

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Imatra
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

Antti Ikonen

Uuden omakotitalon sähkösuunnitelma ja energiatehokkaat valinnat

Opinnäytetyö 2013

Tiivistelmä

Antti Ikonen

Uuden omakotitalon sähkösuunnitelma ja energiatehokkaat valinnat, 39 sivua,
11 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Imatra

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö 2013

Ohjaaja: lehtori Timo Loukiala, Saimaan ammattikorkeakoulu

Tämän opinnäytetyön aiheena on yksityisasiakkaan uuden omakotitalon sähköistyksen suunnittelu. Työn tavoitteena oli toteuttaa rakennuttajan toiveet ja tavoitteet rakennuksen sähköistyksen osalta. Työssä käsitellään lisäksi erilaisia energiatehokkuuteen liittyviä valintoja. Henkilökohtaisena tavoitteena opinnäytetyön tekijällä oli kehittää sähkötekniistä osaamistaan ja saada lisää kokemusta suunnitteluohjelmien käytöstä.

Suunnittelun alkaessa ja sen eri vaiheissa pidettiin yhdessä rakennuttajan kanssa palavereja, joissa käytiin läpi sähkösuunnitelmaa. Palavereissa rakennuttaja kertoi tekijälle haluamistaan asioista ja muutoksista sähkösuunnitelman osalta.

Asiasanat: omakotitalo, sähkösuunnittelu, energiatehokkuus

Abstract

Antti Ikonen

Electrical Planning of a New Detached House and Energy-efficient Choices

39 pages, 11 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Imatra

Faculty of Technology

Electrical Engineering

Bachelor's Thesis 2013

Instructor: Mr Timo Loukiala, MSc, Senior Lecturer, Saimaa UAS

This thesis deals with electrical planning for a private client. The main aim was to carry out the goals and wishes of the client concerning the electrification of their new detached house. This thesis also discusses a variety of energy efficiency-related choices. A personal goal was to develop my electrical engineering skills and gain more experience on using different electrical planning programs.

In the beginning and during the planning the client and I had many meetings where we processed the electrical plan. In those meetings the client told me about the things they wanted, and also about changes concerning the electrical plan.

Keywords: detached house, electrical plan, energy efficiency

Sisältö

Tiivistelmä	2
Abstract.....	3
1 Johdanto	6
2 Rakennuttajan tavoitteet	7
3 Energia	8
3.1 Energiankulutus.....	8
3.2 Rakennusmateriaalit ja rakennusratkaisut.....	8
3.3 Energiatodistus ja -luokitukset.....	8
3.4 Energiatodistuksen lainsäädännön uudistus	9
4 Lämmitys.....	10
4.1 Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo	10
4.2 Päälämmitysjärjestelmä.....	10
4.3 Maalämpöpumpun toimintaperiaate	11
4.4 Luonnollisesti uusiutuvan energian käyttö	14
4.5 Tukilämmitys.....	14
5 Valaistus.....	16
5.1 Valon laatu.....	16
5.1.1 Valon spektri.....	16
5.1.2 Väriämpötila	17
5.1.3 Ra-indeksi	18
5.1.4 Valon määrä ja valaistuksen voimakkuus.....	18
5.2 Valaistuksen suunnittelu	19
5.4 DIALux evo 2	21
5.5 Suunnittelu DIALux-evo 2 -ohjelmalla.....	22
6 Sähkösuunnittelu	28
6.1 Pääkeskus	28
6.2 Pistorasiat.....	28
6.3 Yleiskaapelointijärjestelmä	29
6.4 Erikoisuudet.....	29
7 Palovaroitinjärjestelmä	31
7.1 Palovaroittimien sijoittelu	31
7.2 Palovaroitintyypit	33
7.2.1 Ionisoiva palovaroitin.....	33
7.2.2 Optinen palovaroitin	34
7.2.3 Lämpövaroitin.....	35
7.2.4 Häkä- eli hiilimonoksidivaroitin	35
7.3 Palovaroitinjärjestelmän suunnittelu	36
7.3.1 Tekninen tila	36
7.3.2 Eteinen ja porrastasanne	37
7.3.3 Keittiö	37
7.3.4 Olohuone ja ruokailutila.....	37
7.3.5 Makuuhuoneet	38
7.3.6 Saunatupa.....	38
7.3.7 Aula	38
8 Yhteenvedo ja pohdinta	39

Kuvat.....	40
Taulukot	40
Lähteet.....	41

Liitteet

- Liite 1 Julkisivut edestä ja takaa
- Liite 2 Julkisivut sivuilta
- Liite 3 Energiatodistus
- Liite 4 Tasauslaskelma
- Liite 5 Sähkösuunnitelma, alakerta
- Liite 6 Sähkösuunnitelma, yläkerta
- Liite 7 Kokoonpanokuva, sähköpääkeskus
- Liite 8 Pääkaavio 1
- Liite 9 Pääkaavio 2
- Liite 10 Palovaroitinsuunnitelma, alakerta
- Liite 11 Palovaroitinsuunnitelma, yläkerta

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä selvitetään yhden omakotitalon sähkösuunnitelma. Työn tilaaja on yksityinen imatralainen rakennuttaja, joka haluaa saada vaihtoehdon sähkösuunnitelmaksi ja löytää energiatehokkaita ratkaisuja rakennuksen toteuttamiseksi. Opinnäytetyön tärkeänä tarkoituksena on myös lisätä työn tekijän tietoutta aiheeseen liittyvissä asioissa.

Talo on kaksikerroksinen lautaverhoiltu omakotitalo, joka on kerrosalaltaan 198 m². Talon yhteyteen rakennetaan erillinen saunarakennus, joka on kerrosalaltaan 28 m². Saunarakennus on yhdistetty päärakennukseen lasiterassin avulla, jotta saunaan ei tarvitse kulkea ulkokautta. Näiden lisäksi tontille sijoitetaan erillinen autokatos. Talon kattoon asennetaan tiilikate, jonka alle tulevat aluskate ja kattoristikko. Yläpohjaan eristeeksi tulee 500 mm:n mineraalivilla, jonka alle laitetaan höyrynsulkumuovi, koolaus ja sisäverhous. Ulkoseinään asennetaan 23/28 mm:n verhouslauta, jonka alle eristeeksi 9 mm:n tuulensuojalevy, 250 mm mineraalivillaa ja 13 mm:n kipsilevy. Alapohjaan tulee lattiapäällyste, jonka alle 80 mm:n betonivalu, 200 mm solumuovia ja 200 mm tiivistettyä soraa. Katso julkisivut liitteistä 1 ja 2.

Rakennuksen tontti sijaitsee uudella rakennusalueella. Tontti on yleisilmeeltään avoin, puuton ja valoisa. Tontin pohjana toimii entinen pelto, ja tontti on maaperältään savimaata, jonka alla on paksu kerros kovuudeltaan lähes kalliota vastaavaa silttiä. Näin ollen vaikka tontin pintamaa onkin noin metriin asti pehmeää savimaata, ei tontilla ole paalutustarvetta, sillä maan pintakerroksen alla sijaitseva kova siltti soveltuu hyvin perustusten pohjaksi. Alueella on valmiina kaukolämpöverkosto, mutta sitä ei aiota ottaa käyttöön kyseisessä kohteessa. Alue kuuluu myös kunnallistekniikan piiriin ja talo tullaan liittämään yleiseen viemäriverkostoon.

Talon sähköistyksen suunnitteluun käytetään Cads electric - suunnitteluohjelmaa, ja valaistuksen suunnittelussa hyödynnetään DIALux evo - ohjelmaa.

2 Rakennuttajan tavoitteet

Rakennuttajan tavoitteena on rakentaa energiatehokas pientalo. Kuitenkin rakennusvaiheessa kustannukset halutaan pitää kohtuullisina. Niinpä kaikkea ei kuitenkaan valita pelkästään energiatehokkuutta ajatellen.

Asiakkaalle tärkeitä seikkoja:

- kodikkuus
- viihtyvyys
- asuinmukavuus
- helppohoitoisuus
- energiatehokkuus

Rakennettava tontti sijaitsee kaukolämpöalueella, joten kaukolämpöön liittyminen olisi ollut luonnollisesti helppo valinta. Rakennuttaja kuitenkin päätti siitä huolimatta valita maalämmön – osittain jo siitä syystä, että Imatran alueella kaukolämpö on melko kallista. Maalämmön valinta lämmitysjärjestelmäksi on tämän rakennusprojektin suurin yksittäinen energiatehokkuuteen tähtäävä valinta, niin kuin lämmitysjärjestelmän valinta yleensäkin on.

Lämmitysjärjestelmän lisäksi energiatehokkuutta parannetaan valitsemalla lämmön talteenotolla varustettu koneellinen ilmanvaihto. Myös materiaali- ja laitevalinnoissa otetaan huomioon energiatehokkuuteen liittyvät asiat. Myös valaistus toteutetaan siten, että energiankulutus saadaan pidettyä minimissä. Talon yleisvalaistus toteutetaan käyttämällä LED-valaistusta.

3 Energia

3.1 Energiankulutus

Omakotitalon energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa monilla tekijöillä. Energiankulutusta voidaan pienentää valitsemalla energiatehokkaita rakennusmateriaaleja ja käyttämällä rakennusratkaisuja, jotka pienentävät energiankulutusta. Sitä voidaan pienentää myös käyttämällä hyödyksi ympäristön tarjoamaa uusiutuvaa energiaa, valitsemalla sellainen lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihto, jotka säästävät energiaa. Energiankulutusta voidaan pienentää myös käyttämällä energiatehokkaita sähkölaitteita ja valaistusta. (1.)

Suurin yksittäinen energiankuluttaja omakotitalossa on yleensä lämmitys, joka voi kuluttaa jopa 40–60 % kokonaisenergiasta. Huoneisto- ja kiinteistösähköön energiasta kuluu 20–30 %. Käyttöveden lämmitys kuluttaa 10–25 % energiasta. Tuloilman esilämmitykseen energiaa tarvitaan 5-15 %. (2.)

3.2 Rakennusmateriaalit ja rakennusratkaisut

Hyvällä lämmöneristyksellä saadaan vähennettyä lämmön johtumishäviöitä. Uuteen taloon kannattaa heti asentaa kunnolliset eristeet, jotta rakennuksen vaipasta saadaan sellainen, että se on tuulenpitävä ulkopuolelta ja ilmanpitävä sisäpuolelta. (3.)

3.3 Energiatodistus ja -luokitukset

Energiatodistus on ollut käytössä uudisrakentamisessa vuodesta 2008 lähtien, sitä ennen se on ollut pientaloille vapaaehtoinen. Vuodesta 2009 lähtien se on vaadittu myös suurilta jo olemassa olevilta rakennuksilta. Energiantodistuksen luokitus perustuu laskennalliseen E-lukuun. E-luku muodostuu laskennallisesta

vuotuisesta ostoenergiankulutuksesta, joka kerrotaan eri energiamuotojen kertoimilla. (4.)

E-luku perustuu laskennallisuuteen, joten käyttäjien käyttötottumukset eivät vaikuta siihen. E-luvun avulla määritetään mihin energiatehokkuusluokkaan rakennus kuuluu. Energiatehokkuusluokka on väliltä A–G, jossa A on matalimman ja G korkeimman energiankulutuksen luokitus. (4.) Kohteen energiatodistus on liitteessä 3.

3.4 Energiatodistuksen lainsäädännön uudistus

Energiatodistusta koskevaan lainsäädäntöön astuu voimaan uudistus 01.06.2013 lähtien, jonka jälkeen energiatodistus vaaditaan myös jo olemassa olevilta pientaloilta vuokraus- ja myyntitilanteiden yhteydessä. Nykyisin todistusten, laatimistapojen, laatijoiden ja voimassaoloaikojen osalta on erilaisia käytäntöjä. (4.)

Lainsäädännön uudistuksen jälkeen käytännöt yhtenäistetään, jolloin laatijoilta vaaditaan pätevytyminen ja rekisteröityminen valvontaviranomaisen laatijarekisteriin. Uudistuksen jälkeen käytössä on yhdenmukainen lomake, joka on voimassa 10 vuotta. Lainsäädännön muutoksen myötä energiatodistuksista tulee vertailukelpoisia ja luotettavia. Energiatodistuksen tarkoituksena on helpottaa rakennusten energiatehokkuuden vertailua. (4.)

4 Lämmitys

4.1 lämmönläpäisykerroin eli U-arvo

Lämmönläpäisykerroin U ilmoittaa lämpövirran, joka jatkuvuustilassa läpäisee pintayksikön suuruisen rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien tilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä käytetään $W/(m^2K)$. (5.)

Rakenteiden lämmönsiirtymiskerroin voidaan laskea, kun tiedetään rakenteen eri materiaalien lämmönjohtavuus ja paksuus. Yleensä seinä-, katto- ja lattiarakenteet koostuvat useasta eri materiaalista, esim. pintamateriaalit, kantava rakenne ja lämmöneristys. Lämpövirran suhteen tällöin on sarjassa erilaisia lämpövastuksia (vrt. virtapiirit) ja kokonaisvastus saadaan osavastusten summana. (5.) Kohteen U-arvot ja tasauslaskenta ovat liitteessä 4.

