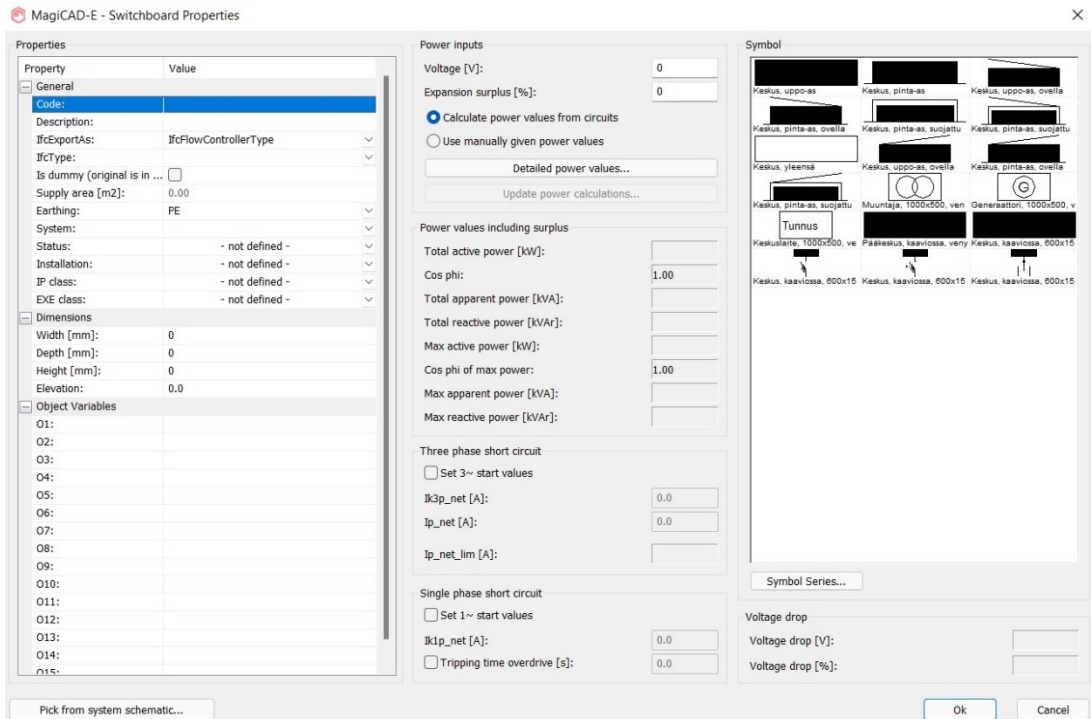
Kuva 15. Kaapelimerkinnyt helpottaa työmaalla kaapelointityön tekoa

MagiCAD-E - Project Management		226	<input checked="" type="checkbox"/>	MMJ	2x1,5 N	MMJ 2x1,5 N	33	//
Project:		227	<input checked="" type="checkbox"/>	MMJ	2x2,5 N	MMJ 2x2,5 N	33	//
Project description		228	<input checked="" type="checkbox"/>				33	//
Project settings		229	<input checked="" type="checkbox"/>				32	//
Model drawings		230	<input checked="" type="checkbox"/>				32	//
Other drawings		231	<input checked="" type="checkbox"/>				33	//
Electrical		232	<input checked="" type="checkbox"/>				33	//
Systems		233	<input checked="" type="checkbox"/>				33	//
Cables/E		234	<input checked="" type="checkbox"/>				32	//
Lighting tracks		235	<input checked="" type="checkbox"/>				32	//
Boxes								

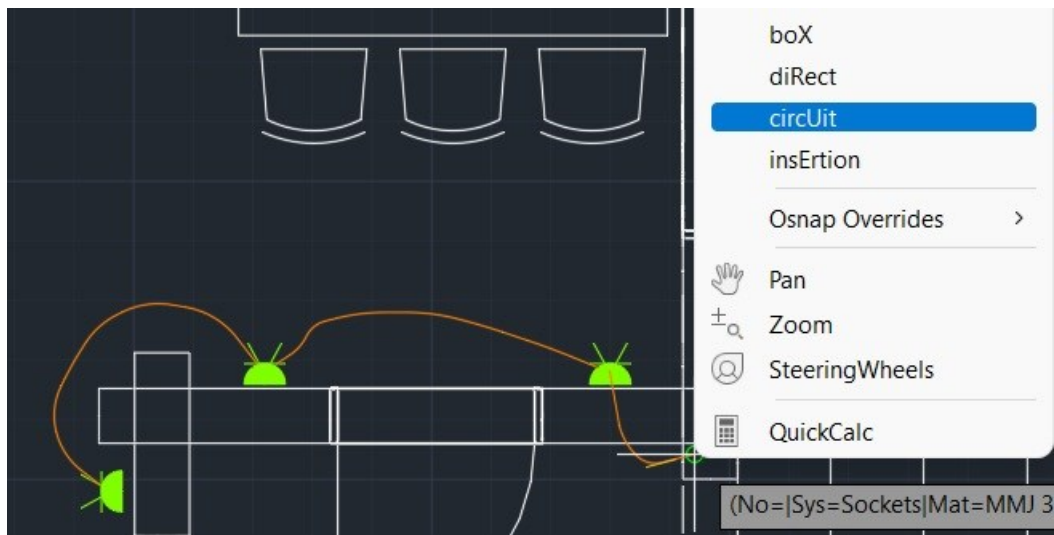
Kuva 16. Puuttuvan kaapelin lisäys projektiin

5.6 Sähkökeskus, syötöt ja vikavirtasuojaus

Valtaosiin rakennuksista suunnitellaan ryhmäkeskus. Ryhmäkeskuksen lisäys tapahtuu ylävalikon Switchboard-kohdasta. Keskuksen tietoihin voidaan lisätä sen koodi, joka voi olla sähkönumero, jolloin tekniset tiedot löytyvät helposti netistä jatkossa. Tukkurin tai keskuksen valmistajan sivulta löytyy yleensä kaikki tarvittavat tekniset tiedot. Nimeäminen, IP-luokka, asennuskorko, fyysiset mitat ja paljon muuta pystytään määrittämään ennen keskuksen piirtämistä suunnitelmaan (kuva 17). Tämän jälkeen kaapelisyöttöjä piirtäessä pystytään määrittämään syöttöasetuksista, mihin keskukseen syöttö kaapeloidaan (kuva 19). Teen ensiksi jakorasioiden ja kalusteiden väliset kaapeloinnit ja viimeisenä syötön lisäyksen. Rasiaalta kaapeloinnin aloittamalla painetaan hiiren oikea ja valitaan Circuit (kuva 18).



Kuva 17. Ennen keskuksen lisäystä suunnitelmaan lisätään tarvittavat tiedot



Kuva 18. Syötön lisäys

MagiCAD-E - Circuit Information

General

Circuit number:

Circuit type: - not defined -

Description 1:

Description 2:

Description 3:

Number of elements:

Allow to add wipeout frame

Cable

3x1,5 S MMJ 3x1,5 S

Cable number: Next free

Cable length [m]:

Use cable length measured from drawing

Worst case installation method: - not defined -

Worst case correction factor:

Protection

Family: - not defined -

Size [A]: - not defined -

Overload:

Fault current:

PD code:

L-PE tripping time [s]: - not defined -

Switchboard

-

Select... Deselect

Cable packet

Not connected Connect... Disconnect

Pick from schematic...

Power

Calculate power values from devices

Use manually given power values

Power load type: - not defined -

Active power [kW]:

Cos phi:

Apparent power [kVA]:

Total apparent current [A]:

Max active power [kW]:

Max apparent power [kVA]:

Max apparent current [A]:

Cos phi of max power:

Diversity factor:

Update power calculations...

