



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

TEEMU RASK

OMAKOTITALON SÄHKÖSUUNNITELMA

SÄHKÖTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA
2020

Tekijä Rask, Teemu	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Huhtikuu 2020
	Sivumäärä 28 sivua 8 liitettä	Julkaisun kieli Suomi
Omakotitalon sähkösuunnitelma		
Sähkötekniikan koulutusohjelma		
Opinnäytetyössä tehdään sähkösuunnitelma rakennettavaan omakotitaloon yksityiselle tilaajalle. Tilaajan toiveet otettiin selville, ja niitä noudatettiin suunnittelussa. Sähkösuunnittelussa käytettiin CADMATIC-ohjelmistoa. Kohde halutaan yksikerroksiseksi, ja sen lämmitysmuodoksi maalämpö. Suunnittelussa otetaan huomioon keskeiset standardit ja määräykset, ja niitä myös käydään läpi työn kirjoitusvaiheessa. Suunnittelun tekemiseen kuului keskeisten dokumenttien tekeminen, joiden pohjalta uudisrakennus rakennetaan.		
Asiasanat: Sähkösuunnitelma, omakotitalo, maalämpö		

Author Rask, Teemu	Type of Publication Bachelor's thesis	Date April 2020
	Number of pages 28 pages 8 appendices	Language of publication: Finnish
Electrical plan of the detached house		
Degree programme in electrical engineering		
Purpose of the thesis was to make electrical planning for the detached house, ordered by private client. Client's wishes for the house was determined, and those was followed in the process of planning. CADMATIC-software was used in the electrical planning. To be built house was wanted to be single-storey house, and geothermal heating was wanted heating method. Important standards and regulations was considered in the planning, and those are gone through in process of writing the thesis. Planning included making needed documents, for being able to build the new building based on documents.		
Key words: Electrical planning, detached house, geothermal heating		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 SÄÄDÖKSET JA LAIT	6
2.1 Sähkösuunnittelu	6
2.2 Sähköturvallisuus	6
2.3 Paloturvallisuus	6
3 SÄHKÖLASKELMAT JA LIITTYMISKAAPELI	8
3.1 Omakotitalon huipputeho	8
3.2 Liittymisjohto	9
3.3 Automaattisen poiskytkennän toiminnan toteaminen	10
3.4 Jännitteenalenema	13
4 IP-LUOKITUKSET	14
4.1 Kotelointiluokan tunnus	14
4.2 Kotelointiluokkien tunnusten selitykset	14
5 VAHVAVIRTASUUNNITTELU	17
5.1 Sähköselostus	17
5.2 Sähköpistepiirustus.....	17
5.3 Pistorasioiden sijoitus.....	18
5.4 Valaistuksen suunnittelu.....	19
5.5 Johdotus.....	20
5.6 Maadoitus	20
5.7 Keskuskaavio.....	22
6 LÄMMITYS	23
6.1 Maalämpö	23
7 HEIKKOVIRTASUUNNITTELU	24
7.1 Antennijärjestelmä.....	24
7.2 Yleiskaapelointi.....	25
8 KÄYTTÖÖNOTTO	26
8.1 Ennen laitteiston käyttöönottoa	26
8.2 Käyttöönottotarkastus.....	26
8.3 Käyttöönottomittaukset	27
9 POHDINTA	28

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Ennen suunnittelun aloitusta, tilaajan kanssa keskusteltiin toiveista omakotitalon sähköistystä koskien. Kohteesta haluttiin yksikerroksinen, ja sähköistyksen haluttiin olevan perinteinen, ilman automatiikkaa.

Kohteen lämmitysmuodoksi haluttiin vesikiertoinen lattialämmitys maalämmöllä. Suunnittelu sisältää myös heikkovirtasuunnittelun kaavioineen. Työstä on rajattu pois murtojärjestelmän suunnittelu, koska kohteeseen ei tässä vaiheessa haluta perinteistä murtojärjestelmää, vaan uudisrakennuksen valmistumisen jälkeen tilaaja harkitsee langattoman murtojärjestelmän hankkimista projektin myöhemmässä vaiheessa.

Suunnittelu on kokonaisuudessaan suoritettu CADMATIC-ohjelmistoa käyttäen, ja standardi- ja määräyskirjallisuutta silmälläpitäen. Työstä on rajattu pois tontin asemakuvat. Talon huoneistoala tulee olemaan 154m^2 , ja kerrosala kokonaisuudessaan 201m^2 .

2 SÄÄDÖKSET JA LAIT

2.1 Sähkösuunnittelu

Vuoden 1996 jälkeen sähkösuunnittelua ei ole säädelty pätevyysvaatimuksilla. Sähköasennusten täytyy kuitenkin noudattaa aina sähköturvallisuusvaatimuksia ja yleisiä standardeja. (Tukes www-sivut 2012.)

Suunnitteluosuus on tärkeässä osassa projektia ja hyvän suunnittelun perusteella on koko projekti helpompi toteuttaa. Mitä paremmat suunnitelmat kohteesta on, sitä helpompaa työn toteuttamisesta tulee. Suunnitellessa on syytä kiinnittää huomiota myös muiden alojen piirustuksiin, ja suunnitelmiin, tämä koskee esimerkiksi LVI-asennuksia ja suunnitelmia. Hyvällä vuorovaikutuksella suunnitteluvaiheessa pystyy täten vaikuttamaan suuresti kohteen työmaa-aikaiseen sopuun eri toimijoiden välillä, ja itse työ etenee aikataulun mukaisesti.

2.2 Sähköturvallisuus

Sähköturvallisuuslain tarkoitus on pitää huolta sähkölaitteen ja sähkölaitteiston turvallisuudesta käytön yhteydessä. Yleisinä vaatimuksina on sähkölaitteistojen pitäminen turvallisena, jottei niistä aiheutuisi vaaraa kenellekään, ja että laite toimii turvallisesti ilman häiriöitä. Sähkölaisissa myös säädetään, että sähkölaitteen valmistajan on huolehdittava siitä, että markkinoille tuomissa laitteissa on oleelliset ja tarpeelliset ohjeet, merkinnät ja turvallisuustiedot. Valmistajien on pidettävä huolta, että sähkölaitteet jotka tulevat markkinoille ja noudattavat sähköturvallisuuslakia, ovat merkittyjä CE-merkinnällä. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 6.)

2.3 Paloturvallisuus

Ympäristöministeriön asetuksen mukaisesti kaikkiin uudisrakennuksiin, jotka kytketään sähköverkkoon, pitää asentaa palovaroittimet. Palovaroittimet jotka täyttävät turvallisuusvaatimukset, on merkitty CE-merkinnällä, tarkemmat

palovaroittimien vaatimukset ovat esitettyinä standardissa SFS-EN 1406-julkaisussa. (Tukes [www-sivut 2017.](#))

Palovaroittimen hankinta ja sen toimintakuntoisena pitäminen on asukkaan vastuulla. Normaali suositus on tarkastaa toimintakunto kuukausittain ja suorittaa paristonvaihto kerran vuodessa tapauskohtaisesti riippuen palovaroitimesta, koska jotkin palovaroittimet ovat varusteltu virtalähteellä, jotka kestävät koko käyttöiän. On myös suositeltavaa putsata palovarotinta pölystä, koska se kerää sitä helposti, ja voi täten aiheuttaa vääriä hälytyksiä paloastin heikentymisen johdosta. (Tukes [www-sivut 2017.](#))

Palovaroittimen sijoittamisessa on huomioitava muutamia seikkoja paloturvallisuuden kasvattamiseksi. Asunnon jokaista kerroksen alkavaa 60m² kohden on oltava vähintään yksi palovaroitin. Palovaroitin tulee sijoittaa kattoon huoneen keskelle, tai muuhun paikkaan johon savu pääsee palotilanteessa ilman esteitä. Palovaroitinta ei suositella asennettavaksi muunmuassa keittiöön, kosteisiin tiloihin tai muihin tiloihin, joissa työskentely saattaisi aiheuttaa turhan hälytyksen, eikä sitä saa asentaa puolta metriä lähemmäksi seinää tai kattopalkkia. Asennuksessa tulee kuitenkin noudattaa myös palovaroittimen mukana tulevia asennusohjeita. (Tukes [www-sivut 2017.](#))

3 SÄHKÖLASKELMAT JA LIITTYMISKAAPPELI

3.1 Omakotitalon huipputeho

Jotta sähköliittymä voidaan mitoittaa, valita pääsulakkeet ja liittymäjohto, pitää laskea kohteen huipputeho, jonka kautta saadaan laskettua kuormitusvirta, ja sen jälkeen valittua pääsulakkeiden koot.