4.2 Päälämmitysjärjestelmä

Päälämmitysjärjestelmäksi tähän kohteeseen valittiin maalämpöpumppu, jonka lämmönkeruujärjestelmänä toimii porakaivo. Maalämpöpumppu onkin nykyään melko yleinen valinta, sillä lähes puoleen uusista pientaloista asennetaan maalämpöpumppu. (6.)

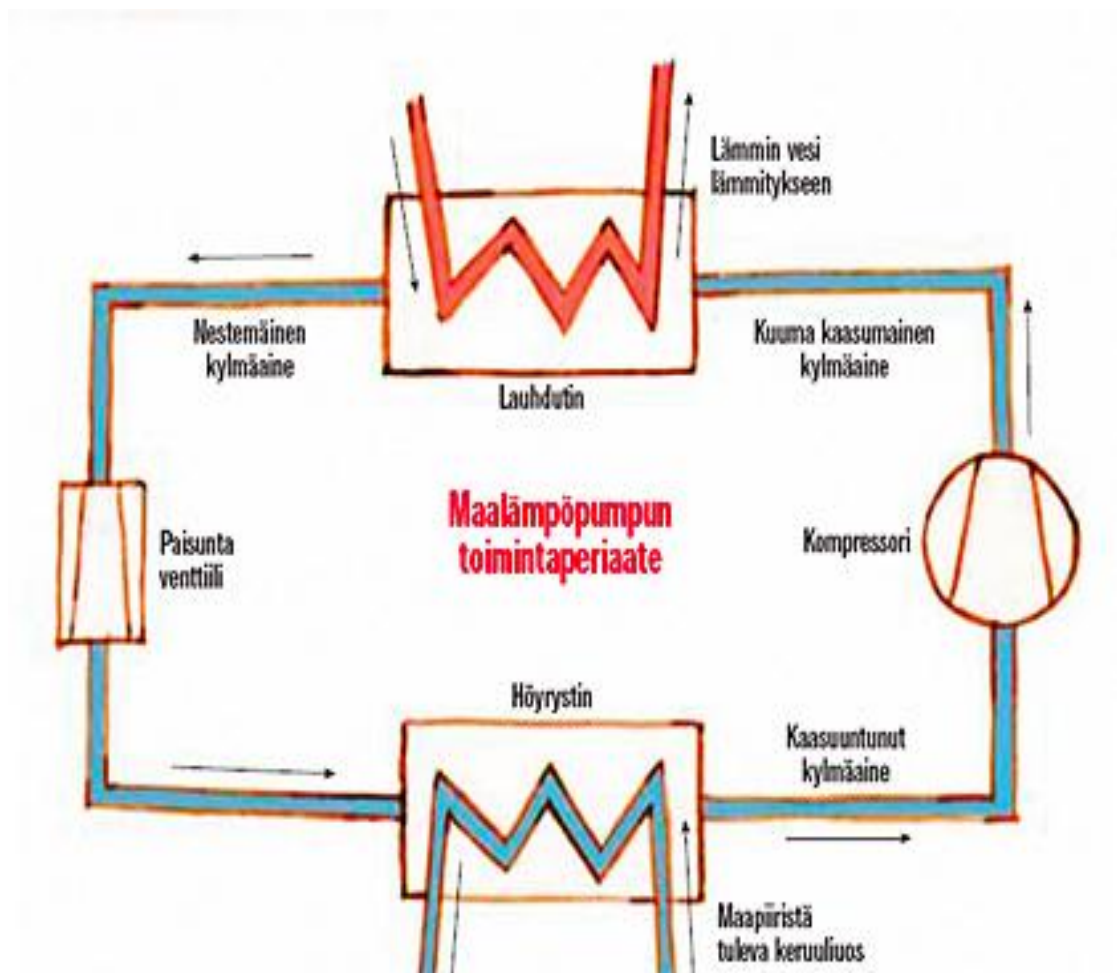
Maalämpöpumppuja on asennettu pientaloihin Suomessa 1970-luvun puolesta välistä lähtien, ja niiden suosio on kasvanut erityisesti 2000-luvulle tultaessa. Maalämpöpumpun käytön yleistymistä on hidastanut sen kallis hankintahinta. Öljyn ja sähkön hinnan jatkuva nousu on edesauttanut maalämpöpumpun valintaa lämmitysjärjestelmäksi, sillä maalämpöpumpulla tuotettu lämmitysenergia on itsessään kohtuullisen edullista. (6.)

Maalämpöjärjestelmän hankintahinta on asennuksineen ja porauksineen noin 15000–20000 euroa. Maalämpöpumppua varten tehtävän porakaivon tai lämmönkeruuputkiston asentaminen vaatii toimenpideluvan. Toimenpidelupaa

haetaan kunnan rakennusvalvonnasta. (6.)

4.3 Maalämpöpumpun toimintaperiaate

Maalämpöpumpun toiminta perustuu samaan periaatteeseen kuin jääkaapin toiminta. Jääkaappi viilennetään siirtämällä lämpö jääkaapin sisältä huoneilmaan. Maalämpöpumpulla taas lämmitetään asuntoa siirtämällä maaperään varastoitunut lämpö talon lämmitysjärjestelmään ja käyttöveteen. (6.)



Kuva 1. Maalämpöpumpun toimintaperiaate (7).

Kuvassa 1 on esitetty maalämpöpumpun toimintaperiaate. Maapiirissä kiertävä keruuliuos sitoo itseensä lämpöenergiaa kalliosta, maaperästä tai vedestä. Höyrystimessä keruuliuos luovuttaa lämpöenergiaa maalämpöpumpun järjestelmässä kiertävälle kylmäaineelle. Tämän jälkeen jäähtynyt keruuliuos ohjataan takaisin maapiiriin keräämään lämpöenergiaa. Kylmäaineen lämpötila nousee keruuliuoksen luovuttaman lämpöenergian johdosta ja höyrystyy. Höyrystynyt kylmäaine imetään kompressorille, jossa sitä puristetaan pienempään tilaan. Puristaminen nostaa kylmäaineen paineen korkeaksi, ja sen lämpötila kohoaa jopa sataan celsiusasteeseen. Kuuma kylmäainehöyry ohjataan lauhduttimella, jossa se luovuttaa lämpöenergiaa talonlämmitysjärjestelmään. Kylmäainehöyryn lämpötila laskee vapautuneen lämpöenergian johdosta ja muuttuu jälleen nestemäiseksi kylmäaineeksi. Jäähtynyt nestemäinen kylmäaine ohjataan seuraavaksi paineenalennusventtiilille, jossa sen painetta lasketaan alemmas. Paineen alennus laskee kylmäaineen lämpötilan takaisin noin -10 °C:een, jossa se oli ennen höyrystimelle saapumista. Näin kylmäaine lähtee uudelle kierrokselle. (6.)

Lisäksi maalämpöpumpuissa voi olla tulistinpiiri lauhduttimen ja kompressorin välillä. Tulistinpiiriä hyödynnetään käyttöveden lämmityksessä. Keruuliuoksena maalämpöpumpuissa käytetään yleensä korkean jäätymispisteen omaavaa vesi-etanoliseosta, esimerkiksi bioetanolia. Kylmäaineena maalämpöpumpun laitteistossa käytetään fluorihilivety (HFC-yhdisteitä), nykyiset yhdisteet eivät ole myrkyllisiä eivätkä ne aiheuta otsonikatoa. Käytetyt yhdisteet ovat kuitenkin kasvihuonekaasuja, ja niiden pääseminen ympäristöön tulee estää. (6.)

Maalämpöä voidaan kerätä kalliosta, maaperästä tai vedestä. Keruumenetelminä käytetään porakaivoa tai lämmönkeruuputkistoa, joista porakaivo on yleisin vaihtoehto. Maalämpöjärjestelmän oikea mitoitus on todella tärkeää järjestelmän tehokkuuden kannalta. Maalämpöjärjestelmän mitoitukseen vaikuttavat lämmitettävän tilan koko ja sen lämpötekniset ominaisuudet sekä maaperä, johon lämmönkeruuputkisto asennetaan. (6.)

Lämmöntarpeeseen nähden oikean tehoisen lämpöpumpun valinnan lisäksi on yhtä tärkeää, että lämmönkeruujärjestelmä on oikein mitoitettu. Jos lämmönkeruujärjestelmä on alimitoitettu, ei sillä saada tuotettua tarvittavaa määrää lämmitysenergiaa lämmitettävän kohteen tarpeisiin nähden. Tämä vajaaksi jäävä lämpöenergiamäärä joudutaan tuottamaan joko lämpöpumpun sähkövastuksella tai jollain muulla lisälämmitysjärjestelmällä. Lämpöpumpun lämmitysvastuksen käyttäminen lisää maalämpöpumpun käyttämää sähkön määrää ja näin huonontaa lämpöpumpun hyötysuhdetta. Maalämpöpumppu voidaan mitoittaa täys- tai osateholle. Osateholle mitoitettut maalämpöpumput tuottavat yleensä noin 60–80 % maksimitehosta. Näin mitoitetulla maalämpöpumpulla pystytään kattamaan noin 95–99 % vuotuisesta lämpöenergian tarpeesta. Loppuosuus tuotetaan joko maalämpöpumpun sähkövastuksella tai tukilämmitysjärjestelmällä. Täysteholle mitoitettu pumppu tuottaa koko vuoden lämpötarpeen myös kaikkein kylmimpinä aikoina, eikä lisävastuksen käyttöä tarvita. (6.)

Täysteholle mitoittaminen ei kuitenkaan aina ole mieluisin ratkaisu maalämpöpumpun hankinnassa. Täysteholle mitoittaminen nostaa lämmönkeruujärjestelmän rakennuskustannuksia ja vaatii suurempi tehoisen ja kalliimman pumpun hankinnan. Tämän lisäksi täysteholle mitoitettu pumppu käy lyhyempiä jaksoja kerrallaan, jolloin se myös toimii vähemmän aikaa parhaalla mahdollisella hyötysuhteella. Lämpöpumpun kunnon kannalta on parempi, että pumppu käy pidempiä käyttöjaksoja kerrallaan. Täysteholle mitoittaminen onkin järkevintä maalämpöpumpulla, jonka ohjaus on toteutettu invertterillä. Invertteriohjauksen ansiosta lämpöpumppu toimii parhaalla hyötysuhteella kierrosluvusta riippumatta. (8.)

Maalämpöpumpun tehokkuus ilmoitetaan COP -arvolla, jolla tarkoitetaan maalämpöpumpun hyötysuhdetta. COP -arvo kuvaa sitä, kuinka paljon pumppu pystyy tuottamaan lämpöenergiaa kuluttamaansa sähköenergiaan nähden. Esimerkiksi, jos maalämpöpumpun COP -arvo on 3, tuottaa se 3 kW lämpöenergiaa 1 kW:n sähkönkulutuksella. Maalämpöpumpun COP -arvo on sitä parempi mitä pienempi lämpötilaero on lämmitettävän veden ja keruuliuksen välillä. (9.)

4.4 Luonnollisesti uusiutuvan energian käyttö

Päälämmitysjärjestelmän apuna käytetään usein jonkinlaista tukilämmitysjärjestelmää. Tukilämmitysjärjestelmiä ovat esimerkiksi erilaiset tulisijat, aurinkolämpökeräimet ja ilmalämpöpumput. Oikein käytettynä tulisijalla voidaan kattaa 10–20 % kokonaislämmitysenergiatarpeesta. (10.)

Aurinkolämmön avulla voidaan lämmittää esimerkiksi käyttövettä. Isojen aurinkolämpöjärjestelmien tuottamaa energiaa voidaan hyödyntää myös yleislämmityksessä. Oikein mitoitettu ja säädetty ilmalämpöpumppu voi tuoda vuotuisen lämmitysenergian käyttöön jopa 40 % säästön. (10.)

4.5 Tukilämmitys

Tukilämmitysjärjestelmäksi tähän kohteeseen valittiin Tulikiven ”Valkia”, joka on varaava takkauuni (Kuva 2).



Kuva 2. Tulikivi ”Valkia” varaava takkauuni.

Taulukosta 1 voi lukea takkauunin lämmityksen kannalta oleelliset arvot. Takan maksimi puumäärä vaikuttaa suoraan siihen, kuinka paljon lämmitysenergiaa takan yksi pesällinen tuottaa. Takan massa ja taas vaikuttaa siihen, kuinka paljon se pystyy sitomaan itseensä lämpöenergiaa, ja kuinka kauan se pystyy luovuttamaan sitä.

Lämpötekniikka	
Hyötysuhde	84%
Maksimi puumäärä	15 kg
Energiamäärä	55 kWh
Nimellisteho	1,7kW
Lämmitettävä ala	30-70 m ²
Massa	1520 kg
Lämmönluovutus maksimitehosta	
5,3 h	100%
16,2 h	50%
26 h	25%

Taulukko 1. Tulikivi "Valkia" takkauunin lämmityksen kannalta oleelliset arvot (11).

