

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Talotekniikka

Tutkintotyö

Juha Karimäki

Kerrostalon sähkösuunnitteluohje

Työn valvoja
Työn tilaaja
Tampere 2005

Tekn.lis. Pirkko Harsia
K-H Sähkösuunnittelu Oy, valvojana ins. Samuli Tapanainen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikka ja metsätalous

Talotekniikka

Karimäki, Juha	Kerrostalon sähkösuunnitteluohje
Tutkintotyö	74 sivua + 14 liitesivua
Työn ohjaaja	Tekn.lis. Pirkko Harsia
Työn teettäjä	K-H Sähkösuunnittelu Oy, valvojana ins. Samuli Tapanainen
Kesäkuu 2005	
Hakusanat	Sähkösuunnittelu, Kerrostalo

TIIVISTELMÄ

Tutkintotyössäni selvitin kerrostalon sähkösuunnitteluprojektin vaiheet ja tehtävät, jotka sähkösuunnittelijan tulisi sen aikana tehdä. Tutkintotyön tarkoituksena oli perehdyttää uusi suunnittelija K-H Sähkösuunnittelu Oy:n toimintatapoihin sekä tutustua kerrostalon suunnitteluprojektin kulkuun ja tarvittaviin dokumentteihin.

Tutkintotyötä varten tehtiin K-H Sähkösuunnittelu Oy:n mallien mukaan esimerkki-
kiprojekti. Esimerkkiprojektin aikana esiin tulleet tehtävät kirjattiin ylös ja koottiin
suunnitteluohjeeksi. Työn tavoitteena oli luoda suunnitteluohje, jota seuraamalla
saadaan sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien sekä sähköisten tietojärjes-
telmien toteuttamiseen tarvittavat suunnitelmat.

Tutkintotyössä annetaan ohjeita niistä rakennushankkeen vaiheista, joihin sähkö-
suunnittelija osallistuu. Ohjeita pyrittiin havainnollistamaan mahdollisimman pal-
jon esimerkkikohteen suunnitelmia apuna käyttäen.

TAMPERE POLYTECHNIC

School of Technology and Forestry

Building Services Engineering

Karimäki, Juha Instruction for making the electrical plan for an apartment building

Engineering thesis 74 pages, 14

Thesis Supervisor Tekn.lis. Pirkko Harsia

Commissioning Company K-H Sähkösuunnittelu Oy, Supervisor Samuli Tapanainen (Eng.)

June 2005

Keywords Electrical plan, apartment building

ABSTRACT

In my Engineer's thesis I explained the stages and tasks of the designing of an electrification project that an engineer should carry out during the designing project. The purpose of my thesis was to familiarize me as a new engineer with the principles of K-H Sähkösuunnittelu Oy and also to get acquainted with the process of engineering an apartment building.

For my thesis I designed an example project according to the principles of K-H Sähkösuunnittelu Oy. The tasks that came up during the project were written down and put together as design instructions. The aim of the instructions was that by following them an engineer should be able to attain the plans that are required to carrying an electrification project out.

In the thesis instructions are given about the specific stages, which an engineer participates in during a building project. The instructions were illustrated through the example project as much as possible.

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	3
2	Rakennushanke.....	4
2.1	Tarveselvitysvaihe.....	4
2.2	Hankesuunnitteluvaihe.....	5
2.3	Luonnos- tai yleissuunnitteluvaihe.....	5
2.4	Toteutussuunnitteluvaihe.....	6
2.5	Rakentamis- ja käyttöönottovaihe.....	6
3	Asuinkerrostalon Sähkösuunnitteluprojekti.....	7
3.1	Hankesuunnittelu.....	7
3.1.1	Talotekniset rakennuspaikkaselvitykset.....	9
3.1.2	Pääsulakkeen ja liittymisjohdon mitoittaminen.....	10
3.2	Luonnossuunnittelu.....	12
3.2.1	Tyyppihuonepiirustusten piirtäminen.....	13
3.2.2	Toteutettavien taloteknisten ratkaisujen hyväksyttäminen.....	27
3.3	Toteutussuunnittelu.....	28
3.3.1	Asemapiirustuksen laatiminen.....	28
3.3.2	Tasopiirustuksien laatiminen.....	30
3.3.3	Väestönsuojat.....	42
3.3.4	Nousujohtokaavion tekeminen.....	44
3.3.5	Keskuksien pääkaavioiden tekeminen.....	49

3.3.6	Piirikaavioiden tekeminen	51
3.3.7	Maadoituskaavion tekeminen	52
3.3.8	Antennikaavion tekeminen	54
3.3.9	Yleiskaapelointikaavion tekeminen.....	57
3.3.10	Ovipuhelinkaavio.....	59
3.3.11	Määrälaskennan suoritus.....	60
3.3.12	Sähkötyöselityksen tekeminen.....	61
3.3.13	Piirustusluettelo, dokumenttien tulostus ja lähetys.....	63
3.4	Rakennusaikaiset tehtävät.....	64
3.4.1	Reikä- ja elementtipiirustusten laatiminen	64
3.4.2	Vastaanottotarkastus	67
3.5	Loppupiirustusten laatiminen	68
4	Asuinkerrostalon Sähkösuunnitteluprojektin vaiheet.....	69
5	Yhteenveto.....	70
	LÄHTEET	72
	LIITTEET	74

1 JOHDANTO

Tässä tutkintotyössä perehdytään kerrostalojen sähkösuunnitteluprojektin läpi viemiseen. Sähkösuunnittelulla tässä työssä tarkoitetaan sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien sekä sähköteknisten tietojärjestelmien suunnittelua. Rakennusautomaatiojärjestelmiä käsitellään vain niiltä osin kuin ne sähkösuunnittelijan tehtäviin kuuluvat.

Työn sisältö on pyritty toteuttamaan siten, että luvuissa olevia vaiheita ja ohjeita seuraamalla pitäisi tulosteina saada kaikki kohteen toteuttamiseen tarvittavat dokumentit. Ohjeistuksessa on pyritty noudattamaan K-H Sähkösuunnittelu Oy:n toimintamalleja, koska työn yhtenä tavoitteena on uuden työntekijän perehdyttäminen. Tutkintotyön tavoitteena on myös toimia ohjeistuksena ensimmäisiä oikeita projekteja tehtäessä sekä vertailla eroja erilaisten perustasojen välillä.

Sähkösuunnittelu on vain osa rakennushanketta. Tämän vuoksi luvussa yksi rakennushanketta käydään lävitse yleisellä tasolla. Luvussa kaksi kerrostalon sähkösuunnitteluprojektiin tutustutaan perusteellisesti vaihe vaiheelta esimerkkikohteen suunnitelmia apuna käyttäen. Alaluvuissa on pyritty selvittämään minkälaisia tehtäviä sähkösuunnittelijalle kuuluu ja mitä dokumentteja projektin eri vaiheissa tulee tehdä.

Kolmas luku on lyhyt yhteenveto sähkösuunnitteluprojektin vaiheista ja tehtävistä. Neljännessä luvussa oli vielä tarkoitus vertailla esimerkkikohteen kustannuksia rakennuttajien haluaman perustason ja ST-kortin 25.21, sähköinen varustelutaso kerrostaloasunnoissa 2001, välillä. Lopuksi vielä pohditaan miten asetetut tavoitteet saavutettiin ja onko suunnitteluohjeella edellytyksiä toimia käytännössä.

Tässä työssä sähkösuunnittelijalle kuuluviksi järjestelmiksi katsotaan kuuluvaksi kerrostaloihin yleisimmin suunniteltavat järjestelmät. Näitä järjestelmiä ovat antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmä sekä sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät.

2 RAKENNUSHANKE

Sähkösuunnitteluprojekti on vain pieni osa asuinkerrostalon rakennushanketta. Aluksi onkin hyvä hieman tutustua rakennushankkeen eri vaiheisiin yleisesti. Rakennushanke voidaan jakaa kuuteen eri vaiheeseen, joita ovat tarveselvitysvaihe, hankesuunnitteluvaihe, luonnossuunnitteluvaihe, toteutussuunnitteluvaihe sekä rakentamisvaihe ja käyttöönottovaihe. /1, s.1/

Rakennushankkeen suunnittelusta vastaa joukko eri alojen suunnittelijoita, jotka on hyvä tietää, koska heidän kanssaan joutuu toimimaan projektin aikana. Rakennuksien sähköistämisen ja sähköisten tietojärjestelmien suunnittelusta vastaa yleensä sähkösuunnittelija ja lämmityksen, viemäröinnin, ilmanvaihdon ja käyttöveden jakelun suunnittelusta vastaa LVI-suunnittelija. Itse rakennuksen suunnittelusta vastaavat arkkitehti ja rakennesuunnittelija.

Edellä mainittujen suunnittelijoiden lisäksi hankkeessa toimii pääsuunnittelija, jonka tehtäviä hoitaa yleensä arkkitehti. Maankäyttö- ja rakennuslaissa sanotaan, että: ”rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava pätevä henkilö, joka huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille asetut vaatimukset.” /3, 120§/

2.1 Tarveselvitysvaihe

Tarveselvitysvaiheessa selvitetään tilanhankinnan tarpeellisuus, kuvaillaan tarpeelliset tilat ja niille asetetut vaatimukset sekä vertaillaan eri tilanhankintavaihtoehtoja ja niiden kustannuksia. Tarveselvitysvaiheesta vastaa rakennuttaja ja vaihe loppuu hankepäättöksen tekemiseen. /1, s. 1/. Sähkösuunnittelun käsikirjan mukaan tarveselvitysvaiheen tärkein tehtävä on vastata kysymyksiin: ”Tarvitaanko kiinteistö?” ja ”Miksi se tarvitaan?”. /2, s. 55/

Tarveselvitysvaiheessa ei ole sähköistä talotekniikkaa koskevia ennalta määriteltyjä tehtäviä. Mahdolliset suunnittelutehtävät tilataan erillistehtävinä kyseiseen osaluueeseen erikoistuneelta asiantuntijalta. Tällaisia tehtäviä voivat olla muun muassa

teknistaloudelliset selvitykset ja laskelmat, joilla pyritään arvioimaan hankkeen kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä, sekä energioiden käyttöön ja hankintaan liittyvät tekniset ja taloudelliset asiat. /2, s. 57/

2.2 Hankesuunnitteluvaihe

Hankepääätös eli alustava rakentamispääätös johtaa hankesuunnitteluvaiheeseen, jossa asetetaan tavoitteet rakennushankkeen laajuudelle, toimivuudelle, laadulle, kustannuksille, ajoitukselle ja ylläpidolle sekä päätetään rakennuspaikka ja määritellään toteutustapa. Hankesuunnitteluvaiheen lopuksi tehdään investointipääätös. /1, s. 1/

Hankesuunnitteluvaiheen toteutuksesta vastaa rakennuttaja, jonka avuksi kootaan mahdollisesti eri alojen asiantuntijoista koostuva ryhmä. Rakennuttajan ja asiantuntijaryhmän tehtävänä on sähkösuunnittelun käsikirjan mukaan vastata kysymyksiin:

- Minkälainen kiinteistö tai rakennus tarvitaan?
- Mitä rakennus ja sen eri osat maksavat?
- Mikä on rakennuksen tuottavuus?
- Voidaanko vanhoja osia ja järjestelmiä käyttää?

Sähköisen talotekniikan perustehtäviin hankesuunnitteluvaiheessa kuuluu muun muassa määrittellä sähköteknisillä järjestelmillä toteutettavat toiminnot ja ominaisuudet ja laatia mahdollisimman tarkka kustannusarvio siten, että lopullisia toteutuskustannuksia ei ylitetä eikä aliteta liikaa. /2, s. 58-59/

2.3 Luonnos- tai yleissuunnitteluvaihe

Investointipäätöksen jälkeen siirrytään luonnossuunnitteluvaiheeseen, jossa määritellään suunnitteluratkaisut, tekniset järjestelmät ja toteutustapa. Vaiheen pääasiallisena tavoitteena on, että käyttäjä ja tilaaja ymmärtävät, sen mitä ovat tilanneet ja, se että toteutuksen kustannustaso kyetään määrittelemään riittävän tarkasti. /1, s. 1/

Sähköisessä talotekniikassa luonnossuunnitteluvaihetta on pyritty muuttamaan käyttäjäystävällisemmäksi ja samalla on esitetty termin muuttamista yleissuunnitteluksi. Tähän tulokseen on tultu siksi, että suunnittelijoiden tuottamat dokumentit

eivät anna käyttäjälle eivätkä usein tilaajallekaan riittäviä tietoja ominaisuuksista ja toiminnoista. Tämän vuoksi suunnittelijoiden tulisi vastedes tehdä sellaiset asiakirjat, joista maallikotkin ymmärtävät, mitä ovat saamassa ja mitkä ovat suunnittelun tavoitteet. /2, s.65/

Kaikenlaisissa ja -kokoisissa suunnittelukohteissa on löydettävissä yleis-suunnitteluvaihe, jonka kesto ja muoto vaihtelevat. Pienissä kohteissa, esimerkiksi kerrostaloissa, yleissuunnittelu voi olla vain kokous tilaajan kanssa, jossa käydään läpi käyttäjien tarpeet ja ratkaisuvaihtoehdot. Tarpeiden ja ratkaisuvaihtoehtojen selvittämisen lisäksi sähköisen talotekniikan suunnittelijan tehtäviin kuuluvat muun muassa eri suunnitteluvaihtoehtojen investointi-, ylläpito- ja energiakustannuksien selvittäminen sekä muiden alojen vaikutukset oman alan kustannuksiin. /2, s. 65/

2.4 Toteutussuunnitteluvaihe

Luonnossuunnitelmien hyväksymisen jälkeen siirrytään toteutussuunnitteluvaiheeseen, jossa tarkoituksena on määrittellä hankintatapa, tehdä hankinta-asiakirjat ja piirustukset sekä valmistella hankinnat ja tehdä rakentamispäätös. /1, s. 1/

Toteutussuunnittelussa tehdään suunnitelmat niin tarkasti, että niiden perusteella voidaan määrittellä töiden laajuus ja kustannuksiin vaikuttavat tekijät. Painopiste toteutussuunnittelussa on tilakohtaisessa suunnittelussa, tarkkojen mitoituslaskelmien tekemisessä, verkostojen sijoituksessa ja mitoituksessa sekä sähköselostuksen laatimisessa.

Tässä vaiheessa sähköisen talotekniikan suunnittelijan tehtäviin kuuluvat muun muassa jakelualueiden määrittely, ryhmytykset ja lopulliset pistesijoittelut./2, s. 66-67/ Tämän vaiheen tehtävät on esitelty tarkemmin luvussa 3.3.

2.5 Rakentamis- ja käyttöönottovaihe

Suunniteltu rakennus ja siihen suunnitellut järjestelmät rakennetaan rakentamisvaiheessa. Suunnitelmien mukainen, laatutavoitteet täyttävä lopputulos sekä käyttö- ja ylläpitovalmiudet varmistetaan suunnittelijatehtävien avulla. Vaihe loppuu vas-

taanottopäätökseen, jonka jälkeen rakennus otetaan käyttöön. Sähkösuunnittelijan tehtäviin kuuluu siis vastaanottotarkastukseen ja työmaakokouksiin osallistuminen.

/1, s.1/

Käyttöönottovaiheessa rakennuksen aiottu toiminta aloitetaan eli rakennus otetaan käyttöön. Rakennuksen käyttövalmiudet todetaan seurantatoimenpitein ja hankkeen päätteeksi tehdään takuutarkastus, joka johtaa takuiden vapautukseen. Sähkösuunnittelijan tehtävänä on siis osallistua seurantatoimenpiteisiin ja takuutarkastukseen.

/1, s.1/

3 ASUINKERROSTALON SÄHKÖSUUNNITTELUPROJEKTI

Tässä luvussa sähkösuunnitteluprojektin vaiheita ja tehtäviä kuvataan vielä tarkemmin sekä annetaan ohjeita niiden suorittamiseksi. Kaikkia näitä tehtäviä, ohjeita ja dokumentteja on pyritty havainnollistamaan mahdollisimman paljon esimerkein. Tehtävät ja vaiheet pyritään esittämään talotekniikan suunnittelun tehtäväluetelon ja S2000-nimikkeistön mukaisin termein. On syytä muistaa, että joidenkin tehtävien ajoitus voi vaihdella jonkin verran kohteen mukaan.

3.1 Hankesuunnittelu

K-H Sähkösuunnittelu Oy osallistuu kerrostalon rakennusprojektiin ensimmäisen kerran projektin hankesuunnitteluvaiheessa. Sähkösuunnitteluprojekti alkaa rakennuttajan kanssa pidettävällä kokouksella, jossa määritellään talotekniset suunnittelutavoitteet. Kokouksessa sovittavia asioita ovat yleinen varustelutaso, valaistusratkaisut, sähkötekniset tietojärjestelmät sekä LVI-tekniikan ja rakennusautomaation sähköistys. Rakennuttajalta saadaan myös muita lähtötietoja, kuten kohteen nimi, sijainti ja tilaaja sekä muiden alojen suunnittelijoiden yhteystiedot.

Varustelutason määrittämisessä asuinhuoneistojen lähtökohtana on yleensä taulukon 1 mukainen perustaso, johon rakennuttajan kanssa tarvittaessa lisätään haluttuja ominaisuuksia, kuten esimerkiksi pesutilojen lattialämmitys. Valaistusratkaisuista sovitaan hintataso, jonka mukaan asennustavat, valonlähteet ja valaisimien tyypit määräytyvät. Valaistuksesta sovitaan vielä miten valaistusta halutaan. Ohjataan

esimerkiksi käytävän valaistusta liike- ja hämärätunnistimilla vai perinteisesti painonapeilla.

Tietojärjestelmien osalta sovitaan mitä järjestelmiä kohteeseen suunnitellaan ja mitä ominaisuuksia niiltä vaaditaan. Yleisimmin kerrostaloihin suunnitellaan antenni-, yleiskaapelointi- ja ovipuhelinjärjestelmä. LVI-tekniikan ja rakennusautomaation sähköistyksen sisällöstä sovitaan mahdollisesti hankintarajat sekä alakeskukset ja niiden sijainti. LVI-tekniikan ja automaation osalta sähkösuunnittelija suunnittelee vain sähköistyksen eli kaapeloinnit LVI- ja automatiikkalaitteille ja valvonta-alakeskuksille asti.

Taulukko 1. K-H Sähkösuunnittelu Oy:n mukainen asuinhuoneiston perusvarustelutaso

HUONE	SÄHKÖ- JA TELEPISTORASIA			VALAISTUS
	pistorasiat	antennipisteet	yleiskaapelointipisteet	
ET	2-osainen pistorasia	-	1 x 1 os. RJ-45-rasia	valaisinrasia, ohjattuna tarpeen mukaan
K	kylmälaitteille, mikrolle, astianpesukoneelle, liesituuletimelle, työtasolle ja ruokailutilaan	-	-	yleisvaloksi valaisin/valaisinpistorasia, ruokailutilan keskelle valaisinpistorasia, työtasolle kytkimelliset ja pistorasialliset loistevalaisimet
OH	2+1 rasia antenni- ja yleiskaapelointipisteiden yhteyteen ja muutama kaksoisrasia muualle	2 kpl	1 x 2 os. RJ-45 rasia	himentimellä ohjattu valaisinpistorasia, kruunukytkimellä ohjattu valaisinpistorasia
MH	2+1 rasia antenni- ja yleiskaapelointipisteiden yhteyteen ja muutama kaksoisrasia muualle	1kpl	1 x 2 os. RJ-45 rasia	valaisinrasia keskellä huonetta
WC	2-osainen pistorasia pyykinpesukoneelle	-	-	Pellivalaisimeksi pistorasiallinen loisteputkivalaisin ja yleisvaloksi kattovalaisin valaisimia ohjataan kytkimillä sisäpuolelta
PH	vikavirtasuojalla suojatut 2-osaiset pistorasiat pesukoneelle	-	-	Pellivalaisimeksi pistorasiallinen loisteputkivalaisin ja yleisvaloksi kattovalaisin valaisimia ohjataan kytkimillä sisäpuolelta
S	kiukaan liitäntä	-	-	seinävalaisin, ohjataan pesuhuoneesta
P	vikavirtasuojalla suojattu sisältä ohjattava pistorasia	-	-	-

3.1.1 Talotekniset rakennuspaikkaselvitykset

Suunnittelutavoitteiden määrittelyn jälkeen otetaan selvää mitä vaikutuksia rakennuspaikalla on talotekniikkaan eli tehdään talotekniset rakennuspaikkaselvitykset. Sähkösuunnittelun kannalta tämä tarkoittaa yleensä sitä, että sähköverkon haltijalta ja teleoperaattorilta tiedustellaan mistä järjestelmien liityntäkaapelit tulevat tontille. Teleoperaattorilta tiedustellaan myös onko tontille mahdollista saada kaapeli-TV-liittymä vai suunnitellaanko kiinteistöön perinteinen antenniverkko. Sähköverkon haltijalta saadaan tietää myös liittymiskaapelin koko sekä liittymispisteen yksivai-

heinen oikosulkuvirta. Oikosulkuvirran tiedustelua varten tulee ensiksi mitoittaa kiinteistön huipputeho ja pääsulakkeen koko. Esimerkkikohteen tapauksessa sähköverkonhaltijana on Fortum sähkönjakelu Etelä-Suomi sekä teleoperaattorina Elisa.

3.1.2 Pääsulakkeen ja liittymisjohdon mitoittaminen

Asuinkerrostalojen pääsulakkeen mitoittamiseksi on ensin määritettävä kiinteistön huipputeho ja sitä vastaava maksimivirta. Huipputeho voidaan laskea Sähköenergialiitto Sener ry:n mittauksiin perustuvien kaavojen ja kertoimien avulla. K-H Sähkösuunnittelussa näistä kaavoista Excel-taulukko, johon asuntojen ja kiinteistön pinta-alat syöttämällä saadaan lopputuloksena huipputeho sekä maksimivirta. Alla olevassa taulukossa 2 on esitetty esimerkkikohteen huipputeholaskelma ja laskennassa käytetyt kaavat. Samat kaavat löytyvät myös ST-kortista 13.31, Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. /14, s. 12-15/

Taulukko 2. Esimerkkikohteen huipputeholaskelma

Huipputeholaskelma										
Kohde: AS OY SAHANKAARI										
Laskentakaava $P_{max}=p_{val} \times Ah/1000 + P_{kk} + P_{kev}$										
,jossa p_{val} = valaistuskuorma, 10W/m ² P_{kk} = kojekuorma, kW $P_{kk} = 6,0 \text{ kW}$, kun $Ah < 75 \text{ m}^2$					Ah = huoneiston pinta-ala, m ² P_{kev} = kiukaan ei vuoroteltu osa, kW $P_{kk} = 7,5 \text{ kW}$, kun $Ah > 75 \text{ m}^2$					
Asunto	kaapeli tyyppi	nousu/ mm ²	pituus/ m	Pkk/ kW	Ah/ m ²	Pkev/ kW	Phmax/ kW	p/ %	l _{hmax} A	
MMK1										
1	MCMK	6,0	17,5	6,0	57,0	6,0	12,57	0,50	18,90	
2	MCMK	6,0	19,5	7,5	87,0	6,0	14,37	0,64	21,61	
3	MCMK	6,0	18,5	6,0	59,0	6,0	12,59	0,53	18,93	
4	MCMK	6,0	15,0	6,0	48,0	6,0	12,48	0,43	18,76	
5	MCMK	6,0	20,5	6,0	57,0	6,0	12,57	0,59	18,90	
6	MCMK	6,0	24,6	6,0	74,0	6,0	12,74	0,72	19,16	
7	MCMK	6,0	22,5	7,5	87,0	6,0	14,37	0,74	21,61	
8	MCMK	6,0	21,5	6,0	59,0	6,0	12,59	0,62	18,93	
9	MCMK	6,0	18,0	6,0	48,0	6,0	12,48	0,51	18,76	
10	MCMK	6,0	23,5	6,0	57,0	6,0	12,57	0,68	18,90	
11	MCMK	6,0	27,6	6,0	74,0	6,0	12,74	0,80	19,16	
12	MCMK	6,0	25,5	7,5	87,0	6,0	14,37	0,84	21,61	
13	MCMK	6,0	24,5	6,0	59,0	6,0	12,59	0,71	18,93	
14	MCMK	6,0	21,0	6,0	48,0	6,0	12,48	0,60	18,76	
15	MCMK	6,0	26,5	6,0	57,0	6,0	12,57	0,76	18,90	
16	MCMK	6,0	30,6	6,0	74,0	6,0	12,74	0,89	19,16	
Laskentakaava $P_{max}=C(Nh) \cdot Nh \cdot Ph_{max}$										
,jossa Nh = huoneistomäärä Ph_{max} = keskimääräinen huoneistoteho $C(Nh)$ = tasauskerroin huoneistomäärän funktiona $C_{min} = 0,2$ $C(Nh) = C_{min} + (1 - C_{min}) \cdot \{1 / [1 + \log(Nh / \log(Ah_{krs}))]\}^{3,5}$ Ah_{krs} = Akerrosala / Nh										
NOUSU- KESKUKSET	kaapeli tyyppi	nousu/ mm ²	pituus/ m	Akerros- ala/ m ²	Nh/ lkm	Ah _{krs} / m ²	C(Nh)/ %	Phmax/ kW	Pmax/ kW	p/ %
MMK1	AMCMK 41/2	70	5	1032,0	16	64,50	0,33	12,93	69,12	0,11
PK/KK	AXMK	70		1357,0	16	84,81	0,35	12,93	71,65	
Sulakekoot										
Laskentakaava $I_{max} = P_{max} / (1,73 \cdot U_p \cdot \cos \phi_{ii})$										
,jossa $\cos \phi_{ii}$ = kuormituksen tehokerroin U_p = verkon pääjännite, (0,4kV)										
NOUSU- KESKUKSET	Pmax/ kW	cos φ _{ii}	Smax/ kVA	I _{max} / A	Sulake					
MMK1	69,12	0,96	72,00	104,05	125/160					
PK/KK	71,65	0,96	74,64	107,86	125/160 MUKAINEN PÄÄSULAKE					

Huipputeholaskelmasta, taulukosta 2, nähdään, että esimerkkikohteen pääkeskuk-
sen huipputeho, P_{max} , on 71,65 kW ja maksimivirta, I_{max} , on 107,86 A. Maksimivir-
ran mukaan pääsulakkeeksi valitaan seuraava virran arvoa suurempi sulake eli 125
ampeeria. Taulukossa 2 kaksi on myös esitetty nousujohtojen poikkipinta-alat, mut-
ta niiden mitoitus on esitetty vasta luvussa 3.3.4 nousujohtokaavion tekeminen.

Pääsulakkeen valitsemisen jälkeen voidaan mitoittaa kiinteistön liittymiskaapeli. Liittymiskaapelin mitoittaminen ei kuitenkaan ole välttämätöntä, koska loppukädessä liittymiskaapelin koon määrää sähköverkon haltija sen mukaan minkälaisia kaapeleita heillä on tapana käyttää. Liittymiskaapeli voidaan kuitenkin mitoittaa esimerkiksi D1 2002, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, yksinkertaistettujen mitoitusaulukoiden mukaan. Tällöin täytyy muistaa, että johdin täytyy mitoittaa asennusreitien heikoimman kohdan mukaan.

Alumiininen liittymiskaapeli tuodaan pääkeskukselle yleensä maahan kaivetussa ojassa, mutta kaapelin heikoin kohta on lyhyt pinta-asennus ennen pääkeskusta, joten kaapeli voidaan mitoittaa taulukon 3 mukaan, jossa on esitetty yksinkertaistettu kuormitustaulukko pinta-asennuksissa. Tällöin esimerkikohteen liittymiskaapelin poikkipinta-alaksi saadaan 70 mm².

Taulukko 3. johdon mitoitus ylivirtasuojan nimellisvirran perusteella /11, s. 179 52.3/

Korjauskerroin		1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6
Asennustapa	Sulakkeen/johdonsuojakattaisijan nimellivirta In	Vähimmäispoikkipinta-ala, kun suojalaitteena on sulake/johdonsuojakattaisija mm ² Al					
C	63	25/16	25	35/25	35	50/35	50
	80	35/25	35	50/35	50	70/50	70
	100	50/35	50	70/50	70	95/70	120/95
	125	70/50	70	95/70	95	120/95	150/120
	160	95	95	120	150	185	240

Tällainen yksinkertaistettu johdon mitoittaminen tulee kyseeseen silloin kun tiedetään, että johdon asennusreitillä sen kuormitettavuus ei missään kohdassa heikkene huomattavasti ja kaapeli mitoitetaan asennusreitien heikoimman kohdan perustella. Tapauksissa, jossa kuormitettavuudessa asennusreitien varrella epäillään olevan suuria eroja, kannattaa johdot mitoittaa standardin SFS 6000-5-52, Johtojen valinta ja asentaminen, tarkempien mitoitusohjeiden mukaisesti. /11, s. 175/

3.2 Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelijan tehtäviin kuuluu laatia arkkitehdilta saatuihin luonnoksiin tyyppihuonepiirustukset ja toimittaa ne rakennuttajalle tarkastettavaksi sekä korjata mahdolliset virheet ja puutteet.

3.2.1 Tyypihuonepiirustusten piirtäminen

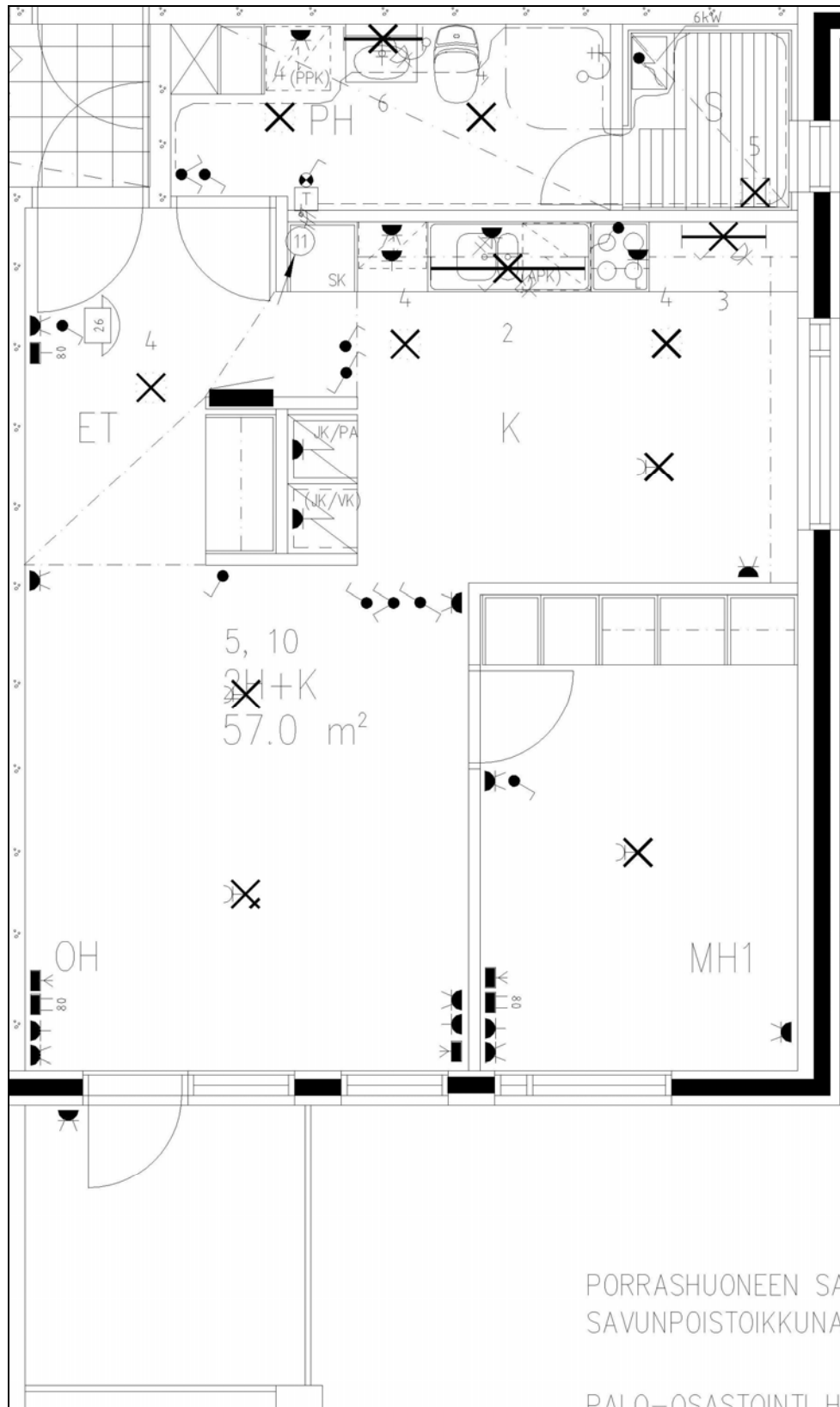
K-H Sähkösuunnittelu Oy:ssä tyypihuonepiirustuksiksi tehdään niin sanotut pistekuvat. Pistekuvat tehdään kaikista erilaisista asuinhuoneistoista ja niihin piirretään sähkönjakelu- ja tietojärjestelmiin liittyvät pisteet hankesuunnitteluvaiheessa sovitun varustelutason mukaisesti.