Tämän kohteen huipputehon laskelmassa käytetään jatkuvatoimisen sähkölämmityksen laskukaavaa.

$$P_h = P_{KOJE} + P_{VALAISTUS} + P_{KEV} + P_{HLAM} + P_{ALAM} + P_{LVV}$$

Kaava 1. Asuinrakennuksen huipputeho (ST 13.31)

Merkkien tarkoitus:

P_h	huipputeho
P_{KOJE}	3 kW
$P_{VALAISTUS}$	10 W/m ² * huoneiston pinta-ala
P_{HLAM}	Sähkölämmityksen nimellisteho
P_{KEV}	Kiukaan vuorottelematon nimellisteho
P_{AHLAM}	Autolämmityksen teho
P_{LVV}	Lämminvesivaraajan teho

Kaavan 1 mukaisesti saadaan kohteen huipputehoksi

$$P_h = 3 \text{ kW} + 10 \text{ W/m}^2 * 201 + 8 \text{ kW} + 6,8 \text{ kW} + 0 + 3 \text{ kW}$$

$$P_h = 22,81 \text{ kW}$$

Tämän jälkeen pystytään ratkaisemaan matemaattisesti rakennuksen liittymän kuormitusvirta käyttäen kolmivaihetehon laskukaavaa.

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

Kaava 2. Kolmivaihejärjestelmän laskukaava

Merkkien tarkoitus

P	huipputeho
U	pääjännite
I	vaihevirta
$\cos \varphi$	tehokerroin

Yhtälön ratkaisemisen avulla, kaavan 2 saa muutettua muotoon, jolla saadaan ratkaistua vaihevirta.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{22,81 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,95} = 34,6562 \text{ A}$$

Täten vaihevirran suuruudeksi saadaan noin 34,7 A, ja voidaan valita pääsulakkeiden kooksi 35 A.

3.2 Liittymisjohto

Kun pääsulakkeiden tarvittavat suuruudet ovat tiedossa, voidaan ottaa yhteyttä sähköverkon omistajaan, tässä tapauksessa Carunaan, ja tehdä sopimus uudesta sähköliittymästä. Kohteen etäisyys on 300 metriä 20 kV- verkosta. Liittymä kuuluu vyöhykkeeseen 1, ja täten 35 A pääsulakeliittymä tulee maksamaan 3700 €. Caruna suosittelee liittymisjohdontyyppiä AXMK 4x25 mm² kaapelia, kun käytössä on 3x25 – 3x35 päävarokkeet. Suosituksen mukaisella tavalla kohteeseen on valittu liittymisjohdoksi AXMK 4x25 mm² johtotyyppi. (Caruna www-sivut 2018.)

AXMK 4x25 mm² kaapelitunnus tarkoittaa että kaapeli on alumiinikaapeli, siloitettua polyeteeniä, sisältää muovieristyksen ja että kaapeli on voimakaapeli. Kaapelitunnuksesta selviää myös että siinä on neljä johdinta, joiden poikkipinta on 25 mm². Liittymisjohdon mitaksi tulee 30 m, ja kaapeli kulkee maakaapelina.

Kaapeli tulee kulkemaan kaivetussa kaapeliojassa, 0,7 m syvyydessä, ja varoituss nauhat asetetaan 0,5 m syvyyteen kaapeliojaan. Täytössä käytetään hienoa maa-ainesta ja kaivuumaata. Kaapeli nousee pääkeskuksen alapuolelta suojakourun kanssa, kuitenkin niin ettei suojakourun terävät kulmat pääse vahingoittamaan kaapelia. Ennen kaivuutyötä pitää varmistaa ettei kaivuureitillä sijaitse vanhoja sähköjohtoja, tai vesiputkia ynnä muita. (SFS-Käsikirja 600-1-2, 303.)

3.3 Automaattisen poiskytkennän toiminnan toteaminen

CADMATIC-ohjelmistolla tehdyllä suunnittelulla ohjelma näyttää suoraan suurimmat sallitut johtopituudet ja oikosulkuvirtojen hyväksyttämisen, mutta on silti aiheellista tarkistaa niiden paikkansa pitävyys laskutoimituksilla. Asennusten suorituksen jälkeen, pitää tehdä mittaukset kohteessa, ja täyttää pöytäkirjat mittauksien tuloksilla. Verkkoyhtiön mukaan liittymän laskennallinen oikosulkuvirta I_k on 1000 A.

$$Z_t = \frac{c * U}{\sqrt{3} * I_k}$$

Kaava 3. Verkon taustaimpedanssin laskukaava (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 101.)

Arvot sijoittamalla kaavaan 3, verkon taustaimpedanssiksi saadaan:

$$Z_t = \frac{0,95 * 400 \text{ V}}{\sqrt{3} * 1000 \text{ A}} = 0,219 \text{ } \Omega.$$

Seuraavaksi pitää ottaa laskuissa huomioon liittymiskaapeli pääkeskukselle, joka aikaisemmin mainitun mukaan on AXMK 4x25mm², sekä nousukaapeli ryhmäkeskukselle, joka puolestaan on MCMK 4x10mm², ja nousukaapelin pituus on 10 metriä. Laskussa käytetään taulukon antamia johtimien impedansseja.

Taulukko 1. Johtimien impedanssit (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 96)

Johtimen poikkipinta-ala [mm ²]	Kupari			Alumiini		
	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z
4 × 1,5	14,620	0,115	14,620			
4 × 2,5	8,770	0,110	8,770			
4 × 4	5,480	0,107	5,480			
4 × 6	3,660	0,100	3,660			
4 × 10	2,244	0,094	2,246			
4 × 16	1,415	0,090	1,418	2,324	0,090	2,326
4 × 25	0,898	0,086	0,902	1,489	0,086	1,492
4 × 35	0,652	0,083	0,657	1,086	0,083	1,089
4 × 50	0,482	0,083	0,489	0,796	0,083	0,800
4 × 70	0,336	0,082	0,346	0,551	0,082	0,557
4 × 95	0,244	0,082	0,257	0,398	0,082	0,406
4 × 120	0,195	0,080	0,211	0,316	0,080	0,326
4 × 150	0,155	0,080	0,174	0,258	0,080	0,270
4 × 185	0,125	0,080	0,148	0,207	0,080	0,222
4 × 240	0,095	0,079	0,124	0,162	0,079	0,180
4 × 300	0,078	0,079	0,111	0,133	0,079	0,155

$$Z_{\text{syöt}} = 2 * l * z$$

Kaava 4. Kaapelin aiheuttaman impedanssin laskukaava. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 101.)

Kaavan 4 avulla voidaan laskea liittymisjohdon, sekä ryhmäkeskuksen nousukaapelin aiheuttamat impedanssit, kaavassa :

$Z_{\text{syöt}}$ = kaapelin impedanssi

l = kaapelin pituus (km)

z = johtimen impedanssi

$$Z_{\text{syöt}} = 2 * 0,03 \text{ km} * 1,492 \Omega = 0,0895 \Omega$$

$$Z_{\text{nousu}} = 2 * 0,01 \text{ km} * 2,246 \Omega = 0,04492 \Omega$$

Ryhmäkeskuksella vaikuttava impedanssi on aiemmin laskettujen impedanssien summa.

$$Z_v = 0,219 \Omega + 0,0895 \Omega + 0,04492 \Omega = 0,35342 \Omega$$

Kaava 5. Impedanssien summa.

Seuraavaksi pystytään laskemaan suurimmat sallitut johtojen pituudet, joilla automaattinen poiskytkentä toimii.

$$l = \frac{\frac{c * U}{2 * Z} - Z_v}{\sqrt{3} * I_k}$$

Kaava 6. Suurimman sallitun johdonpituuden laskukaava. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 101)

Merkkien tarkoitus

l	johdon pituus
c	kerroin
U	pääjännite
I _k	vaadittu oikosulkuvirta
Z _v	impedanssi ennen suojalaitetta
Z	johtimen impedanssi

Taulukko 2. Automaattiseen poiskytkentään vaaditut oikosulkuvirrat. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 93)

Nimellisvirta [A]	Pienimmät toimintavirrat [A] johdonsuojakatkaisijoille			
	B-tyyppi		C-tyyppi	
	toiminta-aika 0,4 s ja 5,0 s	vaadittu mitattu arvo	toiminta-aika 0,4 s ja 5,0 s	vaadittu mitattu arvo
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
13	65	81,3	130	162,5
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

Sijoittamalla taulukosta käytettävän johdonsuojakatkaisijan vaaditut oikosulkuvirrat, sekä käytettävän kaapelin impedanssi kaavaan 6, pystytään ratkaisemaan johtojen pituudet.

$$l = \frac{\frac{0,95 * 400}{\sqrt{3} * 50} - 0,35342}{(2 * 14,620)} = 0,138 \text{ km}$$

Taulukko 3. Suurimmat sallitut johtojen pituudet.

Johdonsuojakatkaisija	Poikkipinta-ala	Suurin sallittu pituus
B10 B	1,5 mm ²	138 m
C10 A	1,5 mm ²	68 m
B16 A	2,5 mm ²	136 m
C16 A	2,5 mm ²	58 m

3.4 Jännitteenalenema

Jännitteenalenema liittymäpisteen ja kuomituksen välillä ei saisi olla suurempi kuin 5 % laitteilla, ja valaistuksella ei suurempi kuin 3 %. On poikkeuksia, muunmuassa moottorit käynnistyksen aikana, sekä muut laitteet joilla on suuri käynnistysvirta. (SFS-600-1-1 2017, 282.)