Phases

L1 L2 L3

Earthing

N PE PEN

Short circuit calculation results

Longest load circuit branch [m]:

Use longest branch measured from drawing

Min L-PE current [A]:

Voltage drop

Voltage drop [V]:

Voltage drop [%]:

Default Schematic Symbol

Select... No symbol

Symbol

888 Kaapelityyppi
MAGI180FIN_01001 left, sis. kaapelityyppi
888 Kaapelityyppi
right, sis. kaapelityyppi MAGI180FIN_01002
888 Kaapelityyppi
left, sis. kaapelityyppi right, sis. kaapelityyppi
888888 Kaapelityyppi
MAGI180FIN_01003 left, sis. kaapelityyppi
888 Kaapelityyppi
right, sis. kaapelityyppi MAGI180FIN_01003
888 Kaapelityyppi
left, sis. kaapelityyppi right, sis. kaapelityyppi
88888888 Kaapelityyppi
MAGI180FIN_01003 left, sis. kaapelityyppi
888 Kaapelityyppi
right, sis. kaapelityyppi MAGI180FIN_01004
888 Kaapelityyppi
left, sis. kaapelityyppi right, sis. kaapelityyppi
888 Kaapelityyppi
MAGI180FIN_01005 left, sis. kaapelityyppi
888 Kaapelityyppi
right, sis. kaapelityyppi MAGI180FIN_01005
888 Kaapelityyppi
SYS

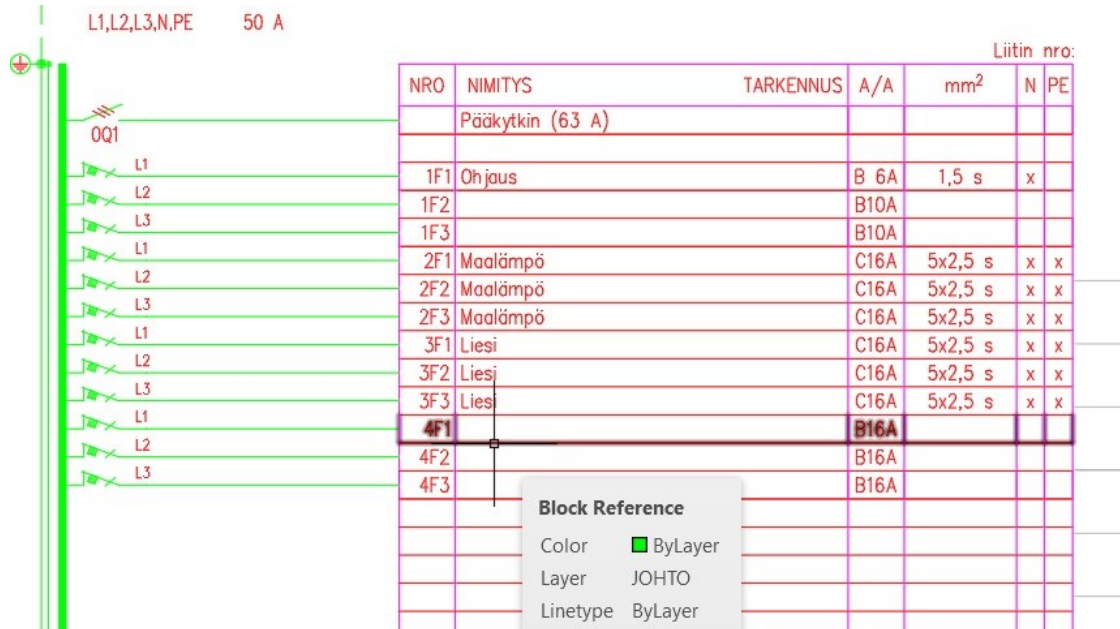
Symbol Series...

Ok Cancel

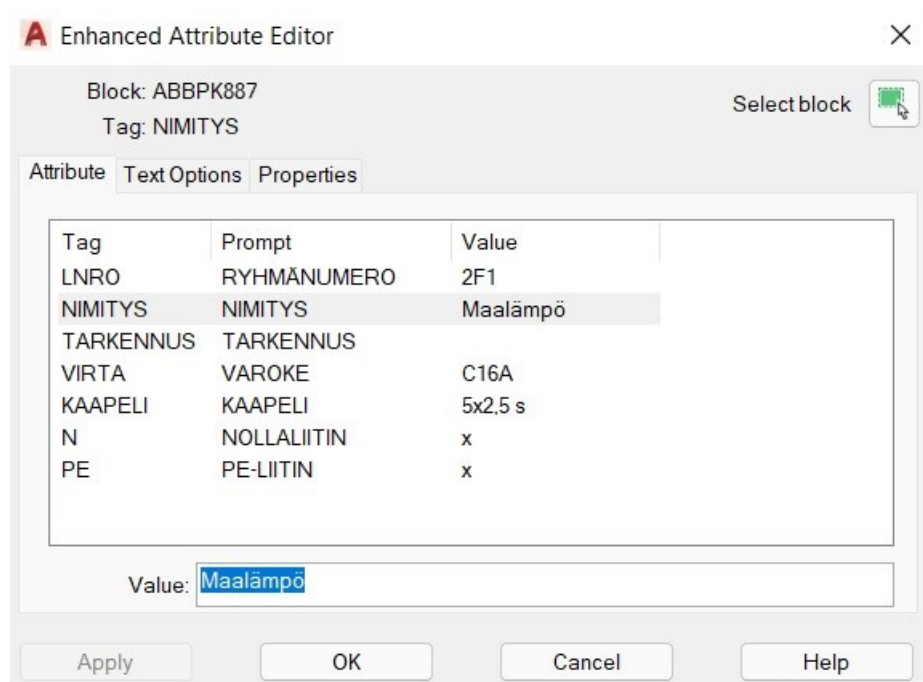
Kuva 19. Syötön tiedot ja sen liittäminen oikeaan ryhmäkeskukseen

Jos ryhmäkeskus on iso, suosittelen ensiksi täyttämään pääkaavion ryhmien numeroinnin helpottamiseksi suunnitelmaa tehdessä. Keskuksen suunnittelu tyhjästä osaa olla vaativaa ja aikaa vievää, eikä asiakas ole valmis maksamaan siitä. Valmiita keskuskohtaisia pääkaaviota on saatavilla dwg-kuvina helposti valmistajien (ABB, UTU, Ensto) sivuilta. UTU tarjoaa myös erinomaisen lämmitys, moottorilähtö ja valaistus piirikaavio valikoiman dwg-muodossa. Piirikaavion projektiin lisäyksen jälkeen pystytään ruveta muokkaamaan kaaviota. On tärkeää huomioida kuormien tasaisuus, jottei kuormiteta yhtä vaihdetta liikaa. Tällä tavalla vältetään vinokuormilta. Aloitan kaavion teon ryhmittä, jotka ei tule vikavirtasuojauksen taakse. Esim. ohjaus, maalämpö, kiuas ja liesi eivät tarvitse vikavirtasuojauksia (kuva 20). Kahdesti painamalla ryhmän kohdalta päästään sen tietoihin. Määritetään ryhmän nimi, kaapeli, johdonsuojatyyppi nolla- ja pe-liittimet (kuva 21). SFS-standardi 6000 uudistui 2017 vuoden lopussa, minkä seurauksesta on pienjännitteiset valaisinryhmät myös suojattava kaikissa tiloissa enintään 30 mA vikavirtasuojalla

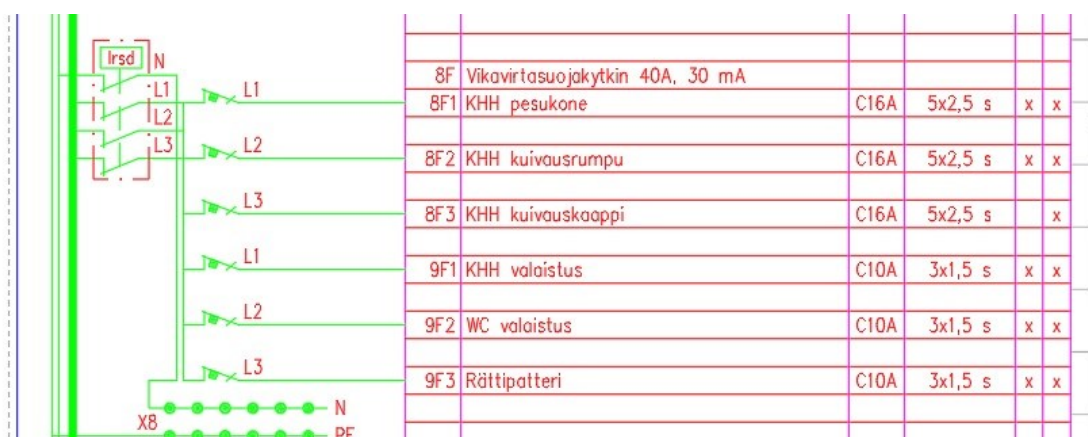
pistorasiaryhmien lisäksi. Vikavirtasuojatut ryhmät kannattaa jakaa erillisiin loogisiin ryhmiin esim. ulkopuolen ryhmät oman vikavirran taakse, kun taas kodinhoitohuoneen ja wc:n sähkölaitteet omaan vikavirtaryhmään (kuva 22).



