

MODERNIN JA ÄLYKKÄÄN HIRSITALON SÄHKÖSUUNNITTELU

Emilia Ahonen

Emilia Ahonen
Opinnäytetyö AMK
Syksy 2024
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähkötekniikka

Tekijä: Emilia Ahonen
Opinnäytetyön otsikko: Modernin ja älykkään hirsitalon sähkösuunnittelu
Työn ohjaaja: Ismo Pitkänen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2024
Sivumäärä: 53

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella hirsirakenteisen omakotitalon sähköistys, jossa hyödynnettiin älykästä KNX-järjestelmää. Työn tavoitteena oli laatia esimerkkisuunnitelma, jota voitaisiin käyttää ohjeistavana mallina vastaavissa projekteissa tulevaisuudessa. Suunnittelupiirustuksia ei näytetä kokonaisuudessaan tässä opinnäytetyössä. Suunnittelun perustana käytettiin sähköalan lakeja ja standardeja. Suunnittelutyössä otettiin huomioon hirsirakentamisen erityispiirteet, kuten puun eläminen ja materiaalin sähkötekniset vaatimukset, mikä teki työn toteuttamisesta haasteellista. Modernista hirsirakentamisesta ja siihen soveltuvista sähköistysratkaisuista on saatavilla niukasti tietoa, joten työ pyrki myös paikkaamaan tätä tiedon puutetta.

Opinnäytetyö perustui Oulun Sähkö- ja Teletekniikka Oy:n toimeksiantoon. Yritys on erikoistunut sähkö- ja teletekniikkaratkaisuihin Oulun alueella ja sillä on laaja kokemus erilaisten sähköistysratkaisujen toteuttamisesta. Suunnittelutyössä tarkasteltiin hirsirakentamisen ominaisuuksia ja sähkösuunnittelun perusteita. Lisäksi perehdyttiin KNX-järjestelmään ja sen mahdollisuuksiin älykkään sähköistyksen toteuttamisessa. Hirsirakennukseen suunnitellussa sähköistysratkaisussa otettiin huomioon erityisesti materiaalin eläminen sekä ilmanpitävyyteen ja turvallisuuteen liittyvät vaatimukset.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi käytännönläheinen esimerkkisuunnitelma, joka osoitti, miten älykkäät sähköistysratkaisut voidaan toteuttaa hirsirakenteisessa omakotitalossa. Suunnitelmaa voidaan käyttää mallina tulevissa projekteissa ja se tarjoaa hyödyllisen lähtökohdan hirsirakennusten sähköistyksen suunnittelulle. Jatkossa tutkimusta voisi laajentaa tarkastelemalla älykkäiden ratkaisujen vaikutuksia rakennusten energiatehokkuuteen ja asuinmukavuuteen sekä arvioimalla älyjärjestelmien soveltuvuutta muihin rakennustyyppeihin.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree Program in electrical- and automation engineering

Option of electrical engineering

Author: Emilia Ahonen

Title of thesis: Electrical design for a modern and smart loghouse

Supervisor: Ismo Pitkänen

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2024

Number of pages: 53

This thesis focused on designing the electrical system for a log house, utilizing a KNX-based smart home solution. The goal of the project was to create an example plan that could be used as a guideline for future projects involving similar log house structures. The work considered the unique characteristics of log construction, such as the movement of wooden materials and their specific technical requirements for electrical installations. Due to the limited availability of information on modern log house electrical design, this thesis also aimed to address the knowledge gap by providing a concrete example of how to implement a modern electrical system in a log house.

The thesis was commissioned by Oulun Sähkö- ja Teletekniikka Oy, a company specializing in electrical and telecommunication solutions in the Oulu region, Finland. The company has extensive experience in various electrical installation projects. In this project, basic principles of electrical design and the specific characteristics of log construction were reviewed. Additionally, the possibilities and applications of the KNX system in log house electrical design were examined.

The outcome of the thesis was a practical example plan demonstrating how smart electrical solutions can be implemented in a log house, taking into account the unique requirements of this building type. The plan can serve as a reference for future projects and offers a solid foundation for electrical design in log structures. Future research could expand to evaluate the impact of smart systems on energy efficiency and living comfort in different types of buildings, as well as their broader applicability to other construction types.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 LAIT JA MÄÄRÄYKSET	9
2.1 Sähkösuunnittelua koskevat määräykset	9
2.2 Sähköasennuksia koskevat määräykset	10
2.3 Sähkölaitteistoja koskevat olennaiset turvallisuusvaatimukset	11
3 KOHDE	14
3.1 Lähtötiedot	14
3.2 Dokumentit	15
3.3 Moderni hirsitalo	16
3.4 Hirsirakenteet	16
3.5 Hirsityypit	17
3.6 Sähkösuunnittelun kannalta huomioon otettavat asiat	19
3.7 Maalämpö	20
4 SÄHKÖISTYKSEN VAATIMUKSET JA MAHDOLLISUUDET	23
4.1 Sähköverkko	23
4.2 Maadoitus	23
4.3 Sähkökeskukset	25
4.4 Taloautomaatio	28
4.5 Sähkökalusteet	30
4.6 Valaistus	31
4.7 Ulkovalaistus	32
4.8 Johdon mitoitus ja suojaus	33
4.9 Antenni- ja telekaapelointi	34
5 TOTEUTUS	37
5.1 Piha	37
5.2 Avokeittiö ja olohuone	38
5.3 Makuuhuoneet	41

5.4	Kodinhoituhuone	42
5.5	Eteinen	44
5.6	Kylpyhuone ja saunatilat	45
6	TARKASTUKSET	47
6.1	Käyttöönottotarkastus.....	47
6.2	Kunnossapitotarkastus	48
7	YHTEENVETO	50
8	POHDINTA.....	51
	LÄHTEET	52

SANASTO

DALI	avoin protokolla ja digitaalinen, kansainvälisesti hyväksytty kieli, jolla ohjataan valaistusta.
KNX	avoin, maailmanlaajuinen standardi kotien ja kiinteistöjen ohjaukseen.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on hirsirakenteisen omakotitalon sähköistyksen suunnittelu. Aihevalintaani vaikutti, kun kuulin toimeksiantajani saaneen suunniteltavaksi omakotitalon, jossa hyödynnetään älykkästä sähköistysratkaisua KNX-järjestelmän avulla. Aiempi kiinnostukseni älykkäitä kodin ratkaisuja kohtaan sai minut valitsemaan tämän aiheen, sillä se tarjoaa mahdollisuuden kehittää omaa osaamistani sekä laajentaa tietotaitoani sähköistyksen ja automaation parissa.

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia esimerkkisuunnitelma hirsirakenteisen omakotitalon sähköistyksestä, joka toimii ohjeistavana ja havainnollistavana mallina vastaavissa kohteissa myöhemmin hyödynnettäväksi. Työn tarkoituksena on huomioida erityisesti hirsirakentamisen erityispiirteet ja niiden vaikutukset sähköistyksen suunnitteluun. Modernista hirsirakentamisesta ja siihen liittyvistä sähköistysratkaisuista on saatavilla melko niukasti tietoa, mikä teki työn toteuttamisesta haasteellista. Tämä opinnäytetyö pyrkii osaltaan paikkaamaan tiedon puutetta ja tarjoamaan konkreettisen esimerkin nykyaikaisen sähköistyksen toteutuksesta hirsirakenteisessa omakotitalossa.

Hirsirakenteinen omakotitalo edustaa perinteistä suomalaista rakennustyyliä, mutta samalla sen yhdistäminen moderneihin teknologiaratkaisuihin, kuten älykkäisiin sähköjärjestelmiin, tarjoaa uusia mahdollisuuksia parantaa rakennusten energiatehokkuutta ja asumismukavuutta. KNX-järjestelmä on yksi suosituimmista älykotiratkaisuista, jonka avulla voidaan hallita esimerkiksi valaistusta, lämmitystä ja ilmanvaihtoa yhdellä integroidulla järjestelmällä. Tässä työssä keskitytään erityisesti KNX-järjestelmän hyödyntämiseen hirsitalon sähköistyksessä. Suunnitelma perustuu Oulun Sähkö- ja Teletekniikka Oy:n toimeksiantoon ja siinä huomioidaan hirsirakennuksen erityispiirteet, kuten puun eläminen, ilmanpitiävyys ja materiaalin sähkötekniiset vaatimukset.

Opinnäytetyössäni vastasin kokonaisvaltaisesti kohteen sähkösuunnittelusta. Ennen suunnittelutyön aloittamista tutustuin perusteellisesti hirsirakenteisen omakotitalon rakentamiseen ja siihen liittyviin erityisvaatimuksiin, sillä se eroaa merkittävästi perinteisestä puurakenteisesta talonrakentamisesta. Aluksi

käsittelen lyhyesti sähkösuunnittelun perusteita ja siihen liittyvää dokumentaatiota. Seuraavaksi tarkastelen hirsirakentamisen erityisominaisuuksia sekä eri hirsityyppejä, jotta lukija ymmärtää paremmin perinteisen puurakentamisen ja hirsirakentamisen eroja.

Opinnäytetyön tilaajana toimi Oulun Sähkö- ja Teletekniikka Oy. Yritys on erikoistunut sähkö- ja teletekniikkaratkaisuihin Oulun alueella. Se toteuttaa niin yritysten kuin yksityistenkin asiakkaiden sähköasennustyöt, atk-verkot, paloilmoinjärjestelmät, puhelinverkot, sähköhuollot, korjaukset, sähkösuunnittelun ja valokuitutyöt. Lisäksi yritys tekee myös teollisuuden kunnossapitosopimuksia. Oulun Sähkö- ja Teletekniikka Oy on toiminut alueella vuodesta 1991 ja työllistää tällä hetkellä 25–30 henkilöä. Yrityksellä on laaja kokemus erilaisten sähköistysratkaisujen toteuttamisesta, mikä tarjosi erinomaisen tukiverkoston opinnäytetyön tekemiselle.

Haluan erityisesti kiittää Oulun Sähkö- ja Teletekniikan ammattilaisia, jotka mahdollistivat työn sujuvan etenemisen avoimessa ja kannustavassa työilmapiirissä. Työn aikana sain arvokasta apua ja uusia näkökulmia alan huippuosajilta. Suunnitteluvaiheessa Toni Piippo tarjosi korvaamatonta tukea sekä neuvoja. Sähköteknisten ongelmien ratkaisemisessa sain uusia näkökulmia ja apua Teemu Yläoutiselta ja Jaakko Kettuselta. Erityiskiitos toimitusjohtaja Sami Alholle työn mahdollistamisesta.

2 LAIT JA MÄÄRÄYKSET

2.1 Sähkösuunnittelua koskevat määräykset

Säännöt sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatimiseen on esitetty standardissa SFS-EN 61082-1. Säännöt koskevat kaavioita, taulukoita ja piirustuksia. Piirustuksissa esitetyt piirrosmerkit ovat myös sääntöjen mukaisia (kuva 2). Teknisen dokumentaation avulla jokin tuote tai järjestelmä hahmotellaan, suunnitellaan, valmistetaan, asennetaan, sitä käytetään, huolletaan ja kunnossapidetään sekä se puretaan. Dokumentaatiolla voidaan myös todistaa se, että tuote tai järjestelmä täyttää sille asetetut turvallisuus-, ympäristö- ja laatuvaatimukset. (Kauppi, Reinikainen, Ylinen & Erkkilä 2023, 109.) Sähköalan määräyskierarkian rakenne esitetty kuvassa 1.

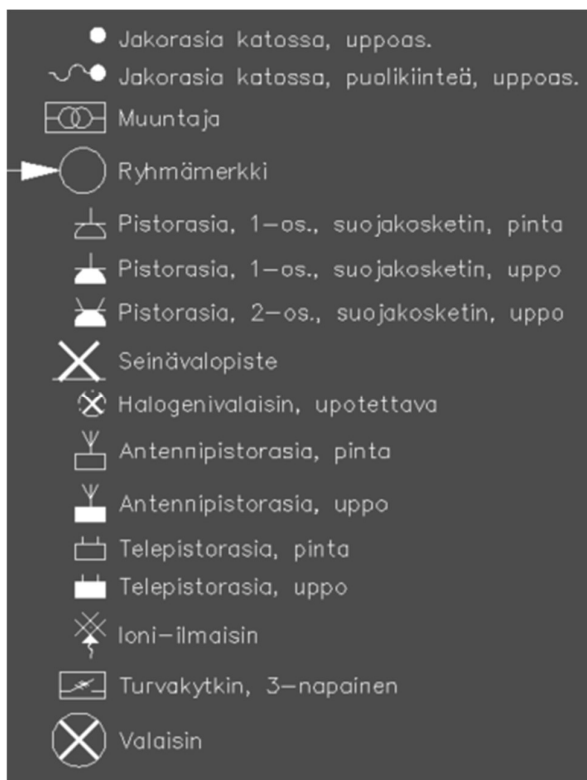
Sähkösuunnitelmien hankinnasta sovittaessa määritellään, minkälaisia käyttöpiirustuksia tarvitaan ja kuinka ne on laadittava. Sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä standardien SFS-EN ja SFS-EN IEC mukaisia kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, jotka sisältävät seuraavat yksityiskohtaiset tiedot:

- Virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit)
- Tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja niiden sijainti voidaan tunnistaa.

(Kauppi ym. 2023, 113.)



KUVA 1. Sähköalan määräyshierarkia.



KUVA 2. Suunnitelmassa käytetyt piirrosmerkit.

2.2 Sähkösäennuksia koskevat määräykset

Rakennusten sähkösäennuksia koskevat määräykset perustuvat sähköturvallisuuslakiin (1135/2016). Lain mukaan sähkölaitteistot ja laitteet eivät saa aiheuttaa vaaraa tai häiritä kohtuuttomasti taikka häiriintyä helposti. Sähköturvallisuuslain säännösten noudattamista koskevan valvonnan ohjaus kuuluu työ- ja

elinkeinoministeriölle. Lain noudattamista valvoo sähköturvallisuusviranomainen, jona toimii Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.

Sähköturvallisuuslain nojalla on annettu Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista (1434/2016), joka on sitova normi eli siinä esitetyt olennaiset turvallisuusvaatimuksia on noudatettava. Standardien mukaisilla ratkaisuilla voidaan saavuttaa vähintään säädöksissä ja määräyksissä määritellyt olennaiset turvallisuusvaatimukset täyttävä turvallisuustaso.

