



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Otto Salenius

Omakotitalon energiatehokkuuden ja asumismukavuuden parantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

28.5.2021

Tekijä Otsikko	Otto Salenius Omakotitalon energiatehokkuuden ja asumismukavuuden parantaminen
Sivumäärä Aika	22 sivua 28.5.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Jarno Nurmio
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli tuoda osaamista ja asiantuntemusta Sähkö-Team Oy -nimiseen yritykseen. Tavoitteena oli tutkia ja perehtyä nykypäivän ekosuunnitteluvaatimuksiin ja standardeihin, jotka koskevat sähköasennusten korjaus-, muutos- ja laajennustöitä. Näihin aiheisiin liittyen tehtiin erilaisia sähkötöitä työhön valitussa kohdekiinteistössä.</p> <p>Kohdekiinteistönä työssä oli omakotitalo, joka sijaitsee Helsingin Vartiokylässä. Omakotitalo on kolme kerroksinen kivitalo, jonka sähköjärjestelmiä haluttiin päivittää nykypäivän tasolle. Tavoitteena oli parantaa kiinteistön energiatehokkuutta ja asumismukavuutta. Muutostyöt haluttiin tehdä mahdollisimman kustannustehokkaalla tavalla.</p> <p>Kiinteistön olohuoneessa oli yllämpenemisongelma, joka johtui vesikiertoisen lattialämmityksen ohjauksesta ja suurista etelään suunnatuista ikkunoista. Työn aikana selvitettiin vaihtoehtoja korvaamaan nykyinen huonetermostaatti. Ensimmäisenä tutkittiin vaihtoehtoja, joiden ominaisuuksiin kuuluu ennakointi sääennusteiden mukaan. Markkinoilla olleet sääennusteeseen perustuvat termostaatit eivät olleet tarpeeksi kustannustehokkaita. Ongelma päädyttiin lopulta ratkaisemaan korvaamalla vanha termostaatti uudella ekosuunnitteluvaatimukset täyttävällä termostaatilla, jossa on lämpötilan pudotus -ominaisuus. Omakotitalon suuriin ikkunoihin suunniteltiin alustavasti screen-kaihtimien automatisoitu ohjaus.</p> <p>Omakotitalon vanha halogeenivalaistus päivitettiin vaihtamalla energiatehokkaat LED-lamput halogeenilamppujen tilalle. Sisätilojen lamppujen vaihdon hyötyjä tarkasteltiin sähkön kulutuksen ja käyttökustannusten näkökulmasta. Myös kiinteistön ulkovalaistukseen tehtiin muutostöitä mm. asentamalla tunnistinvalaisimia, jotka sisältävät 10 % perusvalo -ominaisuuden.</p> <p>Täysin uutena järjestelmänä taloon asennettiin yleiskaapelointijärjestelmä, joka korvasi vanhan puhelinjärjestelmän. Yleiskaapelointijärjestelmän asennus suoritettiin, koska kiinteistöön asennettiin uusi valokuituliittymä.</p> <p>Työn tuloksena talon energiatehokkuutta parannettiin tuoden samalla ajankohtaista asiantuntemusta yritykseen aiheeseen liittyen.</p>	
Avainsanat	energiatehokkuus, ekosuunnittelu, energian säästäminen

Author Title	Otto Salenius Improving Energy Efficiency and Living Conditions in a De- tached House
Number of Pages Date	22 pages 28 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis work was to bring knowledge and expertise to a company named Sähkö-Team Oy. The goal was to do research on the ecodesign directive and standards which apply to modifying, repairing and expanding previously installed home electrical system. These subjects came apparent, when doing electrical work on the property chosen for this thesis work.</p> <p>The property chosen for this thesis work is a detached house, located in Vartiokylä, Helsinki. Upgrades were meant to be made on the electrical system of the three storied stone house. The goal was to improve the energy efficiency and the living conditions of the property. Improvements on the house were meant to be as cost-efficient as possible.</p> <p>The main living room had an overheating problem, which was caused by the water-based floor heating and the large sized windows which were facing south. Different options were considered to replace the old thermostat. First priority was to find an option including a weather forecast based predicting feature. Thermostat options with weather forecast based features that were on the market, were not cost-efficient enough. Final solution for the overheating problem was to replace the old thermostat with a new thermostat, which fills the ecodesign requirements and includes a programmable temperature lowering feature. An automated blind control system was tentatively designed for the large south facing windows.</p> <p>The building's old halogen lighting was replaced with a more energy efficient LED lighting. Calculations were made to differentiate energy consumption and operation costs between the old halogen lamps and the new LED lamps. Results from the calculations showed that the energy consumption and operation costs dropped by approximately 85 %. Also there were modifications done to the outdoor lighting of the property, for example, installing motion sensor equipped lightings, which included a 10 % light level standby mode.</p> <p>A brand new structured cabling system was installed, which replaced the old phone lines. The new structured cabling system was installed, because the property was equipped with a new optical fiber connection.</p>	
Keywords	energy efficiency, ecodesign, energy saving

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköasennuksien korjaus-, muutos- ja laajennustyöt	2
2.1	Korjaustyöt	2
2.2	Muutos- ja laajennustyöt	3
2.3	Käyttöönottotarkastus	5
3	EcoDesign-direktiivi	6
3.1	Energiamerkintä	8
4	Työkohde	9
5	Lämmitysjärjestelmä	10
5.1	Lämmityksen ohjaus	11
5.2	Verho-ohjaus	14
6	Valaistusjärjestelmä	15
7	Yleiskaapelointijärjestelmä	18
8	Yhteenveto	22
	Lähteet	23

1 Johdanto

Vuosittain tiukentuvien ekosuunnittelu- ja energiatehokkuusvaatimusten johdosta asuin-kiinteistöjen sähköjärjestelmille joudutaan tekemään muutostöitä. Ympäristövaikutuksia pyritään vähentämään huomattavasti asettamalla sähköenergiaa käyttäville tuotteille vaatimuksia, jotka astuvat voimaan asteittain. Vaatimukset vaikuttavat asuin-kiinteistöissä mm. sähköiseen tilalämmitykseen ja valaistukseen. [1.]

Insinööriyö tehtiin Sähkö-Team Oy -nimiselle yritykselle. Sähkö-Team Oy on pääkaupunkiseudulla toimiva sähköalan yritys, joka on perustettu vuonna 1977. Yrityksen toiminta jakautuu karkeasti kahteen osaan: sähköurakointiin ja sähkökonekorjaukseen. Työn aiheen tavoitteena on tuoda yritykseen ajankohtaista tietoa ja osaamista liittyen jatkuvasti tiukentuviin vaatimuksiin ja standardeihin.

Insinööriyön tarkoituksena on perehdyttää aiheeseen kohdekiinteistöön suunnattujen muutostöiden kautta. Kohdekiinteistönä työssä on Helsingin Vartiokylässä sijaitseva omakotitalo, jonka sähköjärjestelmää päivitettiin ottaen huomioon nykypäivän vaatimukset ja standardit. Muutostöitä kiinteistössä tehtiin valaistukseen, lämmitysjärjestelmään ja tietoliikennejärjestelmään. Tavoitteena oli tehdä tarvittavat muutostyöt mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Työ sisältää osuuden, jossa perehdytään nykypäivän vaatimuksiin ja standardeihin koskien sähköasennusten korjaus-, muutos- ja laajennustöitä sekä ekosuunnitteluvaatimuksia. Kohdekiinteistössä suoritettavien töiden osalta selvitetään ratkaisua olohuoneen ylälämpenemisongelmaan, tarkastellaan ja vertaillaan valaistusmuutoksien vaikutuksia energiatehokkuuteen ja käyttökustannuksiin sekä asennetaan täysin uusi yleiskaapelointijärjestelmä vanhan puhelinjärjestelmän tilalle.