Kuva 20. Keskuspiirikaavio esimerkkirakenne ryhmissä, missä ei ole vikavirtasuojasta



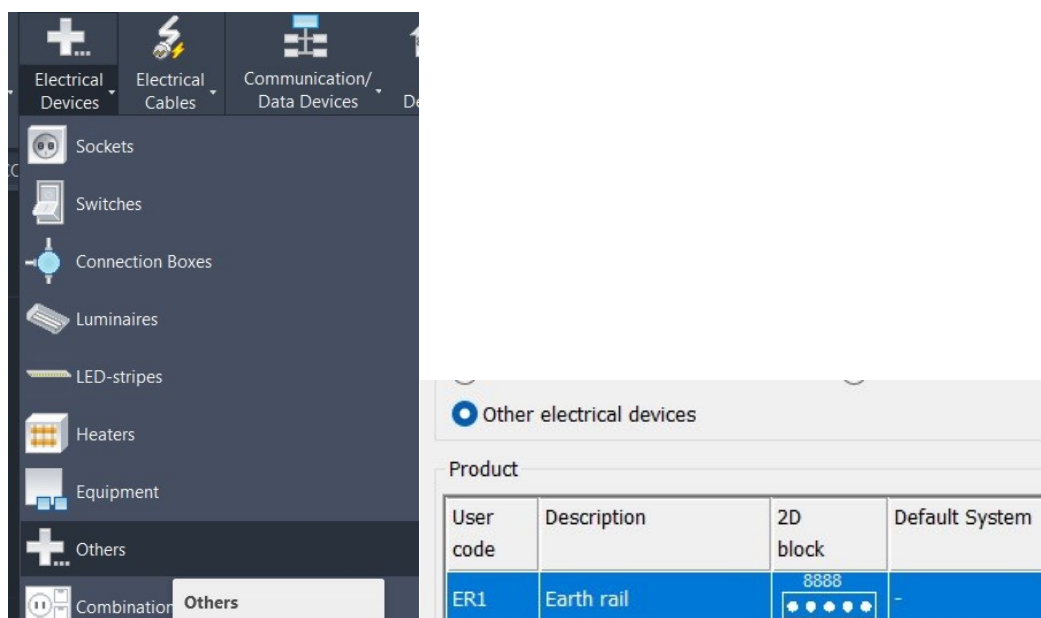
Kuva 21. Sulakeryhmän tietojen määrittäminen



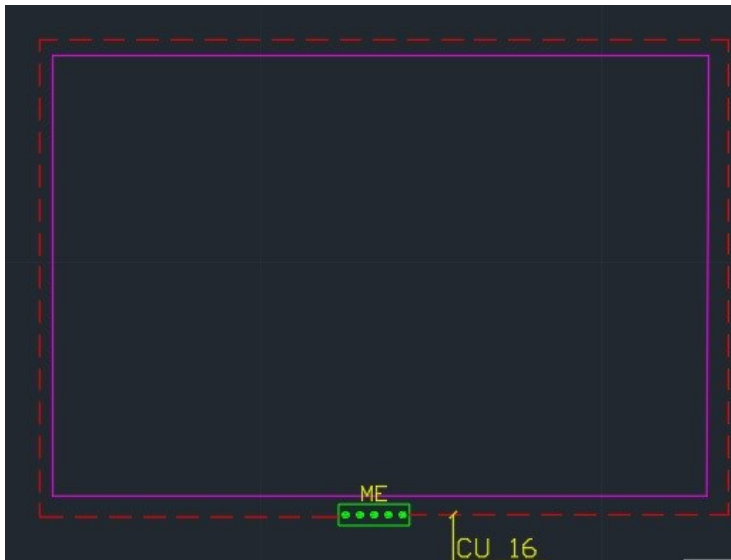
Kuva 22. Keskuspiirikaavion esimerkki rakenne ryhmissä, missä on vikavirtasuojaus

5.7 Maadoitus

Maadoituksella varmistetaan sähköasennuksien luotettava toiminta ja turvallisuus. Maadoituksella estetään vikatilanteessa kosketusjännitteen esiintyminen johtavissa osissa. Samalla parannetaan potentiaalintasausta ja häiriösuojausta. Potentiaalintasauskisko lisätään piirustukseen Electrical devices ylävalikosta Other-kohdasta (kuva 20). 16 mm² paljas kupari kiertää rakennuksen ympäri ja molemmat päät yhdistetään kiskoon. Tällä tavalla maadoitus ei kärsi, jos kupari sattuu katkeamaan väliltä poikki. Samalla perustuksen raudoituksesta otetaan kupari kiskoon (kuva 21).



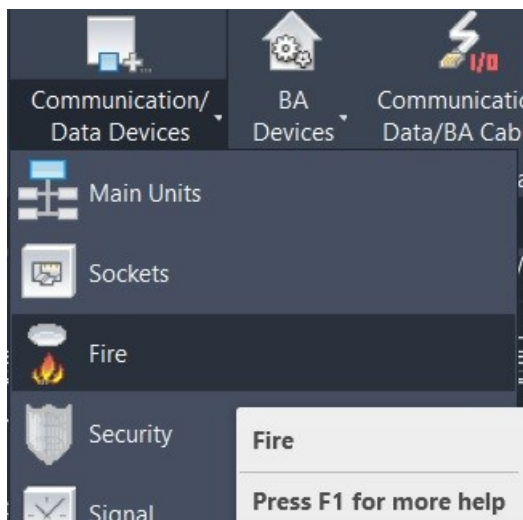
Kuva 20. Potentiaalintasauskiskon valinta suunnitelmaan



Kuva 21. Maadoituselektrodi kiertää rakennuksen ympäri

5.8 Palovaroittimet

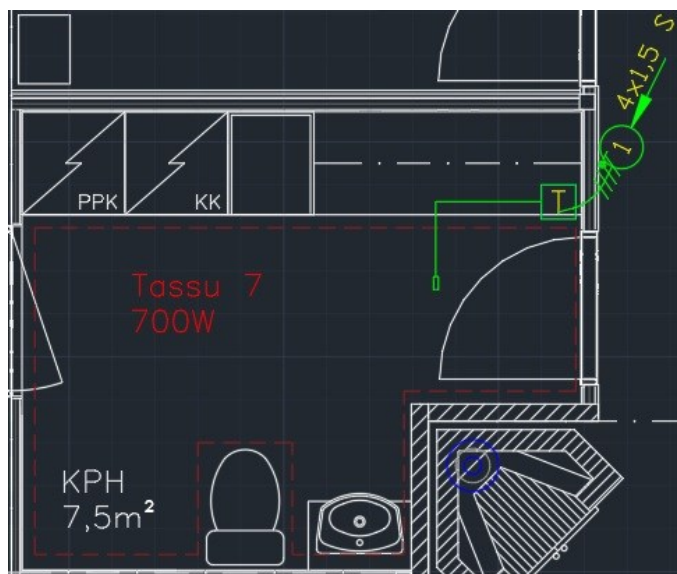
Palvaroitin on uudisrakennuksissa pakollinen. Jokaiselle alkavalle 60 neliölle on oltava yksi varoitin. Lisäsuosituksena makuuhuoneisiin omat varoittimet. Ylävalikon Communication/Data devices kohdasta Fire valitaan haluttu symboli. Kaikki varoittimet kaapeloida omana ryhmänä. Jos varoittimet on 230 v patterivarmennetut, niin kaapeloidaan ne 5x1,5 s mmj:llä, jolloin joudutaan kaapeli lisäämään projektiin datakaapeleihin Project-valikon kautta. Optinen palvaroitin suositellaan asennettavaksi olohuoneisiin ja makuuhuoneisiin. Palvaroitinta ei saa asentaa keittiöön tai alueille, joissa esiintyy luonnostaan höyryä tai savua vikahälytysten estämiseksi.