Tukilämmitystä tarvitaan tuottamaan lämpöä, kun päälämmitysjärjestelmä on pois käytöstä esimerkiksi sähkökatkon tai vian johdosta. Kohteen päälämmitysjärjestelmänä toimiva maalämpöpumppu on suunniteltu mitoittaa osateholle niin, että se tuottaa noin 98 % vaaditusta vuotuisesta lämpöenergiasta. Tukilämmitysjärjestelmää voidaan hyödyntää myös tämän vajaaksi jäävän lämpöenergia määrän tuottamisessa. (11.)

5 Valaistus

Valaistuksen suunnittelu on tärkeä osa kokonaisvaltaista toimivaa sähkösuunnitelmaa. Hyvällä ja toimivalla valaistussuunnittelulla saadaan parannettua asunnon turvallisuutta, asuinmukavuutta ja toimivuutta.

Valaistussuunnitelmaa tehdessä on hyvä ottaa huomioon erilaisten tilojen vaatimukset ja miettiä, mihin kaikkeen kyseisessä tilassa valaistusta tarvitaan. Kodin valaistusta suunnitellaan harvoin niin, että ajateltaisiin vain pelkkää energiatehokkuutta, vaan monesti valaistuksesta halutaan myös tyylikäs ja tunnelmallinen. (12.)

5.1 Valon laatu

Valon laatu tulee huomioida suunniteltaessa erilaisten tilojen valaistuksia. Laadukas ja toimiva valaistus saadaan aikaiseksi käyttämällä laadukkaita ja käyttötarkoitukseensa sopivia lamppeja.

Valaisimella itsellään voidaan yleensä vaikuttaa vain vähän valaistuksen laatuun. Valaisimien vaikutus valon laatuun tulee valaisimen rakenteellisista osista ja niiden suunnittelusta. (13.)

5.1.1 Valon spektri

Auringon valossa on ihmissilmän kannalta täydellinen valon spektri eli kirjo. valon spektri on valon osuus, jonka ihmissilmä havaitsee väreinä. Kodeissa käytettävillä lampuilla pyritään jäljittelemään auringon valon spektriä, jolloin värien havaitseminen olisi täydellistä. (13.)

Lähimmäksi auringon valon tuottamaa spektriä päästään hehku-, halogeeni- ja led-lampuilla. Kotiin kannattaakin valita valonlähteitä, joiden spektri on lähellä

auringon valon spektriä. (13.)

5.1.2 Värilämpötila

Värilämpötila kertoo sen minkälaisen aistimuksen valo antaa eli näyttääkö valo lämpimiltä vai viileältä (Taulukko 2) Valon värilämpötila ilmoitetaan Kelvinasteina. (13.)

Väri- lämpötila	Vaikutelma	Aistimus	Missä
2500 K	lämmin	keltainen, jopa oranssi	auringonnousu
2700 K	lämmin	kellertävä	hehkulamppu
2900 K	hieman lämmin	kellertävä valkoinen	halogeenilamppu
3000 K	hieman lämmin	taitettu valkoinen	lämmin valkoinen loistelamppu
3500 K	neutraali	valkoinen	neutraali valkoinen loistelamppu
4000 K	neutraali	raikas valkoinen	viileä valkoinen loistelamppu
5000 K	viileä	viileä sinertävä	päivänvalo
6500 K	kylmä	kylmä sinertävä valkoinen	kylmä päivänvalo
10000 K	erittäin kylmä	violettiin vivahtava sininen	valtameri 5 m syvyydessä

Taulukko 2 Värilämpötilat (13)

Värilämpötilan suhteen jokaisella on omat mieltymyksensä, mutta on kuitenkin todettu, että neutraalit ja viileät värilämpötilat ovat virkeyden kannalta parempia kuin lämpimät värilämpötilat. Lämpimät värilämpötilat sopivatkin hyvin tiloihin, joissa rauhoitutaan. (13.)

5.1.3 Ra-indeksi

Värintoistoindeksi eli Ra-indeksi ilmoittaa kuinka hyvin havaitset eri värejä valonlähteen valossa. Auringonvalon Ra-indeksin arvo on 100 ja tähän arvoon verrataan muiden valonlähteiden tuottamaa valoa (taulukko 3).

Ra-indeksi	arvostelu-asteikko	Valonlähde
100	täydellinen	auringon tuottama päivänvalo, hehku- ja halogeenilamput
90–100	erinomainen	erikoisloistelamput, laadukkaat led-lamput, muut erikoislamput
80–90	hyvä	tavalliset loistelamput, monimetallilamput, pienisloistelamput, tavalliset led-lamput
70–80	tyydyttävä	huonolaatuiset loistelamput
50–70	välttävä	jotkut katulamput, huonolaatuiset loistelamput
0–50	huono	katu- ja tievalot yleensä
0	ei värintoistoa	Pienpainenaatrium-lamput monokromaattiset eli yksiväriset valonlähteet, laservalo

Taulukko 3. Ra-indeksi (13).

Asuintiloihin kannattaa valita vain valonlähteitä, joiden Ra-indeksi 90–100. Säilytystiloihin ja muihin tiloihin joissa oleskellaan harvemmin sopivat myös Ra-indeksiltään heikommät valonlähteet. (13.)

5.1.4 Valon määrä ja valaistuksen voimakkuus

Valon määrä eli valovirta ilmoitetaan lumeneina. Nykyiset valaisimet ovat ominaisuuksiltaan niin erilaisia, että niitä ei voida enää vertailla vain niiden käyttämän tehon perusteella, niinpä niitä vertaillaan sen perusteella kuinka monta lumenia ne pystyvät tuottamaan yhtä wattia kohden. Esimerkiksi hehkulamppu tuottaa noin 12 lm/W, kun taas parhaat LED-lamput voivat tuottaa yli 100 lm/W. (13.)

Valaistuksen voimakkuus ilmoittaa, kuinka suuren valon määrän valonlähde antaa valaistavalle pinnalle, eli kuinka tehokkaasti valonlähde valaisee alueen. Valaistuksen voimakkuus lx määräytyy siitä kuinka monta lumenia valonlähde antaa yhtä neliometriä kohden (Taulukossa 4). (13.)

Tila	Valaistus-voimakkuus suositus (lx)	Huom.
Eteinen	100–150	Peilin edessä pystypinnoille 300–500
Keittiö, kodinhoitohuone	300–500	Työtasoilla 300–500
Olohuone, oleskelutilat	100–150	Työ/lukuvalona 750–1000
Makuuhuone	100–150	Paikallisena lukuvalona 300–500
Pesu- ja wc-tilat	100–150	Peilin edessä pystypinnoilla 300–500

Taulukko 4. Valaistusvoimakkuuden suositukset. Helsingin Energian antamat suositukset eri tilojen valon voimakkuudelle (14).

5.2 Valaistuksen suunnittelu

Seuraavissa kappaleissa kuvataan kohteen eri tilojen valaistuksen suunnittelua. Tilojen valaistussuunnitelma piirrettiin talonpohjakuvaan Cads planner electric -ohjelmalla.

Yläkerran makuuhuoneisiin valittiin valonlähteiksi perinteiset kattoon asennettavat valaisinrasiat, joihin asiakas voi asentaa haluamansa valaisimet. Valaisimien ohjaus tapahtuu huoneen oven viereen asennettavilla kytkimillä. (Liite 6.)

Yläkerran aulan ja porrastasanteen valaisimiksi valittiin LED-spottivalaisimet. Aulan valaisimet on jaettu kahteen erilliseen ryhmään, joita kumpaakin ohjataan omalla himmentimellä. Lisäksi aulan kattoon sijoitettiin mahdollista

lisävalaistustarvetta varten kaksi kappaletta valaisinrasioita, joita ohjataan kaksiosaisella kytkimellä niin, että kumpikin syttyy omasta napistaan. (Liite 6.)

Rappusten puoliväliin ja päätyseinään sijoitettiin seinävalopisteet ja niiden ohjaukseen valittiin rappusten ala- ja yläpään asennettavat merkkilampulliset painonapit. Merkkilampulliset napit on helppo havaita pimeässäkin, ja näin ne lisäävät turvallisuutta rappusissa kuljettaessa. (Liite 6.)

Parvekkeille ja kuistille sijoitettiin seinä- ja kattovalaisimia. Valaisimia ohjataan talon sisätiloihin asennetuilla kytkimillä. Parvekkeiden ja kuistin valaisimet on vikavirtasuojattu. (Liitteet 5 ja 6.)

Tekniseen tilaan valittiin kahdella 36 W loisteputkella varustettu valaisin ja sen ohjauskytkin sijoitettiin oven viereen. (Liite 5.)

Kodinhuoltohuoneeseen valaisimiksi valittiin LED-spottivalaisimet ja valojen ohjaus toteutettiin vaihtokytkimillä niin, että valot saadaan päälle/pois huoneen kummaltakin ovelta. (Liite 5.)

Eteisen kattoon sijoitettiin kaksi kappaletta valaisinrasioita. Valaisinten ohjaus toteutettiin vaihtokytkimillä siten, että valaisimet saadaan päälle/pois ulko-oven ja portaiden vierestä. (Liite 5.)

Keittiön ja ruokailutilan kattoon asennettiin yleisvalaisimiksi LED-spottivalaisimet. Keittiön kattoon sijoitettiin spottivalaisinten lisäksi kaksi kappaletta valaisinrasioita. Valaisinten ohjaus toteutettiin kaksiosaisilla vaihtokytkimillä, jotka sijoitettiin ruokailutilan ja eteisen läheisyyteen. Keittiön työtasojen valaisimiksi valittiin LED-valonauha, joka kiinnitetään keittiönkaappien alapintaan. Led-valonauhaa varten kaappien yläpuolelle sijoitettiin pistorasia, jota ohjataan vaihtokytkimillä. Ruokailutilan spottivalot on jaettu kahteen erilliseen himmentimellä ohjattavaan ryhmään, joista toista

ohjataan keittiöstä ja toista olohuoneesta. Lisäksi ruokailutilan kattoon sijoitettiin valaisinrasia, jota ohjataan keittiön puolelta himmentimellä. (Liite 5.)

Olohuoneen valaistus toteutetaan käyttämällä LED-spottivalaisimia. Valaisimet on jaettu kolmeen ryhmään, ja jokaista ryhmää ohjataan omalla himmentimellään. Näiden lisäksi olohuoneeseen sijoitettiin kaksi valaisinrasiaa, joita ohjataan kaksiosaisella kytkimellä. (Liite 5.)

Ylä- ja alakerran sekä saunatuvan wc-tiloihin sijoitettiin valaisinrasiat kattoon ja valaisimet pesualtaan läheisyyteen. Valaisimien ohjaus toteutettiin kaksiosaisella kytkimellä. (Liitteet 5 ja 6.)

Saunatiloihin sijoitettiin pukuhuoneen puolelle kattoon valaistusrasia, jota ohjataan huoneen ulko-oven viereen sijoitetulla kytkimellä. Pesuhuoneen kattoon sijoitettiin kolme kappaletta halogeenispotteja ja saunaan kattoon kaksitoistaosainen kuituvalaistus, jonka projektori sijoitettiin pesuhuoneen välikaton alle. Näiden valaisinten ohjaukseen käytetään pesuhuoneen oviaukon luokse sijoitettua kaksiosaista kytkintä. Saunatilojen kaikki valaisimet on vikavirtasuojattu. (Liite 5.)

Alakerrassa sijaitseva makuuhuone otetaan käyttöön työ- ja kotiteatterihuoneena. Huonetta varten tehtiin tarkempi valaistussuunnitelma DIALux -ohjelmalla, josta kerrotaan lisää myöhemmin tässä työssä.

5.4 DIALux evo 2

DIALux on ei-kaupallinen valaistuksen suunnitteluohjelma, jonka uusin versio DIALux evo 2. Sillä voidaan suunnitella todella monipuolisesti erilaisia valaistuksia ja valaistustilanteita. Ohjelmalla pystytään suunnittelemaan ulko-, sisä- ja katuvalaistuksia. Ohjelman suunnittelu- ja laskentatoimintoja voidaan käyttää sekä kaksi- että kolmiulotteisina. Ohjelma itsessään sisältää vain pienen määrän valmiita 3D -mallinnuksia esimerkiksi huonekaluista, mutta siihen voi ladata niitä lisää erilaisilta 3D -mallinnuksia tarjoavilta internetsivuilta.

Latausmahdollisuuden ansiosta ohjelmalla voidaan luoda todella realistisia mallinnuksia eri tiloista.

Ohjelma sisältää renderöinti-työkalun, jonka avulla rakennuksia pystytään mallintamaan suoraan niiden pohjapiirroksista. DIALux evo 2:ssa on todella laaja valikoima eri valmistajien valaisimia ja lamppeja. Valaistussuunnitelmaa tehdessä ohjelmalla voidaan monipuolisesti sekä muokata eri pintojen ominaisuuksia ja materiaaleja että säätää valaistuksen toimintoja.