4 IP-LUOKITUKSET

4.1 Kotelointiluokan tunnus

Sähkölaitteita koskien on käytössä kansainväliset IP-luokat. Kotelointiluokkien ymmärrys ja tunteminen on välttämätöntä sähkölaitteita valittaessa erilaisiin kohteisiin ja tiloihin. Kotelointiluokka määrittää sähkölaitteen kiinteät ominaisuudet. IP-koodi muodostuu parhaimmillaan neljästä osasta. Ensimmäinen numero kertoo vaarallisten osien kosketussuojauksesta, ja suojaukselta vieraita esineitä ja pölyä vastaan. Toinen numero kertoo laitteen ominaisuuden estää veden sisääntulo. Suurin osa normaalin kiinteistön sähkölaitteista on varustettu vain ensimmäisellä ja toisella tunnusnumerolla. Tunnuksen lisäksi ilmoitetaan, jos kosketussuojaus on todellisuudessa parempi, kuin ensimmäisen numeron avulla ilmoitettu, tällöin ensimmäinen numero on korvattu kirjaimella X. Täydennyskirjaimella kotelointiluokan tunnuksessa pystytään ilmoittamaan jokin poikkeuksellinen ominaisuus laitteen suojauksessa. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista.)

4.2 Kotelointiluokkien tunnusten selitykset

Taulukko 4. Ensimmäisen tunnusnumeron suojausluokat

Ensimmäinen numero	Suojaustaso
0	Ei suojausta
1	Suojaus nyrkiltä ≥ 50 mm
2	Suojaus sormelta $\geq 12,5$ mm
3	Suojaus työkalulta $\geq 2,5$ mm
4	Suojaus langalta $\geq 1,0$ mm
5	Suojaus langalta (pölysuojaus)
6	Suojaus langalta (pölytiivis)

Taulukko 5. Toisen tunnusnumeron suojausluokat

Toinen numero	Suojaustaso
0	Suojaamaton
1	Pystysuoraan tippuva vesi
2	Tippuva vesi (15 astetta)
3	Satava vesi
4	Roiskuva vesi
5	Vesisuihku
6	Voimakas vesisuihku
7	Lyhytaikainen upotus
8	Jatkuva upotus
9	Korkeapaineinen ja korkealämpöinen vesi

Taulukko 6. Vapaaehtoisen lisäkirjaimen suojausluokat

Vapaaehtoinen lisäkirjain	Suojaustaso
-	Kosketussuojatut vaaralliset osat
A	Suojaus nyrkiltä
B	Suojaus sormelta
D	Suojaus työkalulta
C	Suojaus langalta

Taulukko 7. Vapaaehtoisen täydentävän kirjaimen suojausluokat

Vapaaehtoinen täydentävä kirjain	Suojaustaso
H	Suurjännitelaite
M	Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä
S	Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä
W	Laite on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin

Taulukossa kahdeksan on esitettyä erilaiset tilat standardien mukaisien vaatimusten mukaisesti. Kylpy- ja suihkutiloissa, sekä uima-allastiloissa käytetään myös erillistä alueluokitusta.

Taulukko 8. Eri tiloja koskevat kotelointiluokat.

Tila	IP-luokka	Huomautukset
Kylpy- ja suihkutilat		Sulkujen sisäpuolella olevat arvot tarkoittavat, että tilassa todennäköisesti käytetään vesisuihkua.
Alue 0	IPX7	
Alue 1	IPX4 (IPX5)	
Alue 2	IPX4 (IPX5)	
Alueiden ulkopuolella	IPX0	
Uima-allastilat		Alue 1 IPX5, jos käytetään vesisuihkua
Alue 0	IPX8	
Alue 1	IPX4 (IPX5)	Alueella 2 IPX4 ulkotiloissa, ja IPX5 tiloissa joissa käytössä vesisuihku.
Alue 2	IPX2 (IPX4, IPX5)	
Sauna	IP24	
Maataloustilat	IP44	
Kuivat tilat	IP2X	
Kosteat tilat	IP21	
Märät tilat	IP24	Pinnoille muodostuu vesipisaroita, tai laite muuten alttiina vedelle.
Ulkotilat	X1	Suojattu sateelta
	X3	Alttiina sateelle $\geq 0,5$ m etäisyys vaakatasosta tai kaltevan pinnan yläpuolelle.
	X4	Alttiina sateelle $\leq 0,5$ m etäisyys vaakatasosta, tai kaltevasta pinnasta.
Tilat, joissa on tai käsitellään palovaarallista materiaa	IP4X (IP5X)	Mikäli tilassa esiintyy pölyä.
	(IP6X)	Mikäli pöly on palavaa.

5 VAHVAVIRTASUUNNITTELU

5.1 Sähköselostus

Sähköselostuksesta käy ilmi tarkemmat tiedot kohteesta. Eri järjestelmät asennuksineen käydään läpi yksityiskohtaisesti, esimerkiksi asennustavat- ja korkeudet. Sähköselostuksesta käy ilmi vastuualueet, esimerkiksi kenen vastuulla on hankkia asennettavat tuotteet. Sähköselostuksen tarkoitus on selkeyttää projektin osalualueita.

5.2 Sähköpiirustus

Sähköpiirustuksessa esitetään kohteen sähköpisteet, eli kalusteet piirustuksessa. Sähköpiirustuksessa ei esitetä johdotuksia, vaan niille on oma piirustuksensa. Suunniteltaessa pitää huomioida asiakkaan tarpeet, käytännöllisyys ja asumismukavuus, tietenkään itse määräyksiä unohtamatta. Tämän kohteen sähköpiirustus ja muut piirustukset löytyvät liitteistä. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2012.)

Kytkimet on syytä sijoittaa paikkoihin, joista saa kytkettyä valot helposti päälle tilaan tai huoneeseen mentäessä. Vastaavasti muunmuassa käytävillä on syytä suunnitella valaistuksen ohjaus niin, että valaistuksen saa kytkettyä päälle ja pois esimerkiksi käytävän molemmista päistä. Samoin suuremmat tilat saattavat edellyttää useampaa valaistuksen ohjauspistettä tapauskohtaisesti, jotta käyttömukavuus saataisiin maksimoitua. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2012.)

Sähköasennukset voidaan suorittaa pinta- tai uppoasennuksena, ja tässä kohteessa sähköasennukset suoritetaan uppoasennuksena, koska kyseessä on uudiskohde. Sähköpiirustuksesta selviää sähköpisteiden ja sijoituspaikkojen lisäksi myös ovatko kalusteet uppo- vai pintakalusteita.

5.3 Pistorasioiden sijoitus

Pistorasioiden sijoittamisessa pitää huomioida tilaajan tarpeet, sekä suunnitellut sisustustavat. Kun pohjapiirustukseen on asiakkaan toiveiden perusteella piirretty muunmuassa sohvut, työpöydät ja sängyt, saadaan suunnitteluvaiheessa kalusteiden sijoitus suoritettua onnistuneesti. Pitää myös huomioida tulevaisuuden tarpeet, ja mahdolliset sisustuksen muutokset, joten pistorasioita on hyvä olla runsaasti, jotta tulevaisuudessa ei tarvitsisi ottaa heti käyttöön jatkojohtoja.

Normaalisti huonetiloissa pistorasiat sijoitetaan 0,2 m korkeuteen lattiasta. Tiloissa joissa on heikkovirtarasioita, sijoitus suoritetaan niin että vasemmalta oikealle tulee telepisterasiat, ja sitten pistorasiat, tele- ja pistorasiat kuitenkin erotetaan 150 mm välisellä etäisyydellä, tällaiset kojerasiayhdistelmäsijoitukset ovat yleisiä esimerkiksi makuuhuoneissa, ja olohuoneissa. Taulukossa 9 esitetään eri huoneiden ja käyttötarkoitusten mukaisia pistorasioiden korkeuksia. (ST 51.22.)

Taulukko 9. Pistorasioiden asennuskorkeudet. (ST 51.22.)

Huone / koje	Asennuskorkeus lattiasta (mm)
Asuinhuoneet	200
Pesu- ja kylpyhuone alatapa	800 tai 1000
Pesu- ja kylpyhuone ylätapa	1700
Pesu- ja kylpyhuone, kodinkoneasennusten niin vaatiessa esim. ”Pesutorni”	1900
Siivous	1000 tai 1800
Porraskäytävä, kellarikäytävä	1800
Parveke, alatapa	300
Parveke, ylätapa	1700
Keittiön työpöytä	1000 tai 1200
Astianpesukone (viereisessä kaapissa)	300
Kylmäkaappijärjestelmä	2200
Liesituuletin	1800
Lieden pistorasia tai liitántarasiat	300

Erikseen huomioitavaa kuitenkin on, että ulos sijoitettavilla pistorasioilla ei ole varsinaista määrättyä asennuskorkeutta, vaan niiden asennuskorkeuksien pitää olla sellaiset, ettei ole mahdollista että ne joutuisivat talvella lumen alle.

