

OMAKOTITALON SÄHKÖSANEERAUSSUUNNITELMA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

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

Kevät, 2021

Mari Salmela

TIIVISTELMÄ

Vuonna 1990 rakennettuun omakotitaloon aiotaan tehdä kokonaisvaltainen sähkö saneeraus muun remontin yhteydessä. Saneerauksessa talon ohjauksia halutaan nykyaikaistaa automaatiojärjestelmän avulla. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda sähkökuvat ja suunnitelma siitä, miten saneeraus voidaan tehdä häiritsemättä asumista liiallisesti.

Jotta suunnitelma täytti sille asetetut vaatimukset, tutustuttiin ensin suunnittelua ohjaaviin standardeihin, asetuksiin ja muihin tekijöihin. Näistä tärkeimpänä yksittäisenä tekijänä oli sähköturvallisuus. Suunnittelu oli tehtävä niin, ettei asennuksista aiheudu vaaraa ihmisille tai eläimille. Tämän jälkeen tutustuttiin erilaisiin automaatiojärjestelmiin.

Varsinainen suunnittelutyö aloitettiin kartoittamalla ensin nykytilanne. Nykytilanteen ja tilaajan toiveiden selvittämisen jälkeen valittiin sopiva automaatiojärjestelmä.

Automaatiojärjestelmäksi valittiin KNX. Esityön jälkeen tehtiin sähkökuvat ja suunnitelma saneerauksen etenemisestä.

Työn tuloksena tilaajalle saatiin luotua halutut sähkökuvat ja suunnitelma saneerauksen tekemisestä osissa. Ohjelmointisuunnitelmaa automaatiojärjestelmälle ei saatu luotua, koska tilaaja ei toimittanut selkeää kuvausta siitä, miten ohjaukset halutaan tehdä.

Avainsanat KNX, sähkö saneeraus, taloautomaatio

Sivut 37 sivua ja liitteitä 3 sivua

Author Mari Salmela

Year 2021

Subject Electrical renovation plan for a detached house

Supervisors Timo Väisänen

ABSTRACT

In this project a detached house, built in 1990, was to undergo a comprehensive electrical renovation in connection with other renovations. In the renovation, the controls of the house were to be modernized with the help of an automation system. The aim of this thesis project was to create electrical plans and a plan on how the renovation could be done without disturbing the residents excessively.

For the plan to meet the requirements set for it, the standards, regulations and other factors guiding the design work were first examined. The single most important one of these was electrical safety. The design work was to be done so that the installations did not pose a risk to humans or animals. After this, different automation systems were examined.

The actual design work began by first mapping out the current situation. After checking the current situation and what the customer wanted, a suitable automation system was selected. The chosen automation system was KNX. After the preliminary work, electrical plans and a plan for the progress of the renovation were made.

As a result of the work, the desired electrical plans and a plan for renovating the house in parts were created for the customer. A programming plan for the automation system could not be created because the customer did not provide a clear description of how the controls were to be made.

Keywords Electrical renovation, home automation, KNX

Pages 37 pages and appendices 3 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Suunnittelussa noudatettavat standardit ja muut ohjeistukset	1
2.1	Sähköiskulta suojautuminen	2
2.1.1	Suojajohdin.....	2
2.1.2	Suojalaite	3
2.1.3	Lisäsuojaus	5
2.2	Kaapelit	6
2.3	Laitteet	7
2.3.1	Kotelointiluokkavaatimukset	7
2.3.2	Kylpy- ja suihkutilojen sekä saunan sähkölaitteet	8
2.4	Ryhmittely	10
2.5	Lämmitys	10
2.6	Sähköauton lataus.....	11
2.7	Yleiskaapelointi	12
3	Automaatiojärjestelmiin perehtyminen.....	12
3.1	KNX.....	12
3.1.1	Laitteet	13
3.1.2	Ohjelmointi.....	14
3.2	ABB-free@home	15
3.3	Dali	16
4	Suunnittelu	17
4.1	Nykytilan kartoitus	17
4.1.1	Alkuperäinen sähkölaitteisto	18
4.1.2	Tehdyt lisäykset ja muutokset	19
4.1.3	Muuta huomioitavaa.....	20
4.2	Automaatiojärjestelmän valintaprosessi	21
4.2.1	Ominaisuuksien vertailu.....	21
4.2.2	Hintavertailu.....	23
4.2.3	Valinta	24
4.3	Suunnittelutyö.....	25
4.3.1	Laite- ja kaapelivalinnat	25
4.3.2	Sijoittelu ja kaapelireitit	26
4.3.3	Yleiskaapelointi	26

4.3.4	Lämmitys	27
4.3.5	Automaatiojärjestelmän komponentit	27
4.4	Saneerauksen tekeminen osissa	27
4.4.1	Ennen saneerausta	28
4.4.2	Saneerauksen vaiheet	29
4.5	Muuta suunnittelussa huomioitua.....	31
5	Järjestelmän kuvaus	32
6	Yhteenveto	35
	Lähteet.....	37

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1.	IP-luokitus ulkotiloissa (Ahoranta, 2017a, s. 82).	8
Kuva 2.	Kylpy- ja suihkutilojen alueet (Ahoranta, 2017a, s. 84).....	8
Kuva 3.	Saunan aluejako (Ahoranta, 2017a, s. 86).....	9
Kuva 4.	Erilliset kaapelit tehonsyötölle ja ohjaukselle (Härkönen, 2015, s. 18).....	13
Kuva 5.	Topologiavaihtoehdot (ABB, 2018, s. 10).	15
Kuva 6.	ABB-free@home -järjestelmän asennustavat (ABB, 2018, s. 9).....	16
Kuva 7.	Dalin kaapelointi (Gira, n.d.).....	17
Kuva 8.	Käyttöveden suodatinjärjestelmä.....	19
Kuva 9.	Jätevesijärjestelmän automaatio.....	20
Kuva 10.	Sähkökeskus saneerauksen alussa.	29
Kuva 11.	Saneerauksen ensimmäinen vaihe.	30
Kuva 12.	Keskuskaavio suuntaa antavasti saneerauksen loppuksi.	31
Kuva 13.	Eteinen.	32
Kuva 14.	Olohuone.	34
Taulukko 1.	Suojajohtimen mitoitus (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 299).	3
Taulukko 2.	Vaaditut poiskytkentäajat (SFS 6000-4/2017, s. 75).....	4
Taulukko 3.	Sulakkeiden k-arvot (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 137). ..	5
Taulukko 4.	Päävarokkeen vaikutus latausjärjestelmän mitoitukseen (ABB, 2019, s. 6).11	
Taulukko 5.	Järjestelmien ominaisuuksien vertailu.	22

Taulukko 6. Automaatiojärjestelmien komponenttien hintavertailu.23

Kaava 1. Sulakkeen nimellisvirta (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 137). ..4

Liitteet

Liite 1 Sähkölaitteiden kotelointiluokitus (Ahoranta, 2017a, s. 80)

Liite 2 Suojajohtimen mitoittaminen (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 298)

Liite 3 Väyläkaapelointi

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan vuonna 1990 rakennettuun yksikerroksiseen omakotitaloon muun remontin yhteydessä tehtävä sähkö saneeraus. Sähkö saneerauksen yhteydessä taloon halutaan lisätä automaatiojärjestelmä, jolla talosta saadaan sekä käytännöllisempi että energiatehokkaampi.

Opinnäytetyössä perehdytään asetuksiin, standardeihin ja muihin ohjaaviin tekijöihin, joita sähkö saneerauksen suunnittelussa noudatetaan. Tämän lisäksi tutustutaan muutamaaan automaatiojärjestelmään, jotta voidaan valita kohteeseen sopiva järjestelmä.

Opinnäytetyön tuloksena asiakkaalle luodaan uudet sähkökuvat, joiden perusteella sähkö saneeraus voidaan tehdä, sekä toimintaselostus talon saneerauksen jälkeisen sähkölaiteiston toiminnasta. Lisäksi tarkoituksena on luoda riittävä dokumentointi, jonka perusteella taloon tuleva automaatiojärjestelmä voidaan ohjelmoida.

Suunnittelutyön lisäksi opinnäytetyössä pyritään selvittämään, onko kiinteistössä jo olevien muiden järjestelmien ohjaus mahdollista liittää muun laitteiston yhteyteen. Taloon halutaan tulevaisuudessa mahdollisesti lisätä aurinkopaneelit ja sähköauton latausmahdollisuus. Osana opinnäytetyötä selvitetään myös, tuleeko nämä laajennukset ottaa jollain tapaa huomioon saneerauksen yhteydessä.

2 Suunnittelussa noudatettavat standardit ja muut ohjeistukset

Muutos- ja laajennustöissä käytettävät standardit ja muut ohjeistukset määräytyvät sen mukaan, että laitteiston turvallisuustaso ei heikkene alkuperäisen asennusajankohdan turvallisuustasosta. Jos ryhmäkeskus ja kaikki ryhmäjohtot uusitaan, on noudatettava uudisrakennuksia koskevaa standardia. (Ahoranta, 2017a, s. 296)

2.1 Sähköiskulta suojautuminen

Sähköiskulta suojautumiseen käytetään erilaisia tapoja. Käytetyt menetelmät määritellään standardissa SFS 6000. Suojautumiseen vaaditaan aina vähintään kaksi menetelmää: perussuojaus ja vikasuojaus. Lisäksi standardissa voidaan vaatia asennuskohteesta riippuen lisäsuojauksia. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 78)

Perussuojaus on menetelmä, jossa ihmistä suojataan sähköiskulta sähkölaitteiston normaalitilassa estämällä kaikenlainen jännitteisten osien koskettaminen. Perussuojaus voidaan jakaa kahteen kategoriaan: kaikelta kosketukselta suojautuminen ja tahattomalta kosketukselta suojautuminen. Tavallisimmin asuinrakennuksissa käytetään perussuojausmenetelmänä eristystä ja kotelointiluokitusten mukaista laitteiden valintaa. Kotelointiluokituksen tulee olla vähintään IP20 (liite 1). Perussuojauksena voidaan käyttää myös esteitä tai laitteet voidaan sijoittaa kosketusetäisyyden ulkopuolelle. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 79)

Vikasuojauksen tarkoitus on estää vaaratilanteet sähkölaitteiston vikatilanteessa. Yleisin vikasuojausmenetelmä on syötön automaattinen poiskytkentä. Syötön automaattisella poiskytkennällä tarkoitetaan suojausmenetelmää, jossa sähkön syöttö katkaistaan niin nopeasti, ettei siitä ehdi aiheutua vaaraa. Jotta suojausmenetelmä olisi toimiva, tulee suunnitella vikavirtapiiri ja valita oikeanlainen suojalaite. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, ss. 84–85)

Joskus voi tulla vastaan tilanne, jolloin perussuojaus on heikentynyt. Perussuojauksen heikentyminen voi johtua esimerkiksi sähkölaitteen ikääntymisestä tai laitteiston huollon laiminlyönnistä. Sähkölaitteiston käyttäjä voi tällöin joutua vaaraan. Lisäsuojauksella pyritään estämään sähköiskut tällaisissa tilanteissa. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 113)

2.1.1 Suojajohdin

Osana vikavirtapiiriä käytetään suojajohdinta. Normaalisti suojajohdin on jännitteetön, mutta siinä voi kulkea vuotovirtoja. Jos sähkölaitteeseen tulee eristysvika, suojajohdin voi

tulla jännitteiseksi ja siinä voi kulkea suuria virtoja. Ryhmäjohtimen suojajohtimesta käytetään yleensä nimitystä suojamaadoitusjohdin. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, ss. 84, 285–287)

Suojajohtimen mitoittamiseen on kaksi tapaa: laskeminen siihen soveltuvalla laskukaavalla (liite 2) tai taulukosta 1 valitseminen. Taulukossa annettuja suojajohtimien poikkipintoja voi käyttää vain, jos suojajohdin ja äärijohdin ovat samaa metallia. Jos suojajohdin on kaapelivaipan ulkopuolella tai eri asennusputkessa kuin äärijohdin, on sen poikkipinnan oltava mekaanisesti suojattuna vähintään $2,5 \text{ mm}^2$ ja mekaanisesti suojaamattomana vähintään 4 mm^2 . Jos yhtä suojajohdinta käytetään usealle virtapiirille yhteisesti, on sen mitoitus tehtävä poikkipinta-alaltaan suurimman äärijohtimen mukaan. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, ss. 298–299)

Taulukko 1. Suojajohtimen mitoitus (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 299).