Kohteen alakerrassa sijaitsevalle makuuhuoneelle ei ainakaan tällä hetkellä ole suunniteltua käyttöä makuuhuoneena. Niinpä kohteen rakennuttaja halusi ottaa sen käyttöön työ- ja kotiteatterihuoneena. Rakennuttajan kanssa käytiin läpi eri kalusteiden ja laitteiden sijoituspaikat. Kotiteatterikäyttöä varten huoneeseen asennettaisiin videotykki ja valkokangas. Työskentelyä varten huoneeseen tulisi työpöytä tietokonetta varten. Tämän lisäksi huoneeseen sijoitettaisiin sohvaryhmä, joka toimisi elokuvien katselun lisäksi myös lukemisaikkana. Tällaiseen yhteiskäyttöön tarkoitetun huoneen valaistuksen tarkka suunnittelu on ensiarvoisen tärkeää, jotta tila saadaan toimimaan kumpaankin käyttötarkoitukseen. Alettaessa suunnittelemaan tämän huoneen valaistusta päätettiin käyttää suunnittelun apuna DIALux evoa, valaistuksen suunnitteluohjelmaa. Valaistuksen suunnittelussa lähdettiin liikkeelle siitä, että tilaan on suunniteltava oma valaistus työskentelyä ja oma valaistus elokuvien katselua varten, joiden lisäksi tilaan tarvitaan vielä yleisvalaistus.

5.5 Suunnittelu DIALux-evo 2 -ohjelmalla

DIALux evo 2:lla suunnittelu aloitettiin siirtämällä talon pohjakuva ohjelmaan. Seuraavaksi alettiin piirtää talon ulkoseiniä CADs-pohjapiirroksen avulla hyödyntämällä ohjelman renderöinti-työkalua. Siirretyn CADs-kuvan mittasuhteet eivät aluksi toimineet DIALuxissa, mikä aiheutti ongelmia talon piirtämiseen. DIALuxin mittasuhteen muuttaminen ei auttanut ongelmaan, vaan ulkoseinän pituudeksi tuli joko 2 metriä tai 200 metriä, kun todellisuudessa seinän pituuden olisi pitänyt olla noin 13 metriä. Ongelma saatiin ratkaistua

muuttamalla kuvan mittasuhdetta CADS-ohjelmassa. Useiden kokeilujen jälkeen kuva avautui oikean kokoisena myös DIALuxissa. Mittojen ollessa kunnossa päästiin jatkamaan talon seinien piirtämistä.

Vaikka tarkoituksena ei ollut kuin suunnitella työ- ja kotiteatterihuoneen valaistus, piirrettiin kuitenkin koko talon ulko- ja väliseinät valmiiksi, mikäli kokonaisvaltaisempaa suunnittelua kaivattaisiin myös jossain muussa tilassa. Seinien piirtäminen oli itsessään hyvin yksinkertaista - piti vain vetää viivoja talon pohjapiirroksen ulko- ja väliseinien mukaan. Talon pohjapiirroksen ollessa valmis voitiin keskittyä työ- ja kotiteatterihuoneen tarkempaan suunnitteluun.

Rakennuttajan toiveesta huoneen pintojen väreiksi valittiin tummia elokuvateatterityylisiä värejä, jotka sopivat hyvin kotiteatterikäyttöön. Työ- ja lukemiskäyttöön olisi toisaalta sopinut paremmin vaaleat, valoisammat värit. Niinpä työskentelykäyttöön oli suunniteltava riittävän tehokas yleis- ja työvalaistus, jotta työskentely ja lukeminen huoneessa olisi miellyttävää.

Seuraavaksi sijoitettiin huoneeseen valaistuksen kannalta tärkeät huonekalut ja tarvikkeet, kuten valkokangas, työpöytä ja sohvaryhmä. Kotiteatterikäyttöä varten valittiin huoneeseen neljä kappaletta seinään asennettavia LAMP lightning NIC 105 -valaisimia, jotka heijastavat epäsuoraa valoa ylös- ja alaspäin. Valkokankaalta nähdessä sivuseinille asennettavilla epäsuorilla valoilla huoneeseen saadaan lisää elokuvateatterinomaista tunnelmaa ja estetään valojen haittaava heijastuminen valkokankaalle. Työskentelyä ja yleisvalaistusta varten valittiin huoneeseen neljä kappaletta kattoon asennettavia yhdellä loisteputkella varustettuja StarA Sharp Uno -loisteputkivalaisimia. Näiden lisäksi työpöydän ja sohvaryhmän yläpuolelle seinälle tulee vielä kahdella loisteputkella varustetut StarA Sharp Wall -loisteputkivalaisimet. Työpöydän ja sohvaryhmän valaisimien yläosa on varustettu lasilevyllä, jonka läpi valo pääsee heijastumaan. Tämä kyseinen ominaisuus on sitä varten, että valaisimia voidaan käyttää valaistuinä hyllyinä, joissa voidaan säilyttää esimerkiksi valokuvia ja koriste-esineitä.

Kun valaisimet oli valittu ja sijoitettu paikoilleen, valittiin lamput valaisimia

varten. Kotiteatterivalaistusta varten valittuihin seinävalaisimiin ei tarvinnut vaihtaa lampuja, vaan niissä valmiina olevat 50 W:n halogeenilamput kävivät hyvin myös tähän käyttötarkoitukseen. Työskentely- ja lukemiskäyttöön valittuihin loisteputkivalaisimiin haluttiin vaihtaa toisen tyyppiset hieman viileämmällä värilämpötilalla ja paremmalla Ra-indeksillä varustetut loisteputket. Kattoon asennattaviin StarA Sharp uno -valaisimiin valittiin Osramin HO 54 W/940 –loisteputket, joiden värilämpötila on 4000 K ja Ra-indeksi 90. Seinään asennettaviin StarA Sharp Wall valaisimiin valittiin Osramin L 36 W/940 – loisteputket, joiden valovirta on 2800 lm, värilämpötila 4000 K ja Ra-indeksi 90.

Seuraavaksi suoritettiin ohjelmalla valaistusvoimakkuuden laskenta. Ohjelma mittaa automaattisesti lattiapintojen valaistusvoimakkuuden, mutta valkokangasta, sohvaryhmää ja työpöytää varten oli tehtävä erilliset mittauspisteet. Laskennan tulokset olivat hyvät ja tavoitteiden mukaiset. Myös valaisimien sijoituspaikat olivat onnistuneet hyvin, eikä valaisimia tarvinnut siirtää. Valaistuksen ohjaukset suunniteltiin siten, että kotiteatterikäyttöä varten valittujen seinävalaisimien ohjaus toteutetaan himmentimellä, jotta valoja voidaan säätää tarpeen mukaan. Sohvan ja työpöydän yläpuolelle asennettavien loisteputkivalaisimien ohjaus toteutetaan kaksiosaisella kytkimellä siten, että valoja voidaan käyttää myös erikseen. Kattoon asennettavat loisteputkivalaisimet saa kaikki syttymään samalla kytkimellä.



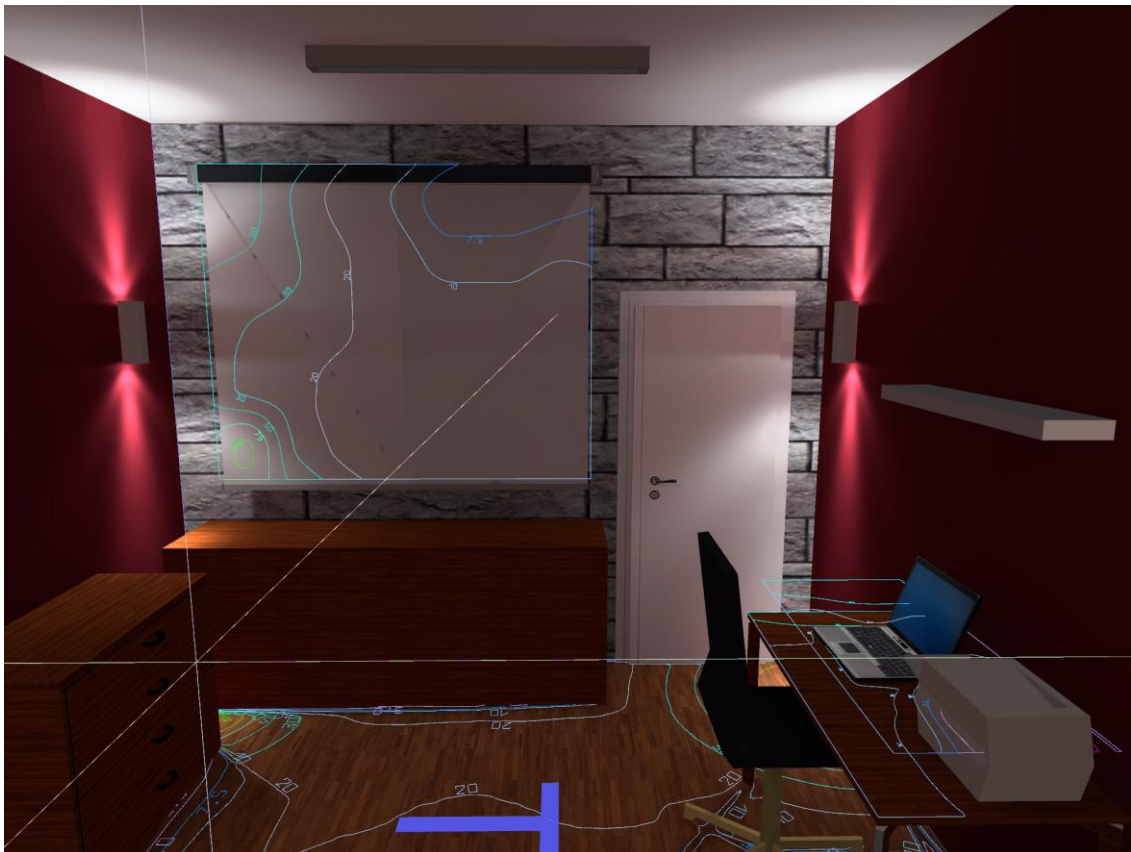
Kuva 3. Työpöydän valon voimakkuus

Työpöydän pinnan valon voimakkuudeksi saatiin noin 1000 lx, joka näkyy kuvassa 3 työpöydän pinnassa näkyvinä valkoisina viivoina. Valon voimakkuus sopii lukemisen lisäksi myös tarkkuutta vaativien töiden tekoon. Valaistustilanteessa käytössä on kattoon asennetut 54 W:n loisteputkivalaisimet ja pöydän yläpuolelle seinään asennettu 36 W loisteputkivalaisin.



Kuva 4. Sohvaryhmän valon voimakkuus

Sohvaryhmän valon voimakkuudeksi saatiin noin 750 lx, kuvassa 4 sohvalla näkyvä keltainen suorakaiteen muotoinen alue. Valon voimakkuus sopii hyvin suunniteltuun käyttötarkoitukseen, eli lukemiseen. Valaistustilanteessa käytössä ovat kattoon asennetut 54 W:n loisteputkivalaisimet ja sohvaryhmän yläpuolelle seinään asennettu 36 W loisteputkivalaisin.



Kuva 5. Kotiteatterivalaistus. Huoneen koko 14.1 m².

Kuvassa 5 on kuvattuna kotiteatterivalaistus, jolloin päällä ovat vain seinään asennetut 50 W:n halogeenilamput. Kuvan valkokankaalla näkyvistä vaaleista viivoista näkee, että valaistus aiheuttaa vain vähän heijastusta valkokankaalle keskimäärin valaistusvoimakkuus on noin 50 lx. Valaistustilanteen epäsuora valaistus sopii hyvin elokuvien katselemiseen ja on miellyttävä silmille.

6 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelu aloitettiin pitämällä palaveri rakennuttajan kanssa, jossa käytiin läpi hänen ideoitaan ja toiveitaan sähköistyksen osalta. Rakennuttajalla oli valmiina tulostetut pohjakuvat, joiden avulla käytiin läpi eri sähköpisteiden sijoittelua.

Suunnittelua päästiin tekemään melko vapaasti ja olikin sovittu, että suunnittelun edetessä pidetään palavereja, joissa käydään yhdessä läpi sähkösuunnitelmaa. Suunnittelun aloitettiin miettimillä, mitä mihinkin tilaan tarvitaan ja siitä, mitä laitteita tilaan sijoitetaan.

6.1 Pääkeskus

Pääkeskus sijoitettiin talon tekniseen tilaan, johon se asennetaan pinta-asennuksena seinään. Pääkeskukseksi valittiin UTU:n Boxer 3836J2T. Keskus on mitoiltaan 1400 mm korkea ja 500 mm leveä ja sen suojausluokka on IP30, joka on kyseiseen tilaan riittävä.

Taloon ei asenneta pääkeskuksen lisäksi muita keskuksia, joten kaikki talon sähkö tulevat tämän keskuksen kautta. Pääkeskuksen kokoonpanokuva on liitteessä 7. Ryhmien sijoittelu on liitteissä 8 ja 9.

6.2 Pistorasiat

Pistorasioiden sijoittelu aloitettiin sijoittamalla ensin paikoilleen kaikkien kiinteiden kodinkoneiden pistorasiat, kuten jääkaapin, pakastimen, pesukoneen, astianpesukoneen ja keskuspölynimurin. Tämän jälkeen aloitettiin eri tilojen pistorasioiden sijoittelu, tässä lähdettiin liikkeelle siitä, että kaikissa tiloissa olisi tarpeeseen nähden riittävä määrä pistorasioita ja rasiat olisivat sellaisilla paikoilla, että niitä olisi kätevä käyttää. Sisätilojen pistorasioiden sijoittelun

jälkeen sijoitettiin paikoilleen vielä parvekkeiden pistorasiat. Kun kaikki pistorasiat oli sijoitettu paikoilleen, aloitettiin rasioiden johdotusten piirtäminen. Pistorasioiden ryhmitystä suunniteltiin koko sijoittelun ajan, niinpä rasioiden johdotus ja ryhmittely sujuivat melko nopeasti. Pistorasioiden sijoittelun yhteydessä sijoitettiin paikoilleen myös kiukaan, maalämpöpumpun ja sähkölieden jakorasiat. (Liitteet 5 ja 6.)