5.4 Valaistuksen suunnittelu

Valaistukseen liittyen ainoat standardit koskevat turvallisuutta, ja ennenkaikkea sähköturvallisuutta, itsessään ei ole määritelty missään, kuinka paljon valaistusvoimakkuutta, eli lukseja pitäisi tiettyjen tilojen valaistuksessa olla. (Lampputieto www-sivut 2020.)

Tämän kohteen valaistusten toivottiin olevan perinteisiä, ilman nykyaikaisia valaistuksen ohjausjärjestelmiä, ja täten suunnittelussa noudatettiin toivetta. Suuri osa kohteen valopisteistä on maadoitettuja valaisinpistorasioita ilman tietoa käyttöön otettavista valaisimista, koska suunnitelma oli hankkia valaisimia rakentamisen edetessä, kun kohteen ulkonäkö ja pinnat alkavat kunnolla konkretisoitumaan, ja käyttöön tulee mahdollisesti myös useita valaisimia vanhasta talosta. Useisiin tiloihin kuitenkin valittiin tietty valaisinmalli, ja kaikki valaisimet ovatkin osana valaisinluetteloa, joka löytyy liitteistä. Sisätiloissa on käytössä perinteisiä kytkin ohjattuja valaisimia, lisäksi olohuoneessa on upotettuja led-kohdevaloja jotka toimivat himmentimellä. Kytkimien sijoituskorkeus lattiasta on 1000 mm. Lisäksi kuraeteiseen toivottiin liiketunnistinvalaisin, tavallisen kytkimellä ohjatun valaisimen sijaan.

Kohteessa on jonkin verran valaistavaa ulkopinta-alaa, koska terasseja on kaksi, suuri katos ja autotallin edusta, sekä itse kuisti ja sen edusta. Näidenkin paikkojen valaisimia valitessa piti kiinnittää huomiota kotelointiluokkiin, eli käytännössä mihin käyttötarkoitukseen ja tilaan valaisin oli suunniteltu. Terassien, kuistin ja katoksen valaisinmalliksi valittiin sama valaisinmalli, kun taas autotallin yhteyteen tulee kaksi seinävalopistettä. Lisäksi kuistille asennetaan pääoven viereen seinävalopiste, johon tulee liiketunnistinvalaisin.

5.5 Johdotus

Asennuksiin valittavien kaapelien ja johtimien pitää täyttää tiettyjä vaatimuksia, muunmuassa kaapelin pitää rakenteeltaan olla standardien mukainen, tai edes sen rakenteen pitää olla standardeissa vaaditun turvallisuustason mukainen. Niiden pitää olla nimellisjännitteeltään sopivia järjestelmään, johon ne asennetaan. Johtimien poikkipinta-alojen on oltava riittävän kokoiset, ja johtimien värien pitää noudattaa SFS 6000 kohdan 514 vaatimuksia. Lisäksi kaapelien pitää kestää ulkoisten tekijöiden vaikutukset, jotka johtuvat asennuspaikasta. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 194.)

Johdotuksen voi suorittaa pinta, uppo- tai putkiasennuksena. Kun puhutaan uudiskohteesta, joka on omakotitalo, johdotus suoritetaan lähes poikkeuksetta uppo- tai putkiasennuksena. Uppoasennuksessa, eli asennuksessa suoraan rakenteeseen käytetään hyväksi tyhjät tilat rakenteissa, sekä eristyksien täyttämät tilat. Kun kaapelit asennetaan suoraan rakenteeseen, kaapeleille pitää jättää liikkumavaraa, ja niillä pitää olla mahdollisuus väistyä muunmuassa nauloituksen tieltä, lisäksi siinä pyritään välttämään turhia risteymiä kaapelien kesken. Putkiasennus on erittäin suosittu asennustapa. Muunmuassa jos johdin on rikkoutunut ja se pitää uusia, se käy vaivattomasti putkitusten ansiosta. Johdotuksessa on huomioitava että pyritään käyttämään lyhyimpiä johdotusreittejä, täten saadaan pidettyä jännitteenaleneminen hallittuna. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 220.)

5.6 Maadoitus

Maadoittaminen ja potentiaalintasaus ovat tärkeä osa sähkölaitteistoissa, niiden tarkoituksena on vikatilanteissa rajoittaa kosketusjännitteitä, sekä askeljännitteitä. Tärkeä osa niiden tehtäviä on myös estää vaarallisten jännitteiden siirtymistä yhdestä sähköjärjestelmästä toiseen, ne estävät myös valokaaria ja kipinöitä. Lisäksi ne mahdollistavat maasulku- ja vikasuojauksen. Maadoitukseen liittyy paljon erilaisia termejä ja nimityksiä, joista osa muistuttaa vahvasti toisiaan, taulukossa 10 on listattu ja selitetty tärkeimmät maadoituksiin liittyvät termit. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 285.)

Taulukko 10. Maadoituksiin liittyvät termit. (DI-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista.)

Termi	Selitys
Suojajohdin	Johdin jota käytetään suojauksen takia, muunmuassa sähköiskulta suojaamiseen
Suojamaadoitusjohdin	Käytetään suojamaadoituksen suorittamiseen.
Jännitteelle altis osa	Jännitteinen osa sähkölaitteessa joka ei normaalisti ole jännitteinen, mutta voi tulla jännitteiseksi vian seurauksena.
Maadoitusjohdin	Muodostaa asennuksen ja maan välille johtavan yhteyden, tai osan yhteydestä.
Päämaadoituskisko, päämaadoitusliitin	Osa maadoitusjärjestelmää johon voi liittää maadoittamista varten useita johtimia.
Maadoituselektrodi	Johtava osa joka on sähköisessä yhteydessä maahan. Normaalitilanteessa siinä ei kulje virtaa.
Potentiaalintasaus	Johtavien osien välinen sähköinen liitäntä, jonka tarkoituksena on saavuttaa tasapotentiaali.
Muu johtava osa	Sähköasennukseen kuulumaton osa, jossa voi esiintyä tietty potentiaali.
Perustusmaadoituselektrodi	Useimmiten suljetun renkaan muotoinen johtava osa, on upotettuna maahan rakennuksen perustusten alle, tai perustuksen betoniin.
Suojamaadoitus	Järjestelmän tai asennuksen pisteen maadoittaminen suojauksen takia.
Toiminnallinen maadoitus	Maadoittaminen muun syyn kuin sähköiskulta suojautumisen takia.
Suojaava potentiaalintasaus	Suojaustarkoitukseen käytetty potentiaalintasaus.

Toiminnallinen potentiaalintasaus	Potentiaalintasaus muun syyn kuin turvallisuuden takia.
Suojaava potentiaalintasausjohdin	Johdin jonka avulla tehdään suojaava potentiaalintasaus.
PEN-johdin	Toimii suojamaa- ja nollajohtimena.
Potentiaalintasauskisko	Kiskoon voidaan liittää potentiaalintasaukseen käytettäviä johtimia.
Nollajohdin	Järjestelmän nollapisteeseen yhdistetty johdin, kykenee osallistumaan sähköenergian siirtoon.

Tässä kohteessa maadoituskaavion mukaisesti päämaadoituskiskoon liitetään yhdeksän johdinta, jotka ovat kaikki MK16 Keviä. Päämaadoituskiskoon liitetään antennimasto, ilmanvaihtokanavat, johtavat putkistot, vesimittari ja maadoituselektrodi joka kiertää rakennuksen on liitetty molemmista päistään päämaadoituskiskoon, samaten betonirauditus. Ryhmäkeskus on yhteydessä pääkeskukseen, joten riittää että pääkeskus on yhdistettynä päämaadoituskiskoon, jotta maadoitus toteutuu.

5.7 Keskuskaavio

On määrätty että kiinteistöjen sähköverkoista pitää olla kaikki tarpeellinen dokumentoituna piirustuksina, kaavioina tai taulukoina. Dokumentoinnista pitää käydä ilmi muunmuassa virtapiirien rakenteet ja lajit, sisältäen kulutuspisteiden sijainnit, johdin määrät ja johtojen tyypit. Lisäksi dokumentoinnista pitää käydä ilmi käytetyt suojalaitteet, niiden ominaisuudet ja sijainti. Dokumentoinnin pitää yksityiskohtaisesti sisältää tiedot kaikista sähköasennuksista, siltä osin kuin ne ovat tarpeellisia. (SFS 6000-1-1 2017. 197.)

Keskuskaavion avulla saa selkeästi ja helposti esitettyä paljon erilaista tietoa rakennuksen sähköverkosta. Ensinnäkin siinä saa esitettyä keskuksen tekniset tiedot,

ulkonäön kera, jossa käy ilmi eri kojeiden ja liitäntöjen sijainnit, tämän lisäksi saadaan kerrottua keskuksen kaikki nimellisarvot.