Pienjännitesähköasennusten turvallisuusvaatimuksia koskevat turvallisuusvaatimukset on esitetty standardisarjassa SFS 6000. Standardisarja sisältää tekniset turvallisuusvaatimukset enintään 1000 V vaihtojännitteisten ja 1500 V tasajännitteisten sähköasennusten toteuttamiseksi. SFS 6000 perustuu IEC- ja CENELEC-standardeihin.

Muita sähköasennuksia koskevia ohjeita ovat:

- Sähköalan tietokansio, joka on määräys-, ohje- ja säädöstietohallinnan apuväline sähköalalle
- pätevyuden ylläpitokansio, joka on tarkoitettu pätevyystodistuksen haltijalle ja sähköalan ammattilaiselle työvälineeksi ylläpitää ja seurata alalle annettuja ohjeita ja määräyksiä
- jakeluverkkoyhtiöiden ohjeet, lähinnä liittymän rakentamiseen liittyviä ohjeita
- valmistajan asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet. (Sähköinfo Oy 2022.)

2.3 Sähkölaitteistoja koskevat olennaiset turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen (1434/2016) liitteessä esitetyt sähkölaitteistojen olennaiset turvallisuusvaatimukset koskevat sekä pien- että suurjännitelaitteistoja, mutta tässä tarkastellaan vain pienjännitelaitteistoihin liittyviä vaatimuksia. Tiivistettynä nämä vaatimukset ovat seuraavat

Turvallinen suunnittelu ja asennus: Laitteistojen on oltava sellaisia, että niiden käyttö, huolto ja kunnossapito eivät aiheuta vaaraa ihmisille tai omaisuudelle.

Tämä tarkoittaa, että ne on suunniteltava ja asennettava niin, että kaikki mahdolliset riskit on minimoitu (Kuva 3).



KUVA 3. Perussuojaus toteutettu asianmukaisella koteloinnilla.

Suojaus sähköiskuilta: Pienlaitteistojen on tarjottava riittävä suoja sähköiskuilta, mukaan lukien eristys, suojamaadoitus ja vikavirtasuojaus oikeilla laitteilla (kuva 4).



KUVA 4. Sähkökeskukseen asennettavan vikavirtajohdonsuojakatkaisija.

Ylikuormitus- ja oikosulkusuojaus: Laitteistoissa on oltava asianmukaiset suojalaitteet estämään ylikuormitus- ja oikosulkutilanteet, jotka voivat aiheuttaa tulipalon tai muun vaaratilanteen. Suojauksen toimivuus on tarkistettava esim. mitaamalla (kuva 5).



KUVA 5. Suojauksen toimivuus on tarkistettava selvittämällä oikosulkuvirran suuruus.

Kestävyyden ja luotettavuuden varmistaminen: Kaikkien komponenttien ja materiaalien on oltava tarkoituksenmukaisia, kestäviä ja suunniteltu kestävään käytössä odotetut ympäristöolosuhteet, kuten lämpötilan vaihtelut ja kosteus.

Tarkastus ja huolto: Pienlaitteistojen on oltava sellaisia, että ne voidaan helposti tarkastaa ja huoltaa koko elinkaarensa ajan, jotta turvallisuus säilyy käytön aikana.

Merkinnät ja ohjeet: Laitteistojen mukana on oltava selkeät merkinnät ja käyttöohjeet, jotka sisältävät tarvittavat tiedot turvalliseen asennukseen, käyttöön ja huoltoon. (Sähköinfo Oy 2022.)

3 KOHDE

3.1 Lähtötiedot

Rakennettava kohde on Kontio-hirsitalo Oulun alueella ja talo toteutetaan asiakkaan omien suunnitelmien mukaisesti. Talon suunnitteluvaiheessa olivat mukana lisäksi myös LVI-suunnittelija, maisemasuunnittelija, kalustesuunnittelija sekä pääsuunnittelija, joka toimii samalla myös perustussuunnittelijana. Projektin alkuvaiheessa mukana olivat lisäksi Kontiota edustava myyjä sekä projektivastaava, jotka varmistivat hankkeen sujuvan etenemisen.

Talon lämmitysmuodoksi valittiin maalämpöjärjestelmä, joka tarjoaa energiatehokkaan ja ympäristöystävällisen ratkaisun. Olohuoneeseen asennetaan takka, mutta sitä käytetään ensisijaisesti tunnelmanluojana eikä varsinaisena lämmönlähteenä. Taloon haluttiin älykkäitä ratkaisuja ja siksi siihen asennetaan KNX-järjestelmällä ohjattavia laitteita ja järjestelmiä. Valaistus toteutettiin itsenäisellä DALI-järjestelmällä, joka parantaa energiatehokkuutta ja lisää asumismukavuutta. Älykkäiden järjestelmien integrointi edellytti suunnittelun aikana erityistä huomiota ja tarkkaa perehtymistä järjestelmien toimintaan ja yhteensopivuuteen.

Ennen varsinaisen suunnittelutyön aloitusta kävimme asiakkaan kanssa läpi lähtötiedot sekä talon pohjapiirustuksen. Asiakas esitti toiveensa sähkökalusteiden sijoittelusta, KNX-järjestelmään liitettävistä laitteista sekä muista sähköistyksessä huomioitavista asioista. Näiden toiveiden pohjalta suunnittelua voitiin tarkentaa ja varmistaa, jotta lopputulos vastaa asiakkaan tarpeita ja odotuksia.

Rakennettava talo on tilattu Kontiotuotteelta ja sain suunnittelun alkuvaiheessa käyttööni Oma Kontio -projektipankin. Projektipankkiin kirjautuessa pääsin tarkastelemaan suunnitteluasiakirjoja, asennusohjeita sekä tilausasiakirjoja. Projektipankki osoittautui erittäin hyödylliseksi työkaluksi suunnittelutyön kannalta, sillä sieltä sain kattavasti tietoa rakennettavasta talosta, sen teknisistä ominaisuuksista sekä rakentamisen ja suunnittelun aikatauluista.

3.2 Dokumentit

Tilaaajan kanssa solmittiin sopimus, jonka mukaisesti projektiin sisältyi useiden eri piirustusten toimittaminen. Toimitettavat piirustukset olivat sähköpistepiirustus, asemapiirustus, KNX-pohjapiirustus, heikkovirtakaapelointipiirustus sekä sähkökaapelointipiirustus. Näiden piirustusten avulla varmistetaan kohteen sähkö- ja kaapelointijärjestelmien kattava suunnittelu sekä niiden toteutuksen ohjeistus.

Jokainen piirustusvaihe hyväksyttiin tilaajalla ennen lopullista viimeistelyä, jotta varmistettiin niiden vastaavuus tilaajan toiveiden ja projektin vaatimusten kanssa. Prosessin aikana luonnoksiin tehtiin joustavasti muutoksia ja lisäyksiä asiakkaan palautteen mukaisesti, mikä mahdollisti nopean ja sujuvan suunnitteluprosessin.

Valmiit ja hyväksytyt suunnitelmat lisättiin Oma Kontio -projektipankkiin muiden projektin suunnittelijoiden ja osapuolten nähtäviksi sekä hyödynnettäviksi. Projektipankin käyttö mahdollisti tehokkaan tiedonjaon sekä eri osapuolten välisen yhteistyön, kun kaikki tarvittavat suunnitelmat ja dokumentit olivat helposti saatavilla yhdestä paikasta. Tämä helpotti erityisesti suunnittelutyön koordinointia ja varmisti, että kaikki osapuolet toimivat yhdenmukaisesti ja ajantasaisten dokumenttien pohjalta.

Dokumenttien tulee sisältää seuraavat yksityiskohtaiset tiedot siltä osin kuin ne ovat tarpeen kussakin asennuksessa:

- johtimien tyypit ja poikkipinnat
- virtapiirien pituudet, joita tarvitaan suojausta tai jännitteen alenemaa koskevien laskelmien tekemiseen
- suojalaitteiden lajit ja tyypit
- suojalaitteiden mitoitusvirrat ja asettelut
- prospektiiviset oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden katkaisukyvyt.

Näiden tietojen pitäisi olla käytettävissä asennuksen jokaisesta piiristä. Tiedot päivitetään jokaisen tehdyn muutoksen jälkeen. (Sähkötieto Oy 2009.)

3.3 Moderni hirsitalo

Moderni hirsitalo on minimalistinen ja selkeitä linjoja suosiva. Arkkitehtuuriltaan yksinkertainen, suoralinjainen ja kantikas, moderni hirsiomakotitalo sopii urbaaniinkin asuinympäristöön. Suuret ikkunat, avarat kuistit ja modernit yksityiskohdat yhdistettynä terveellisiin luonnon materiaaleihin ovat tyypillisiä modernin hirsitalon piirteitä. Lattiasta kattoon ylettyvillä ikkunapinnoilla ja liukuovilla maksimoidaan luonnonvalon määrä sekä yhdistetään sisä- ja ulkotilat yhdeksi kokonaisuudeksi. Puu materiaalina tuo moderniin omakotitaloon samaa lämminhenkistä kodikkuutta kuin perinteisissä hirsiomakotitaloissa. (Honkarakenne. s.a)

Kohteeseen on suunniteltu olohuoneeseen, keittiöön ja makuuhuoneisiin lattiasta kattoon ulottuvat suuret ikkunat, jotka tuovat sisätiloihin runsaasti luonnonvaloa ja luovat avaran sekä valoisan tunnelman. Rakennuksen arkkitehtuurissa on käytetty selkeälinjaista muotoilua, joka korostaa modernia tyyliä. Lisäksi talon takaosaan sijoitettu suuri terassi mahdollistaa saumattoman yhteyden sisä- ja ulkotilojen välillä ja luo viihtyisän tilan vapaa-ajan viettoon.

Julkisivuun on suunniteltu modernia mustaa rimaseinää, joka tuo ryhdikkyyttä ja tyylikästä ilmettä rakennuksen ulkonäköön. Musta peltikatto täydentää kokonaisuutta ja tuo näyttävää kontrastia muuten puun sävyiseen julkisivuun korostaen talon nykyaikaista arkkitehtuuria. Tämä yhdistelmä tekee rakennuksesta modernin hirsitalon esimerkin, jossa perinteinen puu ja modernit materiaalit sulautuvat tyylikkäästi yhteen tarjoten sekä visuaalista että rakenteellista harmoniaa.

3.4 Hirsirakenteet

Hirsi oli 1920-luvulle asti pääasiallinen rakennusmateriaali lähes kaikessa rakentamisessa. Rankarakentaminen korvasi hirren myös pientaloissa toisen maailmansodan jälkeen. Sen jälkeen hirttä käytettiin pitkään pääasiassa vapaa-ajan rakennuksissa. Nykyisin hirsi soveltuu taas käytettäväksi monen eri kokoisissa ja eri käyttötarkoituksiin tarkoitetuissa rakennuksissa. Käyttö on kasvamassa erityisesti julkisissa rakennuksissa muun muassa päiväkotij- ja koulurakentamisessa.

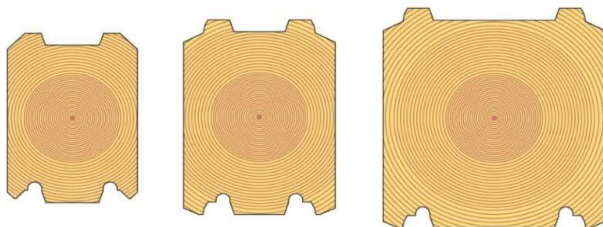
Hirsitalon suunnittelun erityispiirre on painumien ja puun elämisen kuten halkeilun hallinta. Muilta osin hirsitalon suunnitteluperiaatteet ovat pitkälti samat kuin muussakin puurakentamisessa. (Puuinfo 2020.)

Vuolle-Apialan (2012) mukaan hirren ominaisuudet soveltuvat loistavasti omakotitalon rakenteiksi, hirsitalo on turvallinen ja asumismukavuus korostuu. Hirsi on akustisesti hyvä materiaali ja siksi hirsitalo on sisältä levollinen ja hiljainen. Äänet eivät heijastu pehmeistä puupinnoista samalla tavalla kuin kovista rakennusmateriaaleista. Hirren paloturvallisuus on myös kohtuullinen. Hirren pinta syttyy hitaasti, mutta sytyttyään levittää paloa. Suora hirsiseinä kuuluu paloluokkaan B120 eli se kestää tulta 120 minuuttia yhdeltä puolelta ennen kuin se palaa puhki. Hirsirakennuksen sisäilma on omaa luokkaansa ja hirsirakenteen hengittävyys takaa laadullisesti hyvän sisäilman.

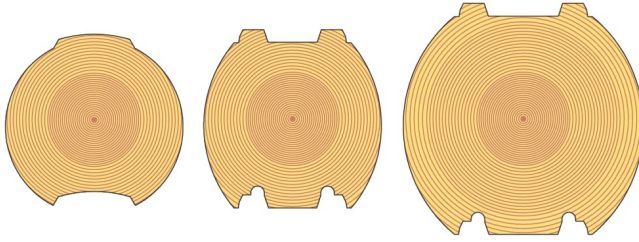
3.5 Hirsityypit

Hirsityypit jaotellaan niiden koostumuksen ja muodon perusteella. Hirsi voi olla massiivi- tai lamellihirsi. Hirsien muotoja ovat kulmikas hirsi (kuva 6) ja pyöröhirsi (kuva 7). Nykyisin saatavilla on myös painumattomia hirsisiä ja modernilla ohuella saumalla olevia hirsisiä. Kaikki hirsisiä koskevat samat veistosperiaatteet.

Massiivihöylähirsi on yhdestä puusta valmistettu, se on herkempi vääntymään ja halkeilemaan kuin lamellihirsi. Massiivihöylähirttä käytetään perinteisenä hirtenä silloin, kun halutaan perinteisen näköinen rakennus. Massiivihöylähirttä käytetään nykyään vähemmän, sillä rinnalle on tullut muita vaihtoehtoja. Näistä yleisimmät ovat lamelli- ja painumaton hirsi, jotka takaavat pidemmän käyttöiän hirsirakenteille. (Puuinfo 2020.)