Esimerkki pistekuvasta on esitetty seuraavalla sivulla kuvassa 1. Kuvassa on esitetty esimerkkikohteeseen tulevien järjestelmien pisteet:

- sähkönkäyttöjärjestelmän osalta
 - ryhmäkeskukset
 - pistorasiat
 - valaisinpistorasiat, valaisimet ja kytkimet
 - lattialämmitys (pesuhuoneet)
 - kiuas
- tietojärjestelmien osalta
 - yleiskaapelointijärjestelmän pisteet
 - antennijärjestelmän pisteet
 - ovipuhelinjärjestelmän pisteet

3.2.1.1 Yleistä pisteiden sijoittelusta

Kaikkien pisteiden sijoittelussa huomioitavaa on, että niiden sijoittelua ulkoseinille ja raskaille väliseinille vältettäisiin. Ulkoseinille sijoitetut pisteet lisäävät lämpöhäviöitä ja raskaisiin väliseiniin sijoitetut pisteet heikentävät rakenteiden äänieristystä ja voivat näin lisätä äänien kulkeutumista asuntojen välillä. Myös asennusten tekeminen ja johdotus on helppoa ja edullista toteuttaa kevyisiin rakenteisiin. Nämä seikat eivät kuitenkaan saa olla esteenä pisteiden käytännölliselle ja järkevälle sijoittelulle. Pisteiden sijoittelussa on hyvä muistaa, että ne on myös mahdollista kaapeloida ja että kaapelireitit olisivat järkeviä ja etteivät kaapelipituudet kasvaisi turhan suuriksi.



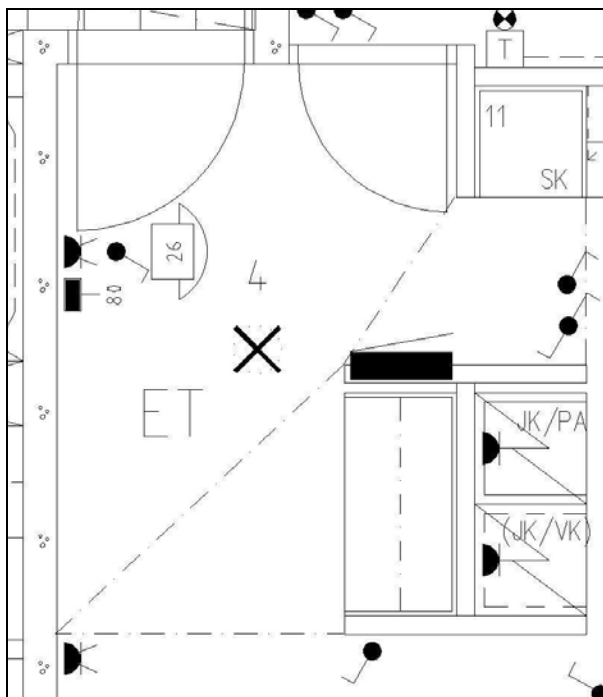
Kuva 1. Esimerkkihuoneiston pistekuva

3.2.1.2 Eteinen

Eteinen luokitellaan niin sanotuksi kuivaksi tilaksi, jossa ihminen suojataan koskettamasta vaarallisia osia sormella eikä veden tunkeutumiselle ole asetettu vaatimuksia. /11 s. 136/ Tällaisiin tiloihin sähkölaitteiksi valitaan luokitukseltaan vähintään IP2X-laitteita.

Esimerkki eteisen pistekuvasta on esitetty kuvassa 2. Vaikka eteistilat kerrostaloasunnoissa ovat yleensä pieniä, sijoitetaan niihin silti lähes kaikkien järjestelmien pisteitä, joita ovat:

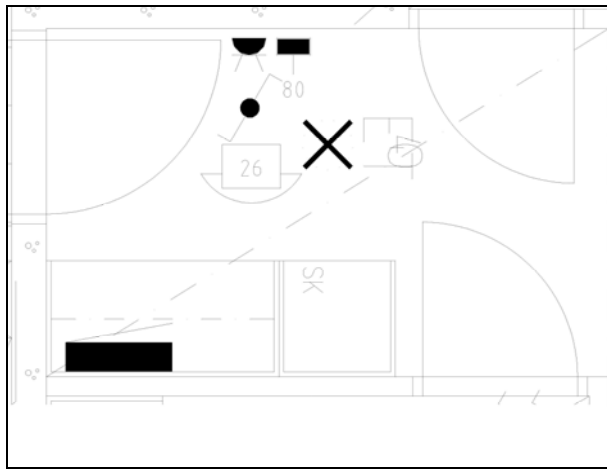
- ryhmäkeskus
- pistorasiat
- valaistus ja ohjaus
- yleiskaapelointipisteet
- ovipuhelinkoje



Kuva 2. Eteisen pistekuva esimerkiasunnossa

Ryhmäkeskuksen tarkoituksena on yhdistää sähköenergian jakelujärjestelmän nousujohtot ryhmäjohtoihin. /6/ Ryhmäkeskukset pitäisi pyrkiä sijoittamaan mahdollisimman keskitetysti asunnon sähköpisteiden kannalta. Keskitetyllä sijoituksella saadaan jännitehäviöt pidettyä pieninä ja kaapeloinnin kustannukset pienehköinä. Tärkeää on myös, että ryhmäkeskukselle tulevat kaapelit on helppo asentaa ja kytkeä ja että paikka on huollon ja mahdollisten muutosten kannalta järkevä. /7 s.2/

Kerrostaloasunnoissa tällainen tila löytyy lähes aina eteisistä, koska niissä on yleensä alas laskettu katto, jossa kaapeleiden tuominen keskuksen on helppoa. Eteiseen ryhmäkeskus voidaan usein myös sijoittaa sellaiseen paikkaan, jossa myös kytkentä- ja huoltotyöt ovat helppoja toteuttaa ja keskukselta ei ole suurta visuaalista häiriötä. Joskus keskukselle ei löydy yhtään hyvää paikkaa, kuten kuvassa 3. Tässä tapauksessa ongelma on ratkaistu sijoittamalla keskus samalle seinälle nauhalakon kanssa. Tämä ei kuitenkaan ole kovin käytännöllinen paikka ajatellen keskuksen käyttöä ja huoltoa.



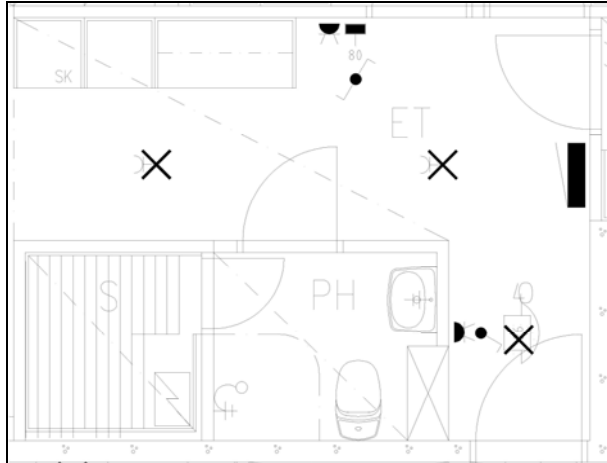
Kuva 3. Esimerkki huonosta keskuksen sijoituksesta

Ryhmäkeskuksen valinnassa on hyvä huomioida, että siinä olisi valmiina tilanvaraus sähköisten tietojärjestelmien tarpeille. Kuvasta 1 selviää ryhmäkeskuksien sijoittelu esimerkkitilanteesta ja kuvasta 2 ryhmäkeskuksen sijoitus esimerkkitilanteesta. Ryhmäkeskuksien lopullinen valinta tehdään kuitenkin vasta toteutusvaiheessa, kun lopulliset ryhmät ja keskuskaaviot on piirretty.

Pistorasioiden sijoituksessa eteiseen on hyvä miettiä, missä kohdassa puhelinta luultavimmin käytetään ja sijoittaa se yleiskaapelointipisteen kanssa yhdistelmäksi. Pistorasia on hyvä myös sijoittaa siten, että se olisi siivotessa helposti imurin käytettävissä, tai jos tuntuu tarpeelliselta, niin asentaa oma pistorasia sitä varten. Esimerkki pistorasioiden sijoituksesta eteistilaan on esitetty kuvassa 2.

Eteisissä luonnonvalon osuus valaistuksesta on pieni, joten riittävän valaistustason saavuttamiseen tarvitaan lähes aina keinovaloa. Eteisiin sijoitetaan myös usein esimerkiksi peilejä, joiden valaisemista on myös hyvä ajatella jo suunnitteluvai-

heessa. Peruslähtökohtana eteisen valaistukseen kuuluu yksi valaisinpistorasia, jota ohjataan 1-kytkimellä. Pitkissä ja esimerkiksi L:n mallisissa eteisissä, voi olla tarpeellista sijoittaa useahko valaisinpistorasia ja ohjata niitä käytävän molemmista päistä. Näin on esimerkiksi tehty kuvan 4 eteisessä.

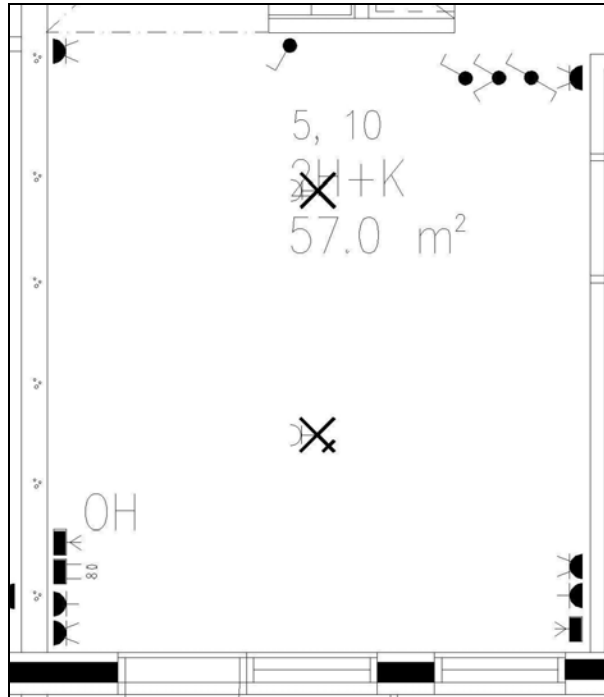


Kuva 4. Esimerkkikuva L-eteisistä

Jos hankesuunnitteluvaiheessa on sovittu kerrostaloon tulevaksi ovipuhelinjärjestelmä, sijoitetaan siihen kuuluva ovipuhelinkoje eteiseen mahdollisesti oven viereen. Ovipuhelimen valintaan vaikuttaa lähinnä se halutaanko ovipuhelinjärjestelmässä olevan kuvallinen yhteys vai perinteinen ainoastaan kaksisuuntaisella puhetyhdellä varustettu ovipuhelinkoje. Ovipuhelinkojeen sijoitusesimerkki on esitetty kuvissa 2-4.

3.2.1.3 Olohuone

Olohuoneen sähköinen varustus koostuu pistorasioista, valaistuksesta ja valaistuksen ohjauksesta sekä antenni- ja yleiskaapelointipisteistä. Olohuone luokitellaan luonnollisesti myös kuivaksi tilaksi, joten sähkölaitteiksi valitaan IP2X-kotelointiluokan laitteita. /11, s. 136/ Esimerkki olohuoneen pistekuvasta on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Esimerkkihuneiston olohuoneen pistekuva

Olohuoneen pisteiden sijoittamista kannattaa miettiä television ja muiden kodin elektroniikkalaitteiden käytön kannalta. Näitä varten olohuoneeseen sijoitetaan kaksi yhdistelmää, joissa toisessa on kolme pistorasiaa sekä antenni- ja yleiskaapelointirasia ja toisessa antennipiste ja kolme pistorasiaa. Muuta käyttöä esimerkiksi siivous varten asennetaan vielä muutama kaksoispistorasia sopiville paikoille.

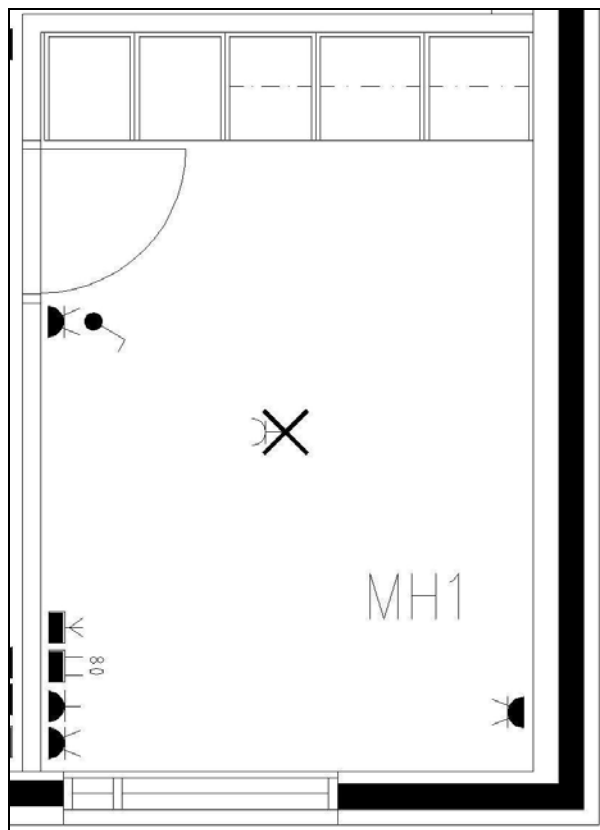
Kuvan 5 mukaisessa esimerkiasunnon olohuoneessa antennipisteet on sijoitettu huoneen molemmille vapaille seinille, jolloin televisiota voidaan käyttää kolmella eri seinällä. Yleiskaapelointipiste sijoitetaan samaan yhdistelmään antennipisteen kanssa sen vuoksi, että kaksisuuntainen tiedonsiirto olisi mahdollista, vaikka talossa ei olisikaan kaapeli-TV-liittymää.

Olohuoneen valaistukseksi sijoitetaan kaksi valaisinpistorasiaa, joista toista ohjataan kruunukytkimellä ja toista 1-kytkimellä tai olohuoneen mallin mukaan vaihtokytkimellä, jolloin toista valoa voidaan käyttää kulkuvalona. Yksi mahdollisuus tämän toteutuksen lisäksi olisi laittaa kruunukytkimen tilalle kaksi 1-kytkintä, jolloin niistä toisen voisi halutessaan korvata himmentimellä. Esimerkkiasunnon olohuoneen valaistus ja sen ohjaus on esitetty kuvassa 5.

Olohuoneen valaistuksen lisäksi olohuoneessa sijaitsee usein muidenkin huoneiden, esimerkiksi keittiön tai eteisen valaistukseen liittyviä ohjauksia. Myös parvekkeen pistorasian ohjaus sijoitetaan yleensä johonkin sopivaan kytkinryhmään, kuten esimerkkiasunnossa se on oikealla ylhäällä olevan kytkinryhmän ylimmäinen 1-kytkin.

3.2.1.4 Makuuhuoneet

Makuuhuoneet kuuluvat eteisen ja olohuoneen tavoin luokituksestaan kuiviin tiloihin. Näin ollen sinne valitaan myös IP2X-kotelointiluokan sähkölaitteita. Makuuhuoneen varusteluun kuuluvat pistorasiat, antenni- ja yleiskaapelointipiste sekä valaistus ja sen ohjaus. Esimerkkikuva makuuhuoneen pistekuvasta ja varustelusta on esitetty kuvassa 6 ja makuuhuoneen perusvarustelutaso selviää taulukosta 1.

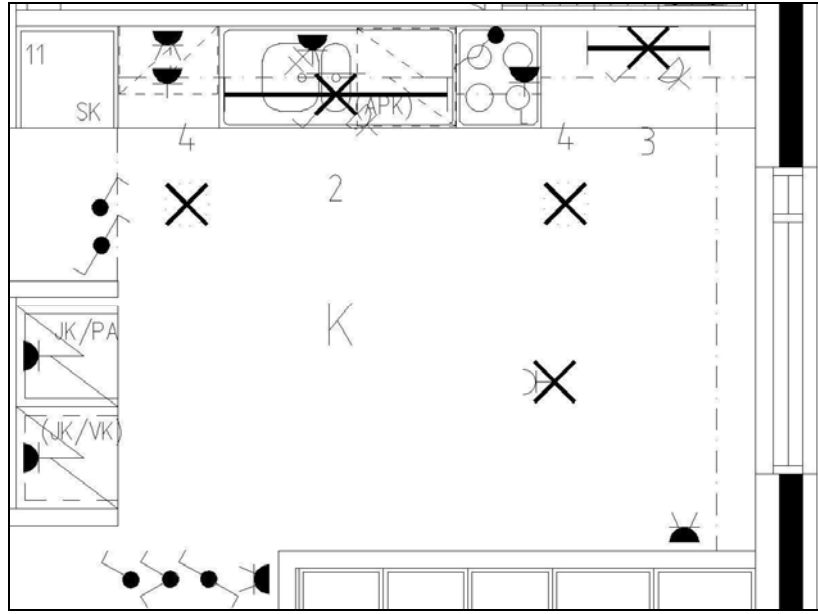


Kuva 6. Esimerkkihuneiston makuuhuoneen pistekuva

Makuuhuoneisiin sijoitetaan yksi antenni- ja yleiskaapelointipiste yhdistelmäksi kolmen pistorasian kanssa. Nämä pisteet sijoitetaan huoneeseen ajatellen mahdollisen television ja työpöydän sijaintia huoneessa. Tämän lisäksi pistorasioita sijoitetaan huoneen luonteen mukaan riittävä määrä muuta käyttöä varten. Makuuhuo-

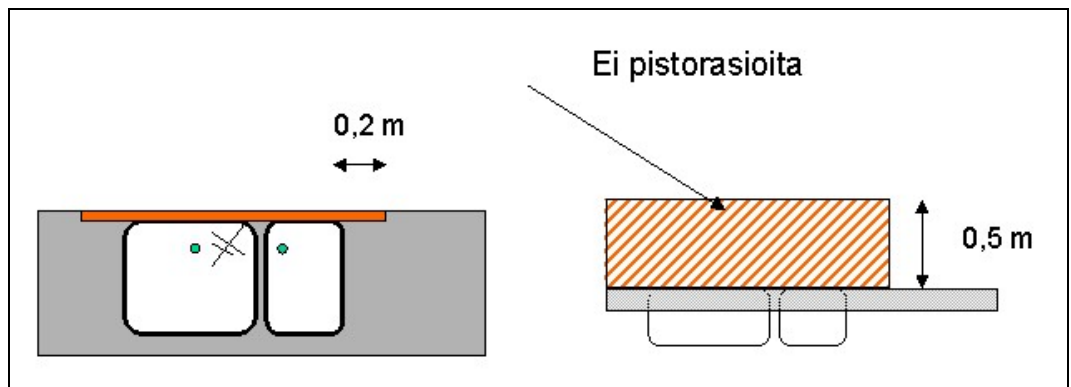
neen valaistukseksi asennetaan yksi valaisinrasia keskelle huonetta. Valaisinrasiaa ohjataan oven vierestä 1-kytkimellä. Lukuvaloja varten oletetun sängyn sijoituspaikan lähetyville sijoitetaan pistorasia.

3.2.1.5 Keittiö



Kuva 7. Esimerkkiasunnon keittiön pistekuva

Luokitukseltaan keittiö on kuivatila, mutta pesuallas ja kuivauskaappi asettavat vaatimuksia valaisimien koteloitiluokalle ja pistorasioiden sijoitukselle. Kuivauskaapin alapuolelle asennettavan valaisimen tulee olla vähintään IP21-luokkainen ja suojakuvullinen. /11, s. 280/ Pistorasian sijoitusta altaan läheisyyteen on havainnollistettu kuvassa 8. Kerrostaloasunnon keittiön perusvarustelutaso on esitetty taulukossa 1.



Kuva 8. Pesualtaan kohdalla oleva alue, jolle ei saa sijoittaa pistorasioita /13/

Nyrkkisääntönä keittiön pistorasioiden sijoittelussa voidaan pitää, että jokaiselle tasolle ja kiinteälle sähkölaitteelle sijoitetaan pistorasia. Tavallisesti keittiön kiinteisiin sähkölaitteisiin kuuluvat kylmälaitteet, astianpesukone, liesi ja mikro.

Keittiön pistorasioiden sijoittelussa on syytä varmistaa kalustekuvista tasojen korkeudet ja kiinteiden sähkölaitteiden sijainti, jotta pistorasiat osattaisiin sijoittaa oikeaan kohtaan. Taulukossa 4 on esitetty keittiön pistorasioiden yleiset asennuskorkeudet.

Taulukko 4. Keittiön pistorasioiden yleiset asennuskorkeudet /11, s. 232/

ASENNUSKORKEUS YLEENSÄ	LATTIASTA/mm
Keittiön työpöytätaaso	1000/1200
Astianpesukone (viereisessä kaapissa)	300
Kylmäkaappiyhdistelmä	2200
Liesituuletin	1800
Lieden pisto- tai liitäntärasia	300

Joitain poikkeuksia näihin voi aiheuttaa esimerkiksi keittiön kalusteet. Esimerkiksi erään K-H:n perinteisen asiakkaan keittiökaluksissa yleensä kylmäkaappiyhdistelmien kaapin kiinnitysriipa osuu 2200 mm:n korkeudella, joten heidän suunnitelmiaan kylmäkaappiyhdistelmien pistorasiat sijoitetaan 2100 mm:een lattiasta. Toinen poikkeus on saman asiakkaan allaskaapeissa, joissa viemäreille ja vesijohdoille tehdään kotelo, jonka taakse astianpesukoneen pistorasia jäisi, jos se laitettaisiin 300 mm:n korkeudelle. Tässä tapauksessa pistorasia sijoitetaan 600 mm:n korkeudelle.

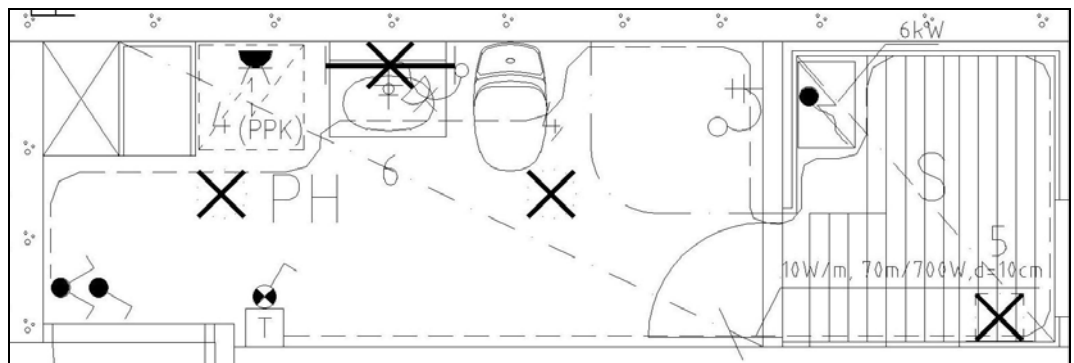
Valaistusta suunniteltaessa on otettava huomioon keittiön yleisvalaistus sekä työtasojen valaistus. Perustasoisessa keittiössä tämä toteutetaan sijoittamalla tarvittava määrä valaisinpistorasioita yleisvalaistukseksi. Valaistuksessa tulee myös huomioida mahdollinen ruokapöydän paikka ja laittaa sitä varten oma valaisin. Parempi, mutta kalliimpi tapa olisi toteuttaa keittiön valaistus riittävällä määrällä kiinteitä valaisimia, kuten kuvan 7 esimerkiasunnossa on tehty.

Työtasojen valaistus toteutetaan loistevalaisimilla, jotka on varustettu kytkimellä ja pistorasialla. Työtasovalaisin sijoitetaan jokaiselle mahdolliselle tasolle aivan pienimpiä lukuun ottamatta. Kytkimellä varustetusta valaisimesta on se hyöty, että voi käyttää ainoastaan sen tason valaisinta, jolla työskentelee ja jos valaisimessa on pistorasia, ei näille tasoille tarvitse laittaa erillistä pistorasiaa.

Valaistuksen ohjaus keittiössä toteutetaan yleensä 1-kytkimillä, mutta huoneen mallista riippuen voi olla järkevää ohjata ainakin yleisvalaistusta vaihtokytkimillä, kuten esimerkkiasunnon tapauksessa on tehty. Näin ei pimeässä tarvitsisi etsiä kytkintä huoneen toiselta puolelta.

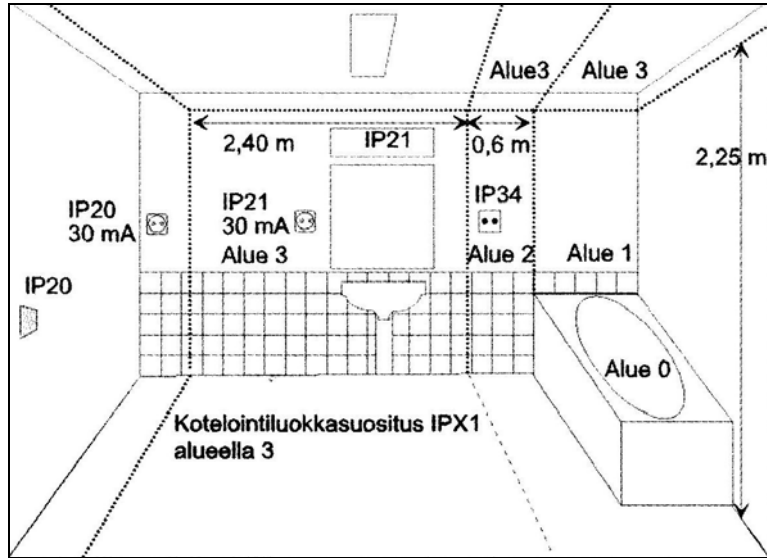
3.2.1.6 WC-, suihku- ja saunatilat

WC-tila, jossa on lattiakaivo ja alapesusuihku ei katsota suihkuhuoneeksi, jos siinä ei ole koko vartalon pesuun tarkoitettua tilaa. Tällaisessa kuivaksi tilaksi luokitellussa tilassa voidaan käyttää kotelointiluokan IP2X sähkölaitteita. Suihkuhuoneeksi katsotaan huone, jossa on koko vartalon pesuun tarkoitettu suihku, jolloin kotelointiluokka määräytyy kuvan 10 alueiden mukaan. Usein kerrostaloasunnoissa, varsinkin pienemmissä, wc ja suihku ovat samassa tilassa, kuten kuvassa 9.



Kuva 9. Esimerkkihuoneiston wc-, pesu- ja saunatila

Tällaisissa yhdistetyissä wc- ja suihkutiloissa noudatetaan samoja ohjeita kuin pelkissä suihkutiloissakin. Suihkutilat on jaettu kuvan 10 mukaisiin alueisiin, jotka vaikuttavat valittavan sähkölaitteen kotelointiluokkaan. Kotelointiluokat alueittain ovat esitetty taulukossa 5. /11, s. 303/

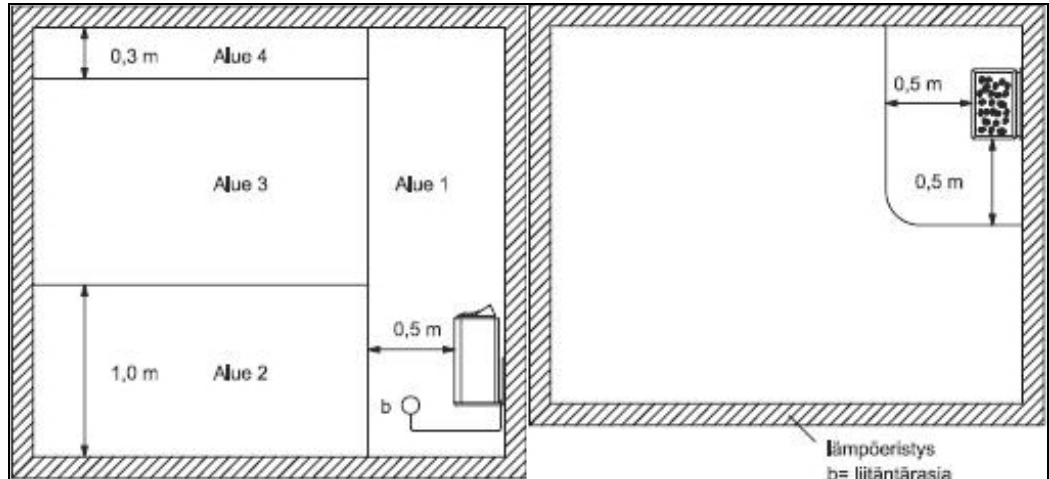


Kuva 10. Pesuhuoneen kotelointiluokkaan vaikuttavat alueet /11, s. 304/

Taulukko 5. Pesuhuoneen alueiden kotelointiluokat

ALUE		KOTELOINTILUOKKA
0	Ammeen sisäpuolinen tila	IPX7 (ei tarvetta asennuksille)
	Suihkussa 0,05 metriä lattiasta	
	0,6 metriä suihkusta	
1	0-alueen yläpuolinen tila	IPX4 (ei tarvetta asennuksille)
	0,6 metriä suihkusta	
	h=2,25 m	
2	0,6 metriä alueesta 1	IPX4 (valaisimet, ei pistorasioita)
	h=2,25 m	
3	2,4 metriä alueesta 2	IPX1 (saa asentaa pistorasioita) paitsi alueiden 1 ja 2 yläpuolelle
	1 ja 2 alueiden yläpuolinen tila ≤ 3 m	

Suihkutilan tavoin saunatilat jaetaan alueisiin, kuva 11. Nämä alueet vaikuttavat sähkölaitteiden sijoitteluun ja valintaan. Kaikkien saunaan valittavien laitteiden on kotelointiluokaltaan oltava vähintään IP24. Sijoittelussa on hyvä huomata, että alueelle 1 ei saa sijoittaa muita kuin kiukaaseen liittyviä sähkölaitteita ja laitteiden, jotka asennetaan alueille 3 tai 4 on kestävä vähintään 125 °C asteen lämpötilan.



Kuva 11. Saunan alueet, vasemmalla sivusta ja oikealla ylhäältä kuvattuna /21, s. 289/

WC- ja suihkutiloissa on usein tarvetta tietyille sähköisille laitteille, kuten pyykinpesukoneelle, kuivausrummulle, parranajokoneelle, hiustenkuivaajalle sekä muille vastaaville laitteille. Pyykinpesukoneelle ja kuivausrummulle onkin hyvä varata viikavirtasuojalla varattu kaksoispistorasia tai kaksi erillistä pistorasiaa. Parranajokonetta yms. varten pistorasia sisältyy yleensä joko peilikaappiin tai -valaisimeen. Saunaan ei saa sijoittaa minkäänlaisia pistorasioita.