Keskuskaaviosta ilmenee selkeästi kaikki lähdöt ryhmätunnuksineen, johdon tyyppi ja suojalaitteet, sekä niiden koot ja tyypit, mahdolliset vikavirtasuojakatkaisijat. Lisäksi kaaviosta ilmenee muunmuassa erilaiset kytkimet, mittarit, kontaktorit.

Keskuskuvien yhteydessä on mahdollista esittää myös piirikaavion muodossa ohjauskytkentäjön toteuttaminen, niissä käytössä olevat komponentit, sekä niiden sijainnit, jos ne sijaitsevat jossain muualla kuin itse keskuksessa. Piirikaaviossa käy tietenkin myös ilmi laitetunnukset, sekä liitinnumerot. (Sahkoala [www-sivut](#). 2008.)

6 LÄMMITYS

6.1 Maalämpö

Maalämpö on nykyään erittäin yleinen lämmitysmuoto uudisrakennuksiin. Sen hankintahinta vaihtelee tapauskohtaisesti, mutta hinnasta saa kotitalousvähennystä, joka kannustaa osaltaan myös hankkimaan maalämmön. Sen kustannukset koostuvat pitkälti hankintakuluista ja asennuksesta, koska itse maalämpöpumpun antama lämpö on täysin ilmaista, sillä se on kirjaimellisesti lämpöä joka on peräisin maaperästä. Talvisin kaikista kylminpinä aikoina saatetaan joutua käyttämään maalämpöjärjestelmän omaa sähkövastusta. Kuluihin luonnollisesti tulee lisäksi päälle sähkön hinta, jonka järjestelmä käyttää, mutta halutessaan olisi mahdollista hankkia ja asentaa aurinkopaneelijärjestelmä, jonka avulla lämmityksen saisi omavaraiseksi. Kesäisin voidaan suorittaa huoneiston viilennys maaviileän avulla, on mahdollista hankkia maalämpöjärjestelmä, jossa on itsessään kiinni jäähdytykseen tarvittavat komponentit, tai hankkia viilennykseen tarvittavat laitteet erikseen, ja asentaa ne toimimaan maalämmön kanssa. (Tomallensenera [www-sivut](#) 2020.)

Tämän projektin kohteessa päädyttiin valitsemaan lämmitysmuodoksi maalämpö, koska se on ympäristöystävällinen lämmitysmuoto, ja vaikka hankinta- ja asennuskustannukset ovatkin hieman korkeammat, niin maalämpö maksaa itsensä takaisin jo 5 – 10 vuodessa, ja lisäksi se nostaa talon arvoa. Lämmön kuljetus kohteessa suoritetaan vesikiertoisella lattialämmityksellä, jolloin lämpö pääsee nousemaan ylös kokonaisuudessaan lattian pinta-alalta. (Thermia [www-sivut](#) 2020.)

7 HEIKKOVIRTASUUNNITTELU

7.1 Antennijärjestelmä

Antennijärjestelmästä puhuttaessa tarkoitetaan koko kokonaisuutta, johon kuuluu paikallisantenni, päävahvistin, haaroitusvahvistin, tähtimäinen jakoverkko johdotuksineen ja antennirasiat. Parhaan mahdollisen sijoituspaikan ja suunnan antennille saa selville, kun ottaa yhteyttä antenniurakoitsijaan, jolla on tarpeelliset signaalin mittausvälineet. Tähtimäinen verkko on pakollinen, jotta on mahdollista välittää antennipalvelut haluttuihin huoneisiin. Antennimasto tulee myös maadoittaa. (Sant [www-sivut](#) 2020.)

Päätelaitteen toiminta on itsessään selitettävissä yksinkertaisesti, kun antennisignaali saapuu tv-vastaanottimeen, niin se muuntuu kuvaksi ja ääneksi. Näiden lisäksi antennin signaali sisältää muunmuassa ohjelmätietoja, joita televisio käyttää muodostaessaan kanavakohtaisen ohjelmasisällön. Osa television kanavista on tosin salattuja, ja salauksen purkamiseen tarvitaan ohjelmakorttia, jonka pitää olla linkitettyinä kortinlukijaan. Maksulliset televisiokanavat perustuvat tähän käytäntöön, jossa linkitys joudutaan tekemään palvelua tarjoavan operaattorin ohjeiden mukaan. (Sant [www-sivut](#) 2020.)

Antennilta johdetaan signaali koaksiaalikaapelilla tähtipisteeseen, jossa sijaitsee myös vahvistin ja haaroitin, tämän jälkeen signaali kulkeutuu antennirasiaan. Huomioitavaa kuitenkin on, että kun signaali haaroitetaan kerran, signaalin voimakkuus tippuu puolella, ja jos rakennuksen sijainti on muutenkin huonossa sijainnissa

antennisignaalin puolesta, signaalin vahvuus voi olla haaroituksen jälkeen todella heikko. Täten on suositeltavaa sijoittaa päävahvistin mahdollisimman ylös antennin lähelle, esimerkiksi antennimaston alapäähän, jotta signaali saataisiin maksimoitua. Antennimaston maadoitus pitää tehdä 16 mm^2 kuparijohtimella rakennuksen päämaadoituskiskoon. (Sant [www-sivut 2020](#).)

7.2 Yleiskaapelointi

Yleiskaapeloinnilla tarkoitetaan rakennuksien tietoliikennekaapelointia, joka on perusjärjestelmä, aivan kuin esimerkiksi sähköjakelujärjestelmä. Yleiskaapelointiin liittyen on tarkasti ja runsaasti asetettu eurooppalaisia standardeja, esimerkiksi EN 50173-sarjan standardit luokitellaan järjestelmästandardeiksi, jotka kattavat suunnittelun, komponenttien vaatimukset ja perusvaatimukset itse toteutukseen. Standardisarja EN 50174 puolestaan kattaa kaapeloinnin suunnittelun, asennukset ja ylläpidot. Huomioitavana on, että EN-standardit ovat kuitenkin myös SFS-standardeja, ja osa niistä on myös suomennettu, eritoten kaikki keskeiset standardit. (Sesko [www-sivut 2016](#).)

Tässä kohteessa yleiskaapelointi suoritetaan pelkästään kotikaapelointina, eli pelkästään sisäverkon kaapelointina, jolloin yhdistetään rakennuksen liitántärsiat kotijakamoon. Tähän ratkaisuun on päädytty, koska vaikka alueella on tarjolla kuituliittymä, se olisi kustannusten puolesta niin hintava, ettei tilaaja koe sitä tarpeelliseksi, koska oma tiedonsiirtonopeuden tarve ei yllä niin korkealle. Hankittavaksi on suunniteltu kotimokkula antennien kera, ja sellaista mallia jonka ohjelmisto antaa käyttäjälle vapauden säädellä yhteysasetuksia oman mielensä mukaan vapaasti, muunmuassa mobiiliverkon mastojen vaihteluiden muodossa, riippuen minkä palveluntarjoajan, eli operaattorin mastoja lähistöllä onkaan. Eri mastoja vaihtelemalla, niiden ominaisuuksien ja taajuuksien perusteella, kotimokkulan käytölläkin on arvioitu saavutettavan enemmän kuin riittävä tiedonsiirtonopeus kohteeseen. Kotikaapelointi tehdään kategorian 6 kaapeleilla, käyttäen RJ-45 liittimiä, sekä rasioita. Itse toteutus tapahtuu niin, että kotimokkula yhdistetään johdolla kotijakamoon, jonka jälkeen tiedonsiirto onnistuu rakennuksen liitántärsioiden kanssa, päätelaitteina voi olla muunmuassa tietokoneita, televisioita, tulostimia,

fakseja. Lisäksi käyttöön otetaan langaton verkko eli WiFi-verkko, tämä mahdollistaa sen, että laitteet jotka tukevat langatonta yhteyttä, voidaan yhdistää langattomaan verkkoon, ilman pakollista liitäntää RJ-45 liitäntärasiaan.

8 KÄYTTÖÖNOTTO

8.1 Ennen laitteiston käyttöönottoa

Sähköasennusten tekijä tarkastaa kaikki asennukset ennen käyttöönottoa. Sähkölaitteiston on täytettävä määräysten kriteerit ja oltava turvallinen. Asennusten tekijä tekee aistinvaraista tarkastelua koko työn ajan, mutta toiminnalliset kokeet ja mittaukset suoritetaan vasta työn lopussa. Aistinvaraisen tarkastuksen tarkastuskohdat ovat kokonaisuudessaan kerrottuna SFS 6000-standardissa, kohdassa 6.4.2. On olemassa suositus, että laadittaisiin työmaan tarkastussuunnitelma, jotta tarkastusten toteuttaminen olisi suunnitelmallista ja selkeää, mutta sitä ei vaadita pakolla. Eritoten parannus- ja korjausrakentamisen yhteydessä työmaan tarkastussuunnitelman tärkeys korostuu. (D1-Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 342.)

