

Kimi Nygren

OMAKOTITALON SÄHKÖSANEERAUS JA
LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTA

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2012

OMAKOTITALON SÄHKÖSANEERAUS JA LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

Nygren, Kimi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2012
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri
Sivumäärä: 45
Liitteitä: 7

Asiasanat: sähkösaneraus, lämmitysjärjestelmä, omakotitalo, sähköasennus

Opinnäytetyön aiheena oli vanhan omakotitalon sähköjen uusiminen, sekä suunnitella talolle sopiva lämmitysjärjestelmä, joka olisi mahdollista toteuttaa järkevään hintaan. Aiheen valitsin koska se kiinnosti itseä, enkä ollut ennen päässyt suunnittelemaan omakotitalon sähköjä ja sopiva kohde sattui osumaan kohdalle.

RENOVATION OF THE ELECTRIFICATION AND THE HEATING SYSTEM OF THE DETACHED HOUSE

Nygren, Kimi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical engineering

November 2012

Supervisor: Pulkkinen, Petteri

Number of pages: 45

Appendices: 7

Keywords: heating, renewal, detached, electrical

The subject of this thesis was the renewal of the electrical system of the old detached house. Another task was to design a heating system for the house with reasonable assembly costs. I chose this subject because I had never done a full electrical renewal for a detached house and now it became possible.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	SUUNNITTELUVAIHE.....	6
2.1	Vanhat sähköasennukset.....	6
2.2	Johdotuksien suunnittelu.....	6
2.3	Ryhmiä suunnittelu.....	8
2.4	Kalusteiden valinta.....	9
3	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ.....	10
3.1	Suunnittelu.....	10
3.2	Lämmitysjärjestelmän valinta.....	10
3.2.1	Asunnon lämmitystehon tarve.....	10
3.2.2	Vesikiertoiset lämmitysjärjestelmät.....	11
3.2.3	Yleis- ja aikasähkö.....	13
3.3	Ilmalämpöpumppu.....	17
3.4	Lämmitysjärjestelmän asennus.....	19
4	HUONEKOHTAISET ASENNUSRATKAISUT.....	21
4.1	Keittiö.....	21
4.2	Sauna ja pesuhuone.....	22
4.3	Vessa.....	24
4.4	Olohuone ja makuuhuoneet.....	24
4.5	Eteinen.....	28
4.6	Autotalli ja ulkotilat.....	29
5	MUUT JOHDOTUKSET.....	30
5.1	Puhelin ja Atk.....	30
5.2	Antenni.....	32
5.3	LED-valaistus.....	32
5.4	Maadoitukset.....	34
6	SÄHKÖKESKUS.....	36
6.1	Keskuksen valinta.....	36
6.2	Keskuksen asennus.....	37
7	KUSTANNUKSET.....	39
7.1	Tarvike ja asennuskustannukset.....	39
7.2	Mahdolliset säästöt kustannuksissa.....	41
8	KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUKSET.....	43
9	SÄHKÖPIIRRUSTUKSET.....	43
10	YHTEENVETO.....	44
	LÄHTEET.....	45
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä käydään läpi kaikki sähkösaneerauksen vaiheet suunnittelusta käyttöönottomittauksiin. Suunnitteluvaiheessa kerrotaan miten työt lähtivät käyntiin ja mitä talossa jo olleista sähköistyksistä pystyttiin hyödyntämään.

Lämmitysjärjestelmän valinnasta ja eri asennuskustannuksista kerrotaan tarkemmin lämmitysjärjestelmä osiossa, jossa vertaillaan mahdollisia eri lämmitysvaihtoehtoja ja niiden kannattavuutta. Laskelmat ovat vain suuntaa antavia ja niissä on käytetty osittain kuvitteellisia lukemia.

Asennusvaiheesta kerrotaan huonekohtaisesti miten eri huoneissa kaapelit kuljetettiin kalusteille, mitä ongelmatilanteita tuli eteen ja millaisia asennusratkaisuja käytettiin.

Opinnäytetyön lopussa kerrotaan mitä sähkötarvikkeisiin kului rahaa ja olisiko jossain ollut vielä säästämisen varaa.

2 SUUNNITTELUVAIHE

2.1 Vanhat sähköasennukset

Työt lähtivät liikkeelle suunnittelusta ja tilannekartoituksesta. Ensimmäiseksi ongelmaksi osoittautui vanhojen sähköpiirustusten puuttuminen, vain osasta johdotuksista löytyi kuvat. Taloon oli vuosien varrella tehty pieniä sähköuudistuksia, joista ei myöskään löytynyt kuvia. Vanhoista ryhmistä ja kaapeleiden reiteistä ei siis juurikaan ollut tietoa, joten vaikka osa vanhoista kaapeleista oli hyväkuntoisia ja nykyisten standardien mukaisia, niitä ei hyödynnetty. Kaapeleiden reittien selvittelyyn olisi kulunut vain turhaa aikaa ja vaivaa, joten järkevämmäksi tuli tehdä kaikki uusiksi.

Talon vanha sähköistys oli toteutettu ryhmäkeskuksen avulla. Pääkeskuksella oli vedetty syöttö ryhmäkeskukselle, joka sijaitsi eteisessä keskellä taloa. Suurin osa talon sähköistä oli ryhmäkeskuksen takana. Uudet sähköistykset päätettiin toteuttaa ilman ryhmäkeskusta, jolloin säästettiin kustannuksissa ja eteisestä saatiin siistimmän näköinen.

2.2 Johdotuksien suunnittelu

Yksi ajatus oli hyödyntää jo talossa olevien johtojen putkituksia vetämällä uusi johto vanhan tilalle vanhaa johtoa apuna käyttäen, jolloin uudet kaapelit olisi saatu helposti väliseinien sisään. Talon vanhoja sähkökalusteita purettaessa alta paljastui kuitenkin vanhanaikaisia metallisia kojerasioita, sekä sähköputkituksia, joita oli hankala hyödyntää niiden ahtauden takia. Vanhan johdotukset oli tehty metalliputkien sisään pelkkiä johtimia käyttäen, joten ne olivat liian ahtaita kaapeleille. Lisäksi putket kulkivat välikatolla purukerroksen alla piilossa, joten niihin oli vaikea päästä käsiksi. Lopulta päätettiin, että vanhat johdotukset ja rasiat jätetään seinien sisään piiloon ja tehdään uudet reitit johdotuksille.

Johdotuksien uusia reittejä suunniteltaessa ensimmäinen ajatus oli pudottaa kalusteille tulevat johdot välikatolta väliseinien sisään ja ”onkia” johdot ulos seinistä kalusteille varatuista rei’istä. Väliseinien etsiminen välikatolta osoittautui kuitenkin turhan hankalaksi, joten se päätettiin unohtaa. Lopulta ratkaisuksi päätettiin, että vain syöttöjohdot tuotaisiin välikatolta keskellä huoneita oleviin jakorasioihin, joista johdot kuljetettaisiin huoneenpuolella kalusteille. Jakorasioille syöttökaapelit saatiin tuotua poraamalla kattoon reikä jakorasian kohdalle, josta tungettiin merkkitikku purukerroksen läpi välikaton puolelle, jotta jakorasian paikka löytyi purun seasta. Kun jakorasia löytyi välikatolta, syöttöjohto putkitettiin purukerroksen läpi ja tuotiin reiästä jakorasialle.

Seuraavaksi piti suunnitella miten jakorasialta kalusteille lähtevät kaapelit piilotetaan. Katossa kulkevat kaapelit oli helppo piilottaa katon sisään uusien koolaustautojen ja kattolevyn väliin, mutta seiniin joihin tuli pelkästään uudet seinälevyt, eikä koolausta piti tehdä urat kaapeleille, jotka jäivät uusien seinälevyjen alle piiloon.



Kuva 1: Seiniin tehdyt urat kaapeleille.

2.3 Ryhmien suunnittelu

Aluksi suunnittelimme kalusteiden paikat yhdessä asukkaiden kanssa. Entuudestaan talossa oli niukasti pistorasioita, vain yksi antennirasia, sekä useampi puhelinpistorasia. Kalusteiden määriä ja sijainteja muokattiin asukkaiden nykyisiä tarpeita vastaaviksi. Pistorasioiden määrä tuplattiin ja antennirasioita lisättiin, sekä puhelinpistorasioiden määrää vähennettiin.

Kun kalusteiden paikat oli tiedossa, aloitettiin suunnittelemaan sopivaa ryhmäjakoa. Lähtökohtana oli, että ryhmät jaetaan selkeisiin ja sopivan kokoisiin ryhmiin, siten että yhtä ryhmää ei kuormiteta liikaa. Huomioon piti ottaa myös mahdolliset johdotusreitit sekä se, että ryhmien määrä pysyi kohtuullisena. Nopeasti kävi kuitenkin ilmi, että ryhmiä tulisi melko paljon johtuen osittain laitteista, jotka vaativat oman syöttönsä:

- tiskikone
- hella
- lämminvesivaraaja
- ilmalämpöpumppu
- pesukone
- voimapistorasia

Pääasiassa huonekohtaiset ryhmät toteutettiin käyttämällä mahdollisimman paljon poikkipinta-alaltaan 2,5 mm² johdotusta, jolloin pystyimme käyttämään 16 A lähtöjä ja siten tekemään isompia ryhmiä. Haittapuolet 2,5 mm² kaapelissa verrattuna 1,5mm² kaapeliin, olivat kalliimpi hinta, sekä johdon kankeus, joka hankaloitti jonkin verran kalusteiden kytkemistä, mutta toisaalta kaapelia ei tarvittu niin paljoa, koska ryhmiä oli vähemmän kuin jos olisi käytetty 10 A lähtöjä.



Kuva 2: Välikatolla kulkevat johdotukset. Jakorasiat ja kaapelit merkattiin hyvin tulevaisuuden remonttien varalle.

2.4 Kalusteiden valinta

Seinä- ja kattolevyjen asennuksen helpottamiseksi jako- ja kojerasioiksi valittiin levyyn kiinni kiristettävät rasiat, eli niin sanotut karhukupit, jotka voitiin kiinnittää jälkikäteen levyyn tehtyihin reikiin. Tärkeää oli vain se, että reikä oli rasialle juuri oikean kokoinen, jotta rasia saatiin kiinnitettyä reikään levyn taakse taittuvilla kielekkeillä. Erityisesti jakorasioiden riittävän luja kiinnitys piti varmistaa, koska niiden täytyi kestää myös jakorasian kanteen kiinni tulevan valaisimen paino. Karhukuppien haittapuolena oli niiden vaikea paikalleen saanti kun rasiaan tuli useampia kaapeleita, tällöin rasian paikalleen saanti oli erittäin hankalaa.