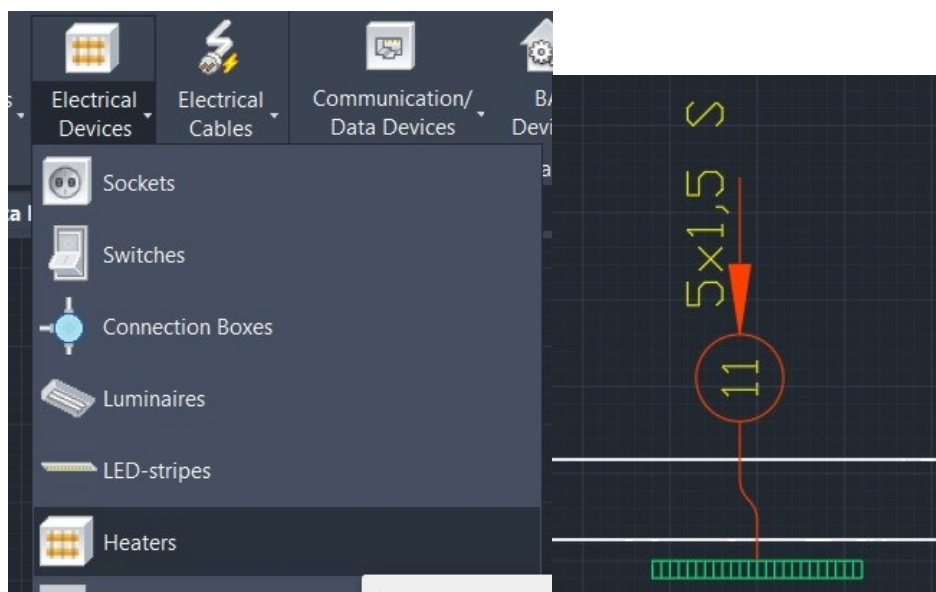
Kuva 20. Palvaroitin lisäys

5.9 Sähkölämmitys

Sähkölämmityssuunnitelmista piirretään omat kuvat, eikä niitä lisätä sähkösuunnitelmaan. Sähkölämmitteisen lattialämmitykseen omaa piirtotoimintoa ei ole MagiCadissä, vaan täytyy piirtää AutoCADin katkoviivalla alue ja sitten lisätä termostaattisymboli ylävalikon Electrical devices equipmentin kautta. Tähän laitteeseen syötetään kaikki lattialämmitystä koskeva tieto. Lattia-anturin piirto myös joudutaan lisäämään viivatoiminnolla. Samalla voidaan ilmoittaa lattialämmityskaapelin/maton valmistaja ja koko erillisellä tekstillä suunnitelmaan (kuva 21). Ylävalikon Electrical devices heater-kohdasta lisätä sähkölämmittimet. Sähkölämmittimet sijoitetaan omakotitalosuunnitelmissa ikkunoiden alle. Vaikka yksittäinen patteri olisi tilassa, niin kaapeloinnissa on huomioitava lämpötilanpudotus toiminto (kuva 22). Sama huomioitava myös lattialämmityksessä.



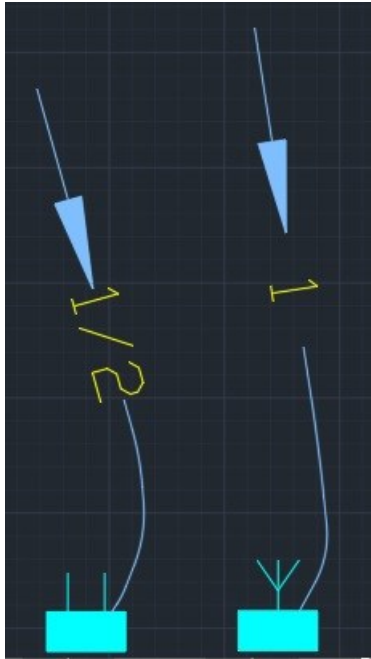
Kuva 21. Sähkölämmitteisen lattialämmityksen piirto ja termostaatti



Kuva 22. Sähkölämmittimet sijoitetaan ikkunoiden alle

5.10 Antenni- ja atk-pisteet

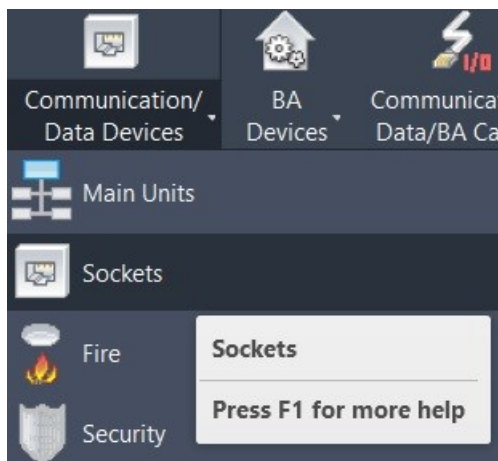
Antenni- ja atk-pisteet piirretään samaan sähkösuunnitelmaan, ja piirtämiseen voi toteuttaa eri vaihtoehtoja. Piirtotyö on suunnittelijasta kiinni, mihin on totunut. Kaapeleihin voidaan merkitä järjestysnumerot, jos kohteessa on pisteitä paljon. Tämä auttaa työmaalla kaapeleiden merkintää kaapelointivaiheessa (kuva 23). Normaalissa okt-suunnitelmassa piirretään pelkät pisteet, eivätkä syöttömerkinnät ole tarpeen (kuva 24). Jokainen datakaapeli vedetään omana syöttönä teleboxilta. Teleboxi sijaitsee ryhmäkeskuksen alapuolella yleensä. Data-ylävalikon kautta Sockets-kohdasta löytyy molemmat antenni- sekä atk-symbolit (kuva 25). Tellu 13 (antenni)- tai Cat6 (atk)- kaapelit lisätään Project-valikon kautta helposti ruksilla projektiin, jos ne puuttuvat (kuva 26).



Kuva 23. Järjestysnumerot helpottavat suuren työmaan datakaapelointia.



Kuva 24. Normaali okt-suunnitelmassa pelkät symbolit riittävät antenni- ja atk-pisteille.

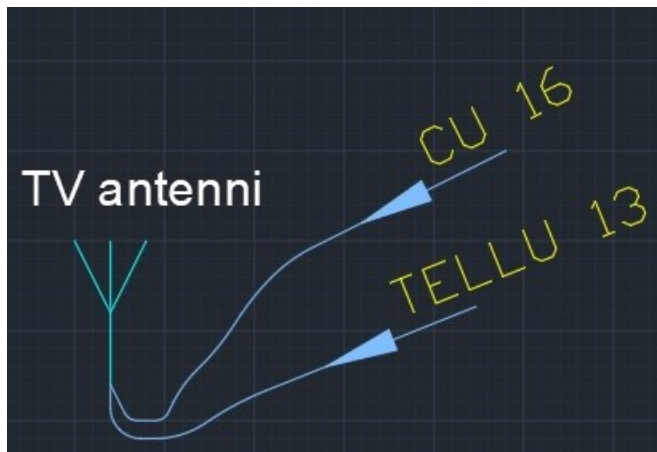


Kuva 25. Antenni- ja atk-symbolit

System	KLMA	TELLU	TELLU 3	TELLU 13	TELLU 3
45	<input type="checkbox"/>				
46	<input checked="" type="checkbox"/>				
47	<input type="checkbox"/>				

Kuva 26. Projektikansion kautta lisätään puuttuvat telekaapelit projektiin

Antenni sijoitetaan yleensä suunnitelmissa katon harjalle. Tarvittavien data-kaapelien lisäksi harjalle on vietävä ukkosenjohdatin. Minimissään ukkosenjohdatin on oltava kupari 16 mm².