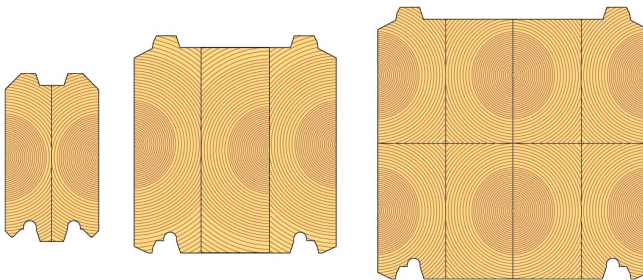


KUVA 6. Suorakaiteen muotoinen massiivihöylähirsi (Puuinfo 2020)

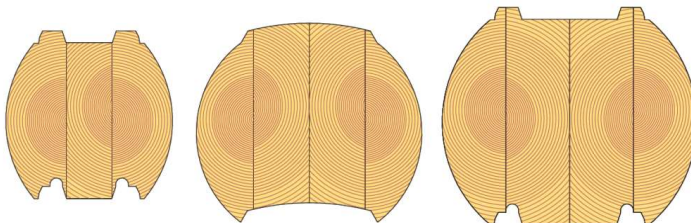


KUVA 7. Pyöröhirsi (Puuinfo 2020)

Lamellihirsi koostuu toisiinsa liimatuista saman suuntaisista lamelleista. Raaka-aineena käytetään kuusi- tai mäntysahatavaraa. Lamellirakenne mahdollistaa poikkileikkauksiltaan suurien hirsien valmistamisen. Massiivipuuhirteen verrattuna lamellihirsi on stabiilimpi kosteusmuutoksien näkökulmasta. Saman suuntaisista lamelleista koostuvan hirren kosteuseläminen on kuitenkin samanlaista kuin tavallisen massiivipuuhirren, joten seinien painuma tulee huomioida perinteiseen tapaan. Lamellihirsiä on saatavilla suorakaiteen (kuva 8) sekä pyöreän (kuva 9) muotoisina.



KUVA 8. Suorakaiteen muotoinen lamellihirsi (Puuinfo 2020)



KUVA 9. Lamellipyöröhirsi (Puuinfo 2020)

Painumaton hirsi on lamellihirsi, jossa keskilamellin syysuunta on pystyyn, jolloin painauma saadaan minimoitua. Ristikkäiset lamellikerrokset vähentävät hirren

kosteuselämisestä johtuvaa seinän painumista niin merkittävästi, että voidaan puhua painumattomasta hirsiseinästä. Lamellihirsien profiilin muoto ja poikkileikkauksen koko vaihtelevat hieman valmistajakohtaisesti, lamellihirsi profiloidaan höyläämällä. (Puuinfo 2020.)

Kyseiseen kohteeseen käytetään Kontion painumatonta SmartLog 205x275 hirttä (kuva 10). Kontion SmartLog on aidosti painumaton hirsi. Painumaton rakenne on saavutettu hirren rakenteessa olevilla pystyvuulamelleilla. Kontio SmartLog on näin ollen todellinen painumaton hirsi myös ympäristön olosuhteiden vaihtelussa. SmartLog mahdollistaa erilaisten materiaalien yhdistämisen ilman painaumavaroja, mikä käytännössä tarkoittaa helpompaa rakentamista ja kustannussäästöä. SmartLog valmistetaan Kontion tehtaalla Pudasjärvellä arktisesta männystä. (Kontiotuote s.a)



KUVA 10. Kontion SmartLog painumaton hirsi (Kontiotuote s.a).

3.6 Sähkösuunnittelun kannalta huomioon otettavat asiat

Puurunkoisen rakennuksen LVIS-suunnittelu tulee tehdä valmiiksi ennen rakentamisen aloittamista. Samoin elementteihin tulevat reiät ja aukot kaapelointia varten tulee tehdä valmiiksi tehtaalla. Sähkökaapelien reititykset tulee suunnitella siten, että palo- ja äänitekniisten levytysten lävistykset voidaan minimoida. (Puuinfo 2020.)

Suunnittelun alkuvaiheessa suunniteltiin sähköreikien eli kaapeleiden läpivientien paikat, sillä reiät tehdään rakenteisiin jo talotehtaalla ennen hirsien toimitusta. Sähköjohdot voidaan vetää upposennuksena hirsiseiniin sisällä. Painumavaraa ei tässä kohteessa juurikaan tarvitse huomioida, sillä hirret ovat Kontio SmartLog painumattomia hirsisiä. Hirsiseiniään voidaan työmaalla työstää kolo rasiialle tai käyttää pinta-asennusrasioita. Vaakasuorat johdot tulee aina asentaa lattiaan, kattoon tai välipohjaan. Jos rakennuksessa on kevyitä väliseiniä, voidaan niiden sähköasennukset tehdä normaaliin tapaan. On suositeltavaa asentaa sähköasennukset keveisiin väliseiniin. (Kontiotuote s.a.) Suunnittelussa tämä on huomioitu heti alusta saakka ja saatiin heti minimoitua hirsiseiniin asennettavien kalusteiden määrää.

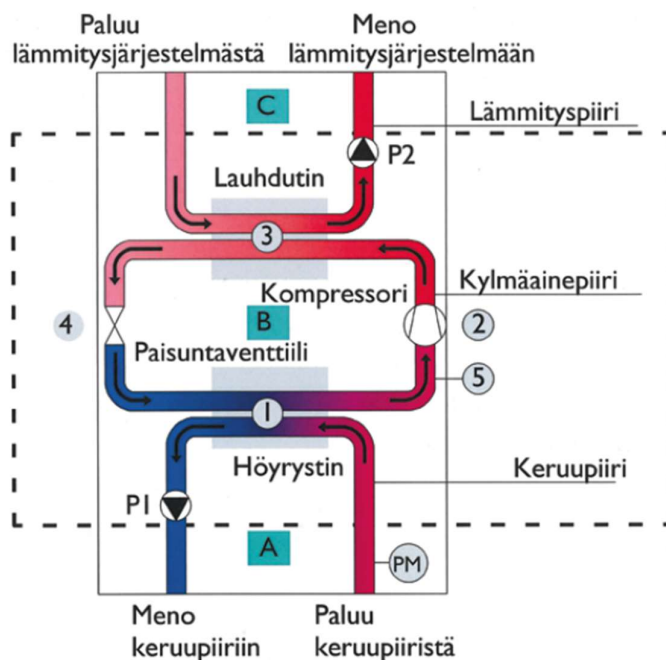
3.7 Maalämpö

Kiinteistön lämmitysjärjestelmäksi valittiin maalämpö. Maalämpö tarkoittaa maa- ja kallioperän pintaosiin varastoitunutta lämpöenergiaa, joka on peräisin pääosin auringosta. Suomessa maa- ja kallioperän vuotuinen keskilämpötila on keskimäärin kaksi astetta ilman vuotuista keskilämpötilaa korkeampi ja se vaihtelee maantieteellisen sijainnin mukaan. Lämpötila vaihtelee myös paikallisesti. Maanpinnan keskilämpötila vaihtelee vuosittaisen ilman lämpötilan mukaan, mutta vakiintuu Etelä-Suomessa n.14–15 metrin syvyydessä 5–6 asteeseen.

Lämpöpumpputekniikan avulla maa- ja kallioperän lämpöenergiaa voidaan käyttää rakennusten ympärivuotiseen lämmittämiseen sekä jäähdyttämiseen. Lämpöpumpuissa käytettävistä lämmönlähteistä tehokkain on maalämpö, mutta sen hankintakustannukset ovat korkeammat ja asennus työläämpää kuin muiden lämpöpumppujärjestelmien. Käyttökustannuksiltaan maalämpö on kuitenkin muita lämpöpumppujärjestelmiä edullisempi.

Maalämpöjärjestelmä sisältää lämpöpumpun, siirtoputkiston ja keruupiirin. Energiaa kerätään maaperän pintaosista maaperään asennettavan putkiston eli maa-piirin avulla. Maaperästä energiaa kerätään noin metrin syvyyteen asennettavan keruuputkiston avulla, jonka pituus pientalokohteissa on lyhyimmilläänkin lähes 500 metriä.

Maalämpöpumpulla siirretään maaperästä kerätty energia rakennusten käyttöön sähkön avulla. Keruupiirissä lämmönkeruunesteeseen sitoutunut energia siirretään keruupiirin pumpun avulla lämpöpumpun höyrystimeen. Höyrystimessä energia siirtyy keruupiiristä lämpöpumpun kylmäainepiiriin. Kylmäaine kierrätetään lämpöpumpun kompressorin avulla lauhduttimelle, jossa kylmäaine luovuttaa energian lämmityspiiriin. Maalämpöpumppu soveltuu hyvin matalan lämpötilan lämmönjakojärjestelmien lämmönlähteeksi, kuten vesikiertoiseen lattialämmitykseen ja ilmalämmitykseen. Maalämpöpumpun toimintaa havainnollistettu kuvassa 11.

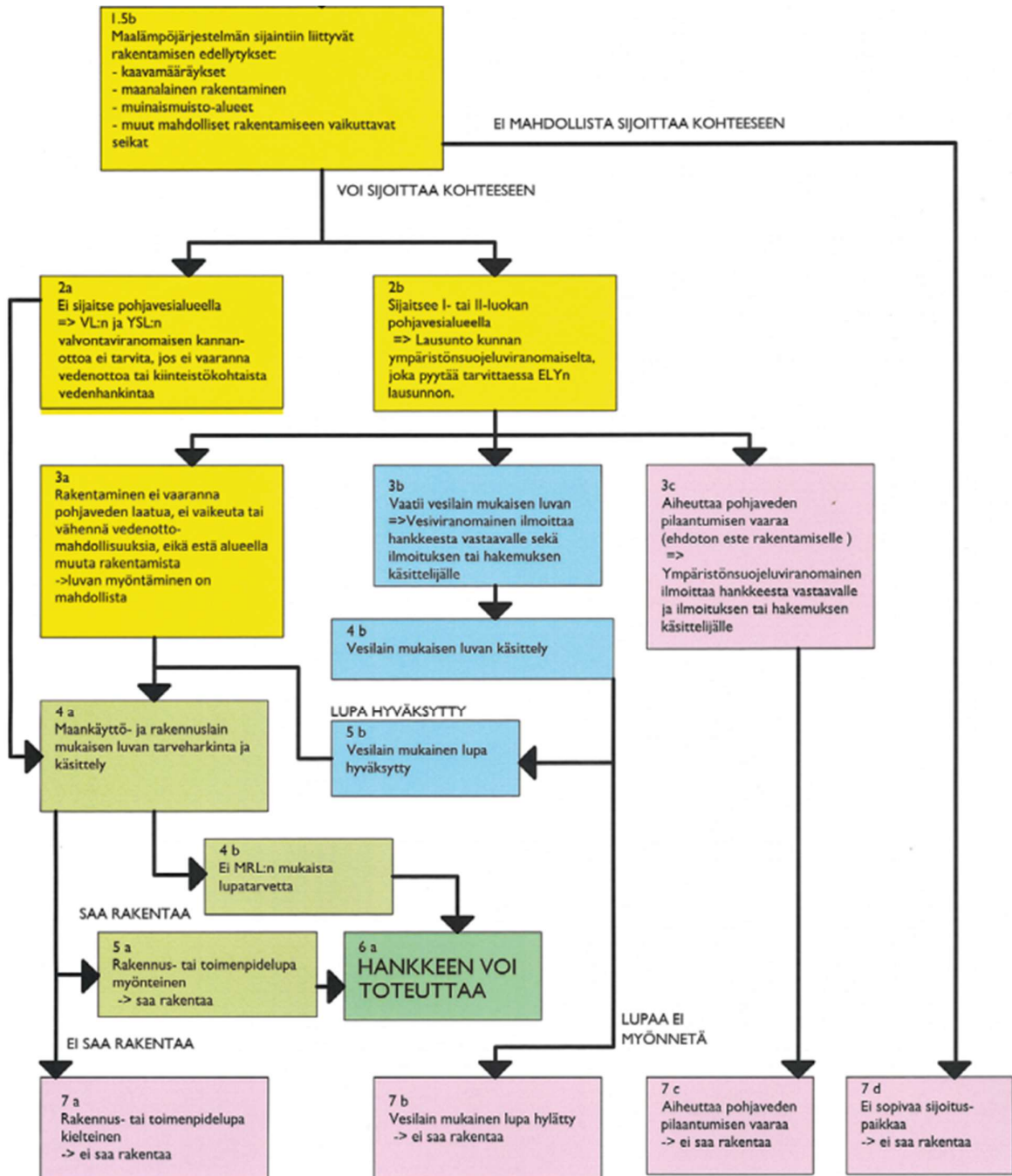


KUVA 11. Maalämpöpumpun osat ja toimintaperiaate (Ympäristöministeriö 2013).

Maalämpöpumppu tulee sijoittaa sellaiseen tilaan, jossa huolto ja ylläpito ovat helppoa. Teknisen tilan mitoituksessa tulee varata riittävästi tilaa lämpöpumppuyksikölle. Lämmitysjärjestelmä voi tarvita lämpöpumpun lisäksi myös erillisen lämminvesivaraajan, jolloin tilantarve kasvaa. Pumppua ei tule sijoittaa tilaan, joka halutaan pitää täysin hiljaisena.

Maalämpöjärjestelmän rakentamiseen tarvitaan maankäyttö- ja rakennuslain mukainen toimenpidelupa ja vesilain lupa. Maalämpöjärjestelmän luvanvaraisuutta harkitessaan kunnan tulee tarkastella seuraavia asioita: onko kunnan alueella

luokiteltuja I- tai II-luokan pohjavesialueita, suojeltuja muinaismuistoalueita tai sellaista maanalaista rakentamista, joka rajoittaa energiakaivojen poraamista. Erihausten lupien tarvetta voidaan arvioida alla olevan lupatarvekaavion avulla. (Juvonen & Lapinlampi 2013.)



KUVA 12. Lupatarvekaavio (Ympäristöministeriö 2013).

4 SÄHKÖISTYKSEN VAATIMUKSET JA MAHDOLLISUUDET

4.1 Sähköverkko

Sähkömarkkinalain mukaan jakeluverkonhaltija on velvollinen liittämään verkkoonsa tekniset vaatimukset täyttävät sähkönkäyttöpaikat toiminta-alueellaan. Jakeluverkonhaltijalla on oltava julkiset yleiset sopimusehdot sellaisille enintään 20 kV:n nimellisjännitteellä sähköverkkoon liittyville asiakkaille, jotka eivät ole sähkön tuotantolaitoksia.