3 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

3.1 Suunnittelu

Yksi työn tärkeä osa oli suunnitella taloon toimiva lämmitysjärjestelmä. Koska kyseessä oli saneerauskohde ja remontille oli laskettu tietty budjetti, oli asennuskustannuksilla erittäin suuri merkitys. Talossa oli entuudestaan ainoastaan sähkölämmitys, johon kuului patterit, lämminvesivaraaja, sekä saunan ja pesuhuoneen lattialämmitys.

Sähkölämmityksen lisäksi vartenotettavia lämmitysjärjestelmiä olivat kaukolämpö, sekä maa- ja ilmalämpöpumppu. Sähköisen lämminvesivaraajan korvaamista kaukolämmöllä tai maalämpöpumpulla ei kannattanut harkita pelkän käyttöveden lämmitystä varten, joten tällöin järkevää olisi asentaa myös vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Talossa kuitenkin entuudestaan ollut vesikiertoista lämmitysjärjestelmää, joten vanhoja vesiputkia ei päästäisi hyödyntämään ja kokonaan uuden vesikiertoisen patteri- tai lattialämmitysverkon asennuskustannukset nousisivat korkeiksi.

3.2 Lämmitysjärjestelmän valinta

Lämmitysjärjestelmän valitsemiseksi laskettiin ensin asunnon tarvitsema lämmitystehon tarve, jonka jälkeen tehtiin laskelmat eri lämmitysjärjestelmien kustannuksista.

3.2.1 Asunnon lämmitystehon tarve

Asunnon lämmitystehon tarve laskettiin seuraavasti:

Perustiedot olivat:

Asuinpinta-ala: 98 m²

Asukasluku: 2 henkilöä

Astepäiväluku, Satakunta I-alue: 4409

Käytetyt kaavat:

Tilojen lämmitys $W = -10\,000 + 2,5 * S + 7,5 * A$

Käyttöveden lämmitys $W = 1800 + 7,5 * A + 270 * N$

(Taloussähkö $W = 1800 + 15 * A + 500 * N$)

Saadut tulokset:

Tilojen lämmitys	<u>8 372 kWh/v</u>
Käyttöveden lämmitys	<u>3 075 kWh/v</u>
(Taloussähkö	4 270 kWh/v)
Yhteensä:	15 717 kWh/v

Lämmitystehon tarve: 11447 kWh/v (tilojen ja käyttöveden lämmitys)

3.2.2 Vesikiertoiset lämmitysjärjestelmät

Suuntaa antavat laskelmat investoinneista ja lämmityskustannuksista vesikiertoisilla lämmitysjärjestelmillä kyseiseen taloon:

	Investointikulut	Energia- ja vuosimaksut
Kaukolämpö	Vesikiertoinen patteriverkko asennettuna: 10 000 € Liittymismaksu 4000 € Lämmönvaihdin asennettuna: 5000 € Yhteensä: 19 000 €	Energiamaksu 49,77 €/MWh* -> 11,5 MWh x 49,77 €/MWh = 572,40 €/v Tehomaksu (jos minimi-tilausteho 10 kW) $1,65 \times (69 + 24,24 \times 10 \text{ kW}) + \text{alv} 23\%^*$ = 632,00 €/v Yhteensä: 1200 €/v
Maalämpö	Vesikiertoinen patteriverkko asennettuna: 10 000 € Maalämpöpumppu, lämmönkeruuputket ja lämpökaivo asennuksineen: 14 000 € Yhteensä: 24 000 €	Maalämpöpumpun hyötysuhde 2.8 jolloin 11 500 kWh lämmitysteho voitaisiin tuottaa 4 100 kWh ja yleissähköllä: $4\,100 \text{ kWh} \times 10,72 \text{ snt/kWh}$ = 439,50 € / v Yhteensä: 600 €/v + huoltokulut

*Hinnat otettu Porin energian nettisivuilta 27.08.2012 /6/

Maalämmöllä oli ylivoimaisesti kallein hankintahinta, mutta sen vuosikulut olivat huomattavasti muita pienemmät. Sen haittapuolena oli kuitenkin laitteiston huollontarve ja niistä aiheutuvat yllättävät lisämaksut.

Kaukolämmöllä oli myöskin kallis hankintahinta ja sen vuosikustannukset nousivat ja melko korkeiksi. Sen vahvana puolena oli kuitenkin laitteiston huoltovapaus ja varmatoimivuus.

Huomiotavia seikkoja olisivat myös lainan korko, jos lämmitysjärjestelmää varten otettaisiin lainaa, sekä se miten kyseinen lämmitysjärjestelmä vaikuttaa talon myyntiarvoon jos taloa on ajatellut myytävän tulevaisuudessa, mutta niitä seikkoja ei kuitenkaan nyt otettu huomioon lämmitysjärjestelmää valittaessa.

Vaikka kauko- ja maalämmön vuosikustannukset ovatkin pienemmät kuin sähkölämmityksellä, eivät ne silti olleet järkeviä vaihtoehtoja. Kun otetaan huomioon talon melko pieni koko ja asukasmäärä, ei lämmitykseen kuluvaan sähkön määrä ole kovinkaan suuri. Myös remontin investointikulut olisivat nousseet liian korkeiksi joten päätettiin kauko- ja maalämpö unohtaa. Sähkölämmityksellä hankintahinnaksi ei tullut kuin tarvikkeiden hinta, koska asennukset pystyttiin tekemään itse. Patterit ja kaapelit yhteensä n. 1500 €, sekä näin pystyttiin hyödyntämään talossa jo entuudestaan olevat lattialämmityskaapelit ja lämminvesivaraaja.

Jäljelle jäi vain pattereiden valinta. Yksi vartenotettava vaihtoehto olisi ollut öljytäytteisen sähköpatterit, joiden pintalämpötila ei nouse niin korkeaksi kuin normaaleilla sähköpattereilla, sekä ne sopivat paremmin allergikoille, sillä pöly ei pääse palamaan kuumilla pinnoilla. Asukkaille ei kuitenkaan ollut tällä hetkellä tarvetta kyseisille ominaisuuksille ja normaalit sähköpatterit olivat noin puolet halvempia, joten päädyttiin perinteisiin sähköpattereihin. /5/

Sähkölämmityksen rinnalle olisi mahdollista vielä asentaa ilmalämpöpumppu, jolla lämmityskuluja mahdollisesti pystyttäisiin vielä laskemaan, mutta siitä lisää osiossa "ilmalämpöpumppu".

3.2.3 Yleis- ja aikasähkö

Kun talon lämmitysjärjestelmä oli päätetty, piti seuraavaksi miettiä kumpi oli kannattavampi sähkömuoto kyseiseen taloon: yleis- vai aikasähkö.

Yleissähköllä energia- ja siirtomaksut ovat samat riippumatta kellon ajasta ja kulutusmittarina on 1-tariffimittari, eli mittarissa on vain yksi lukema.

Aikasähköllä energia- ja siirtomaksu ovat eri yö- ja päiväsaikaan ja kulutusta seurataan 2-tariffimittarilla, joka tiettyyn kellonaikaan vaihtaa kulutusmittaria. Porin energialla kyseisen ajat ovat 22:00 - 06:00 yösähkö ja 06:00 - 22:00 päivä sähkö. Mittauskeskuksessa, jossa on 2-tariffimittaus on myös lämmitysohjaukset, joiden avulla yösähkön kytkeytyessä, voidaan releiden avulla kytkeä enemmän lämmitystehoa päälle, tätä kutsutaan ns. varaavaksi lämmitykseksi. Yksi suuri hyöty lämmitysohjauksissa on käyttöveden lämmittäminen yöaikaan, jolloin sähkö on halvempaa. Lisäksi lämmitysohjauksilla voidaan ohjata pesutilojen lämmitystä pienemmälle tai pois päältä, silloin kun sauna on lämmin. Kyseisessä talossa oli kuitenkin puukiuas, joten kiukaasta ei olisi voitu ottaa suoraa ohjausta releille vaan kytkentä olisi tarvinnut toteuttaa termostaatin avulla.

Seuraavaksi tehtiin siis laskelmat siitä kumpi sähkömuoto tulisi kannattavammaksi ja mitä seikkoja kannatti ottaa huomioon.

Koska talon asukas oli jo entuudestaan Porin energian asiakas, otettiin kyseisen yhtiön aika- ja yleissähkön hinnat vertailukohteiksi.

Yleissähkö (3x25A päävarokkeet)			
	Perusmaksut	Energia-/siirtomaksu	
Myyntimaksu	1,50 €/kk	7,20 snt/kWh	
Siirtomaksu	8,69 €/kk	3,52 snt/kWh	
Yhteensä	10,19 €/kk	10,72snt/kWh	
Aikasähkö (3x25A päävarokkeet)			
	Perusmaksut	Energia-/siirtomaksu päivä (07-22)	Energia-/siirtomaksu yö (22-07)
Myyntimaksu	1,50 €/kk	7,32 snt/kWh	5,84 snt/kWh
Siirtomaksu	15,19 €/kk	3,52 snt/kWh	1,95 snt/kWh
Yhteensä	16,69 €/kk	10,84snt/kWh	7,79 snt/kWh

Hinnat otettu Porin energian nettisivuilta 27.08.2012 /6/

Molemmilla 1- ja 2-tariffimittareilla on sama asennushinta, mutta pääkeskus lämmitysohjausyksiköllä olisi tullut n. 150€ kalliimmaksi, joten sekin otettiin huomioon laskelmissa.

Suuntaa antavat laskelmat tehtiin siitä, mitä talon lämmityskustannukset olisivat vuodessa molemmilla sähkömuodoilla, kun talon lämmitystehon tarve on 11 447 kWh/v. Laskelmat tehtiin tarkoituksella jättämällä pois ilmalämpöpumpun tuoman hyödyn lämmitystehon tarpeeseen, koska sen asennusajankohdasta ei vielä ollut tietoa.

Yleissähkö:

Peruskuukausimaksut:	10,19 €/kk x 12 kk	= 122,28 €/v
Energiamaksut:	11 447 kWh x 10,72 snt/kWh	= 1227,12 €/v
Yhteensä:		= <u>1349,40 €/v</u>

Aikasähkö:

Oletetaan, että lämmitysohjauksien avulla talon lämmitystehosta 2/3 voitaisiin käyttää yöaikaan, koska talon peruslämmitystä täytyy ylläpitää myös päiväsaikaan.