Kohteen kaikki pistorasiat kytketään vikavirtasuojien taakse, lukuun ottamatta joitain pistorasioita, jotka on tarkoitettu vain jonkun tietyn kiinteän laitteen sähköistykseen ja jotka voidaan määräystenkin mukaan jättää pois vikavirtasuojauksen piiristä. Pistorasioiden lisäksi myös pesu- ja ulkotiloihin sijoitettavat valaisimet tulee vikavirtasuojata. (15.)

6.3 Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapelointijärjestelmää varten tekniseen tilaan sijoitettiin UTU:n data-asennuskotelo. Data-asennuskotelo sisältää tähtipisteen antennikytkentöjä varten ja RJ45 -liittimet internetkytkentöjä varten. Yleiskaapelointijärjestelmän suunnittelussa lähdettiin liikkeelle siitä, että mietittiin, mihin tiloihin tarvittaisiin antenni- ja internetpisteitä. Antenni- ja RJ-rasioita sijoitettiin kaikkiin makuuhuoneisiin sekä olohuoneeseen ja aulaan. RJ-rasioiden kaapelointiin valittiin 4-parinen UC 400 4p cat 6 kaapeli. Talon katolle tullaan asentamaan oma antenni, antennilaitteiden kaapelointiin valittiin TELLU 13 kaapeli. (Liitteet 5 ja 6.)

6.4 Erikoisuudet

Talon sähköasennusten osalta pyrittiin kohteessa pysymään melko tavanomaisissa ratkaisuissa, joukkoon kuitenkin mahtui myös joitain hieman erikoisempia ratkaisuja.

Keittiön työtasojen valaistukseen valittiin muuntajalla varustettu 12 V DC -

jännitteellä toimiva LED-valonauha, joka kiinnitetään yläkaappien alapintaan liimaamalla. Nauha on vakiona 5 metriä pitkä, mutta se voidaan leikata haluttuun mittaan, ja siihen voidaan tehdä liitoksia paketin mukana tulevien liittimien avulla. (Liite 5.)

Keittiösaarekkeeseen sijoitettiin tasoon upotettava pistorasia, pistorasiaa varten saarekkeen tasonpintaan tehdään reikä johon pistorasia asennetaan. Pistorasia vaatii alapuolelleen riittävästi tilaa, jotta se mahtuu uppoamaan tason sisään. Rasiaa varten täytyy tason alapuolelle asentaa erillinen pistorasia, sillä tasosta nouseva pistorasia toimii pistotulppaliitännällä. (Liite 5.)

Saunan valaistus toteutettiin kuituvalaistuksella, joka ei enää nykyään ole niin hirveän erikoinen valinta, mutta kuitenkin hieman tavanomaisesta poikkeava. Valokuidut asennetaan saunan kattoon antamaan valoa ja valon lähteenä toimiva projektori sijoitetaan pukuhuoneen puolelle kuivaan tilaan. (Liite 5.)

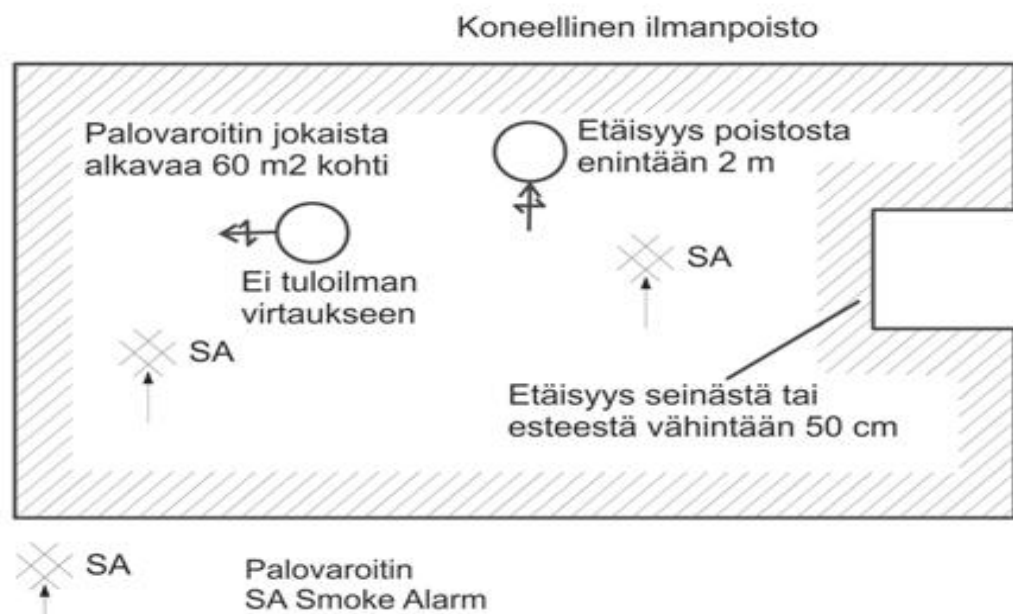
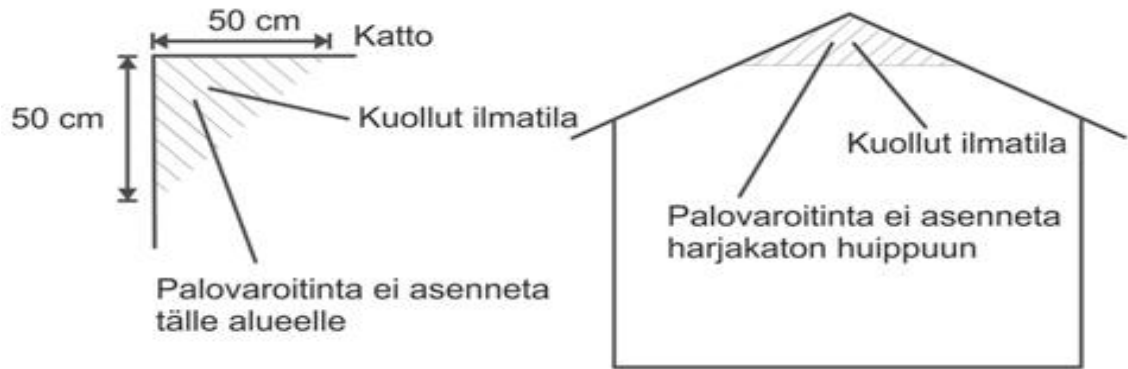
7 Palovaroitinjärjestelmä

Määräysten mukaan uusin asuntoihin tulee asentaa sähköverkkoon kytkettävät palovaroittimet, mikäli rakennus on kytketty sähköverkkoon. Automaattista palonilmoitusjärjestelmää ei kuitenkaan määräyksissäkään vaadita vaan pelkät palovaroittimet riittävät. (16;17.)

Varoittimen toiminta tulee olla varmistettu sähkökatkojen osalta joko paristolla tai akulla. Palovaroittimia tulee olla yksi jokaista alkavaa 60 m² kohden. Lisäksi jokaisessa kerroksessa tai tasossa sekä niihin liittyvissä ullakko- ja kellaritiloissa täytyy olla vähintään yksi palovaroitin. (16;17.)

7.1 Palovaroittimien sijoittelu

Palovaroittimet tulee sijoitella niin, että hälytysääni kuuluu asunnon kaikkiin tiloihin, joissa normaalisti oleskellaan, erityisesti makuuhuoneisiin. Kulkuväylien lisäksi suositellaan, että palovaroitin asennetaan jokaiseen makuuhuoneeseen. Palovaroittimet on sijoitettava niin, että ne havaitsevat alkavan palon mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Palovaroittimien määrään ja sijoitteluun vaikuttavat myös tilojen muoto sekä tilat, joissa palon syttymisen riski on normaalia suurempi. Palovaroittimien sijoittelussa tulee ottaa huomioon ilman liikkumiseen liittyvät tekijät. Kuvassa 6 on esimerkkejä palovaroittimien sijoittelussa huomioon otettavista asioista. (16;17.)



Kuva 6. Ohjeita palovaroitinten sijoitteluun (18, s.218)

Palovaroitimet tulee sijoittaa 50 cm:n päähän seinistä, nurkista ja kattopalkeista niiden muodostaman kuolleen ilmatilan takia, joka hidastaa palokaasujen pääsyä varoittimeen ja näin hidastaa varoitin toimintaa. Samasta syystä palovaroitinta ei tule sijoittaa myöskään harjakaton yläosaan. Varoitin sijoittelussa tulee ottaa huomioon myös ilmanvaihdon tulojen ja poistojen sijainnit, sekä tuuletusikkunat. Etäisyys näihin tulee olla vähintään kaksi metriä. Yleensä palovaroitimet kannattaa sijoittaa kattoon keskelle huonetta, paikkaan, johon palokaasut pääsevät leviämään vapaasti. Palovaroitin asennuksessa tulee lisäksi noudattaa varoitin valmistajan antamia ohjeita. (16;17)

7.2 Palovaroitintyytit

Yleisimmät kodeissa käytettävät palovaroittimet ovat tyypiltään joko optisia tai ionisoivia palovaroittimia. Sekä ionisoivan että optisen palovaroittimen toiminta perustuu savun havaitsemiseen, mutta ne kuitenkin havaitsevat savun eri tekniikalla, josta on tarkemmin seuraavissa kappaleissa.

Savun havaitsemiseen perustuvien laitteiden lisäksi käytetään myös lämpö- ja häikävaroittimia antamaan lisäturvaa. Lämpö- tai häikävaroittimia ei kuitenkaan voida käyttää ainoana keinona toteuttaa palovalvontaa, vaan niiden lisäksi on käytettävä edellä mainittuja savun havaitsemiseen perustuvia optisia tai ionisoivia varoittimia. Vaikka palovalvonta voidaankin toteuttaa käyttämällä ainoastaan savun havaitsemiseen perustuvaa varoitinta, on silti suositeltavaa käyttää sen lisäksi myös lämpö- tai häikävaroitinta. Markkinoilla on myös yhdistelmävaroittimia, joissa on yhdistetty useita eri toimintoja.

7.2.1 Ionisoiva palovaroitin

Ionisoivan palovaroittimen toiminta perustuu kahteen mittauskammioon. Kammioiden ilma on ionisoitu radioaktiivisen aineen avulla ja saatu näin johtamaan sähköä. Kammiot on kytketty sarjaan, ja ne muodostavat jännitejakajan. Normaaliolosuhteissa molemmissa kammioissa on samansuuruinen sähkövirta. Kammioista ulommainen on avoin, ja savuhiukkaset pääsevät helposti sisään kammioon. Savun päästessä sisään kammioon kasvaa kammion sisäisen ilman resistanssi, ja kammion virta pienenee. Sisempi kammio on taas eristetty niin, että savu ei pääse vaikuttamaan siihen ja sen sisällä virta pysyy muuttumattomana. Kun kammioiden välinen virtaero nousee säädettyyn raja-arvoon, palovaroitin antaa hälytyksen. Ionisoiva palovaroitin sisältää pienen määrän radioaktiivista americium 241 -ainetta. Ionisoiva palovaroitin ei aiheuta säteilyvaaraa. (18, s.83– 84.)

Ionisoiva palovaroitin havaitsee parhaiten nopeasti etenevän vain vähän savua aiheuttavan palon. Näin ollen se sopii hyvin asennettavaksi makuuhuoneisiin ja oleskelutiloihin sekä tiloihin, joissa on helposti syttyviä materiaaleja.

7.2.2 Optinen palovaroitin

Optinen palovaroitin havaitsee parhaiten kytemällä syttyvät palot, jotka muodostavat runsaasti savua, ja näin ollen se sopii hyvin asennettavaksi kulkuväylille ja oleskelutiloihin sekä tiloihin joissa on materiaaleja, jotka muodostavat runsaasti savua syttyessään. Optisia palovaroittimia on kahta eri tyyppiä: heijastukseen ja vaimennukseen perustuvia. Näistä nykyään yleisempi on heijastukseen perustuva palovaroitin. (18, s.84–86.)

Heijastukseen perustuvassa varoittimessa on mittakammio, jonka sisällä on valonlähde. Se voi olla esimerkiksi LED-lähetin ja valovastaanotin valodiodi. Normaaliolosuhteissa valovastaanotin ei havaitse valonlähdettä, savun päästessä sisään kammioon savuhiukkaset heijastavat valonsäteitä niin, että valovastaanotin havaitsee valonsäteet. Savuntiheyden noustessa myös valon heijastus voimistuu ja saavuttaa säädetyt raja-arvon, jolloin palovaroitin antaa hälytyksen. (18, s.84–85.)