Äärijohtimen poikkipinta $A \text{ mm}^2$	Vastaavan suojajohtimen poikkipinta mm^2
	Suojajohdin samaa materiaalia kuin äärijohdin
$A \leq 16$	A
$16 < A \leq 35$	16
$A > 35$	A/2

2.1.2 Suojalaite

Sähkövirran vaikutuksesta ihmiseen on tehty tutkimuksia. Syötön automaattisella poiskytkennällä pyritään rajoittamaan kosketusjännitteen kesto niin lyhyeksi, ettei siitä aiheudu vaaraa. Tähän tarkoitukseen tulee käyttää siihen soveltuvaa suojalaitetta. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, ss. 84–85)

Vikavirtapiiriä suunniteltaessa tulee määritellä suurin sallittu kosketusjännite. Tämän avulla saadaan määriteltyä poiskytkentäaika, jolloin suojalaitteen tulee toimia. Suurin kosketusjännite riippuu johtimien resistansseista ja poikkipinnoista ynnä muista tekijöistä. Suurimman kosketusjännitteen arvioinnin on havaittu olevan vaikeaa. Jotta vaatimusten soveltaminen olisi helpompaa, vaaditut poiskytkentäajat on määritetty asennuksen nimellisjännitteen mukaan (taulukko 2). Taulukosta nähdään, että 230 V vaihtojännitteellä TN-järjestelmässä eli asuinrakennuksissa käytetyssä maadoitusjärjestelmässä vaadittu poiskytkentäaika on 0,4 sekuntia. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, ss. 86–89)

Taulukko 2. Vaaditut poiskytkentäajat (SFS 6000-4/2017, s. 75).

Järjestelmä	$50\text{ V} < U_0 \leq 120\text{ V}$ s		$120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$ s		$230\text{ V} < U_0 \leq 400\text{ V}$ s		$U_0 > 400\text{ V}$ s	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8	^a	0,4	1	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	^a	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1
<p>Jos TT-järjestelmässä poiskytkentä saadaan aikaan ylivirtasuojilla ja suojaava potentiaalintasaus on kytketty kaikkiin asennuksen muihin johtaviin osiin, voidaan käyttää TN-järjestelmän poiskytkentäaikoja.</p> <p>U_0 on nimellinen tasa- ja vaihtojännite äärijohtimesta maahan.</p> <p>HUOM. Jos poiskytkentä toteutetaan vikavirtasuojan avulla, katso kohdan 411.4.4 huomautus, kohdan 411.5.3 huomautus 4 ja kohdan 411.6.4 b) huomautus 4.</p> <p>^a Poiskytkentää voidaan tarvita muusta syystä kuin sähköiskulta suojaamiseen.</p>								

Taulukossa 2 mainitut poiskytkentäajat tulee käytännössä huomioida vain sulakkeellisessa suojauksessa. Johdonsuojakatkaisijoiden pikalaukaisu toimii yleensä taulukossa 2 määriteltyä aikaa nopeammin, jos niiden laukaisua ei ole hidastettu. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 90)

Johdonsuojakatkaisijan ja sulakkeen nimellisvirta määräytyy johdon kuormitettavuuden perusteella. Koska suojalaitteet on mitoitettu pykälittäin, oikea suojalaite on nimellisvirraltaan aina yhtä suuri tai pienempi kuin johdon maksimikuormitettavuus. B-, C- ja D-tyyppin johdonsuojakatkaisijoiden terminen toimintarajavirta on sellainen, että suoja voidaan valita suoraan johtimen kuormitettavuuden perusteella. Sulakkeen nimellisvirta määritetään laskemalla kaavan 1 mukaan. Laskutoimitukseen vaadittavat sulakkeiden k-arvot saadaan taulukosta 3. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, ss. 136–137).

Kaava 1. Sulakkeen nimellisvirta (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 137).

$$k \times I_n \leq 1,45 \times I_z$$

I_n on suojalaitteen nimellisvirta

I_z on johtimen jatkuva kuormitettavuus

k on sulakkeen ylemmän sulamisrajavirran ja sulakkeen nimellisvirran suhde

Taulukko 3. Sulakkeiden k-arvot (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 137).

D-tyyppi			
$I_n \leq 4 \text{ A}$	$4 \text{ A} < I_n \leq 10 \text{ A}$	$10 \text{ A} < I_n \leq 25 \text{ A}$	$I_n > 25 \text{ A}$
2,1	1,9	1,75	1,6
gG-tyyppi			
$I_n \leq 4 \text{ A}$	$4 \text{ A} < I_n \leq 16 \text{ A}$	$I_n > 16 \text{ A}$	
2,1	1,9	1,6	

Suunnittelussa tulee välttää mitoittamista tarkasti nimellisarvojen mukaan.

Ryhmäjohtimessa voi tapahtua jännitevaihteluista tai muista tekijöistä johtuvaa virran kasvua. Jos mitoitetään liian tarkasti, ei näitä muuttujia oteta huomioon ja ryhmä voi olla jatkuvasti pienessä ylikuormituksessa. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, ss. 138–139)

Katkaisukyvyyn, nimellisjännitteen ja nimellisvirran lisäksi johdonsuojakatkaisijan valintaan vaikuttaa sen laukaisukäyrä. Laukaisukäyrä valitaan pääsääntöisesti sen mukaan, minkälaista kuormaa johdonsuojakatkaisija syöttää. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, ss. 265–266)

Asuinrakennuksissa käytetyimmät johdonsuojakatkaisijatyypit ovat B- ja C-tyypin katkaisijat. B-tyypin johdonsuojakatkaisija soveltuu resistiivisten kuormien suojaamiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi lämmitysryhmät. C-tyypin johdonsuojakatkaisija soveltuu resistiivisten kuormien lisäksi myös lievästi induktiivisten kuormien suojaamiseen. Tällaisia ryhmiä ovat esimerkiksi valaisimia ja pistorasioita sisältävät ryhmät. (Ahoranta, 2017b, s. 118)

2.1.3 Lisäsuojaus

Edellä mainittujen suojausten lisäksi suureen osaan asennuksista vaaditaan myös lisäsuojaus. Asuinrakennuksissa vaaditaan lisäsuojaksi enintään 30 mA vikavirtasuojan käyttöä ryhmissä, joissa on pistorasioita ja valaisimia sekä useissa erityistiloissa. Vikavirtasuojaus vaaditaan myös lattialämmitysjärjestelmiin. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, ss. 113, 398)

Jos syötön katkeaminen voi aiheuttaa suurta haittaa, vikavirtasuojaa ei vaadita. Poikkeus koskee esimerkiksi pistorasioita, joihin on kytketty jääkaappi tai pakastin. Tällöin pistorasian sijoittamiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Jos pistorasiaa ei voida sijoittaa vaikeasti tavoitettavaan paikkaan, se tulee merkitä opaskilvellä, jossa määritellään mihin

tarkoitukseen pistorasia on. Jotta pistorasiaa ei käytetä muuhun tarkoitukseen, tulee huoneeseen sijoittaa lisäksi pistorasioita, joiden syöttö on suojattu vikavirtasuojalla. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 113)

Vikavirtasuojia on erityyppisiä. SFS 6000 edellyttää, että rakennuksen sähköasennuksissa käytetään A-tyyppin tai B-tyyppin vikavirtasuojaa. Kumpikin näistä toimii vaihtovirralla. A-tyyppin vikavirtasuoja toimii lisäksi myös pulssimaisella tasavirralla ja B-tyyppin vikavirtasuoja toimii myös tasoitetulla tasavirralla. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 255)

2.2 Kaapelit

SFS 6000 määrittelee kaapelit ja johtimet, joiden käyttö asennuksissa on sallittu. Sen mukaan kaapelin ja johtimien valinnassa tulee huomioida niiden nimellisjännite, tunnusväri, poikkipinta-ala, standardien mukainen rakenne sekä ulkoiset asennusolosuhteet. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 194)

Jos asuinrakennuksessa käytetään kuparista johdinta kiinteästi asennetussa voima- tai valaistuspiirissä, tulee sen poikkipinta-alan olla vähintään $1,5 \text{ mm}^2$. Vastaavanlaisessa tilanteessa käytettävän alumiinisen johtimen tulee olla poikkipinta-alaltaan vähintään 16 mm^2 . Merkinanto- ja ohjauspiireissä on sallittua kohteen mukaan käyttää $0,5 \text{ mm}^2$ tai $0,1 \text{ mm}^2$ poikkipinta-alaista johdinta. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 195)

Poikkipinta-alaa määritettäessä on otettava huomioon johtimien kuormitettavuus. Kuormitettavuus määräytyy johtimen suurimman sallitun lämpötilan perusteella. Lämpötilan ylittäminen on paloturvallisuusriski ja toisaalta se myös kiihdyttää eristeiden vanhenemista lyhentäen johdon käyttöikä. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 224)

Johdon kuormitettavuutta määriteltäessä tulee ottaa huomioon SFS 6000 kuormitettavuustaulukot. Näissä taulukoissa otetaan kantaa siihen, miten kaapelien ja johtimien asennustapa, johdin- ja eristemateriaali, ympäristön lämpötila sekä muiden virtapiirien läheisyys vaikuttaa kuormitettavuuteen. Tarkalle mitoitukselle ei yleensä ole perustetta. Hyvä syy tarkkaan mitoitukseen voi olla esimerkiksi tapaus, jossa johdon

kuormitettavuus on johtoreitin jollain osalla huomattavasti pienempi kuin muualla. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 224)

2.3 Laitteet

Sähkölaitteita valittaessa on otettava huomioon kansainvälinen IP-luokitus (liite 1).

Luokituksella määritellään jännitteisten osien suojaus sekä koskettamiselta että kiinteiltä aineilta, pölyltä ja vedeltä. Ensimmäisellä numerolla otetaan kantaa sähkölaitteen pölynkestävyyteen ja siihen, miten hyvin se estää vierasesineiden sisääntunkeutumisen.

Toinen numero kertoo sähkölaitteen vesisuojuksesta. Yleensä sähkölaitteelle annetaan IP-luokitus, jossa on kaksi tunnusnumeroa. Näiden lisäksi tunnuksessa voi myös olla lisäkirjain (A, B, C tai D) ja täydentävä kirjain (H, M, S tai W). (Ahoranta, 2017a, s. 81)

2.3.1 Kotelointiluokkavaatimukset

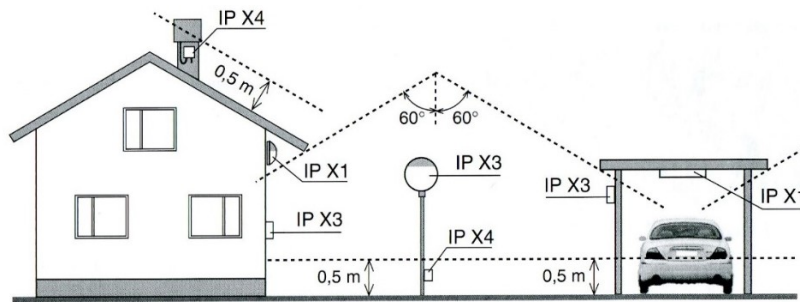
Rakennusten tilat jaotellaan olosuhteiden mukaan kuivaksi, kosteaksi, märäksi, palovaaralliseksi tai räjähdysvaaralliseksi tilaksi. Sähkölaitteen kotelointiluokka määritellään sen mukaan mihin tilaan se ollaan asentamassa. Kaikissa asuinrakennuksen tiloissa sähkölaitteen kotelointiluokituksen tulee olla vähintään 2X. Tunnuksen tilalla oleva X-kirjain merkitsee sitä, ettei luokitusvaatimukseen oteta kantaa. (Ahoranta, 2017a, ss. 80–81)

Kuivassa tilassa sähkölaitteen pinnalle ei normaalikäytössä tiivisty kosteutta. Kuivissa tiloissa sähkölaitteen kotelointiluokan tulee olla vähintään 2X. Kuiviin tiloihin luokitellaan asuinhuoneiden lisäksi myös WC, keittiö, kodinhoitohuone ja eteinen. (Ahoranta, 2017a, s. 81)

Kosteissa tiloissa kosteutta voi tiivistyä, mutta vesipisaroiden muodostuminen ei ole normaalia. Kosteaksi tilaksi luokitellaan muun muassa autotallit, joissa on vesipiste ja lattiakaivo sekä eristämättömät ja lämmittämättömät varistorakennukset. Tällaisissa tiloissa sähkölaitteen koteloinnin vesisuojukselta vaaditaan vähintään luokitus IPX1. (Ahoranta, 2017a, s. 82)

Ulkotiloissa sähkölaitteen kotelointiluokan vesisuojusvaatimus riippuu laitteen sijainnista eli siitä onko laite esimerkiksi katoksen alla. Kuvassa 1 nähdään sijaintiin perustuvat vesisuojusvaatimukset. (Ahoranta, 2017a, s. 82)

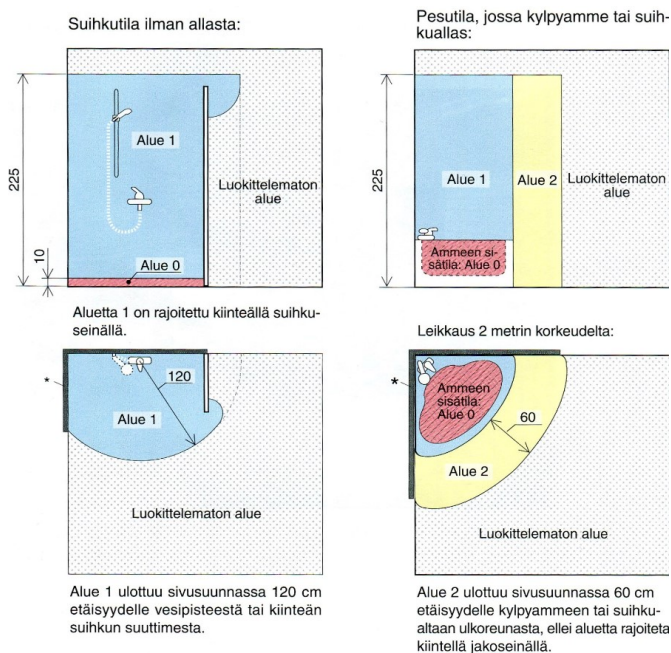
Kuva 1. IP-luokitus ulkotiloissa (Ahoranta, 2017a, s. 82).