WC- ja suihkutilojen valaistus suunnitellaan yleensä siten, että keskelle huonetta sijoitetaan yksi kiinteä valaisin yleisvalaisimeksi, jonka kotelointiluokka valitaan sijoitusalueen mukaan. Pesuhuoneen ollessa iso tai pitkulainen voi olla tarpeellista sijoittaa tilaan kaksi valaisinta, kuten kuvan 9 esimerkkihuoneiston tapauksessa. Jos WC- tai suihkutilaan ei ole suunniteltu peilikaappia valitaan peilivaloksi sopivan mittainen pistorasialla varustettu loistevalaisin, jonka kotelointiluokka valitaan sen mukaan mille alueelle se suihkutilassa sijoitetaan. Jos suihkuhuone on pieni, voidaan peilivalaisin sijoittaa siten, että valaisin on alueella 2 ja pistorasia alueella 3.

Saunaan valitaan yleensä valaisimeksi jonkin valmistajan luettelosta tarkoitukseen erityisesti sopiva valaisin. Valaisin voidaan sijoittaa alueille 2-4, mutta jos valaisin sijoitetaan yli metrin korkeuteen, on huomattava että johdotus on tehtävä lämmönkestävällä kaapelilla. Valaistusta ohjaavat kytkimet sijoitetaan WC- tai suihkutilan puolelle siten, että peilivalaisimen 1-kytkin sijoitetaan saunan valaisinta ja yleisvalaisinta ohjaavan 1+1-kytkin yläpuolelle. Kytkimiä ei saa asentaa alueille 0 ja 1.

Nykyään lähes kaikkiin kerrostaloasuntojen pesu- ja saunatiloihin halutaan mukavuuslattialämmitys. Koska kosteiden tilojen lämmitystarve ei kerrostaloasunnoissa ole kovinkaan suuri, on järkevintä toteuttaa lattialämmitys sähköllä. Sähkön etuja vesikiertoiseen lattialämmitykseen ovat pienet asennuskustannukset, helppo asennettavuus, nopea säätö ja asennettavuus ohuenkin valun alle.

Kerrostaloissa on yleensä aina käytössä yksiaikatariffi, joten lattialämmitys on aina jatkuvatoiminen. Tosin kerrostaloasuntojen pesutiloissa lattialämmityskaapelin päälle tuleva valukin on niin ohut, että varaavan lämmityksen käyttö olisi sen puolesta yleensä mahdotonta. Jatkuvatoimisessa mukavuuslattialämmityksessä mitoitetustehona käytetään 100 W/m^2 ja lattialämmityskaapelin teho sekä pituus mitoiteetaan vapaan lattiapinta-alan mukaan. Vapaalla lattiapinta-alalla tarkoitetaan kiinteistä kalusteista, esimerkiksi komerot ja WC-istuimet, vapaata aluetta.

Suunnitelmadokumentteihin merkitään alue, johon kaapeli asennetaan, kaapelin tyyppi, pituus, teho ja asennusväli. Asennusvälin laskemiseen käytetään kaavaa 1. Kaapelia valittaessa tulee myös huomioida, että asennusväli ei saa olla liian suuri tai pieni. Liian suuri asennusväli voi tuntua epätasaisena lämpötilana ja pienimmän asennusvälin määrää valmistaja ja se on yleensä 8-10 cm:n luokkaa. asennusvälin tulisikin hyvin johtavassa betonilaatassa olla n. 10-25 cm. /9/

$$d = \frac{A_h}{l}$$

1

d = asennusväli

A_h = vapaa lattiapinta-ala

l = kaapelin pituus

Esimerkkiasunnon pesuhuoneen pinta-ala on 8 m^2 ja vapaa lattiapinta-ala 7 m^2 . Vapaan lattiapinta-alan mukaan valitaan kaapeli, esimerkiksi Deviflex DTIP-10 (kuva 12), mitoitetustaulukosta, siten että lämmitystehoksi saadaan 100 W/m^2 . Deviflexin DTIP-10-lämmityskaapelia käytetään kerrostalokohteissa sen vuoksi, että se soveltuu paremmin ohuisiin valuihin.

DTIP-10 10 W/m			
Tehontarve 100 W/m ²			
Ala m ²	C-C	SSTL nro	Tuote
1,00	10	8169429	deviflex 10m/100W
2,00	10	8169431	deviflex 20m/200W
3,00	10	8169432	deviflex 30m/300W
4,00	10	8169433	deviflex 40m/400W
5,00	10	8169434	deviflex 50m/500W
6,00	10	8169435	deviflex 60m/600W
7,00	10	8169436	deviflex 70m/700W
8,00	10	8169437	deviflex 80m/800W
9,00	10	8169438	deviflex 90m/900W
10,00	10	8169439	deviflex 100m/1000W
12,00	10	8169441	deviflex 120m/1200W
14,00	10	8169445	deviflex 140m/1400W

Kuva 12. Deviflex DTIP-10 lattialämmityskaapelin mitoitusyökalu /13/

Taulukon mukaan kaapeliksi tehoksi saadaan 700W ja pituudeksi 70 metriä, koska kyseessä on kaapeli, jonka teho on 10W/m. Kun kaapelin pituus ja vapaa lattiapinta-ala on tiedossa, voidaan kaavalla 1 laskea kaapelin asennusväli.

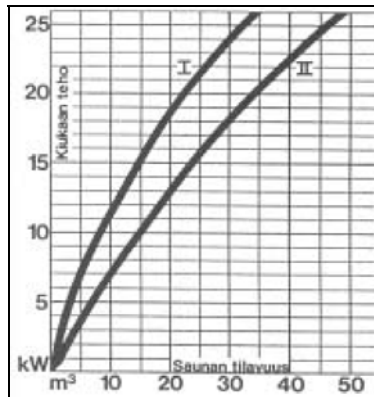
$$d = \frac{7m^2}{70m} = 0,1m = 10cm$$

Lattialämmityskaapelin lisäksi pitää kuvaan sijoittaa myös lattialämmityskaapelin termostaatti. Termostaatti valitaan lattialämmityskaapelin ja sen mukaan halutaanko lämmityksellä säätää ainoastaan lattian pintalämpötilaa vai huoneen lämpötilaa. Kerrostaloasuntojen kohdalla lattialämmitys on yleensä niin sanottu mukavuuslattialämmitys, jolla säädetään lattian lämpötilaa.

Sähkökiukaan valinnassa tulee huomioida käyttötapa ja saunan koko. Kerrostaloasunnoissa käyttötapana voidaan pitää normaalia perhekäyttöä, jossa saunotaan 1-2 kertaa viikossa. Tällaiseen käyttöön valitaan seinälle asennettava kiuas, jossa ohjauslaitteet ovat kiinteinä. /8/

Kiukaan tehon valintaan vaikuttaa kuinka kauan saunaa halutaan lämmittää ennen saunomista sekä saunan tilavuus. ST-kortin, ST 55.21 sähkösaunat ja sähkökiukaat, mukaan kiukaan teho voidaan määrittää kuvan 13 mukaisesta kuvaajasta. ST-kortin mukaan teho valitaan käyrien I (lämmitysaika 45 min.) ja II (75 min.) väliltä.

Esimerkkiasunnon saunan, tilavuus 5,3 m³, kiukaan tehoksi saadaan kuvaajaan mukaan hieman yli 5 kW, joten kiukaaksi tehoksi valitaan 6 kW. Kiukaan teho tulee merkitä näkyviin jo pistekuviin.



Kuva 13. ST-kortin 55.21, sähkösaunat ja sähkökiukaat, kuvaaja sähkökiukaan tehonmäärittämisestä /8/

3.2.1.7 Parvekkeet

Perustason mukaan varustellun kerrostaloasunnon parvekkeelle ei sijoiteta muita pisteitä kuin yksi sisäpuolelta ohjattu ja kaksoispistorasia. Parvekkeen pistorasian ohjeelliseksi sijoituskorkeudeksi on ST-kortissa, kytkimien, pistorasioiden yms. sijoittelu, annettu ylätavaksi 1700 mm ja alatavaksi 300 mm lattianpinnasta. Parvekkeet katsotaan ulkotiloiksi eli kuuluvaksi koteloitiluokaltaan kosteisiin tiloihin. Useimmiten parvekkeet ovat katettuja ja näin ollen pistorasiat suojassa suoralta saateelta, joten koteloitiluokaksi luokaksi valitaan IPX1.

3.2.2 Toteutettavien taloteknisten ratkaisujen hyväksyttäminen

Pistekuvien tarkoitus kerrostaloasunnoissa on selvittää sovittua varustelutasoa sekä osoittaa rakennuttajalle, että suunnittelija on ymmärtänyt mitä rakennuttaja on halunnut ja että rakennuttaja saa haluamansa mukaisen varustelutason. Pistekuvat saatuaan rakennuttaja siis tarkistaa kuvat ja ilmoittaa puhelimitse mitä muutoksia varusteluun halutaan tai hyväksyy kuvat sellaisenaan.

Mahdolliset muutokset tehdään pistekuviin, eikä niitä enää lähetetä rakennuttajalle vaan niiden pohjalta tehdään toteutussuunnitteluvaiheessa lopulliset suunnitelmat. Tulevien asiakkaiden haluamia muutoksia ei tehdä vielä tässä vaiheessa vaan vasta rakennusvaiheessa silti niihin olisi hyvä varautua jo tässä vaiheessa.

3.3 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa laaditaan varsinaiset suunnitelmat, joiden perusteella sähköiset järjestelmät voidaan toteuttaa. Toteutussuunnittelun lähtötietoina ovat aikaisempien vaiheiden materiaalit sekä muiden suunnittelijoiden toteutussuunnitelmat. Seuraavissa alaluvuissa on kerrottu tarkemmin toteutussuunnittelun dokumenteista ja tehtävistä. Tässä vaiheessa tehtäviä dokumentteja ovat:

- asemapiirustus
- tasopiirustukset kaikista rakennuksista ja kerroksista
- keskuskaaviot ryhmä-, mittaus- ja pääkeskuksista
- pääkeskuksen piirikaavio
- nousujohtokaavio
- oikosulkulaskelma
- antennikaavio
- vaimennuslaskelmat
- yleiskaapelointikaavio
- ovipuhelinjärjestelmän kaavio
- maadoituskaavio
- valaisinluettelo

Tämän vaiheen lopussa kaikki toteutussuunnitteluvaiheen dokumentit lähetetään kopiolaitokselle, jossa tehdään tarpeellinen määrä kopioita rakennuttajan ja urakoitsijoiden tarpeisiin. Myös sähköverkon haltijalle ja teleoperaattorille pitää lähettää kopiot heitä koskevista kuvista. Jotkut rakennuttajat ja urakoitsijat saattavat haluta dokumentit sähköisessä muodossa, jolloin dokumentit yleensä luovutetaan CD-levyllä tai lähetetään sähköpostilla.

3.3.1 Asemapiirustuksen laatiminen

Asemapiirustuksessa esitetään kuva tontista ja siitä kuinka rakennukset sille sijoituvat. Esimerkkikohteen asemapiirustus on esitetty liitteessä 100. Sähkösuunnittelijan tehtävänä on piirtää asemakuvaan sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmiä sekä sähköisiä tietojärjestelmiä koskevia tietoja, kuten:

- Sähköliittymän tulopiste ja reitti sähköpääkeskushuoneeseen
- Liittymiskaapelin tyyppi ja koko
- Sähköpääkeskustilan sijainti
- Autojen lämmitystolpat ja kaapelointi
- Ulkovalaistus ja kaapelointi
- Ulkorakennusten sähkönsyötöt
- Puhelin ja kaapeli-TV-liittymän tulopiste ja reitti sähköpääkeskukseen

3.3.1.1 Autolämmityspistorasiat

Parkkipaikoille vikavirtasuojalla varustetut lämmityspistorasiat asennetaan 1,5 metrin pylväisiin periaatteella yksi pistorasia autopaikkaa kohden. Koska lämmityspistorasiat ovat alttiina sateelle, tulee kotelointiluokan olla vähintään IPX4. Autolämmityspistorasiat liitetään pääkeskukseen kolmivaiheryhmänä, johon ne kytetään siten, että kuorma jakautuu tasaisesti kaikille vaiheille.

ST-kortissa 13.31, Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoitus, on annettu kaava 2, jolla autopaikkojen huipputeho voidaan arvioida kaapelin mitoitusta varten.

$$P_{pys} = 10 + 0,5 \cdot N_{auto} \quad 2$$

Esimerkkikohteessa on 24 autopaikkaa ja pisimmälle tolपालle tulee matkaa 100 metriä. Koska autopaikkoja on näin paljon, on järkevää toteuttaa kaapelointi vähintään kahdella kolmivaiheryhmillä. Autopaikkojen sijoituksen vuoksi toiseen ryhmään tulee 14 autoa ja toiseen 10. Kaavalla 2 laskien ryhmien tehoiksi tulee 9,2 kW ja 12,8 kW, ja virraksi vaihetta kohden 14,0 A ja 19,4 A.

Vaikka tehot ja virrat vaihetta kohden ei nousekaan kovin suuriksi ja maakaapeliksi voisi valita, jopa 1,5 mm² poikkipinta-alan, mutta tällöin jännitehäviöt nousevat melko suuriksi. Yleensä kerrostalojen lämmityspistorasiaryhmät kaapeloidaan 6 mm² tai jopa 10 mm² kaapeleilla. Näin jännitehäviöistä ja selektiivisyydestä ei aiheudu haittaa. Selektiivisyys ei tosin kosketusjännitesuojauksessa muutenkaan ole ongelma, koska pistorasiat on varustettu vikavirtasuojakytkimillä.

3.3.1.2 Ulkovalaistus

Ulkovalaistuksen tarkoituksena kerrostaloissa on taata riittävä valaistusvoimakkuus piha-alueella tapahtuvaan toimintaan. Valaistusta piha-alueilla tarvitaan ainakin kulkureiteillä sekä leikki- ja parkkipaikoilla. Kerrostalojen piha-alueiden valaistukseen käytetään lähinnä seiniin ja pylväisiin sijoitettavia valaisimia. Valaisimien sijoittelussa tulee huomioida, että kaikki tarpeelliset alueet tulee valaistua ja, että valaisimet täyttävät kotelointiluokaltaan asennuspaikan vaatimukset. Ulkotiloihin sijoitettavien sähkölaitteiden kotelointiluokista löytyy lisätietoa luvun autokatokset

alta kuvasta 22 ja taulukosta 10. Valaisimen sijoittelussa ja valinnassa tulee huomioida, ettei valaistus ole alempien kerrosten asunnoille häiritsevää.

Ulkovalaistuksen ohjaus toteutetaan yleensä hämäräkytkimellä, jolla ohjataan ulkovalaistuksen päälle, kun valaistustaso laskee alle asetetun arvon. Ulkovalaistus liitetään keskukseen yleensä kolmivaiheisena ryhmänä, jolloin ulkona olevat valaisimet kytketään tasaisesti eri vaiheille. Pienemmissä kerrostaloissa riittää yleensä yksi ryhmä, mutta suuremmilla alueilla valaisimien määrän kasvaessa joudutaan yleensä ryhmiä lisäämään.

3.3.1.3 Ulkorakennusten sähkönsyötöt

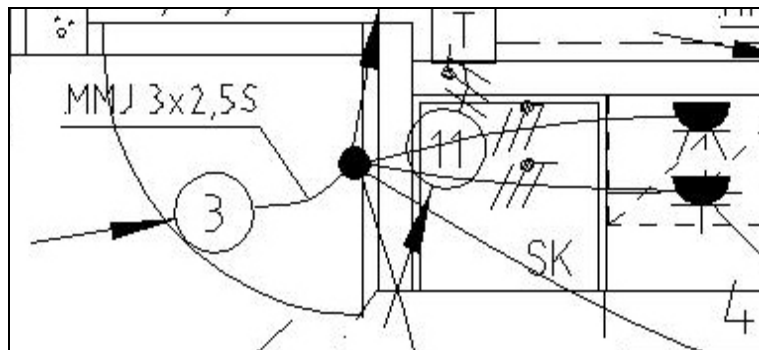
Kerrostalojen ulkoalueilla olevia rakennuksia ovat yleensä ulkoiluvälinevarastot ja jätekatokset. Tällaisissa tiloissa sähköpisteitä on yleensä vain vähän ja ne liittyvät yleensä valaistukseen. Tällaisiin rakennuksiin ei asenneta omaa ryhmäkeskusta vaan sähkönsyöttö niihin tuodaan sopivaan paikkaan sijoitettuihin jakorasioihin. Ulkovalaistuksen sisä- ja ulkovalaistukselle on yleensä omat jakorasiansa, koska ulkovalaistus liitetään samaan ryhmään muiden ulkovalaisimien kanssa. Nämä ulkorakennuksen ulkoseinillä olevat valaisimet piirretään näkyviin myös asemapiirustukseen, koska ne toimivat osana ulkovalaistuskokonaisuutta. Esimerkki ulkorakennusten sähkönsyötöstä on esitetty asemapiirustuksessa liitteessä 100 ja ulkorakennuksen sisäpuolisista asennuksista kuvassa 21.

3.3.2 Tasopiirustuksien laatiminen

Tasopiirustuksissa esitetään sähkön jakelu- ja käyttöjärjestelmään kuuluvien pisteiden sijainti ja niiden johdotukset. Johdotuksesta tulee selvittää pisteille menevien kaapeleiden johtimien määrä ja poikkipinta-ala. Jos kaapelissa ei ole viiteviivalla kerrottu kaapelin poikkipinta-alaa on se automaattisesti $1,5 \text{ mm}^2$. Kaapeleihin, joissa on jokin muu poikkipinta-ala, merkitään aina viiteviivalla kaapelin tyyppi, johtimien lukumäärä ja poikkipinta-ala. Esimerkki tästä on esitetty kuvassa 14.

Perussääntönä ryhmään kuuluvia pisteitä määriteltäessä voidaan pitää, että yhteen 10 ampeerin ryhmään voidaan sijoittaa 10 pistettä ja 16 ampeerin ryhmään 16 pistettä. Poikkeuksena ovat jotkin laitteet, kuten astianpesukone, joka vaatii oman

ryhmänsä. Kerrostaloasunnon ryhmät, niiden syötöt ja suojaukset on esitetty taulukossa 8. Ryhmittelystä on kerrottu enemmän myös jokaisen tilan kohdalla.



Kuva 14. esimerkki 2,5 mm²:n ryhmän merkitsemisestä viiteviivalla tasopiirustukseen

Sähkönjakelu- ja käyttöjärjestelmän lisäksi tasopiirustuksissa esitetään myös sähköisten tietojärjestelmien pisteiden sijainti. Tietojärjestelmien kaapelointia ei piirretä tasopiirustuksiin vaan niiden johdotus periaate ja kaapelien tyypit näkyvät eri järjestelmien kaavioissa.

Seuraavissa alaluvuissa kerrotaan tasopiirustuksen laatimisesta tiloittain, koska eri tiloilla on erilaisia vaatimuksia kaapeleille, ryhmityksille ja suojauksille. Esimerkiksi tietyissä tiloissa olevat laitteet voivat vaatia oman ryhmän tai ne pitää mahdollisesti suojata vikavirtasuojalla. Asuntojen lisäksi kerrostaloissa voi olla seuraavanlaisia tiloja:

- porraskäytävät
- tekniset tilat
- varastot
- roskakatokset
- autokatokset
- väestönsuojat

Väestönsuojan tasopiirustuksen laatiminen on esitetty omassa alaluvussaan, koska sen suunnittelusta on olemassa omat määräykset ja ohjeet. Esimerkki tasopiirustuksesta koko laajuudessaan löytyy liitteestä 102 ja esimerkkihuoneiston osalta kuvasta 15.

3.3.2.1 Asuinhuoneistot

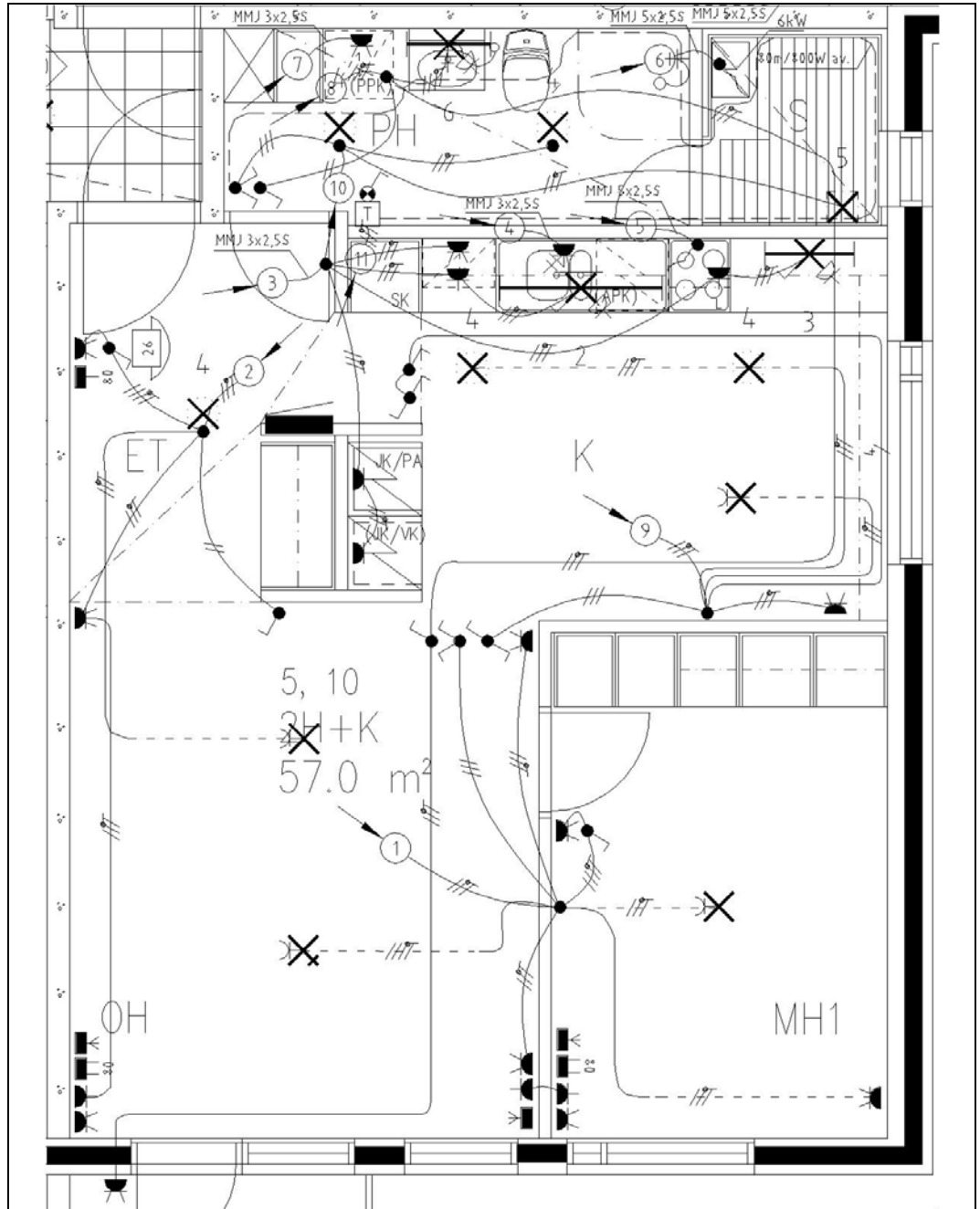
Asuinhuoneistojen toteutussuunnitelmien laatiminen aloitetaan heti, kun rakennuttaja on hyväksynyt pistekuvat. Asuinhuoneistojen toteutussuunnitelmien laatiminen

aloitetaan johdottamalla tyyppihuoneet, joista tehtiin pistekuvat luonnossuunniteluvaiheessa. Kun jokainen tyyppihuone on johdotettu ja ryhmitelty, voidaan loput huoneistot kopioida. Kopioimisessa on tietenkin omat riskinsä, joten kuvista on syytä katsoa tarkasti, että kaikki ovat oikeilla paikoillaan. Asuinhuoneistojen kaikki ryhmät liitetään luonnollisesti asunnon ryhmäkeskukseen.

Esimerkkihuvoneiston tasopiirustus on esitetty kuvassa 15. Asuinhuoneistojen pisteet kannattaa ryhmitellä jokaisessa asunnossa samalla tavalla. Tämä helpottaa keskuksien pääkaavioiden tekemistä, koska tällöin kaikissa asuntotyypeissä voidaan käyttää samanlaista keskusta. Taulukossa 8 on esitetty miten esimerkkiasunnon pisteet on ryhmitelty ja minkälaisilla kaapeleilla ne on johdotettu sekä miten ne on suojattu.

Taulukko 6. Esimerkkiasunnon ryhmittely

#	KUVAUS	KAAPELI	SUOJAUS	LISÄSUOJAUS
1	liesi	5x2,5S	C16	
2	kiuas	5x2,5S	C16	
3	keittiön pistorasiat	3x2,5S	C16	
4	astianpesukone	3x2,5S	C16	
5	valaistus MH1 + OH	3x1,5S	C10	
6	valaistus ET + OH	3x1,5S	C10	
7	valaistus K	3x1,5S	C10	
10	pyykinpesukone	3x2,5S	C16	30 mA vikavirtasuojakytkin
11	PH + parveke pistorasiat	3x1,5S	C10	30 mA vikavirtasuojakytkin
12	lattia lämmitys	3x1,5S	C10	30 mA vikavirtasuojakytkin



Kuva 15. Esimerkkihuoneiston tasopiirustus

3.3.2.2 Kosteat tilat

Kosteiksi tiloiksi kerrostaloasunnoissa voidaan luokitella saunat, pesuhuoneet ja parvekkeet. Näiden tilojen sähkölaitteiden kotelointiluokista ja määräytymisperusteista on kerrottu tarkemmin luvussa 2.2 ja kirjassa D1 2002, käsikirja rakennusten sähköasennuksista, sekä SFS6000-8-804 standardissa. /11, s. 200/ Erona kuivien tilojen ryhmittelyyn on siinä, että osa näiden tilojen ryhmistä suojataan vikavir-

tasuojakytkimellä. Seuraavaksi on lueteltu yleisimmät vikavirtasuojakytkimellä suojattavat pisteet:

- pesukoneen pistorasia
- kuivausrummun pistorasia
- peilivalaisin tai kaappi, jos siinä on pistorasia
- parvekkeen pistorasia
- lattialämmitys

Edellä mainituissa pistorasioissa vikavirtasuojakytkintä käytetään kosketusjännitesuojauksen lisäsuojana, kun muut menetelmät pettävät tai kun käyttäjä on huolimaton. Lattialämmityskaapeleissa vikavirtasuojaa käytetään aina palosuojauksena estämään vuotovirtojen aiheuttamia paloja. /11, s. 200/

Vikavirtasuojia on kolmea tyyppiä, josta A- ja B-tyypin käyttöä suositellaan käytettäväksi, koska AC-tyyppi toimii ainoastaan vaihtovirralla, ja monissa sähkölaitteissa olevan elektronisen säädön vuoksi vikavirta voi poiketa vaihtovirrasta. Vikavirtasuojan nimellistoimintavirraksi pistorasiaryhmille laitetaan enintään 30 mA. Lattialämmitysryhmien vikavirtasuojaksi voidaan laittaa määräysten mukaan 300 mA:n vikavirtasuoja. Nykyään kuitenkin suositellaan myös lattialämmityksessä käytettäväksi 30 mA:n nimellistoimintavirtaa. /11, s. 200/

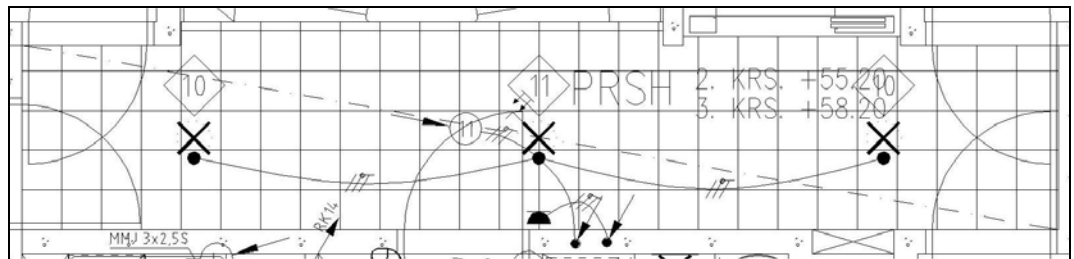
Vikavirtasuojalla suojattuja ryhmiä suunnitellessa tulee vielä huomioida, että pesukone ja kuivausrumpu sekä lattialämmitys vaativat oman ryhmänsä. Tämä johtaa usein käytännössä siihen, että vikavirtasuojan määrän vähentämiseksi parvekkeen pistorasia ja peilivalaisin liitetään samaan ryhmään. Tällöin riittää yksi kolmivaiheinen vikavirtasuoja ryhmäkeskusta kohden. Esimerkki kosteiden tilojen ryhmityksestä ja johdotuksesta on esitetty kuvassa 15.

3.3.2.3 Käytävät

Käytäviin sijoitetaan vain pistorasioita ja valaistukseen liittyviä pisteitä. Käytävät kuuluvat luokitukseltaan kuiviin tiloihin, joten valittavien laitteiden, pistorasioiden ja valaisimien, kotelointiluokaksi riittää IP2X. Käytävälle sijoitettavat pistorasiat ovat yleensä siivousta varten ja niitä sijoitetaan yksi jokaiselle tasolle 1700 millimetrin korkeuteen. Jos käytävä on pitkä, niin tasolle sijoitetaan pistorasioita riittävä määrä.

Nykyään käytävien valaistus toteutetaan yleensä PIR-valaisimilla. Jokaisen kerroksen käytävään sijoitetaan riittävä määrä valaisimia, joissa yhdessä on PIR-tunnistin. PIR-valaisin sijoitetaan siten, että se huomaa käytävällä olevan liikkeen kaikista kulku suunnista, jolloin yhden kerroksen valaistus syttyy. Jos käytävä on pitkä tai sen muotoinen, että yksi PIR-valaisin ei riitä valaistuksen syyttämiseen asennetaan niitä riittävä määrä sopiviin paikkoihin. Esimerkki käytävän valaistuksesta on esitetty kuvassa 16.

Toinen tapa on toteuttaa käytävän valaistuksen ohjaus painonapeilla. Tällöin koko porraskäytävän valaistus saadaan kerralla päälle mitä tahansa painonappia painamalla ja valaistus pysyy päällä asetellun ajan. Tähän verrattuna PIR-valaisimilla toteutetussa ohjauksessa on kuitenkin se hyvä puoli, että koko porraskäytävän valaistusta ei tarvitse syyttää kerralla vaan ainoastaan sen tason, jolla on liikettä.



Kuva 16. Esimerkki käytävän tasopiirustuksesta

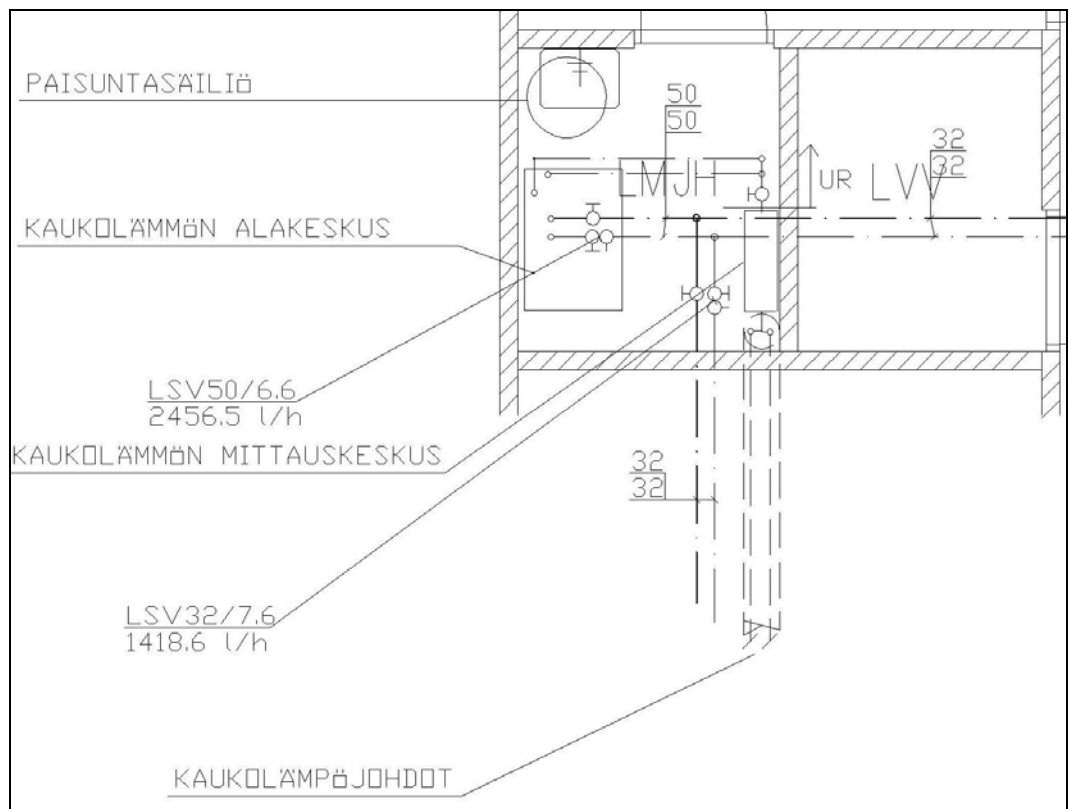
3.3.2.4 Tekniset tilat

Kerrostaloissa on aina varattu omat tekniset tilat sähköpääkeskusta ja rakennuksen lämmitystä varten. Kerrostalot liitetään yleensä, jos mahdollista, kaukolämpöverkoon. Jos kaukolämpöä ei ole saatavilla niin silloin lämmitysmuotona on kaasu tai öljy. Rakennuksen lämmitysmuoto ja sähköistettävät laitteet selviävät viimeistään LVI-suunnittelijalta saatavista kuvista. Esimerkkikohteen lämmönjakuhuoneen LVI-suunnitelma on esitetty kuvassa 17.