Peruskuukausimaksut:	16,69 €/kk x 12 kk	= 200,28 €/v
Energiamaksut päivä:	1/3 x 11 447 kWh x 10,84 snt/kWh	= 413,62 €/v
Energiamaksut yö:	2/3 x 11 447 kWh x 7,79 snt/kWh	= 594,48 €/v
Yhteensä:		= <u>1208,38 €/v</u>

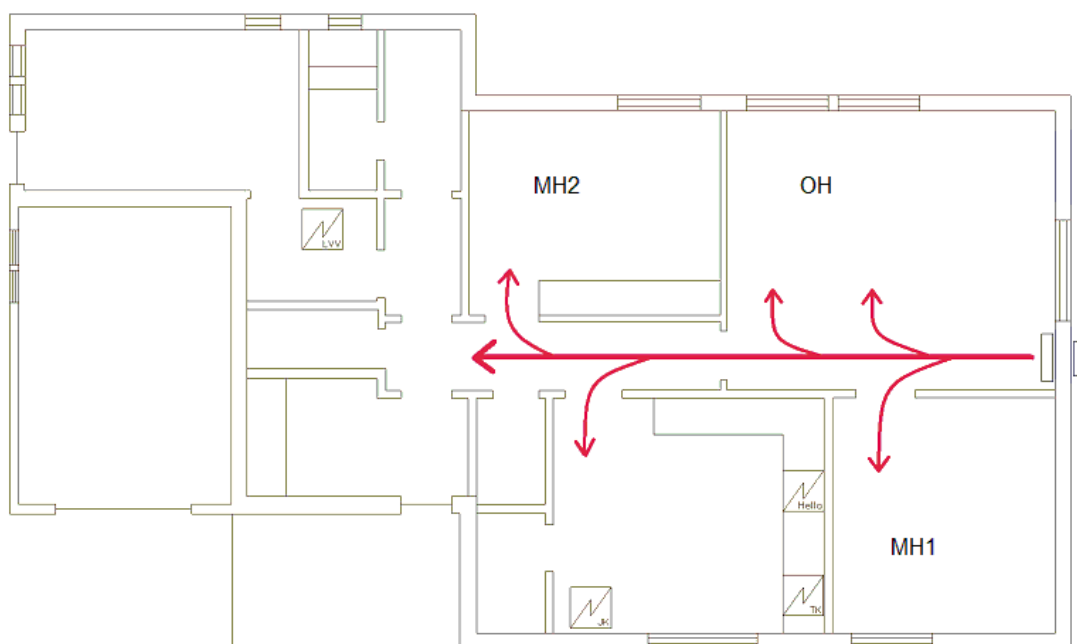
Periaatteessa aikasähköllä saavutettaisiin n. 150 € säästö vuodessa, eli lämmityksenohjausyksikkö maksaisi itsensä takaisin jo vuodessa. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon muutama asia:

- Lämmitysteho täytyisi pystyä pitämään käytännössäkin 2/3 yökäytössä. Ongelmia voisi tuottaa esimerkiksi suurempi lämpimänveden käyttö ja sen loppuminen päiväsaikaan, jolloin sitä pitäisi lämmittää päiväsaikaan kalliimmalla sähköllä.
- Taloussähköä kuluu päiväsaikaan enemmän, kuten valaistukseen ja kodinkoneisiin, joka taas on hieman kalliimpaa aikasähköllä. Toisaalta, sitä voisi kompensoida käyttämällä esimerkiksi tiski- ja pesukonetta yöaikaan.
- Yleissähkö on vaivattomampaa, ei tarvitse murehtia kellonaikaa, vaan kodinkoneita ja lämmityslaitteita voi käyttää normaalisti myös päiväsaikaan.
- Mahdollisella ilmalämpöpumpulla lämmityskulut putoisivat entisestään, jolloin aikasähkön hyötykin laskisi entisestään.

Kaikki seikat huomioon ottaen asukkaat lopulta päätyivät yleissähköön sen vaivattomuuden takia ja aikasähköllä saavutetun hyödyn ollessa niin pieni. Lämmityskustannuksien olisi tarvinnut olla reilusti suuremmat, että aikasähkö olisi tullut kannattavammaksi.

3.3 Ilmalämpöpumppu

Sähkölämmityksen rinnalle asennettuna ilmalämpöpumpulla saataisiin mahdollisesti laskettua lämmityskuluja, eikä sen investointikustannuksetkaan ole kovin korkeat. Järkevä paikka ilmalämpöpumpulle olisi olohuoneen nurkassa, josta ilma pääsisi virtaamaan eteiseen ja sieltä muihin huoneisiin. Talvella kuitenkin ilmalämpöpumpun teho ei yksistään riitä ja täytyisi käyttää myös lämmityspattereita.



Kuva 3: Kuviteltu ilmalämpöpumpulta tuleva ilmapvirtaus. Teoriassa ilmalämpöpumppu toimisi näin, mutta käytännössä sitä ei kuitenkaan tiedetä kuin kokeilemalla.

Ilmalämpöpumpun sisä- ja ulkoyksikkö putkineen ja kylmäaineineen maksaa asennettuna n. 2000 € riippuen ilmalämpöpumpun tehosta.

Nykyisten ilmalämpöpumppujen hyötysuhde on parhaimmillaan jopa 4-5, mutta talvella ulkolämpötilan ollessa reilusti pakkasella hyötysuhde romahtaa, mutta on silti parempi kuin suoralla sähkölämmityksellä. Hyötysuhteen romahtaminen johtuu siitä, että ilmalämpöpumppu joutuu tekemään niin sanottuja sulatussyklejä, jottei ulkoyksikkö jäädy, lisäksi pumppu ei saa itsestään lämmitettyä tarpeeksi tulevaa ilmaa, jolloin sen tarvitsee käyttää apuna lämmitysvastuksilla. Tällöin hyötysuhde laskee 1-2 väliin. Todellinen hyötysuhteen keskiarvo on siis n. 2-3 luokkaa ja

käytännössä se tarkoittaisi sitä että 1kW:n nimellisteholla saataisiin 3kW lämmitystehoa, joka on paljon paremmin kuin suoralla sähkölämmityksellä, jonka hyötysuhde on n. 1. Ilmalämpöpumpun ongelma onkin se, että hyötysuhde on huonoimmillaan juuri silloin kun lämmitystä todella tarvittaisiin.

Todellista ilmalämpöpumpun tuomaa säästöä lämmityskustannuksiin on siis vaikea laskea, sillä pitäisi ottaa huomioon monia seikkoja kuten se, että milloin ilmalämpöpumppu on käytössä, mikä on hyötysuhde ja millä teholla se käy. /4/

Ilmalämpöpumpun säästölaskelma:

Laskut tehty verrattuna suoraan sähkölämmitykseen. Suuntaa antavaa säästöä yritettiin laskea seuraavasti:

Kuvitteellisen ilmalämpöpumpun nimellisteho olisi 2 kW.

Ilmalämpöpumppu kävisi nimellistehollaan marraskuun alusta, helmikuun loppuun eli 4 kk ja tästä ajasta pumppu olisi puolet ajasta päällä. Tällöin hyötysuhde olisi keskimäärin 2. Puolella teholla pumppu kävisi syyskuun alusta lokakuun loppuun, sekä maaliskuun alusta huhtikuun loppuun, eli 4 kk ja jälleen pumppu olisi päällä puolet tästä ajasta, jolloin hyötysuhde olisi keskimäärin 3.

Lasketaan ensin 4 kuukauden tuntimäärä, jonka pumppu on päällä täydellä teholla:
 $24\text{h} \times 30\text{pv} \times 4\text{kk} = 2880\text{ h} / 2 = 1440\text{ h}$ (puolet ajasta)

Talvella pumpun hyöty olisi:

Pumpun lämmitysteho = hyötysuhde (2) x pumpun ottama teho (2 kW) = 4 kW.

Hyöty verrattuna suoraan sähkölämmitykseen = lämmitysteho - ottama teho = 2 kW.

Jolloin säästöä kertyisi verrattuna sähkölämmitykseen:

$$1440\text{h} \times 2\text{ kW} = 2880\text{ kWh}$$

Keväällä ja syksyllä hyöty olisi:

$(3 \times 1\text{ kW}) - 1\text{ kW}$ ja tällöin säästöä kertyisi:

$$1440\text{h} \times 2\text{ kW} = 2880\text{ kWh}$$

Eli yhteensä $2880 \text{ kWh} + 2800 \text{ kWh} = \underline{5760 \text{ kWh}}$

Rahallinen hyöty = $5760 \text{ kWh} \times \text{sähkön hinta (yleissähkö } 10,72 \text{ snt/kWh)}$

= 617 €

Tällöin 2000 € sijoitus ilmalämpöpumppuun maksaisi itsensä takaisin n. 3,5 vuodessa. Ilmalämpöpumpun takaisinmaksuaikaan vaikuttavat myös tavallista kylmemmät talvet ja mahdolliset huoltokulut. Realistinen takaisinmaksu aika on välillä 3-5 vuotta, riippuen paljolti ulkoilman kylmyydestä, ilmalämpöpumpun todellisesta hyötysuhteesta ja pumpun kestävydestä.

3.4 Lämmitysjärjestelmän asennus

Talon lämmitysryhmät jaettiin kolmeen eri ryhmään. Yksi ryhmistä oli kolmevaiheinen 10A lähdöillä, johon kuului keittiön, makuuhuoneiden ja olohuoneen patterit, sekä pesuhuoneen lattialämmitys. Patterit jaettiin vaiheisiin siten, että joka vaiheeseen tuli suurin piirtein sama kuormitus. Pesuhuoneen lattialämmitys lisättiin samaan ryhmään pattereiden kanssa, koska kaapelointi oli näin paljon helpompi toteuttaa. Lisäksi lattialämmitys oli pienitehoinen, joten se ei kuormittanut liikaa ryhmää.

Toinen lämmitysryhmä oli 16 A yksivaihe ryhmä, johon kuuluivat talon loput patterit, sekä saunan lattialämmitys. Jälleen kerran ryhmän kokonaisuuteen vaikutti suuresti, se miten kaapelointi päästiin toteuttamaan vanhassa talossa.