Alueen pääasiallisen sähkön vähittäismyyjän on toimitettava vastuualueella sähköä kohtuulliseen hintaan kuluttajille sekä muille sähkönkäyttäjille, joiden käyttöpaikka on varustettu enintään 3 x 63 A:n. Tästä sähkönmyyntivelvoitteesta käytetään nimeä toimitusvelvollisuus.

Kiinteistö liitetään jakeluverkkoon liittymisjohtolla, joka voi olla joko ilmajohto tai maakaapeli. (Sähköinfo 2023.) Tässä kohteessa liittymisjohtona on AXMK 4 x 25 alumiinivoimakaapelia maahan asennettuna, kaapelin tyypin määritteli paikallinen sähköverkkoyhtiö. Liittymän koko saatiin, kun ensin mitoitettiin kiinteistön huipputeho ja se jaettiin teho- ja käyttökertoimella. Kohteen liittymän koko olisi 11,5 kVA, joka kuitenkin pyöristettiin 10 kVA:N suuruiseksi.

4.2 Maadoitus

Kohteeseen suunniteltiin asuinrakennuksen sekä piharakennuksen ympärille CU16-maadoituselektrodi. Maadoituksesta piirretään maadoituskaavio, esimerkki kuvassa 14. Maadoituksen riittävyyden varmistamiseksi päädyttiin asentamaan CU16-maadoituskupari myös sähköpääkeskuksen ja ryhmäkeskuksen välille. Maadoituselektrodin käyttö parantaa talon sähköturvallisuutta ja vähentää maadoitusresistanssia.

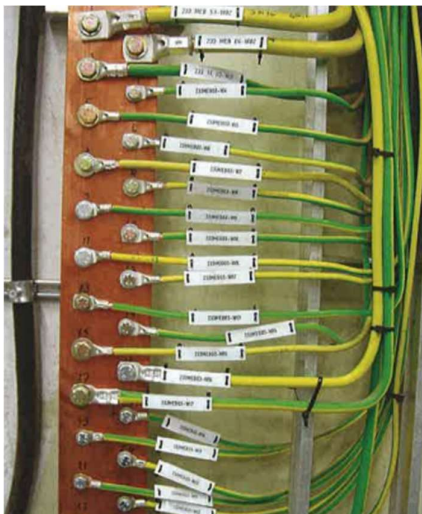
Maadoitukset ja potentiaalitasaukset ovat tärkeä osa sähkölaitteistoa. Sähköturvallisuuden kannalta maadoitusten ensisijaisena tarkoituksena on rajoittaa

vikatapauksissa esiintyviä kosketusjännitteitä ja askeljännitteitä. Sähköturvallisuuden kannalta maadoituksen on tarkoitus myös

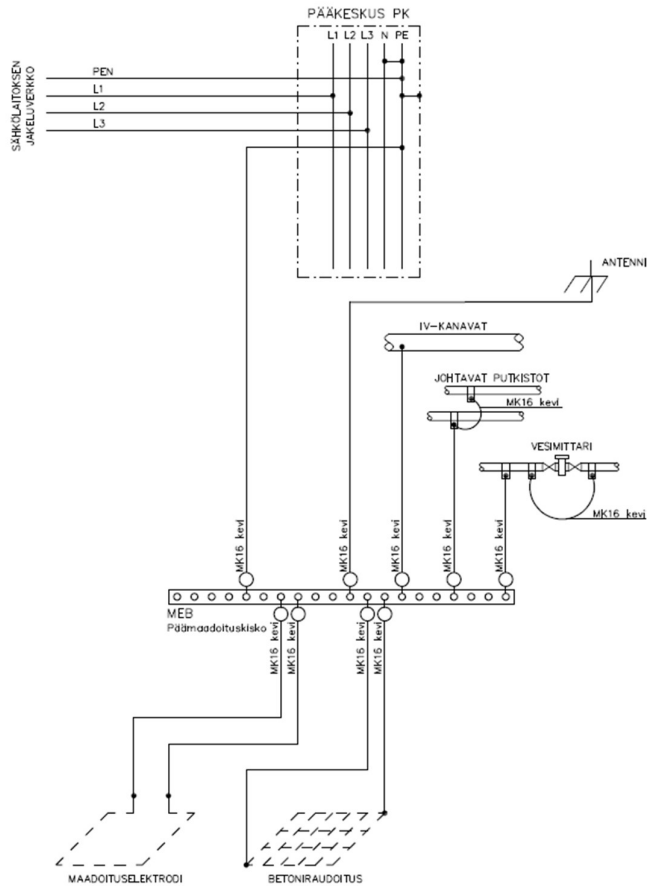
- estää vaarallisten jännitteiden siirtymistä järjestelmästä toiseen
- estää vaarallisten vuotovirtojen, kipinöiden ja valokaarien syntyminen
- luoda toimintaedellytykset maasulku- ja vikasuojaukselle.

Maadoituselektrodi on johtava osa, joka on sähköisessä yhteydessä maahan ja voi olla upotettu erityiseen johtavaan väliaineeseen esim. betoniin. Maadoituselektrodilla toteutetaan yhdistys maahan joko suoraan tai johtavan väliaineen kautta. Maadoituselektrodin materiaalin ja rakenteen pitää olla sähköisesti ja mekaanisesti riittävästi mitoitettu ja riittävän korroosionkestävä. Maadoituselektrodin laajuudella ja muodolla voidaan vaikuttaa saavutettavaan maadoitusresistanssiin.

Osana maadoitusta asennettiin sähköpääkeskukselle päämaadoituskisko (kuva 13). Päämaadoituskisko on osa maadoitusjärjestelmää ja siihen voidaan liittää maadoittamista varten useita johtimia. Päämaadoituskisko toimii maadoitusten ja potentiaalitasauksen koontipisteenä. Jokainen maadoituskiskoon liitettävä johdin pitää voida irrottaa yksitellen. Tämän vuoksi käytetään yleensä kiskotyypistä liittinrakennetta. (Sähköinfo 2023.)



KUVA 13. Päämaadoituskisko esimerkki (Sähköinfo Oy).



KUVA 14. Maadoituskaavio esimerkki.

4.3 Sähkökeskukset

Kohteeseen suunniteltiin kaksi sähkökeskusta: mittauskeskus sijoitettiin ulkovarastoon ja ryhmäkeskus asuinrakennukseen. Kahden keskuksen käyttö perustuu käytännöllisyyteen ja turvallisuuteen. Mittauskeskus, joka mittaa kiinteistön sähkön kulutusta, sijoitetaan ulkovarastoon, jotta sähkömittari on helposti sähköyhtiön luettavissa ja huollettavissa ulkotiloista käsin ilman, että pääsyä asuinrakennukseen tarvitaan. Ryhmäkeskus taas sijoitetaan asuinrakennukseen, koska sen kautta jaetaan ja suojataan rakennuksen eri sähkökäyttöryhmät, kuten valaistus, pistorasiat ja muut laitteet. Tämä tekee sähkönjakelun hallinnasta helppoa asukkaalle ja takaa nopean pääsyn sulakkeisiin tai katkaisijoihin, jos tarvitaan toimenpiteitä.

Mittauskeskus on sähköjärjestelmän keskeinen laite, jonka tehtävänä on mitata sähkön kulutusta ja jakaa sähkö kiinteistön eri osiin. Se sisältää sähkömittarin, josta sähköyhtiö saa tietoja sähkön kulutuksesta, sekä tarvittavat suojalaitteet, kuten pääkatkaisijan ja sulakkeet. Mittauskeskus asennetaan yleensä ulos tai kiinteistön tekniseen tilaan ja sen kautta varmistetaan sähkön jakelu turvallisesti eri sähkölaitteille ja järjestelmille.

Mittauskeskukseksi kohteeseen valittiin UTU Groupin Collie 3806P632T (kuva 15). Tämä mittauskeskus on IP34 luokiteltu ja sisältää ylijännitesuojan. Keskus on varustettu kiinteällä jalustalla. Nimellisvirta keskuksella on 50A, keskus sisältää 2-osaisen suko-pistorasian ja 3-vaiheisen 16A:n pistorasian, joka on suojattu 30 mA vikavirtasuojakytkimellä, johdonsuojakatkaisijoita on 6 kpl. Varustettu yhdistelmäylijännitesuojalla, joka on malliltaan Hager SPA930. (UTU Group s.a)

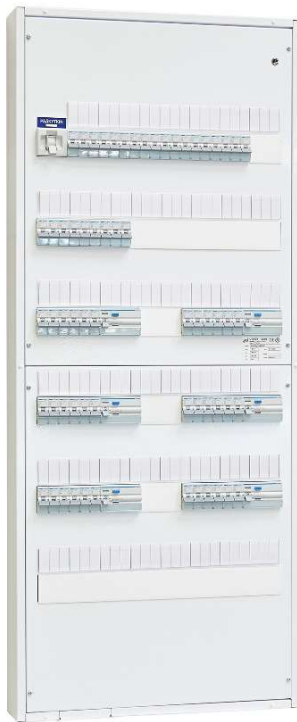


KUVA 15. Mittauskeskus FE COLLIE 3806P63 2T+PR JAL x 63A (UTU Group s.a).

Ryhmäkeskus on sähköasennuksissa käytettävä jakokeskus, joka jakaa sähköä rakennuksen eri tiloihin ja laitteisiin. Se sisältää useita ryhmäjohtojen sulakkeita tai johdonsuojakatkaisijoita, joiden avulla sähkönsyöttö voidaan ohjata ja suojata erilaisille kulutusryhmille, kuten valaistukselle, pistorasioille ja muille laitteille.

Ryhmäkeskus toimii eräänlaisena keskusjakamona, josta sähkö johdetaan eri huoneisiin tai alueisiin ja se varmistaa sähköjärjestelmän turvallisuuden ja toimivuuden. Usein ryhmäkeskus sijaitsee kiinteistön teknisessä tilassa tai helposti saavutettavassa paikassa.

Kohteen ryhmäkeskukseksi valittiin UTU Groupin pinta- ja uppoasennukseen soveltuva omakotitalojen ja muiden pienkiinteistöjen kuivan tilan ryhmäkeskus FE BULLDOG 3863 V 50A IP30 (kuva 16). Bulldog datakeskuksissa on otettu huomioon kasvavat IT-tarpeet kohteissa. Datakeskukset on varustettu kiinteällä IT-osalla. Jälkiasennettavilla datakoteloilla voidaan päivittää IT-tarpeet ajan tasalle esim. saneerauskohteissa. Datakeskukset ovat Viestintäviraston määräyksen mukaisia. Keskuksen nimellisvirta on 50 A, se sisältää 63 kpl johdonsuojakatkaisijoita ja 6 kpl vikavirtasuojakytkimiä. (UTU Group s.a.)



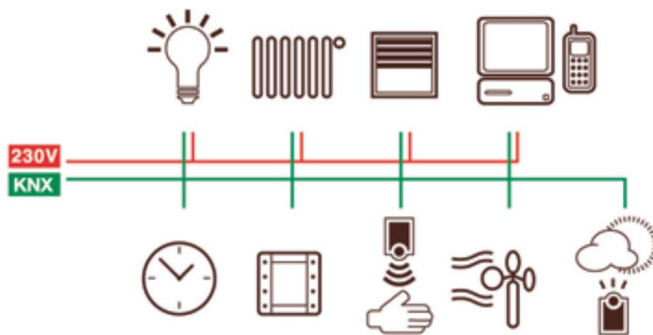
KUVA 16. Ryhmäkeskus FE BULLDOG 3863 V 50A IP30 (UTU Group s.a).

4.4 Taloautomaatio

Taloautomaatio viittaa tekniikkaan, joka mahdollistaa kodin laitteiden ja järjestelmien automaattisen ja älykkään hallinnan, järjestelmän periaate havainnollistettu kuvassa 17. Tämä voi sisältää valaistuksen, lämmityksen, ilmanvaihdon, ilmastoinnin, turvajärjestelmät, viihdejärjestelmät ja muut kodin toiminnot. Järjestelmä voi sisältää myös aikatauluja sekä automaattisia sääntöjä. (KNX Works s.a)

Kohteessa päädyttiin käyttämään KNX-järjestelmää rakennusautomaation ohjaukseen. KNX-järjestelmä tarjoaa helppokäyttöisen ja luotettavan ratkaisun, joka mahdollistaa laajan automaation ja eri järjestelmien yhteensopivuuden. Sen avulla voidaan hallita esimerkiksi valaistusta, lämmitystä, ilmanvaihtoa ja turvallisuusjärjestelmiä keskitetysti ja käyttäjäystävällisesti. KNX-järjestelmän etuna on sen joustavuus ja skaalautuvuus, mikä tekee siitä erinomaisen valinnan modernin hirsitalon automaatiojärjestelmäksi, kun halutaan varmistaa asumismukavuus, energiatehokkuus ja turvallisuus.

Lyhenne KNX tarkoittaa liitettävyyttä, kytkettävyyttä ja yhteensopivuutta. KNX toimii linkkinä sähköjakelun komponenttien välillä ja ohjaa rakennuksen toimintoja kuten lämmitystä, valaistusta, kaihtimia, ilmastointia ja turvatekniikkaa. KNX-tekniikalla voidaan toteuttaa asukkaan tarpeet ja toiveet joustavasti ja energiatehokkaasti. Järjestelmän joustavuuden vuoksi on rakennuksen tiloja mahdollista muuttaa helposti rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa, juuri kulloisenkin tilanteen ja toiveiden mukaiseksi, ilman kaapeloinnin tai rakenteiden suuria muutoksia.



KUVA 17. KNX-Järjestelmän periaate (Härkönen 2015).

Anturit, kuten liiketunnistimet ja termostaatit, antavat komentoja ohjausväylän kautta toimilaitteille, jotka puolestaan ohjaavat talon toimintoja. Tiedonsiirto laitteiden välillä tapahtuu yksinkertaisella kierretyllä parikaapeliverkolla, valokaapelilla, langattomasti tai käyttämällä hyväksi normaalia sähköverkon kaapelointia. KNX-järjestelmässä toimintoja ohjataan kytkimillä ja painikkeilla, ohjauspaneelilla (kuva 18) tai kauko-ohjatusti vaikka matkapuhelimen välityksellä.



KUVA 18. KNX-ohjauspaneeli (ABB 2022).

KNX on energiatehokas ratkaisu, joka hyödyntää automaatiota valon määrän ja lämpötilan vaihteluiden huomioimiseen. Järjestelmä ohjaa esimerkiksi kodin ilmastointia ja valaistusta, mikä pienentää energiankulutusta merkittävästi. KNX voidaan liittää myös hälytysjärjestelmään, mikä parantaa kodin turvallisuutta.