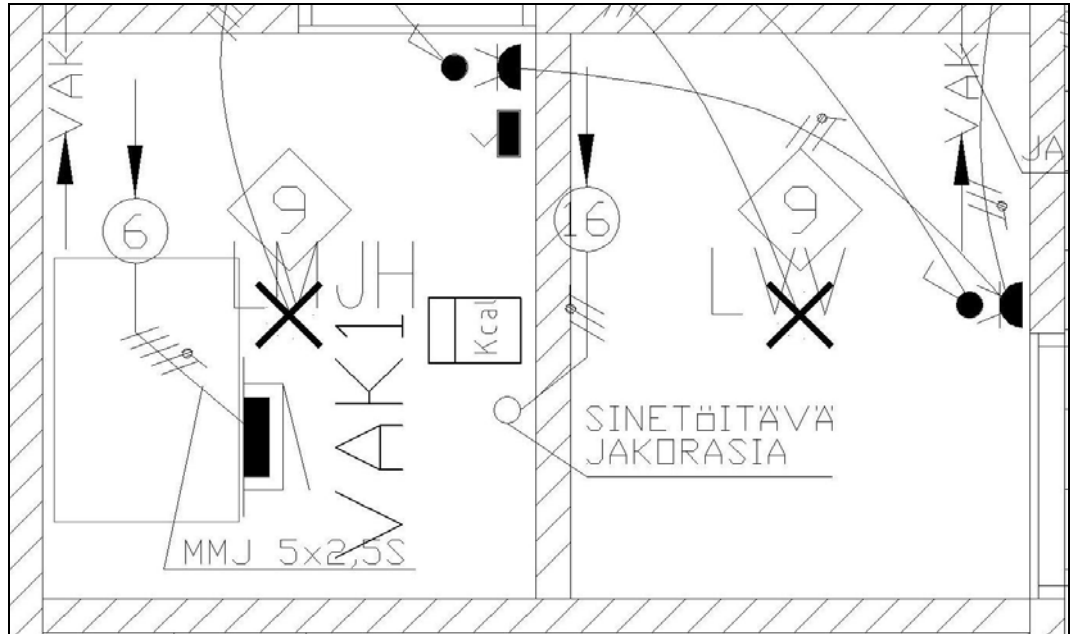
Kun LVI-suunnitelmat on saatu, voidaan lämmönjakuhuoneeseen tulevien laitteiden sähköistys aloittaa. Esimerkkikohteessa kiinteistön lämmitysmuotona on kaukolämpö ja lämmönjakokeskus toimitetaan pakettina, joka sisältää kaikki lämmönjakamisessa käytettävät pumput ja keskuskeskukset. Lämmönjaossa tarvitaan kolme erilaista pumpua lämmitystä, käyttövetä ja ilmastointia varten. Jos lämmönvaihto on

toteutettu pakettina, kuten esimerkkikohteessa, sähkösuunnittelijan tarvitsee tuoda syöttö vain lämmönjakolaitteistolle ja kaukolämmönkulutusmittarille. Muissa kuin paketti ratkaisuisa myös pumppujen sähköistyksen suunnittelu kuuluu sähkösuunnittelijalle.

Lämmönjakolaitteiston syötöksi tuodaan kolmivaiheinen 2,5 mm²:n kaapeli. Kaukolämmönmittauksen syöttö tuodaan sinetöityyn jakorasiaan mittauksen viereen. Kaukolämmön mittauksen viereen tuodaan myös antennipiste etäluvun mahdollistamiseksi. Näiden lisäksi lämmönjakohuoneeseen sijoitetaan kaksoispistorasia huolto yms. toimia varten ja LVI-hälytystä varten rakennuksen ulkoseinään sopivaan paikkaan punainen merkkivalo, joka johdotetaan valvonta-alakeskukselle. Esimerkkikohteen lämmönjakohuoneen sähkösuunnitelma on esitetty kuvassa 18.



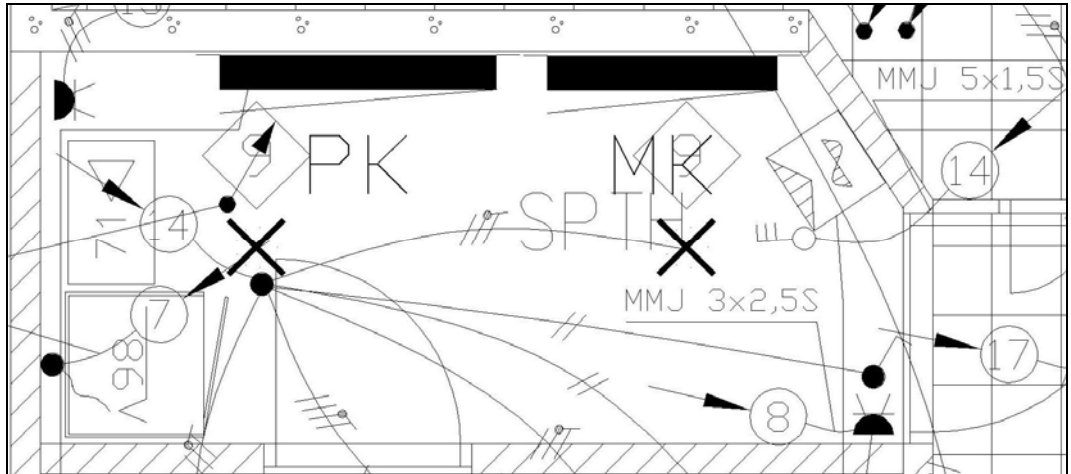
Kuva 17. Esimerkki piirustus LVI-suunnittelijalta saatavasta lämmönjakohuoneen piirustuksesta



Kuva 18. Esimerkkikohteen lämmönjakuhuoneen suunnitelma

Lämmönjaon lisäksi sähkösuunnittelija suunnittelee ilmanvaihdon taajuusmuuttajan kaapeloinnin. Taajuusmuuttaja tarvitsee toimiakseen erillisen syöttö ja ohjauskaapelin. Taajuusmuuttajan syöttö tuodaan esimerkkikohteessa omana kolmivaihe-ryhmänä, joka tuodaan kolminapaisen huoltokytkimen kautta taajuusmuuttajalle. Huoltokytkimen tarkoituksena on katkaista kaikki jännitteiset johtimet huoltotyön ajaksi. Ohjauskaapeliksi taajuusmuuttajalle tuodaan valvonta-alakeskukselta parisuojattu nelijohtiminen kaapeli.

Sähköpääkeskushuoneeseen sijoitetaan kiinteistön pääkeskus, mittarikeskus ja talojakamo sekä antennivahvistin. Huoltotoimenpiteitä varten tilaan sijoitetaan myös pistorasioita. Tietoverkon laitteiden sähkönsyötön suunnittelu kuuluu sähkösuunnittelijan tehtäviin. Talojakamon sähköistys järjestetään tuomalla 3x2,5S syöttökaapeli puolikiinteään rasiaan talojakamon kohdalle. Antennivahvistimen syöttö järjestetään kaksiosaisella pistorasiolla, jota syötetään omana ryhmänä. Teknisiin tiloihin suunnitellaan myös hyvä yleisvalaistus, jonka voimakkuus on vähintään 200 lux. /22/ Sähköpääkeskushuoneen sähkösuunnitelma on esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Esimerkkikohteen sähköpääkeskus

Sähkökeskusten tilantarpeista ja vaatimuksista on kerrottu enemmän ST-kortissa, 53.05 sähköteknisten järjestelmien tilantarpeet. Seuraavaksi on lueteltu edellä mainitusta ST-kortista poimittuja keskuksiin liittyviä asioita:

- Jakokeskus on sijoitettava siten, että sitä on helppo käyttää, huoltaa ja puhdistaa
- Nimellisvirraltaan vähintään 63 A:n keskuksen edessä on oltava esteetön vähintään 0,8 metriä leveä ja 2 metriä korkea hoitokäytävä
- Tilan, jossa on sähköjakelijan tai -myyjän mittalaitteita, on oltava lukittava ja kulkureitin on oltava sellainen, että sähköjakelija tai -myyjä pääsee tilaan viipymättä
- Asuinrakennusten pääkeskushuoneen tilan tarve on 1-12 asuntoa 3 m² ja 13-48 asuntoa 4 m².
- Pääkeskustilaan voidaan sijoittaa muita keskuksia, jolloin niiden tilantarve huomioidaan mitoituksessa.
- Monimittarikeskuksen koko määräytyy asuntojen määrän mukaan. (taulukko 9 nykyään alusta M2). /7 s. 4-6/

Taulukko 7. Mittauskeskuksen koon määräytyminen asuntojen määrän mukaan /7 s. 6/

Komeron leveys / mm	Energiamittarin alustoja maks.	
	Mittari alusta	Mittari alusta
	M1/kpl	M2/kpl
600	12	6
900	20	12
1200	28	15
1500	36	21

Koska kerrostaloissa pääkeskuksen sulake määräytyy hyvin pitkälti asuntojen kulutuksen mukaan, on monimittarikeskuksen ja pääkeskuksen sulakekoot usein hyvin lähellä toisiaan tai jopa samoja, kuten esimerkkikohteessakin. Tällöin olisi selektiivisyyden kannalta järkevää jakaa monimittarikeskus useampaan osaan, koska selektiivisyyden varmistamiseksi sulakkeilla tulisi olla vähintään kahden koon ero.

Pienissä kohteissa tämä ei välttämättä ole järkevää ja niissä usein voikin liittää mittarikeskuksen pääkeskuksen yhteyteen, jolloin selektiivisyys ongelmaa ei synny.

3.3.2.5 Varastot

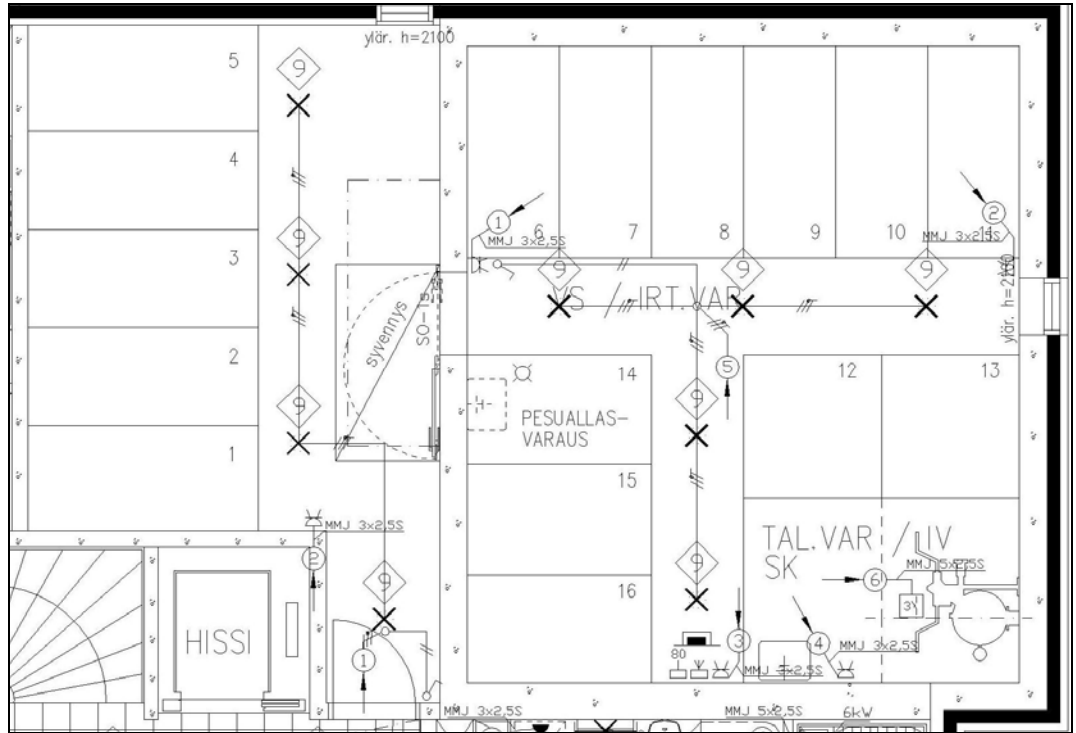
Kerrostaloissa varastot sijaitsevat yleensä kuivissa sisätiloissa, joten kotelointiluokaksi sähkölaitteille riittää IP2X. Samalla tavalla kuin käytäviin sijoitetaan myös varastoihin pistorasioita siivousta varten. Pistorasioita sijoitetaan vähintään yksi pistorasia jokaiseen huoneeseen tai riittävä määrä huoneen koon mukaan.

Usein kerrostalojen varastojen valaistuksen ohjaus toteutetaan painonapeilla. Tällöin valot sammuvat tietyn ajan kuluttua itseksensä, jolloin esimerkiksi siivotessa valoja joutuu laittamaan päälle melko usein. Tämän vuoksi varastojen valaistuksen ohjaus kannattaa toteuttaa perinteisillä kytkimillä. Tästä tietenkin voi aiheutua se, että varastojen valot voivat jäädä vahingossa päälle.

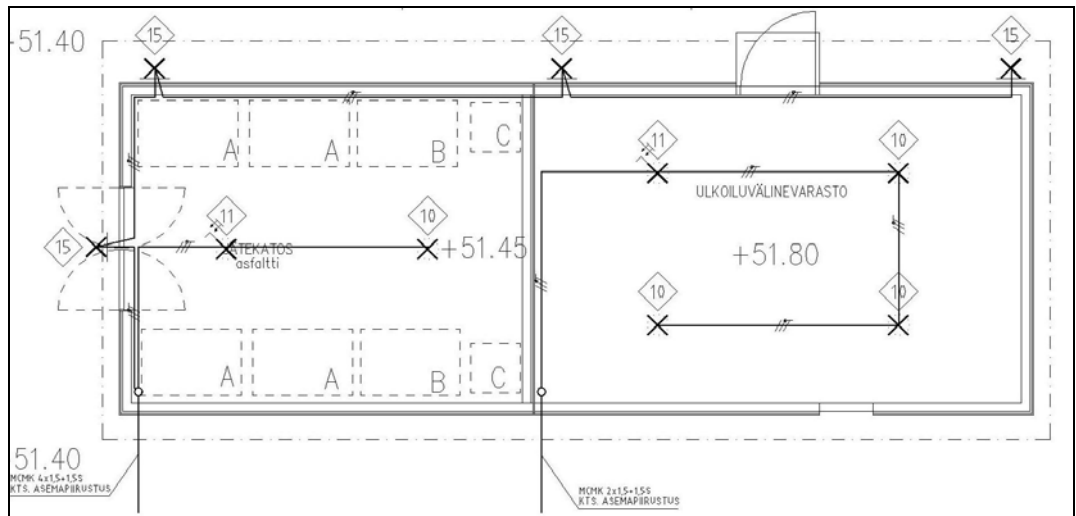
Tätä ongelman poistamiseksi voisi ohjauksen toteuttaa PIR-valaisimilla kuten, käytävissä. Tästä on myös se hyöty, että valaistus voidaan jakaa pienempiin alueisiin, jolloin valaistus on päällä vain siellä missä sitä tarvitaan. Tietenkin PIR-valaisimet ovat kalliimpia kuin tavalliset, mutta säästöä syntyy jonkin verran johdotuksien vähentyessä ja sähköenergiassa.

Kerrostaloissa usein osa varastoista sijaitsee samassa tilassa kuin väestönsuoja. Tällöin pistorasioiden ja valaistuksen suunnittelussa tulee noudattaa väestönsuojien sähköistyksen määräyksiä, joista on kerrottu enemmän luvussa väestönsuojat. Esimerkkikohteen varaston sähkösuunnitelma on esitetty kuvassa 20.

Kiinteistöön kuuluvat ulkovarastot, kuten esimerkkikohteessa ulkoiluvälinevarasto, luokitellaan kuiviksi tiloiksi ja niissä voi käyttää IPX0 kalusteita. Paremman kestävyuden vuoksi varastojen pinta-asennuksissa yleisesti käytetään IP44-luokan kalusteita. Ulkovarastojen sähköiseen varusteluun kuuluu yleensä vain valaistukseen kuuluvia kalusteita, joita ohjataan kytkimillä. Yleensä tällaiseen tilaan riittää yksi valaistusryhmä, jonka syöttö tuodaan jakorasiolle johonkin sopivaan paikkaan. Esimerkkikohteen ulkoiluvälinevaraston sähkösuunnitelma on esitetty kuvassa 21.



Kuva 20. Esimerkki varaston ja väestönsuojan sähköistyksestä perinteisellä kytkin ohjauksella



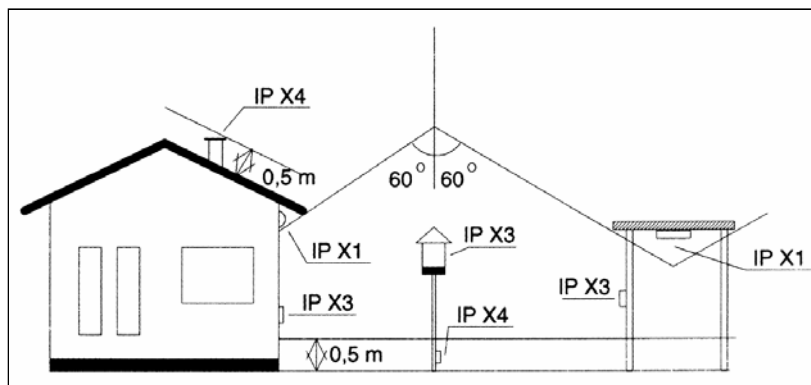
Kuva 21. Esimerkkikohteen ulkoiluvälinevaraston toteutussuunnitelma

3.3.2.6 Ulkorakennukset

Autokatokset luokitellaan ulkotilaksi, johon sähkölaitteet on asennettu siten, että ne ovat sateelta suojassa. Tällaisissa tiloissa käytetään kotelointiluokaltaan IPX1 sähkölaitteita. Näiden tilojen pinta-asennuksissa on kuitenkin suositeltavaa käyttää kestävyyden paremmin koteloituja sähkökalusteita. Ulos asennettavien sähkölaitteiden kotelointiluokan määräytymistä on esitetty kuvassa 22 ja taulukossa 10. /16, s. 379/

Autokatoksiin sijoitetaan yksi vikavirtasuojalla varustettu lämmityspistorasia jokaista autopaikkaa kohden. Autokatoksien valaistus pyritään toteuttamaan siten, että valaistustaso jokaisen autopaikan kohdalla on riittävä. Autokatoksen valaistusta liitetään johonkin ulkovalaistus ryhmään, jolloin sitä ohjataan muun ulkovalaistuksen mukana. Ulkoalueen valaistus johdotetaan yleensä kolmivaiheisena, jolloin valaisimet kytketään tasaisesti eri vaiheiden välille.

Autolämmityspistorasioiden kaapelointia ja mitoitusta on käsitelty aikaisemmin luvussa 2.3.1.1 Autolämmityspistorasiat.



Kuva 22. Esimerkkejä ulos asennettävien sähkölaitteiden koteloinnista /16, s. 379 804A/

Taulukko 8. Sähkölaitteiden kotelointiluokat eri tiloissa /16, s. 379 804A/

Tila	Kotelointiluokka	Lisätietoja
Ulkotila *)	IPX3	Laite, joka on alttiina sateelle, mutta joka on asennettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevan pinnan yläpuolelle (maanpinta, lattia, vesikatto).
	IPX4	Laite, joka on alttiina sateelle ja on asennettu enintään 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta (maanpinta, lattia, vesikatto).
	IPX1	Laite, joka on asennettu siten, että se on suojattu sateelta.
Kuiva tila	IP2X	
Kostea tila	IPX1	
Märkä tila	IPX4	
*) Vaatimuksissa oletetaan, että vesi voi pudota enintään 60° kulmassa ja ettei putoava vesi roisku 0,5 m korkeammalle.		

Jättekatos luokitellaan ulkotilaksi niin kuin autokatoskin, jolloin sähkökalusteiden tulee olla vähintään kotelointiluokkaa IPX1. Myös jättekatoissa suositellaan käytettäväksi paremmin koteloituja kalusteita kestävyuden parantamiseksi. Roskakatoksiin ei sijoiteta pistorasioita ja sen valaistuksen ohjaus toteutetaan liiketunnistimella tai kytkemällä se samaan ohjaukseen muun ulkovalaistuksen kanssa.

3.3.3 Väestönsuojat

”Väestönsuoja on rakennuksen osa tai erillinen rakennus, jonka tulee antaa suojaa ionisoivaa säteilyä, myrkyllisiä aineita, rakennussortumia sekä aseiden aiheuttamaa tuhoa vastaan. Väestönsuojat jaetaan suojaluokkiin K-, S1-, S3- ja S6. Suojaluokat osoittavat, kuinka suuresta paineaallosta aiheutuvan kuormituksen väestönsuoja kestää.” /18, s. 1/ Yleensä kerrostaloissa väestönsuoja on K-luokkainen ja normaaliolosuhteissa se toimii varastona, kuten esimerkkikohteessakin, kuva 20.

Väestönsuojaan tulevien asennustarvikkeiden kotelointiluokan tulee olla vähintään IP34 ja ne on mitoitettava kestämiin tärhädykuormituksia. Tämä tarkoittaa sitä, että valaisimien ja ryhmäkeskusten sekä niiden kiinnityksien tulee kestää mielivaltaiseen suuntaan vaikuttava, laitteen massaan nähden viisinkertainen kuormitus.

Pisteitä sijoitellessa on otettava huomioon, että väestönsuojan toimintaan liittyviä sähköasennuksia ei saa tehdä sellaisiin seiniin, jotka puretaan otettaessa varasto väestönsuoja käyttöön, eikä mitään laitteita saa asentaa sulkuteltan, käymälävarausten ja ilmanvaihtolaitteiden alueelle.

Väestönsuojassa suositellaan käytettäväksi muovikupuisia valaisimia, joiden kotelointiluokan on oltava vähintään IP22 lukuun ottamatta sulkutilaa ja hätäpoistumiskäytävää, joissa kotelointiluokan on oltava vähintään IP34. Väestönsuojaan sijoitetaan yksi kiinteä valaisin sulkuhuoneen ja väestönsuojan jokaista alkavaa 45 m²:ä kohden.

Pistorasioita tulee sijoittaa jokaista alkavaa 20 m²:ä kohden vähintään yksi ja kuitenkin vähintään kaksi kappaletta jokaiseen väestönsuojaan. Jos käyttö normaaleissa olosuhteissa edellyttää ylimääräisiä pistorasioita, osa niistä on asennettava omaksi ryhmäkseen.

Väestönsuojassa tulee olla myös puhelinpiste, joka on kytketty valmiiksi puhelinverkkoon ja se asennetaan lukolliseen tai sinetöityyn koteloon mahdollisten väärinkäytösten estämiseksi. Puhelinpiste tulee sijoittaa rauhalliselle alueelle ja sijoittamista ilmanvaihtolaitteistojen läheisyyteen tulee välttää niiden melun vuoksi. Puhelinpistettä ei myöskään sijoiteta sulkuteltan, käymälöiden tai vesisäiliöiden alueel-

le. Suosituksena on, että väestönsuojasta asennettaisiin vähintään 3-parinen kaapeli suoraan talo- tai väljakamoon.

Mikäli kiinteistöön, johon väestönsuoja rakennetaan, tulee yhteisantennijärjestelmä, asennetaan väestönsuojaan siihen liittyvä antennipiste. Jos väestönsuoja on erillään muista rakennuksista, liitetään se johonkin lähellä olevan rakennuksen yhteisantennijärjestelmään, mikäli se voidaan tehdä ilman suurempia vaikeuksia. Antennipiste asennetaan päätyvänä ja sen sijoituksessa noudatetaan samaa periaatetta kuin puhelinpisteen sijoituksessa.

Suojan ulkopuolisista kojeista vain suojaoven yläpuolella olevan valaisimen ja hätäpoistumistien valaisimet saa liittää väestönsuojanryhmäkeskukseen. Suositeltavaa on, että normaaliajan ja suojautumisajan asennukset tehtäisiin omina ryhminään siten, että normaaliajan asennukset on helposti purettavissa. Jokainen ilmanvaihtolaitteisto liitetään omana ryhmänään väestönsuojan ryhmäkeskukseen.

Väestönsuojassa on vältettävä voimakasta valaistusta, joten jos normaaliajan toiminta edellyttää voimakasta valaistusta tulee valaistus ryhmittää siten, että majoitus ja oleskelutilan valaistusta voidaan ohjata erikseen. Jos suojaoven ulkopuolelle ja hätäpoistumiskäytävään asennetaan valaisimet, ne tulee liittää väestönsuojan ryhmäkeskukseen.

Läpiviennit tehdään tehdasvalmisteisilla määräysten vaatimukset täyttävillä järjestelmillä. Väestönsuojan ympärysseinään asennetaan kolme ylimääräistä sisähalkaisijaltaan 15–20 mm läpivientiputkea esimerkiksi radion, television ja matkaviestimen antennin läpivientejä varten.

Väestönsuojaan asennetaan oma ryhmäkeskus, joka liitetään omalla, vähintään 6 mm², kaapelilla pää- tai nousukeskukseen. Mikäli kiinteistössä on varavoimajärjestelmä, liitetään väestönsuoja siihen. Ryhmäkeskuksesta johdetaan nousujohtoa vastaava liitäntäkaapeli väestönsuojan ulkopuolelle mahdollista varavoimakonetta varten. Väestönsuojan ryhmäkeskuksen pääkaavio on esitetty kuvassa 23 ja liitteessä 303. /18/

Ryhmäkeskuksessa tulee olla omat ryhmät:

- ilmanvaihtolaitteistoille
- valaistukselle
- pistorasioille
- suojan normaaliolojen edellyttämille muille sähköasennuksille
- sekä normaali määrä varalähtöjä.

LAHTO	KAAVIO NO TAI ULKOISET LAITTEET	NIMITYS	MOITTO- TEHO P kW	SÄHKÖ- TEHO S kVA	VIRTA I A	SULAKE/ VAROKE A/A	KAAPELILAJI JA POIKKIPINTA mm ²
Q1		PÄÄKYTKIN			25		1 MMJ 5x6
IF		VSS KOJE				C6	1 MMJ 5x15,5
2F		VALAISTUS				C11	1 MMJ 3x15,5
3S1		3-v A-TYYPIIN VIKAVIRTASUOJAKYTKIN 31mA					
4F		PISTORASIA				C16	1 MMJ 3x2,5
5F		PISTORASIA				C16	1 MMJ 3x2,5
6F		VARA				C16	

Kuva 23. Väestönsuojan ryhmäkeskuksen pääkaavio

3.3.4 Nousujohtokaavion tekeminen

Nousujohtokaavio on periaatekuva sähkönjakelujärjestelmästä, josta selviää miten ja minkälaisilla kaapeleilla sähkönsyöttö pääkeskukselta muille keskuksille toteutetaan. Nousujohtokaaviota ei tehdä mittakaavassa vaan sen tarkoituksena on selvittää vain järjestelmän periaate. Kuvassa 24 on esitetty esimerkkikohteen nousujohtokaavio ja siitä selviää nousujohtojen pituudet ja tyypit sekä missä tilassa keskuksat sijaitsevat ja mikä on pääkeskuksen ja verkon ”heikoimman” keskuksen yksivaiheisen oikosulkuvirran arvo.

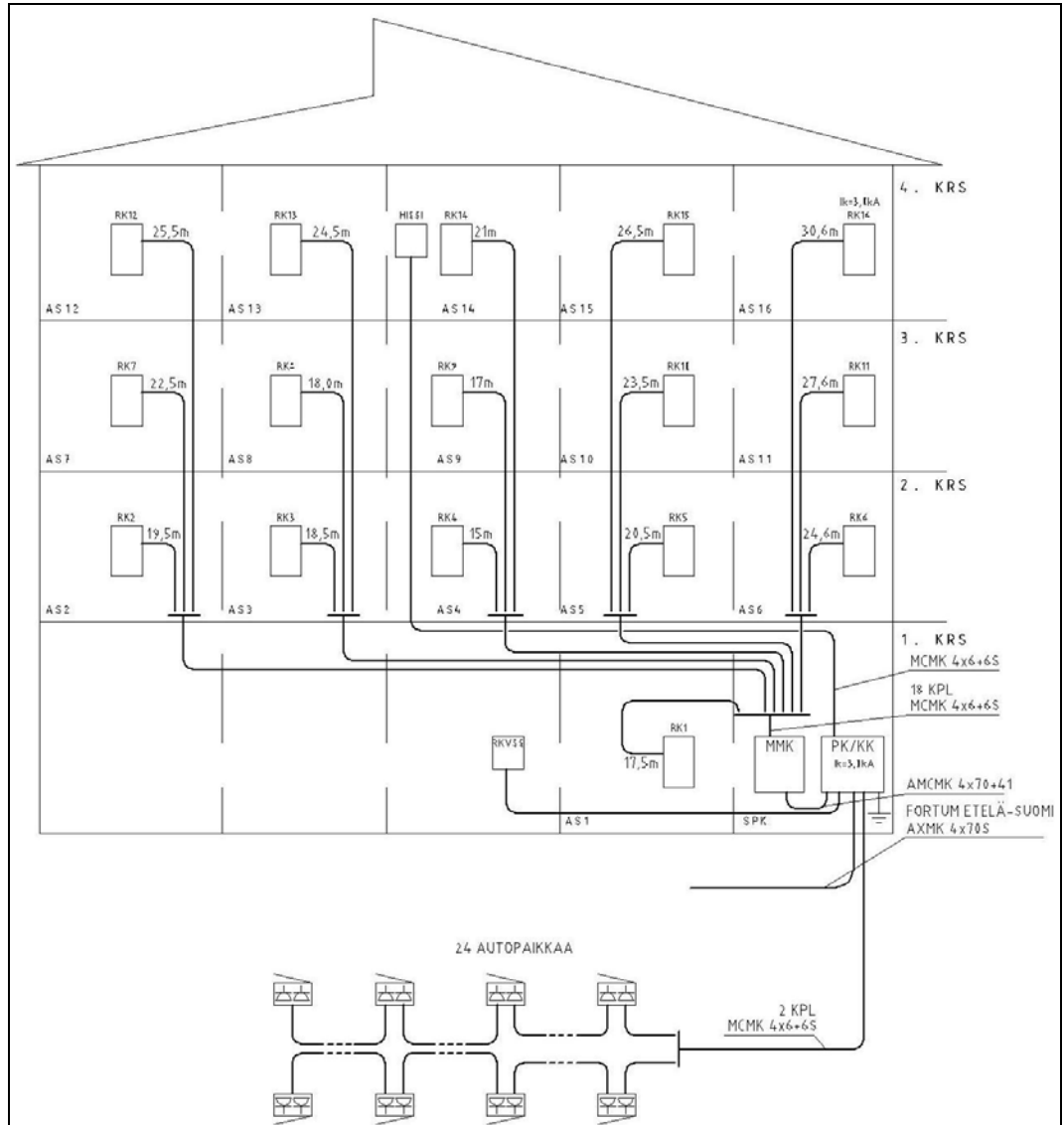
Nousujohtokaavion merkintöjä varten täytyy kaapelien poikkipinta-alat mitoittaa. Nousujohtot mitoitetaan D1, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, yksinkertaistettujen mitoitusohjeiden mukaan. Yksinkertaistettuja mitoitusohjeita voidaan käyttää, mikäli se tehdään asennusreitien heikoimman kohdan mukaan. /11, s. 175/

Pää- ja monimittarikeskuksen sekä pää- ja ryhmäkeskuksen välille tulevat nousujohtot voidaan mitoittaa kuten, liittymiskaapelikin, käyttäen D1:sen yksinkertaistettuja kuormitettavuustaulukoita, joissa kaapelien poikkipinta-ala valitaan ylivir-

tasuojan nimellisviran mukaan. Yksinkertaistettuja taulukoita käyttäessä tule kuitenkin muistaa, että kaapeli mitoitetaan sen asennusreitien heikoimman kohdan mukaan. /11, s. 175

Monimittarikeskuksen maksimivirta on 104,05 A, joka saadaan huipputeholaskelmasta. Tällä virran arvolla sulakkeen kooksi tulee 125 A. Monimittarikeskuksen nousujohto asennetaan koko matkalta pinta-asennuksena alumiinikaapelilla, joten poikkipinta-alaksi saadaan 70 mm^2 .