2.3.2 Kylpy- ja suihkutilojen sekä saunan sähkölaitteet

Kylpy- ja suihkutiloille on oma yksityiskohtainen tilaluokittelu. Tilat jaetaan alueisiin (kuva 2) ja sähkölaitteen kotelointiluokkavaatimus määräytyy sen perusteella, mille alueelle laite asennetaan. Ilman allasta olevissa pesutiloissa alueet määräytyvät sen mukaan, miten kaukana ne ovat vesipisteestä. Aluetta voidaan rajoittaa suihkuseinällä. Ammeellisessa pesutilassa alueet määräytyvät ammeen reunojen mukaan. (Ahoranta, 2017a, s. 84)

Kuva 2. Kylpy- ja suihkutilojen alueet (Ahoranta, 2017a, s. 84).



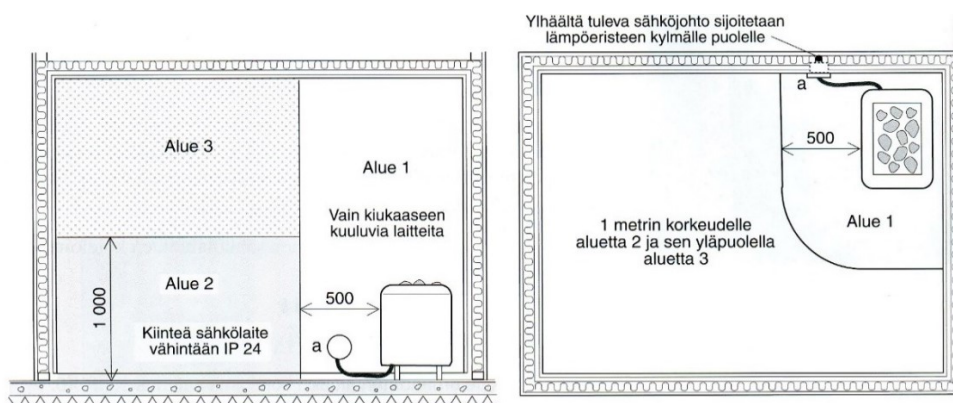
Alueella 0 vesisuojausten tulee olla IPX7. Alueella 1 ja 2 vesisuojausten tulee olla IPX4. Luokittelemattomalla alueella laitteen kotelointiluokkavaatimus on vähintään IPX0; saunaan liittyvässä suihku- ja kylpytilassa sen tulee kuitenkin vähintään olla IPX1. (Ahoranta, 2017a, s. 85)

Jos kylpy- ja suihkutilojen asennuksia ei syötetä suojaerotusmuuntajalla, vaan ne ovat verkkojännitteisiä, tulee ne suojata vikavirtasuojalla. Verkkojännitteisen pistorasian saa sijoittaa vain luokittelemattomalle alueelle. Parranajokonetta varten alueelle 2 saa sijoittaa pistorasian, mutta sen syötön pitää tulla pienitehoisesta suojaerotusmuuntajasta. Valaisimia saa asentaa sekä alueelle 1 että alueelle 2. Jos alueelle 1 sijoitetaan valaisin, tulee se asentaa vähintään 1,7 metrin korkeudelle. Alueelle 1 sijoitettuna verkkojännitteinen valaisin tulee sijoittaa yli 60 senttimetrin päähän vesipisteestä. (Ahoranta, 2017a, s. 85)

Johtojen sijoittelussa kylpy- ja suihkutilojen seiniin on myös huomioitava alueet. Muita alueita syöttävien johtojen on sijaittava vähintään 5 senttimetrin päässä alueiden 0, 1 ja 2 seinäpinnasta. Lähempänä sijaitseva johto tulee suojata enintään 30 mA vikavirtasuojalla tai sen vaipan on oltava metallia. (Ahoranta, 2017a, s. 85)

Saunassa noudatetaan myös aluejako (kuva 3), jonka mukaan sähkölaitteet valitaan. Alueet määräytyvät sen mukaan, mikä niiden sijainti on kiukaaseen nähden. Kiukas on ainoa saunan sähkölaitteista, jota ei tarvitse suojata vikavirtasuojalla. Alueelle 2 ei saa asentaa pistorasioita tai kytkinlaitteita. Vain lauteiden alle asennettavan sähkölämmittimen, lämminvesivaraajan tai vesipumpun rakenteeseen kuuluva kytkinlaite on sallittu. (Ahoranta, 2017a, s. 86)

Kuva 3. Saunan aluejako (Ahoranta, 2017a, s. 86).



Jos alueelle 3 asennetaan kiinteitä sähkölaitteita, on niiden oltava IP-luokaltaan vähintään IP24. Tämän lisäksi niiden on kestävä vähintään 125 °C ympäristölämpötila. Tällä alueella on myös käytettävä lämmönkestäviä kaapeleita. Lämmönkestäviä kaapeleita vaaditaan myös alueisiin 1 ja 3 rajoittuvien seinien lämpimällä puolella. (Ahoranta, 2017a, s. 86)

2.4 Ryhmittely

Standardi SFS 6000 antaa selkeän ohjeen sille, miten sähkölaitteiston ryhmittely tulee tehdä:

Jokainen asennus on ryhmiteltävä virtapiireihin siten, että

- vikatapauksissa vältetään vaara ja haittavaikutukset rajoitetaan mahdollisimman pieniksi
- asennusta voidaan turvallisesti käyttää, tarkastaa, testata ja huoltaa ks. myös standardi SFS 6000-5-53
- vältetään vaara, joka voi aiheutua yksittäisen virtapiirin esim. valaistusvirtapiirin vioittumisesta
- vähennetään liian suurten suojajohtimen virtojen, jotka eivät johdu vioista, aiheuttamaa vikavirtasuojien epätoivottua toimimista
- lievennetään sähkömagneettisten häiriöiden (EMI) vaikutusta
- ehkäistään jännitteettömäksi tehtyjen piirien tuleamista epäsuorasti jännitteiseksi. (SFS 6000-1/2017, s. 63)

Standardin SFS 6000 mukaan samassa asennusputkessa voi olla useita virtapiirejä. Tällöin suurin esiintyvä jännite määrittelee johtimien eristyksen. Tämä tulee myös ottaa huomioon virtapiirien kuormitettavuutta määriteltäessä. Kytkentärasioissa eri virtapiirien liittimet pitää erottaa eristävillä välilevyillä. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 197)

2.5 Lämmitys

Jatkuvakäyttöinen lattialämmitys suunnitellaan niin, että neliometriä kohden saadaan riittävästi lämmitystehoa. Suositeltu lämmitysteho riippuu lattiamateriaalista. Kipsilevy tai

betonilattioissa tehosuositus on 70–100 W/m². Puu- ja levylattioissa suositusteho on 70–80 W/m². (Ensto, 2016, s. 11)

Suunnittelussa huomioidaan myös käytettävien lämmityskaapeleiden asennusväli sekä lämmityskaapelin asennuspinta-ala. Yleensä huoneen pinta-alasta on katettava lattialämmityksellä noin 80–90 %, jotta lämmitystehoa on riittävästi. (Ensto, 2016, s. 11)

2.6 Sähköauton lataus

Sähköajoneuvojen latausjaksot ovat pitkäkestoisia ja niissä käytetään isoja latausvirtoja. Tämä vaikuttaa sähkö- ja paloturvallisuuteen ja sen vuoksi tavallisen suojakoskettimellisen pistorasian käyttöä sähköajoneuvon lataukseen ei suositella. (ABB, 2019, s. 11)

Sähköauton latausjärjestelmän suunnittelua varten tulee perehtyä sähköliittymän kokoon ja nykyiseen maksimikuormaan. Näissä asioissa on hyvä kääntyä sähköverkkoyhtiön puoleen. Sähköliittymän päävaroke vaikuttaa siihen minkälainen sähköajoneuvon latausjärjestelmä on mahdollista asentaa. Taulukosta 4 nähdään, että esimerkiksi 3 x 25 A liittymässä suurin sallittu kokonaisteho on 17 kW. Liittymään on mahdollista asentaa korkeintaan yksi 11 kW latauspiste. Latauslaitteita suunniteltaessa tulee huomioida talon muu kuorma, ettei suurin sallittu kokonaisteho ylitä. Tarvittaessa voidaan harkita sähköliittymän suurentamista. (ABB, 2019, s. 5)

Taulukko 4. Päävarokkeen vaikutus latausjärjestelmän mitoitukseen (ABB, 2019, s. 6).

Latausliittymän päävaroke	Suurin sallittu kokonaisteho	EV-latausjärjestelmän maksimiteho (AC), voi edellyttää latauskuormanhallintaa / latauksen aikaisten kuormien pudotusta
3 x 25 A	17 kW	11 kW (3 x 16 A)
3 x 35 A	23 kW	1 x 22 kW (3 x 32 A) / 2 x 11 kW (3 x 16 A)
3 x 50 A	33 kW	2 x 22 kW (3 x 32 A) / 4 x 11 kW (3 x 16 A)
3 x 63 A	42 kW	3 x 22 kW (3 x 32 A) / 6 x 11 kW (3 x 16 A)
3 x 80 A	53 kW	4 x 22 kW (3 x 32 A) / 8 x 11 kW (3 x 16 A)
3 x 100 A	67 kW	5 x 22 kW (3 x 32 A) / 10 x 11 kW (3 x 16 A)
3 x 125 A	83 kW	6 x 22 kW (3 x 32 A) / 12 x 11 kW (3 x 16 A)
3 x 160 A	107 kW	7 x 22 kW (3 x 32 A) / 14 x 11 kW (3 x 16 A)
3 x 200 A	133 kW	8 x 22 kW (3 x 32 A) / 16 x 11 kW (3 x 16 A)

2.7 Yleiskaapelointi

Viestintäviraston määräys 65 C/2018 M koskee kiinteistön sisäverkkoja ja teleurakointia. Sekä uudisrakennuksissa että sisäverkkojen uudistus- ja kunnostustöissä tulee noudattaa määräyksen säädöksiä yleiskaapeloinnista. (Viestintävirasto, 2018)

Asuinkiinteistössä on oltava kotijakamo. Kotijakamolta alkavan kotikaapeloinnin eli sisäverkon on oltava tähtiverkko. Kaapelointi on toteutettava vähintään kategorian 6 parikaapeloinnilla. Jokaiseen asuinhuoneeseen on asennettava vähintään yksi kaksiosainen tietoliikennesasia tai kaksi yksiosaista tietoliikennesasiaa. (Viestintävirasto, 2018)

3 Automaatiojärjestelmiin perehtyminen

Omakotitaloon sopivia automaatiojärjestelmiä on useita. Opinnäytetyön kohdetta varten tutustuttiin seuraaviin järjestelmiin:

- ABB-free@home
- Beckhoff
- KNX
- Siemens LOGO!

Lyhyellä tutustumisella havaittiin, että Beckhoff ja Siemens LOGO! eivät vastaa asiakkaan toiveita saatavuuden tai ohjelmoinnin puolesta. Tarkempaan tarkasteluun valittiin ABB-free@home ja KNX-järjestelmä.