Järjestelmä lisää asumismukavuutta, sillä se mahdollistaa erilaisten valaistustilanteiden ja tunnelmavalauksen ohjauksen yhdellä napin painalluksella. KNX kokoaa yhteen rakennuksen päivittäiset toiminnot ja aikataulut ja sen avulla voi hallita helposti valaistusta, lämmitystä, viihde-elektroniikkaa tai vaikka sähköpostia. (KNX 2016.)

Asiakkaan ensimmäisiin toiveisiin kuului kotona tai poissa -ohjauksen toteuttaminen, jotta energianhallintaa ja kustannustehokkuutta saataisiin parannettua. Tämän toiminnon avulla kaikki tarpeettomat sähkölaitteet ja valaistus voidaan kytkeä automaattisesti pois päältä, kun talossa ei oleskella. Lisäksi kohteen pistoraasiat toteutettiin KNX-ohjauksella ja ne integroitiin osaksi kotona tai poissa -ohjausta. Tämä mahdollistaa esimerkiksi tiettyjen laitteiden, kuten viihde-

elektroniikan tai kodinkoneiden, virrankulutuksen hallinnan keskitetyksi, mikä parantaa energiankäytön tehokkuutta ja tuo lisämukavuutta arkeen.

4.5 Sähkökalusteet

Sähkökalusteet tarkoittavat rakennusten sähköasennuksiin liittyviä komponentteja, jotka mahdollistavat sähkön turvallisen jakelun, ohjauksen ja käytön. Sähkökalusteet ovat oleellinen osa sähköjärjestelmiä niin asuinrakennuksissa kuin teollisuus- ja liikerakennuksissakin. Ne vaikuttavat sekä turvallisuuteen että käyttömukavuuteen.

Sähkökalusteisiin kuuluvat esimerkiksi:

- pistorasiat, jotka mahdollistavat sähkölaitteiden liittämisen sähköverkkoon
- valokytkimet, joita käytetään valaisimien ja muiden sähköjärjestelmien ohjaamiseen
- valonsäätimet eli himmentimet säätävät valaistuksen kirkkautta
- jatkojohdot ja pistokkeet, jotka laajentavat sähköverkkoa väliaikaisesti tai pysyvästi
- jakorasiat, joita käytetään sähköjohtojen liittämiseen ja haaroittamiseen turvallisesti
- katkaisijat ja sulakkeet suojaavat sähköverkkoa ylikuormituksilta ja oikosuluilta
- älykkään sähkökalusteet eli nykyaikaiset ratkaisut, kuten automatisoidut valokytkimet, termostaatit ja muut kodin automaatiojärjestelmät, jotka voidaan liittää internettiin ja ohjata etänä.

Edellä mainittujen lisäksi sähkökalusteisiin voi kuulua myös muita komponentteja, kuten antennipistorasioita, USB-latauspistorasioita ja erilaisia liitännärasioita. Sähkökalusteiden suunnittelussa otetaan huomioon sekä kalusteiden toiminta että esteettisyys, ne ovat tärkeä osa rakennuksen sisustusta ja turvallisuutta.

4.6 Valaistus

Kohteen valaistuksessa käytettiin älykästä DALI-valonohjausratkaisua. DALI on lyhenne sanoista Digital Addressable Lighting Interface ja se tarkoittaa digitaalista, osoitteellista valonohjausliityntää. Se on kaksisuuntainen avoin protokolla ja digitaalinen, kansainvälisesti hyväksytty kieli, jolla ohjataan valaistusta, esimerkiksi LED-liitäntälaitteita. DALI-liitynnän kautta voi siirtää tietoa, esimerkiksi ohjauskäskyjä, vikatietoja ja vianmäärittystietoja laitteiden välillä. (Helvar 2024.)

DALI-järjestelmä siirtää tietoa komponenttien välillä osoitteellisten digitaalisignaaleiden avulla. Koska signaali on digitaalinen, järjestelmän jokaista valaisinta ohjataan täsmälleen samalla tavalla käyttöyksikön ja valaisimen välisestä etäisyydestä riippumatta. DALI-säädöllä voidaan kompensoida silmän logaritminen toiminta, eli säätövaikutelma saadaan tasaiseksi.

Valaisimeen liitetään normaalien vaihe-, nolla- ja suojajohdinten lisäksi kaksi johdinta digitaalisignaaleille. Nämä johtimet ovat potentiaalivapaita, joten asennus on melko yksinkertainen. Digitaalinen ohjaussignaali ei myöskään reagoi ulkopuolisiin häiriöihin. Valot sytytetään ja sammutetaan DALI-johtimien kautta tulevilla digitaalisilla käskyillä. Sen vuoksi verkkojännite voidaan kytkeä ryhmäkeskuksesta suoraan valaisimiin. (Fagerhult 2024.)

DALI-järjestelmä lisää KNX-järjestelmän tavoin asumismukavuutta ja energiatehokkuutta. DALI tuo mukavuutta ja joustavuutta: valaistuksen asetusten muuttaminen onnistuu ohjelmiston avulla ilman uusia johdotuksia. Tämä tekee DALI-ratkaisuista joustavia, kestäviä ja edullisia. Valonohjaus on olennainen osa rakennusten energiansäästöä DALI-tuotteiden avulla voi pidentää valaistusjärjestelmän käyttöikä ja saada paremman yleiskuvan koko järjestelmästä, mikä helpottaa valvontaa ja käytön optimointia. DALI-järjestelmässä tarvitaan huomattavasti vähemmän johdotuksia, kuin perinteisissä valaistusjärjestelmissä. Tämä säästää sekä työtä että kustannuksia. DALI myös tukee valaisinryhmien luomista. Toisin sanoen käyttäjät voivat ohjata yksittäisiä valaisimia, kokonaisia huoneita tai vaikkapa kokonaisia kerroksia. (Helvar 2024.)

4.7 Ulkovalaistus

Alustavissa suunnitelmissa sisäänkäyntiväylälle on kaavailtu pollarivalaisimia (kuva 19). Pollarivalaisin on ulkovalaisin, joka on matala ja tarkoitettu erityisesti polkujen, pihojen sekä muiden ulkotilojen valaistukseen. Nimensä mukaisesti pollarivalaisin on tolppamainen ja valaisin on noin metrin korkeudella maasta. Valonlähde sijaitsee valaisimen yläosassa ja se tuottaa pehmeää ja tasaista valaistusta ympärilleen häikäisemättä liikaa.

Pollarivalaisimet ovat suosittuja niiden minimalistisen ja modernin muotoilun ansiosta. Ne sopivat erinomaisesti reittien, puutarhojen ja pihateiden valaisemiseen tarjoten turvallisuutta sekä esteettisyyttä ympäristöön. Pollarivalaisimilla voidaan myös korostaa maisemointia ja lisätä tilan käyttömukavuutta pimeään aikaan.



KUVA 19 Pollarivalaisin Cone -Hidealite (STK tietopalvelu Oy).

Myöhemmässä vaiheessa kohteeseen asennetaan laajempi aluevalaistus, mutta tässä vaiheessa sitä ei vielä haluttu toteuttaa. Etupihan puolelle tullaan kuitenkin lisäämään valaistusta tarpeen mukaan ja tarve kartoitetaan myöhemmin. Asemakuvissa on huomioitu varaukset valaistuksen kaapeloinnille ja tarvittavat varaukset kaapeloinnille on tehty maatöiden yhteydessä.

4.8 Johdon mitoitus ja suojaus

Ensimmäiseksi taloon täytyy mitoittaa oikeankokoinen nousukaapeli. Jotta nousukaapeli voidaan mitoittaa, tarvitaan kiinteistön huipputeho. Huipputehon laskemisen jälkeen saadaan laskettua kuormitusvirta ja valittua sulakkeiden koko. Tämän kiinteistön huipputehon laskemiseksi käytetään maalämmöllisen kiinteistön huipputehon laskentakaavaa.

$$Ph_{max} = P_{pump} + P + P_{kev} + P_{aläm} + P_{kk} + P_{val} \times \frac{Ah}{1000}$$

Kaava 1. Asuinrakennuksen huipputeho (ST 13.31).

Esimerkki 1:

$$Ph_{max} = 1,5 + 3 + 0 + 2 + 7,5 + 10 \times 111,5/1000 = 15,11kW$$

Merkkien tarkoitus:

Ph_{max} = Asuinrakennuksen huipputeho kW

P_{pump} = Maalämpöpumpun ottama teho kW

P = Sähkövastuksen teho kW

P_{kev} = Kiukaan vuorottelematon nimellisteho

$P_{aläm}$ = Autolämmityksen teho kW

P_{kk} = Kojekuorma 7,5kW kun $Ah > 75 \text{ m}^2$

P_{val} = Valaistuskuorma 10W/m²

Ah = Huoneiston pinta-ala

Tällä kaavalla laskettuna kiinteistön huipputehoksi saadaan

$Ph_{max} = 15.11 \text{ kW}$

Kohteen lämmitettävä huoneala on 111,5m². Maalämpöpumpun teho on n.1,5kW ja sähkövastuksen teho n. 3 kW. Autolämmitykselle on laskettu 2 kW.

Kun huipputeho on saatu laskettua, pystytään laskemaan kiinteistön kuormitusvirta käyttäen kolmivaihetehon laskukaavaa.

$$P = \sqrt{3} U X I X \cos \varphi$$

Kaava 2. Kolmivaihetehon laskukaava.

Merkkien tarkoitus

P = huipputeho

U = pääjännite

I = vaihevirta

$\cos \varphi$ = tehokerroin

Yhtälön ratkaisemiseksi muutetaan kaava 2 muotoon, jolla saadaan laskettua vaihevirta.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U X I X \cos \varphi} = \frac{15.11 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.95} = 22,95 \text{ A}$$

Kaavalla laskettuna vaihevirran suuruudeksi saadaan noin 23A, joten pääsulakkeiden kooksi valitaan 25A. Laskelmien mukaisesti tontilla oleva liittymä tulee riittämään kiinteistön tarpeisiin.

Liittymisjohto on AXMK 4x25mm². Liittymisjohdon pituus on 9 metriä. Talon nousukaapeli on AMCMK 4x25/16 ja se liitetään ulkorakennuksessa olevaan mittauskeskukseen. Nousukaapeli on 21 metriä. Nousukaapeliksi on valittu 4x25mm², tällä kaapelityypillä varmistetaan oikosulkuvirtojen riittävyys. Keskukseen tulee asentaa 3x25A noususulakkeet. Nousukaapeli tulee kaivaa 0,7 m syvyiseen kaapeliojaan ja varoitusnauhat tulee asentaa 0,5 m syvyyteen. (SFS 600-1.)

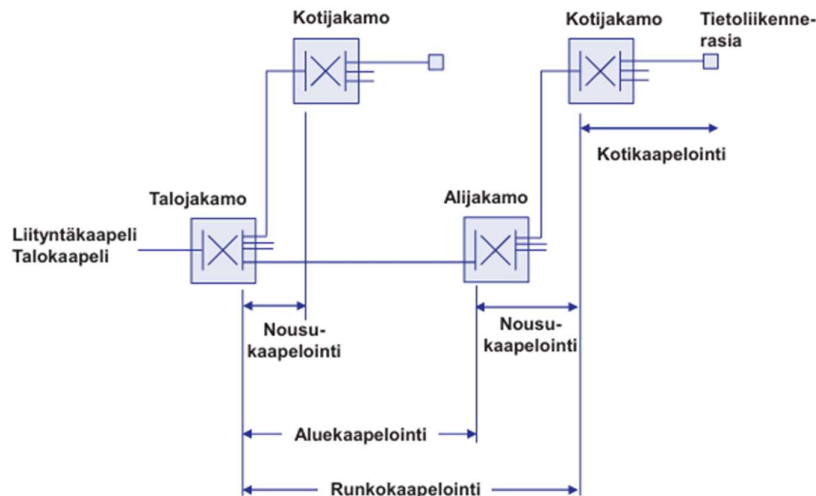
4.9 Antenni- ja telekaapelointi

Antenni ja telekaapeloinnin suunnittelu ja toteutus ovat keskeisiä vaiheita nykyaikaisen omakotitalon tietoliikenneyhteyksien varmistamisessa. Antennikaapelointi

mahdollistaa televisiosignaalien vastaanoton ja telekaapelointi puolestaan varmistaa kodin sisäisen tietoliikenteen ja internet-yhteydet. Molemmat järjestelmät kuuluvat sähkösuunnitelmaan ja niiden asentaminen edellyttää huolellista suunnittelua ja asennusta standardien mukaisesti. Yleiskaapelointeja koskevat seuraavat viranomaismääräykset, -ohjeet ja -suositukset:

- Liikenne- ja viestintäviraston määräys 65 kiinteistön sisäverkoista
- MPS 65. Määräyksen 65 perustelut ja soveltaminen
- Liikenne- ja viestintäviraston suositus kiinteistön teletilojen lukituksesta, 306/2019 S.

Pientalon antennijärjestelmä toteutetaan aina tähtiverkkona. Jos antennijärjestelmä palvelee vain yhtä huoneistoa (omakotitaloa), ei tarvita erillistä huoneistojen ulkopuolista laitetilaa eli talojakamo. Tähtipiste ja mahdollinen vahvistin voidaan sijoittaa asunnon omaan kotijakamoon. Kotijakamo sijoitetaan yleensä tekniseen tilaan tai eteiseen. Kotijakamosta lähtee erikseen koaksiaalikaapeli jokaiseen antennirasiaan. (Sähkötieto 2023.)



Huom.: Runkokaapelointi on yleisnimitys alue- ja nousukaapeloinnille sekä niiden yhdistelmälle.

KUVA 20. Asuinkiinteistön yleiskaapelointijärjestelmän perusrakenne (Sähkötieto 2020).

Kuvassa 22 havainnollistettu verkon perusrakenne. Nimitysten moninaisuudesta huolimatta peruseräkkeet ovat yksinkertaiset. Asuntoihin liitytään aina koaksiaalikaapelilla ja asuntojen sisällä käytetään koaksiaalikaapelia. Muualla riittää

yksi koaksiaalikaapeli ja kuusi kuitukaapelia. Laajan antenniverkon kaapelointi on järkevä suunnitella siten, että käytetään sitä paksumpaa ja vähemmän vaimentavaa kaapelia, mitä lähempänä talojakamoja verkon osa on. Kotikaapeloinnissa käytetään siis ohuinta kaapelityyppiä ja aluekaapeloinnissa paksumpaa.