2 Sähköasennuksien korjaus-, muutos- ja laajennustyöt

Vanhojen ja olemassa olevien asennusten korjaus-, muutos- tai laajennustyöt tulevat usein ajankohtaisiksi, kun tehdään esim. huoneisto-, kylpyhuone- tai keittiöremonttia. Standardin SFS 6000 osien 1-7 vaatimuksien sijaan on monesti kannattavaa hyödyntää osassa 8-802 esitettyjä vaihtoehtoisia ohjeita korjaus-, muutos- tai laajennustöistä. Näitä ohjeita hyödyntäessä on usein mahdollista tehdä sähkötöitä vanhojen määräysten ja vaatimusten mukaan, jolloin säästytään isoilta muutostöiltä ja kustannuksilta. Osiossa 8-802 havainnollistettujen toimintatapojen käyttäminen uudisasennuksissa on kielletty. [2.]

2.1 Korjaustyöt

Korjaustöitä suorittaessa on useimmiten sallittua noudattaa asennus- ja turvallisuusvaatimuksia, jotka on olleet voimassa alkuperäisen asennuksen rakennusajankohtana. On myös mahdollista, että alkuperäistä asennusajankohtaa ei tiedetä, jolloin käytetään arvioidun rakennusajankohdan vaatimuksia tai uudempia.

SFS-käsikirjassa 600-1-2 määritellään korjaustyö seuraavasti:

Aikaisemmin rakennettuun sähköasennukseen kohdistuva toimenpide, jossa vaihdetaan asennukseen kuuluva laite (koje tai tarvike) tai useita laitteita samanlaiseen tai vastaavaan kuin aikaisemmin asennettu laite, niiden rikkoutumisen tai huonokuntoisuuden takia. Korjaustöitä koskevia sääntöjä voidaan noudattaa myös, kun jokin laite tai laitteiston osa halutaan vaihtaa muusta syystä vastaavan uuteen tai laitteita irrotetaan ja kiinnitetään esim. seinäpinnoitteiden uusimisen takia. [2.]

Tavallisimpia tilanteita, joissa on sallittua noudattaa alkuperäisen asennuksen aikaisia määräyksiä, on esimerkiksi vastaavan pistorasian tai muun kojeen vaihto rikkoutuneen tilalle käyttämällä alkuperäistä asennustapaa. Korjaustöihin sovellettavissa ohjeissa on kuitenkin kaksi poikkeusta, jotka koskevat peseytymis- ja ulkotiloja sekä keittiöitä. Ulko- ja peseytymistiloissa on aina vaihdettava 0-luokan pistorasian tilalle suojakosketinpistorasia. Tämä vaatimus koskee myös tiloja, joissa maahan sähköä johtava lattiamateriaali. Keittiöissä 0-luokan pistorasiat on vaihdettava suojakosketinpistorasioiksi, jos ne sijaitsevat alle 325 cm:n etäisyydellä maahan johtavasta metallisesta työtasosta tai vesihanasta. Vaihtoehtoisesti voidaan myös käyttää muuta standardissa mainittua hyväksyttyä suojausmenetelmään. Jos tilan käyttötarkoitus on muuttunut alkuperäisestä, on

korjaustyössä muutettava sähkölaitteiston korjattava osa vastaamaan muuttuneen käyttötarkoituksen vaatimuksia [3]. Korjaustöitä tehdessä on velvollisuus noudattaa SFS 600-4-41 liitteen 41 esittämiä vaatimuksia perussuojauksesta pl. korjaustyöt sähkötiloissa. [2.]

2.2 Muutos- ja laajennustyöt

SFS-käsikirjassa 600-1-2 määritellään muutos- ja laajennustyö seuraavasti:

Toimenpide, jossa asennusta muutetaan tai laajennetaan siten, että asennuksen laajuus, käyttötarkoitus, olosuhteet tai suojausmenetelmät muuttuvat. Muutettuun tai laajennettuun asennukseen kuuluu sekä uusia että aikaisemmin käytössä olleita osia. Muutos- ja laajennustöitä koskevia sääntöjä noudatetaan myös silloin kun käyttöolosuhteet muuttuvat ja asennukset muutetaan vastaamaan muuttuneita käyttöolosuhteita. Tällaisia tilanteita voivat aiheuttaa esim. rakennustekniset muutostyöt, kuten peseytymistilan kylpyammeen tai suihkun paikan siirtäminen. Jos muutostyössä vain siirretään yksittäisen sähkölaitteen sijoituspaikkaa ilman, että käyttötarkoitus tai olosuhteet muuttuvat, muutostyö rinnastetaan korjaustyöhön. [2.]

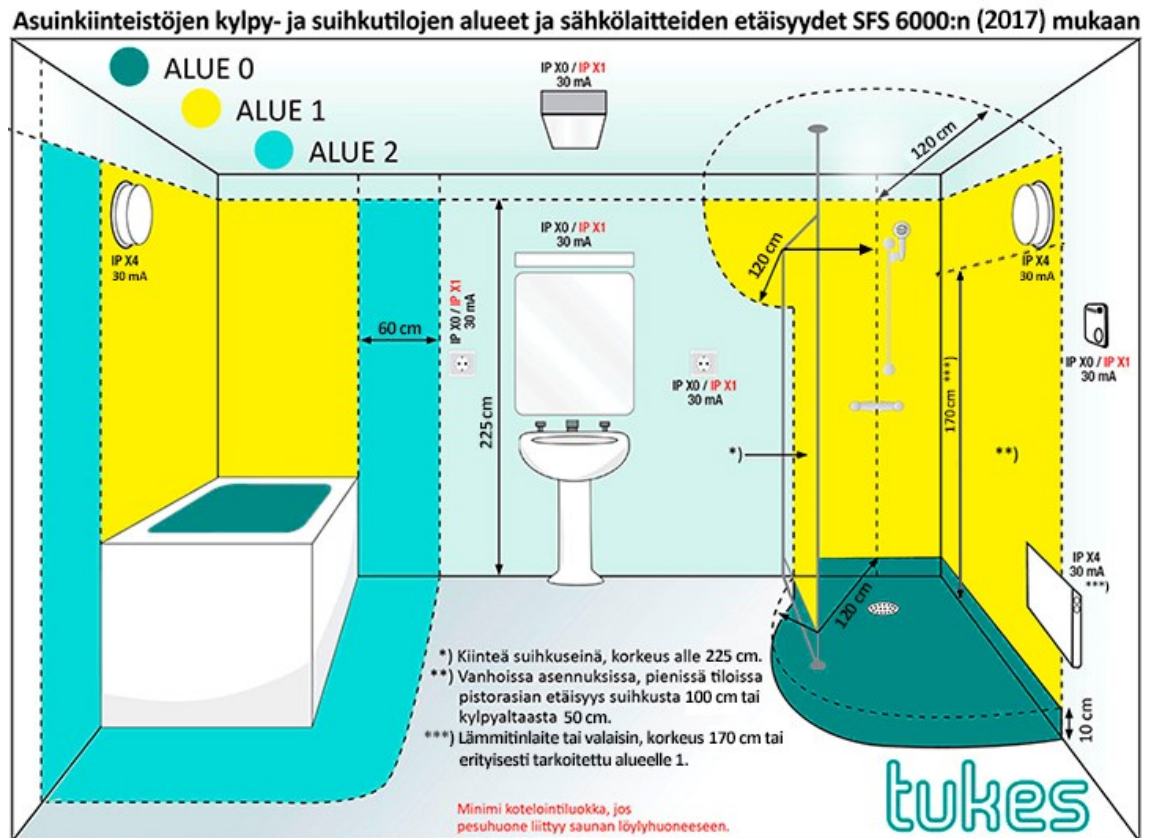
Standardissa veloitetaan noudattamaan osioiden 1–7 vaatimuksia, jos muutos- tai laajennustyön toteutus ei ole teknisesti tai taloudellisesti kohtuuton [2]. Tehdessä muutos- ja laajennustöitä vanhassa talossa suositellaan tarkistamaan, että potentiaalintasauksen kunto vastaa standardin SFS 6000 mukaisia vaatimuksia. Tilanteesta riippuen, on syytä korjata tai lisätä rakennukseen pääpotentiaalintasaus. Mahdollisuuksien mukaan on lisättävä rakennukseen maadoituselektrodi, jos muutos- tai laajennustyön aikana tehdään kaivuutöitä eikä rakennuksessa ole aikaisemmin ollut sellaista. Tyypillisin muutostyö, jossa on lisättävä maadoituselektrodi, on vanhan liittymisjohdon muuttaminen ilmajohdosta maakaapeliksi. [3.]