3.1 KNX

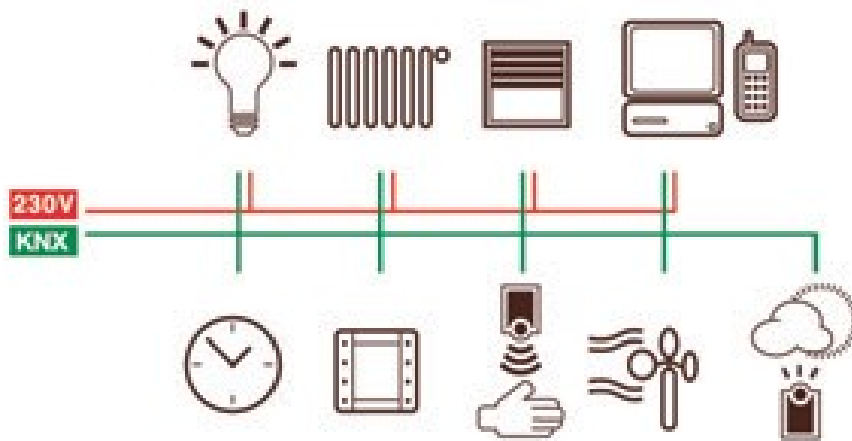
KNX-järjestelmää voidaan käyttää ohjaamaan valaistusta, lämmitystä tai jäähdytystä, kaihtimia ja ilmanvaihtoa. Lisäksi sillä voidaan seurata esimerkiksi energiankulutusta. Järjestelmään voidaan tehdä tilanneohjauksia. Tilanneohjauksella tarkoitetaan sitä, että yhtä painiketta painamalla tai valitsemalla kosketusnäytöltä tietyn tilan tapahtuu useita asioita. Yhdellä painikkeella voi esimerkiksi himmentää valaisimet, kytkeä pistorasioihin jännitteen ja laskea verhot alas. Liikkeentunnistimia hyödyntämällä voidaan pienentää tyhjänä olevien

huoneiden ilmanvaihtoa ja valaistusta sekä vähentää lämmitystä. Näin saadaan pienennettyä energiankulutusta. (Härkönen, 2015, ss. 25–29)

KNX on standardoitu avoin järjestelmä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, ettei laitevalintoja ole sidottu yhteen valmistajaan. Tämä helpottaa uusien laitteiden saantia esimerkiksi niiden rikkoutuessa, kun ei ole riippuvuussuhdetta tiettyyn toimittajaan, joka on esimerkiksi voinut poistua markkinoilta kokonaan. (Härkönen, 2015, s. 11)

KNX-järjestelmässä tehonsyöttökaapelit ja väyläkaapelit voidaan kytkeä ketjussa laitteelta toiselle (kuva 4). Tämä vie vähemmän tilaa kuin perinteinen asennustapa. Väyläkaapelilla saadaan luotua fyysinen yhteys laitteiden välille. Kun ei käytetä perinteistä asennustapaa, voidaan laitteiden ja ohjausten toiminnot määritellä vasta myöhemmin ohjelmointivaiheessa. Etuna on myös se, että järjestelmään tulevaisuudessa halutut toiminnalliset muutokset eivät vaadi kaapelointien muuttamista. Riittää, että ohjelmointi suoritetaan uudestaan. (Härkönen, 2015, s. 18)

Kuva 4. Erilliset kaapelit tehonsyötölle ja ohjaukselle (Härkönen, 2015, s. 18).



3.1.1 Laitteet

KNX-järjestelmässä ei ole keskusyksikköä vaan järjestelmä on hajautettu. Kussakin laitteessa on oma mikrokontrolleri. Hajautetun järjestelmän etuna on se, ettei se ole yhtä haavoittuvainen kuin keskitetty järjestelmä. Keskitetyssä järjestelmässä keskuskomponentin rikkoutuessa koko järjestelmä saattaa lakata toimimasta. Hajautetussa järjestelmässä yhden

toimilaitteen rikkoutuminen ei vaikuta muun järjestelmän toimintaan. (Härkönen, 2015, ss. 19–20)

KNX-järjestelmässä voi yhdessä linjassa olla korkeintaan 64 väylälaitetta. Väylälaitteen ja teholähteen välisen kaapelin enimmäispituus on 350 metriä. Väylää saa haaroittaa. Laitteita ei saa asentaa rengastopologian mukaisesti. (Härkönen, 2015, ss. 57–58)

KNX-järjestelmän suunnittelu on mahdollista toteuttaa ilman, että sähkölaitteiden valmistajaa päätetään etukäteen. Tällöin suunnittelussa tulee pyrkiä käyttämään mahdollisimman tavanomaisia laitteita. Näin toimimalla laitevalmistajaa valittaessa on useampia vaihtoehtoja. Tavanomaisten laitteiden käyttäminen helpottaa myös laitteiden korvaamista, jos ne rikkoutuvat. (Härkönen, 2015, s. 83)

3.1.2 Ohjelmointi

Ohjelmointi suoritetaan ETS-ohjelmalla. Ohjelmasta on useita versioita. Ohjelman valinta määräytyy käyttötarkoituksen mukaan.

ETS Inside on loppukäyttäjällekin soveltuva ohjelmointityökalu, joka on tarkoitettu pieniin ja keskisuuriin asennuksiin. Koska ETS Inside soveltuu loppukäyttäjälle, sen käyttö ei vaadi KNX-järjestelmän tarkempaa tuntemusta. ETS Inside -ohjelmistoa käyttämällä järjestelmässä voi olla korkeintaan yksi linja. (KNX, 2020)

ETS Lite -ohjelmistoversio on tarkoitettu pieniin ja keskisuuriin asennuksiin. Sen käyttö vaatii KNX-järjestelmän tuntemista. Lite-versiossa linjojen ja projektien määrää ei ole rajoitettu, mutta väylälaitteita voi olla vain 20. (KNX, 2020)

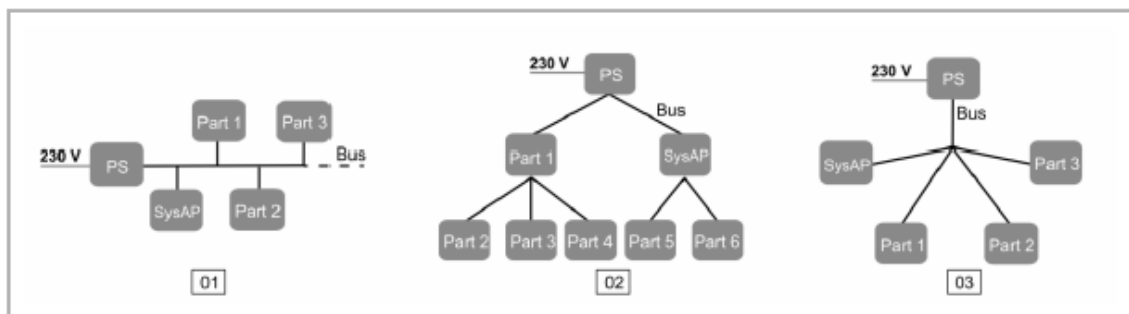
ETS Professional on tarkoitettu ammattikäyttöön. Sen käyttö vaatii KNX-järjestelmän tuntemista. Professional-versiossa ei ole rajoitettu projektien, linjojen tai laitteiden määrää. (KNX, 2020)

3.2 ABB-free@home

ABB-free@home -järjestelmä soveltuu valaistuksen, lämmityksen ja verhojen ohjaukseen joko paikan päällä tai etänä. Järjestelmä koostuu järjestelmälaitteista, antureista ja toimilaitteista. Asennukseen voidaan liittää 64 langallista parikaapelilla kytkettyä laitetta ja 64 langatonta laitetta. (ABB, 2018, s. 6)

ABB-free@home -järjestelmässä laitteet kommunikoivat keskenään väylän kautta. Kaikkien laitteiden tulee siis olla kytkettynä väylään. Virtalähdettä lukuun ottamatta kaikki ABB-free@home -komponentit lasketaan laitteiksi. Väyläkaapeli voidaan asentaa väylä-, puu- tai tähtitopologian mukaisesti (kuva 5). Topologioita voidaan myös sekoittaa keskenään. (ABB, 2018, s. 10)

Kuva 5. Topologiavaihtoehdot (ABB, 2018, s. 10).



Kuva 3: Topologiavaihtoehdot

01 – Väylätopologia

02 – Puutopologia

03 – Tähtitopologia

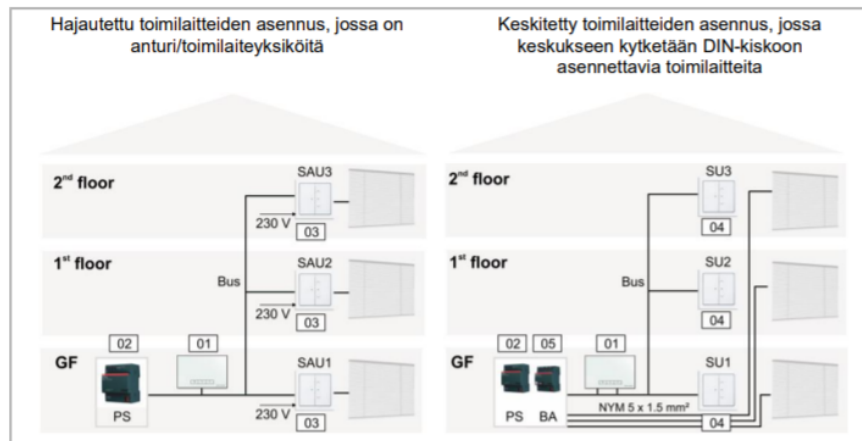
PS – Virtalähde

Part – Laite

SysAP – System Access Point

Järjestelmällä on kaksi eri asennustapaa: hajautettu ja keskitetty (kuva 6). Hajautetussa asennustavassa anturi ja toimilaite ovat yhdessä laitteessa. Laitteen esikonfiguroinnin vuoksi sitä ei tarvitse ohjelmoida ennen käyttöönottoa. Keskitetyssä asennustavassa toimilaitteet sijaitsevat keskuksessa. Tällöin anturille tarvitsee viedä vain väyläkaapeli. Järjestelmässä voidaan käyttää tarvittaessa myös molempia asennustapoja. (ABB, 2018, s. 9)

Kuva 6. ABB-free@home -järjestelmän asennustavat (ABB, 2018, s. 9).



Kuva 2: Toimintalaitesuunnitelma

- 01 – System Access Point
- 02 – Virtalähde
- 03 – Painike releellä (SAU)
- 04 – Painike (SU)
- 05 – Verho-ohjain (BA)

ABB-free@home -järjestelmän käyttöönottoon ei tarvita erillistä ohjelmistoa vaan se suoritetaan System Access Pointin -liitäntäportin välityksellä. Käyttöönoton voi suorittaa tietokoneella tai tabletilla. Mikäli käyttöönoton tekee tabletilla, käytettäväksi suositellaan maksutonta sovellusta. (ABB, 2018, s. 23)

3.3 Dali

Dali on standardoitu, avoin valaistuksenohjausjärjestelmä. Laitteita valmistaa usea toimija. Dali-ohjatuilla valaisinjärjestelmillä voidaan saada merkittäviä energiasäästöjä. Tämä vaatii sen, että ohjelmointi suoritetaan oikein ja laitteistoon kuuluu erilaisia tunnistimia ja kytkimiä, jotka ohjaavat valaistusta. (Laine, 2019)

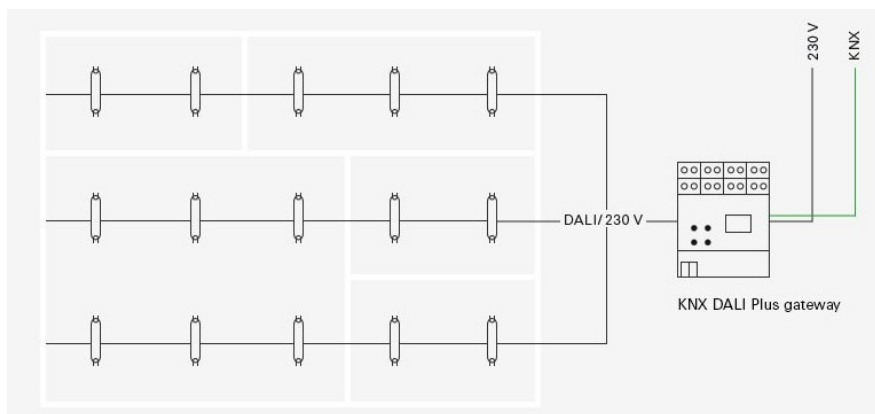
Yhteen Dali-linjaan voi kuulua enintään 64 osoitetta. Yleensä yksi valaisin vie yhden osoitteen, mutta turvalaissa ja väriä vaihtavissa valaisimissa osoitteita voi mennä yhteen valaisimeen useampia. Linjaan kuuluu lisäksi aina yksi teholähde. Dali-linjan maksimipituus on 300 metriä. (Härkönen, 2015, s. 171)

Yhteen Dali-linjaan voi kuulua 16 erilaista tilanneohjausta ja yksi laite voi kuulua 16 eri ryhmään. Yhden linjan maksimivirrankulutus on 250 mA. Mikäli 250 mA ylittyy, linjaan ei

voida kytkeä 64 laitetta. Ohjausten tai ryhmien muuttaminen ei vaadi uudelleenkaapelointia. (Laine, 2019)

Dali voidaan kaapeloida samanlaisella kaapelilla kuin perinteisessäkin asennuksessa käytetään (kuva 7). Dali-ohjaukseen tarvitaan kaksi johdinta asennukseen käytettävästä kaapelista. Dali-valaistuksenohjausjärjestelmä on edullinen asentaa, koska siihen ei tarvita omaa kaapelia. (Gira, n.d.)

Kuva 7. Dalin kaapelointi (Gira, n.d.).