Kuva 27. TV-antennin kaapelointi esimerkkimakotitalossa

6 POHDINTA

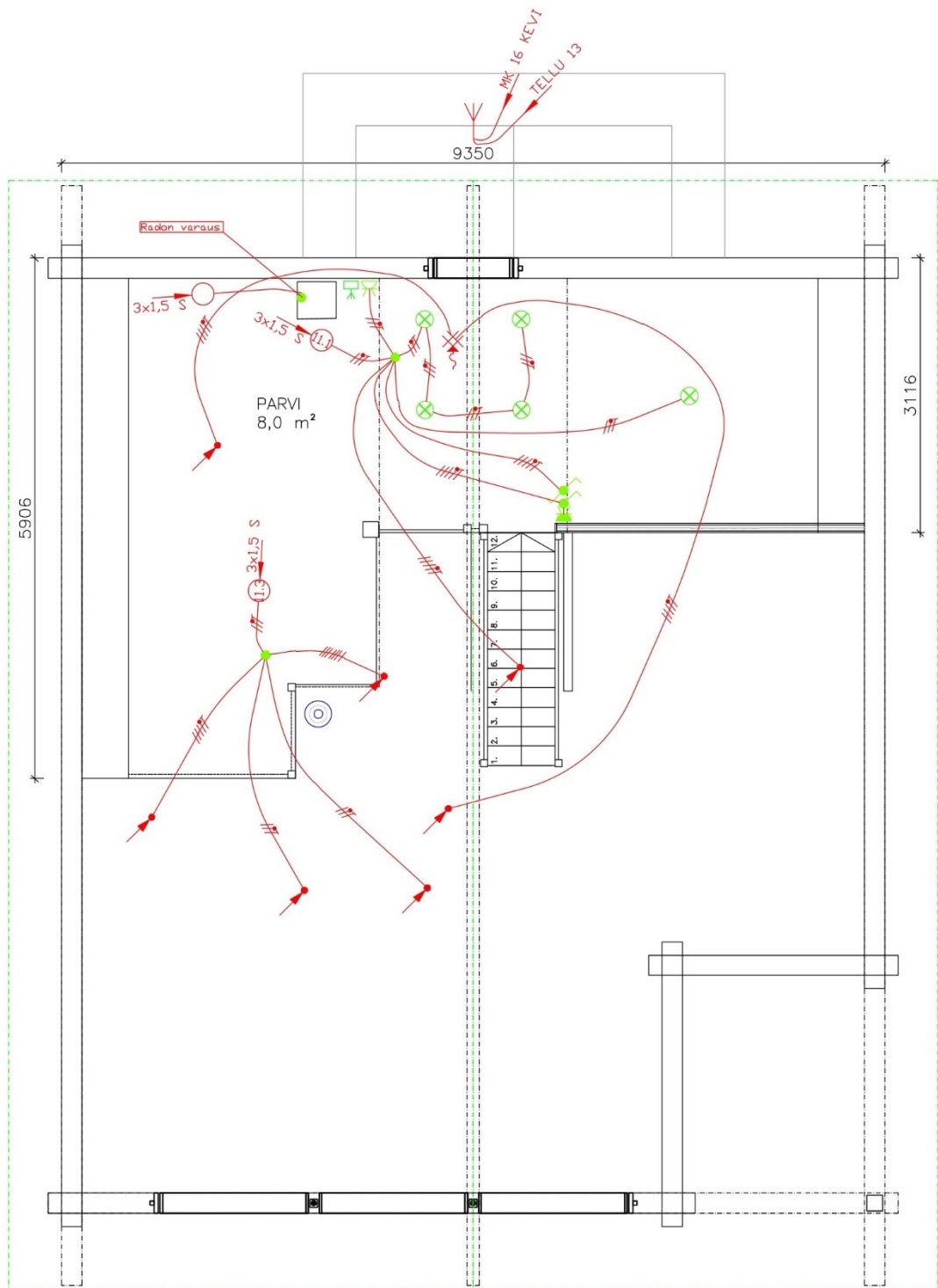
Opinnäytetyön pääasiallisena tavoitteena oli tuottaa helposti ymmärrettävät ja selkeät ohjeet MagiCAD Electrical -suunnitteluohjelman käytöstä koskien omakotitalon 2D-sähkösuunnitelmaa. Tarkastellaan tarvittavia perusasioita, mitä on huomioitava suunnitelmaa tehdessä MagiCAD Electricalin avulla, jotta rakennusvaiheessa toteutus voidaan toteuttaa sujuvasti.

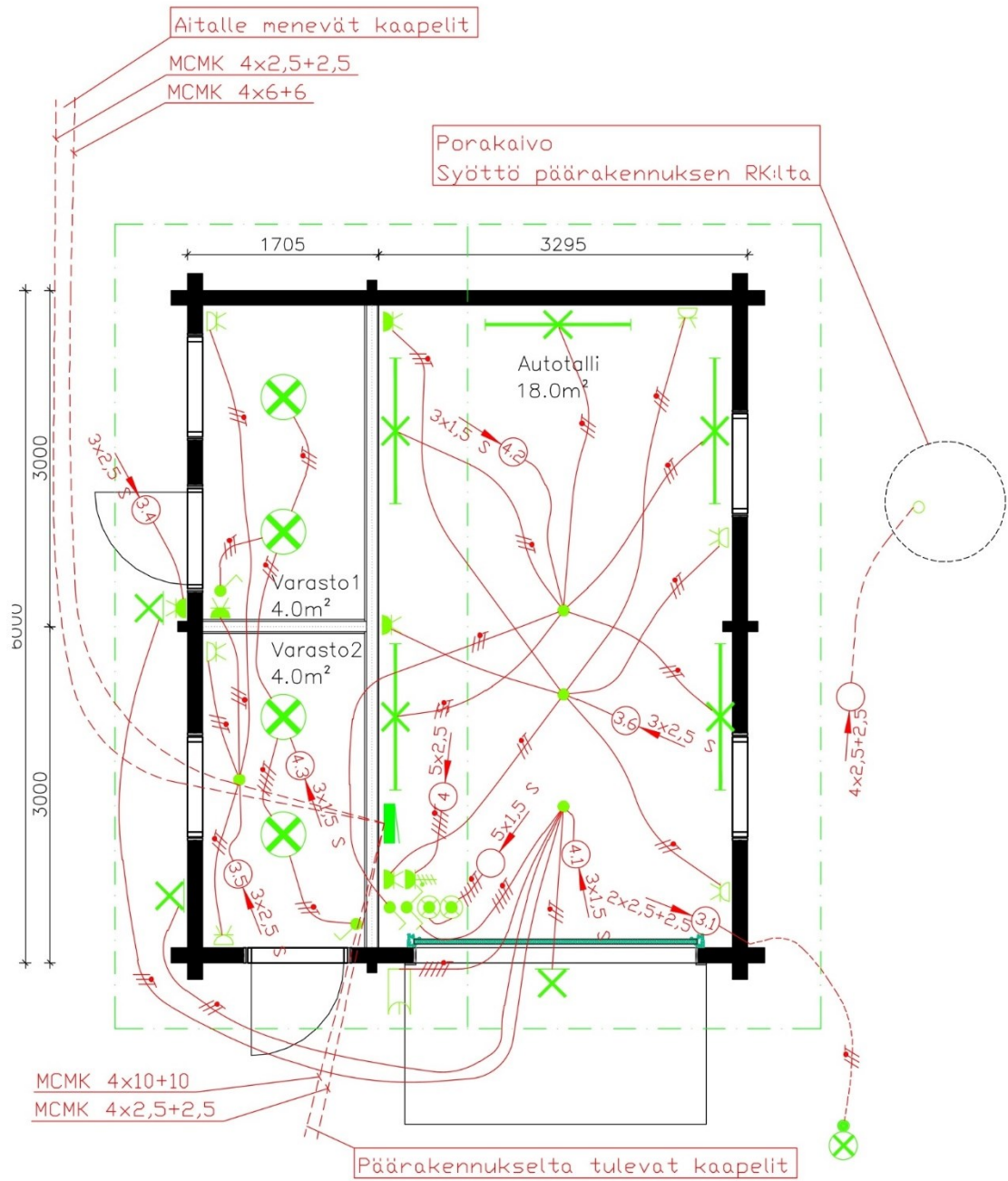
Samalla kävin hiukan läpi asioita koskien suunnittelun vaiheista rakennushankkeissa ja tietomallintamisen kehityksestä, sen hyödyntämisestä ja eduista rakennushankkeissa.