Vaimenemiseen perustuvassa varoittimessa on myös mittakammio, jonka sisällä on valonlähde ja valon vastaanotin. Normaaliolosuhteissa valonvastaanotin havaitsee valonsäteet esteettömästi. Savun päästessä sisään kammioon valonsäteet vaimenevat. Vaimennuksen ollessa tarpeeksi voimakas antaa palovaroitin hälytyksen. Vaimenemiseen perustuvan varoittimen käyttö on nykyään vähentynyt sen häiriöherkkyyden takia, sillä esimerkiksi pöly aiheuttaa helposti turhia hälytyksiä tämän tyyppisissä varoittimissa. (18, s.85–86.)

7.2.3 Lämpövaroitin

Lämpövaroitin on laite, jonka toiminta perustuu tulipalon synnyttämään lämpöön. Lämpövaroittimia voidaan asentaa myös tiloihin, joissa esiintyy runsaasti savua, käryä tai höyryä. (18, s.127.)

Yleisin kotioloihin asennettava lämpövaroitin on tyypiltään maksimaali-ilmaisin. Nykyään maksimaali-ilmaisimet ovat usein tyypiltään elektronisia varoittimia, joissa lämpötila-anturi mittaa varoitinta ympäröivän ilman lämpötilaa. Kun tulipalotilanteessa varoitinta ympäröivän ilman lämpötila nousee yli säädetyn raja-arvon, antaa lämpövaroitin hälytyksen. Tämän lisäksi markkinoilta löytyy myös lämpövaroittimia, jotka reagoivat lämpötilan muutosnopeuteen. Lämpövaroitin sopii asennettavaksi keittiöihin, kodinhoitohuoneisiin ja tiloihin, joissa on tulisija.

7.2.4 Häkä- eli hiilimonoksidivaroitin

Häkä CO₂ on mauton, väritön ja hajuton kaasu, jota syntyy niukkahappisen epätäydellisen palamisen johdosta. Häkää ei voi havaita ihmisen aistein, mutta se on suurina pitoisuuksina hengenvaarallista. Häkämyrkytys heikentää elimistön kykyä kuljettaa happea ja aiheuttaa näin hapenpuutteen. Tarpeeksi pitkään jatkuessaan häkämyrkytys aiheuttaa tukehtumisen. (19.)

Häkävaroitin mittaa tilan häkäpitoisuutta. Tilan häkäpitoisuuden noustessa yli säädetyn raja-arvon varoitin antaa hälytyksen. Markkinoilla on myös häkävaroittimia, jotka ovat varustettu näytöllä, josta pystyy seuraamaan häkäpitoisuutta. Kodissa tulipalon lisäksi liian aikaisin suljettu tulisijan pelti tai poistoimurin aikaansaama alipaine voivat aiheuttaa häkämyrkytyksen vaaran. Häkävaroitin on hyvä asentaa tiloihin, joissa on jonkinlainen tulisija.

7.3 Palovaroitinjärjestelmän suunnittelu

Palovaroitinjärjestelmän suunnittelu toteutettiin Cads planner -suunnitteluohjelmalla (liitteet 10 ja 11). Suunnittelu aloitettiin pohtimalla tiloja ja paikkoja, joihin varoittimet tulisi asentaa. Kohteeseen ei ollut vielä tehty ilmastointisuunnittelua, joten suunnittelua tehdessä ei voitu ottaa huomioon ilmastoinnin tulojen ja poistojen sijoittelua, minkä vuoksi joidenkin palovaroittimien sijoituspaikkoja voidaan joutua vielä siirtämään ilmastointisuunnitelman valmistuttua.

Palovaroittimien kytkentää pohdittaessa päädyttiin ratkaisuun, jossa ylä- ja alakerran palovaroittimet kytketään kummatkin omaan erilliseen hälytyssilmukkaansa. Tällöin on helpompi havaita, missä kerroksessa mahdollinen tulipalo on. Hälytyssilmukalla tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että kun yksi silmukkaan kuuluva varoitin havaitsee palon ja alkaa hälyttää, alkavat myös muut kyseiseen silmukkaan kuuluvat varoittimet hälyttää. Molemmat hälytinsilmukat kytketään pääkeskuksella omaan 230 V:lla vikavirtasuojattuun ryhmään. Varatehon lähteinä varoittimissa toimii kymmenen vuoden paristo. Olohuoneeseen asennettava häkävaroitin toimii itsenäisenä, eikä sitä kytketä sähköverkkoon vaan sen päätehonlähteenä toimii paristo.

Sähköverkkoon kytkettävää palovaroitinta ei luokitella turvajärjestelmäksi, joten sen kaapelointiin voidaan käyttää tavallista MMJ kaapelia (20).

Kohteen palovaroittimiksi valittiin 230 V Kidde firex-sarjan palovaroittimet. Kidde firex-sarjaan kuuluvat optinen, ionisoiva ja lämpövaroitin. Häkävaroitimeksi valittiin Kidden paristokäyttöinen digitaalisella näytöllä varustettu häkävaroitin.

7.3.1 Tekninen tila

Tekniseen tilaan sijoitettiin palovaroitin, koska se on oma erillinen tilansa, johon ei ole käyntiä sisäkautta, mikä hidastaa mahdollisen tulipalon havaitsemista. Tila

ei itsessään sisällä helposti syttyviä materiaaleja, mutta tilassa on sähkölaitteita, jotka voivat aiheuttaa tulipalovaaran.

Varoittimeksi tilaan valittiin optinen palovaroitin, koska tilassa mahdollisesti syttyvät tulipalot ovat todennäköisesti kytemällä syttyviä sähköpaloja. (Liite 10.)

7.3.2 Eteinen ja porrastasanne

Eteiseen ja porrastasanteelle sijoitettiin palovaroittimet, koska ne toimivat talon poistumisreitteinä ja näin ollen on tärkeää, että näistä tiloista saadaan hälytys mahdollisimman nopeasti tulipalon syttymisen jälkeen.

Palovaroittimeksi näihin tiloihin sopii optinen palovaroitin, joka havaitsee nopeasti myös muista tiloista leijuvan savun. (Liitteet 10 ja 11.)

7.3.3 Keittiö

Keittiöön valittiin savun havaitsemiseen perustuvan palovaroittimen sijasta lämpövaroitin.

Savun havaitsemiseen perustuvat palovaroittimet soveltuvat huonosti keittiöön asennettaviksi, koska ne aiheuttavat siellä turhia virrehälytyksiä ruuanlaitosta aiheutuvan savun ja muiden höyryjen johdosta. (Liite 10.)

7.3.4 Olohuone ja ruokailutila

Ruokailutilan ja olohuoneen väliin valittiin optinen palovaroitin, koska se ei reagoi herkästi olohuoneen takasta tai keittiöstä tuleviin vähäisiin savumääriin. Olohuone sisältää materiaaleja, jotka muodostavat syttyessään runsaasti savua, joten optinen palovaroitin on hyvä valinta.

Olohuone ja ruokailutila ovat molemmat tiloja, joissa poltetaan kynttilöitä, joten ne on hyvä varustaa palovaroittimella. Olohuoneeseen valittiin lisäturvaksi häikävaroitin, koska tilassa on takka. Häikävaroitin asennetaan takan vastapäätä olevalle seinälle kahden metrin korkeuteen. (Liite 10.)

7.3.5 Makuuhuoneet

Makuuhuoneisiin valittiin ionisoivat palovaroittimet, koska huoneissa on runsaasti helposti syttyviä materiaaleja, jotka palavat liekehtimällä.

Makuuhuone on hyvä paikka palovaroittimelle, koska se herättää nukkuvat ihmiset ja näin nopeuttaa tulipaloon reagoimista ja palosta pelastautumista. (Liitteet 10 ja 11.)

7.3.6 Saunatupa

Saunatupaan sijoitettiin palovaroitin, sillä se on muista tiloista erillään oleva tila, mikä hidastaa syttyneen tulipalon havaitsemista.

Palovaroittimeksi tilaan valittiin optinen palovaroitin, koska se ei reagoi turhan herkästi tilassa esiintyvään kosteuteen ja lämpöön. (Liite 10.)

7.3.7 Aula

Aulaan sijoitettiin palovaroitin lähelle olohuoneen avonaista tilaa, jolloin palovaroitin havaitsee sekä aulassa että olohuoneessa syttyneet tulipalot.

Palovaroittimeksi valittiin optinen palovaroitin, jotta olohuoneessa sijaitseva takka ei aiheuttaisi turhia hälytyksiä. (Liite 11.)

8 Yhteenveto ja pohdinta

Työn tarkoituksena oli suunnitella omakotitalon sähköistys asiakasnäkökulma huomioiden. Ennen tätä työtä minulla oli vain vähän kokemusta sähkösuunnittelusta ja suunnitteluun käytettävistä ohjelmista. Työn edetessä sain paljon uutta tietoa suunnittelusta ja opin käyttämään suunnitteluohjelmia paljon paremmin ja tehokkaammin kuin aikaisemmin. Suunnittelu oli melko mielenkiintoista ja tarjosi paljon haasteita. Työn edetessä opin paljon uusia asioita energiatehokkuudesta, lämmitysjärjestelmistä, lämpöpumpuista, valaistuksesta ja palovaroittimista.

Sähkösuunnitelmasta tuli mielestäni hyvä, toimiva ja asiakkaan toiveiden mukainen. Energiatehokkuuteen päästiin valaistuksen osalta käyttämällä tilojen yleisvalaistukseen LED-valaisimia. Olisi ollut hienoa nähdä tekemäni sähkösuunnitelma käytössä käytännössä, mutta kyseisen talon rakennusprojekti on tällä hetkellä pysähtynyt, eikä ole varmaa, tullaanko ainakaan tätä taloa rakentamaan koskaan. Rakennusprojektin keskeytyminen vaikutti osaltaan työn tekemiseen, sillä käytössäni oli vain ne kuvat ja tiedot, jotka olin saanut rakennuttajalta suunnittelun alkaessa.

Uskon, että tämän työn tekemisestä oli minulle itselleni todella paljon hyötyä ja voin varmasti jatkossa hyödyntää työstä saamaani kokemusta erilaisten projektien suunnittelussa ja toteutuksessa.

Kuvat

Kuva 1 Maalämpöpumpun toimintaperiaate, s 11

Kuva 2 Tulikivi "Valkia" varaava takkauuni, s 14

Kuva 3 Työpöydän valon voimakkuus, s 25

Kuva 4 Sohvaryhmän valon voimakkuus, s 26

Kuva 5 Kotiteatterivalaistus, s 27

Kuva 6 Ohjeita palovaroitinten sijoitteluun, s 32

Taulukot

Taulukko 1 Tulikivi "Valkia" takkauunin lämmityksen kannalta oleelliset arvot, s 15

Taulukko 2 Värilämpötilat, s 17

Taulukko 3 Ra-indeksi, s 18

Taulukko 4 Valaistusvoimakkuuden suositukset, s 19

Lähteet

1. Motiva. Tehdään energiatehokas koti.

http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/miten_tehdaan_energiatehokas_koti Luettu 06.02.2013

2. Valtion ympäristöhallinto. Sinä vaikutat ilmastonmuutokseen.

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=61693> Luettu 06.02.2013

3. Motiva. Lämmöneristys.

http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/miten_tehdaan_energiatehokas_koti/lammoneristys Luettu 06.02.2013

4. Ympäristöministeriö 27.2.2013. Rakennuksen energiatodistus uudistuu.

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=142228&lan=fi> Luettu 14.03.2013

5. Virtuaali Ammattikorkeakoulu. Sähkölämmityksen peruskurssi (Pirkko Harsia).

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/0505015/1119948180490/1119952720312/1119957895471/1119957967792.html> Luettu 08.06.2013

6. Motiva. Lämpöä omasta maasta.

http://www.motiva.fi/files/6058/Lampoa_omasta_maasta.pdf Luettu 06.04.2013

7. Motiva. Maalämpöpumpun toimintaperiaate.

http://www.energiatehokaskoti.fi/files/345/textsize/Maalampopumpun_toimintaperiaate.jpg Luettu 06.04.2013

8. Senera Oy. Maalämpö

<http://www.senera.fi/maalampo>

Luettu 08.04.2013

9. Motiva. Hanki hallitusti maalämpöjärjestelmä

http://www.motiva.fi/files/4764/Hanki_hallitusti_maalampojarjestelma.pdf Luettu 09.04.2013

10. Adato, Motiva ja Työtehoseura. Rakentajan ratkaisut.

<http://www.tts.fi/kodinenergiaopas/lammitys/rakentaminen.htm> Luettu 06.02.2013

11. Tulikivi. VALKIA takkauuni.

http://www.tulikivi.fi/tuotteet/VALKIA_Takkauuni Luettu 06.04.2013

12. STEK. Kodinvalaistus.

<http://www.kodinvalaistus.fi/suunnittelu-hankinta-toteutus/>

Luettu 02.05.2013

13. STEK. Kodinvalaistus.

<http://www.kodinvalaistus.fi/valon-laatu/>

Luettu 28.05.2013

14. Helsingin Energia. Valaistus erilaisissa tiloissa.

http://www.helen.fi/energiansaasto/mittari_v.html

Luettu 28.05.2013

15. STEK. Vikavirtasuoja.

http://www.stek.fi/sahkon_kaytto_kotona/kodin_sahkoverkko/fi_FI/vikavirtasuoja

/ Luettu 09.06.2013

16. Finlex. Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090239> Luettu 29.03.2013

17. Sisäasiainministeriö/pelastusosasto 2013. Palovaroitin.

[http://www.pelastustoimi.fi/turvatietao/esta-palon-](http://www.pelastustoimi.fi/turvatietao/esta-palon-leviaminen/paloturvallisuuslaitteet/palovaroitin)