4 Suunnittelu

Suunnittelutyö aloitettiin tutustumalla talon nykytilaan. Tämän ja tilaajan toiveiden perusteella valittiin sopiva automaatiojärjestelmä. Nykytilan kartoittamisen yhteydessä perehdyttiin myös talon remontointisuunnitelmaan. Pohjatyön jälkeen voitiin tehdä sähkökuvat ja suunnitella, miten saneeraus saadaan suoritettua osissa.

4.1 Nykytilan kartoitus

Nykytilan kartoituksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon vanhasta laitteistosta voidaan jättää käyttöön. Lisäksi haluttiin tietää tilaajan tarkemmat toiveet ohjausten ja toimilaitteiden sijoittelun suhteen.

4.1.1 Alkuperäinen sähkölaitteisto

Saneerattava talo on rakennettu vuonna 1990. Talon alkuperäinen sähkökuva vastaa suurelta osin talon nykytilaa. Mittauskeskuksessa kukin kaapelilähtö on merkitty sekä syötettävän kohteen että käytetyn kaapelin osalta. Keskuskaaviota ei ole.

Kaikki valaistuksen ohjaukset on tehty perinteisellä asennusmenetelmällä. Kunkin valaisimen tai valaisinryhmän saa kytkettyä päälle ja pois yhdestä tai useammasta kytkimestä tai painikkeesta. Muista poikkeava ohjaus on eteisessä. Eteisen kattovalaistusta ohjataan painikkeilla. Painikkeet ohjaavat sähkökeskuksessa olevaa relettä, joka ohjaa kattovalaisimia. Jokaisessa huoneessa on kiinteä verhokappa. Osassa tiloista verhokappaan on asennettu loisteputkivalaisimet. Joissain tiloissa kappoihin on viety kaapelointi valmiiksi, mutta valaisinta ei ole. Lisäksi jokaisessa huoneessa on joko kiinteä kattovalaisin tai valaisinpistorasia jälkiasennettuna. Ulkovalaistusta ohjataan tuulikaapista. Pihalla on kaksi eri valaistusryhmää.

Keittiön, kodinhoituhuoneen, autokatoksen ja pihan sekä varaston pistorasiat ovat suojamaadoitettuja. Muualla talossa pistorasiat ovat 0-luokan pistorasioita. Yleiskaapelointia talossa ei ole.

Talo on sähkölämmitteinen. Kussakin huoneessa on yksi tai useampia patteri. Jokaisessa patterissa on oma virtakytkin ja termostaatti. Kylpyhuoneessa on lattialämmitys. Lattialämmityksen termostaatti sijaitsee kodinhoituhuoneessa kylpyhuoneen oven vieressä. Lämmitysjärjestelmän saa kokonaisuudessaan kytkettyä päälle ja pois mittauskeskuksesta. Lattialämmityksen saa ohjattua mittauskeskuksesta käsikäyttöiseksi, yösähköllä toimivaksi tai pois päältä.

Eteisessä on kytkin, joka on merkitty tarralla, jossa lukee ”Poissa”. Oletettavasti katkaisijalla on tarkoitus saada joitain talon toimintoja pois käytöstä siinä tapauksessa, että asukas lähtee talosta pidemmäksi aikaa pois. Katkaisijan toimintaa ei ole testattu eikä sen toiminta selviä talon mukana tulleista papereista.

4.1.2 Tehdyt lisäykset ja muutokset

Alkuperäiseen laitteistoon on lisätty porakaivon suodatinjärjestelmä, jätevedenkäsittelyjärjestelmä, radonimuri ja ilmalämpöpumppu. Radonimurin ja ilmalämpöpumpun asennusvuodet eivät ole tiedossa, mutta koska niitä ei alkuperäisistä sähkökuvista löydy, oletetaan niiden olevan jälkiasennettuja.

Porakaivon suodatinjärjestelmä (kuva 8) on asennettu vuonna 2013. Suodattimien puhdistusta varten järjestelmässä on automatisoitu vastahuhtelu. Koko porakaivoon liittyvä laitteisto ja sen automaatio sijaitsee suodatinlaitteiden yhteydessä asuintalosta erillisessä piharakennuksessa. Järjestelmä on kokonaisuudessaan Pumppu-Lohja Oy:n asentama.

Kuva 8. Käyttöveden suodatinjärjestelmä.



Järjestelmä tekee automaattisesti ennalta määrätyn väliajoin vastahuhtelun suodattimien puhdistamiseksi. Vastahuhtelun ajankohta määräytyy laitteiston kellon mukaan. Sähkökatkon yhteydessä kello nollautuu. Tällöin käyttäjän täytyy käydä fyysisesti erillsrakennuksessa asettamassa automaatiojärjestelmän kello oikeaan aikaan.

Alkuperäisiin saostuskaivoihin on asennettu vuonna 2009 Goodwell InfraDev Oy:n saneerauspaketti. Tämän järjestelmän automaatiolaitteisto (kuva 9) sijaitsee saostuskaivojen

yhteydessä olevassa sähkökeskuksessa. Vihreä valo sähkökeskuksen päällä indikoi järjestelmän olevan toiminnassa. Sähkökatkon jälkeen järjestelmä ei vaadi käyttäjältä toimenpiteitä.

Kuva 9. Jätevesijärjestelmän automaatio.



Keittiö on remontoitu 2000-luvulla. Sähkökuvia ei ole päivitetty vastaamaan nykyistä keittiötä. Myös kodinhoituhuoneessa on tehty muutoksia eikä se nykyisessä muodossaan vastaa alkuperäisiä kuvia.

4.1.3 Muuta huomioitavaa

Sähkölaitteiston ohjauksia halutaan nykyaikaistaa ja helpottaa. Vanhasta laitteistosta käyttöön jätetään vain kylpyhuoneen lattialämmityskaapeli, jos se kylpyhuoneremontin yhteydessä pysyy ehjänä. Kiinteistöön on suunnitteilla lisäksi tulevaisuudessa, joten uuden järjestelmän pitää pystyä muokkautumaan myös näitä varten. Huomioon otettavia muutoksia ovat aurinkopaneelien lisäys, pihasaunan rakentaminen ja mahdollisuus sähköauton lataukseen.

Pistorasioita tulee voida ohjata pois lukien ne, joiden irtikytkentä vahingossa voi aiheuttaa vahinkoa. Järjestelmää halutaan hallita esimerkiksi kosketuspaneelilla olohuoneesta.

Remontti aloitetaan kuntosalista, makuuhuoneesta ja työhuoneesta, mutta huoneiden keskinäistä remontoitijärjestystä ei ole päätetty. Näiden kolmen huoneen jälkeen remontoidaan muut tilat vielä suunnittelemattomassa järjestyksessä. Keittiö remontoidaan viimeisenä.

4.2 Automaatiojärjestelmän valintaprosessi

Nykytilanteen selvittämisen jälkeen piti valita kohteeseen sopiva automaatiojärjestelmä. Saneerausessa käytettävän automaatiojärjestelmän valinnassa tuli huomioida asennuksen ja ohjelmoinnin helppous, laitteiden saatavuus ja järjestelmän muokattavuus. Lisäksi työn tilaaja ei halua järjestelmän olevan täysin langaton.

Järjestelmän valintaa tehtäessä arviointikriteerit jaettiin kahteen osioon. Ensimmäisessä osiossa vertailtiin järjestelmien ominaisuuksia. Toisessa osiossa vertailtiin järjestelmien kustannuksia.

4.2.1 Ominaisuuksien vertailu

Järjestelmien ominaisuuksia vertailtaessa arviointikriteereinä olivat asennustapa, ohjaus, ohjelmointi, saatavuus ja laajennettavuus. Taulukosta 5 nähdään vertailukohtat ja miten kumpikin järjestelmä niitä vastaa.

Taulukko 5. Järjestelmien ominaisuuksien vertailu.

	KNX	F@H
Asennustapa	<ul style="list-style-type: none"> • Hajautettu 	<ul style="list-style-type: none"> • Hajautettu • Keskitetty
Ohjaus	<ul style="list-style-type: none"> • Painikkeet/anturit • Kosketusnäyttö • Mahdollisuus etäohjaukseen 	<ul style="list-style-type: none"> • Painikkeet/anturit • Kosketusnäyttö • Etäohjaus
Ohjelmointi	<ul style="list-style-type: none"> • Myös loppukäyttäjälle soveltuva • Maksullinen ohjelmisto • Ohjelmointityökalusta useita versioita 	<ul style="list-style-type: none"> • Loppukäyttäjälle soveltuva • Ilmainen ohjelmisto
Saatavuus	<ul style="list-style-type: none"> • Avoin järjestelmä • Useita valmistajia • Saatavuus hyvä 	<ul style="list-style-type: none"> • Vain ABB:n laitteet • Saatavuus hyvä
Laajennettavuus	<ul style="list-style-type: none"> • Ketjuttamalla laitteelta toiselle • Laitemäärän rajoitus riippuvainen ohjelmointityökalusta 	<ul style="list-style-type: none"> • Ketjuttamalla laitteelta toiselle • Langallisensa max. 64 laitetta • Langattomana toiset 64 laitetta

Kummankin järjestelmän voi asentaa hajautetulla asennustavalla. Hajautetussa asennustavassa toimilaitteille kaapeloidaan sekä väyläkaapeli että tehonsyöttökaapeli. Keskitetyssä asennustavassa toimilaitteet sijaitsevat ohjauskeskuksessa. ABB-free@home -järjestelmä on asennustavan osalta monipuolisempi, koska sen voi asentaa sekä hajautettuna että keskitettynä tai yhdistelemällä tapoja.

Kummassakin järjestelmässä ohjaustapojen mahdollisuudet ovat samat. Erona on, että KNX-järjestelmässä etäohjaus on lisäominaisuus. ABB-free@home -järjestelmässä etäohjaus kuuluu perustoimintoihin.

Ohjelmoinnin vertailuosiossa painotettiin loppukäyttäjän mahdollisuutta tehdä muutoksia järjestelmään. Käyttäjiä on useampia ja on hyvä, että jokainen käyttäjä osaa tarvittaessa tehdä muutoksia. KNX-järjestelmässä ohjelmointityökalut ovat maksullisia. ABB-free@home -järjestelmässä ohjelmointityökalu on maksuton.

Laitteiden saatavuudessa erona on se, että KNX on avoin järjestelmä. Näin ollen laitteita tekee usea valmistaja ja valikoima on suuri. ABB-free@home -järjestelmän laitteita valmistaa vain ABB.

Koska asennustapa on kummassakin väylään perustuva, laajennusmahdollisuudessa ei havaittu eroja. Uudet laitteet voi lisätä saneerauksen edetessä ketjuttamalla edellisistä laitteista. KNX-järjestelmässä liitettävien laitteiden määrä on riippuvainen käytettävästä ohjelmointityökalusta. ABB-free@home -järjestelmässä laitteiden määrä on vakio.

KNX-järjestelmässä mahdollisten ohjattavien laitteiden määrä on kattavampi kuin ABB-free@home -järjestelmän. ABB:n järjestelmällä voi ohjata valaistusta, lämmitystä, verhoja, ABB:n ovipuhelinjärjestelmää sekä pistorasioita. KNX-järjestelmällä voi ohjata valaistusta, verhoja, lämmitystä, jäähdytystä, ilmanvaihtoa sekä pistorasioita.

4.2.2 Hintavertailu

Päätöksen tueksi haluttiin tehdä myös hintavertailu. Tästä syystä muodostettiin mallikokoonpano, jonka perusteella hintavertailu tehtiin (taulukko 6).

Taulukko 6. Automaatiojärjestelmien komponenttien hintavertailu.

Keskuskomponentit	KNX	F@H
Teholähde	SE MTN684064 242	ABB PS-M-64.1.1 351
Lähtöyksikkö 4x16A	Hager TXA604D 161	ABB SA-M-0.4.1 307
Dali-väylämuunnin	SE MTN6725-0003 363	ABB DG-M-1.16.1 570
Tuloyksikkö	ABB BE/S4.20.2.1 274	ABB BI-M-4.0.1 237
Verho-ohjain 4-kanavainen	SE MTN649804 288	ABB BA-M-0.4.1 289
Kenttätoimilaitteet		
Painike 4 x 1-osainen	SE Exxact 266	ABB SU-F-1.0.1 & SR-1-84 328
Painike 4 x 2-osainen	SE Exxact 294	ABB SU-F-2.0.1 & SR-2-84 360
Sääasema	SE MTN663990 478	ABB WS-1 796
Käyttöpaneeli 7"	ABB 6136/07-811-500 1020	ABB DP7-S-611-02 824
Muu		ABB SAP/S.3 572
Yhteensä	3386	4635

Mallikokoonpanoon valittiin keskuskomponenteiksi teholähde, lähtöyksikkö, Dali-väylämuunnin, tuloyksikkö sekä verho-moottorihjain. Kenttätoimilaitteisiin valittiin neljä kappaletta 1-osaisia ja 2-osaisia painikkeita, sääasema, käyttöpaneeli sekä ABB-free@home -järjestelmälle sen tarvitsema System Access Point. Painikkeita otettiin useita, koska niiden hintaero yksittäisenä oli niin pieni. Useammalla painikkeella saatiin paremmin simuloitua hintaeroa omakotitalon kokoisessa järjestelmässä.