Kolmas ryhmä oli varattu ilmalämpöpumppua varten. Olohuoneen ylänurkkaan vedettiin valmiiksi syöttökaapeli mahdollisesti tulevaa ilmalämpöpumppua varten. Kaikki lämmitysryhmät varustettiin vikavirtasuojilla, koska ryhmässä oli mukana lattialämmityskaapeleita, jotka standardien mukaan pitää varustaa vikavirtasuojalla.

Kaikki vanhat patterit uusittiin, lukuun ottamatta vessaan jätettyä väliaikaista patteria, sekä vaatehuoneen patteria. Olohuoneessa pattereita muutettiin siten, että kaikkien kolmen ikkunan alle asennettiin 500W patteri. Entuudestaan olohuoneessa oli vain kaksi patteria. Lisäämällä pattereiden määrää saatiin lämpö jakautumaan

tasaisemmin huoneeseen, sekä vähennettyä ikkunoista mahdollisesti tulevaa vedontunnetta. Lämminvesivaraajaa ja lattialämmityskaapeleita ei tarvinnut uusia.

Talon lämminvesivaraaja oli sijoitettu hyvin puukiukaan hornin viereen, jolloin sauna lämmitettäessä myös varaajassa oleva vesi lämpenee ja tällöin säästetään sähkökuluissa.



Kuva 4: Yksi erä vanhoja pattereita. Todellisuudessa vanhaa sähköromua kertyi vielä paljon enemmän.

4 HUONEKOHTAISET ASENNUSRATKAISUT

4.1 Keittiö

Keittiössä oli jo entuudestaan maadoitetut pistorasiat, mutta maadoitukset oli toteutettu nollaamalla. Nollajohdinta oli siis käytetty myös maadoitukseen, joka ei enää täytä nykyisiä standardeja. Vanhoja johdotuksia ei siis päässyt hyödyntämään keittiössä vaikka pistorasioista niin olisikin voinut olettaa.

Kaapelointia keittiössä hankaloitti keittiökaapistot, sekä katto jota ei uusittu. Kaapelien piiloon saamiseksi yksi jakorasia sijoitettiin välikatolle, josta syöttö haaroitettiin ruokakomeroon, kattovalaisimelle ja keittiökaapiston päälle. Keittiön työtasolla olevien valojen ja pistorasioiden kaapelit saatiin kuljetettua keittiökaapiston sisällä ja kaapiston päälle oli hyvä piilottaa työtason halogenvalojen muuntajat ja jakorasiat. Kaapiston päällä muuntajat olivat poissa silmistä, mutta kuitenkin helposti käsiksi päästävissä tarvittaessa.

Työtasolle asennettavissa pistorasioissa piti ottaa huomioon se, ettei niitä asennettu kuivauskaapin alapuolelle ja se, että etäisyys sivuttaissuunnassa tiskialtaaseen oli riittävä.

Ruokakomeron puoleiset sähköasennukset toteutettiin pinta-asennuksina, koska komeron ulkonäkö ei ollut niin tärkeää. Komerosta oli myös helppo tuoda syötöt suoraan seinän läpi keittiön puolella olevalle kytkimelle ja pistorasialle. Hellan ja tiskikoneen syötöt tuotiin välikatolta makuuhuoneen puolelle seinän sisään ja sieltä seinän läpi suoraan keittiön alakaappien sisään, näin kaikki keittiön sähköjohdotukset saatiin piilotettua ja asennuksista tuli siistin näköiset.

Keittiöön tuli siis kolme syöttöä:

- Hella, 16 A kolmivaihesyöttö
- Tiskikone, 10 A syöttö
- Muut keittiön sähköt (pistorasiat, valot, jääkaappi, liesituuletin), 16 A syöttö

Jääkaappi kytkettiin tarkoituksella samaan ryhmään valojen kanssa, jotta mahdollisessa vikatilanteessa valoista huomataan, jos jääkaappi ei saa sähköä.



Kuva 5: Keittiön työtason halogenvalet. Kuvassa johtojen kourut eivät ole vielä paikoillaan.

4.2 Sauna ja pesuhuone

Talon pesuhuone oli remontoitu pari vuotta aiemmin ja se olikin talon ainoa huone, johon ei tehty remonttia. Pesuhuone osoittautui kuitenkin haastavaksi, koska pesuhuoneen seiniä ei purettu, joten kalusteille ei päästy tuomaan uusia kaapeleita helposti, eikä vanhojen kaapelien reiteistä ollut tietoa. Kaapelit olivat entuudestaan melko uusia ja nykyisten standardien mukaisia, mutta ne kulkivat kylpyhuoneen kattopaneelien välissä ja yhdistyivät siellä talon vanhaan sähköjohdotukseen, joten niitä ei päästy hyödyntämään.

Lopulta johdotuksista selvittiin siten, että valaistuksen kytkin sijoitettiin eteisen puolelle, josta seinät oli purettu ja kaapeli saatiin helposti välikatolle ja pesuhuoneen valojen kaapelit vietiin suoraan valojen yläpuolelta välikatolla olevalle jakorasiialle.

Pesuhuoneessa ja saunassa olivat myös omat lattialämmityksensä, joille piti saada syötöt. Entuudestaan asennukset oli toteutettu siten, että pesuhuoneen lattialämmitystä säädettiin huonetermostaatilla, joka sijaitsi samassa huoneessa ja saunassa olevaa lattialämmitystä ohjasi lauteiden alla oleva lämpötila-anturi, joka kytki lämmityksen päälle saunan ollessa kylmä. Lämpötila-anturin syöttö oli vedetty takahuoneen puolelta.

Pesuhuoneen huonetermostaatille tuotiin uusi syöttö makuuhuoneen puolelta, jonne sijoitettiin huomaamaton uppojakorasia, jossa päästiin yhdistämään syöttö, huonetermostaatti ja lattialämmityskaapeli. Saunanlattialämmitystä muutettiin siten, että takahuoneen puolelle asennettiin huonetermostaatti, jonka lämpötila-anturi sijoitettiin lauteiden alle käyttäen apuna vanhan lämpötila-anturin johtoa.

Pesuhuoneessa valot olivat yli 1,2 metrin päässä suihkussa, joten niissä riitti IP21 luokitus. Saunan valo ja lämpötila anturi sijaitsivat alueella 2, eli lauteiden alla ja alle 1m korkeudella lattiasta, joten kaapelin ei tarvinnut olla lämpöä kestävää ja valaisimelle riitti IP24. Ryhmät piti kuitenkin varustaa vikavirtasuojalla.

Koska lattialämmityksien tehontarpeista ei ollut tietoa, saatiin suuntaa antavat tehotarpeet mittaamalla kaapelien resistanssit ja laskemalla niistä teho. Eli kun kaapelien resistanssit oli mitattu yleismittarilla, ratkaistiin sen avulla virta kaavasta:

$I = U/R$ ja laskettiin sen avulla teho kaavalla $P = U I$.

Esim. Kylpyhuoneen lattialämmityskaapelin resistanssiksi saatiin n. 500 Ohm:ia. Koska jännite on 230 V, on virta silloin n. 0,5 A ja teho siis n. 110 W. Lattialämmityksen tehontarve oli siis melko pieni, joten kytkettiin se samaan ryhmään pattereiden kanssa.

4.3 Vessa

Vessan pintaremontti jätettiin vielä myöhemmäksi, joten sähköasennukset tehtiin toistaiseksi pinta-asennuksina. Tulevaisuudessa, kun vessan kaapelit ja seinät uusitaan, upotetaan johdot seinien sisään. Vessan lattialle on suunnitelmissa laittaa niin sanottu lämmitysmatto, koska vessa on pienen kokoinen ja on turhaa asentaa lattialämmitystä niin pienelle alueelle. Toistaiseksi vessaan jätettiin vielä vanha sähköpatteri.

4.4 Olohuone ja makuuhuoneet

Olohuone ja makuuhuoneet olivat helpoimpia paikkoja johdottamiselle. Kaikkiin seiniin ja kattoihin tuli uudet levyt ja niiden alla pääsi kuljettamaan helposti uudet kaapelit. Katossa kulkevat kaapelit jäivät koolauslautojen ja uusien kattolevyjen väliin piiloon ja seinissä menevät kaapelit upotettiin vanhoihin seiniin tehtyihin uriin, joiden päälle tulivat uudet seinälevyt.



Kuva 6: Olohuoneen johdotusta. Kuvassa näkyvät LED-valojen muuntajat korvattiin lopulta yhdellä muuntajalla, joka sijoitettiin välikatolle.

Päämakuuhuoneesta ja olohuoneesta tehtiin yksi ryhmä ja toinen makuuhuone laitettiin samaan ryhmään eteisen ja vaatehuoneen kanssa. Syöttökaapelit tuotiin huoneiden keskelle jakorasioille välikatolta, joista johdot haaroitettiin kalusteille. Jakorasiat sijoitettiin siten, että niiden peitekansiksi tulivat ns. ripustuspeitekannet joissa oli koukku ja valaisinpistokepaikat. Koska olohuoneessa oli paljon pistorasioita ja muita kalusteita, piti olohuoneeseen pistää kaksi jakorasiaa: oma valaistukselle ja oma pistorasioille.