Ryhmäkeskuksiin valitaan 25 ampeerin pääsulakkeet ja nousujohdot asennetaan kokonaan uppoasennuksena kuparikaapelilla. Näin ollen ylivirtasuojan nimellisvirran perusteella mitoitetuksi nousukaapeliksi saadaan 6 mm^2 , joka on pienin poikkipinta-ala, jota voidaan nousukaapelina käyttää.



Kuva 24. Esimerkkikohteen nousujohtokaavio

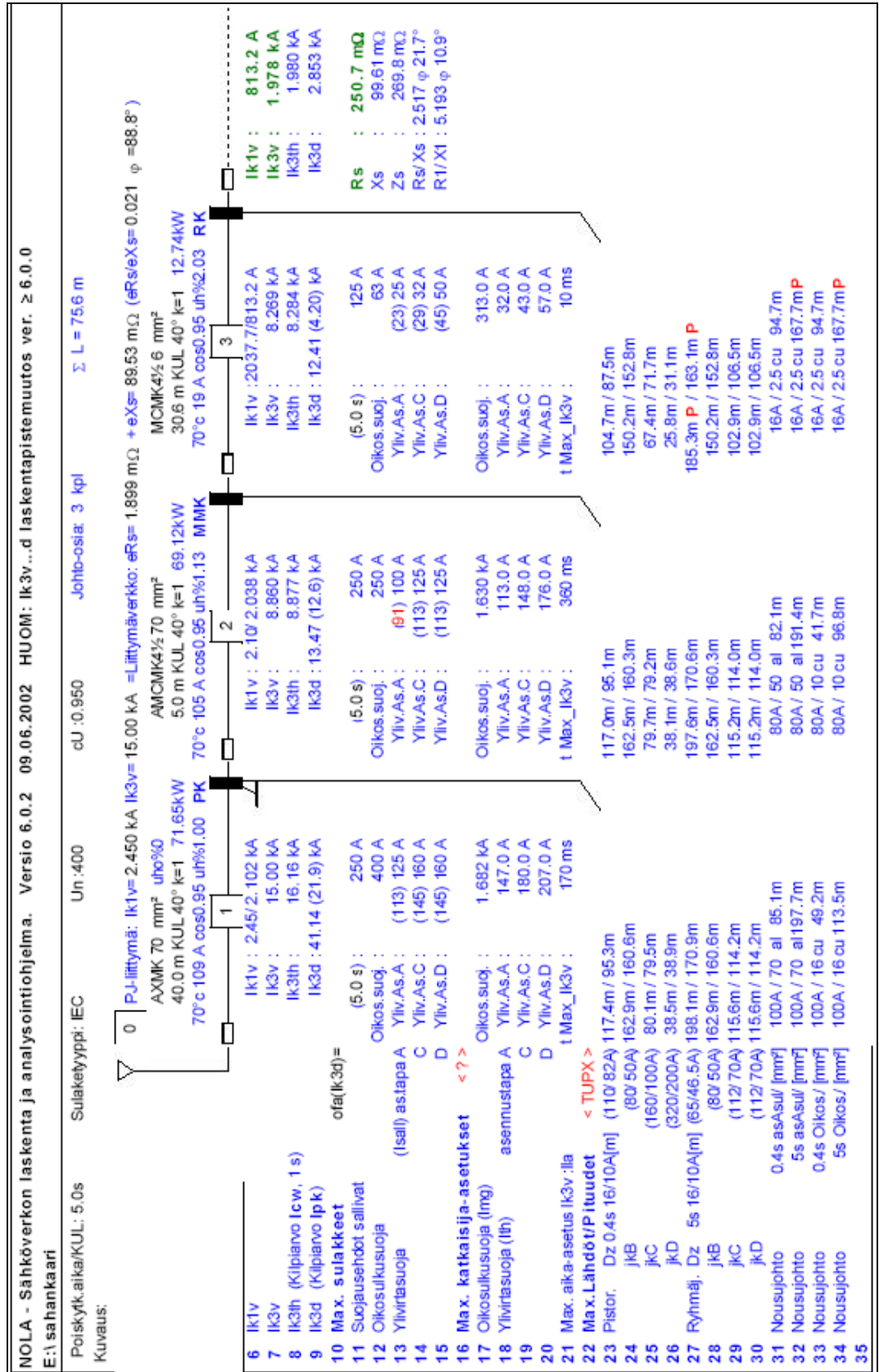
3.3.4.1 Oikosulkuvirran laskeminen

Oikosulkuvirtalaskelmalla etsitään sähköverkon pienintä oikosulkuvirtaa. Oikosulkuvirran voi laskea joko käsin tai siihen tarkoitukseen tehdyllä laskentaohjelmalla. K-H Sähkösuunnittelussa oikosulkuvirtojen laskemiseen käytetään Nola sähköverkonlaskenta- ja analysointiohjelmaa.

Oikosulkuvirran määrittämiseksi ohjelma tarvitsee tiedon liittymän yksivaiheisen oikosulkuvirran arvon, $I_{k1V}=2,45 \text{ kA}$, joka saadaan sähköverkon haltijalta sekä liittymän tyypin, joka tässä tapauksessa pienjänniteliihtymä. Oikosulkuvirran lisäksi ohjelmaan lisätään keskuksien nousukaapelien tiedot. Ryhmäkeskukseksi valitaan joukon kauimpana oleva haara tai muutoin heikoimmalta vaikuttava lenkki,

jos rakennuksessa on muutama toisiaan lähellä oleva vaihtoehto, kokeillaan missä oikosulkuvirta on pienin. Tietojen syöttämisen jälkeen tulokseksi saadaan seuraavalla sivulla olevan kuvan 25 kaltainen tuloste, josta voidaan lukea esimerkiksi seuraavanlaisia käytännöllisiä tietoja, kuten suurimmat sallitut kaapelipituudet eri ylivirtasuojilla ja tietenkin ryhmäkeskuksen oikosulkuvirta.

Esimerkkikohteessa pienin oikosulkuvirran arvo, 813,2 A, löytyi ryhmäkeskuksesta RK16. Tuloksista näemme esimerkiksi myös, että pisin 10 ampeerin B-tyyppin johdonsuojakatkaisijalla suojattu 1,5 mm² ryhmä voi pääkeskuksessa olla enintään 160,6 metriä, joka on hyvä tieto ulkovalaistus ryhmiä suunniteltaessa. Oikosulkulaskelman tuloksista nousujohtokaavioon lisätään heikoimman ryhmäkeskuksen oikosulkuvirran arvo sekä koko laskelma liitetään työselityksen liitteeksi. Esimerkkikohteen oikosulkulaskelman tulos on esitetty kuvassa 25.



Kuva 25. Oikosulkulaskennan tulokset esimerkkitilanteessa

3.3.5 Keskuksien pääkaavioiden tekeminen

Yleensä kerrostaloissa on sähkösuunnittelija tekee pääkaaviot neljänlaisista keskuksista, pääkeskuksesta, mittarikeskuksesta ryhmäkeskuksesta ja väestönsuojan ryhmäkeskuksesta, josta on kerrottu jo aikaisemmin. Keskuksien pääkaavioissa esitetään kaikki keskuksen tulevat laitteet ja kaapelit tyyppeineen. Jokaisen keskuksen osalta täytetään myös etulehti, jossa on keskusta käsitteleviä tietoja, kuten:

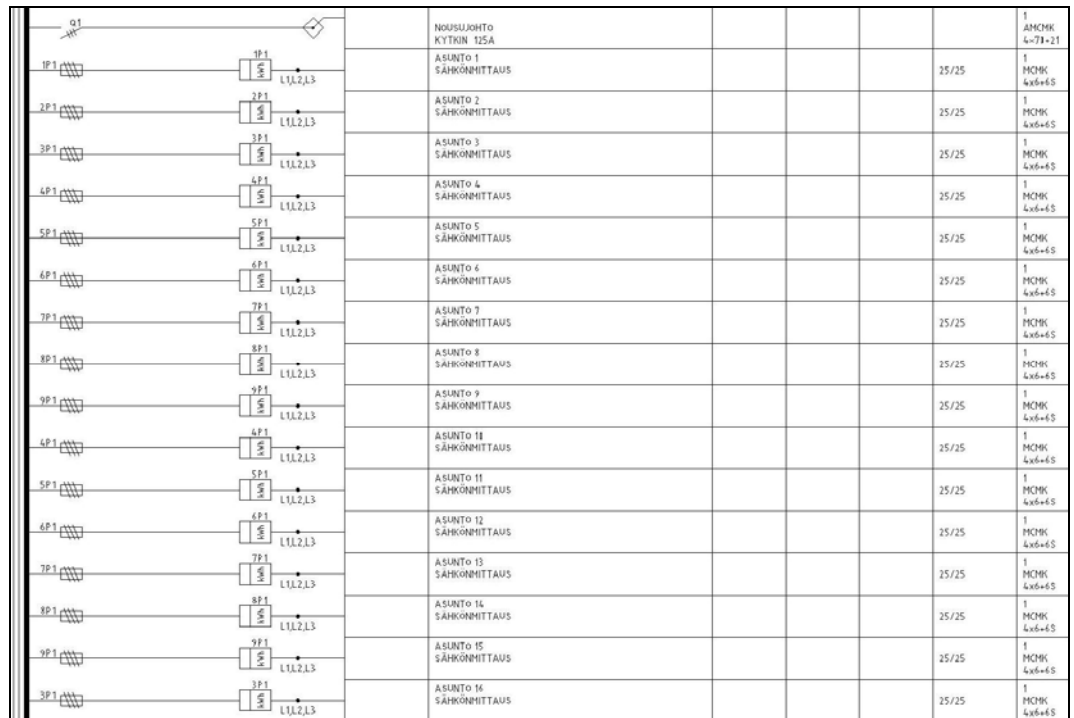
- keskuksen rakennetyyppi
- keskuksen IP-luokka
- nimellisjännite
- nimellisvirta
- jakelujärjestelmä
- nousujohdon tulosuunta (ylhäältä/alhaalta)
- nousujohdon tyyppi

Kerrostaloissa yleensä pääkeskuksessa sijaitsee kiinteistökeskus, johon liitetään kaikki asuntoihin kuulumattomat ryhmät, joita ovat esimerkiksi ulko- ja käytävävalaistus, väestönsuojan nousujohto, lämmönjakuhuoneen ja ulkorakennusten sähköistys. Myös mittarikeskuksien nousujohdot lähtevät pääkeskuksesta. Pääkeskuksen tulee myös yksi- ja kolmivaiheiset keskuspistorasiat. Osa esimerkkikohteen pääkeskuksesta on esitetty kuvassa 26 ja kokonaisuudessaan liitteessä 300.

	LIITYSPISKOHTO			125/161	1 439K 4x7E5
	VARAUS				
	TILAVARAUS				
	MHK NOUSUJOHTO				1 AMCMC 4x7E+29
	KIINTEISTÖN KULUTUS			58/43	
	KESKUSPISTORASIA			C32	
	RKVSS NOUSUJOHTO			C25	1 MMJ 5x63
	LÄMMÖNLAJKO			C16	1 MMJ 5x2,55
	TALOJAKAMO			C16	1 MMJ 3x2,55
	TEKNISTEN TILOJEN PISTORASIA			C16	1 MMJ 3x2,55
	KESKUSPISTORASIA VIKAVIRTA SUOJA 32mA			C16	
	VARA			C16	
	VARA			C16	
	VARA			C16	
	ANTENNIVAHVISTIMET PISTORASIA			C11	1 MMJ 3x1,55
	VALAISTUS			C11	1 MMJ 3x1,55
UVV - JÄTE VALAISTUS			C11	1 MCMK 2x1,55	
KcM-MITTAUS	MMJ	3x1,55		C11	

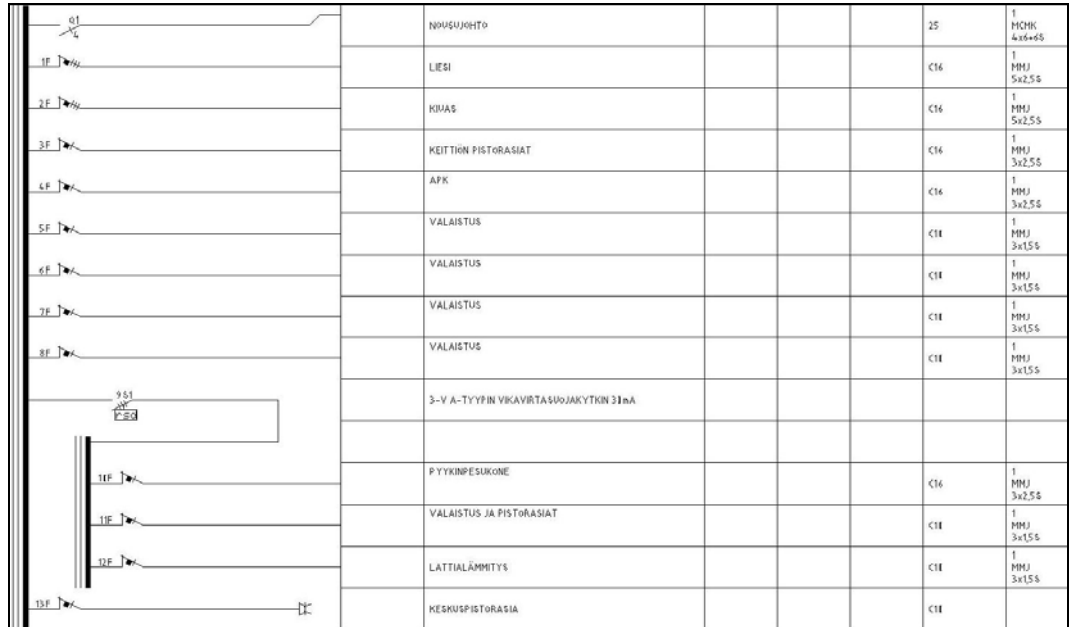
Kuva 26. Esimerkkikohteen keskuksen pääkaavio

Monimittarikeskuksiin sijoitetaan asuntojen sähkökulutuksen mittauksessa tarvittavat mittarit sekä mahdollisesti sähkökulutuksen etälukua varten tarvittavat laitteet. Mittareiden lisäksi kerrostalokohteissa on yleensä vielä riviliittimet kotolon yläreunassa, johon asunnoille menevät nousujohdot liitetään. Esimerkkikohteen monimittarikeskuksen esimerkki on esitetty kuvassa 27 ja liitteessä 301.



Kuva 27. Osa esimerkkikohteen mittarikeskuksesta

Asuntojen ryhmäkeskuksiin tulee kaikki asunnon ryhmät, niiden kaapelit ja suojaus. Asuntojen ryhmäkeskus kannattaa tehdä siten, että samaa keskusta voidaan käyttää kaikissa asunnoissa lisäämällä valaistusryhmien määrää tarpeen mukaan. Kerrostaloissa käytetään nykyään yleensä aina keskusta, jossa on tilavaraus tietoverkkojen laitteille. Tällöin tietoverkon laitteita varten tulee keskukseen sijoittaa kaksiosainen keskuspistorasia. Esimerkkiasunnon ryhmäkeskus on esitetty kuvassa 28 ja liitteessä 302.

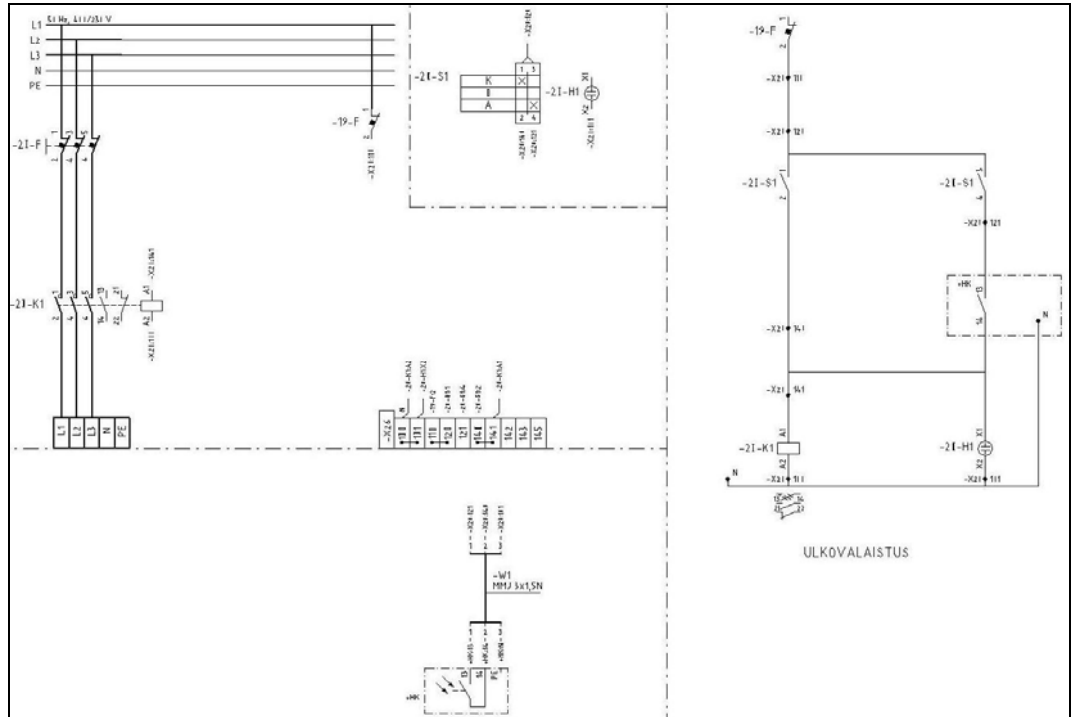


Kuva 28. Esimerkkiasunnon ryhmäkeskuksen pääkaavio

3.3.6 Piirikaavioiden tekeminen

Kerrostaloissa piirikaavioita piirretään lähinnä ulkovalaistuksien ohjauksista. Piirikaaviossa esitetään ohjauksessa tarvittavat kontaktorit ja ohjattavien lähtöjen ryhmänumerot, jotka liittyvät pääkeskukseen. Piirikaaviossa käytettävät standardinmukaiset CAD-merkit on esitetty ST-kortissa 13.53, CAD-piirrosmerkit, merkkikirjasto EP2: sähkötekniikan piirikaaviossa käytettäviä merkkejä ja merkkiryhmiä.

Esimerkkikohteen pääkeskuksen piirikaavio on esitetty kuvassa 29 liitteessä 304. Vaikka tällainen piirikaavio kuvaakin lähinnä yhden lähdön ohjausta, nimetään se silti pääkeskuksen piirikaavioksi. Tämä johtuu siitä, että piirikaaviossa kuvataan kiinteistökeskuksessa olevien lähtöjen ohjauksia ja kiinteistökeskus yleensä sijaitsee pääkeskuksen yhteydessä.



Kuva 29. Esimerkkikohteen pääkeskuksen piirikaaviosta, joka esittää ulkovalaistuksen ohjausta.

3.3.7 Maadoituskaavion tekeminen

Maadoittamisen tarkoituksena on yhdistää rakennuksen metalliosat ja sähköasennuksiin liittyvät osat maan kanssa samaan potentiaaliin. Maadoituskaaviossa esitetään kuinka maadoitukseen kuuluvat osat yhdistetään. Enemmän maadoituksesta on kerrottu esimerkiksi kirjassa D1 2002, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista.

Rakennuksen tai rakennusryhmän sähköliittymä varustetaan aina maadoituselektrodilla, jonka poikkipinta-ala on vähintään 16 mm² kuparia tai 35 mm² terästä ja sen on oltava vähintään 20 metrin maahan kaivettu johdin. Päämaadoitusjohdin on maadoituskiskon ja keskuksen suoja- tai PEN-kiskon välinen johdin ja se voidaan mitoittaa taulukon 11 mukaan. Poikkipinta voidaan myös laskea, jolloin suurilla poikkipinnoilla yleensä saadaan taloudellisempi lopputulos. Laskuohjeet on edellä mainitussa kirjassa sivulla 240. Päämaadoitusjohtimen on oltava kuitenkin vähintään 16 mm² kuparia tai 25 mm² alumiinia.

Pääpotentiaalintasausjohtimilla tarkoitetaan putkistoista, IV-kanavista yms. päämaadoituskiskoon tulevia johtimia. Pääpotentiaalintasausjohtimen on oltava vähintään puolet asennuksen suurimman suoja- tai PEN-johtimen poikkipinta-alasta,

mutta kuitenkin vähintään 6 mm^2 . Mitoitukseen vaikuttava asennuksen suurin suo-
ja- tai PEN-johdin on yleensä suurin pääkeskuksesta lähtevä johto, jos liittymis-
kaapelia ei oteta huomioon. /11/

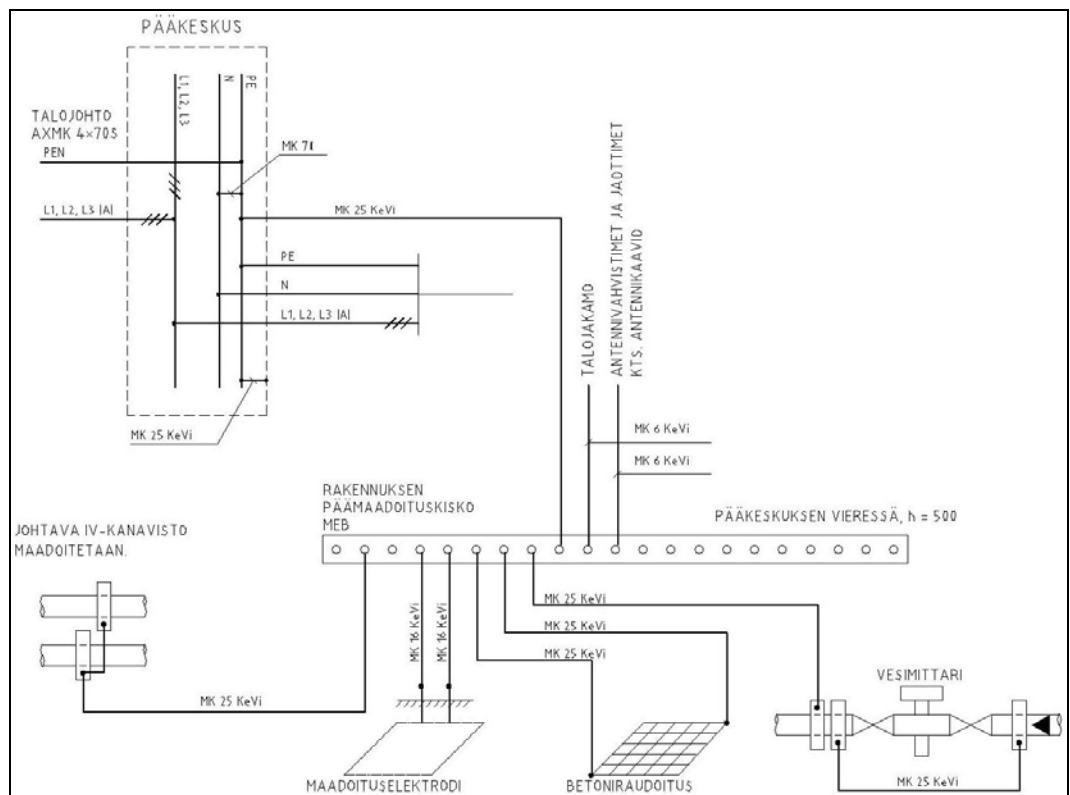
Taulukko 9. Suojajohtimen ja äärijohtimien poikkipintojen suhteet /11, s. 264/

Äärijohtimen poikkipinta $A \text{ (mm}^2\text{)}$	Pienin sallittu suojajohtimen poikkipinta $A_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$A \leq 16$	A
$16 < A \leq 35$	16
$A > 35$	$A/2$

Seuraavat johtavat osat on kytkettävä pääpotentiaalintasaukseen:

- pääjohdon suojamaadoitusjohdin tai PEN-johdin
- maadoitusjohdin tai päämaadoitusliitin
- putket ja vastaavat metallirakenteet
- metalliset rakennusosat ja keskuslämmitys- ja ilmanvaihtolaitteistot
- telejärjestelmien maadoitukset, kuten kaapeleiden metallivaipat

Kun edellä mainituista maadoitettavista asioista kootaan maadoituskaavio, tulee sii-
tä esimerkkikohteessa kuvan 30 mukainen.



Kuva 30. Esimerkkikohteen maadoituskaavio

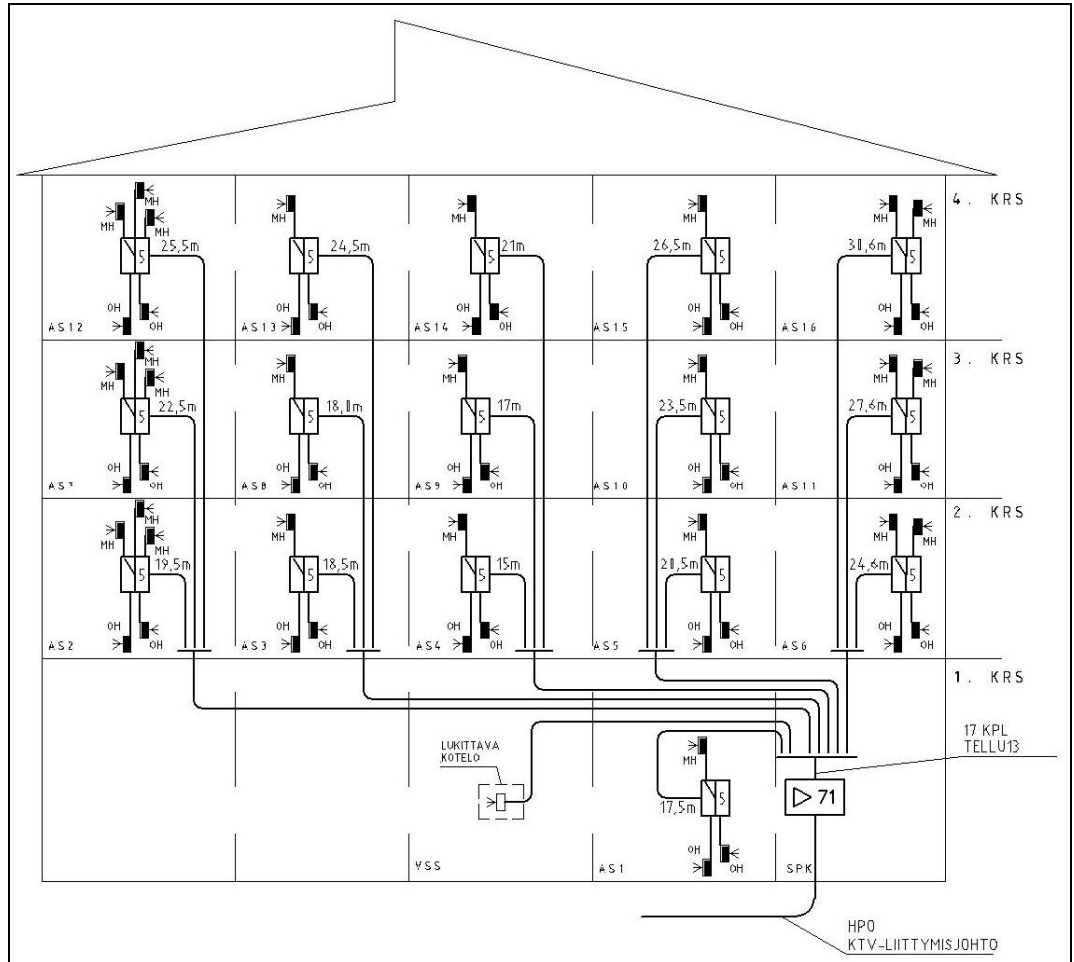
3.3.8 Antennikaavion tekeminen

Antennikaavio on periaate kuva antennijärjestelmän kytkennöistä ja siihen kuuluvien laitteiden sijoituksesta rakennukseen. Antennikaaviota ei piirretä mittakaavaan ja siihen merkityt kaapelipituudet on tehty vaimennuslaskentaa varten eikä niitä voi käyttää urakkalaskennassa.

Nykyään antenniverkko tehdään yleensä tähti800-verkoksi. Tämä tarkoittaa, että talojakamoon tuodaan kaapeli-TV:n tai antennin liittymiskaapeli. Liittymiskaapelin signaali kulkee vahvistimen kautta tähtipisteelle, josta signaali jaetaan huoneistojakamoille jaottimilla. Huoneistojakamossa signaali jaetaan vielä haaroittimilla antennirasioille. Tähti800-verkon suunnittelusta on ST-kortissa 621.10, Yhteisantennijärjestelmät Suunnitteluohje, annettu kuvan 31 mukaiset ohjeet. Samassa ST-kortissa kerrotaan antenniverkon suunnittelusta ja vaatimuksista tarkemmin. Esimerkkikohteen antennikaavio on esitetty osaksi kuvassa 32 ja kokonaan liitteessä 200.

1	Selvitä passiivisten komponenttien ja kaapelin vaimennus 47 ja 862 MHz:lla.
2	Suunnittele talon tähtipiste(et) tarpeen mukaan käyttämällä jaottimia.
3	Suunnittele huoneistojen verkot käyttämällä huoneiston tähtipisteenä haaroitinta, jonka haalarähtöihin asennetaan ns. päättyvät antennirasiat (jonka vaimennus vaihtelee 1-4 dB tyypistä riippuen).
4	Tarkista, että vahvistimen lähdöstä jokaiseen antennirasiaan on alle 15,5 dB (862 MHz:lla) <i>kaapelivaimennusta</i> .
5	Tarkista, että vahvistimen lähdöstä mihinkään antennirasiaan ei ole yli 40 dB:n kokonaisvaimennus 862 MHz:lla. Merkitse suunnitelmaan sen rasiaan, jonka taso on heikoin, signaalitaso 862 MHz:lla.
6	Tarkista, että kaikkiin rasioihin on vähintään 23 dB:n vaimennus 47 MHz:lla ¹⁾ . Merkitse suunnitelmaan siihen rasiaan, jonka taso on korkein, signaalitaso 47 MHz:lla.
7	Jos jokin vaatimuksista ei täyty, muuta tähtipisteen rakennetta tai paikkaa, tai vaihda kaapelin tyyppiä.
8	Valitse jakovahvistin, jonka ¹⁾ <ul style="list-style-type: none">- $L_{CTB} \geq 108$ dBV (42 kanavalla)- kohinaluku $F \leq 7$ dB- vahvistus on välillä 35-38 dB (tulotasoksi oletettu ≥ 65 dBV).
¹⁾ Jos jakoverkko on pieni, voidaan vahvistimen lähtötasosta tinkiä, katso taulukko 3.	