8.2 Käyttöönottotarkastus

Ensimmäiseksi mainittavaa on, että vain sähköalan ammattihenkilö voi tehdä käyttöönottotarkastuksen. Käyttöönottotarkastus ja käyttöönottotarkastuspöytäkirja pitää olla tehtynä, ennen kuin sähkölaitteisto, tai osia siitä otetaan käyttöön. Pieniksi mielleltävistä töistä ei edellytetä käyttöönottopöytäkirjaa, esimerkiksi yksittäisen asennuskalusteen vaihdosta, tai lisäämisestä. Pöytäkirja tulee luovuttaa työn tilaajalle, ja sille ei ole määrätty määrämuotoa, siitä on kuitenkin selvittävä kohteen yksilöintitiedot, sähkölaitteiston- ja töiden johtajan yhteystiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten paikkansapitävyydestä, sovelletuista standardeista, selvitys suoritetuista tarkastusmenetelmistä, tarkastusten ja testien tulokset, sekä tarkastuksen suorittajan allekirjoitus. (Tukes www-sivut 2020.)

8.3 Käyttöönottomittaukset

Käyttöönottomittaukset tehdään kahdessa osassa, ensin suoritetaan jännitteettömät mittaukset standardin SFS-EN 61557 mukaisella laitteella. Ensiksi mitataan suojajohtimen jatkuvuus. Olennaisinta siinä on, että kaikki suojajohdinyhteydet mitataan laitekohtaisesti. Suojajohtimen jatkuvuuden mittauksessa ei ole tarkkaa arvoa, sitä tulee verrata johtimen kokoon ja pituuteen, mutta yleisesti enintään 1 ohmin mittaustulos on sallittava, mutta arvo voi olla suurempikin jos mitattava suojajohdin on pitkä. (D1-Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 350.)

Seuraavaksi varmistetaan eristysresistanssimittauksella että jännitteiset vaiheet ja nolla ovat riittävän eristettyjä maasta. Tämäkin mittaus tehdään jännitteettömänä eristysresistanssimittarilla. Eristysresistanssimittauksen voi tyypillisesti tehdä pää- tai jakokeskuksella, niin että TN-S-järjestelmässä kytketään vaiheet ja nolla yhteen, ja mitataan eristysresistanssi näiden ja PE-johtimen väliltä. Vastaavasti TN-C-järjestelmässä mittaus tehdään yhdistämällä vaiheet, ja suorittamalla mittaus vaiheiden ja PEN-johtimen välillä. (D1-Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 352.)

Kun jännitteettömistä mittauksista on saatu hyväksyttävät arvot, voidaan siirtyä jännitteellisiin mittauksiin. Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan toteaminen voidaan tehdä, kun vikatilanteessa kosketusjännite kytkeytyy pois automaattisesti vaatimusten mukaisessa ajassa, tai kosketusjännite rajoittuu pieneen, ja vaarattomaan arvoon. Mittaus tehdään mittaamalla pienin oikosulkuvirta suojajohtimen ja vaiheen välissä, arvot voidaan myös tarkistaa suunnitteludokumenteista, joissa on laskelmat. (D1-Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 356.)

Vikavirtasuojien toiminnot testataan ensin testipainikkeella, tämän lisäksi mitataan, ettei vikavirtasuojien toimintavirrat ylitä nimellistoimintavirtoja. Joissakin tapauksissa on vaatimuksena myös mitata vikavirtasuojien toiminta-ajat, tämä ei ole pakollista kaikissa tarkastuksissa, mutta sitä suositellaan tehtäväksi aina. Viimeisenä pakollisena käyttöönottomittauksena on kiertosuunnan tarkistaminen. (D1-Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 358.)

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli tuottaa tilaajalle sähkösuunnitelma, jossa on tarvittavat dokumentit, joiden pohjalta sähköistyksen voisi toteuttaa. Suunnitteluosuus oli selkeä, koska kohteeseen ei tule automatiikkaa, ja sähkösuunnittelussa oltiin perusasioiden äärellä. Tarkoitukseni oli työn kirjoittamisen suhteen antaa jonkinlaista näkemystä erilaisista menettelytavoista, sekä standardeista. En kuitenkaan mennyt liian syvälle niihin, koska lähdemateriaalia on lähes loputtomasti. Kuitenkin halusin sivuta monia eri aiheita, ja antaa osviittaa, että mistä täsmällisemmät selitykset eri pykälistä löytyvät.

Tulevaisuutta ajatellen, mikäli tilaaja aikoo hankkia sähköauton, ja rakennuttaa sille latauspisteen tontilleen, sulakekoiden kanssa tulisi ongelmia. Kohteessa on 35 A ampeerin pääsulakkeet, jotka eivät anna enää yhtään liikkumavaraa uusille kulutuskojeille. Täten pitäisi hankkia toinen sähköliittymä vain latauspisteen vuoksi, tai suurentaa pääsulakkeiden kokoa seuraavaan kokoon eli 50 A. Molemmissa vaihtoehdoissa on kohtuullisen suuret kulut, joten suurta merkitystä ei olisi, mutta käytännöllisyyden kannalta on suositeltavaa ottaa 50 A pääsulakkeet.

LÄHTEET

Lampputieto www-sivut 2020. Viitattu 01.04.2020. <http://www.lampputieto.fi>

SFS-käsikirja 600-1-1. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1-1: Yleisvaatimukset. 2017. Suomen standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki: SFS.

Sahkoala www-sivut 2008. Viitattu 10.04.2020. <http://www.sahkoala.fi>

Sant www-sivut 2020. Viitattu 10.04.2020. <http://www.sant.fi>

Sesko www-sivut 2016. Viitattu 20.04.2020 <http://www.sesko.fi>

ST 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. 2001. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST 51.22. Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus. 2003. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2013. Sähköasennukset 1. Helsinki: Painokurki Oy.

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Suomen säädöskokoelma. Helsinki.

Tiainen, E. 2017. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähköinfo Oy.

Thermia www-sivut 2020. Viitattu 10.04.2020. <http://www.thermia.fi>

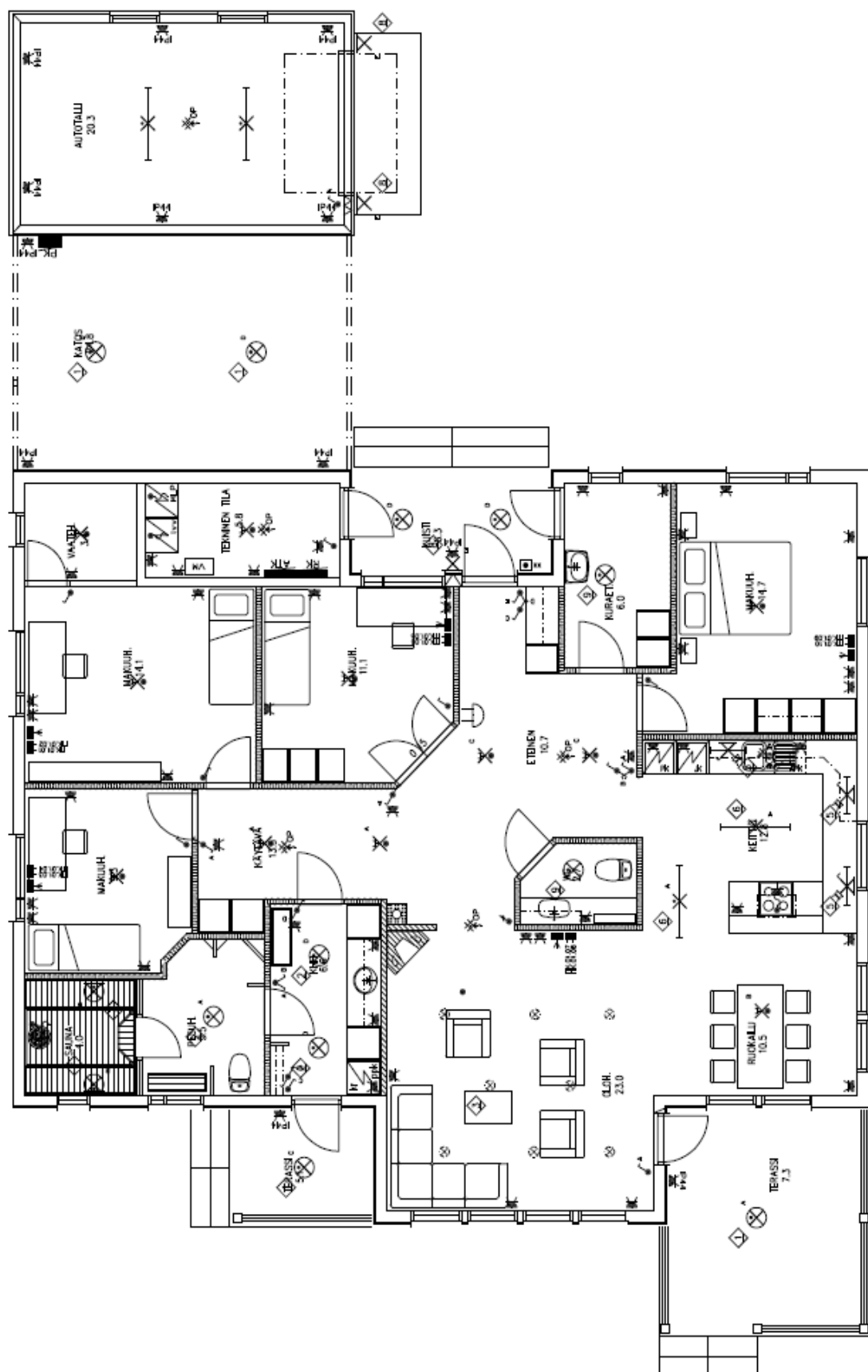
Tomallensenera www-sivut 2020. Viitattu 10.04.2020. <http://www.tomallensenera.fi>