Vertailussa valittiin ensin ABB-free@home -järjestelmän komponentti ja tämän jälkeen yritettiin löytää mahdollisimman vastaava tuote KNX-järjestelmään. Komponenttien valinta ei vastaa saneerauskohteen olevan omakotitalon tarvetta. Komponentit valittiin suuntaa antavasti.

ABB-free@home -järjestelmän ohjelmointityökalu on maksuton. KNX-järjestelmän ohjelmointiin tarvittava ETS-ohjelmointityökalu on maksullinen. 29.11.2020 eri versioiden lisenssien hinnat olivat seuraavanlaiset:

- ETS Inside 160 e
- ETS Lite 200 e
- ETS Professional 1000 e

Kumpaankin järjestelmään on saatavilla komponentteja, joiden hinnat poikkeavat vertailussa käytetyistä. Vertailussa käytettiin yhden verkkokaupan hintoja. Kummastakin järjestelmästä pyrittiin löytämään toisiaan vastaavat tuotteet, jotta vertailusta saataisiin mahdollisimman totuudenmukainen.

4.2.3 Valinta

Järjestelmien ominaisuuksien ja hintavertailun tuloksena päädyttiin siihen, että saneeraus tehdään KNX-järjestelmää käyttäen. Perusteina on laitteiden parempi saatavuus, mahdollisuus monipuolisempaan ohjaukseen sekä hinta.

Eri järjestelmiin perehdyttäessä tultiin myös siihen tulokseen, ettei Dali-valaistuksenohjausta tulla käyttämään. Saneerauskohteen valaistustarve on niin yksinkertainen, ettei järjestelmälle ole tarvetta.

4.3 Suunnittelutyö

Suunnittelu tehtiin Cadmatic 18 -sovelluksella. Työ aloitettiin siirtämällä rakennuksen pohjapiirustus sähköiseen muotoon. Tämän jälkeen tasopiirustukseen voitiin suunnitella sähkölaitteet ja niiden kaapelointi. Nykyisen mittauskeskuksen kuvien ja kartoituksessa tehtyjen tutkimusten perusteella piirrettiin keskuskaavio nykytilassaan sekä uusi keskus, jossa on standardin vaatimat vikavirtasuojat. Keskuskaavion piirtämisen jälkeen suunniteltiin KNX-ohjauskeskus. Sähkökuvien teossa käytettiin apuna alkuperäisiä sähkökuvia. Alkuperäisten sähkökuvien asennusreitit ja laitteiden sijoittelu pyrittiin kartoitusvaiheessa varmistamaan. Koska saneerauksessa uusitaan kaikki ryhmäjohdot sekä keskus, noudatettiin suunnittelussa uudisrakennukselle asetettua standardeja.

4.3.1 Laite- ja kaapelivalinnat

Asennusryhmille laskettiin suuntaa antavasti virrankulutus, jonka perusteella johtimien pinta-ala valittiin. 10 A sulakelähdöissä johtimien pinta-ala on $1,5 \text{ mm}^2$. 16 A sulakelähdöissä johtimien pinta-ala on $2,5 \text{ mm}^2$. Sähkösuunnitelmassa kaapelointiin valittiin yksilankainen ML-johdin. Väyläkaapelina suunnittelussa käytettiin $2 \times 2 \times 0,8 \text{ mm}^2$ KNX-kaapelia.

Sisätiloissa kylpyhuonetta lukuun ottamatta laitteille riittää IP20-luokitus. Kylpyhuoneessa laitevalinnoissa noudatettiin standardin määrittelemiä alueita. Kaikki kylpyhuoneen laitteet suunniteltiin luokittelemattomalle alueelle. Kylpyhuoneen yhteydessä on sauna. Edellä mainituin perustein laitteiden tulee olla luokitukseltaan vähintään IP21. Saunan valaisin on alueella 2 ja sen koteloitualueen tulee olla vähintään IP24.

Sähkösaneerauksen aloitusajankohta ei ole tiedossa. Sähkökalusteita ja valaisimia ei valittu etukäteen, koska ei voida varmistua siitä, että esimerkiksi jokin tietty valaisin on myynnissä, kun kyseinen huone remontoidaan. Pistorasioiden osalta suunnittelussa pyrittiin käyttämään mahdollisimman tavanomaisia laitteita, jotta tuotteita löytyisi usealta valmistajalta.

4.3.2 Sijoittelu ja kaapelireitit

Laitteiden sijoittelussa hyödynnettiin vanhoja sijainteja mahdollisimman paljon. Kaikki talon 0-luokan pistorasiat vaihdetaan joko suojakoskettimellisiin pistorasioihin tai II-luokan europistorasioihin. Remontin yhteydessä pistorasioiden kaapelit vaihdetaan ja vaihdon yhteydessä laitteille viedään myös suojamaadoitusjohdin, jonka poikkipinta-ala vastaa äärijohdinta. Kaapelireitteinä pyrittiin hyödyntämään mahdollisimman paljon vanhoja kaapelireittejä.

Väyläkaapeloinnille (liite 3) suunniteltiin täysin uusi kaapelireitti. Kaapelointi pyrittiin suunnittelemaan tähtitopologiaa ja puutopologiaa yhdistellen niin, että kukin huone on oma haaransa. Tähtipiste sijaitsee eteisessä. Tällä kaapelointitavalla remontoitavan huoneen laitteet saadaan kytkettyä väylään ilman, että muiden huoneiden tarvitsee olla remontoitavana samanaikaisesti. Väyläkaapeloinnin asennus vaatii tällä suunnittelulla vain pääsyn eteisessä sijaitsevalle jakorasiolle.

4.3.3 Yleiskaapelointi

Vaikka viestintäviraston määräys ei velvoita yleiskaapeloinnin suunnitteluun, tilaaja halusi, että sellainen taloon suunnitellaan. Sen suunnittelussa noudatettiin Viestintäviraston määräystä.

Eteiseen ja makuuhuoneeseen on talon rakennusvaiheessa viety puhelinkaapeli. Puhelinkaapeli poistetaan ja sen kojerasioita hyödynnetään yleiskaapeloinnin tietoliikennesasioiden sijoittelussa. Olohuoneessa, takkahuoneessa, kuntosalilla ja työhuoneessa on pistorasian viereen alkuperäisen sähkökuvan mukaisesti sijoitettu putki, joka vie ullakolle. Tätä reittiä ja kojerasioiden sijainteja hyödynnetään kyseessä olevien huoneiden yleiskaapelointiin. Näin saadaan jokaiseen asuinhuoneeseen Viestintäviraston määräyksen mukaisesti tietoliikennesasia. Kaapelointiin tulee käyttää määräyksen mukaisesti vähintään kategorian 6 parikaapelia.

4.3.4 Lämmitys

WC:tä ja kylpyhuonetta lukuun ottamatta lattialämmityksen mitoituksessa käytettiin 10 W/m -tehoista Enston Tassu S -lattialämmityskaapelia, koska se soveltuu saneerauskohteisiin eikä korota lattiapintaa tarpeettoman paljon. Kaapelien asennusväli on määritelty edellä mainittua kaapelityyppiä käyttäen. Mikäli käytettävä lattialämmityskaapeli on joku muu, tulee asennusväli määrittellä käytettävän kaapelin mukaisesti.

Teholtaan 10 W/m lattialämmityskaapeli riittää vain, jos kaapelin asennusväli on korkeintaan 13 cm. Tällöin lämmitystehoa on 80 W/m². Tehokkaammalla kaapelilla vastaava lämmitysteho neliometriä kohden saadaan suuremmallakin asennusvälillä.

Erillisen WC:n pienen koon takia lattialämmitykseen on suunnitteluvaiheessa valittu DEVI:n 0,5 m² -kokoisen alueen lämmitykseen soveltuva 75 W DEVI mat-lattialämmitysmatto. Huoneeseen voi valita myös jonkun muun lattialämmityskaapelin tai -maton. Kylpyhuoneen Nokia Tassu 800 -kaapeli on alkuperäisten sähkökuvien mukaan piirretty.

4.3.5 Automaatiojärjestelmän komponentit

KNX-ohjauskeskukseen valittiin Schneider Electricin komponentit. Komponenteiksi pyrittiin valitsemaan mahdollisimman tavanomaisia laitteita, jotta vastaavia löytyisi myös muilta valmistajilta.

Ohjauskeskukseen valittiin 320 mA tehölähde. Pistorasioita ja valaisimia varten keskuskomponenteiksi valittiin kaksi 4 x 250 VA valonsäädintä, yksi 8 x 10 A kytkintoimilaitte, kaksi 12 x 10 A kytkintoimilaitetta ja kaksi 8 x 16 A kytkintoimilaitetta. Lisäksi ohjauskeskukseen valittiin DIN-kiskoon asennettava USB-ohjelmointirajapinta. Kenttätoimilaitteiksi suunniteltiin painikkeita, liiketunnistimia ja huonelämmönsäätimiä ynnä muita antureita tilaajan toiveiden mukaisesti.

4.4 Saneerauksen tekeminen osissa

Koska talo remontoidaan osissa, automaatiojärjestelmä ja sen komponentit valittiin sen mukaan, että niihin voidaan liittää sähkölaitteiston osia saneerauksen edetessä.

Mittauskeskuksen muutokset on suunniteltu sen mukaan, että voidaan noudattaa haluttua remontointijärjestystä.

4.4.1 Ennen saneerausta


Jotta järjestelmää voidaan alusta lähtien käyttää, on ensin asennettava ohjauskeskus. Keskukseen voidaan työn edetessä kytkeä antureita, valaisimia, pistorasioita ja muita toimilaitteita. Ohjauskeskus on syytä tehdä erillisenä keskuksena yhteisen mittaus- ja ohjauskeskuksen sijaan. Kun ohjauskeskus on erillinen, mittauskeskus voidaan päivittää uuteen riippumatta meneillään olevasta saneerausvaiheesta.

Huoneet on nykyisellään ryhmitelty pitkälti huonekohtaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että sähkösaneerauksen pääsee tekemään huone kerrallaan ilman, että asuminen häiriintyy kohtuuttomasti. Mittauskeskuksesta ei kuitenkaan voida siirtää kaikkia syöttöjä valmiiksi ohjauskeskukselle vaan ne tulee tehdä vaiheittain.

Nykyisessä keskuksessa on käyttämättä neljä 16 A sulaketta, kolme 10 A sulaketta ja eteisen kattolämmitys on havaittu tarpeettomaksi. Ennen saneerauksen aloittamista nämä syötöt kytketään ohjauskeskukseen kuvan 10 mukaisesti. Kattolämmityksen sulake kytketään teholähteeseen. Tarvittavasta ohjauskeskuksen kokoonpanosta saadaan käyttöön 8 x 16 A kytkintoimilaitteet, toinen 12 x 10 A kytkintoimilaitteista ja yksi 4 x 250 VA valonsäädin.

Kuva 10. Sähkökeskus saneerauksen alussa.

1	Lämmitys (olohuone, takkahuone)	10
2	Lämmitys (kuntosali, työhuone)	10
3	Lämmitys (keittiö, kodinhoituhuone)	10
4	LVV	10
5	KPH, lattialämmitys	10
6	Lämmityksen ohjaus	10
7		16
8		16
9		16
10		16
11	Liesi	16
12	Keittiön pistorasiat	16
13	Keittiön pistorasiat	16
14	Keittiön pistorasiat	16
15	Autokatos	10
16	Takkahuone	10
17	Työhuone	10
18	Olohuone	10
19	Pesuhuone	10
20	Vaatehuone+makuuhuone	10
21	Tuulikaappi	10
22	Eteinen	10
23	Kuntosali	10
24	Lämmitys (makuuhuone)	10
25	Huippumuri	10
26	Astianpesukone	16
27	Pistorasiat autokatos	16
28	Kattolämmitys, eteinen	10
29	Radonimuri	10
30	Jätevesijärjestelmä	16
31	Pakastin (varasto)	16
32	Ilmalämpöpumppu	16
33	Piharakennus	20
34		10
35		10
36		10



1	Lämmitys (olohuone, takkahuone)	10
2	Lämmitys (kuntosali, työhuone)	10
3	Lämmitys (keittiö, kodinhoituhuone)	10
4	LVV	10
5	KPH, lattialämmitys	10
6	Lämmityksen ohjaus	10
7	8 x 16 A kytkin - 1/1	16
8	8 x 16 A kytkin - 1/2	16
9	8 x 16 A kytkin - 2/1	16
10	8 x 16 A kytkin - 2/2	16
11	Liesi	16
12	Keittiön pistorasiat	16
13	Keittiön pistorasiat	16
14	Keittiön pistorasiat	16
15	Autokatos	10
16	Takkahuone	10
17	Työhuone	10
18	Olohuone	10
19	Pesuhuone	10
20	Vaatehuone+makuuhuone	10
21	Tuulikaappi	10
22	Eteinen	10
23	Kuntosali	10
24	Lämmitys (makuuhuone)	10
25	Huippumuri	10
26	Astianpesukone	16
27	Pistorasiat autokatos	16
28	KNX-ohjauskeskus	10
29	Radonimuri	10
30	Jätevesijärjestelmä	16
31	Pakastin (varasto)	16
32	Ilmalämpöpumppu	16
33	Piharakennus	20
34	4 x 250 VA valonsäädin	10
35	12 x 10 A kytkin - 1/1	10
36	12 x 10 A kytkin - 1/2	10

4.4.2 Saneerauksen vaiheet

Saneerauksen ensimmäisessä vaiheessa (kuva 11) remontoidaan makuuhuone, kuntosali ja työhuone. Koska nykyisessä laitteistossa huoneet on ryhmitelty omina kokonaisuuksinaan ja kaikki tarvittavat KNX-komponentit ovat käytettävissä, voidaan huoneet remontoida missä järjestyksessä tahansa. Nykyiset pistorasia- ja valaisinryhmiä syöttävät sulakkeet kytketään ohjauskeskukseen kunkin huoneen lattialämmitystä varten. Vanhassa järjestelmässä lähtöihin 2 ja 24 on kytketty kuntosalin, työhuoneen ja makuuhuoneen lämmitykset. Remontin jälkeen nämä sulakelähdöt vapautuvat. Ne kytketään ohjauskeskukseen syöttämään toista 4 x 250 VA valonsäädintä ja 12 x 10 A kytkintoimilaitetta.