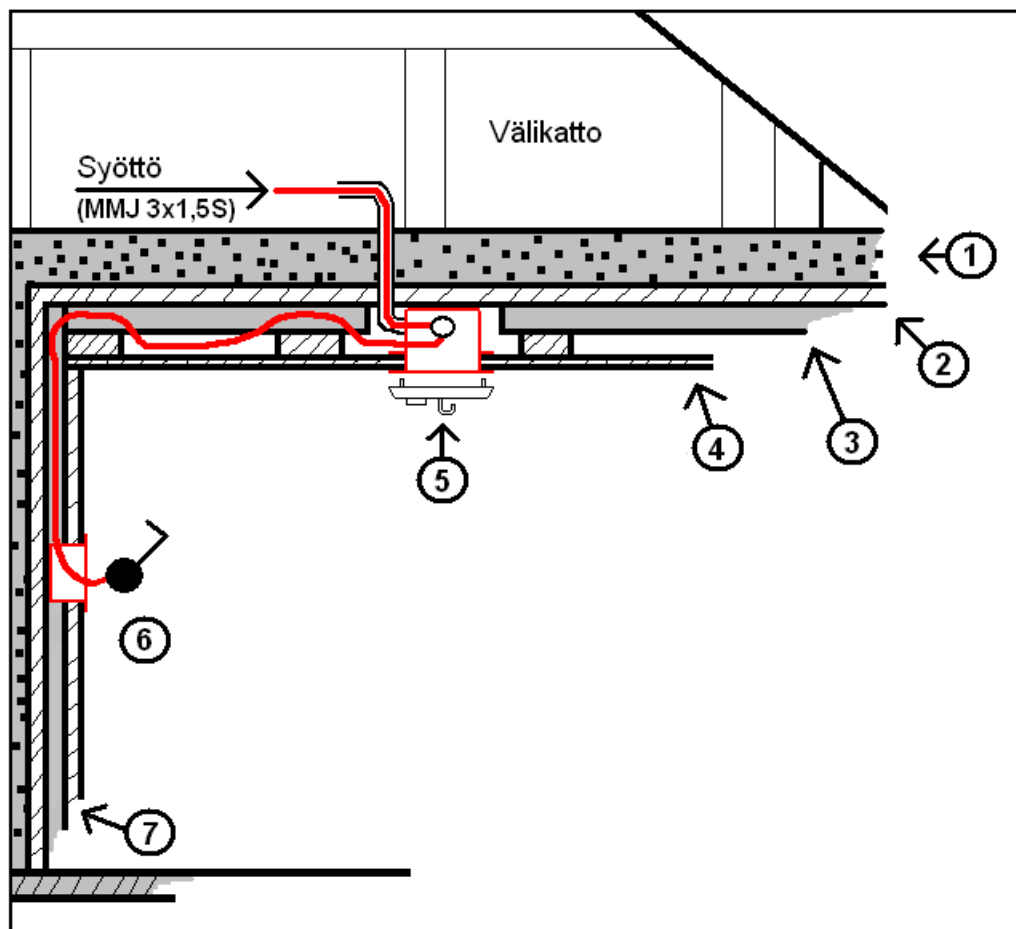


Kuva 7: Olohuoneen jakorasiat. Kyseiset jakorasiat ovat ns. karhukuppeja, joiden paikalleen saanti osoittautui melko hankalaksi kaapeleiden määrän vuoksi. Oikeanpuoleisen rasian irralliset johtimet olivat ripustuspeitekantta varten, jossa valaisinpistorasia.

Olohuoneeseen molempiin päätyihin tuli antennirasiat, sekä molempiin makuuhuoneisiin, jotta asukkaiden on helppo vaihtaa television paikkaa halutessaan. Puhelinpistorasia jätettiin ainoastaan toiseen makuuhuoneeseen, josta oli tarkoitus tulla työhuone. Sen viereen asennettiin atk-rasia, josta oli suorayhteys olohuoneen puolelle.



Kuva 8: Olohuoneessa oleva atk-rasia, joka yhteydessä työhuoneeseen, sekä antenni- ja pistorasioita.



Kuva 9: Johdotusesimerkki. Kuva antaa selkoa siitä, miten syötöt tuotiin välikatolta jakorasioille.

1. Purukerros lämmöneristeenä välikatolla.
2. Laudat talon rakenteissa. Vanhat johdotukset olivat putkitettu ja kiinnitetty lautoihin purun alle.
3. Katossa vanha huopalevy ja seinissä kovalevy, joihin tehtiin urat uusille kaapeleille.
4. Koolaus ja uusi kattolevy. Koolauslautojen suuntaisesti johdoilla oli tilaa koolauslautojen ja uusien kattolevyjen välissä, mutta toiseen suuntaan piti tehdä urat ja alittaa koolauslaudat joihin levyt kiinnitettiin.
5. Jakorasia, johon syöttö tuotiin välikatolta muoviputken avulla. Jakorasia kiinnitettiin suoraan uuteen kattolevyyn esiin taittuvien kielekkeiden avulla.
6. Kojerasia ja uppoasennus kytkin.
7. Uusi seinälevy, joka peitti vanhat seinät ja johdotukset.

Välikatolla kulkevat syöttöjohdot kiinnitettiin katon yläparruihin, jotta ne eivät olleet tiellä. Johdotuksia tuotaessa purukerroksen läpi käytettiin taipuisaa muoviputkea kaapeleiden suojana.

4.5 Eteinen

Eteisessä kaapelit päästiin kuljettamaan vanhan lautakaton urissa, jotka jäivät piiloon kun uusia kattopaneeli asennettiin laudoituksen päälle.

Koska talon eteinen oli pitkän mallinen haluttiin sen molempiin päihin kytkin, josta sai päälle eteisen valot. Eteiseen tulikin talon ainoat vaihtokytkimet eli 6-kytkimet. Koska standardit kieltävät käyttämästä maadoitusjohdinta muuhun, kuin maadoitukseen, piti 6-kytkimelle tuoda $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$ kaapeli, eli yksi tuleva ja kaksi lähtevää johdinta, vaikka käytännössä kytkimelle olisi riittänyt $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ kaapeli.



Kuva 10: Eteisen vanha lautakatto ja johdotuksia.

4.6 Autotalli ja ulkotilat

Autotallin pintoja ei uusittu, joten kaapeleita ei päästy upottamaan seiniin, joten kaapelointi toteutettiin pinta-asennuksina, mutta autotallissa se ei haitannut. Autotallin molempiin päihin asennettiin kaksiosaiset pistorasiat ja kattoon loisteputkivalaisimet. Lisäksi talliin tuli asukkaan pyynnöstä 16 A voimapistorasia isompia koneita varten.

Autotallissa ei ollut vesisuihkuja, eikä lattiakaivoa, joten se luokiteltiin kuivaksi tilaksi ja kalusteille riitti IP21. /1/

Ulkoterassilla ei ollut mahdollista tehdä uppoasennuksia, joten ulkopistorasian ja ulkovalojen kaapelit piilotettiin katoksen tukipalkkien päälle. Ulos tuleville sähköille tehtiin oma 16 A ryhmä, jonka syöttö päästiin tuomaan välikatolta ulkoseinän läpi hyödyntämällä vanhaa syötön reittiä. Ryhmään kuuluu yksi pistorasia joka on lähinnä autolämmitystä varten, sekä ulkovalot. Ryhmään jätettiin tarkoituksella laajentamisvaraa jos tulevaisuudessa ulkovalaistusta halutaan lisätä. Jotta ulkopistorasia täytti nykyiset standardit piti sen kotelointiluokka olla IP44, eli roiskeveden kestävä, sekä suojattu suojakoskettimilla ja varustettu vikavirtasuojalla.

5 MUUT JOHDOTUKSET

5.1 Puhelin ja Atk

Asukkaalla ei ollut käytössä lankapuhelinta, joten vain nettiliittymää varten tarvittiin puhelinpistorasia. Aluksi suunnitelmana olikin jättää takahuoneeseen vain yksi puhelinpistorasia modeemille, jonka viereen tulisi 2-4 atk-rasiaa, jotka haaroittuisivat makuuhuoneisiin ja olohuoneisiin. Näin modeemi olisi ollut piilossa takahuoneessa ja nettiin pääsisi joka huoneesta suoraan atk-rasioista ja tarvittaessa useampi tietokone olisi saatu samaan verkkoon.

Rahallisista syistä päätettiin koko talon kattava atk-verkko kuitenkin unohtaa. Toisesta makuuhuoneesta oli tarkoitus tehdä toimistohuone, joten sinne laitettiin talon ainoa puhelinpistorasia. Paikka sijaitsi keskellä taloa, joten WLAN modeemilla saisi netin helposti koko taloon. Varmuuden vuoksi puhelin pistorasian viereen asennettiin 2-paikkainen atk-rasia, josta oli suorayhteys olohuoneeseen sen varalle, että olohuoneeseen tulee laitteita, jotka tarvitsevat nettiä eikä niissä ole WLAN ominaisuutta.

Jos talo olisi kuulunut kaapeliverkkoon, olisi nettiyhteys voitu tuoda sitä kautta ja viimeinenkin puhelinpistorasia olisi jäänyt turhaksi.

5.2 Antenni

Talon antenni oli sijoitettu välikatolle, jonne oli tehty rautalangasta lisävireityksiä signaalin parantamiseksi. Antenni oli näin suojassa myrskyiltä ja koska signaali oli riittävän hyvä, ei antennia alettu siirtämään. Talossa oli alun perin vain yksi antennipaikka, joten niitä tarvittiin lisää. Välikatolle sijoitettiin antennihaarotin, josta antennijohdot haaroittuivat molempiin makuuhuoneisiin, sekä olohuoneen vastakkaisiin seiniin. Näin olohuoneessa vältetään pitkiltä antennikaapeilta huoneen lattialla vaikka television paikkaa halutaan muuttaa. Erillistä antennisignaalin vahvistinta ei tarvinnut enää asentaa.



Kuva 12: Välikatolla oleva antennihaarotin.

5.3 LED-valaistus

Olohuoneeseen päätettiin asentaa perinteisen valaistuksen lisäksi nykyaikainen ja energiaystävällinen LED-valaistus. Huoneen molempiin päihin tuli 4 kpl spottivaloja, joita ohjattiin himmentimellä. Tärkeintä oli huomioda LED-valojen, muuntajan ja himmentimen yhteensopivuus. Muuntaja sijoitettiin omaan koteloonsa välikatolle, josta se on helposti vaihdettavissa jos tarvetta.

Valaistuskalusteita valittaessa piti ottaa huomioon seuraavat seikat:

- Muuntajan tehoalue
- Muuntajan himmennys mahdollisuus
- Valojen riittävä valoteho ja himmennettävyys
- Himmentimen toiminta jännite (12V)

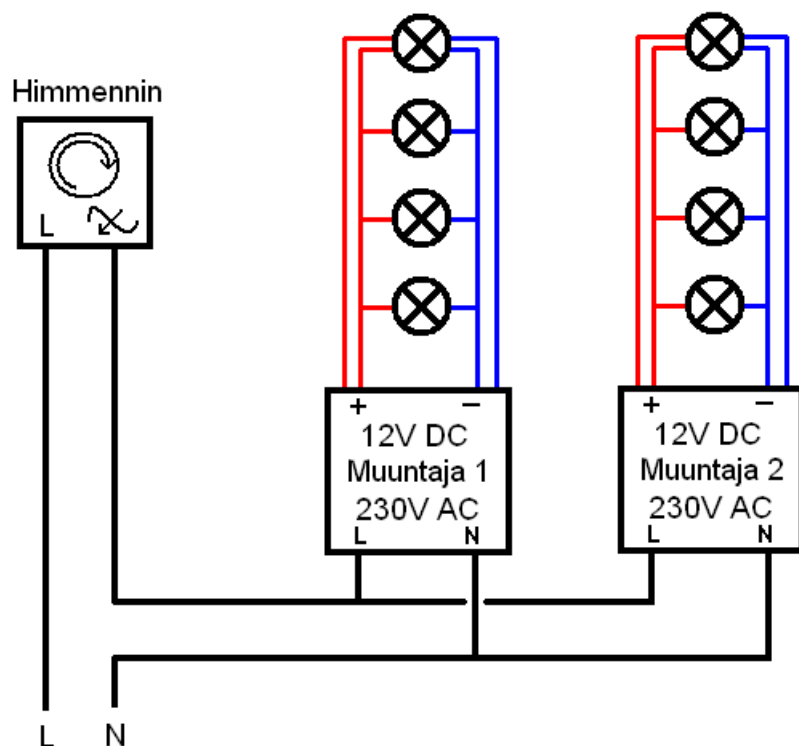
Himmentimeksi tuli elektroninen himmennin, joka katkoo siniaaltoja. Perinteinen vastuksella jännitettä säätävä himmennin ei olisi toiminut pienitehoisten LED-valojen kanssa.