[leviaminen/paloturvallisuuslaitteet/palovaroitin](http://www.pelastustoimi.fi/turvatietao/esta-palon-leviaminen/paloturvallisuuslaitteet/palovaroitin) Luettu 29.03.2013

18. ST-käsikirja 10. 2002. Paloilmoitinjärjestelmät. Espoo: Sähkötieto ry.

19. Tukes. Häkävaroitin

<http://www.tukes.fi/fi/Kuluttajille/Koti-ja-kodin-tekniikka/Hakavaroitin/> Luettu

04.03.2013

20. Tukes, Karoliina Meurman. Sähköverkkoon kytkettyjen palovaroittimien ongelmia

http://www.tukes.fi/Tiedostot/pelastustoimen_laitteet/aineisto/Meurman_s%C3%A4hk%C3%B6verkkopalovaroittimet.pdf Luettu 09.06.2013

Julkisivut edestä ja takaa

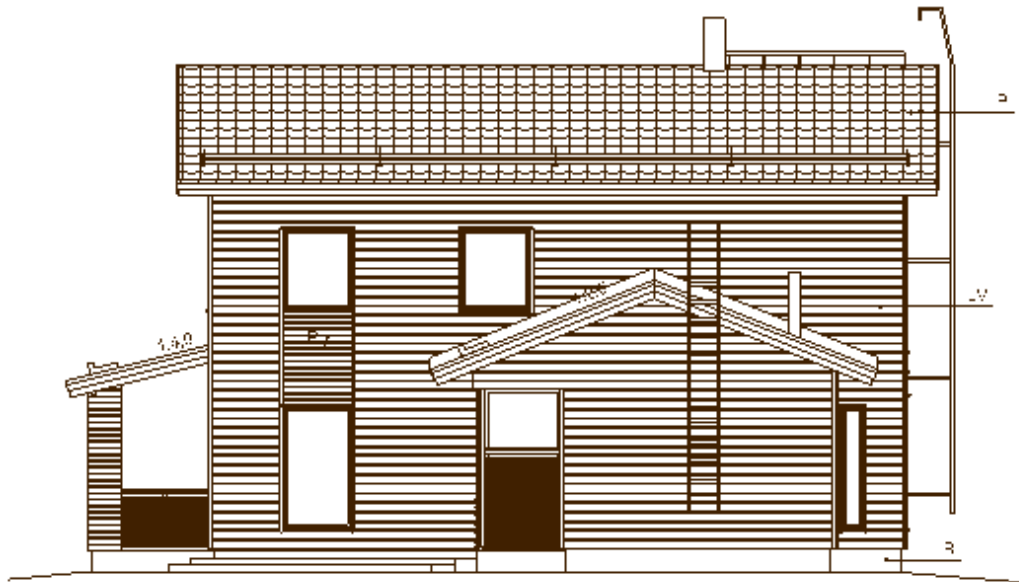


O - O



H - H

Julkisivut sivuilta



A - A



I - I

ENERGIATODISTUS

(Energiatodistusasetuksen 2012 mukaisesti)

Todistustunnus:
Rakennustunnus:

Valmistumisvuosi: ?

Rakennuksen käyttötarkoitus: **Pientalo**

Rakennuksen nimi ja osoite:

Vähän kuluttava	E-luokka
A	
B	
C Uudisrakennus 2012	C
D	
E	
F	
G	
Paljon kuluttava	

E-luku on **150**

Luokitteluselkikko: **Luokka 1, Erilliset pientalot**

E-luku perustuu rakennuksen laskennalliseen energiakulutukseen eri energiamuodoilla painotettuna. Toteutunut energiankulutus riippuu esimerkiksi käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista.

Todistuksen laatija:

Yritys:

Alekti-jotus:

Todistuksen laatimispäivä:

14.02.2013

Vilmeinen voimassaolopäivä:

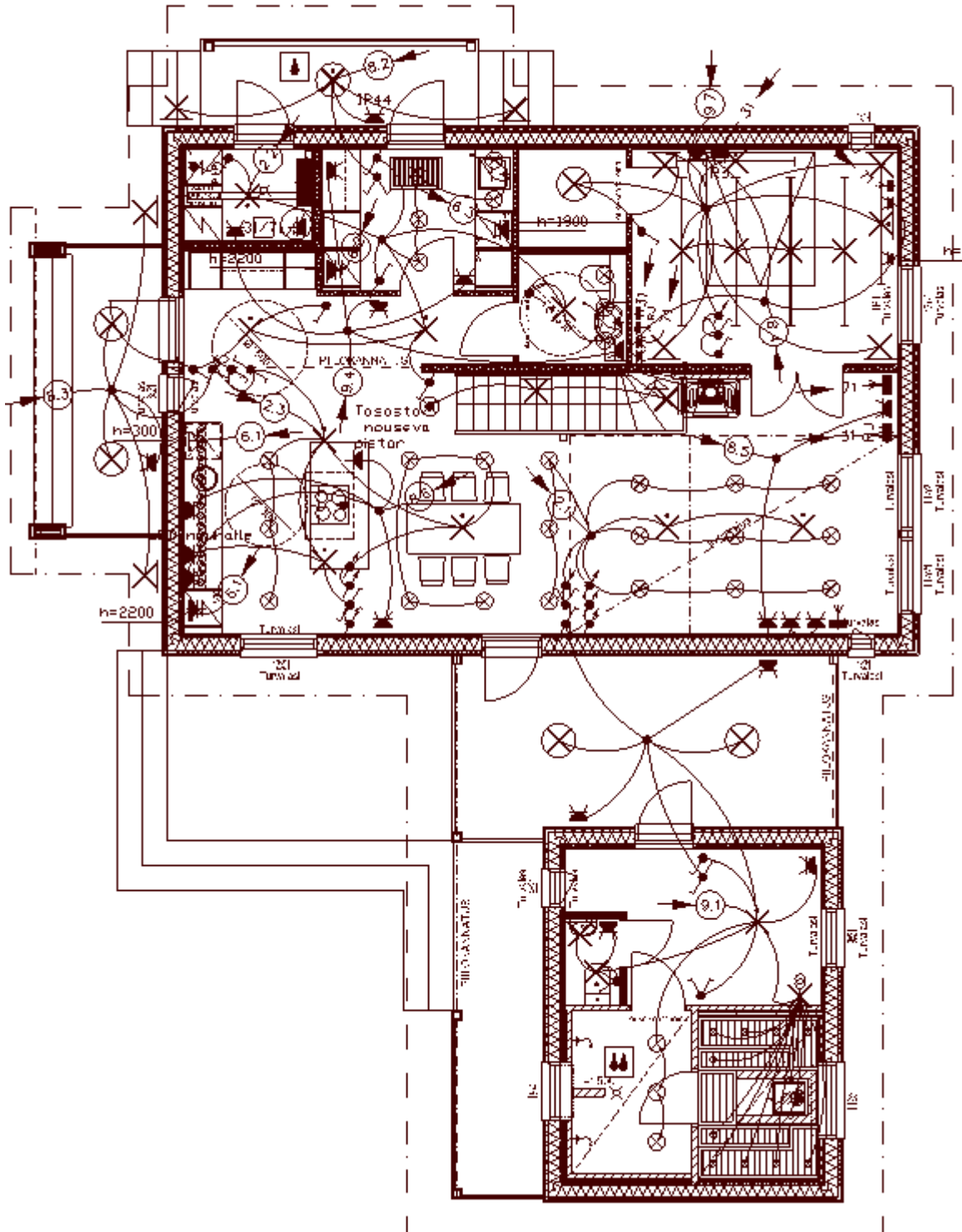
14.02.2023

Rakennuskohde	
Rakennuslupatunnus	
Rakennustyyppi	Pientalo
Pääsuunnittelija	
Tasauslaskelman tekijä	
Päiväys	14.02.2013
Tulos: Suunnitteluratkaisu	TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET

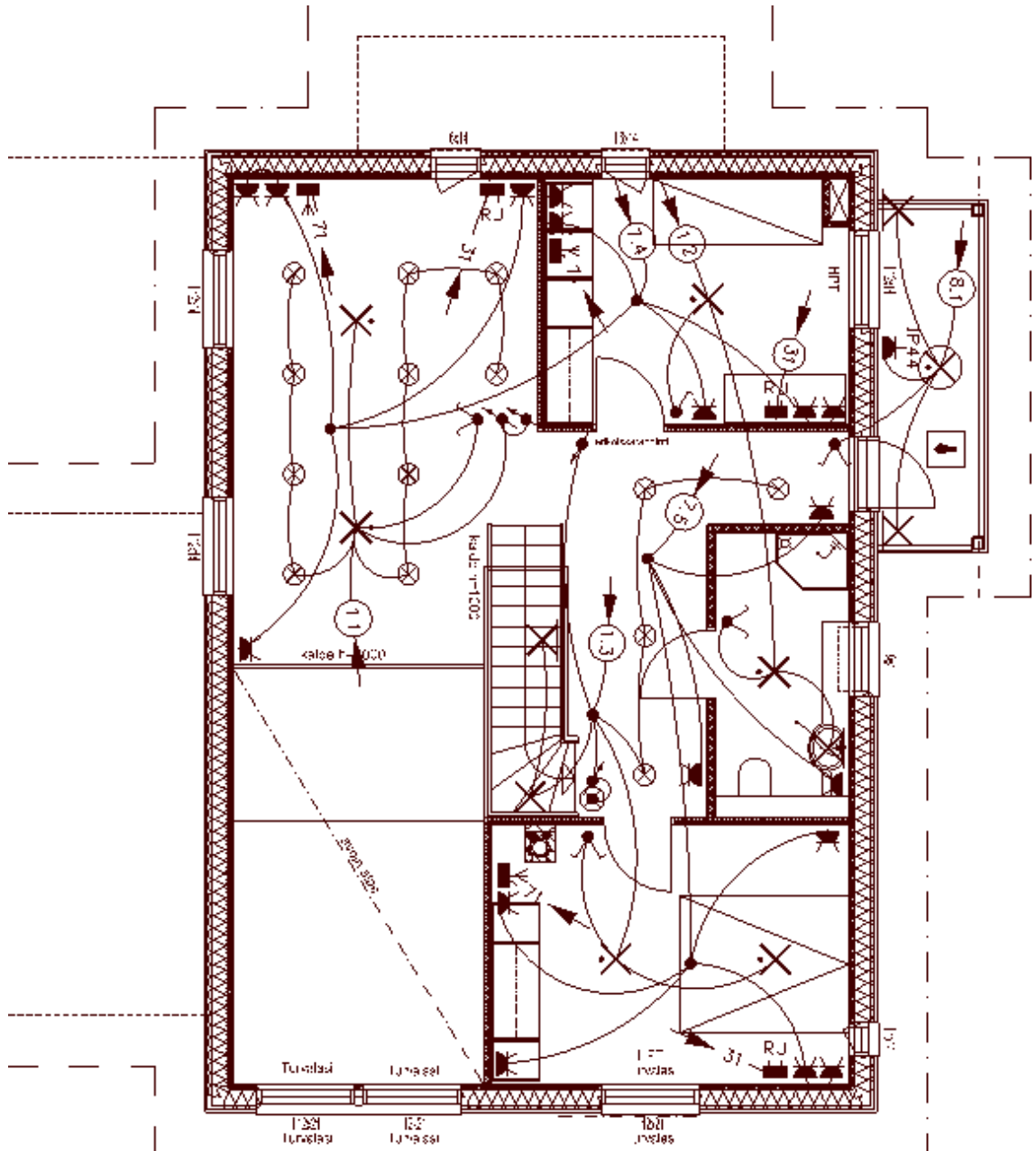
Rakennuksen laajuustiedot			Laskentatuloksia	
Rakennuslavuus	741	rak-m ²	- Julkisivujen pinta-ala on 254 m ²	
Maanpäälliset kerrostasosalat yhteensä	206.5	m ²	- Ikkunapinta-ala on 16 % maanpäällisestä kerrostasosalasta	
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	176.5	m ²	- Ikkunapinta-ala on 12 % julkisivujen pinta-alasta	
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0	m ²	- Lämpöeristys on 87 % vertailutasosta (lämpimät tilat)	
Rakennusluokka (1-9)	1		- Lämpöeristys on 0 % vertailutasosta (puoliämpimät tilat)	
Rakennuksen kerrosmäärä	2	kerrosta		