Opinnäytetyön tuloksena pyrittiin laajentaman yrityksen palvelutarjontaa tulevaisuudessa, ymmärtämään MagiCad ohjelman käyttöä suunnitelmia tehdessä ja kehittämään omaa osaamistani ja tietämystä suunnitelmia toteuttaessa.

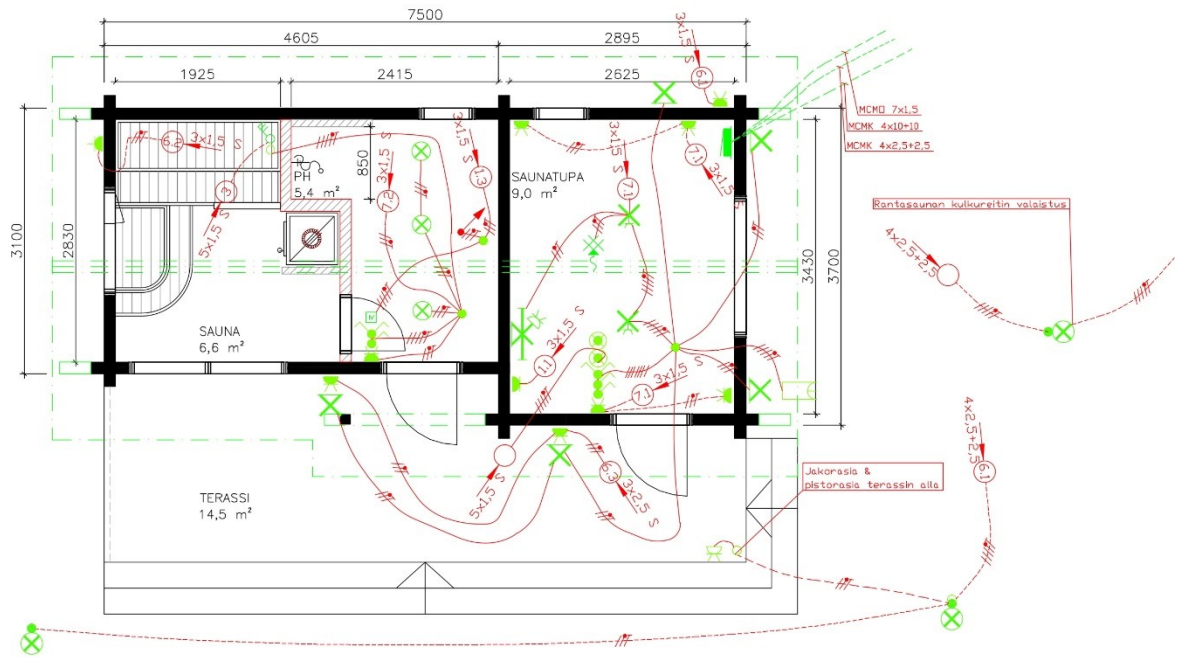
LÄHTEET

1. Kippola, A. 2021. Tietomallintaminen: Tietomallintaminen auttaa vähentämään hävikkiä koko rakennusprojektin ajalta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.wasagroup.fi/2021/03/02/tietomallintaminen-auttaa-vahentamaan-havikkia-koko-rakennusprojektin-ajalta/> [viitattu 14.4.2022].
2. YTV2012 osa 1. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset: PDF-dokumentti. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf [viitattu 15.4.2022].
3. Valtioneuvoston kanslia. s.a. Hanke- ja ehdotussuunnittelusta investointipäätökseen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tilatjaterveys.fi/toimintamalli/rakentaminen-ja-korjaaminen/rakennushankkeen-vaiheet> [viitattu 21.4.2022].
4. ST 41.10. 2017. Rakennustieto Oy. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluetelo TATE 2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/> [viitattu 27.4.2022]
6. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. s.a. Sähköasennusten käyttöönottovaiheen tarkastukset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tu-kes.fi/sahko/sahkoasennusten-kayttonottovaiheen-tarkastukset#c9ebc389> [viitattu 20.4.2022].
7. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. s.a. STUL-Takuu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.stul.fi/stul/stul-takuu/> [viitattu 21.4.2022].
8. Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy.