Seikkoja, jotka vaikuttivat LED-valojen valintaan:

- Vähäenergisiä
- Eivät lämpene
- Pieni asennustila
- Näyttävän näköisiä



Kuva 13: Olohuoneen LED-valot. Lamput pieniä ja huomaamattomia.



Kuva 14: Käytännössä olohuoneen LED-valaistus kytkettiin näin.

Plus- ja miinusjohtimet tuotiin valoketjun molempiin päihin varmistamaan se, ettei johdon häviöt aiheuta valojen himmenemistä viimeisissä valoissa (vaikkakin näin pienellä matkalla sitä tuskin olisi tapahtunut).

5.4 Maadoitukset

Talon vesijohtoputkisto maadoitettiin yhdestä kohtaa, jolloin koko putkisto saatiin maadoitettua. Keskuksen pääpotentiaalin taseus toteutettiin kaivamalla 25m 6mm² paljasta kuparilankaa maahan.



Kuva 15: Maadoituksia. Vasemmassa kuvassa putkiston maadoitus ja kuparijohdin maalattuna. Oikeassa kuvassa kuparijohdin kieppi, joka odottaa maahan kaivuuta.

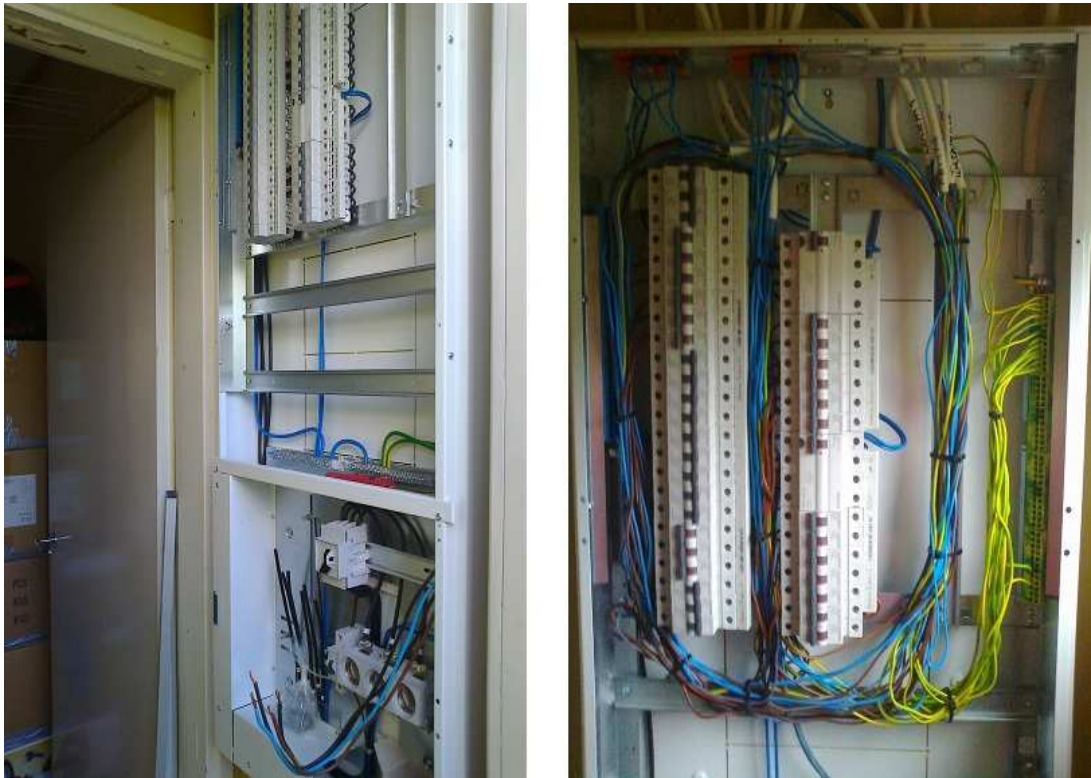
6 SÄHKÖKESKUS

6.1 Keskuksen valinta

Talossa oli entuudestaan 2-tariffimittauskeskus, jossa oli lämmitysohjausyksikkö. Uuteen keskukseen ei kuitenkaan enää tullut lämmityksenohjausyksikköä, koska hyöty olisi ollut niin pieni. Keskukseen on kuitenkin vielä myöhemmin mahdollista lisätä 2-tariffimittarin ja lämmityksenohjausyksikön, jos tarvetta tulee. Uutta keskusta valittaessa piti ottaa vielä huomioon, että keskuksessa oli riittävä määrä lähtöjä ja vikavirtasuojia. Myös keskuksen koko piti ottaa huomioon, koska tilaa oli rajoitetusti.

Oikeanlainen keskus löytyikin nopeasti. Keskukseksi tuli valmiiksi kasattu Enston mittakeskus, jossa oli reilusti lähtöjä, sekä vikavirtasuojia ja kaikki keskuksen sisäiset kytkennät oli tehty jo valmiiksi. /7/

6.2 Keskuksen asennus



Kuva 16: Keskuksen kytkentää.

Pieniä muokkauksia keskuksen jouduttiin tekemään. Vikavirralla suojattuja 16 A lähtöjä oli turhan vähän, joten 10A ja 16 A sulakkeiden paikkoja vaihdettiin ja lisättiin yksi 16 A lähtö.



Kuva 17: Keskukseen lähtöjä, jotka menevät katon läpi välikatolle.



Kuva 18: Keskuselta tulevat syötöt välikaton puolella, kun kaikki kaapelit oli vedetty.

Välikaton läpi tulevat kaapelit voidaan vielä myöhemmin suojata paremmin mahdollisten jyrstöjen varalta.

Kun suurin osa johdotuksista oli tehty ja työt saatiin siihen vaiheeseen, että pärjättiin ilman sähköä, tehtiin soitto Porin energialle, jotta saatiin talolle tuleva syöttökaapeli kylmäksi. Sitten vanha keskus purettiin ja siirrettiin syöttö uuteen keskukseen, jonka jälkeen Porin energian miehet tulivat asentamaan kWh-mittarin ja kytkivät sähkötkä takaisin päälle.

7 KUSTANNUKSET

Pääosin tarvikkeet ostettiin paikallisesta sähkötukkuliikkeestä ja lisäksi jotain pientarvikkeita haettiin rautakaupasta. Jos kaikki sähkötarvikkeet olisi ostettu rautakaupan hinnoilla, olisi kustannukset olleet tuplasti enemmän. Alla kerättynä suuntaa antavat hinnat siitä, paljonko eri tarvikkeisiin meni rahaa.

7.1 Tarvike ja asennuskustannukset

Kaapelit:

- Antennikaapeli
- Asennuskaapelit (MMJ)
- Maadoituskaapelit (16m² Cu)
- Pienjännitevalaistuskaapelit (LED-valot)

Yhteensä n. 700 €

Kalusteet:

- Valaistuskytkimet
- Pistorasiat
- Jako- ja kojerasiat
- Ripustuskannet valaisinpistorasialla
- Johtokourut (joihinkin pinta-asennuksiin)
- Voimapistorasia
- Antenni- ja Atk-rasiat
- Muoviputket (läpivienneille)
- Termostaatti

Yhteensä n. 1000 €

Sähkökeskus

- Itse keskus
- Yksi lisäsulake

Yhteensä n. 650 €

Lämmityspatterit

- Patterit (9kpl, tehoiltaan 500W ja 750W)
- Termostaatit

Yhteensä n. 1100 €

Olohuoneen LED-valaistus

- Kirkkaat LED-valot (8kpl)
- Muuntaja
- Erikoishimmennin (elektroninen)

Yhteensä n. 350 €

Keittiön työtason halogenvalaistus

- 2x 4kpl valosarjaa (joista 7 valoa käyttöön) muuntajineen

Yhteensä n. 140 €

Talon muut kiinteät valaisimet

- Ulkovalot
- Saunan ja pesuhuoneen valot

Yhteensä n. 200 €

Porin energian maksut

- Sähkön katkaisu
- Sähkön takaisin kytkentä
- kWh-mittarin asennus

Yhteensä n. 160 €

Pientarvikkeet

- Wago-liittimet (jakorasioihin)
- TC-kiinnikkeet (pinta-asennukset)
- Ruuvit, naulat, nippusiteet, ym.

Yhteensä n. 100 €

Lopullinen summa n. 4400 €

Huomioon otettavia seikkoja:

- Lattialämmityksistä ei tullut kustannuksia, koska niitä ei tarvinnut uusia.
- Kaapeleihin olisi voinut mennä rahaa vielä enemmänkin, mutta osa kaapelista saatiin ostettua halvemmalla.



Kuva 19: Ensimmäinen tavara erä.

7.2 Mahdolliset säästöt kustannuksissa

Turhia tarvike hankintoja ei juurikaan tullut. Kaapelia kului paljon, koska keskus sijaitsi talon toisessa päässä ja kaapelivedot olivat pitkiä, eikä vanhoja kaapelointeja päässyt hyödyntämään missään. Kalusteita meni yllättävänkin paljon taloon, koska kaikki uusittiin ja pistorasioita tuli paljon. Tässä kohtaa tarvikekuluista olisi voitu säästää hieman karsimalla pistorasioiden määrää, jolloin kaapeliakin olisi kulunut vähemmän, mutta säästö olisi ollut pieni hyötyyn nähden ja nykypäivän talossa sähköpisteitä pitääkin olla reilusti.