Suojausluokan 0 pistorasioita saa käyttää olemassa olevan asennuksen laajentamiseen tietyillä ehdoilla. Tilan, jossa laajennus tehdään, täytyy täyttää standardin SFS 600-1-2 liitteen 802B mukainen määritelmä vaarattomista käyttöolosuhteista. 0-luokan pistorasioita ei saa asentaa alle 2 m vaakasuuntaiselle etäisyydelle maahan johtavista osista. Näitä ovat muun muassa vesiputkistot, sähkölämmittimet, sähkökeskukset sekä suoja- maadoitetut pistorasiat ja valaisimet. Laajennukseen suojausluokan 0 pistorasioilla tarvitaan sähkölaitteiston haltijan suostumus. Edellä mainituilla ehdoilla myös suojamaadoittamattomien laitteiden asentaminen on mahdollista. [3.] Nämä määräykset

mahdollistavat esim. yksittäisen suojamaadoittamattoman arvovalaisimen asennuksen vaarattomaan tilaan [2].

Muutos- ja laajennustöissä suositellaan asentamaan lisäsuojaukseksi vikavirtasuojaa, jonka nimellistoimintavirta on enintään 30 mA, asunnoissa normaalin käytön pistorasioille ja piha-alueilla sijaitseville valaisimille. Suuremmissa muutostöissä, joissa uusitaan asunnon keskus ja johtojärjestelmät, on noudatettava samoja vaatimuksia kuin uudisasennuksissa. Näitä vaatimuksia käsitellään standardin SFS 600-1-2 kohdassa 411.3.3. Tilanteessa, jossa uusitaan pelkästään keskus, on syytä varautua vikavirtasuojien lisäämiseen tulevaisuudessa riittävällä tilalla keskuksessa. Jos keskusta ei uusita muutos- tai laajennustyön aikana, on kuitenkin aina suojattava enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla seuraavat yksittäiset lisäykset: lämmityskaapelit ja -elementit, enintään 32 A:n pistorasiat ulkotiloissa, pistorasiat kylpy- ja suihkutiloissa sekä muut standardin osassa 7–8 määritellyt pistorasiat. [3.]

Uudet kylpy- ja suihkutiloihin asennettavat pistorasiat ovat olleet pakollisia vikavirtasuojata vuoden 1997 jälkeen. Vuodesta 2007 lähtien on edellytetty kaikkien uusien sähköasennusten, esimerkiksi valaisimella varustetun peilikaapin, suojaaminen enintään 30 mA vikavirtasuojalla. Kylpy- ja suihkutiloissa asennusetäisyydet on otettava huomioon aina suihkun tai kylpyammeen sijoituspaikan muuttuessa sekä lisättäessä uusia sähkölaitteita tai -kalusteita. Sijoituspaikat on tehtävä aina nykymääräysten mukaisesti, kun se on mahdollista. Standardissa kylpy- ja suihkutiloihin on määritelty alueet 0,1 ja 2. Jokaisella alueella on omat rajoitukset kotelointiluokasta. Asennusetäisyydet pohjautuvat näihin alueisiin. Jos pistorasian asennusetäisyyksien noudattaminen ei ole mahdollista esim. ahtaan tilan vuoksi, on sijoituspaikka valittava vähintään vanhojen määräysten mukaan. Vanhoissa tiloissa sallitaan 1,0 m:n vähimmäisetäisyys suihkun vesipisteestä. Suihkualtaan tai kylpyammeen reunasta etäisyyden on oltava vähintään 0,5 m:n. Näitä etäisyyksiä poikkeusetäisyyksiä saa käyttää vain, jos nykymääräysten noudattaminen ei ole mahdollista ja se on ollut sallittua kylpy- tai suihkutilan alkuperäisenä rakennusajankana. Alueet ja asennusetäisyydet on esitetty kuvassa numero 1 [4.]



Kuva 1. Kylpy- ja suihkutiloihin määritellyt asennusalueet [4].

2.3 Käyttöönottotarkastus

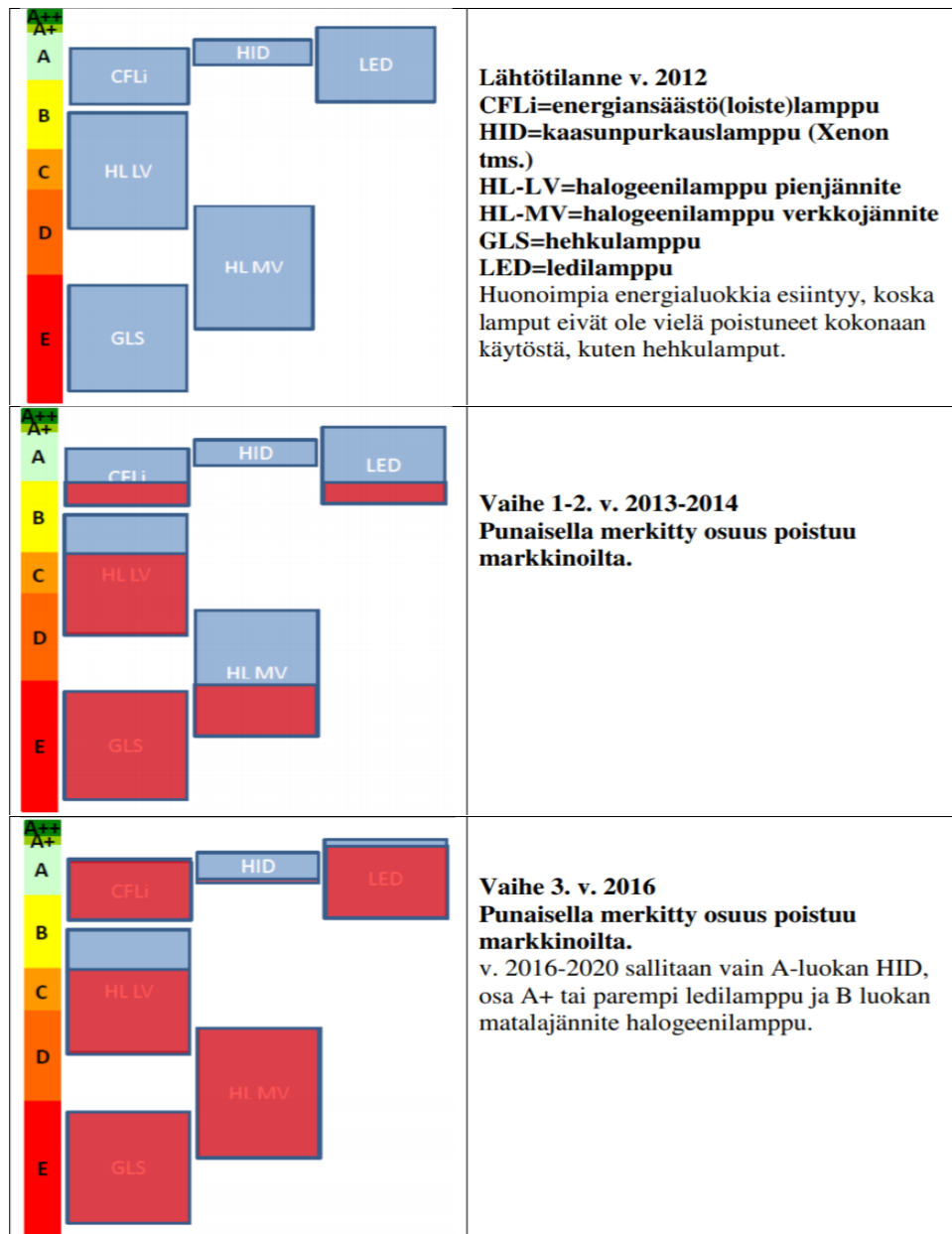
Käyttöönottotarkastus muutos- ja laajennustöissä on suoritettava nykyisen standardin SFS 600-1-1 kohdan 6.4 mukaan. Korjaustöissä yksittäisen kojeen esim. pistorasian vaihdossa käyttöönottotarkastus tehdään tarkastus vain soveltuvin osin, muissa korjauksissa tarpeen mukaan. PEN-johtimet ja niiden kytkentöjen turvallisuus on otettava huomioon tarkastusta tehdessä. Myös suojamaadoitus- ja nollajohdinsiirien erillään olosta on varmistuttava. Ennen vuotta 1994 rakennettujen johtojärjestelmien osalta sallituissa mittaustuloksissa on lievennyksiä verrattuna nykypäivään. Eristysresistanssia mitattaessa sallitaan tulos, joka on vähintään 1 k Ω virtapiirin nimellisjännitettä kohti [2]. Käyttöönottopöytäkirjan täyttäminen ei ole pakollista vähäiseksi katsottavissa korjaus-, muutos- ja laajennustöissä, joita ovat esim. yksittäisen pistorasian vaihto tai lisäys. Tilajalla on kuitenkin aina oikeus saada mittaustulokset pyynnöstä. [4.]