Antennikaapeloinnissa on huomioitava seuraavat asiat:

- uusi verkko suunnitellaan aina tähtimäiseksi
- antenniverkossa käytetään aina koaksiaalikaapelia
- kaapelireitit mitoitetaan riittävän väljiksi
- jokaiseen asuinhuoneeseen asennetaan vähintään yksi antennirasia
- kotijakamossa käytetään haaroitinta, muissa jakamoissa jaottimia
- jakamoissa on oltava riittävästi tilaa ja hyvät olosuhteet
- sähköpistorasioita on oltava riittävästi ja potentiaalit on tasattava
- talojakamo kannattaa sijoittaa rakennuksen alaosiin (Sähkötieto 2023).

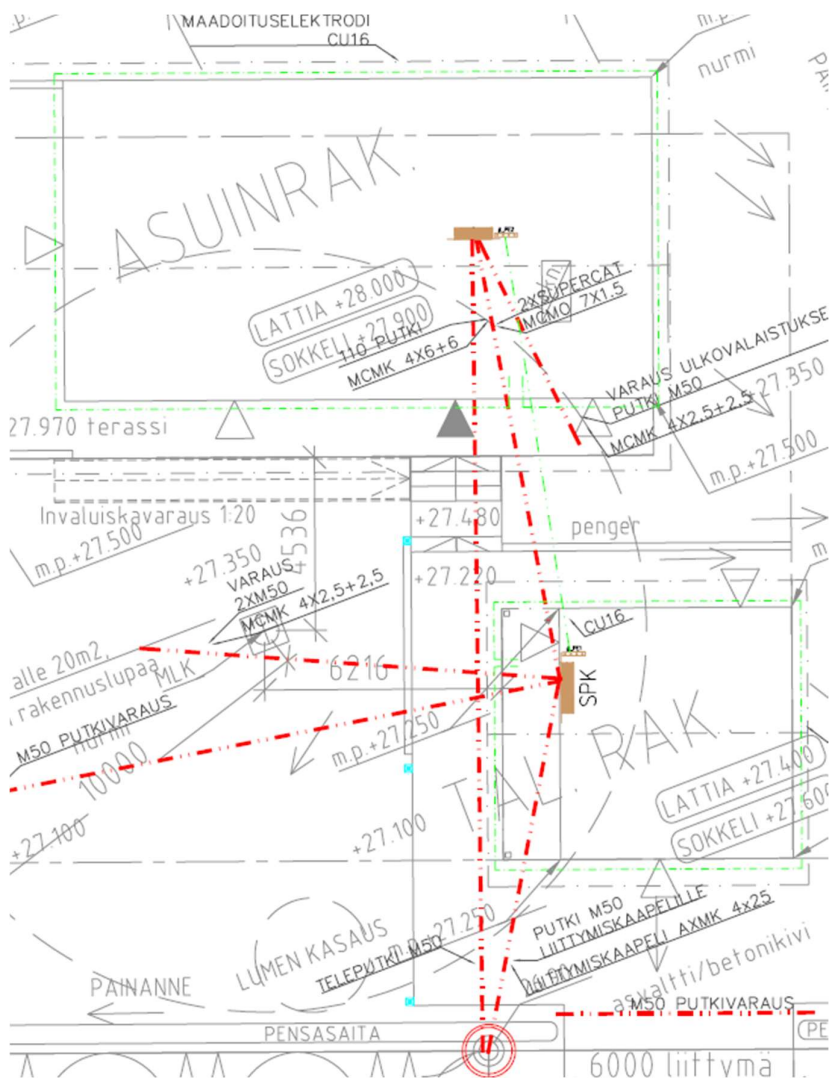
5 TOTEUTUS

5.1 Piha

Ensimmäisenä kohteeseen suunniteltiin maatöitä varten asemapiirros (kuva 32). Asemapiirustus on sijaintipiirustuksen perusdokumentti, joka esittää rakennustöiden, kiinteistön palveluverkkojen ja tieverkoston aloituskohdat sekä informaation maisemasta, pääsytavat rakennuspaikalle ja sen yleisen sijoittelun. (ST 13.28.)

Asemapiirrokseen merkittiin tontille sijoitettavat sähkökeskukset, joita tässä kohteessa on yhteensä kaksi. Autotalliin asennettiin sähköpääkeskus (mittauskeskus) ja asuinrakennuksen sisälle sijoitettiin ryhmäkeskus, josta hoidetaan talon sisäinen sähköjakelu. Asemapiirrokseen piirrettiin myös maan alle sijoitettavat sähköputket, joiden sisään sähkökaapelit asennetaan. Lisäksi kuvaan merkittiin tontin liittymispiste, josta sähkö tuodaan tontille liittymiskaapelilla.

Ulkoalueen kaapeleiden tyyppitys toteutettiin suunnitteluvaiheessa, jotta oikean kokoiset sähköputket saatiin mitoitettua ja varmistettiin, että asennus täyttää kaikki turvallisuus- ja suorituskykyvaatimukset. Tämä vaihe oli erityisen tärkeä ulkoalueen sähköistystöiden kannalta, jotta maanalaiset kaapeloinnit saatiin asennettua huolellisesti ja johdonmukaisesti.



KUVA 21. Asemapiirustus.

Suunnitelmien valmistumisen jälkeen kohteessa aloitettiin käytännön maatyöt. Maanrakennusurakoitsija kaivoi maaperään tarvittavat kaivannot, joihin kaikki tarvittavat sähköputket ja kaapelit asennettiin. Tämä vaihe varmistaa, että kaikki maahan sijoitettavat sähköjärjestelmän osat ovat asianmukaisesti ja turvallisesti asennettuja ennen seuraavia työvaiheita.

5.2 Avokeittiö ja olohuone

Avoin keittiö ja olohuone sisälsivät eniten suunniteltavaa, sillä tilaan haluttiin mahdollistaa monipuolisia laitteita ja se oli kooltaan suuri. Olohuoneessa vietetään

eniten aikaa, joten sen suunnitteluun haluttiin kiinnittää erityistä huomiota. Asiakkaalla oli eniten tähän tilaan liittyviä kalusteita ja niiden sijaintia koskevia toiveita. Hirsiseinään asennettavat pistorasiat ovat pinta-asenteisia, kun taas sisäseiniin kalusteet voidaan asentaa uppoasennettuna. Kuvassa 25 esitetään tilaan suunnitellut kalusteet ja niiden johdotukset.

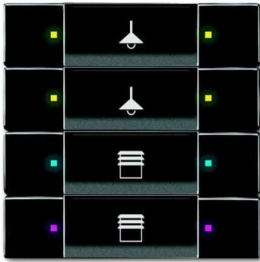
Tilaan haluttiin asentaa muutamia erityyppisiä valaisimia. Keittiön ruokapöydän ja saarekkeen yläpuolelle haluttiin virtakisko, johon voidaan kiinnittää roikkuvalaisimia. Keittiön työtasojen yläpuolelle sekä olohuoneen kulmaukseen päädyttiin asentamaan led-nauhat, jotka toimivat lähinnä tunnelmanluojina, eivät varsinaisena kohdevalaistuksena. Olohuoneen kattoon asennetaan spottivalaistus, joka toimii tilan pääasiallisena valaistuksena. Kaikki valaisimet ovat himmennettäviä ja valaistuksen ohjaukseen käytetään myös liiketunnistinta, joka on sijoitettu keskelle tilaa kattoon asennettuna.

Suurin osa tilan pistorasioista on KNX-järjestelmällä ohjattavia, kodinkoneiden pistorasioita lukuun ottamatta. KNX-järjestelmään liitettävät pistorasiat mahdollistavat kotona tai poissa -ohjauksen. Keittiön saarekkeeseen sijoitetaan tavallinen ilman ohjausta oleva pistorasia pientä pakastinta varten. Saarekkeeseen asennettiin myös jakorasia liettä varten. Keittiön työtason alle sijoitettiin tavallinen yksiosainen pistorasia astianpesukoneelle. Asiakkaalla oli erityistoive saada työtason päätyyn upotettava pistorasia ja tähän päädyttiin asentamaan Bachmann Twist 2S -tasopistorasia (kuva 23) joka liitetään KNX-ohjaukseen. Ikkunoiden yläpuolelle suunniteltiin yksiosaiset pistorasiat kausivaloille.

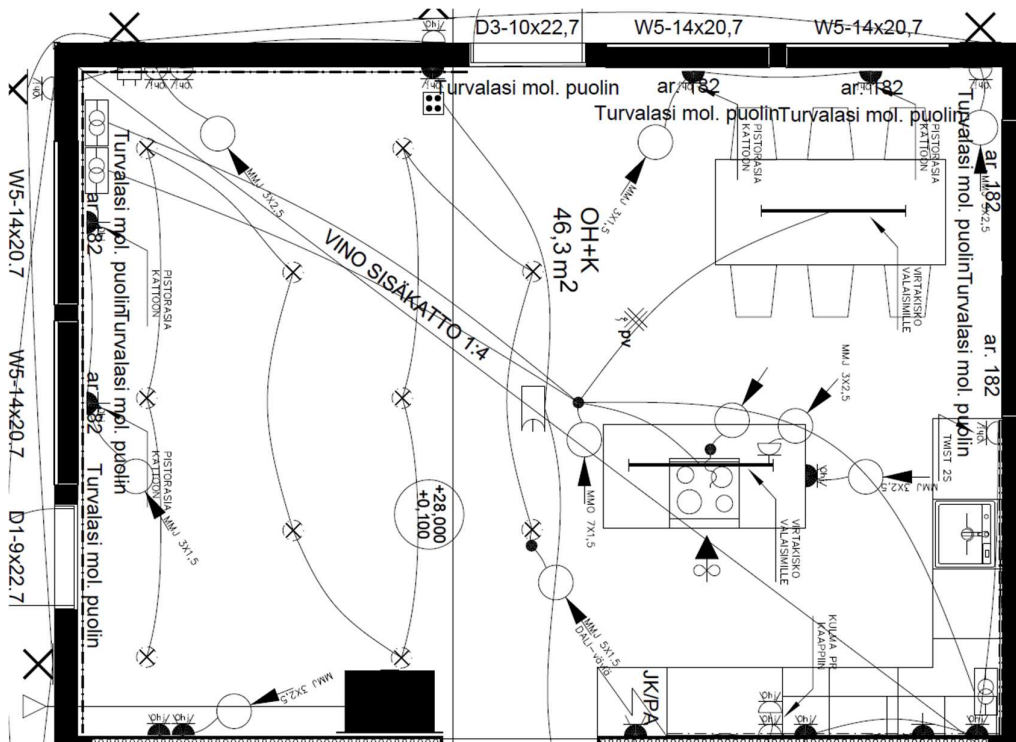
Valaistuksen ohjaukseen tarkoitetut painikkeet sijoitettiin terassin oven viereen ja keittiön kulmaukseen. Kytkimiksi valittiin ABB Impressivo -sarjan KNX-painikkeita (kuva 24) sekä kosketusnäyttö, jolla huoneen toimintoja voidaan visualisoida ja ohjata. Kosketusnäyttökytkimellä voidaan ohjata 12 eri toimintoa. Painikkeen vakio toimintoihin kuuluvat painike, kytkin, himmennin, liukusäädin, tilannekutsu, verhojen ja sälekaihtimien ohjaus, RGBW-ohjaus, huonelämpötilan säätö, lämpöpumpun ohjaus sekä äänentoiston ohjaus. Laitteessa on myös integroitu huonelämpötila-anturi, etäisyysanturi ja valoisuusanturi. (ABB 2024.)



KUVA 22. Pistorasiapaneeli twist 2 s, keittiön tasolle (Bachmann 2024).



KUVA 23. ABB KNX-painike (ABB 2024).



KUVA 24. Sähköpiirustus avokeittiö ja olohuone.

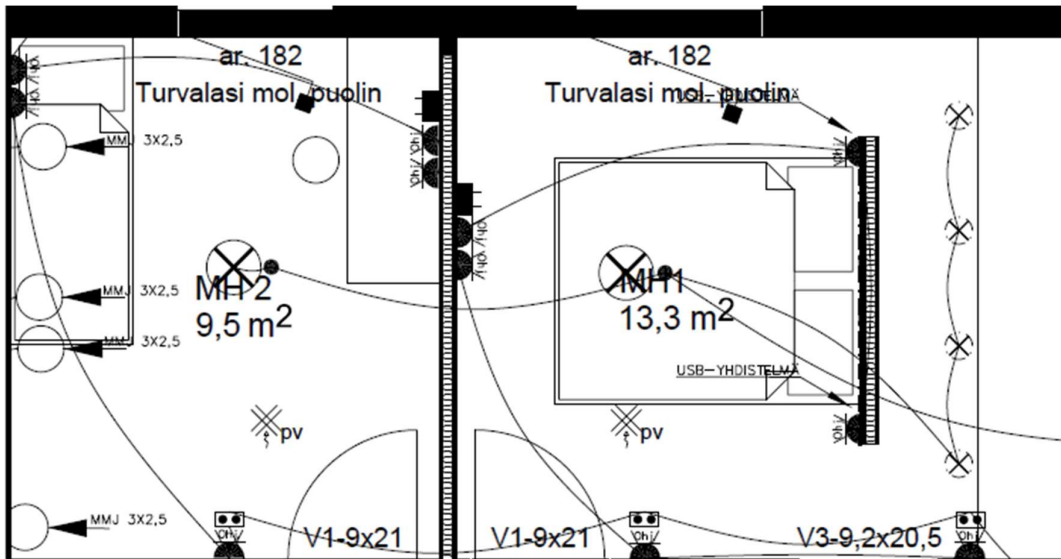
5.3 Makuuhuoneet

Makuuhuoneissa haluttiin panostaa mukavuuteen, tilojen helppokäyttöisyyteen ja toiminnallisuuteen, jotta asukkaat voivat nauttia mahdollisimman miellyttävästä ja toimivasta ympäristöstä. Tilan sähköpiirustus esitetty kuvassa 27. Päämakuuhuoneeseen suunniteltiin läpikuljettava vaatehuone, mutta muut makuuhuoneet pidettiin yksinkertaisina, mikä teki suunnittelusta suoraviivaista ja varmistaa tilojen monikäyttöisyyden eri tarpeisiin. Kaikkien makuuhuoneiden pistorasiat liitettiin KNX-järjestelmään, mikä mahdollistaa älykkään ohjauksen ja energiankulutuksen hallinnan. Lisäksi huoneisiin asennettiin tele- ja ATK-pistorasiat, jotta tiloihin voidaan tarvittaessa kytkeä televisio tai tietotekniikkalaitteita ja tukea näin nykyaikaisia viestintä- ja viihdetarpeita.