Tukes www-sivut 2012. Viitattu 28.02.2020. <http://www.tukes.fi>

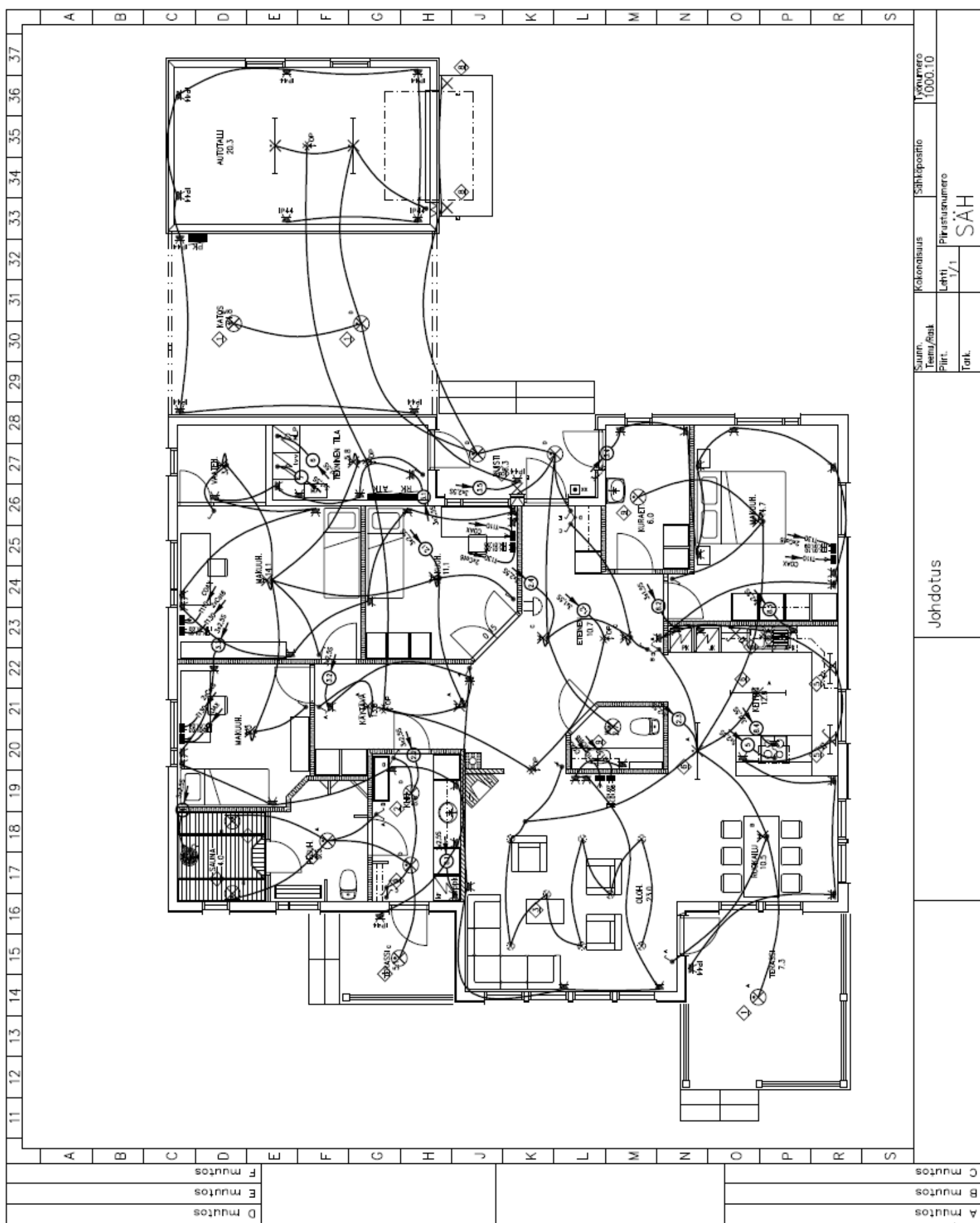
Tukes www-sivut 2017. Viitattu 28.02.2020. <http://www.tukes.fi>

LIITTEET

Liite 1.	Sähköpiirustus
Liite 2.	Johdotuspiirustus
Liite 3.	Keskuskaavio
Liite 4.	Maadoituskaavio
Liite 5.	Heikkovirtapiirustus
Liite 6.	Antennikaavio
Liite 7.	Palovarointinpiirustus
Liite 8.	Valaisinluettelo

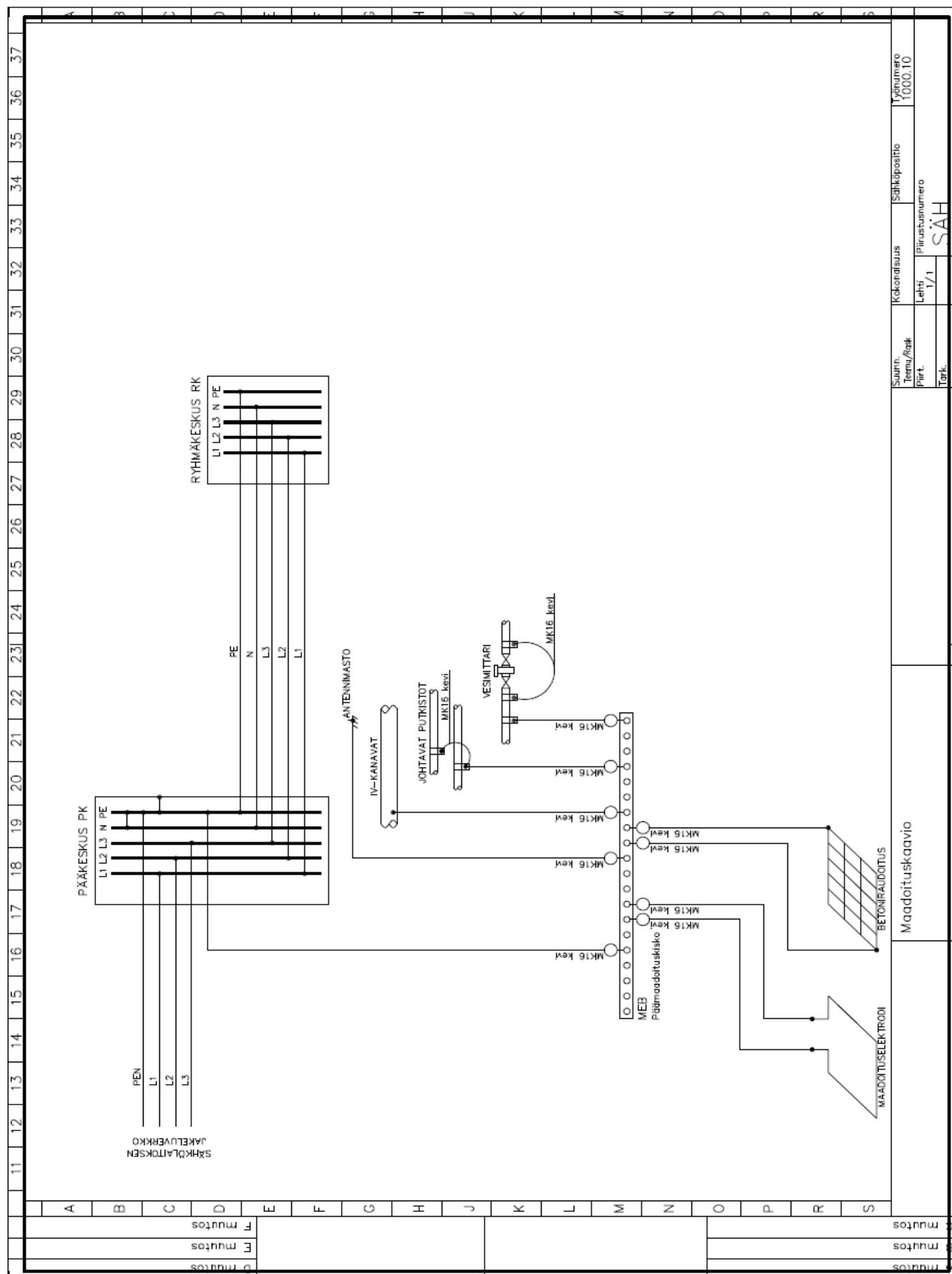


C muutoks		Sähköistepiirustus	Kokandisuus		Sähköpositio	Työnumero 1000.10
B muutoks			Suunn. Tietoa/Rak.			
A muutoks			Pilt.			
			Lehti 1/1			
			Piltustutsumero SÄH			
		Tark.				