3 EcoDesign-direktiivi

EcoDesign-direktiivi eli ekosuunnitteludirektiivi astui voimaan vuonna 2009. Direktiivi vaikuttaa energiaa käyttävien tuotteiden suunnitteluun, tuotekehitykseen, energiamerkintöihin ja energiatehokkuuteen. Direktiivin pohjalta annetaan täytäntäänpanosäädöksiä tuoteryhmäkohtaisesti. Säädökset antaa Euroopan komissio ja niiden noudattamista Suomessa valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto eli Tukes. Asetetut vaatimukset tulevat voimaan asteittain. Säädökset koskevat energiaa käyttäviä tuotteita, joiden myyntimäärä ylittää 200 000 kappaletta Euroopan Unionin alueella ja tuotteen merkittäviä ympäristövaikutuksia pystytään vähentämään huomattavasti ilman kohtuutonta vaikutusta kustannuksiin. [5.] Tuotteiden vaatimustenmukaisuudesta vastaa valmistaja. Vaatimustenmukaisuus selviää tuotteesta löytyvästä CE-merkistä. Se kertoo tuotteen täyttävän kaikki direktiivit ja vaatimukset, jotka ovat olleet tuotteen markkinoille saattamisen aikana voimassa. [6.]

Vuonna 2018 tuli voimaan paikallista tilalämmitystä koskevat vaatimukset, joka sisältää vaatimuksia myös sähkölämmitykseen. Vaatimukset koskevat mm. siirrettäviä ja kiinteitä sähkölämmittimiä sekä lattialämmitystä. Jotta tuotteet täyttäisivät nykyiset ekosuunnitteluvaatimukset, on niiden sisällettävä viikkokelloajastimen lisäksi vähintään yksi seuraavista energiaa säästäväistä ominaisuuksista: etäohjaus, mukautuva käynnistyksen ohjaus tai avoimen ikkunan tunnistus. Etäohjaus on useimmiten mahdollista älypuhelimella. Käsite viikkokelloajastin tarkoittaa mahdollisuutta asettaa tiettyjä lämpötiloja ja aika-arvojen muutoksia 7 päivän ajanjaksolle. Esiohjelmoidut tuotteet, joiden lämmitysaikataulua ei pysty muuttamaan, ei täytä nykyisiä ekosuunnitteluvaatimuksia. Lattialämmitysjärjestelmät koostuvat lämmityskaapelista ja ohjausyksiköstä, mutta ekosuunnitteluvaatimuksien täyttymiseksi riittää, että vain ohjausyksikkö on varustettu vaatimusten mukaisilla ominaisuuksilla. Vaikka ekosuunnitteluvaatimukset koskevat vain sähkölämmitystä, niin joissain tapauksissa on mahdollista hyödyntää näillä ominaisuuksilla varustettua termostaattia esim. vesikiertoisessa lattialämmityksessä. Ekosuunnitteluvaatimuksia on aina noudatettava uudisrakentamisessa ja peruskorjauksessa. Vaatimuksia on sovellettava myös saneerauksessa ja korjaustöissä esim. tilanteessa, jossa vaihdetaan rikkoutuneen termostaatin tai lämmittimen tilalle uusi. [7.]

Ekosuunnitteluvaatimukset ovat vaikuttaneet myös valaistukseen ja valonlähteisiin. Valonlähteitä koskevat hyötysuhdevaatimukset ovat tiukentuneet asteittain, ja sen seurauksena tietyt lamputyypit ja tiettyjen energialuokkien lamput ovat poistuneet markkinoilta vaiheittain kuvan 2 mukaisesti. [8.]



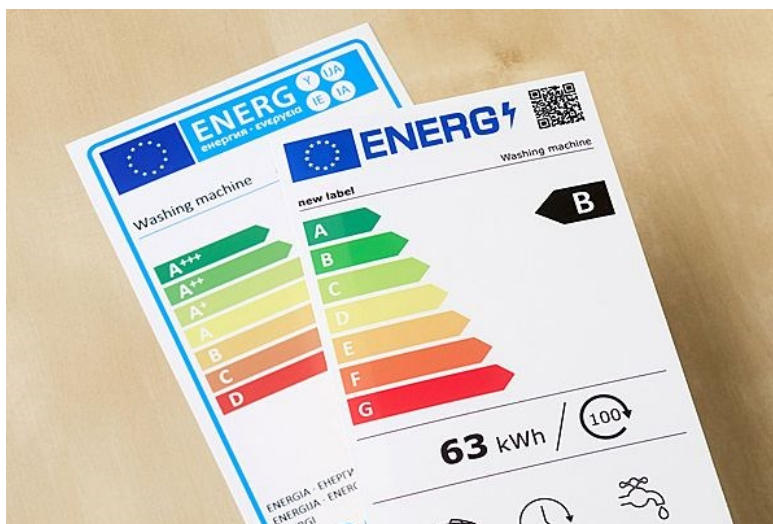
Kuva 2. Kohdelamppujen poistuminen markkinoilta vaiheittain vuosina 2012–2020 [8].

3.1 Energiamerkintä

Energiamerkki antaa tietoa kuluttajille laitteen energiatehokkuudesta ja muista ominaisuuksista. Energiamerkinnyt, joista on esimerkki kuvassa 3, uudistuvat vaiheittain vuodesta 2021 alkaen. Tähän on syynä se, että useat laitteet ovat kehittyneet niin energiatehokkaiksi, että ne ovat saaneet A+-, A++- tai A+++ -energiamerkin. Nämä +-merkkiset luokat ovat tehneet kuluttajille energiamerkinnytstä vaikeammin ymmärrettävän ja aiheuttaneet sen, että valmistajien kannuste laitteiden kehittämiseen on vähentynyt. Seurauksena tästä on päätetty, että +-merkkiset luokat poistetaan käytöstä ja energiamerkinnyt uudelleenskaalataan. Skaalaus tehdään vaiheittain tuoteryhmäkohtaisesti. Ensimmäisen vaiheen aikataulu on seuraava:

- Aikaisemmin käytössä olleiden energiamerkkien voimassaolo loppui 28.2.2021.
- Uudet skaalatut merkinnät astuivat voimaan 1.3.2021 pl. lamppujen energiamerkit.
- Lamppujen uudelleenskaalatut energiamerkinnyt käyttöön 1.9.2021.

Ensimmäinen vaihe sisältää mm. astian- ja pyykinpesukoneet, televisiot ja näytöt, lamput, kauppojen ja kotitalouksien jääkaapit, pakastimet ja viinikaapit. Muiden tuoteryhmien, kuten uunien, kuivausrumpujen ja lämpöpumppujen, uudelleenskaalauksen on tarkoituksena valmistua vuoteen 2025 mennessä. [9.]