Kuva 11. Saneerauksen ensimmäinen vaihe.

1	Lämmitys (olohuone, takahuone)	10	1	Lämmitys (olohuone, takahuone)	10
2	Lämmitys (kuntosali, työhuone)	10	2	4 x 250 VA valonsäädin	10
3	Lämmitys (keittiö, kodinhoituhuone)	10	3	Lämmitys (keittiö, kodinhoituhuone)	10
4	LVV	10	4	LVV	10
5	KPH, lattialämmitys	10	5	KPH, lattialämmitys	10
6	Lämmityksen ohjaus	10	6	Lämmityksen ohjaus	10
7	8 x 16 A kytkin - 1/1	16	7	8 x 16 A kytkin - 1/1	16
8	8 x 16 A kytkin - 1/2	16	8	8 x 16 A kytkin - 1/2	16
9	8 x 16 A kytkin - 2/1	16	9	8 x 16 A kytkin - 2/1	16
10	8 x 16 A kytkin - 2/2	16	10	8 x 16 A kytkin - 2/2	16
11	Liesi	16	11	Liesi	16
12	Keittiön pistorasiat	16	12	Keittiön pistorasiat	16
13	Keittiön pistorasiat	16	13	Keittiön pistorasiat	16
14	Keittiön pistorasiat	16	14	Keittiön pistorasiat	16
15	Autokatos	10	15	Autokatos	10
16	Takahuone	10	16	Takahuone	10
17	Työhuone	10	17	Lämmitys, työhuone	10
18	Olohuone	10	18	Olohuone	10
19	Pesuhuone	10	19	Pesuhuone	10
20	Vaatehuone+makuuhuone	10	20	Lämmitys, makuuhuone	10
21	Tuulikaappi	10	21	Tuulikaappi	10
22	Eteinen	10	22	Eteinen	10
23	Kuntosali	10	23	Lämmitys, kuntosali	10
24	Lämmitys (makuuhuone)	10	24	12 x 10 A kytkin	10
25	Huippumuri	10	25	Huippumuri	10
26	Astianpesukone	16	26	Astianpesukone	16
27	Pistorasiat autokatos	16	27	Pistorasiat autokatos	16
28	KNX-ohjauskeskus	10	28	KNX-ohjauskeskus	10
29	Radonimuri	10	29	Radonimuri	10
30	Jätevesijärjestelmä	16	30	Jätevesijärjestelmä	16
31	Pakastin (varasto)	16	31	Pakastin (varasto)	16
32	Ilmalämpöpumppu	16	32	Ilmalämpöpumppu	16
33	Piharakennus	20	33	Piharakennus	20
34	4 x 250 VA valonsäädin	10	34	4 x 250 VA valonsäädin	10
35	12 x 10 A kytkin - 1/1	10	35	12 x 10 A kytkin - 1/1	10
36	12 x 10 A kytkin - 1/2	10	36	12 x 10 A kytkin - 1/2	10

Ensimmäisen vaiheen jälkeen ohjauskeskuksessa on kytkemättä vielä 8 x 10 A kytkintoimilaite. Loppujen huoneiden remontti voidaan suorittaa missä järjestyksessä tahansa ja puuttuva kytkintoimilaite kytketään ensimmäiseen vapautuvaan 10 A sulakelähtöön. Huoneiden lämmitykset kytketään pääsääntöisesti niiden olemassa oleviin pistorasia- ja valaisinryhmien sulakkeisiin, jotka vapautuvat, kun valaisimet ja pistorasiat kytketään niille tarkoitettuihin kytkintoimilaitteisiin tai valonsäätimiin KNX-ohjauskeskuksessa (kuva 12).

Kuva 12. Keskuskaavio suuntaa antavasti saneerauksen loppuksi.

1	Lämmitys (olohuone, takahuone)	10
2	4 x 250 VA valonsäädin	10
3	Lämmitys (keittiö, kodinhoitohuone)	10
4	LVV	10
5	KPH, lattialämmitys	10
6	Lämmityksen ohjaus	10
7	8 x 16 A kytkin - 1/1	16
8	8 x 16 A kytkin - 1/2	16
9	8 x 16 A kytkin - 2/1	16
10	8 x 16 A kytkin - 2/2	16
11	Liesi	16
12	Keittiön pistorasiat	16
13	Keittiön pistorasiat	16
14	Keittiön pistorasiat	16
15	Autokatos	10
16	Takkahuone	10
17	Lämmitys, työhuone	10
18	Olohuone	10
19	Pesuhuone	10
20	Lämmitys, makuuhuone	10
21	Tuulikaappi	10
22	Eteinen	10
23	Lämmitys, kuntosali	10
24	12 x 10 A kytkin	10
25	Huippumuri	10
26	Astianpesukone	16
27	Pistorasiat autokatos	16
28	KNX-ohjauskeskus	10
29	Radonimuri	10
30	Jätevesijärjestelmä	16
31	Pakastin (varasto)	16
32	Ilmalämpöpumppu	16
33	Piharakennus	20
34	4 x 250 VA valonsäädin	10
35	12 x 10 A kytkin - 1/1	10
36	12 x 10 A kytkin - 1/2	10



1	Lämmitys, olohuone	10
2	4 x 250 VA valonsäädin	10
3	Lämmitys, keittiö	10
4	LVV	10
5	Lämmitys, kylpyhuone	10
6	Lämmitys, kodinhoitohuone	10
7	8 x 16 A kytkin - 1/1	16
8	8 x 16 A kytkin - 1/2	16
9	8 x 16 A kytkin - 2/1	16
10	8 x 16 A kytkin - 2/2	16
11	Liesi	16
12		16
13		16
14		16
15		10
16	Lämmitys, takahuone	10
17	Lämmitys, työhuone	10
18	8 x 10 A kytkin	10
19		10
20	Lämmitys, makuuhuone	10
21	Lämmitys, tuulikaappi+WC	10
22	Lämmitys, eteinen	10
23	Lämmitys, kuntosali	10
24	12 x 10 A kytkin	10
25	Huippumuri	10
26	Jääkaappi	16
27		16
28	KNX-ohjauskeskus	10
29	Radonimuri	10
30	Jätevesijärjestelmä	16
31	Pakastin (varasto)	16
32	Ilmalämpöpumppu	16
33	Piharakennus	20
34	4 x 250 VA valonsäädin	10
35	12 x 10 A kytkin - 1/1	10
36	12 x 10 A kytkin - 1/2	10

4.5 Muuta suunnittelussa huomioitua

Käyttöveden suodatuslaitteiston automaatiojärjestelmän syöttö tapahtuu pistotulppakytkennällä. Jätevesijärjestelmän syöttö tapahtuu MCMK 2 x 2,5 + 2,5 -kaapelilla. Kummankaan järjestelmän liittäminen KNX-järjestelmään sellaisenaan ei ole mahdollista.

Jos järjestelmiä halutaan ohjata KNX-automaatiolla, tulee olla yhteydessä laitetoimittajiin. Järjestelmät voivat vaatia laitemuutoksia tai niiden ohjaus ulkopuolisella järjestelmällä voi olla mahdotonta.

Sähköauton lataus, pihasaunan rakentaminen tai aurinkosähköjärjestelmän hankkiminen eivät vaadi saneeraukselta ylimääräistä. Sähköauton latauspistettä ja pihasaunaa varten tarvitaan omat syötöt. Saneerauksen jälkeen mittauskeskuksesta löytyy vapaita sulakkeita, joita voidaan mahdollisesti käyttää lisäyksien syöttöön. Lisäksiä tehtäessä tulee huomioida rakennuksen tämänhetkinen kulutus.

5 Järjestelmän kuvaus

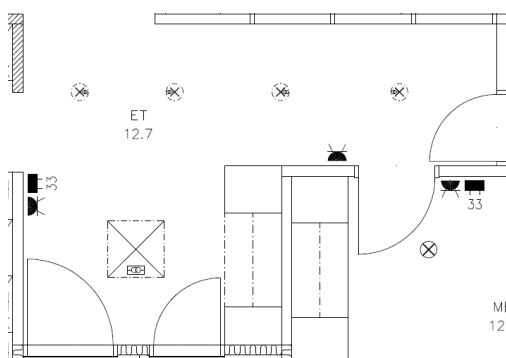
Valoja, pistorasioita ja lämmitystä ohjataan pääosin KNX-järjestelmällä. Ohjaus tapahtuu joko painikkeilla tai automaattisesti antureiden avulla. Suurin osa pistorasia-, valaisin- ja lämmitysryhmistä on suojattu 30 mA vikavirtasuojalla. Järjestelmän kuvauksessa käydään tilakohtaisesti läpi laitteet ja niiden ryhmittely, sijoittelu sekä syöttö.

Tuulikaapissa on yksi valaisin. Valaisimen syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 12 x 10 A kytkintoimilaitteelta. Tuulikaapin lattialämmitystä säätelee huoneessa sijaitseva huonelämpötilasäädin, jossa on sisäänrakennettu lämpötila-anturi.

WC:ssä on yksi valaisin. Valaisimen syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 12 x 10 A kytkintoimilaitteelta. WC:ssä on yksi pistorasia, jonka syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 8 x 16 A kytkintoimilaitteesta. WC:n lattialämmitystä säätelee huoneessa sijaitseva huonelämpötilasäädin, jossa on sisäänrakennettu lämpötila-anturi.

Eteisessä (kuva 13) on kaksi valaisinryhmää. Eteiskäytävän neljä pientä valaisinta muodostavat oman ryhmänsä ja eteisaulan iso valaisin on oma ryhmänsä. Pistorasiat ovat yhdessä ryhmässä. Valaisinten ja pistorasioiden syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 12 x 10 A kytkintoimilaitteelta.

Kuva 13. Eteinen.



Eteisessä tuulikaapin ja WC:n oven välissä on neliosainen painike. Huonelämpötilasäädin sijaitsee samassa paikassa, ettei vaatehuoneen oven yläpuolella sijaitseva ilmalämpöpumppu häiritse sen toimintaa. Huonelämpötilasäätimessä on sisäänrakennettu lämpötila-anturi ja se ohjaa eteisen lattialämmitystä.

Työhuoneessa on kolme valaisinryhmää. Pistorasioista muodostuu yksi ryhmä. Huoneen valaisinten syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 4 x 250 VA säädintoimilaitteelta, joten kaikki valaisimet ovat himmennettävissä. Pistorasioiden syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 12 x 10 A kytkintoimilaitteelta. Huoneessa on liikkeentunnistin. Huoneen lattialämmitystä ohjaa huoneessa sijaitseva huonelämpötilasäädin, jossa on sisäänrakennettu lämpötila-anturi.

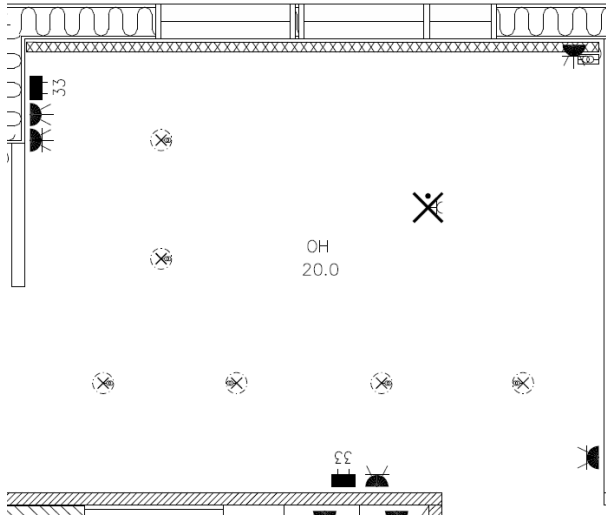
Kuntosalin valaisimet muodostavat yhden ryhmän, jonka syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 4 x 250 VA säädintoimilaitteelta, joten valaisimet ovat himmennettävissä. Pistorasiat muodostavat yhden ryhmän, jonka syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 12 x 10 A kytkintoimilaitteelta. Huoneessa on liikkeentunnistin. Huoneen lattialämmitystä ohjaa huoneessa sijaitseva huonelämpötilasäädin, jossa on sisäänrakennettu lämpötila-anturi.