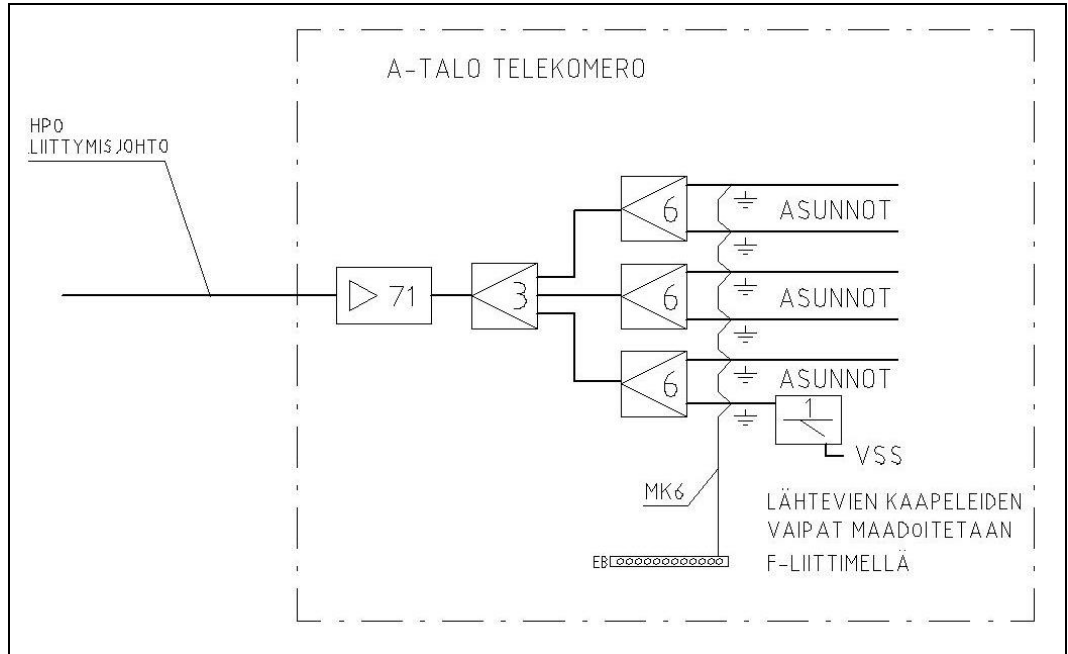
Kuva 31. Tähti800 verkon suunnittelun vaiheet ST-kortin 621.10 mukaan



Kuva 32. Esimerkkikohteen antennikaavio

Esimerkkikohteen antenni järjestelmä on toteutettu tähti800-verkkona. Antennikaavio on piirretty poikkileikkauskuvaan, jolloin kuvasta selviää hyvin missä kerroksessa ja tilassa mikäkin järjestelmän osa sijaitsee. Jokaiseen asuntoon on myös piirretty antennirasiat ja haaroitin. Esimerkkikohteessa huoneistojakamoa ja haaroitinta varten on varattu tila ryhmäkeskuksesta. Antennijärjestelmän laitteiden tyyppejä ei lisätä kuviin vaan urakoitsijat valitsevat laitteet. Laskennassa käytettyjen laitteiden tyytit tulee kuitenkin ilmoittaa esimerkiksi vaimennuslaskelmataulukossa.

Antennikaaviossa esitetään myös tähtipisteen periaatekytkentä, joka esimerkkikohteessa on kuvan 33 mukainen. Kuvasta näkyy kuinka kytkennät talojakamossa sijaitsevassa tähtipisteessä tehdään. Esimerkkikohteessa ensimmäisenä tähtipisteessä on jaotin, joka jakaa tulosignaalin kolmeen osaan. Tämän jälkeen signaali jaetaan kolmella kuuden jaottimella 18 osaan. Näiden tietojen lisäksi antennikaavioon on vielä hyvä lisätä selventäviä tekstejä, joista on esimerkki kuvassa 34.



Kuva 33. Tähtipisteen periaatekytkentä

PÄÄVAHVISTIN JA TÄHTIPISTE ASENNETAAN LUKITTAVAAN KOTELOON.

HAAROITTIMET ASENNETAAN RYHMÄKESKUKSEN YHTEYDESSÄ OLEVAAN ANTENNIHAAROITUSTILAAN.

KAIKKI YLIMÄÄRÄISET HAAROITTIMIEN JA JAOTTIMIEN LÄHDÖT PÄÄTETÄÄN VASTUKSILLA.
HAAROITTIMIEN JA JAOTTIMIEN TYYPI T VAIMENNUSLASKELMASSA.

ANTENNILOITUSJOHTOJA 2 KPL/HUONEISTO + 1KPL/VSS, MIN. 2m PITKIÄ.
KESKIÖLEVYTT SAMAA SARJAA VAHVAVIRTAALUSTEIDEN KANS SA.

NOUSUT ASENNETAAN PUTKETTOMANA, MUTTA HÖLVIEN LÄVISTYKSIIN ASENNETAAN LÄPIMENOPUTKI.
PUTKI TIIVISTETÄÄN SISÄPUOLELTA PALOMASSALLA (SU). HUONEISTON SISÄISET KAAPELOINNI
VOIDAAN ASENTAA PUTKETTOMANA, HUUMIÖIDEN ASENNUSTAVAN VAATIMUKSET.

PIIRUSTUKSESSA KÄYTETYT MITAT VAIN VAIMENNUSLASKELMIA VARTEN, EI URAKKALASKENTAAN.

KOKO JÄRJESTELMÄ TÄYTEEN KÄYTTÖKUNTOON SAATETTUNA SÄHKÖURAKASSA.

Kuva 34. Esimerkki antennikaavioon kirjoitettavista lisäselvennyksistä

3.3.8.1 Vaimennuslaskelma

Antennijärjestelmästä tulee sen toimivuuden varmistamiseksi tehdä vaimennuslaskelma. K-H Sähkösuunnittelussa sitä varten on tehty Excel-taulukko, johon kaapelipituudet ja -tyypit sekä järjestelmässä olevien komponenttien tyypit antamalla nähdään täytyykö tähtipisteen rakennetta muuttaa tai kaapeleita vaihtaa. Esimerkkikohteen vaimennuslaskelma on esitetty taulukossa 12 ja liitteessä 200.

Taulukko 10. Esimerkkikohteen vaimennuslaskelma

AS OY JÄRVENPÄÄN SAHANKAARI 25										
ASUNTO	Jaottimet			Nousu- Kaapeli	Pituus / m	Haaroitin	TELLU13 / m	rasioita / KPL	Max 47 / dB	Min 860 / dB
VAHVISTIN 1										
A 1	FJU603	FJU806		TELLU13	17,5	FTT125	15	4	26,7	35,2
A 2	FJU603	FJU806		TELLU13	19,5	FTT125	15	3	26,7	35,6
A 3	FJU603	FJU806		TELLU13	18,5	FTT125	15	4	26,7	35,4
A 4	FJU603	FJU806		TELLU13	15,0	FTT125	15	5	26,6	34,7
B 5	FJU603	FJU806		TELLU13	20,5	FTT125	15	5	26,8	35,8
B 6	FJU603	FJU806		TELLU13	24,6	FTT125	15	4	27,0	36,6
B 7	FJU603	FJU806		TELLU13	22,5	FTT125	15	4	26,9	36,2
B 8	FJU603	FJU806		TELLU13	21,5	FTT125	15	3	26,8	36,0
B 9	FJU603	FJU806		TELLU13	18,0	FTT125	15	4	26,7	35,3
C 10	FJU603	FJU806		TELLU13	23,5	FTT125	15	4	26,9	36,4
C 11	FJU603	FJU806		TELLU13	27,6	FTT125	15	3	27,1	37,2
C 12	FJU603	FJU806		TELLU13	25,5	FTT125	15	4	27,0	36,8
C 13	FJU603	FJU806		TELLU13	24,5	FTT125	15	4	27,0	36,6
C 14	FJU603	FJU806		TELLU13	21,0	FTT125	15	4	26,8	35,9
D 15	FJU603	FJU806		TELLU13	26,5	FTT125	15	4	27,0	37,0
D 16	FJU603	FJU806		TELLU13	30,6	FTT125	15	3	27,2	37,8
VSS	FJU603	FJU806		TELLU13			10	1	13,9	18,6

Vaimennuslaskelmalla varmistetaan, että tähti800-verkon vaatimukset täyttyvät.

Tähti800-verkossa minkään rasian kokonaisvaimennus 862 MHz:llä ei saa olla 40 dB suurempi tai 47 MHz:llä 23 dB pienempi. Määräyksissä mainitaan vielä, että antennirasioiden välillä huoneistosta huoneistoon pitää olla vähintään 42 dB:n vaimennus ja huoneiston sisällä vähintään 36 dB. Tähtiverkossa tämä ei yleensä ole ongelma, jos käytetään standardien mukaisia laitteita.

Taulukossa 12 on jokaisen haaran vaimennus laskettu erikseen ja siitä nähdään, että vaimennukset ovat kaikissa haaroissa määräysten mukaiset. Vaimennuslaskelma tehdään yksinkertaisesti siten, että jokaisessa haarassa lasketaan yhteen kaikkien siinä olevien komponenttien vaimennukset ylä- ja alarajataajuudella.

3.3.9 Yleiskaapelointikaavion tekeminen

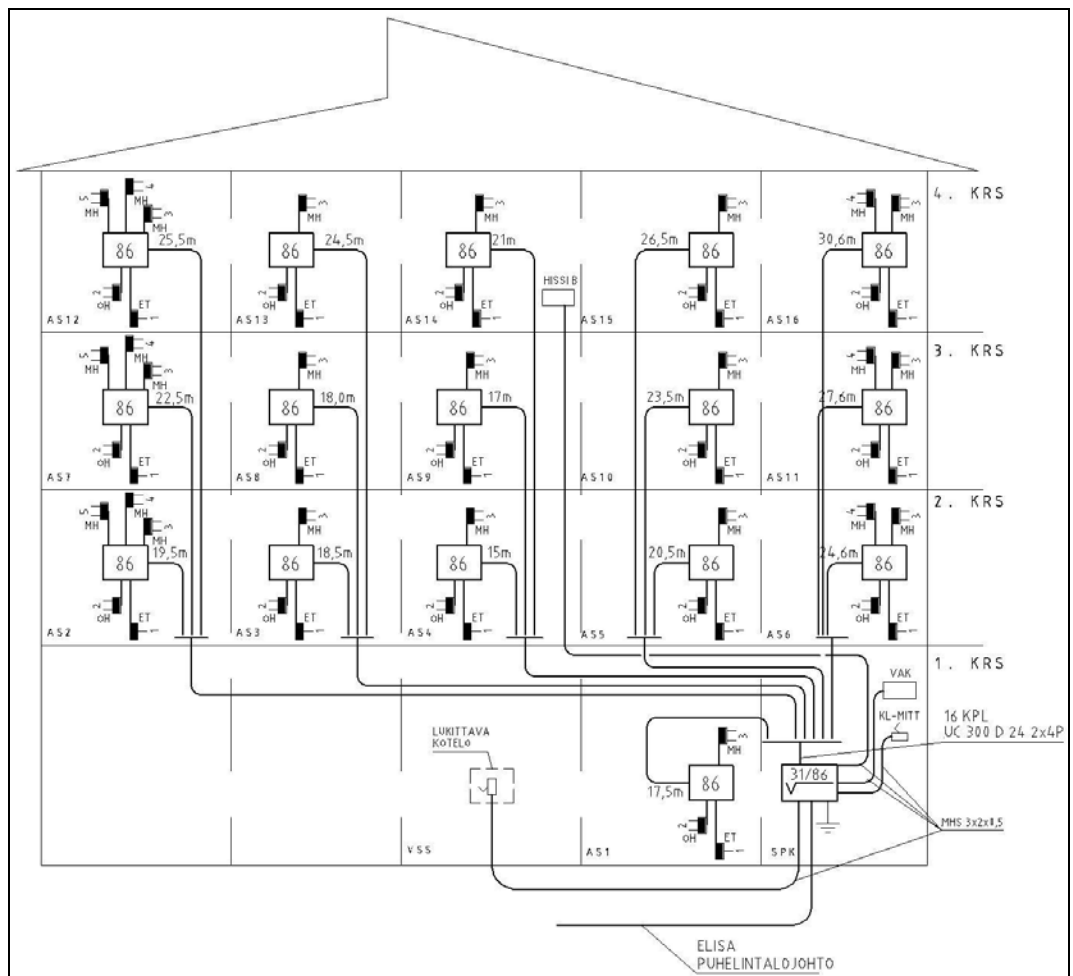
Nykyään kerrostaloihin ei suunnitella puhelinverkkoa vaan yleiskaapelointijärjestelmä, jonka osana puhelinverkko toimii. Tällaista järjestelmää varten talojakamosta jokaiseen huoneistoon vedetään kaksi 4-parista kaapelia, jotka ovat luokaltaan vähintään CAT5-luokkaa. Toinen näistä kaapeleista on tarkoitettu puhelin ja toinen internet sovelluksiin. Asuntoihin menevien kaapeleiden lisäksi hissille, VAK:lle ja kaukolämmönmittaukselle sekä väestönsuojaan viedään 3-parinen kaapeli. Yleiskaapeloinnista ei tarvitse tehdä laskelmia vaan riittää, kun kaapelit mitoitetaan seuraavasti.

- alle 85 m 2x 4-parinen CAT5-kaapeli
- yli 85 m 2x valokuitu ja 1x 5-parinen CAT3-luokan puhelinkaapeli

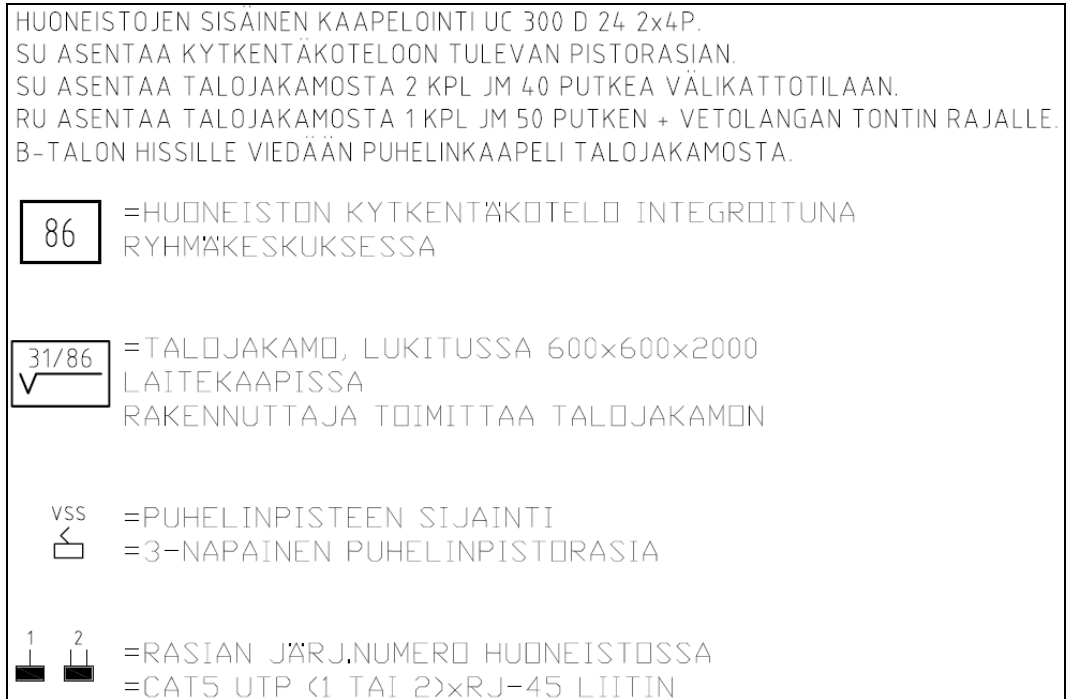
Kerrostaloissa rakennuksen sisällä 85 metriä yleensä riittää, mutta talojen välillä voidaan joutua käyttämään kuitua ja CAT3-luokan kaapelia. Kuvassa 35 ja liitteessä 201 on esitetty esimerkkikohteen yleiskaapelointikaavio.

Samoin kuin antennijärjestelmä on yleiskaapelointikaaviokin kerrostaloissa hyvä tehdä rakennuksen poikkileikkaukseen, koska silloin yleiskaapelointirasioiden jakautuminen rakennuksen eri tiloihin ja kerroksiin selviää hyvin. Yleiskaapelointikaaviossa esitetään samanlaisia asioita kuin antennikaaviostakin, kuten kaapelityypit ja -pituudet sekä huoneistossa olevien yleiskaapelointirasioiden lukumäärä.

Yleiskaapelointikaavioonkin kannattaa lisätä esimerkiksi kuvan 36 kaltaiset tekstit selventämään asennuksia.



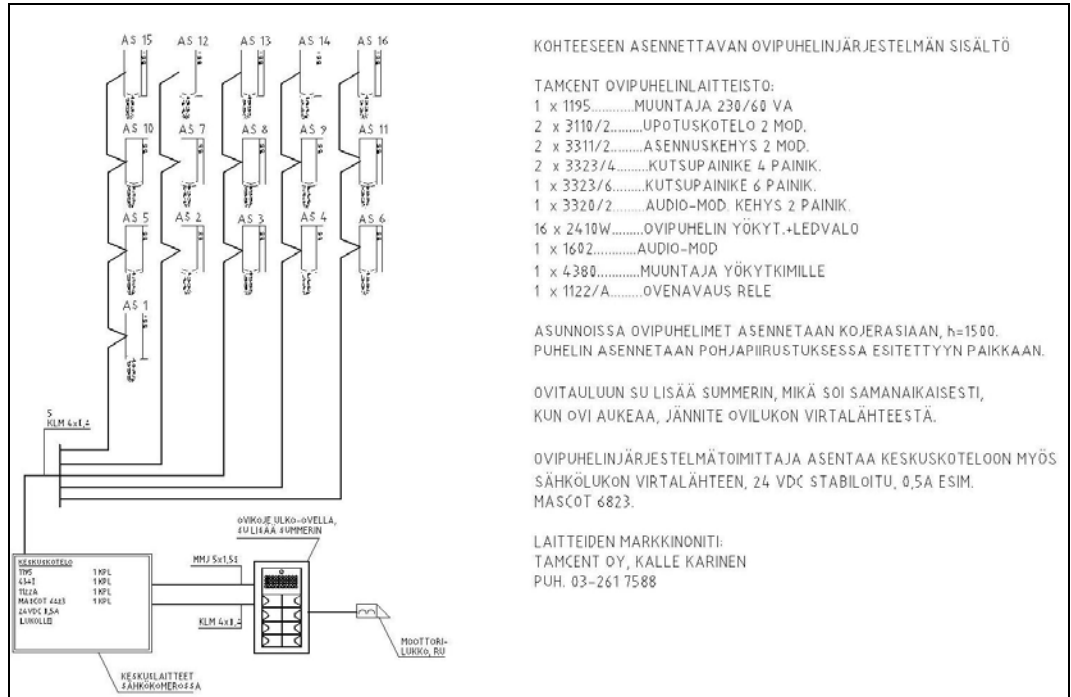
Kuva 35. Esimerkkikohteen yleiskaapelointikaavio



Kuva 36. Esimerkki yleiskaapelointikaavion lisättävistä teksteistä

3.3.10 Ovipuhelinkaavio

Ovipuhelinjärjestelmästä tehdään periaatteellinen kytkentäkaavio, josta selviää käytettävät laitteet ja niiden sijoitus. Ovipuhelimet asennetaan tasopiirustuksen mukaisiin paikkoihin ja keskuslaitteet sähköpääkeskushuoneeseen. Kuvassa 37 ja liitteessä 203 on esitetty esimerkkikohteen ovipuhelinratkaisu ja asennuksiin liittyviä ohjeita sekä tarvikeluettelo.



Kuva 37. Esimerkkikohteen ovipuhelinjärjestelmä


3.3.11 Määrälaskennan suoritus

K-H Sähkösuunnittelussa tämän vaiheen tehtäviin kuuluu yleensä vain valaisinluettelon tekeminen. Valaisinluettelossa esitetään kaikki rakennukseen ja sen alueelle tulevat valaisimet ja niitä koskevat tiedot, kuten:

- positiotunnus
- valmistaja
- valaisimen tyyppi
- mistä luettelosta ja miltä sivulta valaisin löytyy
- valaisimen teho, jos enemmän lampuja niin ilmoitetaan esim. 2x36W
- lampuntyyppi
- kotelointiluokka
- paino
- mahdolliset huomautukset
- valaisimien lukumäärä

Esimerkkikohteen valaisinluettelo on esitetty taulukossa 13 ja valaisimen tietojen lisäksi siinä ilmoitettu tietoja kohteesta ja suunnittelijan yhteystiedot sekä selvennyksiä lamputta käytetyistä lyhennyksistä.

Taulukko 11. Esimerkki K-H Sähkösuunnittelussa käytettävästä valaisinluettelosta

 VALAISINLUETTELO <small>K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY</small>		PÄIVÄYS	27.5.2005							
		VIIM.PÄIVÄYS	27.5.2005							
Uudisrakennus Asunto Oy Janakkalan Mäntypuisto Laituritie 5 14200 turenki		PIIRR. NO	401							
		MUUTOS:								
FD = Loiste, T8	<u>Loistelamput:</u> FSQ-I = Loiste, Pien, 4-s / 2-liit	<u>Halogeenilamput:</u> HSG = Halogeeni, Pienjännite	<u>Purkauslamput:</u> MD = Monimetalli, 2-päinen							
FDH = Loiste, T5	FSQ-E = Loiste, Pien, 4-s / 4-liit	HRGI= Halogeeni, kylmäsäde	ME = Monimetalli, Ellipsi							
FSD = Loiste, Pien, 2-s / 4-liit	FSS-E = Loiste, Pien, Neliö, 4-liit	<u>Hehkulamput:</u>	MR = Monimetalli, heijastin							
FSD-E = Loiste, Pien, 2-s / 4-liit	FSS-I = Loiste, Pien, Neliö, 2-liit	IAA/C = Hehku, Kirkas	MT = Monimetalli							
FSD-I = Loiste, Pien, 2-s / 2-liit		IAA/F = Hehku, Matta	QE = Elohopeahöyry, Ellipsi							
POS	VALMISTAJA	TYYPPI	LUETTELO	SIVU	TEHO	LAMPPU	IP	PAINO	HUOM	YHT
1	I-Valo/A. Ahlström Oy	815, HME 50W	I-VALO	53	50W	OE	44	2,2	+KATOS 7080	23
5	Thorn-Orno Oy	TIPO Gourmet 18	THORN	2.20	18W	FD	21	2,1	+ PEITELISTA	8
6	*Not Defined	W9 VAL	NOVART	ESITE	18W	FD	20		RU hankkii sis. putket	19
7	Thorn-Orno Oy	TIPO Gourmet 36 vasen	THORN	2.20	36w	FD	21	2,8	+ PEITELISTA	10
10	Elektro Skandia	Johanna 7351/1-80/125	ELEKTR	45.17	125w	OE		4,5	Pylväs 4,5m + bet.jalusta	2
12	Ensto Oy	AVR 20.1 pinta	ENSTO	ESITE	60W	IAA/F				19
13	Ensto Oy	AVR 1.29	ENSTO	ESITE	2*9W	FSD	44			1
14	Ensto Oy	AVH 11.2	ENSTO	ESITE	40W	IAA/F	44			19
15	Temal Oy	peilikaappi			18W	FD	44		RU hankkii, su asentaa	19
18	Idman Oy	Twigl 320TSW 2*36W	02-03	278	2*36W	FD	44	4,8	43 503 47	6
22	Elektro Skandia	Reflex 002, valk.	ELEKTR	42.51	13W	FSQ-I	55		+Varjostinristikko	13
23	Ensto Oy	AVR 1.29	ENSTO	ESITE	2*9W	FSD-I	44			6
25	Ensto Electric Oy	AVR254.296	ENSTO	03/04	18W	FSD	54	0,875	+AVL40	19
27	Thorn-Orno Oy	TIPO Gourmet 36 oikea	THORN	2.20	36w	FD	21	2,8	+ PEITELISTA	7
28	Ensto Electric Oy	AVR254.29	ENSTO	03/04	2x9W	FSD	54	0,795	+AVL40	19
29	Thorn-Orno Oy	PE 136		3.4	36	FD	44			11
30	Ensto Electric Oy	AVR 20.1 pinta	ENSTO	ESITE	60W	IAA/F				2

3.3.12 Sähkötyöselityksen tekeminen

Sähkötyöselityksessä määritellään kohteen yleiset tiedot sekä ohjeet ja vaatimukset järjestelmittain. Sähkötyöselityksen otsikoiden numerointi noudattelee S2000-sähkönimikkeistön mukaista numerointia. Sähkötyöselitys voi olla esimerkiksi kuvassa 38 esitetyn rungon mukainen, jossa A- ja B-osissa esitetään kohteen yleistiedot, kuten kohteen nimi ja osoite, työn tilaaja ja eri alojen suunnittelijat sekä liittymiset ulkopuolisiin verkkoihin. C-osassa määritellään työmaan aikainen sähköistys, joka pääsääntöisesti ei sisälly hankintaan.

A	KOHTEEN YLEISTIEDOT
B	RAKENNUTTAMINEN
B 2	SUUNNITTELU
B 3	LIITYNNÄT ULKOPUOLISIIN VERKOSTOIHIN
B 6	LIITTYMISMAKSUT
C	TYÖMAATEKNIikka
H	SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMIEN TIEDOT
H 0	KOHDEKOHTAISET SUORITUSOHJEET
H 1	ASENNUSREIITIT
H 2	SÄHKÖN PÄÄJAKELUJÄRJESTELMÄT
H 3	LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS
H 4	SÄHKÖNLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT JA VALAISTUSJÄRJESTELMÄT
H 5	VALAISTUSJÄRJESTELMÄT
H 6	SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT JA -LAITTEET
3 J	SÄHKÖTEKNISET TIETOJÄRJESTELMÄT
J 0	KOHDEKOHTAISET SUORITUSOHJEET
J 1	PUHELINJÄRJESTELMÄT
J 2	VIESTINTÄJÄRJESTELMÄT
J 5	TIETOVERKKOJÄRJESTELMÄT
J 7	AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT
	URAKKARAJALIITE

Kuva 38. Esimerkki sähkötyöselityksen rungosta

Selityksen H- ja J-osissa taas käsitellään eri järjestelmien ohjeistusta ja vaatimuksia. H-osan aluksi, osassa H0 määritellään yleiset kohdekohtaiset suoritusohjeet, jossa mainitaan esimerkiksi urakan laajuus, asiakirjojen pätevyysjärjestykset ja mität tarkastuksia tehdään ja miten rakennus vastaanotetaan sekä miten dokumentointi toteutetaan.

Osassa H1 määritellään asennusreitit ja koskevat kuvaukset ja asennusohjeet, jotka kerrostaloissa käsittelevät yleensä kaapeliyhlyjärjestelmää ja läpivientejä. H2-osa käsittelee sähkön pääjakelujärjestelmää, johon kuuluu yleiskuvaukset ja asennusohjeet muun muassa keskuksista ja keskusten välisistä syöttöjärjestelmistä sekä maadoituksista ja potentiaalintasauksesta.

Osassa H3 selvitetään laitteistojen, kuten LVI-järjestelmien, sähköistystä. H4-osaan kuuluvat sähköliitännä- ja valaistusjärjestelmä, jossa annetaan yleiset sijoi-

tusohjeet pistorasioille, telepisteille, valaisimille ja niin edelleen. Koska kerrostaloissa usein nykyään on mukavuuslattialämmitys, käsitellään sitä koskevat asiat osassa H6, sähkölämmitysjärjestelmät ja laitteet. Tähän osioon kuuluvat myös sähkökiukaat.

Osiossa J käsitellään sähkötekniisiä tietojärjestelmiä koskevia asioita, joita ovat esimerkiksi yleiskuvaus, toiminta, järjestelmän sisältö ja laajuus sekä asentamista suunnittelua ja laadunvarmistusta, koskevat ohjeistukset. Järjestelmät käsitellään siten, että J1 on puhelinjärjestelmät, J2 on viestintäjärjestelmät eli antennijärjestelmä, J3 on merkinantojärjestelmät, jota esimerkkikohteessa edustaa ovipuhelinjärjestelmä ja osa J5 käsittelee tietoverkkojärjestelmiä, kuten esimerkiksi yleiskaapelointijärjestelmä sekä viimeisenä J7, automaatiojärjestelmät.

Sähkötyöselityksen loppuun liitteeksi laitetaan vielä urakkarajaliite, jossa eri alojen töiden velvoitteet ja aputyöt. Liitteessä siis määritellään mitä mikin urakoitsija tekee ja mitä kukakin hankkii sekä määritellään mitkä työt on oltava tehtynä ennen toimintakokeita. K-H Sähkösuunnittelussa sähkötyöselityksen liitteeksi liitetään usein vielä oikosulkulaskelmat ja valaisinluettelo.

En käsittele sähkötyöselitystä tämän tarkemmin enkä liitä tähän esimerkkikohteen sähkötyöselitystä, koska ST-kortissa 74.04, sähköselostus, asuinkerrostalo, ja ST-kortissa 73.00, Sähköselostuksen laadintaohje, on kattavasti esitetty tarvittavat asiat ja sähköselitysesimerkki veisi paljon tilaa.

3.3.13 Piirustusluettelo, dokumenttien tulostus ja lähetys

Kun kaikki edellä mainitut vaiheet on suoritettu, pitäisi kaikkien toteutussuunnitteluvaiheen dokumenttien olla valmiina. Tämän jälkeen jää vielä tehtäväksi piirustusluettelo sekä dokumenttien tulostaminen ja lähettäminen.

Piirustusluettelossa esitetään piirustuksen kuvaus ja mittakaava sekä piirustukset numeroidaan, jotta ne löytyisi helposti. Numerointi voidaan suorittaa esimerkiksi siihen tyyliin, että tasopiirustukset ovat järjestysnumeroltaan 100, kaaviot 200, ja keskus- ja piirikaaviot 300, kuvan 39 esimerkki piirustusluettelossa on esitetty. Pii-

rustusluettelon loppuun merkitään vielä liitteiksi oikosulkulaskelma ja valaistusluettelo.

KHSS		PIIRUSTUSLUETTELO		PÄIVÄYS	2.6.2005
K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY				VIIM.PÄIVÄYS	2.6.2005
UUDISRAKENNUS					
AS OY JÄRVENPÄÄN					
SAHANKAARI 25					
SAHAKAARI 25					
04430 JÄRVENPÄÄ					
	TASOPIIRUSTUKSET	SUHDE	PÄIVÄYS	MUUTOS	MUUTOS PVM
100	ASEMAPIIRUSTUS	1:200			
101	1. KERROS	1:50			
102	2. KERROS	1:50			
103	4. KERROS	1:50			
104	ULKOILUVÄLINEVARASTO JÄTEKATOS	1:50			
	KAAVIOT		PÄIVÄYS	MUUTOS	MUUTOS PVM
200	ANTENNIKAAVIO				
201	YLEISKAPELOINTIKAAVIO				
202	MAADOITUSKAAVIO				
203	OVIPUHELINKAAVIO				
204	NOUSUJOHTOKAAVIO				
	KESKUS- JA PIIRIKAAVIOT	SUHDE	PÄIVÄYS	MUUTOS	MUUTOS PVM
300	PÄÄ- JA KIINTEISTÖKESKUS				
301	MONIMITTARIKESKUS				
302	RK ASUNNOT				
303	RK VÄESTÖNSUOJA				
304	PK PIIRIKAAVIO				
TYÖSELITYKSEN LIITTEENÄ: - OIKOSULKUVIRTALASKELMA - VALAISTUSLUETTELO					

Kuva 39. esimerkikohteen piirustusluettelo

3.4 Rakennusaikaiset tehtävät

K-H Sähkösuunnittelussa sähkösuunnittelijan rakennusaikaisiin tehtäviin kuuluu elementtien putkituspiirustusten laatiminen sekä työmaakokouksiin ja vastaanotto-tarkastuksiin osallistuminen.