Kuva 3. Uusi ja vanha energiamerkintä [9].

4 Työkohte

Omakotitalo

Työkohteena tässä selvitystyössä on kivirakenteinen omakotitalo, joka sijaitsee Helsingin Vartiokylässä. Talon julkisivu näkyy kuvassa 4. Talo on rakennettu vuonna 2001, ja sen omistus vaihtui nykyisille omistajille vuoden 2020 tammikuussa. Rakennuksessa on kolme kerrosta, joista alin on puoliksi maan pinnan alapuolella. Huoneistoala on 190 m². Sisäänkäynti rakennukseen tapahtuu keskikerroksen pääovesta tai terassin ovesta. Sisäänkäynti on mahdollista myös kellarikerroksen teknisen tilan kautta. Keskikerroksessa on olohuone, avokeittiö ja wc. Yläkerroksessa on makuuhuone, aula sekä kylpyhuone. Kellarikerroksessa sijaitsee kaksi makuuhuonetta, kodinhoituhuone, varastotila, wc, pesuhuone ja sauna sekä tekninen tila. Teknisessä tilassa sijaitsee lämmönjakokeskus ja sähköpääkeskus. Olohuone on talon ainoa korkeatila ja sen etelän puoleisella seinällä on isot, noin kuusi metriä korkeat ikkunat.

Pääasiallinen talossa käytetty rakennusmateriaali on Leca-eristeharkko eli lämpöharkko. Välipohja on toteutettu ontelolaatalla ja alapohja on paikallaan valettua betonia. Ensimmäisenä lämmitysmuotona on kaukolämmöllä toimiva vesikiertoinen lattialämmitys. Muita lämmitysmuotoja on varaava takka keskikerroksessa ja suorasähkölämmitys, jota kuitenkin on rakennuksessa vähän: lämmityskaapeli kylpyhuoneen kivisessä istuinpenkissä ja sähkölämmitin kellarikerroksen varastotilassa. Jäähdytystä varten taloon on asennettu viime vuonna viilennyspumppu. Talossa on koneellinen ilmanvaihto, ja se on varustettu lämmöntalteenottojärjestelmällä. Käyttöveden lämmitys suoritetaan kaukolämmöllä.



Kuva 4. Kohdekiinteistön julkisivu.

5 Lämmitysjärjestelmä

Kiinteistön lämmitysjärjestelmän ensisijainen lämmitystapa on kaukolämpö. Kaukolämpö on yleisimmin suomessa käytössä oleva lämmitystapa. Lähes puolet kiinteistöistä suomessa lämmitetään kaukolämmöllä. Taajama-alueilla kaukolämpö on hyvä valinta kiinteistön ja käyttöveden lämmitykseen, koska kaukolämpöverkkoon on helppo liittyä ja kaukolämmön tuotanto on edullista. Useimmissa tapauksissa kaukolämpöä syntyy sähkölaitoksen sähkön tuotannon sivutuotteena. Tässä insinööriyön kohteena olevassa omakotitalossa kaukolämpöä käytetään käyttöveden lämmitykseen sekä talon lämmitykseen vesikiertoisella lattialämmityksellä. Kaukolämmöllä lämmittäminen on edullisempaa kuin suoralla sähkölämmityksellä. [10.]

Tukilämmityksenä talossa on varaava tulisija talon keskikerroksessa. Suoraa sähkölämmitystä talosta löytyy vain vähän. Kellarikerroksessa sijaitsevaan kylmään varastotilaan

lisättiin kiinteä sähkölämmitin estämään lämpötilan putoamista pakkasen puolelle. Lisäksi kylpyhuoneessa on kivinen istuinpenkki, jonka sisään on asennettu lämmityskaapeli. Tämä istuinpenkin lämmitys on lähinnä mukavuuslämmitystä.

Kiinteistön etelän puoleisella ulkoseinällä on isot ikkunat, jotka ovat noin 4 x 6 m:n kokoiset. Ikkunoista tuleva auringon lämpö lämmittää tilan nopeasti ja välillä tukalan kuumaksi. Auringon tuottama lämpö yhdistettynä lattialämmitykseen koettiin ongelmalliseksi ja tähän pyrittiin insinööriyössä löytämään ratkaisua. Tavoitteena oli löytää energia- ja kustannustehokas ratkaisu, jolloin tilan viilentäminen ei ole oikea ratkaisu ongelmaan. Lähtökohtaisesti todettiin ongelman ratkaisemiseksi olevan kaksi vaihtoehtoa: auringon lämmön estäminen ja lämmityksen ohjauksen ennakointi.

5.1 Lämmityksen ohjaus

Vesikiertoisen lattialämmityksen ohjaus perustuu kahteen eri säätötapaan. Lämmönjakokeskuksessa säädetään lattialämmityksen menoveden lämpötilaan ulkolämpötilan mukaan. Ulkolämpötila mitataan ulkoseinälle sijoitetulla anturilla, joka on kytketty lämmönjakokeskukseen. Toinen lattialämmitystä ohjaava elementti on huoneisiin sijoitetut termostaatit. Huonetermostaatti mittaa huoneen ilman lämpötilaa ja ohjaa jakotukilla olevia toimilaitteita. Toimilaitteet säätävät lämmityspiirissä kiertävän veden määrää.

Todettiin, että menoveden lämpötilan pudottaminen ei ole toimiva ratkaisu, koska se vaikuttaisi jokaiseen huoneeseen. Koska ylilämpenemisongelma toistui vain olohuoneessa, niin päädyttiin tutkia eri vaihtoehtoja korvaamaan kyseisen tilan alkuperäinen huonetermostaatti. Lähtökohtaisesti todettiin betonilattia varaavan itseensä lämpöä yön aikana, kun ulkolämpötila on matalampi ja aamupäivällä auringon lämmittäessä tilaa betonista vapautuu vieläkin lämpöä, vaikka huoneen lämpötila on noussut jo yli termostaattiin asetetun lämpötilan. Huoneen lämpötilan muutos oli hidasta betonin lämpövarautumisen takia. Ensimmäiseksi selvitettiin vaihtoehtoja, jotka perustuisivat ennakointiin sääennusteiden mukaan. Sääennuste pohjaisia termostaatteja ei kuitenkaan löytynyt monia markkinoilta. Tähän tarkoitukseen löytyi kaksi vaihtoehtoa, Tado°- ja Themo-älytermostaatit.

Tado°

Tado°-älytermostaatin ominaisuuksiin kuuluu sääennusteen huomioiminen talon lämmityksessä, jolloin se pystyy hyödyntämään luonnollisesti taloon tulevan lämmön eikä turhaan kuluta energiaa lämmittämiseen. Termostaatti, joka näkyy kuvassa 5, vaatii toimiakseen internet-sillan. Kaikkia termostaatin ominaisuuksia käyttääkseen täytyy maksaa kuukausimaksu. [11.]



Kuva 5. Tado°-älytermostaatti ja internet-silta [11].

Themo

Themo-älytermostaatti huomioi lämmityksen ohjauksessa sääennusteen lisäksi myös pörssisähkön hinnan. Termostaatti voidaan yhdistää WLAN-verkkoon, eikä erillistä internet-siltaa tarvita. Kuvassa 6 on esitetty termostaatti ja sen käyttöön tarkoitettu puhelinsovellus. [12.]



Kuva 6. Themo, pörssisähkön hintaan perustuva termostaatti [12].