Keskus valittiin valmiiksi kasatuista keskuksista siten, että lähtöjen määrä vastasi talon tarpeita. Vaikka lähtöjä jäikin keskukseen melko paljon varalle, ei seuraava pienempi keskus olisi enää riittänyt kyseiseen taloon ja jos keskus olisi itse koottu sopivan kokoiseksi osista, olisi keskukseen mennyt enemmän rahaa ja vaivaa.

LED-valot olivat ns. ylimääräinen lisä, mutta pidemmällä tähtäimellä nekin tulevat kannattavaksi, koska ovat pienitehoisia.

Patteri hankinnoissa ei säästely, koska talon entiset patterit olivat jo vanhoja ja ne oli kannattavaa uusia, vain pari vanhaa patteria jätettiin käyttöön paikkoihin, joissa lämmityksen tarve oli pieni, eli vessaan ja vaatehuoneeseen. Jokaiseen uuteen patteriin ostettiin oma termostaattinsa, mutta jos patterit olisi kytketty siten, että yhdellä termostaatilla olisi ohjattu useampaa patteria, olisi termostaatteja tarvittu vähemmän ja saavutettu pientä säästöä. Mutta se olisi ollut vähäistä ja talon lämpö pysyy tasaisempana kun jokaisella patterilla on oma termostaattinsa.

8 KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUKSET

Kun kaikki sähköasennukset oli saatu tehtyä, tehtiin käyttöönottomittaukset. Aluksi tehtiin silmämääräinen tarkastus ja katsottiin, että keskuksen merkinnät pitivät paikkansa.

Tämän jälkeen tehtiin jännitteettömänä tehtävät mittaukset, eli suojajohtimen jatkuvuus, sekä eristysresistanssimittaukset.

Lopuksi kytkettiin sähkötkä takaisin päälle ja tehtiin loput mittaukset. Vikavirtasuojien toiminta testattiin ensin testi-napeista, jonka jälkeen mitattiin vielä niiden laukaisuaajat ja toimintavirrat aina ryhmän viimeisestä pistorasiasta. Samalla pistorasioista mitattiin, että oikosulkuvirrat olivat riittävät ja että syöttöjen automaattiset poiskytkennät toimivat. Pistorasioista tehdyissä mittauksissa käytettiin käyttöönottomittarin omaa pistotulppaliitintä. Lopuksi mittauksista tehtiin mittauspöytäkirja. Mittauksissa käytössä oli Fluken käyttöönottomittari. Mittauspöytäkirja löytyy liitteistä. /2/

9 SÄHKÖPIIRRUSTUKSET

Talosta ei löytynyt kunnon sähkökuvia, ainoastaan pattereiden johdotuksista löytyi kuva. Sähkösuunnitelmien teko jouduttiin siis aloittamaan puhtaalta pöydältä. Suunnitelmat tehtiin CADS piirustusohjelmaa käyttäen ja apuna käytettiin talon pohjapiirustusta. Sähkökuvien pohjakuva ei ole mittakaavassa ja huoneiden koot voivat heitellä. Sähkösuunnitelmat liitteissä.

10 YHTEENVETO

Sähkösaneerausta tehdessä tuli opittua kaikki vaiheet omakotitalon sähköistämisestä, sekä huomattua, että vanhaa taloa remontoidessa erityisesti kaapelireittien suunnittelu osoittautui haasteelliseksi. Standardien noudattaminen oli kohtuullisen helppoa, vaikka välillä meinasikin jäädä jotain huomioimatta.

Lämmitysjärjestelmän laskelmia tehdessä tuli huomattua, että vanhaan taloon täysin uuden ja erilaisen lämmitysjärjestelmän asentaminen ei ole järkevää paitsi ehkä hyvin pitkällä aikatahtaimella.

LÄHTEET

/1/ SFS-käsikirja 600, 1. painos. Lokakuu 2007

/2/ D1 Asentajankäsikirja, 17. painos, STUL ry

/3/ Tukesin verkkosivut, viitattu 2.10.2012, saatavissa <http://www.tukes.fi/>

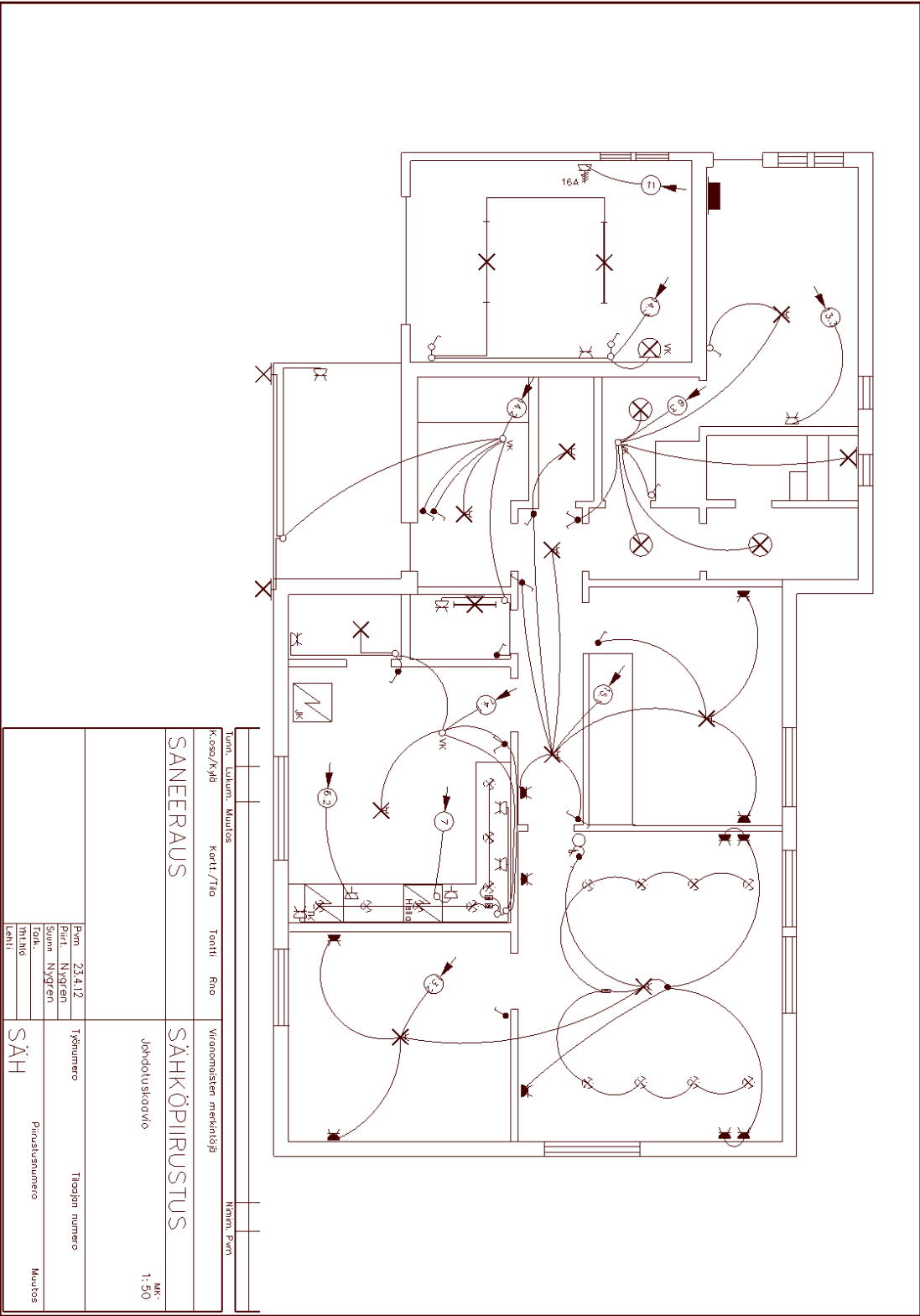
/4/ <http://www.ilmalampopumppu.fi>

/5/ http://www.rakentaja.fi/artikkelit/5793/oljytaytteinen_sahkopatteri_joustava.htm

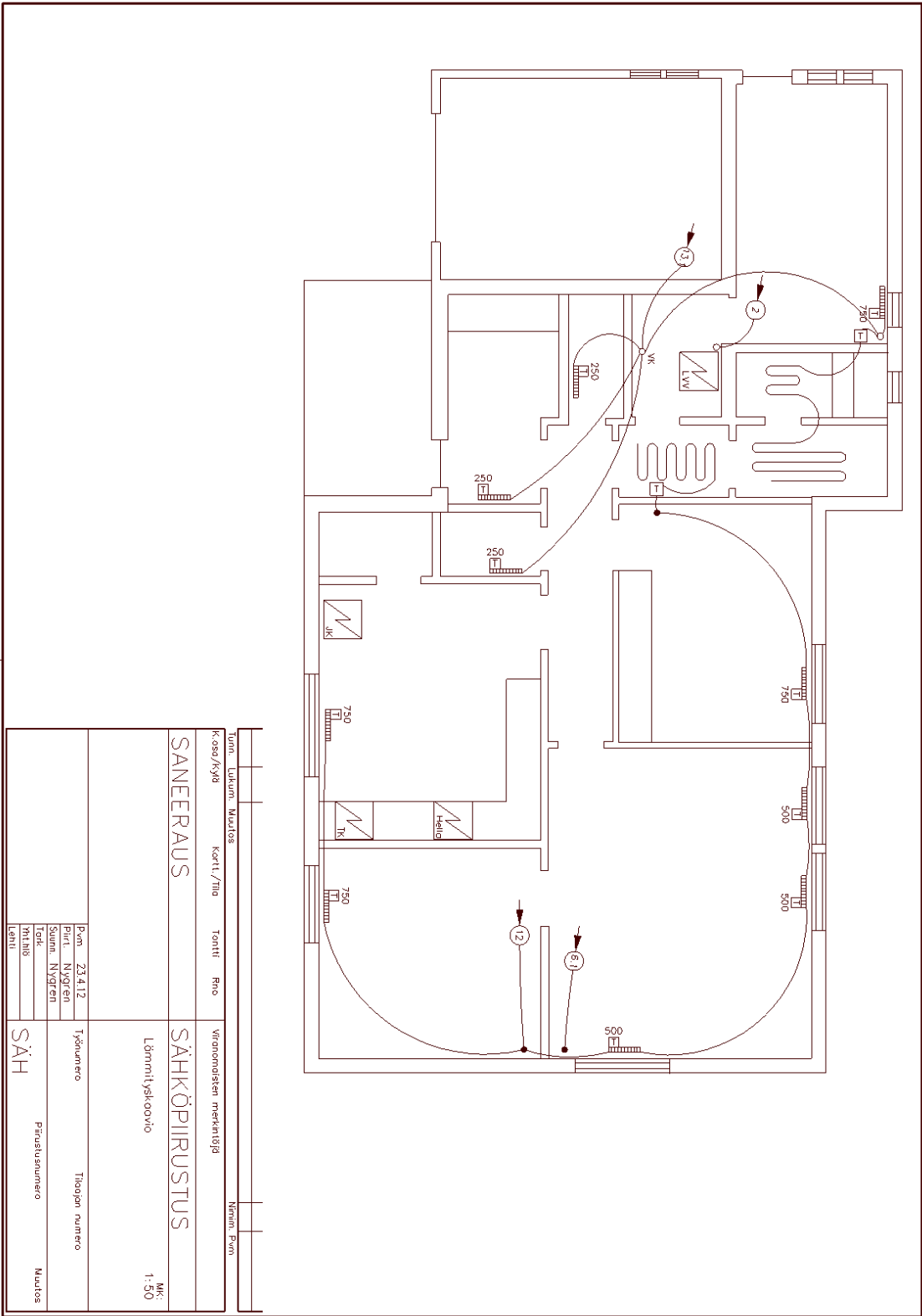
/6/ Porin energian verkkosivut, viitattu 27.08.2012, saatavissa
<http://www.porienergia.fi/>