Makuuhuoneessa on kolme valaisinryhmää. Pistorasiat muodostavat yhden ryhmän. Valaisinten ja pistorasioiden syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 12 x 10 A kytkintoimilaitteelta. Makuuhuoneessa on oven vieressä Multitouch Pro -kosketusnäyttö. Näyttöön on sisäänrakennettu huonelämpötilasäädin, joka ohjaa huoneen lattialämmitystä.

Vaatehuoneessa on yksi valaisin. Valaisimen syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 12 x 10 A kytkintoimilaitteelta, joka sijaitsee KNX-ohjauskeskuksessa. Vaatehuoneen oven viereen on sijoitettu liikkeentunnistin.

Olohuoneessa (kuva 14) on neljä valaisinryhmää: ikkunan LED-nauha, valaisinpistorasia, tiiliseinän mukaisesti sijoitetut neljä valaisinta ja huoneen nurkkaan sijoitetut kaksi valaisinta. Kaikkia ryhmiä syötetään KNX-ohjauskeskuksen 4 x 250 VA säädintoimilaitteelta. Pistorasioista muodostuu kaksi ryhmää: kuvan oikean yläkulman pistorasia on oma ryhmänsä ja muut pistorasiat muodostavat oman ryhmänsä. Pistorasioiden syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 8 x 16 A kytkintoimilaitteelta.

Kuva 14. Olohuone.



Olohuoneen seinällä eteisen oviaukon vieressä sijaitsee Multitouch Pro -kosketusnäyttö. Näyttöön on sisäänrakennettu huonelämpötilasäädin. Säädin ohjaa huoneen lattialämmitystä.

Takkahuoneessa on kaksi valaisinryhmää ja kaksi pistorasiaryhmää. Valaisinryhmien syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 12 x 10 A kytkintoimilaitteelta. Pistorasiaryhmien syöttö tulee 8 x 16 A kytkintoimilaitteelta. Takkahuoneessa kylpyhuoneen oven vieressä sijaitsee kahdeksanosainen painike. Olohuoneen oviaukon viereisellä väliseinällä sijaitsee huonelämpötilasäädin. Säädin ohjaa huoneen lattialämmitystä.

Kylpyhuoneessa ja saunassa on yhteensä kolme valaisinryhmää. Näistä ryhmistä yhden muodostaa saunan valaisin. Kylpyhuoneessa on yksi pistorasia valaisimen yhteydessä. Sähkölaitteiden syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 8 x 10 A kytkintoimilaitteelta. Kylpyhuoneen lattialämmityksellä on oma erillinen lämpötila-anturinsa. Anturi on kytketty kodinhoitohuoneen puolella sijaitsevaan termostaattiin.

Kodinhoitohuoneessa on kaksi valaisinryhmää. Pistorasiaryhmiä on kaksi. Valaisinryhmien syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 8 x 10 A kytkintoimilaitteelta. Pistorasiaryhmien syöttö tulee 8 x 16 A kytkintoimilaitteelta, joka sijaitsee KNX-ohjauskeskuksessa.

Kodinhoitohuoneessa on lattialämmitys. Lattialämmitystä ohjaa huonelämpötilasäädin, joka sijaitsee kylpyhuoneen oven vieressä. Säätimessä on sisäänrakennettu lämpötila-anturi.

Keittiössä on kaksi valaisinryhmää ja viisi pistorasiaryhmää. Jääkaapin pistorasia ei ole ohjattavissa eikä sitä suojata vikavirtasuojalla. Sen syöttö tulee mittauskeskuksesta. Kaikkien muiden pistorasioiden syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 8 x 16 A kytkintoimilaitteelta. Valaisinryhmien syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 12 x 10 A kytkintoimilaitteelta. Keittiön lattialämmitystä ohjaa kodinhoituhuoneen oven viereen sijoitettu huonelämpötilasäädin, jossa on sisäänrakennettu lämpötila-anturi.

Ulkotiloissa on useampia valaisinryhmiä. Pistorasioita on sijoitettu pääoven sekä terassinoven läheisyyteen, autokatokseen. Ulkopistorasioiden syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 8 x 16 A kytkintoimilaitteilta. Valaisinten syötöt tulevat KNX-ohjauskeskuksen 12 x 10 A kytkintoimilaitteilta.

Varastossa on kaksi pistorasiaryhmää ja yksi valaisinryhmä. Yksi varaston pistorasiaryhmistä syöttää vain varastossa sijaitsevaa pakastinta. Ryhmä ei ole ohjattavissa eikä sitä suojata vikavirtasuojalla. Toisen pistorasian syöttö tulee KNX-ohjauskeskuksen 8 x 16 A kytkintoimilaitteelta.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena ensisijaisesti oli luoda tilaajan käyttöön sähkökuvat ja saneeraussuunnitelma, joilla nykyinen sähkölaitteisto saadaan päivitettyä käytännöllisemmäksi ja automaatiojärjestelmällä ohjattavaksi. Tilaajalle saatiin luotua halutut sähkökuvat ja keskuskaaviot sekä suunnitelma saneerauksen suorittamiseksi osissa. Tältä osin työtä voidaan pitää onnistuneena.

Käytettäväksi automaatiojärjestelmäksi valittiin KNX-järjestelmä. Valittu järjestelmä mahdollistaa myös tulevien laajennusten tai muutosten lisäämisen järjestelmään myöhemmässä vaiheessa. Järjestelmän ohjelmointia varten ei voitu luoda tarkkaa dokumentointia, koska tilaajalta ei saatu tarkkaa selvitystä siitä, miten ohjaukset halutaan tehdä. Sen sijaan tehtiin järjestelmän kuvaus, jotta saadaan selkeä kuva siitä, mitä laitteita missäkin huoneessa sijaitsee, miten laitteet on ryhmitelty ja minkälaiset ohjausmahdollisuudet tilassa on. Tilakohtaista selvitystä voidaan hyödyntää ohjelmoinnin suunnittelussa.

Tarkempi ohjelmoinnin suunnittelu jäi tilaajan vastuulle. Kun huomioidaan, että automaatiojärjestelmän luonteenmukaisesti toiminnallisuuteen voidaan tehdä muutoksia helposti, ei työn tätä osuutta voida pitää täysin epäonnistuneena, vaikkei ohjauksia pystyttykään etukäteen tarkasti määrittelemään. Jälkikäteen ajateltuna tämä osio kannattaa kenties jättää suunnitteluvaiheesta täysin pois ja käydä tilaajan kanssa läpi vasta asennuksen jälkeen ennen ohjelmointia.

Olemassa olevien sähkökuvien avulla pystyttiin suunnittelemaan asennusreitit ja laitteiden sijoittelu niin, että mahdollisimman harvaa seinäpintaa tarvitsee uusia, jos se ei alun perin ollut suunnitelmissa. Standardit ynnä muut tekijät ohjasivat suunnittelua koko työn teon ajan. Saneerauksen jälkeen talon sähkölaitteisto vastaa uudisrakennukseltakin vaadittua turvallisuustasoa.

Talossa jo olevia automaatiojärjestelmiä ei voi kytkeä uuteen automaatiojärjestelmään ilman, että niihin tehdään muutoksia. Mahdollisesti tulevat lisäykset saattavat vaatia sähköliittymän uudelleenmitoituksen. Olemassa olevien järjestelmien muutoksiin ja nykyisen sähköliittymän uudelleenmitoitukseen ei kuitenkaan tämän opinnäytetyön puitteissa oteta kantaa.

Lähteet

ABB. (2018). Järjestelmän käsikirja.

<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK106713A2069&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>

ABB. (2019). Sähkö liikenteen käyttövoimana osana energiamurrosta – EV-latausjärjestelmän suunnittelijan opas.

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107492A1741&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>

Ahoranta, J. (2017a). *Sisäjohtoasennukset*. 9. painos. Sanoma Pro Oy.

Ahoranta, J. (2017b). *Sähköasennustekniikka*. 11.–15. painos. Sanoma Pro Oy.

Ensto. (2016). Sähkölämmitysratkaisut uudisrakentamiseen ja saneeraukseen.

<https://www.sahkonumerot.fi/8168239/doc/productfiche/>

Gira. (n.d.). DALI lighting control.

<https://partner.gira.com/en/gebaeudetechnik/produkte/dimmen/dali.html>

Härkönen, K. (2015). *KNX-järjestelmän perusteet. ST-käsikirja 23*. Sähköinfo Oy.

KNX. (2020). Compare our software. <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/software/compare-our-software/>

Laine, L. (2019). LED-valojen ohjaus – Dali. Winled.

<https://www.winled.fi/blogi/artikkeli/Led-valojen-ohjaus-%E2%80%94-DALI>

SFS 6000-4. (2017). *Pienjännitesähköasennukset. Osa 1-1: Yleisvaatimukset (SFS 6000 osat 1–6)*. Suomen standardoimisliitto SFS ry.

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. (2017). *D1-2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista*. 24. painos. Sähköinfo Oy.

Viestintävirasto. (2018). Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista.

https://www.finlex.fi/data/normit/44045/M_65_C_2018.pdf

Liite 1: Sähkölaitteiden koteloiluokitus (Ahoranta, 2017a, s. 80)

Numero Nimitys ja kuvatunnus	Ensimmäinen tunnusnumero		Numero Nimitys ja kuvatunnus	Toinen tunnusnumero	
	Merkitys laitesuojauksessa ja henkilösuojauksessa			Merkitys laitteen vesisuojauksessa	
IP0X		Ei suojausta.	IPX0		Ei suojausta.
IP1X		Halkaisijaltaan 50 mm kappaleen sisäänkäyminen on estetty. <i>Käden (nyrkin) sisäänkäyminen on estetty.</i>	IPX1		Suojattu pystysuoraan tippuvalta vedeltä.
IP2X Kosketus- suojainen		Halkaisijaltaan 12,5 mm kappaleen sisäänkäyminen on estetty. <i>Sormen sisäänkäyminen on estetty.</i>	IPX2		15° kallistettu laite suojattu tippuvalta vedeltä.
IP3X Erikois- kosketus- suojainen		Halkaisijaltaan 2,5 mm kappaleen sisäänkäyminen on estetty. <i>Työkalun sisäänkäyminen on estetty.</i>	IPX3		Suojattu enintään 60° kulmassa satavalta vedeltä.
IP4X		Halkaisijaltaan 1 mm kappaleen sisäänkäyminen on estetty. <i>Suojattu langalta.</i>	IPX4		Suojattu kaikista suunnista roiskevalta vedeltä.
IP5X Pölysuojainen		Pölyä ei pääse tunkeutumaan haitallisesti kotelon sisälle. <i>Suojattu langalta.</i>	IPX5		Suojattu kaikista suunnista vesisuihkulta (tilojen puhdistus).
IP6X Pölytiivis		Pölyä ei pääse tunkeutumaan kotelon sisälle. <i>Suojattu langalta.</i>	IPX6		Suojattu kaikista suunnista voimakkaalta vesisuihkulta ja aallokolta.
Lisäkirjaimien A–D merkitykset:			IPX7		Veteen lyhytaikaisesti upotettu laite on suojattu vedeltä.
IPXXA	Vaaralliset osat on kosketussuojattu nyrkiltä.		Vedenpitävä		
IPXXB	Vaaralliset osat on kosketussuojattu sormelta.				
IPXXC	Vaaralliset osat on kosketussuojattu työkalulta.		IPX8		Veteen pysyvästi upotettu laite on suojattu vedeltä. <i>h = upotussyvyys</i>
IPXXD	Vaaralliset osat on kosketussuojattu langalta.		Painevedenpitävä		

Liite 2: Suojajohtimen mitoittaminen (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2017, s. 298)

$$A = \sqrt{(I^2t)/k} \quad (54.1)$$

jossa

- A on suojajohtimen poikkipinta (mm²)
- I on suojalaitteen kautta kulkeva vikavirran tehollisarvo (A) kun tapahtuu hyvin pieni-impedanssinen maasulku
- t on suojalaitteen toiminta-aika (s)

Piirin impedanssin virtaa rajoittava vaikutus ja suojalaitteen virranrajoituskyky (I^2t) pitää ottaa huomioon.

- k on kerroin, jonka arvo riippuu suojajohtimien raaka-aineesta, eristyksestä ja muusta rakenteesta sekä johtimelle sallituista alku- ja loppulämpötiloista.

Liite 3: Väyläkaapelointi