Koska etsittiin kustannustehokasta vaihtoehtoa ongelman ratkaisemiseksi, ei kumpikaan edellä mainituista vaihtoehdoista tuntunut sopivalta. Tado° -älytermostaatti ei tullut valituksi maksullisten lisäominaisuuksien ja monesta osasta koostuvan järjestelmän takia. Themo -älytermostaatti taas sisälsi ominaisuuksia, joita ei tarvita vesikiertoisen lattialämmityksen ohjauksessa. Tällaisia oli muun muassa pörssisähkön hintaan perustuva ohjaus. Lopulta päädyttiin korvaamaan olohuoneen termostaatti nykyaikaisella Ecodesign-vaatimukset täyttävällä termostaatilla. Termostaatiksi valikoitui Roth Basicline näytöllinen termostaatti, joka on tarkoitettu käytettäväksi langallisissa 230 V:n lattialämmitysjärjestelmissä. Kyseisen huonetermostaatin, joka on kuvattu asennettuna kuvassa 7, LVI-numero on 2070569. Termostaatin ominaisuuksiin kuului viikkokelloajastin, joka ohjelmoitiin pudottamaan olohuoneen lämpötila aina yöaikaan. Näin välttyimme varaamasta lämpöä betonilattiaan yöaikaan. Mahdollisten poikkeustilanteiden varalta termostaatissa on mahdollista ohittaa ohjelmoitu aikaohjelma ja valita esim. juhlatila termostaatin mukavuusvalikosta. [13.]



Kuva 7. Roth Basicline -huonetermostaatti langalliseen 230V:n järjestelmään asennettuna.

5.2 Verho-ohjaus

Kiinteistöön on suunniteltu tulevaisuudessa asennettavaksi sähkötoimiset screen-kaihtimet tai vastaavat olohuoneen isoihin ikkunoihin. Suuret etelään suunnatut ikkunat tuovat päivisin paljon valoa sisätiloihin, mutta myös lämmittävät tilan tukalan kuumaksi. Screen-kaihtimet on suunniteltu asennettavaksi ikkunoiden ulkopuolelle. Tämän tyyppisiin kaihtimiin käytettävät screen-kankaat päästävät läpi valoa, mutta estävät jopa 95 % lämpösäteilyn pääsyn sisätiloihin. Screen-kaihtimet ovat hyvä ratkaisu, kun halutaan säästää talon viilentämiseen kuluva energiaa. [14.]

Kaihtimien ohjauksen ja käytön toivottiin olevan automatisoitua. Tavoitteena oli löytää ratkaisu, joka ei tarvitse paljon uusia kaapelointeja. Kaihtimet toimivat samalla periaatteella kuin rullaverhot eli kangas kelautuu rullalle, kun suojaa auringon valoa ja lämpöä vastaan ei tarvita. Sähkötoimiset screen-kaihtimet voidaan varustaa esim. Maestria io-

homecontrol screen -moottorilla. Kyseinen moottori on ohjattavissa 868 MHz radiotaajuudella toimivilla io-homecontrol -ohjaimilla. Ohjainvaihtoehtoja on saatavilla erilaisia: kaukosäätimiä, painikkeita, valoisuusantureita, tuuliantureita ja näiden yhdistelmiä. Kohteeseen suositeltavin vaihtoehto on Soliris io -tuulianturi, joka sisältää myös valoisuusanturin. Edellä mainittu moottori ja tuulianturi on esitetty kuvassa 8. Anturi toimii 230 V:n jännitteellä, mutta ohjaa langattomasti siihen liitettyjä moottoreita. Tuuli- ja valoisuusanturin lisäksi voidaan ohjata screen-kaihtimia sisätiloista esim. kaukosäätimellä tai langattomalla painikkeella. [15.]



Kuva 8. Maestria-moottori ja Solaris io -anturi [15].

6 Valaistusjärjestelmä

Kohteen valaistusta haluttiin päivittää muiden muutostöiden yhteydessä energiatehokkaammaksi ja vastaamaan nykypäivän tasoa. Kiinteistössä oli käytössä suuri määrä halogeenilamppuja, joiden käytöstä haluttiin luopua. Halogeenilamput ovat poistuneet markkinoilta vaihteittain viime vuosien aikana ja markkinoilla on enää saatavilla pienjännitteellä toimivia halogeenilamppuja [8]. Valaistusmuutoksia tehtiin sisätilojen lisäksi myös ulkotiloissa.

Sisätiloissa, useassa eri huoneessa, on kattoon upotettuja kohdevalaisimia. Osa valaisimista on ylä- ja alavalolla varustettuja seinävalaisimia, joita on sijoitettu kerrosten välille portaikkoon. Näissä valaisimissa oli käytössä 35 W:n halogeenilamput, jotka toimivat 12

V:n jännitteellä. Koska valaisimien valonlähde oli GU5.3-kannalla, pystyttiin halogeenilamput korvaamaan helposti vastaavilla LED-lampuilla. Halogeenit korvaaviksi valonlähteiksi valittiin Sylvania RefLED Superia Retro MR16 -kohdelamput. LED-lampun teknisiä tietoja on esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1. Korvaavan LED-lampun tekniset tiedot [16].

Sylvania RefLED Superia Retro MR16	
Sähkönumero	4740707
Jännite V	12
Teho W	5,2
Valovirta lm	380
Väriämpötila K	4000
Kanta	GU5.3
Avautumiskulma °	36
Värintoistoindeksi CRI	80
Energialuokka	A+
Käyttöikä h	25000
Himmennettävä	Kyllä

Lamppuja on sisätiloissa yhteensä 68 kappaletta. Vaihtotyön aikana valaisimien ja johtimien kunto oli syytä tarkastaa, koska halogeenilamput kuumenevat käytön aikana huomattavasti. Halogeenilamppujen kuumeneminen johtuu huonosta energiatehokkuudesta, koska halogeenilampun kuluttamasta tehosta noin 93 % haihtuu lämpönä ilmaan [17]. Muissa työkohteissa on aikaisemmin löydetty sulaneita johtimien eristeitä ja kuumuudesta hapertuneita liittimiä. Halogeenilamppujen käyttöön liittyy aina paloturvallisuusriski, koska lamppujen läheisyydessä olevat rakenteet tai muu materiaali saattavat kuumentumisesta johtuen syttyä palamaan [17].

Yksittäisen lampun sähkön kulutuksesta ja käyttökustannuksista suoritettiin vertailua laskukaavoilla 1, 2, 3 ja 4:

$$E = P \times t = 0,0052 \text{ Kw} \times (3 \text{ h} \times 365) = 5,694 \text{ kWh} \quad (1)$$

E on sähköenergia
P on valaisimen teho
t on käyttöaika.

$$E = P \times t = 0,035 \text{ Kw} \times (3 \text{ h} \times 365) = 38,325 \text{ kWh} \quad (2)$$

E on sähköenergia
P on valaisimen teho
t on käyttöaika.

Kaavassa 1 tarkasteltiin korvaavan LED-lampun sähköenergian kulutusta ja kaavassa 2 tarkasteltiin vanhan halogeenilampun sähköenergian kulutusta. Tarkastelussa valittiin käyttöajaksi kolme tuntia päivässä yhden vuoden ajan. Kaavoissa 3 ja 4 laskettiin yksittäisen lampun käyttökustannukset yhden vuoden aikana. Sähkön hintana tässä vertailussa on käytetty 11,24 snt/kWh, joka sisältää energiamaksun, siirtomaksun ja sähköveron yhtä kilowattituntia kohden. Laskelma ei sisällä perusmaksuja. Lampujen vertailun tulokset on esitetty taulukossa 2.

$$E \times 0,1124 \text{ €} = 5,6940 \text{ kWh} \times 0,055 \text{ €} = 0,6400 \text{ €} \quad (3)$$

$$E \times 0,1124 \text{ €} = 38,3250 \text{ kWh} \times 0,055 \text{ €} = 4,3077 \text{ €} \quad (4)$$

Taulukko 2. Lampujen sähkön kulutuksen ja käyttökustannusten vertailu.

Lamppujen määrä ja tyyppi	1 kpl		68 kpl	
	kWh/vuosi	€/vuosi	kWh/vuosi	€/vuosi
LED 5,2 W	5,694	0,6400	387,192	43,5200
Halogeeni 35 W	38,325	4,3077	2606,1	292,9236

Pienentyneiden käyttökustannuksien lisäksi myös lamppujen uusimistarve vähenee, koska LED-lamppujen käyttöikä on huomattavasti pidempi kuin halogeenilampuilla. Halogeenilamppujen käyttöikä on keskimäärin 2000-3000 tuntia [17]. Korvaaviksi valittujen LED-lamppujen käyttöikä on taulukko 1:n mukaan 25000 tuntia.