/7/ Enston verkkosivut, viitattu 2.10.2012 <http://www.ensto.com/fi>

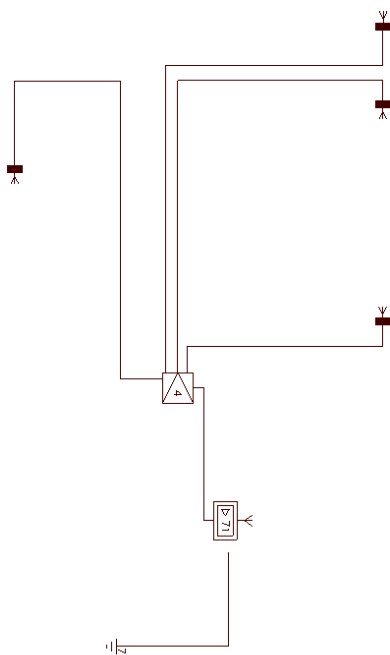
SÄHKÖSUUNNITELMA



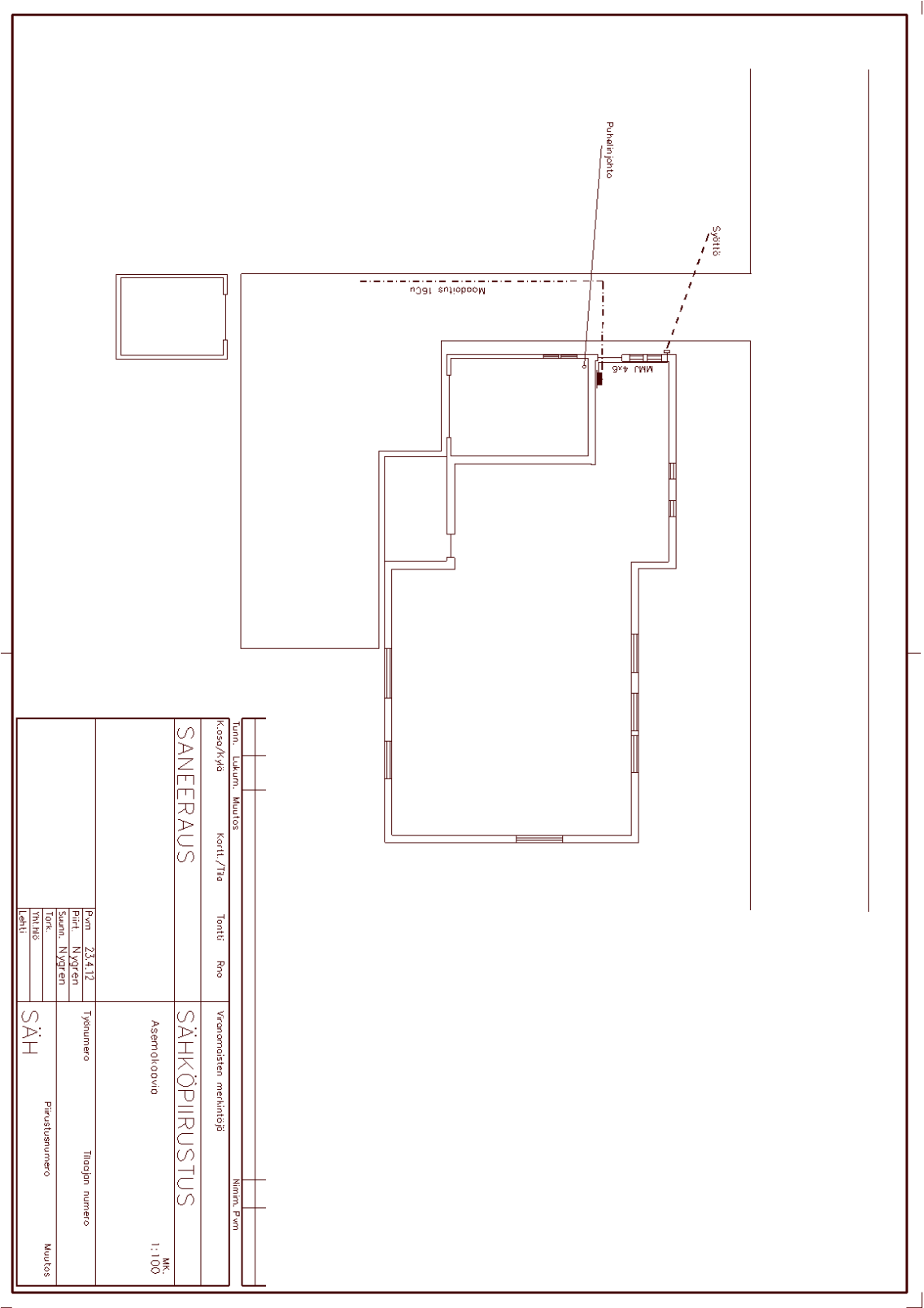
LÄMMITYSKUVA



ANTENNIKA AVIO

[illegible]

ASEMAKAAVIO



KESKUSKAAVIO 1

[illegible]

KESKUSKAATIO 2

[illegible]

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Sähköasennuksen käyttöönotto

Työ-	Asiakas	Puh —
kohde	Osoite —	
Sähkö-	Nimi <i>KIMI NYGREN</i>	Puh —
urakoitsija	Osoite —	
Jakeluverkon haltija <i>Pocin Energia</i>		
Nimellisjännite	<i>400V</i>	Oikosulkuvirta(pienin/suurin) —
Tarkastuk-	☒ Uudisrakennus ☐ Muutos tai laaj.työ ☐ Korjaustyö ☐ Uusintatarkistus ☐ Muu:	
sen peruste	Työ:	
Silmä-	Liittymisjohto	Laji:
määräinen	☒ Pääte ☒ Suojaus	Poikkipinta: <i>4 x 6 mm²</i>
tarkastus	Päävarokkeet	Läpivienti ☒
	Sulake/varoke	<i>3 x 25 A 1 3 x 25 A</i>
k kunnossa	Pääpotentiaalitasaus	
e huomau-	☒ PE-tai PEN -kisko ☒ maadoitusjohdin ☒ vesiputkistot ☒ ilmavaihtokanavat	
tettavaa	☒ betoniraidoitus ☒ antennimaad. ☒ puhelinmaad. ☒ ukkossuojaus	
	Pääkeskus	
	☒ sijoitus ☒ rakenne ☒ erotusmahdoll. ☒ merkinnät ☒ asennus	
	Ryhmäkeskukset	
	☒ sijoitus ☒ rakenne ☒ merkinnät ☒ asennus	
o ei kuulu	Ryhmäjohtot	
tarkas-	☒ liitt. keskukseen ☒ poikkipinnat ☒ merkinnät ☒ asennus	
tukseen	Pistorasiat	
	☒ sijoitus ☒ rakenne ☒ joht. liittokset	Valaisimet ☒ sijoitus ☒ rakenne
	Lämmityslaitteet	
	☒ pattereiden sij. ja asennus ☒ kiukaan sijoitus ja asennus ☒ Lämm. kelmujen asennus ☒ lämmityskaapeleiden asennus	
	Muut kojeet	Muut asennukset
	☒ liesi ☒ puhelinasenn. ☒ antenniasenn. ☒ muut teletek. asennukset	
	Loppupiirustukset	
	☒ keskusaaviot ☒ johdotuskuvat ☒ käyttöohjeet ja käytönopastus	
Keskus-	Suojajohtimen ja potentiaalintasausjohtimen jatkuvuus	Eristysresistanssi
kohtaiset	☒ Jatkuvuus todettu mitaamalla	Koko keskuksessa M Ω
mittaukset	Erikseen mitattavat ryhmäjohtot	
	ryhmä nro	eristysresistanssi
	<i>13.1</i>	<i>>0,5 MΩ</i>
	<i>14.1</i>	<i>>0,5 MΩ</i>
	<i>14.2</i>	<i>>0,5 MΩ</i>
	<i>14.3</i>	<i>>0,5 MΩ</i>
	<i>15.1</i>	<i>>0,5 MΩ</i>
	Syötön automaattisen poiskytkennän vaatimusten toteutuminen	
	☒ todettu mitaamalla ☐ todettu suunnitelmista	
	Pienin oikosulkuvirta erikseen mitatusta ryhmistä	
	ryhmä nro	Ikmin/A
	<i>15.1</i>	<i>227</i>
	<i>14.1</i>	<i>209</i>
	Vikavirtasuojakytkimien toimivirrat	
	ryhmä nro	nimellisarvot In/Idn
	<i>15.1</i>	<i>30mA</i>
	Mitattu toimivirta	<i>21mA</i>
	Käytetyt mittalaitteet: <i>Fluke</i>	
Tarkastuksen	A2-94:n mukainen	
tulos	turvallisuustaso	☒ saavutettu ☐ ei saavutettu(puuttet liitteenä)
Tarkastuksen	Nimi: <i>KIMI NYGREN</i>	
tekijä	Aika ja paikka	Allekirjoitus