Perustiedot	Pinta-ala, m ² [A]		U-arvot, W/(m ² K) [U]			Lämpöeristysten laajuus Ominaislämpöeristys, W/K [Hjoht = A*U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
RAKENNUSOSAT							
Lämpimät tilat							
Ulkoseinä	220.03	218.40	0.17	0.60	0.15	37.40	32.76
Hirsiseinä	0.00	0.00	0.40	0.60	0.40	0.00	0.00
Yläpohja	107.00	107.00	0.09	0.60	0.08	9.63	8.56
Alapohja (ulkolimaan rajoittuva)		0.00	0.09	0.60	0.09	0.00	0.00
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)		0.00	0.17	0.60	0.16	0.00	0.00
Alapohja (maanvastainen) 2)		107.00	0.16	0.60	0.16	17.12	17.12
Muu maanvastainen rakennusosa 2)		0.00	0.16	0.60	0.16	0.00	0.00
Ikkunat	30.98	32.60	1.00	1.80	1.00	30.98	32.60
Ulkiovet ja tuuletusluukut 3)		12.70	1.00	-	1.00	12.70	12.70
Katkokkunat / -kuvut	0.00	0.00	1.00	1.80 / 2.00	1.00	0.00	0.00
Lämpimät tilat yhteensä	477.70	477.70				107.83	103.74
Puoliämpimät tilat tai määrätarkat rakennukset							
Ulkoseinät			0.26	0.60			
Hirsiseinä			0.60	0.60			
Yläpohja			0.14	0.60			
Alapohja (ulkolimaan rajoittuva)			0.14	0.60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)			0.26	0.60			
Alapohja (maanvastainen) 2)			0.24	0.60			
Muu maanvastainen rakennusosa 2)			0.24	0.60			
Ikkunat			1.40	2.80			
Ulkiovet ja tuuletusluukut 3)			1.40	-			
Katkokkunat / -kuvut			1.40	2.80			
Puoliämpimät tilat yhteensä							
VAIPAN ILMAVUODOT	Ilmanvuotoluku m ³ /(h m ²) [q50]		Vuotolimavirta, m ³ /s [qv,v = q50/24 x A/3600]		Ominaislämpöeristys, W/K [H vuotolima = 1200° q v,v]		
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Vuotolima							
Lämpimät tilat	2.0	2.00	0.0111	0.0111	13.27	13.27	
Puoliämpimät tilat	2.0						
ILMANVAIHTO	Poistolimavirta, m ³ /s [q v, p]		LTO:n vuocilyhyysuhde, % [na]		Ominaislämpöeristys, W/K [Hiv = 1200° q v,p * (1-na)]		
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Hallittu ilmanvaihto							
Lämpimät tilat		0.071	45	65.00	46.86	29.82	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta				0	0.00	0.00	
Puoliämpimät tilat			45				
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta				0			
Rakennuksen lämpöeristysten laajuus					Ominaislämpöeristys, W/K [H = H joht + H vuotolima + Hiv]		
					Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimien tilojen ominaislämpöeristys yhteensä					167.96	146.83	
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöeristys yhteensä							

Tasopiirustus sähkö-, antenni- ja datapisteet. Suunnittelija: Antti Ikonen
15.05.2013



Tasopiirustus sähkö-, antenni- ja datapisteet. Suunnittelija: Antti Ikonen
15.05.2013

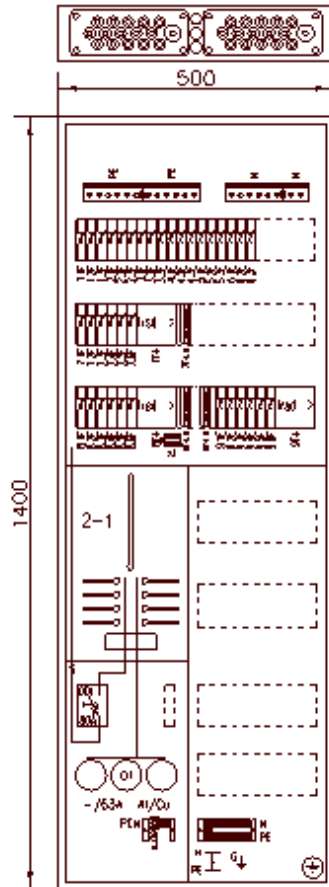




UTU OY
PL 20, 28401 ULVILA

Puh. 02-550 800
Fak: 02-550 8333
www.utu.eu

2 x MC-MULTIGATE 16
Ahtiol 3x20,5



Keskuksen syvyys 100 mm



MC-MULTIGATE 16
Ahtiol 1x48+1x23,5+3x37,5 mm

PAAKYTKIN EI KATKAISE
JÄNNITETTÄ MITTARILTA

EN 60 439-3	Sähkö n:o	3332010	Nimellinen lasoluskerroin	2--3 autom./vahe 0,8	
Malli	boxer 3836J2T			4--5 autom./vahe 0,7	
Pu / kW	Iu / A	Un / V	Pu / kW	6--9 autom./vahe 0,6	
Nimellisjännite	Un 400 V			Nimellisaajuus	50 Hz
Apuväriä nimellisjännite	- V			Suojus sähköiskulta	Suojamood ja kollektiiv
Nimelleerustysjännite	Un 400 V			Maadollusjärjestelmä	TN-S järjestelmä
Nimellisvirta, keuhus	Iu 50 A			Ympäristöolos	Normaalit
Nimellisvirta, piirit	Iu - A			EMC-käytöllympäristö	A ja B
Terminen rajoitus	Isc < 10 kA			Pano	- kg
Dynaaminen rajoitus	Iu - kA				

boxer

UTU OY
MADE IN FINLAND

Malli boxer 3836J2T

Iu 50 A Ew 60 439-3

Un 400 V P 50

F 50 Hz IuI n:o

Suunn. JK	Pvm 18.12.2012	KOKOONPANOKUVA	Lehti 1/3	Akkistoluutus
Tark.	Muutos	Keskustunnus	Fir. ito	
Hyr	Suhte 1:10 (A4)			3332010

3. NPE	KESKUS	NRO	NIMIYYS	A/A	KW	JOHDOTUS	
	MAANDOTUSKÄYTTÖ PUHTISTAMAHDOTUS AUT. LAITTEIDEN MAHD.						
	KESKUKSEN ULKOPUOLELLA						
	KESKUKSEN SÄIÖTÖY DSA	01	Talokappeli (Syvön liittimet AI 6-50 / Ou 1,5-35 }	/6,3			
				Ohjauksiivähtimet (22, 23, 32, 33)			
	1.1	Valastus aula	C10	NMUJ 3x1,5 S			
	1.2	Valastus mh, kph	C10	NMUJ 3x1,5 S			
	1.3	Valastus mh, parostasenne, parlool	C10	NMUJ 3x1,5 S			
	2.1	Olohuone, ruokakytia	C10	NMUJ 3x1,5 S			
	2.2	Valastus tekninen tila, kadinh, eteinen, wc	C10	NMUJ 3x1,5 S			
	2.3	Valastus keittiö, ruokakytia	C10	NMUJ 3x1,5 S			
	3.1	Liesi	C16				
	3.2	Liesi	C16	NMUJ 5x2,5 S			
	3.3	Liesi	C16				
	4.1	Kiuas	C16				
	4.2	Kiuas	C16	NMUJ 5x2,5 S			
	4.3	Kiuas	C16				
	5.1	Nostopömpö	C16				
	5.2	Nostopömpö	C16	NMUJ 6x2,5 S			
	5.3	Nostopömpö	C16				
	6.1	Jätköopp, oph	C16	NMUJ 3x2,5 S			
	6.2	Pakosin	C16				
	6.3	Pesuk, kulvausr	C16	NMUJ 3x2,5 S			
	7.1	Palovaraittmet akakerta	C10	NMUJ 3x1,5 N			
	7.2	Palovaraittmet jökarto	C10	NMUJ 3x1,5 N			
	7.3		C10				
	7.4	Pistorasiat mh, aula	C16	NMUJ 3x2,5 S			
	7.5	Pistorasiat mh, kph, parostasenne	C16	NMUJ 3x2,5 S			
	7.6		C16				
	8.1	Parveke yläkerta	C10	NMUJ 3x1,5 S			
	8.2	Parveke alakerta	C10	NMUJ 3x1,5 S			
	8.3	Kuisli	C10	NMUJ 3x1,5 S			
8.4	Pistorasiat mh	C16	NMUJ 3x2,5 S				
8.5	Pistorasiat olohuone	C16	NMUJ 3x2,5 S				
8.6	Pistorasiat keittiö	C16	NMUJ 3x2,5 S				

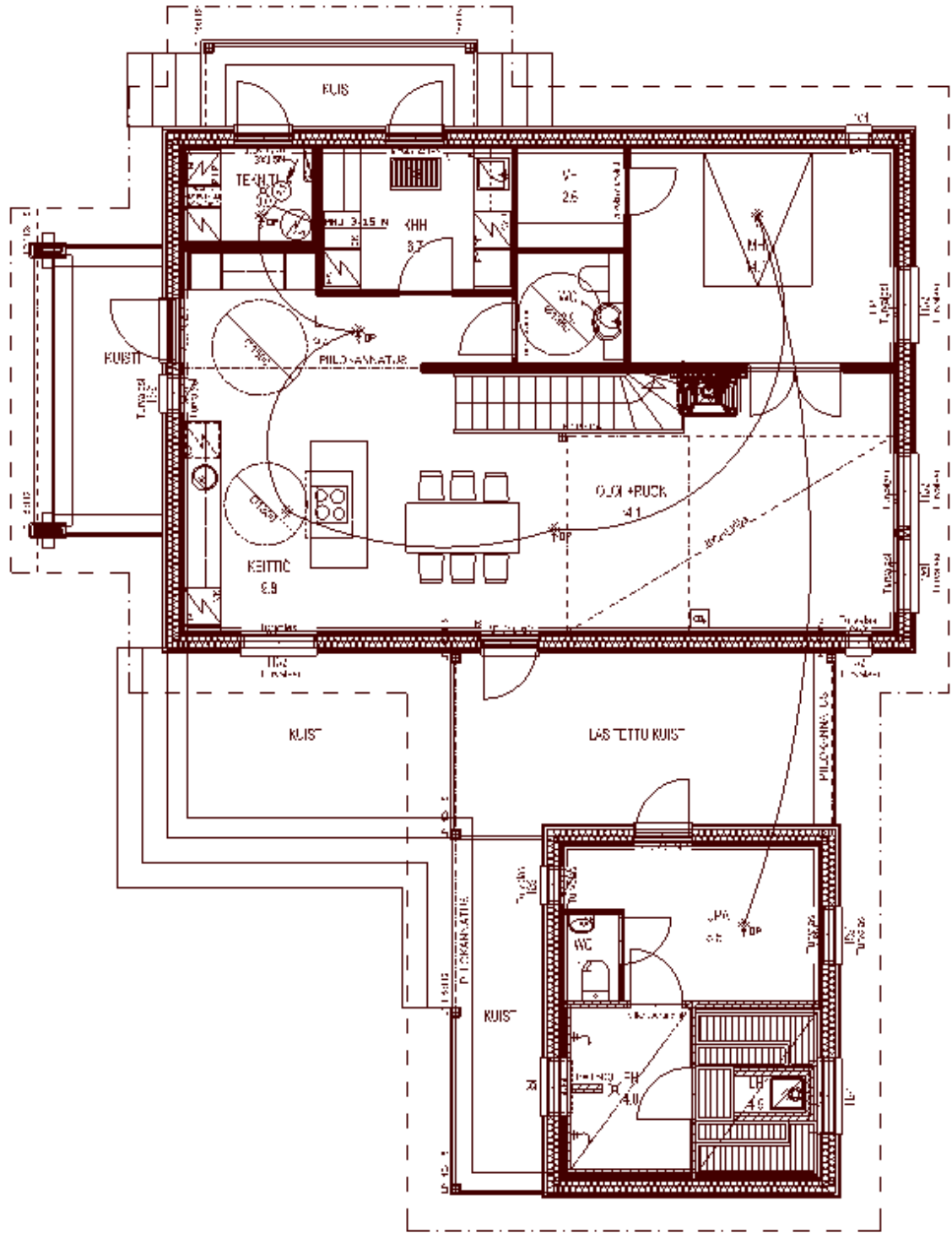
Suunn. JK	Pvm. 18.12.2012	PÄÄKAAVID	Lehti 2/3	Arkiolosumus
Tark.	Muutos	Keskuslumis	Pir. n:o	
Hyr.	Suhde			3332010

Liite 9

KESKUS	NRO	NIMITYS	A./A	kW	JOHDOTUS
	9.1	Sovintupa, pesuhuone, sauna	C10		MMJ 3x1,5 S
	9.2	Varaus valaisimel ulko, autotallas	C10		MMJ 3x1,5 S
	9.3		C10		
	9.4	Pistorasiat betnll, kodinh, eteinen, wc	C16		MMJ 3x2,5 S
	9.5	Varaus autokaloksen pistorasioille	C16		MMJ 3x2,5 S
	9.6		C16		
	9.7	Valaistus mh	C10		MMJ 3x1 5 S
	9.8		C10		
	9.9		C10		

Siuna JK	Pvm. 18.12.2012	PÄÄKAAVIO	Lehti 3/3	Arkkistotunnus
Tark.	Muutos	Reskustunnus	Par. n:o	
Hyy.	Suhde			3332010

Palvaroitinsuunnitelma, suunnittelija: Antti Ikonen 23.04.2013



Palvaroitinsuunnitelma, suunnittelija: Antti Ikonen 23.04.2013