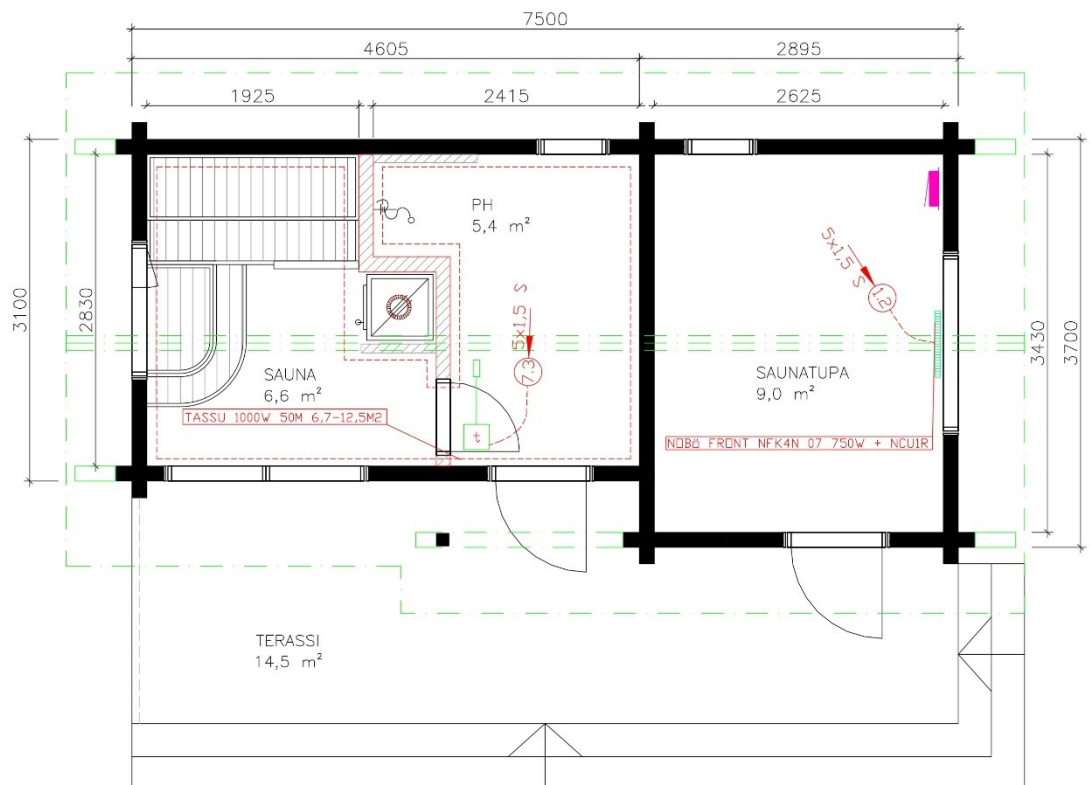


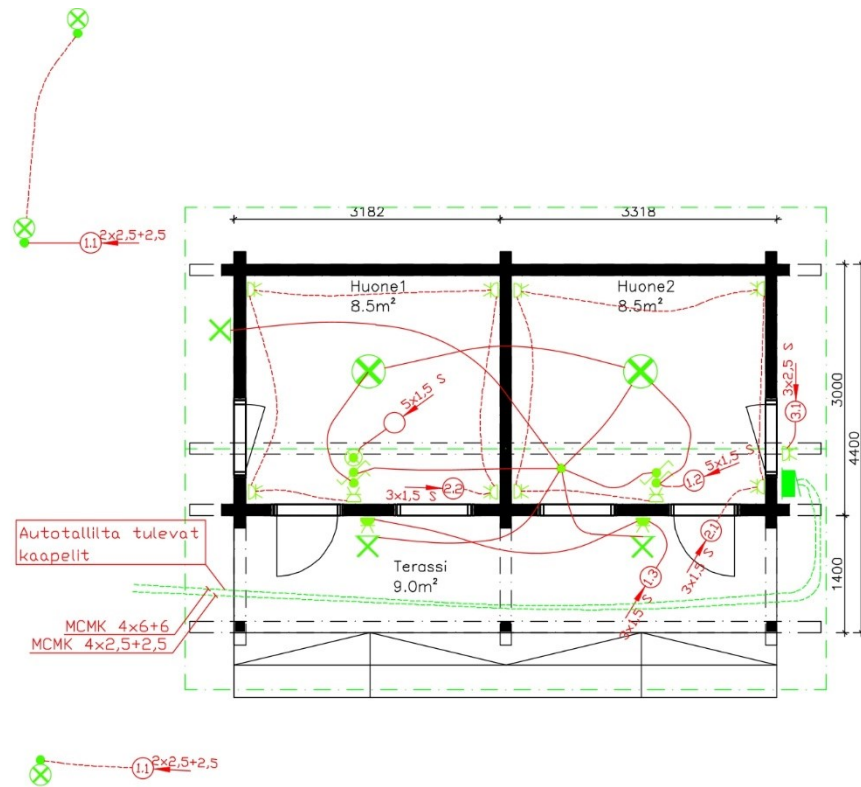


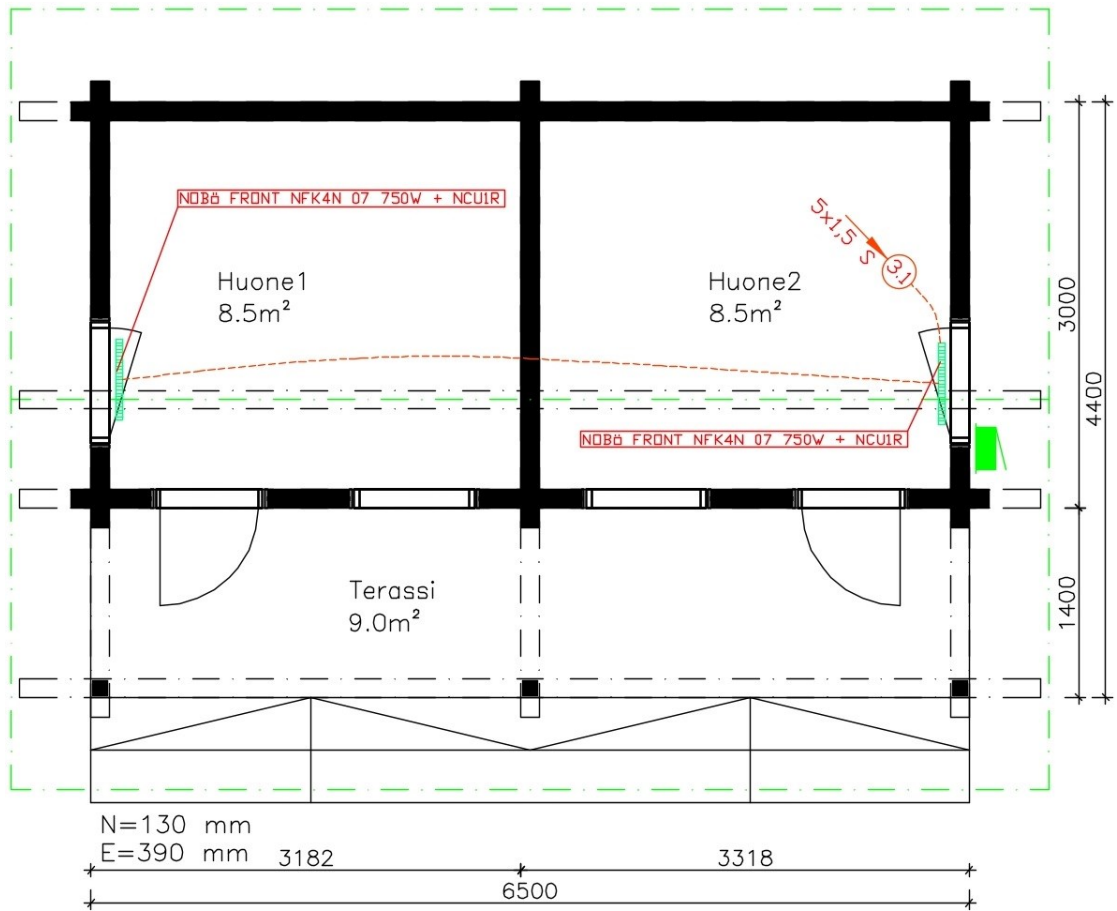
Liite 4/12



Liite 5/12







PÄÄMAADONTUSKOSKO
(Ei keskuksessa)

Antenni	MKEM 16 kavl
Suojaohdin	MK 6 kavl

Luji	RYHMÄKESKUS
Tyyppi	COMBI50-3V30J
Sähköl. nro	3310158
I _N = 50A	U _N = 400V
P _n =	P _n =
Koteloit. IP20C	Valm. vuosi

L1, L2, L3, N, PE 50 A

NRO	NIMITYS	TARKENNUS	A/A	mm ²	N	PE	Liitin nro:
Pölykytkin (63 A)							
				4x10+10	x	x	
1F1	Ohjaisuus		B 6A	1.5 s	x		
1F2	Jakotukki		B10A	3x1.5 s	x	x	
1F3	Paloh.		B10A	3x1.5 s	x	x	
2F1	Maalämpö		C16A	5x2.5 s	x	x	
2F2	Maalämpö		C16A	5x2.5 s	x	x	
2F3	Maalämpö		C16A	5x2.5 s	x	x	
3F1	Liesi		B16A	5x2.5 s	x	x	
3F2	Liesi		B16A	5x2.5 s	x	x	
3F3	Liesi		B16A	5x2.5 s	x	x	
4F1	Jääkaappi		C10A	3x1.5 s	x	x	
4F2	ILP		B16A	3x2.5 s	x	x	
4F3	Telebox		B16A	3x2.5 s	x	x	
	Autotalli		B25A	4x16+10	x	x	
	Autotalli		B25A	4x16+10	x	x	
	Autotalli		B25A	4x16+10	x	x	
	Rantasauna		B25A	4x10+10	x	x	
	Rantasauna		B25A	4x10+10	x	x	
	Rantasauna		B25A	4x10+10	x	x	
8F Virkavirtasuojakytkin 40A, 30 mA							
8F1	KHH pistor.		C16A	5x2.5 s	x	x	
8F2	KHH pistor.		C16A	5x2.5 s	x	x	
8F3	KHH pistor.		C16A	5x2.5 s	x	x	
9F1	Ulkopistor.		B16A	3x2.5 s	x	x	
9F2	KHH työpistor.		C16A	3x2.5 s	x	x	
9F3	Ulkovalistus & tekninen valistus		C10A	3x1.5 s	x	x	
10F Virkavirtasuojakytkin 40A, 30 mA							
10F1	Keltiö pistor.		C16A	3x2.5 s	x	x	
10F2	Liesit. pistor.		C16A	3x2.5 s	x	x	
10F3	APK pistor.		C16A	3x2.5 s	x	x	
11F1	Parvi		C10A	3x1.5 s	x	x	
11F2	Olohuone valistus		C10A	3x1.5 s	x	x	
11F3	Keltiö valistus		C10A	3x1.5 s	x	x	

KESKUKSEN VARATILAT	
Yhteensä	57 mod
KESKUKSEN MITAT	
Leveys :	550 mm
Korkeus :	1350 mm
Syvyys :	112 mm

Yhteistyö: 2x2-muuttolappu (30x20+2x32)
4x21+2x26mm neläköhloita
Alapöytä: 2x2-muuttolappu (30x20+2x32)
4x21+2x26mm neläköhloita
Syytti: Ahoite tai yhästis
50mm ahoite

Työ nro

Pvm. 12.4.2022

Arik. kaodi

Suunn. TK

COMBI50-3V30J-B

Tark.