Korvattaessa halogeenilamppuja LED-lampuilla on tarkastettava käytettävän muuntajan tai liitäntälaitteen soveltuvuus. Halogeenilampuille tarkoitettuja elektronisia muuntajia on mahdollista käyttää myös LED-lamppujen kanssa. Elektronisien muuntajien teknisissä tiedoissa on ilmoitettu kuorma-alue, jonka mukaan käytettävien lamppujen yhteenlaskettu teho täytyy mitoittaa. Koska valoteholtaan halogeenilamppua vastaavan LED-lampun teho on huomattavasti pienempi, saattaa LED-lamppuja käyttäessä yhteenlaskettu

kuorma jäädä alle ilmoitetun vähimmäiskuorman. Otetaan esimerkiksi Osram Halotronic HTM150/230-240 -elektroninen muuntaja. Kyseisen muuntajan kuorma-alue on 50–150 W [18]. Kolmen 35 W halogeenilampun yhteenlaskettu teho on 105 W, jolloin se asettuu muuntajan kuorma-alueelle. Kun korvataan 35 W:n halogeenilamput 5,2 W:n LED-lampuilla, on lamppujen kuorma enää 15,6 W. LED-lamppujen kuorma ei ole riittävä kyseiselle elektroniselle muuntajalle, jolloin tämä saattaa aiheuttaa häiriöitä valaistuksen toiminnassa esim. vilkkua. Kohdekiinteistössä tehdyissä valaistusmuutoksissa tätä ongelmaa ei ollut, koska käytössä oli rautasydänmuuntajia elektronisien muuntajien sijaan.

Kiinteistön ulkovalaistuksen päivittäminen suoritettiin muiden muutostöiden yhteydessä. Ulkovalaistus kyseisessä kohteessa koostuu lähinnä seinävalaisimista ja muutamasta yleisvalaisimesta. Yleisvalaisimia oli käytetty autokatoksessa, kellarikerroksen ulko-oven syvennyksessä sekä ulkovarastossa. Seinävalaisimien halogeenilamput vaihdettiin vastaaviksi LED-lampuiksi. Yleisvalaisimet autokatoksessa ja ovisyvennyksessä korvattiin tunnistinvalaisimilla. Tunnistinvalaisimet sisälsivät sähköä säästävän perusvalo-ominaisuuden. Normaalitilanteessa valaisin palaa 10 %:n teholla ja liikettä havaittuaan 100 %:n teholla asetellun ajan verran esim. viisi minuuttia. Ulkovalaistuksen ohjaus kohdekiinteistössä on toteutettu hämäräkytkimellä.

7 Yleiskaapelointijärjestelmä

Kiinteistöön oli rakennusaikana asennettu puhelinverkko, joka haluttiin päivittää nykypäivän tasolle. Vanhat puhelinkaapelit oli uppoasennettu putkeen, joka mahdollisti sen, että vanhat kaapelit pystyttiin korvaamaan CAT 6 -tietoverkkokaapeleilla. Puhelinpisteitä oli jokaisessa makuuhuoneessa, aulaissa ja olohuoneessa. Kaapelit oli putkitettu teknisestä tilasta huoneisiin. Osa puhelinpisteiden putkituksista oli toteutettu ketjuttamalla. Ketjutuksesta johtuen päädyttiin asentamaan huoneisiin 1-osaiset yleiskaapelointipisteet, koska putkiin mahtui rajallinen määrä tietoverkkokaapeleita. Määräys 65 sisältää kohdan, jonka mukaan uudistaessa talon sisäverkkoa, on asennettava vähintään kaksi CAT 6 -tietoverkkokaapelia jokaiseen asuinhuoneeseen. Tästä määräyksestä on mahdollista tehdä poikkeus omistajan luvalla.

Suurimpana syynä yleiskaapelointijärjestelmän asennukselle oli uusi valokuituliittymä. Kuitukaapeli ja päätelaite sijoitettiin tekniseen tilaan seinälle. Yleiskaapelointijärjestelmän jakamo sijoittui tekniseen tilaan. Tilan puutteen vuoksi jakamokaappia ei ollut mahdollista asentaa, joten päädyttiin asentamaan avoseinäteline. Avoseinätelineeseen asennettiin Eurolan -ristikytKentäpaneeli sekä hylly, johon mahdolliset modeemit yms. laitteet voidaan sijoittaa. Uusi jakamo on kuvattuna kuvassa 9. Uudet CAT 6 -tietoverkkokaapelit vedettiin putkiin käyttämällä vanhoja puhelinkaapeleita vetonaruina. Kaapeleiksi valikoitui Eurolan CAT6 U/UTP DCA -tietoverkkokaapeli. Asennustöiden päätteeksi yleiskaapelointijärjestelmälle suoritettiin käyttöönottotarkastus.



Kuva 9. Yleiskaapelointijärjestelmän jakamo asennettuna teknisen tilan seinälle.

Määräys 65

Määräys 65 on liikenne- ja viestintäviraston eli Traficom in julkaisema viranomaismääräys, joka koskee kiinteistöjen sisäverkkoja ja teleurakointia. Määräys astui voimaan 1.1.2020 ja se kumosi aikaisemman 25.1.2018 annetun määräyksen. Määräystä sovelletaan kiinteistöjen yleiskaapelointi- ja yhteisantennijärjestelmiin. Tavoitteena on edistää sisäverkkojen teknistä laatua, suorituskykyä, luotettavuutta ja dokumentointia. Tarkoituksena on varmistaa sisäverkkojen toimivuus ja laajennettavuus tulevaisuudessa. [19.]

Kiinteistön sisäverkon rakennustöissä, uudistamisessa tai kunnostamisessa on noudatettava kyseisen määräyksen vaatimuksia. Vaatimukset koskevat asuin- ja toimitilakiinteistöjä sekä julkisia rakennuksia. Asuinkiinteistöjen osalta vaatimuksia on noudatettava kerros-, rivi- ja paritalojen lisäksi myös omakotitaloissa. Sisäverkkojen viankorjaustöissä on pyrittävä noudattamaan määräystä mahdollisuuksien mukaan. [19.]

Yleiskaapelointijärjestelmät

Määräys 65 sisältää vaatimuksia sisäverkkojen rakenteelle ja teknisille ominaisuuksille. Yleiskaapelointijärjestelmien asennuksien on täytettävä standardin SFS-EN 50174 asettamat vaatimukset. Sisäverkkojen kaapeloinnit on suunniteltava ja asennettava niin, että ne muodostavat tähtiverkon jakamon ympärille. Kiinteistöjen sisäverkkojen on sisällettävä talojakamon lisäksi ali- ja kerrosjakamoita tarpeen mukaan. Asuinkiinteistöissä taloja alijakamon välille on asennettava optisen kaapeloinnin lisäksi parikaapelointi, joka on toteutettu telekaapelilla tai vähintään kategorian 6 kaapeleilla ja komponenteilla. [19.]

Kotijakamoiden eli asuinhuoneistoissa sijaitsevien jakamoiden nousukaapeloinnin on sisällettävä vähintään neljä optista kuitukaapelia ja yksi CAT 6 -tietoverkkokaapeli. Uudisrakentamisessa asuinhuoneistojen kaikkiin asuinhuoneisiin on kaapeloitava vähintään kaksi CAT 6 -kaapelia. Kotikaapeloinnin uudistustöissä riittää kaapelointi vähintään yhteen asuinhuoneeseen. Kaapeloinnin asuinhuoneessa on päätettävä vähintään yhteen 2-osaiseen tai kahteen 1-osaiseen tietoliikennesasiaan. Kiinteistön tai osakkeenomistajan pyynnöstä on mahdollista tehdä poikkeuksia kotikaapelointeihin uudistustöissä. [19.]