3.4.1 Reikä- ja elementtipiirustusten laatiminen

Kerrostaloprojektissa sähkösuunnittelija tekee reikä- ja elementtipiirustukset vain sähköjärjestelmien osalta. Reikä- ja elementtipiirustuksissa käytetään ST-kortin 13.35, Suositus reikä- ja elementtipiirustusmerkinnöiksi, mukaisia piirrosmerkkejä, jos rakennesuunnittelija ei anna muita ohjeita. /20/

Reikäpiirustukset tehdään rakennesuunnittelijalta saataviin pohjapiirustuksiin. Reikäpiirustuksiin merkitään kohdat, joissa kaapelireitit kulkevat seinien läpi. Läpi-

viennin kohdalle merkitään lyhennys SÄ, joka tarkoittaa sähköasennuksen vaatimaa reikää. Reiän koosta piirustukseen merkitään leveys ja korkeus, jos reikä on pyöreä niin reiän läpimitta. Reiän korkeusasemasta merkitään korkeus y laatan alapinnasta reiän keskelle, jos mittaa y ei voida merkitä, merkitään reiän pohjan +korkeus.

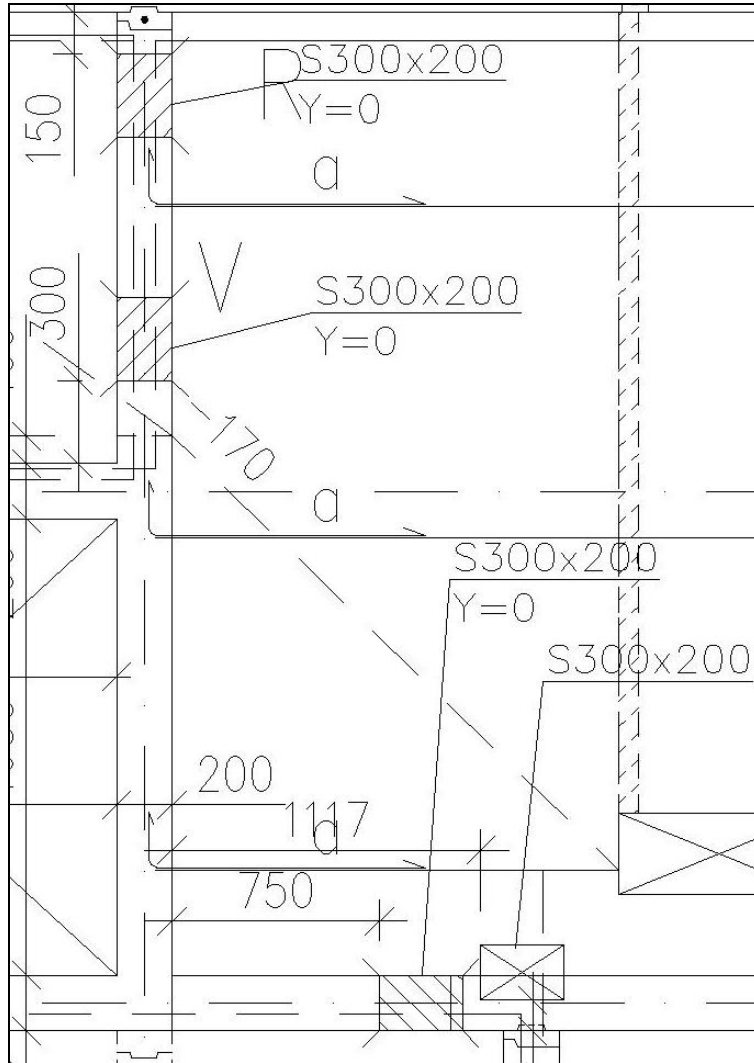
Elementtipiirustukset tehdään rakennesuunnittelijalta saatuihin elementtikuviin ja niihin merkitään putkitukset ja rasioiden paikat seuraavanlaisin perustein:

- vaakamitoitus elementin ehjästä reunasta rasiin keskelle
- pystymitoitus elementin yläreunasta
- Yläreunaltaan vinojen elementtien pystymitoitus tehdään elementin yläreunasta käsin (mitta valmiin lattian pinnasta).
- sähköputket ovat M20, jollei toisin mainita
- sähköputkien vaaka- ja vinovedot ovat kiellettyjä
- Sähköputket varustetaan jatkoholkilla ja rasiat nysillä.

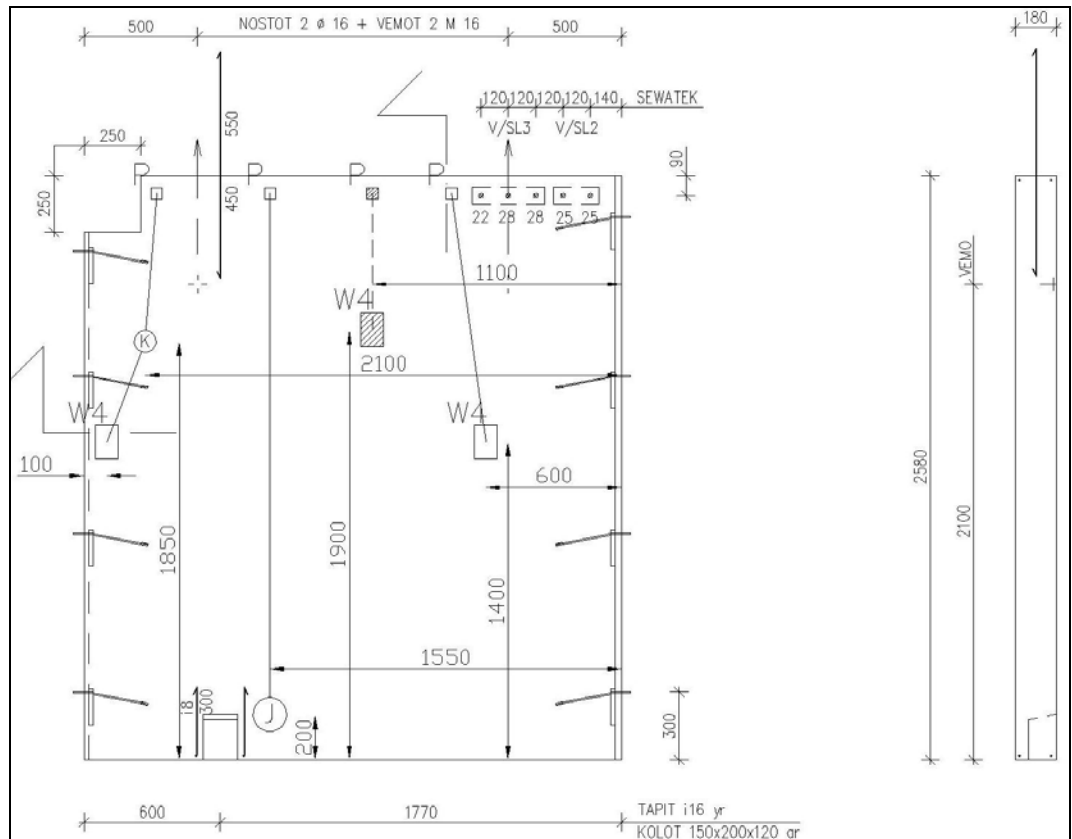
Merkinnät:

- rasia edessä, O
- rasia takana, ●
- putki takana, ----
- putki edessä, ____
- kojerasia, K
- kaksoiskojerasia, S
- jakorasia, J
- varaus 200x200x100 (1 putki), W1
- varaus 200x270x100 (2 putkea), W2
- varaus 200x340x100 (n. putkea), W3
- varaus 50x50 kork.=150, W4

Esimerkkikohteesta ei ole saatavissa elementtipiirustuksia eikä rakennesuunnittelijan pohjakuvia, joten esimerkkikuvat ja ovat eri kohteesta. Kuvassa 40 on esitetty reikä piirustus ja kuvassa 41 on esitetty esimerkki elementtipiirustuksesta.



Kuva 40. Esimerkki reikäpiirustuksesta, tässä kuvassa s = sähkö ja y = reiän korkeus laatan alapinnasta reiän yläreunaan



Kuva 41. Esimerkki elementtipiirustuksesta

3.4.2 Vastaanottotarkastus

Sähkösuunnittelijan tehtäviin vastaanottotarkastuksessa kuuluu taulukon 14 mukainen silmämääräinen tarkastus. Käyttöönottoa varten tehtävistä tarkastusmittauksista vastaa urakoitsija ja ulkopuolinen taho, joka tekee varmennustarkastuksen.

Taulukko 12. Rakennusaikaiset valvontatehtävät

AIHE	HUOMAUTUS	OK	TARKASTAJA	PVM.
Nousujohtojen suojaputkitus				
Maakaapeleiden suojaus				
Antennimaston paikka määritelty mittauksen perusteella ennen kaap.				
Maakaapelointi suoritettu suunnitelman mukaisesti				
Maakaapelireittiä muutettu				
Mikäli kaapelointi pituudet muuttuvat tulee antenni- ja puhelinverkon kriittiset pisteet tarkistaa				
Teleurakoitsija ilmoitettu				
Antenniuurakoitsija ilmoitettu				
Putkitus suoritettu suunnitelmien mukaisesti				
Potentiaalintasaus suoritettu				
Keskuksien tilantarve tarkastettu				
Kytkin ja pistorasiakalusteet				
Valaisimet luettelon mukaiset				
Muutetut positiot				
LVI-hälytykset testattu				
Väestönsuojan puhelinrasian lukitus				
Antenniverkon mittauspöytäkirja				
Varustettu allekirjoituksella				
Puhelinverkon mittauspöytäkirja				
Varustettu allekirjoituksella				
Käyttöönottopöytäkirja varmennettu allekirjoituksella				
Kolmannen osapuolen tarkastus				
Loppupiirustukset				
Maakaapelit merkitty asemapiirust.				
Esikatselmus suoritettu				
Lopputarkastus suoritettu				
Jälkitarkastus suoritettu				

3.5 Loppupiirustusten laatiminen

Loppupiirustusten laatiminen on niitä sähkösuunnittelijan tehtäviä, joista sovitaan aina erikseen. Loppupiirustukset laaditaan urakoitsijalta saatavien tarkepiirustusten pohjalta. Tarkepiirustuksiin urakoitsija on tehnyt merkinnät rakennusaikana tehdyistä muutoksista.

4 ASUINKERROSTALON SÄHKÖSUUNNITTELUPROJEKTIN VAIHEET

Luvussa 2 on kuvattu sähkösuunnitteluprojekti sellaisena kuin se K-H Sähkösuunnittelussa toteutetaan. Alla olevassa luettelossa edellä mainitut vaiheet on esitetty Talotekniikan tehtäväluettelon mukaisin termein. Talotekniikan tehtäväluettelossa vaiheita ja tehtäviä on huomattavasti enemmän, mutta osa niistä koskee muita kuin sähkösuunnittelijoita. Toisaalta taas talotekniikan tehtäväluettelon tarkoituksena on toimia yleisohjeena kaikenlaisissa projekteissa ja kaikki sen vaiheet toteutuvat yleensä vain suuremmissa teollisuuden ja kuntien kohteissa.

Luvussa 2 ja alla olevassa taulukossa vaiheet ja tehtävät on esitetty samassa järjestyksessä kuin tehtäväluettelossakin, mutta vaikka projektit etenevät tässä järjestyksessä voi suunnittelun kannalta silti olla mielekästä tehdä joitain asioita toisin. /1/

1. Hankesuunnittelu

- taloteknisten suunnittelutavoitteiden määrittely
- talotekniset rakennuspaikkaselvitykset

2. Luonnossuunnittelu

- tyyppihuonepiirustusten piirtäminen
- toteutettavien taloteknisten ratkaisujen hyväksyttäminen

3. Toteutussuunnittelu

- tarkennetaan jakelualueet (sähkö)
- tarkennetaan valaistusratkaisut – valaisinluettelo (sähkö)
- suunnitellaan ryhmitykset ja johdotukset (sähkö)
- suoritetaan teho- ja mitoituslaskelmat (sähkö)
- tarkennetaan maadoitus- ja potentiaalintausjärjestelmät (sähkö)
- määritellään ohjausratkaisut (sähkö)
- laaditaan keskusten pääkaaviot (sähkö)
- suoritetaan vaimennuslaskelmat ja määritellään verkkoarvot (tele)
- määritellään yksityiskohtaisesti jakamot ja kytkentäpisteet (tele)
- määritellään maadoitusjärjestelyt (tele)
- eri suunnittelualojen toteutussuunnitelmien vertailu ja yhteensovittaminen
- toteutussuunnitelmien hyväksyttäminen

4. Rakennusaikaiset tehtävät

- osallistutaan rakennusaikaisten tehtävien suunnitteluun työmaalla
- vastaanottotarkastus

5. Erillistehtävät

- elementtien putkituspiirustusten laatiminen
- tarkepiirustusten laatiminen

5 YHTEENVETO

Tutkintotyölle asetettiin kolme tavoitetta. Ensimmäinen tavoite oli tutustua sähkösuunnittelijan tehtäviin kerrostaloprojektissa. Toisena tavoitteena oli luoda kerrostalojen sähkösuunnitteluohje, jota noudattamalla saadaan tuotettua kaikki kerrostalon sähköistämiseen tarvittavat suunnitelmat. Kolmantena tavoitteena oli vertailla rakennuttajien jokaista mahdollista sähköpistettä myöten karsittua perusvarustelutasoa ST-kortin 25.21, sähköinen varustelutaso kerrostaloasunnoissa 2001, ohjeelliseen perustasaan.

Ensimmäisessä tavoitteessa katson onnistuneeni hyvin. Varsinkin työharjoittelun yhteydessä tutkintotyötä tehdessäni sain jatkuvasti paljon opastusta ja ohjeita suunnittelusta ja uskon, että esimerkkikohteen suunnittelu antoi melko todellisen kuvan oikeasta projektista. Ensimmäistä oikeata projektia tehdessäni tämä tunne vain vahvistui vaikka paljon opittavaa onkin vielä jäikin jäljellä.

Työn toisen tavoitteen toteutumista on vielä vaikeaa arvioida, koska ohjetta kokonaisuudessa ei ole vielä kokeiltu. Ensimmäistä projektia suunnitellessa ohje kuitenkin toimi mielestäni hyvin valmiiden osien kohdalta. Itse ohjetta on tietenkin helppo lukea, koska se on omiin tarpeisiin tehty. Toivon kuitenkin, että tästä ohjeesta olisi hyötyä suunnittelijoille, joilla on yhtä vähän kokemusta ja tietämystä tämän kaltaisista projekteista kuin minulla oli ennen työn aloittamista.

Kolmannessa tavoitteessa voin valitettavasti vain todeta epäonnistuneeni täydellisesti, koska osio jäi minulta kokonaan tekemättä. Syitä tähän on monia, mutta yksi syy on se, että aliarvioin täysin suunnitteluohjeen vaatiman työmäärän ja sen kuinka vaativa aihe oikeasti oli. Koska suunnitteluohjeen ja esimerkkikohteen tekemiseen kului aikaa paljon enemmän kuin suunnittelin, en ehtinyt kustannusvertailua edes aloittamaan vaikka viimeistä palautuspäivääkin siirrettiin muutamaan otteeseen. Rakennuttajien ohjeita verratessa ST-kortin ohjeisiin kuvittelisin, että kustannusvertailussa voisi olla ainesta kokonaisen tutkintotyön tekemiseen.

Suunnitteluohjetta ei siis ole vielä kokeiltu käytännössä, joten sen toimivuutta on vaikea arvioida. Suunnitteluohjeena ensimmäistä suunnitelmaa tekevä ohjeesta voi olla hyötyä ainakin lähteiden etsimisessä. Muutaman kohteen suunnitelleelle en kuitenkaan usko ohjeen enää tarjoavan mitään. Pienellä työstämisellä ohjeesta voisi kuitenkin saada aikaan monipuolisen ohjeen asuinrakennusten sähkösuunnitteluun, kun kiireen aiheuttamat aukot tarkennettaisiin.

LÄHTEET

- /1/ RT 10-10579 Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo. Rakennustietosäätiö 1995.
- /2/ Sähkösuunnittelun käsikirja. Neuvottelevat sähkösuunnittelijat NSS ry ja Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry. Sähköinfo. Espoo 2004.
- /3/ Maan käyttö- ja rakennusasetus (132/1999). Kauppa- ja teollisuusministeriö 1999.
- /4/ ST 51.22 Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoittelu. Sähkötieto ry 2003.
- /5/ ST 25.21 Sähköinen varustelutaso kerrostaloasunnoissa 2001. Sähkötieto ry 2001.
- /6/ ST Käsikirja 35 Sähkö- ja teletekniset tilat ja asennusreitit. Sähkötieto ry. Espoo 2002.
- /7/ ST 53.05 Sähkötekniisten järjestelmien tilantarpeet. Sähkötieto ry 2002.
- /8/ ST 55.21 Sähkösaunat ja sähkökiukaat. Sähkötieto ry 2002.
- /9/ Sähkölämmitys kurssin materiaali. [www-sivu]. Pirkko Harsia. <http://www.tamk.fi/~pharsia/slkurssi/slkurssi/> Tampere 2005.
- /10/ Deviflex asennus ja mitoitusohjeet. Devi
- /11/ D1 2002 käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo Oy. Espoo 2002.
- /12/ SFS 6000-7-701 Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Suomen sähköteknillinen Standardisoimisyhdistys SESKO. 2002.

- /13/ Sähköasennustekniikan kurssin materiaali [www-sivu]. Pirkko Har-
sia. <http://www.tpu.fi/~pharsia/satek1/sverkko/index.htm> Tampere
2004.
- /14/ ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoitus. Sähkötieto
ry 2001.
- /15/ SFS 6000-5-52 Johtojen valinta ja asentaminen. Suomen sähköteknil-
linen Standardisoimisyhdistys SESKO. 2002.
- /16/ SFS 6000-8-804 Kuivat, kosteat ja märät tilat sekä ulkotilat. Suomen
sähköteknillinen Standardisoimisyhdistys SESKO. 1999.
- /17/ ST 605.01 Asuinkiinteistön tietoverkko. Yleiskuvaus. Sähkötieto ry
2001.
- /18/ ST 51.30 K- ja S1-luokan teräsbetonisten väestönsuojien asennukset.
Sähkötieto ry 2004.
- /19/ ST 621.10 Yhteisantennijärjestelmät. Suunnitteluohje. Sähkötieto ry
2003.
- /20/ ST 13.35 Suositus reikä- ja elementtipiirustusmerkinnöiksi. Sähkötie-
to ry 1997.

LIITTEET

1	Piirustusluettelo
100	Asemapiirustus
101	1. kerroksen tasopiirustus
102	2. kerroksen tasopiirustus
200	Antennikaavio
201	Yleiskaapelointikaavio
202	Maadoituskaavio
203	Ovipuhelinkaavio
204	Nousujohtokaavio
300	Pää- ja kiinteistökeskus
301	Monimittarikeskus
302	Asuntojen ryhmäkeskus
303	Väestönsuojan ryhmäkeskus
304	Pääkeskuksen piirikaavio



K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY

PIIRUSTUSLUETTELO

PÄIVÄYS

2.6.2005

VIIM.PÄIVÄYS

2.6.2005

UUDISRAKENNUS

AS OY JÄRVENPÄÄN

SAHANKAARI 25

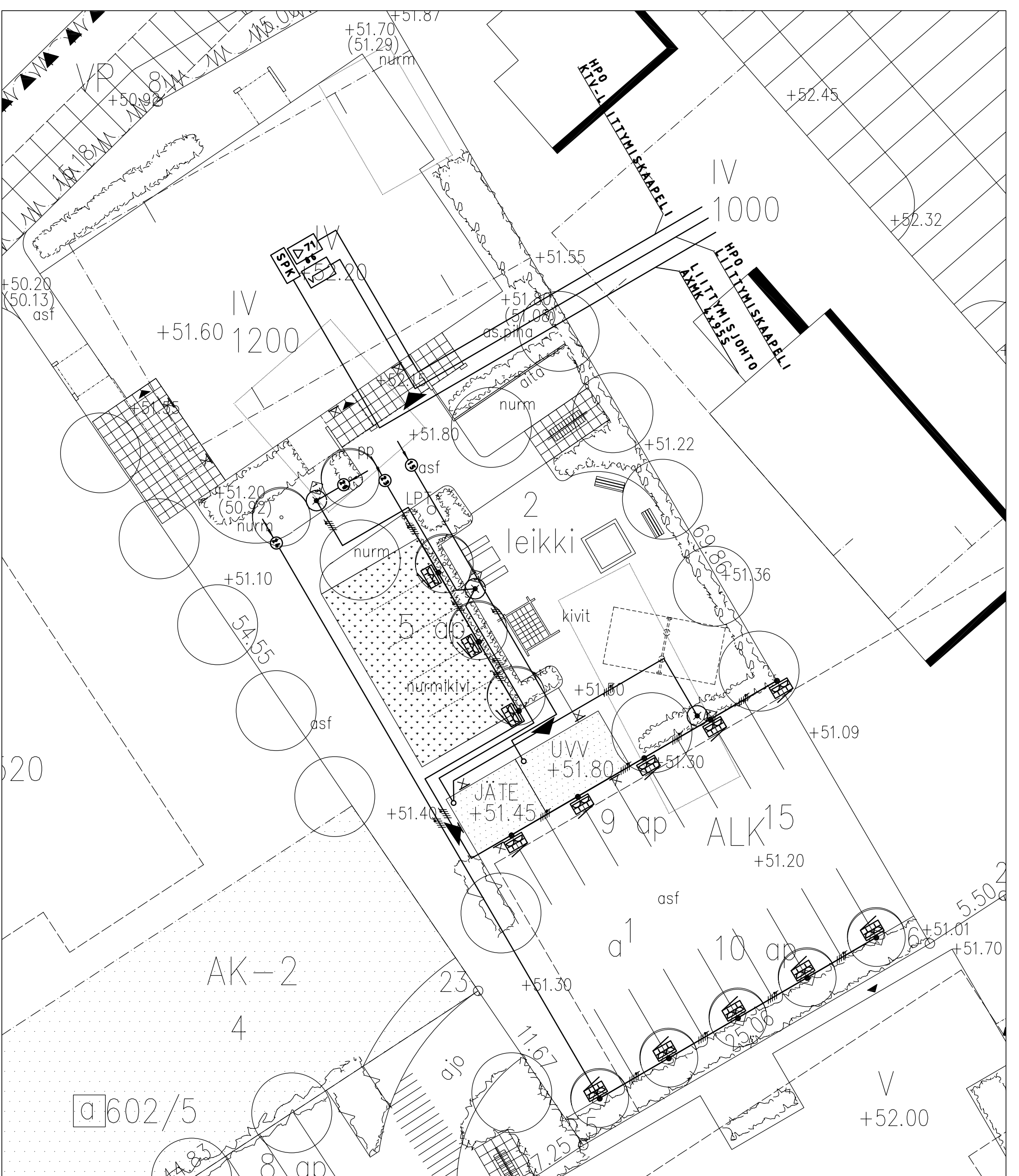
SAHAKAARI 25

04430 JÄRVENPÄÄ

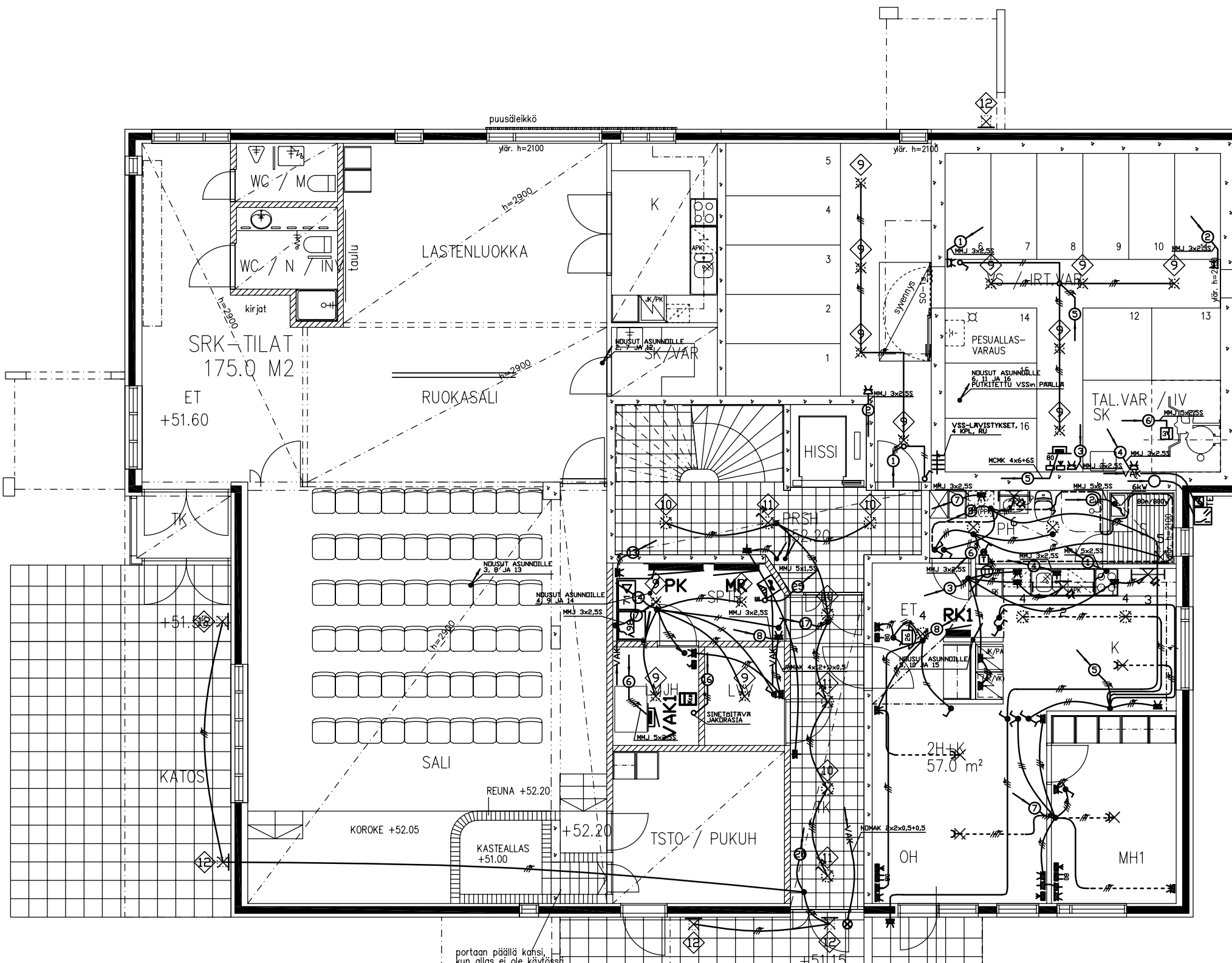
	TASOPIIRUSTUKSET	SUHDE	PÄIVÄYS	MUUTOS	MUUTOS PVM
100	ASEMAPIIRUSTUS	1:200			
101	1. KERROS	1:50			
102	2. KERROS	1:50			
103	4. KERROS	1:50			
104	ULKOILUVÄLINEVARASTO JÄTEKATOS	1:50			

	KAAVIOT		PÄIVÄYS	MUUTOS	MUUTOS PVM
200	ANTENNIKAAVIO				
201	YLEISKAPELOINTIKAAVIO				
202	MAADOITUSKAAVIO				
203	OVIPUHELINKAAVIO				
204	NOUSUJOHTOKAAVIO				

	KESKUS- JA PIIRIKAAVIOT	SUHDE	PÄIVÄYS	MUUTOS	MUUTOS PVM
300	PÄÄ- JA KIINTEISTOKESKUS				
301	MONIMITTARIKESKUS				
302	RK ASUNNOT				
303	RK VÄESTÖNSUOJA				
304	PK PIIRIKAAVIO				
	TYÖSELITYKSEN LIITTEENÄ: - OIKOSULKUVIRTALASKELMA - VALAISTUSLUETTELO				



Kosa/Kylä PÄYTTÄLHD	Kortti/Nr 602/1	Tontti/Rno 2	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennus- ja UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji
Rakennuskohteen nimi ja osoite AS OY JÄRVENPÄÄN SAHAKAARI 25 SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ			Piirustuksen sisältö ASEMAPIIRUSTUS
			Mittakaava
KHSS	K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna Puh: 03-648 0913 Fax: 03-648 0915 Juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi		Piirustuksen sisältö 2004111100
Päiväys 2.6.2005	Suunn. J.Ka	Hyv.	Muutos 43



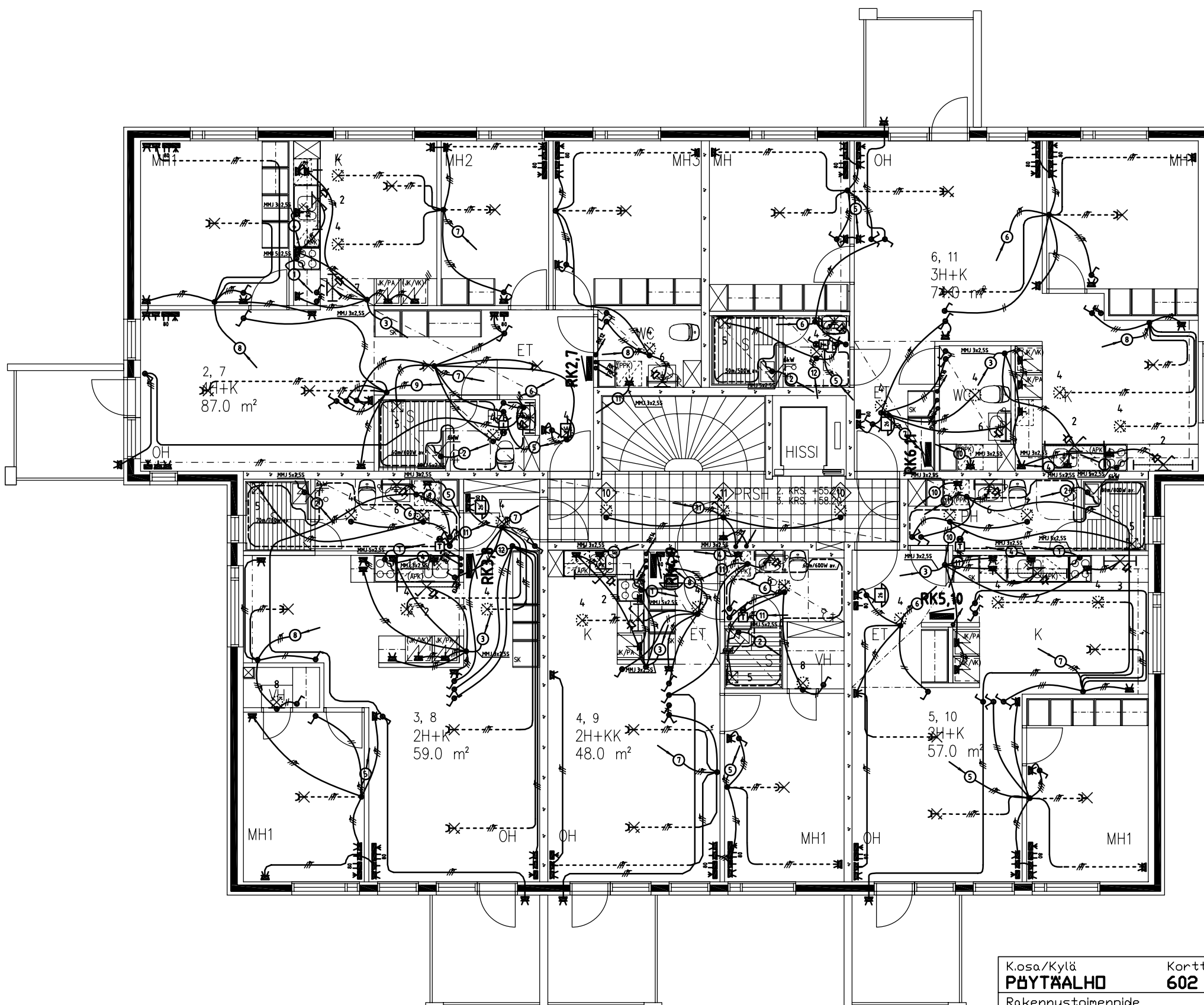
SRK-TILOJEN KERROSKORKEUS 3600 mm JA VAPAA HUONEKORKEUS YLEENSÄ n. 2900 mm (- KATTOVERHOKSET).