KESKUS

PÄÄKAAVIO

Rakennusvaihe

RK 1

KOKOONPANOPiIRUSTUS

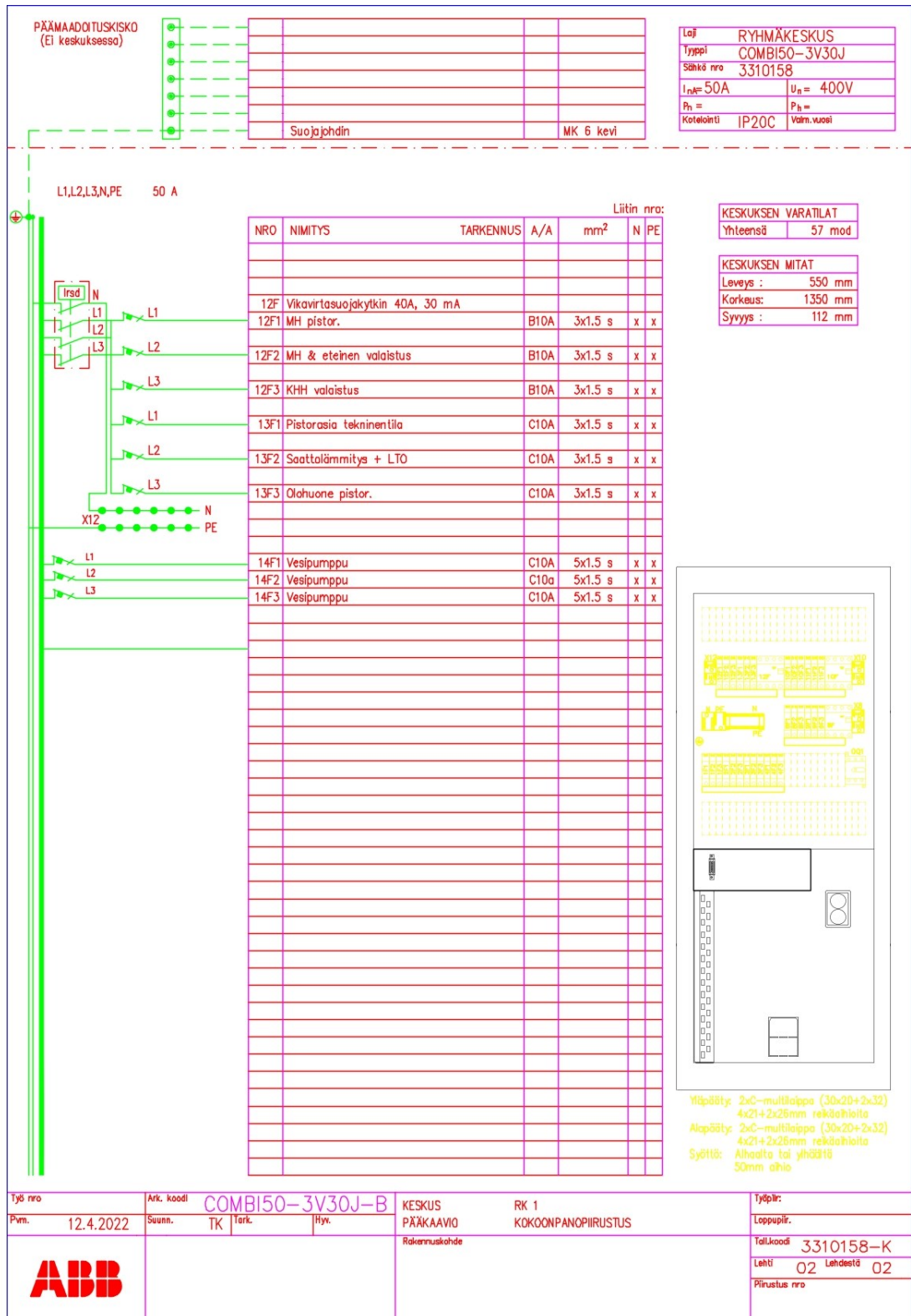
Työpöytä:

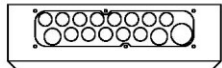
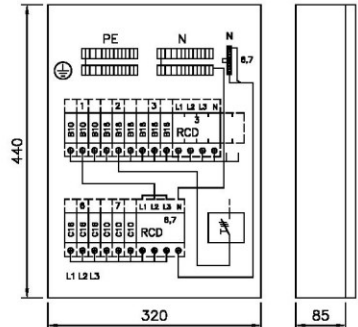
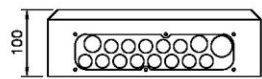
Loppupöytä:

Tuotekoodi 3310158-K

Lehti 01 Lisälehti 02

Piirustus nro



Rakennuskohteen nimi ja osoite	Keskuksen mitoitusarvot EN 61 439-1 ja EN 61 439-3		Muutos C, 12.09.2008 Vikavirtasuojaja siirretty johdonsuojajien etupuolelle ja johdonsuojajien jakoa muutettu.	
	Tyyppi EHSV 245.15 SSSL nro 33 035 15 EAN nro 64 100 33 035 155		Muutos D, 30.12.2011 Johdonsuojajien jakoa muutettu.	
Rakennusvaihtuvirtajärjestelmä	Nimellisvirta I_{nA} 25 A Nimellijännite U_n 400 V Katelointiluokka IP20C		Muutos E, 11.05.2015 Nimellisvirta 25 A	
	Liittymisteho kW Massa 7 kg			
	I_{ng} Nimellisvirta-piirit: ...25 A max. I_{cw} Oikosulkukestolausa < 10 kA 1s			
	Nimelinen tasoitus kerroin		2...3 varoketta/vaihe: 0,8 4...5 varoketta/vaihe: 0,7 6...9 varoketta/vaihe: 0,6 >10 varoketta/vaihe: 0,5	
	Nimellitaajuus: 50 Hz Suojaus sähköiskuilta: Suojaluokka I Maadoitusjärjestelmä: TN-järjestelmä Ympäristö: Normaali, kohdan 7.1 mukaiset EMC-käyttöympäristö: A ja B			
				
				
				

Pitäjän nimi ja osoite	Huom.! Ennen keskuksen käyttöönottoa pitää kaikki päävirtapiiriin ruuviliitokset jähkikiivistä Keskus altistuu kuljetusten aikana tärinälle ja siksi ruuviliitosten kiireys pitää tarkistaa.	
	PPKAAVIO + KOKONPAINOKUVIA	

Kaavio	Nimitys	A/A	Laji	mm ²
	Nousujohto		4x10+10	
	L1	Jääkaappi	C10	3x1.5 s
	L2	Patteri	B10	5x1.5 s
	L3	Huippari	B10	3x1.5 s
	L1		B16	
	L2		B16	
	L3		B16	
	L1	LWV	B10	5x1.5 s
	L2	LWV	B10	5x1.5 s
	L3	LWV	B10	5x1.5 s
	L1	Pihvalaistutus + keskus pistor.	B10	3x1.5 s
	L2	Kamera pistor.	B10	3x1.5 s
	L3	Ulkopistr.	B16	3x2.5 s
	L1	Valaistus tupa + ulkov.	C10	3x1.5 s
	L2	Valaistus pesuh. + sauna	C10	3x1.5 s
	L3	Lattiala pesuh + sauna	C10	3x1.5 s

Pitäjän nimi ja osoite	Pvm. 12.4.2022 Tekijä TK Koodi EHSV245-15_E	
	ENSTO FINLAND OY Innoventtiälyt 1, 051100, Mäkelä puh. 0204 70 21 fax 0204 70 2401	

Mittausnumero	Mittauspaikka 1 2	
	Lahti Lahti	

KESKUS	NRO	NIMITYS	A/A	kW	JOHDOTUS
		Pääkytkin	40A		4x18+18
	1.1		C10		
	1.2		C10		
	1.3		C10		
	2.1	Aitta	B25		4x8+6
	2.2	Aitta	B25		4x8+6
	2.3	Aitta	B25		4x8+6
	3.1	Valotolppa	C10		2x2,5+2,5
	3.2		C10		
	3.3		C10		
	3.4	Ulkopistorasia	B16		3x2,5 s
	3.5	Varasto pistorasiat	B16		3x2,5 s
	3.6	Talli pistorasiat	B16		3x2,5 s
	4.1	Ulkovalaistus	C10		3x1,5 s
	4.2	Talli valaistus	C10		3x1,5 s
	4.3	Varasto valaistus	C10		3x1,5 s
	4.4	Voimopistorasia	C16		5x2,5 s
	4.5	Voimopistorasia	C16		5x2,5 s
	4.6	Voimopistorasia	C16		5x2,5 s