Päämakuuhuoneeseen haluttiin sängyn yläpuolelle tunnelmavalaistusta led-nauhalla kattovalaisimen lisäksi, tämä luo tilaan rauhallisen tunnelman. Vaatehuoneeseen valittiin spottivalaistus, jotta vaatteet ja tarvikkeet ovat hyvin näkyvillä, mikä helpottaa arjen toimintoja. Valaistuksen ohjaus toteutettiin KNX-painikkeilla. Ne mahdollistavat valojen himmennuksen ja luovat siten miellyttävän valaistusympäristön eri tilanteisiin. Asiakkaan toiveena oli myös saada sängyn viereen USB-yhdistelmäpistorasiat (kuva 26) laitteiden lataamisen helpottamiseksi. Tämä lisää makuuhuoneen käyttömukavuutta, sillä se mahdollistaa laitteiden lataamisen helposti ilman erillisiä latureita.



KUVA 25. Esimerkki USB-pistorasiasta (ABB 2024).



KUVA 26. Sähköpiirustus makuuhuoneissa.

5.4 Kodinhoitohuone

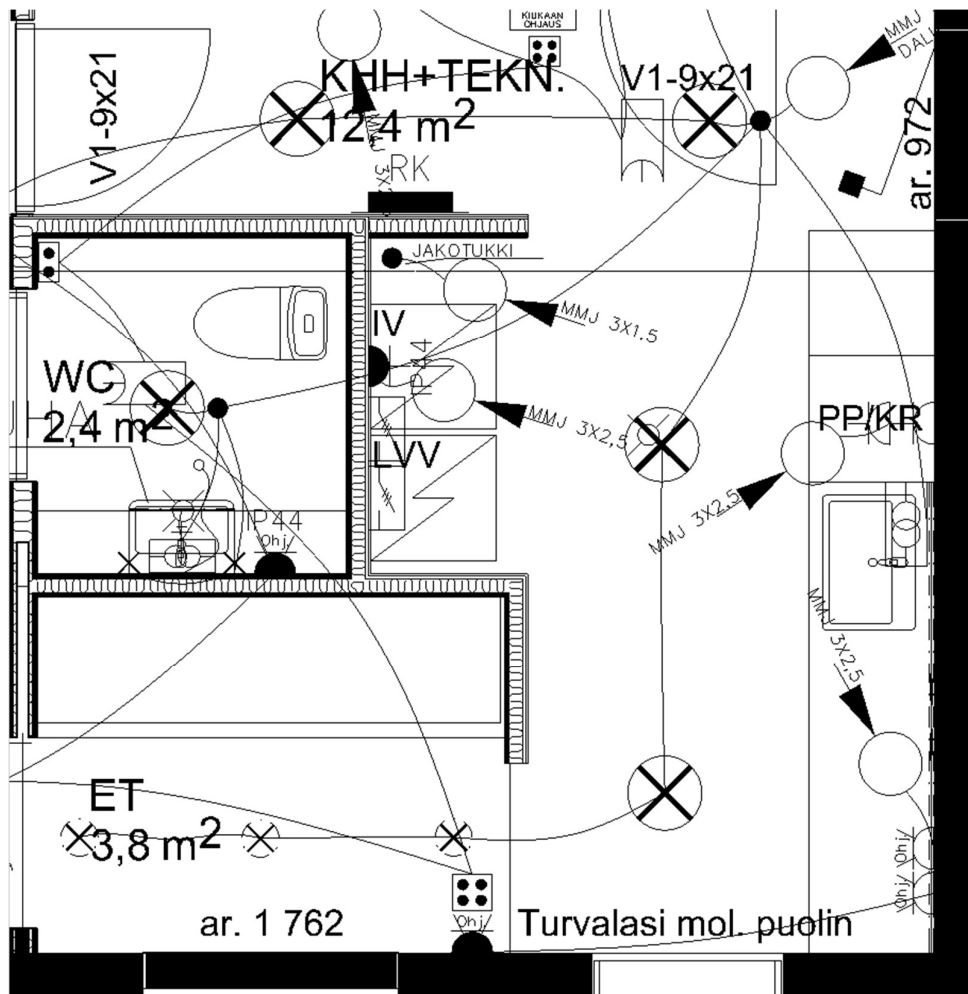
Kodinhoitohuoneen tarkoitus on keskittää arjen toiminnot yhteen tilaan, jossa voi hoitaa pyykinpesun, kuivauksen, silityksen sekä vaatehuolto- ja siivousvälineiden säilytyksen. Tila auttaa pitämään muun kodin siistinä ja järjestyksessä ja hyvin suunniteltuna se tarjoaa riittävästi säilytystilaa esimerkiksi puhdistusaineille, ulkovaatteille ja harvemmin tarvittaville tarvikkeille. Kodinhoitohuone tekee kodinhoidosta sujuvampaa ja käytännöllisempää, mikä säästää aikaa ja helpottaa arkea. Tila pyrittiin suunnittelemaan mahdollisimman toiminnalliseksi ja arjen toimintoja tukevaksi (kuva 28).

Pyykinpesukoneelle ja pyykkitornille on suunniteltu tavalliset pistorasiat, kun taas muut tilan pistorasiat ovat KNX-järjestelmällä ohjattavia. WC-tilassa on IP44-luokiteltu kosteankestävä pistorasia, mikä tarkoittaa, että se on suojattu vedeltä ja pieniltä kiinteiltä esineiltä, kuten sormilta.

Eteiseen suunniteltiin spottivalaistus, muihin tiloihin tavalliset kattovalaisimet. WC:n allaskaapin alle asiakas halusi led-nauhan, jota voidaan pitää päällä hämärässä, tilassa on myös peilivalaisimet. Kodinhoitohuoneen valaistusta ohjataan kytkinten lisäksi liiketunnistimella.

Kodinhoituhuoneen yhteydessä on tekninen tila, johon on sijoitettu lämminvesivaraaja sekä ilmanvaihtokone (IV-kone). Lämminvesivaraaja takaa jatkuvan ja riittävän lämpimän veden saatavuuden. IV-kone puolestaan vastaa ilmanvaihdosta, joka on oleellinen osa kodin energiatehokkuutta ja sisäilman laatua. Näille laitteille suunniteltiin omat huoltokytkimet. Huoltokytkimet asennetaan, jotta saadaan laitteille taattua turvallinen ja hallittu virrankatkaisu tarvittaessa. Näitä huoltokytkimiä käytetään erityisesti huoltotoimenpiteiden yhteydessä tai hätätilanteissa, jotta laitteen jännitteellinen osuus saadaan nopeasti ja turvallisesti irrotettua sähköverkosta.

Lisäksi tässä tilassa sijaitsevat jakotukki ja ryhmäkeskus, jotka mahdollistavat sähkö- ja vesijärjestelmien tehokkaan hallinnan. Jakotukki jakaa vettä eri käyttökohteisiin, kuten saniteettitiloihin ja kodinkoneisiin, kun taas ryhmäkeskus hallitsee sähkönjakelua eri tiloissa. Nämä komponentit ovat tärkeitä kodin toimintojen varmistamiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi, sillä ne mahdollistavat järjestelmien kunnossapidon ja tulevat tarpeet huomioon ottaen joustavan laajentamisen tulevaisuudessa.



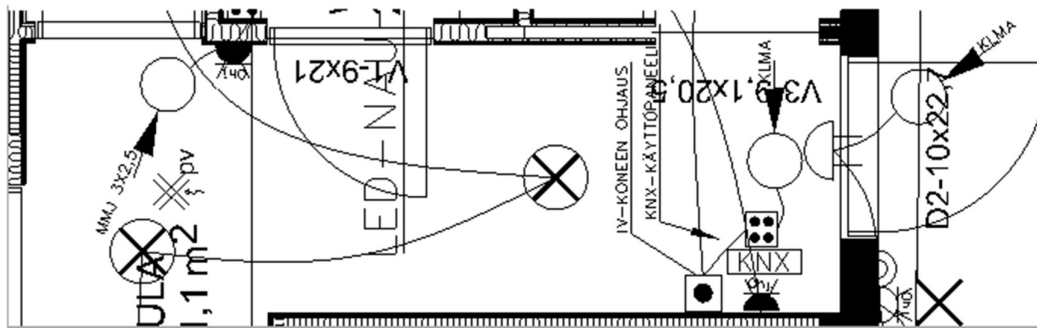
KUVA 27. Sähköpiirustus WC ja kodinhoitohuone.

5.5 Eteinen

Eteiseen, heti sisäänkäynnin yhteyteen asiakas halusi KNX-ohjauspaneeli helpottamaan laitteiden etäohjausta. Asiakkaalla oli ehdottomana toiveena saada kohteeseen kotona tai poissa -ohjaus ja sisäänkäynnille asennettavan paneelin ansiosta tätä on sujuvaa ohjata. Kotona tai poissa -ohjaus on tilanne, jonka avulla voidaan varmistaa, että asuntoon ei jää sähkölaitteita päälle poissaolon ajaksi. Oven pieleen asennetusta painikkeesta voidaan asunnosta poistuttaessa kytkeä kerralla pois valaistus sekä valitut kuormat, esimerkiksi liedin ja kahvinkeitin pistorasian. Myös lämpötilan pudotus voidaan liittää toimintoon. Huoneistoon palatessa kyseiset kuormat saadaan taas yhdellä painalluksella kytkettyä päälle ja valitut valot sytytettyä esimerkiksi eteiseen ja olohuoneeseen. (ABB 2024.)

Helppokäyttöisyyden vuoksi ohjauspaneelin yhteyteen suunniteltiin myös ilmanvaihtokoneen ohjaus. Ilmanvaihtokoneen erillisellä painikkeella voidaan säätää ilmanvaihdon tehoa tai sammuttaa laite kokonaan. Muilta osin eteisen sähkökalustus haluttiin jättää mahdollisimman yksinkertaiseksi, jotta tilan toiminnallisuutta saadaan korostettua.

Pääovelle asennetaan langaton ovikello, joka toimii tavallisesti paristoilla ja käyttää radiotaajuuksia signaalin lähettämiseen ovikellopainikkeen ja sisäkellon välillä. Ovikellopainike asennetaan oven ulkopuolelle. Painiketta painettaessa, se lähettää signaalin sisäyksikköön radiotaajuuksilla. Useimmissa malleissa painike toimii paristoilla, sisäyksikkö voi olla paristokäyttöinen tai verkkovirtaan kytketty. (Ensto s.a). Sähkösuunnitelma esitetty kuvassa 29.



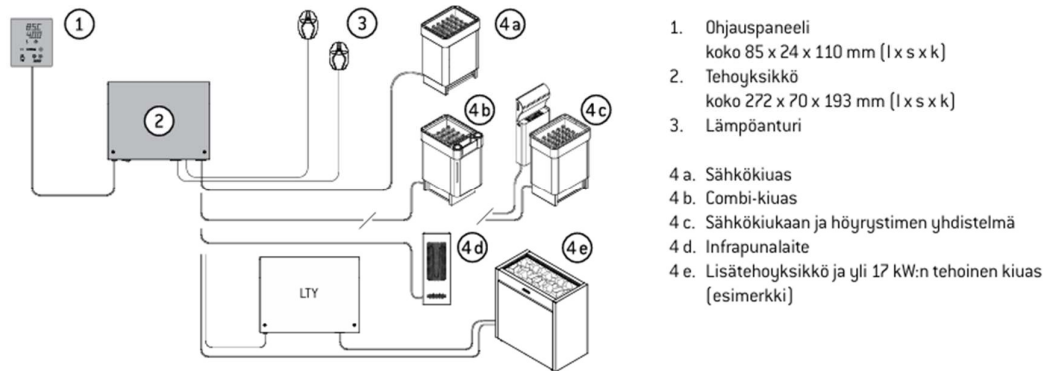
KUVA 28. Sähköpiirustus eteinen.

5.6 Kylpyhuone ja saunatilat

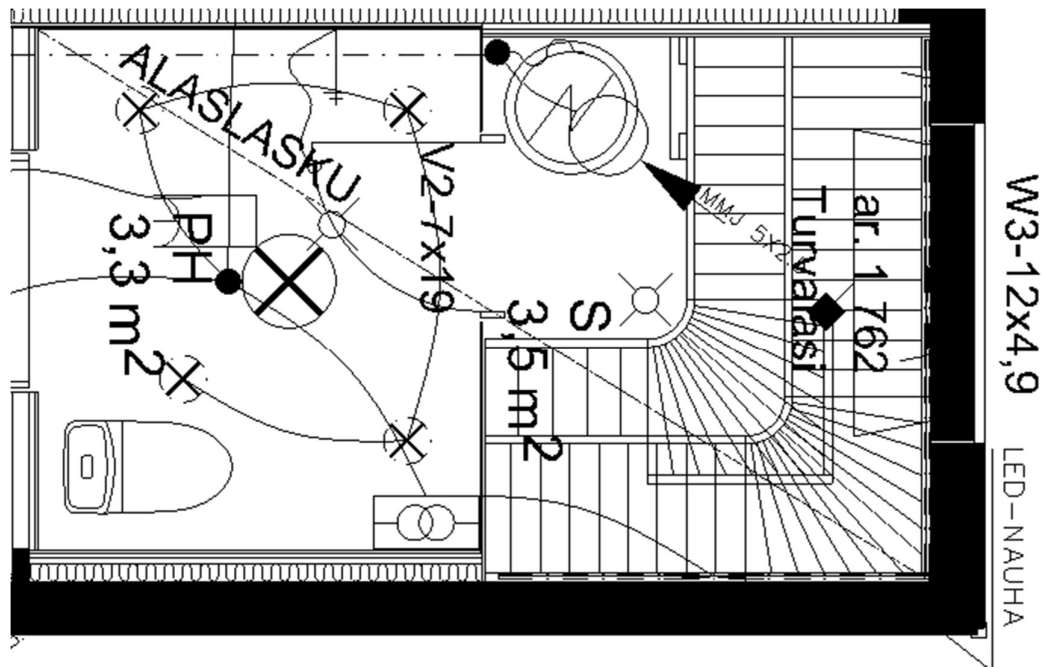
Saunan sähkökiuas liitetään puolikiinteästi saunan seinään asennettavaan kytkentärasiaan. Kytkentärasian on oltava roiskevedenpitävä, rasian etäisyys lattiasta saa olla korkeintaan 500 mm. Liitântäkaapelina tulee käyttää kumikaapelia. Katonrajaan asennetaan lämpöanturi valmistajan ohjeen mukaisesti. (Harvia s.a) Saunan kiukaan ohjaus tapahtuu ohjauspaneelilla, tämä mahdollistaa kiukaan ajastuksen ja lämpötilan hallinnan. Ohjauspaneeli suunniteltiin pesuhuoneen ovi-
pieleen. Ohjauspaneelin läheisyydessä on myös painonappikytkin, jolla ohjataan pesuhuoneen ja saunan valaistusta. Kiukaan asennuksen peruseräite esitetty kuvassa 30.