Yhteisantennijärjestelmät

Yhteisantenniverkon osalta runkokaapeloinneissa käytetään koaksiaalikaapelointia. Runkokaapeloinnit asennetaan talo- tai alijakamosta kerrosjakamoihin ja asuinhuoneistojen kotijakamoihin. Yhteisantennijärjestelmän aluekaapeloinneille eli talo- ja alijakamoiden välisille kaapeloinneille on määritelty vaatimuksia Määräyksen 65 seitsemännessä momentissa. [19.]

Asuinhuoneistojen kotikaapeloinnit on toteutettava tähtiverkkona kotijakamosta huoneisiin. Uudisasennuksissa jokaiseen asuinhuoneeseen on sijoitettava vähintään yksi antennirasia, mutta uudistustöissä vain yhteen asuinhuoneeseen asennettu antennirasia on riittävä. Antennirasioita on myös mahdollista asentaa enemmän kuin määräyksessä mainitut vähimmäismäärät. [19.]

Määräys 65 käsittelee myös vaatimuksia, jotka koskevat vastaanottoantenneja, antennimastoja ja -vahvistimia. Määräyksen 65 luku 3 käsittelee edellä mainittujen antennijärjestelmän osien teknisiä ja fyysisiä ominaisuuksia. Vaatimuksia on annettu mm. antennivastaanoton taajuusalueille. [19.]

Mittaukset ja dokumentointi

Määräyksen 65 luvut 10, 11 ja 12 käsittelevät sisäverkkojen suorituskykymittauksia uudisasennuksissa ja uudistaessa sisäverkkoja sekä jo olemassa olevan järjestelmän testausta. Vaatimuksia annetaan järjestelmän asennustapojen ja suorituskyvyn lisäksi myös mittauskäytännöille ja mittalaitteistoille. Mittauksia suorittaessa on todettava järjestelmän toiminta ja suorituskyky. Mittalaitteiden on oltava standardien mukaisia ja niiden on oltava kalibroituja. Dokumenttien on täytettävät Määräys 65 momenttien 33–35 asettamat vaatimukset sisällöstä. [19.]

8 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli tuoda osaamista ja asiantuntemusta Sähkö-Team Oy:lle, koskien jatkuvasti uudistuvia määräyksiä ja standardeja. Määräysten ja standardien osalta tarkastelun kohteena oli nykyinen ekosuunnitteludirektiivi, määräys 65 ja sähköasennusten korjaus-, muutos- ja laajennustyöt. Näitä tietoja hyödynnettiin kohdekiinteistössä tehtävissä sähkötöissä. Kohdekiinteistönä toimi kolmikerroksinen omakotitalo, jonka sijainti on Helsingin Vartiokylässä.

Tavoitteena oli löytää kiinteistön olohuoneen yllämpenemisongelmaan ratkaisu, tarkastella valaisimien LED-päivityksen hyötyjä energian kulutuksen ja käyttökustannuksien osalta. Tarkoituksena oli suorittaa tarvittavat muutostyöt kustannustehokkaasti ja parantaa kiinteistön energiatehokkuutta. Muutoksien ohella myös kiinteistön asumismukavuutta oli tarkoitus parantaa.

Insinööriyölle asetellut tavoitteet saavutettiin asiantuntemuksen ja kohdekiinteistön muutostöiden osalta. Kiinteistön yllämpenemisongelmaan löydettiin edullinen ratkaisu korvaamalla vanha huonetermostaatti uudella energiatehokkaammalla termostaatilla. Yllämpenemisen poistumisella saatiin myös parannettua viihtyvyyttä ja asumismukavuutta kiinteistössä. Omakotitalon valaistus muutettiin energiatehokkaammaksi korvaamalla vanhat halogeenilamput LED-lampuilla. Lampun vaihtotyön ansiosta myös käyttökustannukset pienenivät merkittävästi. Näiden töiden lisäksi kiinteistöön asennettiin yleiskaapelointijärjestelmä.

Lähteet

- 1 Ekosuunnitteludirektiivi. 2020. Verkkoaineisto. Motiva. <<https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/ekosuunnitteludirektiivi>> Luettu 15.4.2021.
- 2 SFS-käsikirja 600-1-2. 1. painos. Lokakuu 2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1-2: Erikoistilojen ja täydentävät vaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 3 D1-2017. 26. painos. 2018. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo Oy.
- 4 Kylpy- ja suihkutilojen sähköasennukset. 2021. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. <<https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset#55fb7df8>> Luettu 6.4.2021.
- 5 Ekosuunnittelu. Verkkoaineisto. 2021. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkolaitteet/ekosuunnittelu>> Luettu 8.4.2021.
- 6 Ekosuunnittelu.info Usein kysyttyä. 2021. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://ekosuunnittelu.info/usein-kysyttya/>> Luettu 8.4.2021.
- 7 Tuotevaatimukset. 2021. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://ekosuunnittelu.info/tuotevaatimukset/>> Luettu 8.4.2021.
- 8 Ekosuunnitteludirektiivin vaikutusten arviointi. 2012. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/files/11225/Ekosuunnittelu_kohdelamput_ja_valaisimet.pdf> Luettu 9.4.2021.
- 9 Energiamerkintä. 2021. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://ekosuunnittelu.info/energiamerkinta/>> Luettu 9.4.2021.
- 10 Lämpöä kotiin keskitetysti. 2012. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/files/7963/Lampoa_kotiin_keskitetysti_Kaukolampo.pdf> Luettu 13.4.2021.
- 11 Tado° -älytermostaatti. 2021. Verkkoaineisto. Tado°. <<https://www.tado.com/fi-fi/>> Luettu 15.4.2021.
- 12 Themo-älytermostaatti. 2021. Verkkoaineisto. Themo. <<https://themo.io/>> Luettu 15.4.2021.

- 13 Roth termostaatti näytöllä 230V. 2017. Verkkoaineisto. Roth Finland. <https://www.roth-finland.fi/fi/files/005%20-%20Roth-Nordic-FI/Roth_thermostaatti_230V_naytolla_datalehti.pdf> Luettu 15.4.2021.
- 14 Screen-kaihtimet. 2021. Verkkoaineisto. UK Sunsystems Oy. <http://www.sunsystems.fi/fi/tuotteet/kaihtimet/screen_kaihtimet/screen-kaihtimet_yleista.html> Luettu 19.4.2021.
- 15 Verhomootorit ja ohjaimet. 2021. Verkkoaineisto. Somfy Nordic, Finland. <<https://www.somfy.fi/>> Luettu 19.4.2021.
- 16 RefLED Superia Retro MR16. 2021. Verkkoaineisto. Feilo Sylvania Finland Oy. <<https://www.sylvania.fi/lamput/refled-gu5-3/item/904-refled-superia-retro-mr16-himmennettava>> Luettu 22.4.2021.
- 17 Ruuth, Kalle. 2018. LED-valaistuksen paloturvallisuus sekä eri valaistusratkaisuiden verkkovaikutukset. Diplomityö. Palosuojelurahasto. <https://www.palosuojelurahasto.fi/loppuraportit2018/2018_25_SMDno-2014-3038.pdf> Luettu 2.5.2021.
- 18 Halotronic HTM 150 -elektroninen muuntaja. 2021. Verkkoaineisto. Ledvance GmbH. <https://www.ledvance.fi/ammattikaeyttoa/tuotteet/liitaentelaitteet-led-liitaentelaitteet-ja-moduulit/elektroniset-liitaentelaitteet-perinteiseen-valaistukseen/elektroniset-muuntajat-halogenilampuille/halotronic-compact-and150-hm-hn/index.jsp?productId=ZMP_56799&classificationId=GPS01_1028161> Luettu 2.5.2021.
- 19 Määräys 65 kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista. 2019. Verkkoaineisto. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. <https://www.finlex.fi/data/normit/45569/M_65_D_2019.pdf> Luettu 30.4.2021.