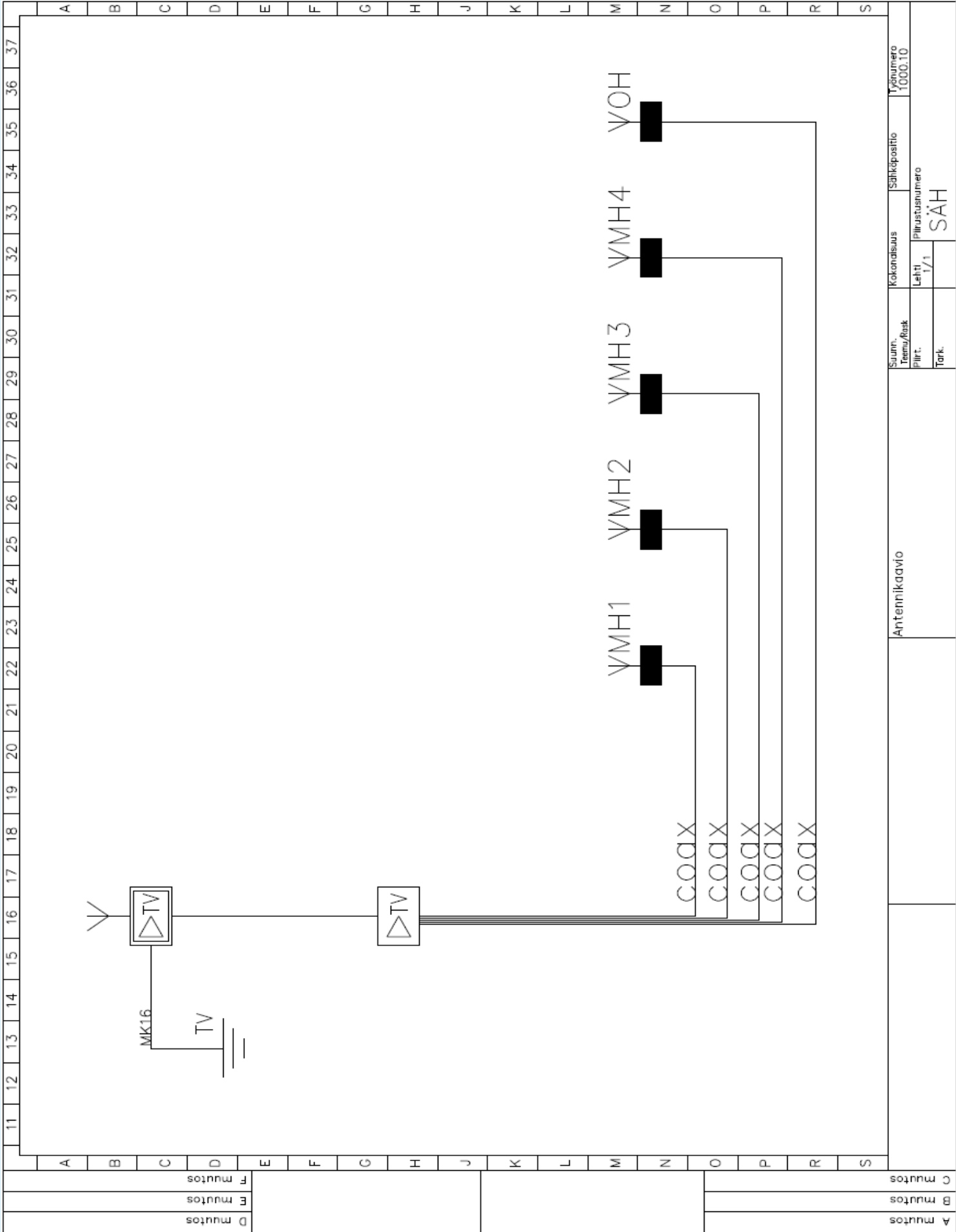


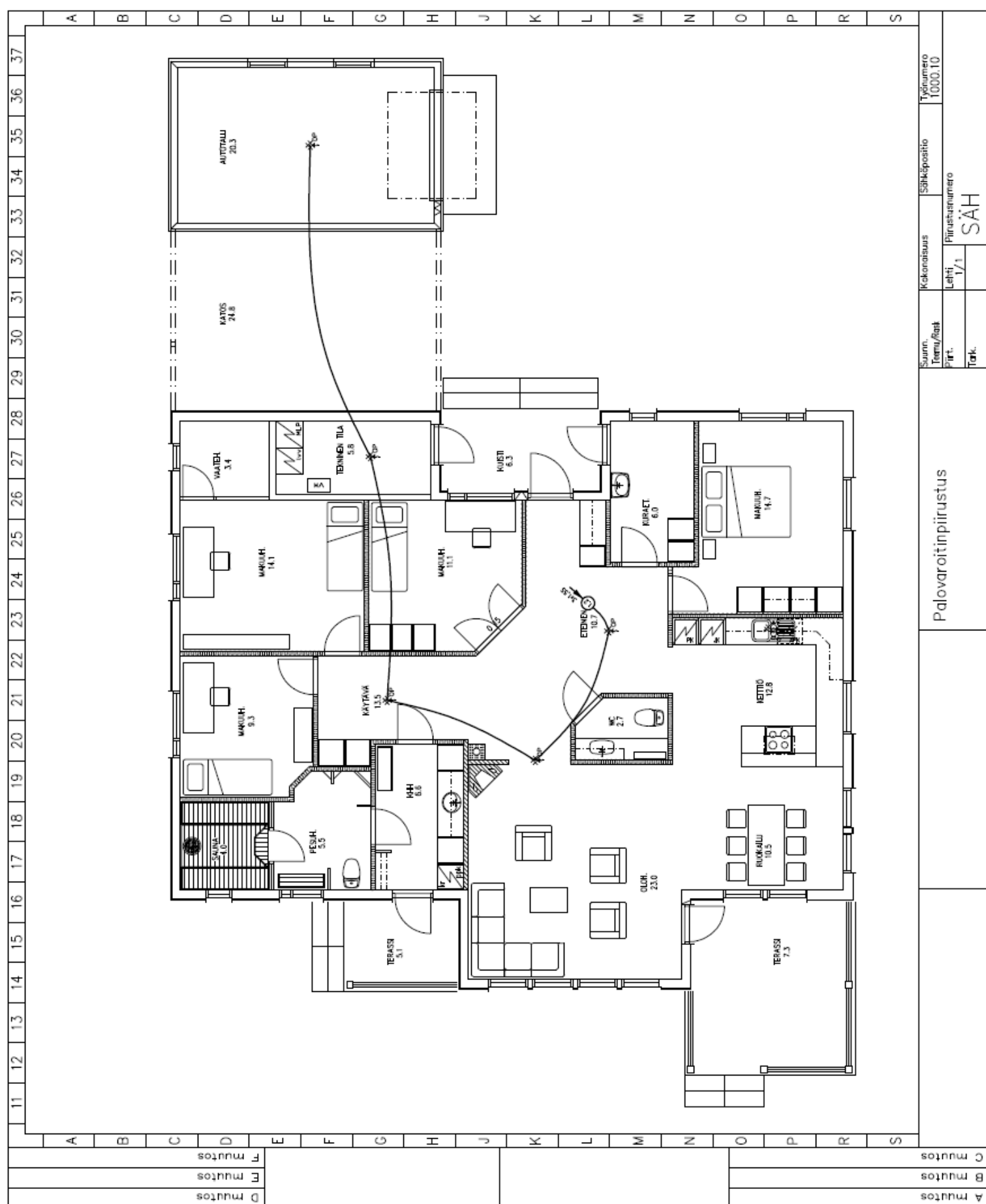
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



[illegible]





LIITE 8

Valaisinluettelo

Positio	Valmistaja	Tyyppi	Teho (W)	Lamppu	Asennustapa	Kompensointi	Liitäntäyksikkö	Määrä	Huom
3	Hide-a-lite	Focus Twist Comfort GU10			F			8	
9	Ensto Lighting	ALRD375LED20	20	LED-moduuli	T	Kyllä	Elektroninen	2	
2	Astro	Dakota 300,IP44 E27 60W	60		T			3	
6	Airam	KOTILOISTE T5 2X28W AC VA	2x28		T			4	
5	Airam	VANAMO T5 14W PR+KYT VA	14		S			3	
7	Ketonen	RM Raita mänty E27/40W	40		S			2	
8	Airam	ALPPILA 1S GU10 35W RST	35		S			2	
10	Steinel	HOME SLIM LED10.5W 4K 660lm VA	43961		S			1	
1	Valoiste	19W,2020lm,4000K,IK10,IP66	19		T			6	