Saunan valaistus toteutettiin led-nauhoilla asiakkaan toiveen mukaisesti (kuva 31). Saunatiloihin on saatavilla tähän käyttöön valmistettuja led-nauhoja. Nämä poikkeavat normaalista nauhasta niin, että led-nauha on silikoniputkessa ja putken päät tulpataan, jotta vesi ei pääse nauhan sisään.

Turvallisuuden varmistamiseksi tilaan asennetaan turvakatkaisijoita ja lämpötilasensoreita. On myös tärkeää huolehtia riittävästä ilmanvaihdosta ja energiatehokkuudesta, jolloin saunan käyttö on taloudellisempaa ja ympäristöystävällisempää. Kylpyhuoneen valaistusta ohjataan kytkimen lisäksi liiketunnistimella.



KUVA 29. Esimerkki kiukaan ohjauspaneelin asennuksesta (Harvia s.a).



KUVA 30. Sähköpiirustus sauna.

6 TARKASTUKSET

Omakotitalon sähköurakassa tarkastukset ovat keskeinen osa, jolla taataan työturvallisuuden, laadunvarmistuksen ja lainsäädännön noudattamisen takaaminen. Sähköurakoitsija suorittaa tarkastuksia useissa vaiheissa varmistaakseen, että sähköasennukset ovat määräysten mukaisia ja turvallisia. Tarkastuksilla ehkäistään virheellisistä asennuksista aiheutuvia vaaroja, kuten sähköiskuja ja tulipaloja ja varmistetaan kaikkien komponenttien, kuten maadoitusten ja vikavirtasuojien, oikea asennus.

Tarkastukset ovat osa prosessia, jolla varmistetaan sähköjärjestelmän turvallinen käyttöönotto. Urakoitsija dokumentoi tarkastukset ja mittaukset käyttöönottotarkastusraportissa, tämän avulla asiakas saa varmuuden työn laadusta. Tarkastukset palvelevat myös urakoitsijan omaa laadunvalvontaa ja asiakastyytyväisyyttä, koska ne auttavat havaitsemaan ja korjaamaan mahdolliset viat ajoissa. Tarkastuksilla sähköurakoitsija täyttää myös lakisääteisen vastuunsa ja varmistaa, että lopputulos vastaa sähkötyön turvallisuusvaatimuksia ja standardeja. (Sähköinfo Oy 2022.)

6.1 Käyttöönottotarkastus

Ennen sähkölaitteiston käyttöönottoa on tarkastettava, että laitteisto on määräysten mukainen ja siten myös turvallinen. Tämä edellyttää aistinvaraisen tarkastuksen lisäksi myös mittauksia ja toiminnallisia kokeita. Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksen tekee laitteiston rakentaja. Aistinvaraista tarkastusta tehdään koko asennustyön ajan. Mittaukset ja testaukset ajoittuvat asennustyön loppuun.

Tarkastusten toteuttamista varten on syytä laatia työmaan tarkastussuunnitelma. Suunnitelmaan kuuluvat tarkastusohjelmaan sisällytetyt aistinvaraiset arvioinnit, mittaukset, testaukset ja muut tarkastukset, joita projektin aikana on tarkoitus tehdä. Suunnitelmaan kuuluvat myös tarkastusten ennakkovalmistelussa tarvittavat tarkastuskuvaus ja tarkastusraporttilomakkeet tai muut dokumentointilomakkeet.

Sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastus, jossa riittävässä laajuudessa selvitetään, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslaissa määrättyä haittaa. Sähköturvallisuuteen liittyvät tarkastukset on yksilöity tarkasti standardin SFS 6000 osassa 6. Käyttöönottotarkastukseen kuuluu sekä aistinvaraisesti että mittaamalla ja testaamalla todettavia asioita.

Tarkastuksen sisältö:

- asennusten silmämääräinen tarkastus
- laiteasennusten tarkistus
- suojaetäisyydet
- eristysresistanssin mittaus
- silmukkaimpedanssin mittaus
- maadoitusresistanssin mittaus
- suojalaitteiden toiminnan testaus
- laitteiden ja toiminnan varmistus
- käyttöturvallisuuden tarkastus
- käyttöönottotarkastuspöytäkirja
- mittauspöytäkirjat ja kaaviot. (Sähköinfo Oy 2022.)

6.2 Kunnossapitotarkastus

Kunnossapitotarkastus on osa sähkölaitteiston huoltoa ja kunnossapitoa. Tämän tarkastuksen avulla laitteiston haltija voi havaita turvallisuutta heikentävät puutteet käytössä olevassa sähkölaitteistossa. Sähköturvallisuuslain mukaan sähkölaitteiston haltija on vastuussa laitteiston turvallisuudesta, sen ylläpitämiseksi tarvittavasta kunnossapidosta ja siitä, että laitteisto täyttää lain vaatimukset.

Kunnossapitotarkastukselle ei ole lakisääteisiä velvoitteita. Kunnossapitotarkastus on vapaaehtoinen tarkastus. Kunnossapitotarkastuksia voidaan tehdä kaikenlaisille sähkölaitteistoille kaikenlaisissa rakennuksissa. Kunnossapitotarkastuksen tekijän tulee olla sähköalan ammattihenkilö ja hänen täytyy pystyä arvioimaan sähköturvallisuuteen vaikuttavia puutteita eri-ikäisissä sähkölaitteistoissa.

Tarkastuksen pääkohdat:

- Milloin sähköasennukset on tehty?
- Onko asennuksiin tehty muutoksia?
- Onko tehty sellaisia rakennustöitä, joilla voi olla vaikutusta sähkölaitteistoihin?
- Onko sähkölaitteiston käytössä havaittu ongelmia?

Tarkastuksiin kohdistetaan soveltuvin osin seuraaviin sähkölaitteiston osiin:

- liittymä ja pääkeskukse tarkastus
- maadoitukset ja potentiaalintasaukset
- ryhmäkeskukset
- ryhmäjohdot ja sähkölaitteet.

Kunnossapitotarkastuksesta laaditaan pöytäkirja, jonka perusteella laitteiston haltija voi korjauttaa havaitut puutteet. (Sähköinfo Oy 2022.)

7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin hirsirakenteisen omakotitalon sähköistyksen suunnittelua ja erityisesti älykkään KNX-järjestelmän hyödyntämistä. Työn tavoitteena oli laatia esimerkkisuunnitelma, joka ottaa huomioon hirsirakentamisen erityispiirteet sekä sähkötekniset vaatimukset.

KNX-järjestelmä valittiin sen joustavuuden ja energiatehokkuuden vuoksi, se mahdollistaa valaistuksen, lämmityksen ja ilmanvaihdon keskitetyn hallinnan. Suunnitelma sisälsi myös DALI-valaistusjärjestelmän, maalämmön ja muita älykkäitä ratkaisuja, jotka tekevät talosta energiatehokkaan ja käyttäjäystävällisen. Suunnittelussa kiinnitettiin erityistä huomiota rakennusmateriaalin vaikutukseen asennuksiin.

Lopputuloksena saatiin suunniteltua nykyaikaisen ja älykkään hirsitalon sähkösuunnitelma, jossa yhdistyvät perinteinen rakentaminen ja moderni teknologia asiakkaan toiveiden mukaisesti. Asetettuihin tavoitteisiin päästiin onnistuneesti ja työn aikana laadittiin kattava määrä dokumentaatiota rakennuksen käyttöönoton ja tulevaisuuden muutosten helpottamiseksi.

8 POHDINTA

Työ oli haastava, mutta samalla erittäin opettavainen kokemus. Sain aina apua tarvittaessa ja hyvässä työyhteisössä työskentely oli luontevaa ja miellyttävää. Kohteessa hyödynnettiin laajasti KNX-järjestelmään kuuluvia laitteita ja valaistus liitettiin DALI-ohjauksella osaksi älykästä sähköistystä. Tämä tarjosi minulle mahdollisuuden perehtyä älykkäiden ohjausjärjestelmien suunnitteluun ja käyttöönottoon käytännössä.

Hirsitalon erityispiirteet ja rakennustekniikat vaativat tarkempaa tiedonhakua ja perehtymistä, sillä nykypäivänä hirsitalojen rakentaminen on harvinaisempaa, eikä aiheesta ole yhtä paljon tietoa ja resursseja saatavilla kuin muista rakennustyypeistä. Tämä teki projektista erityisen mielenkiintoisen, sillä opin paljon hirsitalojen erityispiirteistä ja niiden vaatimuksista sähköistyksen näkökulmasta.

Koen, että tämän projektin myötä sähkösuunnittelu tulee olemaan minulle tulevaisuudessa huomattavasti helpompaa ja mielekkäämpää, sillä työ opetti minulle paljon uutta niin teknisistä ratkaisuista kuin asiakasyhteistyöstä. Toimiminen asiakkaan kanssa sujui luontevasti ja toiveiden huomioiminen oli minulle helppoa. Tavoitteenani onkin jatkossa päästä tekemään sähkösuunnittelua yhä enemmän ja hyödyntämään oppimiani taitoja monipuolisesti erilaisissa projekteissa. Tämä kokemus antoi minulle varmuutta ja motivaatiota jatkaa uraani sähkösuunnittelun parissa.

LÄHTEET

ABB 2024. Tuoteluettelo. Luettavissa: <https://www.asennustuotteet.fi/product/sdu12631-825/impressivo-24-kosketusnaytto-musta>. Luettu: 1.10.2024.

Ensto s.a. Elektroninen ovikello. Luettavissa: https://assets.legrand.com/pim/NP-FT-GT/IG_0000003879_V1.pdf. Luettu: 3.11.2024.

Fagerhult 2024. DALI- osoitteellinen digitaaliohjaus. Luettavissa: <https://www.fagerhult.com/fi/valonohjaus/e-sense-customised/dali/>. Luettu 28.10.2024.

Härkönen, K. 2015. KNX-järjestelmän perusteet, tietotekniset järjestelmät. 2. painos. Hansaprint. Espoo.

Harvia s.a. Sähkökiukaan asennus- ja käyttöohje. Luettavissa: <https://www.taloon.com/media/attachments/harvia/harvia-legend-sahkokiuas-poe-poxe-asennus-kayttoohje.pdf>. Luettu: 3.11.2024.

Helvar 2024. Mitä ovat DALI-valaistus ja DALI-2-valaistus? Luettavissa: <https://helvar.com/fi/what-is-dali-lighting/>. Luettu: 22.9.2024.

Honkarakenne s.a. Moderni hirsitalo – linjakasta arkkitehtuuria ja lämmintä tunnelmaa. Luettavissa: <https://www.honka.fi/fi/hirsiomakotitalot/modernit-hirsiomakotitalot/>. Luettu: 3.9.2024.

Juvonen, J. & Lapinlampi, T. 2013. Ympäristöopas 2013. Energiakaivo, maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. Energiaministeriö. Helsinki.

Kauppi, V., Reinikainen, V., Ylinen, T. & Erkkilä, V. 2023. Sähköasennukset 4. 5. uudistettu painos. Grano. Espoo.

KNX 2016. Modernia tekniikkaa asumiseen. Luettavissa: <https://lbproduction.s3.amazonaws.com/5ac3437ca981e40cc16b97a5/extras/knxmoderniatekniikkaaweb.pdf>. Luettu: 10.9.2024.

Kontiotuote 2024. Yleinen asennusohje, hirsirakennuksen ohjeet. Sisäinen lähde.

Kontiotuote s.a. Kontio SmartLog, todellinen painumaton hirsi. Luettavissa: <https://www.kontio.com/fi-FI/rakentaminen/hirsiratkaisut/smartlog/#:~:text=Kontio%20SmartLog%E2%84%A2%20on%20n%C3%A4in%20ollen>. Luettu: 10.9.2024.

Puuinfo 2020. Rakenteet, hirsirakenteet, ominaispiirteitä. Luettavissa: <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/ominaispiirteita/>. Luettu: 3.9.2024.

Puuinfo 2020. Rakenteet, hirsirakenteet, talotekniikka. Luettavissa: <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/talotekniikka/>. Luettu: 5.9.2024.

SFS-käsikirja 600–1 2022. Pienjännitesähköasennukset. Suomen standardisointiliitto SFS ry. Helsinki: SFS.

ST 13.32 2009. Käyttöpiirustusten (loppupiirustusten) laatimisohteita. Espoo. Sähkötieto Oy.

ST 621.03 2023. Pientalon antennijärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Espoo. Sähkötieto Oy.

STK-Tietopalvelut Oy 2024. Tuoteluettelo, ulkovalaisimet. Luettavissa: <https://www.sahkonumerot.fi/4528153>. Luettu: 21.10.2024.

Sähköinfo Oy 2022. Sähköasennukset 1. Grano oy. Espoo.

Sähköinfo Oy 2023. D1-2022, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 30. painos. Grano oy. Espoo.

UTU Group s.a. Ryhmäkeskus IP30 bulldog. Luettavissa: <https://www.utugroup.com/fi/tuotekategoria/sahkokeskukset/vakiokeskukset/ryhmakekus-ip30-bulldog#tuotteet>. Luettu: 22.10.2024.

UTU Group s.a. Mittauskeskus IP34, ylijännitesuojalla, kiinteällä jalustalla, In 50A, 2-T. Luettavissa: <https://www.utugroup.com/fi/tuotteet/mittauskeskus-ip34-yljannitesuojalla-kiintealla-jalustalla-in-50a-2-t/>. Luettu: 22.10.2024.

Vuolle-Apiala, R. 2012. Hirsitalo ennen ja nyt. Moreeni. Porvoo.