HUOMI! SRK-TILOJEN YLÄPUOLISTEN ASUNTOJEN LVS-ASENNUKSET SIIRRETTÄÄN TARVITTAESSA VÄLIPOHJASSA JA SRK-TILOJEN ALAKATOISSA.

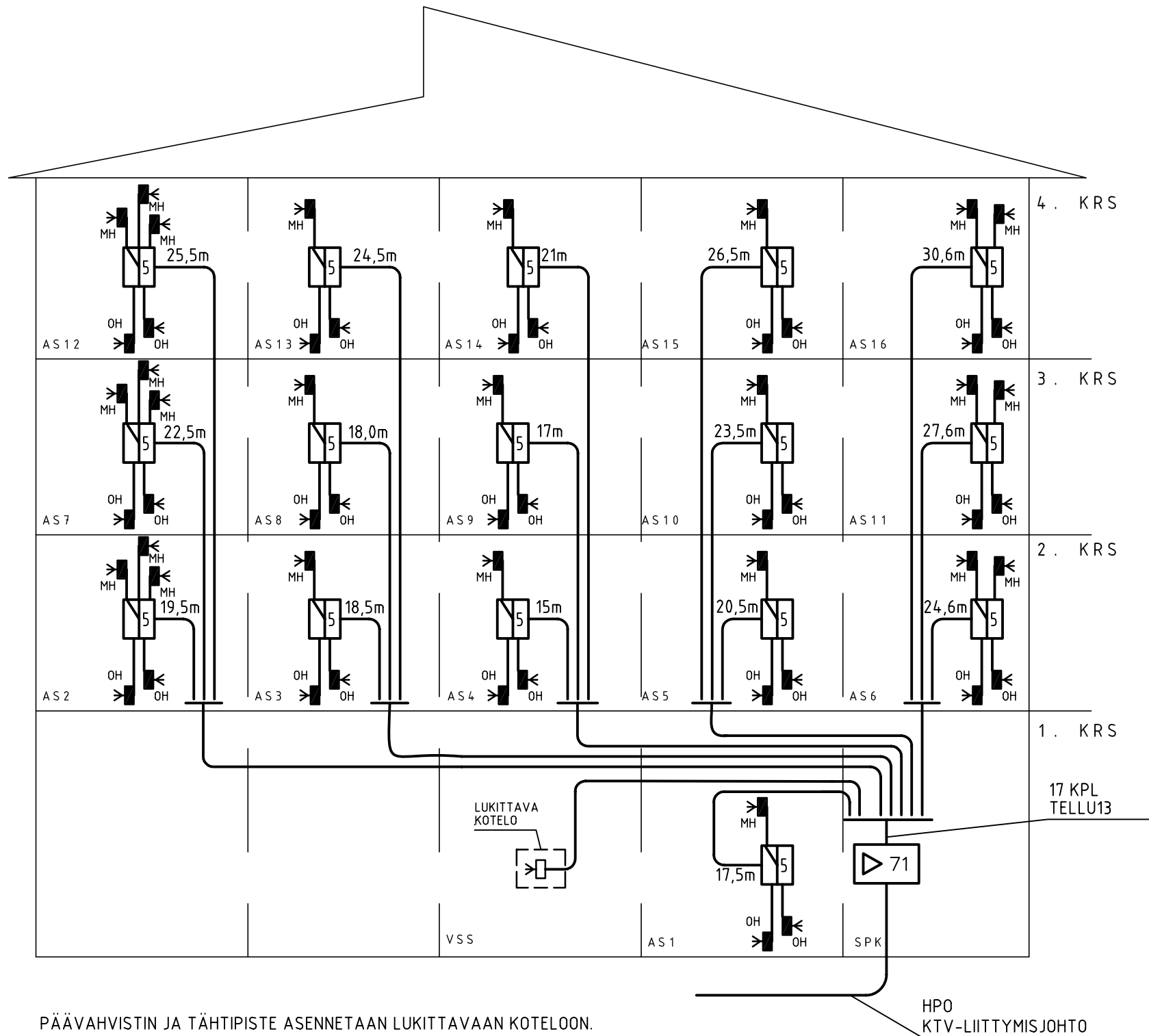
- ① KANTAVAT RAKENNUSOSAT R 60
OSASTOIVAT RAKENNUSOSAT EI 60
 - ② KANTAVAT RAKENNUSOSAT R 120
OSASTOIVAT RAKENNUSOSAT EI 90
- PALO-OASTOINTI HUONEISTOITAIN RDI 60

ikkunoiden yläreuna yleensä h=2400
seurakuntasalin ikkunoiden yläreuna yleensä h=2800

K.osa/Kylä PÖYTÄALHO	Kortt./Tila 602	Tontti/Rno 2	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennustyyppi UUDISRAKENNUS	Piirustuslaji		
Rakennuskohteen nimi ja osoite AS OY JÄRVENPÄÄN SAHANKAARI 25 SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ	Piirustuksen sisältö 1. KERROS	Mittakaavat 1:100	
KHSS	K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna Puh: 03-648 0913 Fax: 03-648 0915 juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi	Suunnittelualaityön nro SÄH 2004111101	Piir. nro Muutos
Päiväys 2.6.2005	Suunn. J.Ka	Hyv.	Piir.tiedosto sahko_1_kerros



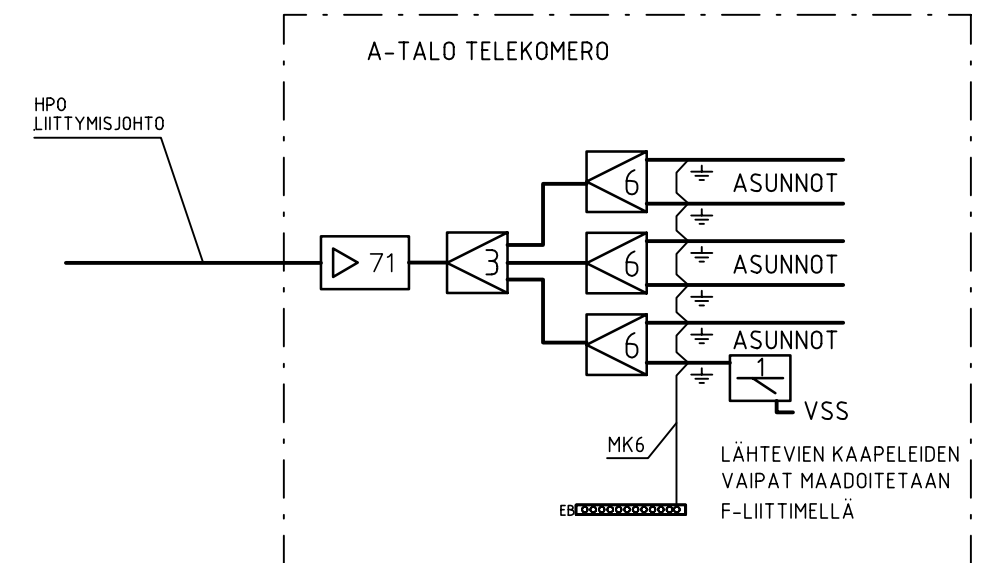
K.osa/Kylä PÖYTÄLHD	Kortt./Tila 602	Tontti/Rn:o 2	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaaji
Rakennuskohteen nimi ja osoite AS OY JÄRVENPÄÄN SAHANKAARI 25 SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ			Piirustuksen sisältö 2. KERROS
			Mittakaavat 1:100
KHSS	K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna Puh: 03-648 0913 Fax: 03-648 0915 Juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi	Suunnitteluala työn nro SÄH 20041111102	Piir. nro Muutos
Päiväys 2.6.2005	Suunn. J.Ka	Hyv.	Piir.tiedosto sahko2-3_kerros



ANTENNIVERKON VAIMENNUSLASKELMA

AS OY JÄRVENPÄÄN SAHANKAARI 25

ASUNTO	Jaottimet	Nousu- Kaapeli	Pituus / m	Haaroitin	TELLU13 / m	rosioita / KPL	Max 47 / dB	Min 860 / dB	
VAHVISTIN 1									
1	FJU603 FJU806	TELLU13	17,5	FTT125	15	4	26,7	35,2	
2	FJU603 FJU806	TELLU13	19,5	FTT125	15	3	26,7	35,6	
3	FJU603 FJU806	TELLU13	18,5	FTT125	15	4	26,7	35,4	
4	FJU603 FJU806	TELLU13	15,0	FTT125	15	5	26,6	34,7	
5	FJU603 FJU806	TELLU13	20,5	FTT125	15	5	26,8	35,8	
6	FJU603 FJU806	TELLU13	24,6	FTT125	15	4	27,0	36,6	
7	FJU603 FJU806	TELLU13	22,5	FTT125	15	4	26,9	36,2	
8	FJU603 FJU806	TELLU13	21,5	FTT125	15	3	26,8	36,0	
9	FJU603 FJU806	TELLU13	18,0	FTT125	15	4	26,7	35,3	
10	FJU603 FJU806	TELLU13	23,5	FTT125	15	4	26,9	36,4	
11	FJU603 FJU806	TELLU13	27,6	FTT125	15	3	27,1	37,2	
12	FJU603 FJU806	TELLU13	25,5	FTT125	15	4	27,0	36,8	
13	FJU603 FJU806	TELLU13	24,5	FTT125	15	4	27,0	36,6	
14	FJU603 FJU806	TELLU13	21,0	FTT125	15	4	26,8	35,9	
15	FJU603 FJU806	TELLU13	26,5	FTT125	15	4	27,0	37,0	
16	FJU603 FJU806	TELLU13	30,6	FTT125	15	3	27,2	37,8	
VSS	FJU603 FJU806	TELLU13			10	1	13,9	18,6	
							YHT 63		
							Max 47	Min 860	
			SUURIN KALTEVUUS	0,0	MIN / MAX =		13,9	37,8	
							dBuV	+/- dBuV	
							Yhteinen lähtötaso	25,9	-12,0



PÄÄVAHVISTIN JA TÄHTIPISTE ASENNETAAN LUKITTAVAAN KOTELOON.

HAAROITTIMET ASENNETAAN RYHMÄKESKUKSEN YHTEYDESSÄ OLEVAAN ANTENNIHAAROITUSTILAAN.

KAIKKI YLIMÄÄRÄISET HAAROITTIMIEN JA JAOTTIMIEN LÄHDÖT PÄÄTETÄÄN VASTUKSILLA.
HAAROITTIMIEN JA JAOTTIMIEN TYYPIT VAIMENNUSLASKELMASSA.

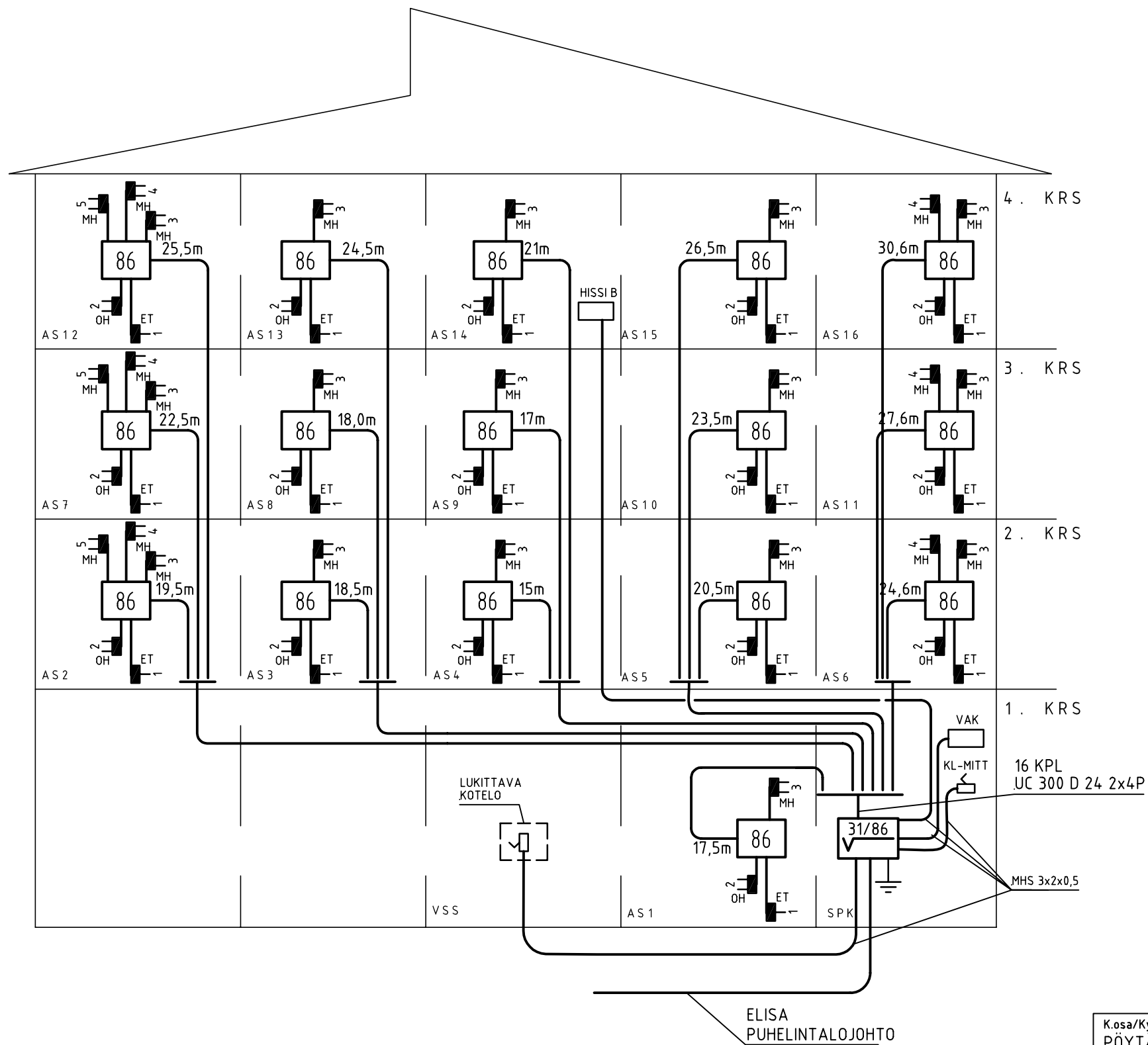
ANTENNILOITUSJOHTOJA 2 KPL/HUONEISTO + 1KPL/VSS, MIN. 2m PITKIÄ.
KESKIÖLEVYTT SAMAA SARJAA VAHVAVIRTAALUSTEIDEN KANS-SA.

NOUSUT ASENNETAAN PUTKETTOMANA, MUTTA HOLVIEN LÄVISTYKSIIN ASENNETAAN LÄPIMENOPUTKI.
PUTKI TIIVISTETÄÄN SISÄPUOLELTA PALOMASSALLA (SU). HUONEISTON SISÄISET KAAPELOINNIIT
VOIDAAN ASENTAA PUTKETTOMANA, HUOMIOIDEN ASENNUSTAVAN VAATIMUKSET.

PIIRUSTUKSESSA KÄYTETYT MITAT VAIN VAIMENNUSLASKELMIA VARTEN, EI URAKKALASKENTAAN.

KOKO JÄRJESTELMÄ TÄYTEEN KÄYTTÖKUNTOON SAATETTUNA SÄHKÖURAKASSA.

K.osa/Kylä PÖYTÄALHO	Kortti./Tila 602	Tontti/Rn:o 2	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Piirustustaji		
Rakennuskohteen nimi ja osoite AS OY JÄRVENPÄÄN SAHANKAARI 25 SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ	Piirustuksen sisältö ANTENNIKAAVIO	Mittakaavat 1:50	
KHSS	K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna Puh: 03-648 0913 Fax: 03-648 0915 juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi	Suunnitteluala SÄH	Työn n:o 20041111
Päiväys 2.6.2005	Suunn. J.Ka	Hyv.	Piir. n:o 200
Piir.tiedosto nousukaavio		Muutos	



HUONEISTOJEN SISÄINEN KAAPELOINTI UC 300 D 24 2x4P.
 SU ASENTAA KYTKENTÄKOTELOON TULEVAN PISTORASIAN.
 SU ASENTAA TALOJAKAMOSTA 2 KPL JM 40 PUTKEA VÄLIKATTOTILAAN.
 RU ASENTAA TALOJAKAMOSTA 1 KPL JM 50 PUTKEN + VETOLANGAN TONTIN RAJALLE.
 B-TALON HISSILLE VIEDÄÄN PUHELINKAAPELI TALOJAKAMOSTA.

86 =HUONEISTON KYTKENTÄKOTELO INTEGROITUNA RYHMÄKESKUKSESSA

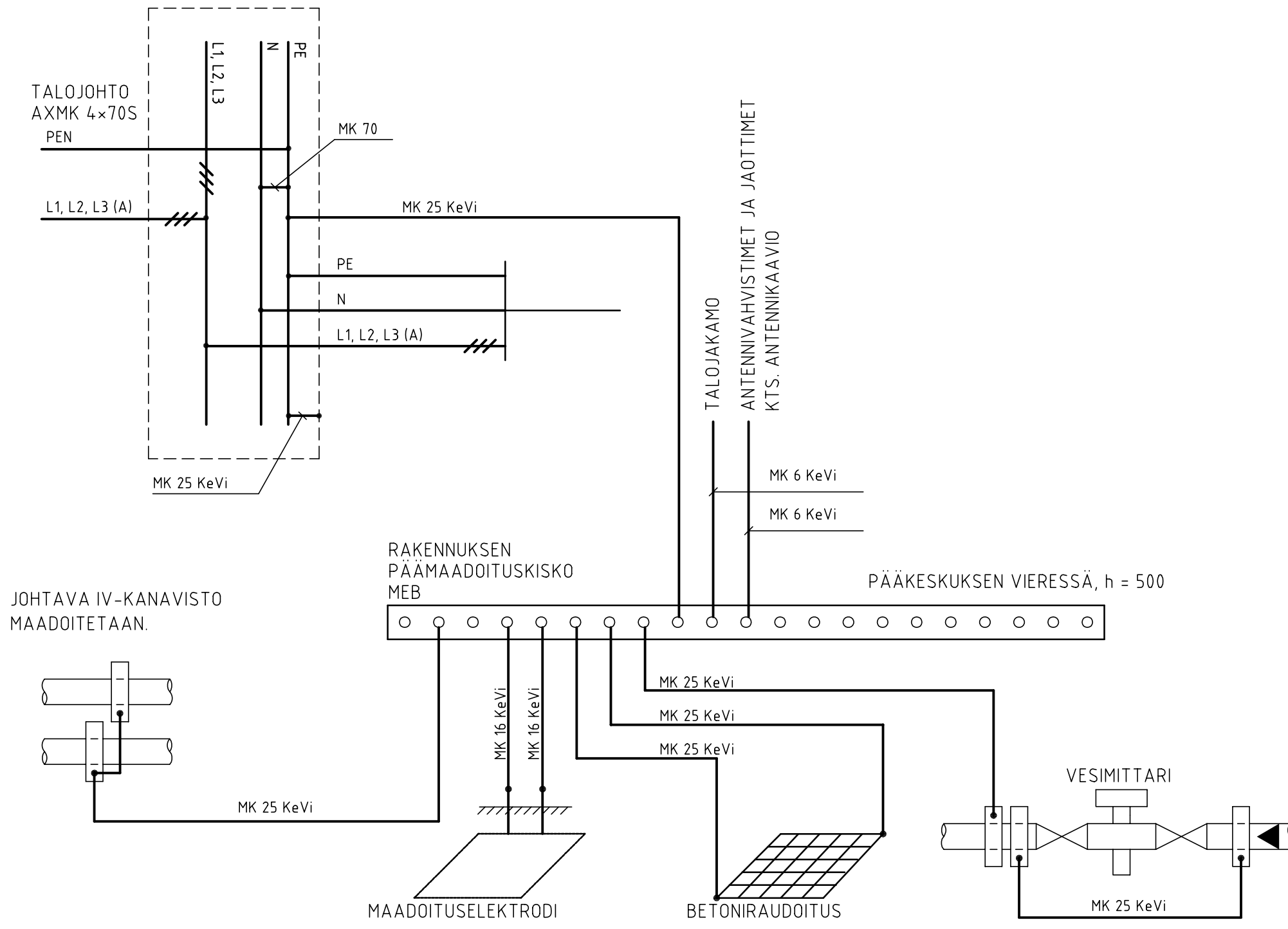
31/86 =TALOJAKAMO, LUKITUSSA 600x600x2000 LAITEKAAPISSA
 RAKENNUTTAJA TOIMITTAA TALOJAKAMON

VSS =PUHELINPISTEEN SIJAINTI
 =3-NAPAINEN PUHELINPISTORASIA

1 2 =RASIAN JÄRJ.NUMERO HUONEISTOSSA
 =CAT5 UTP (1 TAI 2)xRJ-45 LIITIN

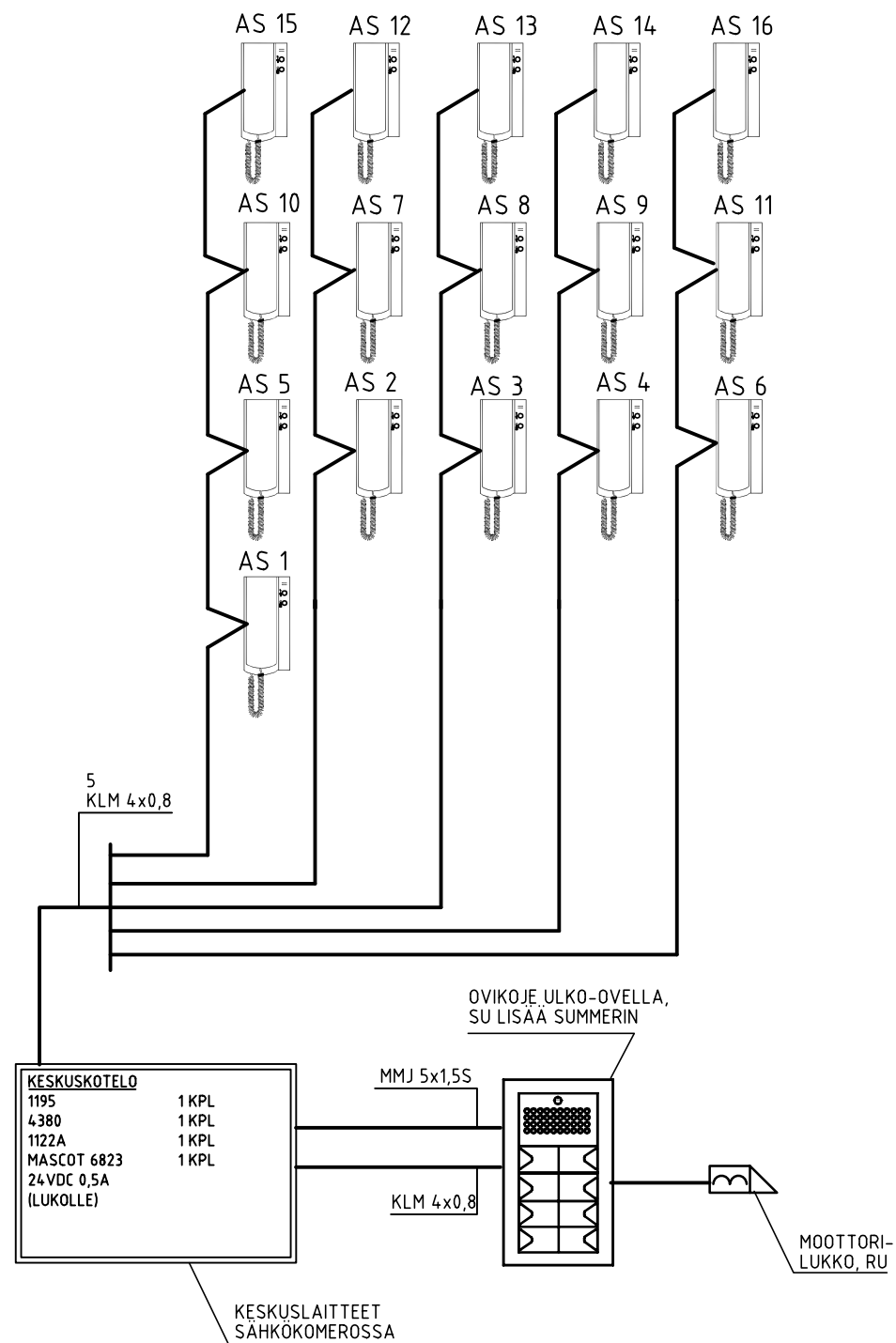
K.osa/Kylä PÖYTÄALHO	Kortti./Tila 602	Tontti/Rn:o 2	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustustaji
Rakennuskohteen nimi ja osoite AS OY JÄRVENPÄÄN SAHANKAARI 25 SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ			Piirustuksen sisältö YLEISKAAPELOINTIKAAVIO Mittakaavat 1:50
KHSS	K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna Puh: 03-648 0913 Fax: 03-648 0915 juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi		Suunnittelualue Työn n:o Piir. n:o Muutos SÄH 20041111 201
Päiväys 2.6.2005	Suunn. J.Ka	Hyv.	Piir.tiedosto nousukaavio

PÄÄKESKUS



JOHTAVA IV-KANAVISTO MAADOITETAAN.

K.osa/Kylä PÖYTÄALHO	Kortti./Tila 602	Tontti/Rn:o 2	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji
Rakennuskohteen nimi ja osoite AS OY JÄRVENPÄÄN SAHANKAARI 25 SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ			Piirustuksen sisältö MAADOITUSKAAVIO Mittakaavat 1:50
	K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna Puh: 03-648 0913 Fax: 03-648 0915 juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi		Suunnitteluala Työn n:o Piir. n:o Muutos SÄH 20041111 202
	Päiväys 2.6.2005	Suunn. J.Ka	Hyv.



KOHTEESEEN ASENNETTAVAN OVIPUHELINJÄRJESTELMÄN SISÄLTÖ

TAMCENT OVIPUHELINLAITTEISTO:

- 1 x 1195.....MUUNTAJA 230/60 VA
- 2 x 3110/2.....UPOTUSKOTELO 2 MOD.
- 2 x 3311/2.....ASENNUSKEHYS 2 MOD.
- 2 x 3323/4.....KUTSUPAINIKE 4 PAINIK.
- 1 x 3323/6.....KUTSUPAINIKE 6 PAINIK.
- 1 x 3320/2.....AUDIO-MOD. KEHYS 2 PAINIK.
- 16 x 2410W.....OVIPUHELIN YÖKYT.+LEDVALO
- 1 x 1602.....AUDIO-MOD
- 1 x 4380.....MUUNTAJA YÖKYTKIMILLE
- 1 x 1122/A.....OVENAVAUS RELE

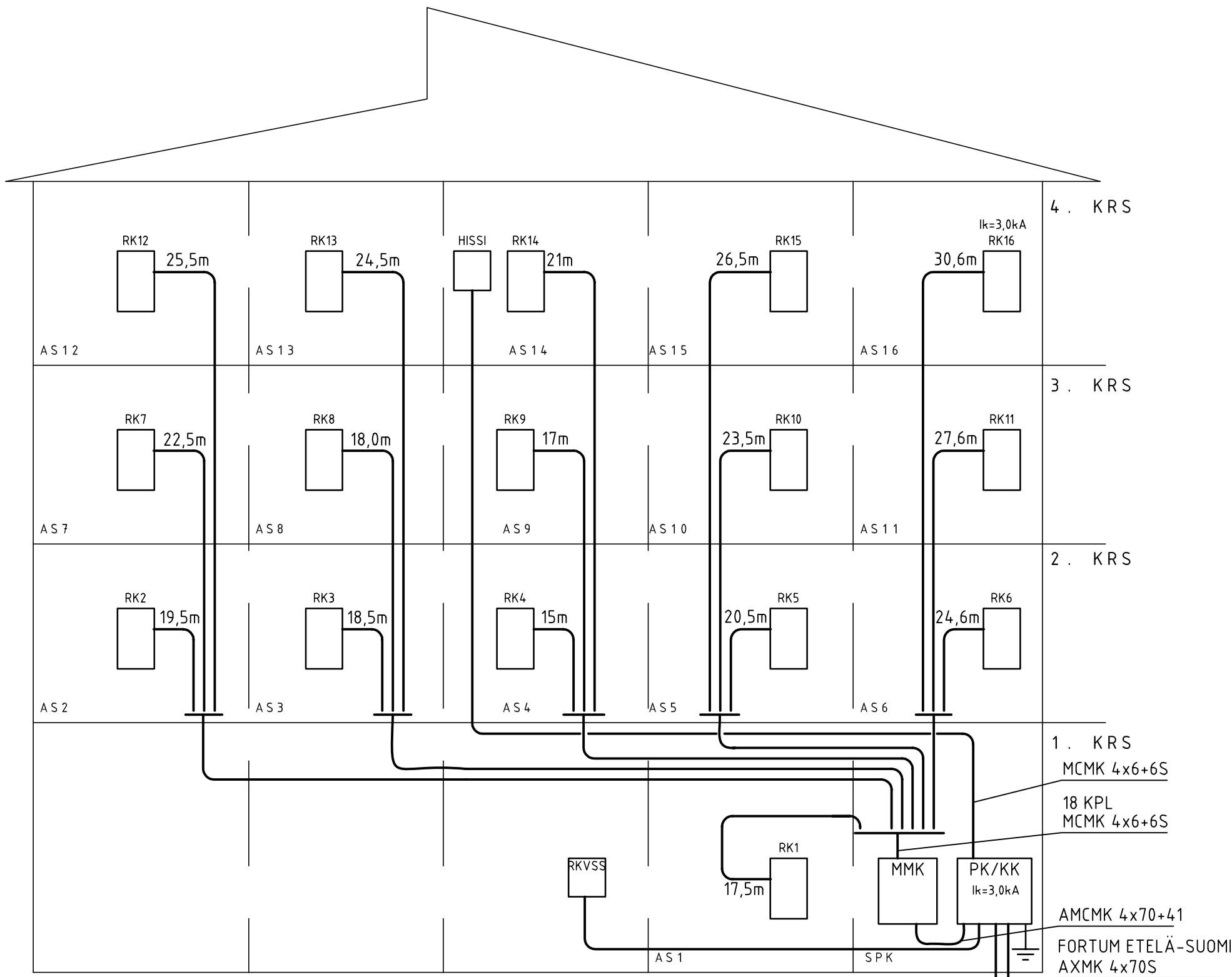
ASUNNOISSA OVIPUHELIMET ASENNETAAN KOJERASIAAN, h=1500.
PUHELIN ASENNETAAN POHJAPIIRUSTUKSESSA ESITETTYYN PAIKKAAN.

OVITAUUUUN SU LISÄÄ SUMMERIN, MIKÄ SOI SAMANAIKAISESTI,
KUN OVI AUKEAA, JÄNNITE OVILUKON VIRTALÄHTEESTÄ.

OVIPUHELINJÄRJESTELMÄTOIMITTAJA ASENTAA KESKUSKOTELOON MYÖS
SÄHKÖLUKON VIRTALÄHTEEN, 24 VDC STABILOITU, 0,5A ESIM.
MASCOT 6823.

LAITTEIDEN MARKKINONITI:
TAMCENT OY, KALLE KARINEN
PUH. 03-261 7588

K.osa/Kylä PÖYTÄALHO	Kortti./Tila 602	Tontti/Rn:o 2	Viranomaisen merkintöjä varten			
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustustaji			
Rakennuskohteen nimi ja osoite AS OY JÄRVENPÄÄN SAHANKAARI 25 SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ			Piirustuksen sisältö OVIPUHELINKAAVIO	Mittakaavat 1:50		
KHSS Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna Puh: 03-648 0913 Fax: 03-648 0915 juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi	K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY		Suunnitteluala	Työn n:o	Piir. n:o	Muutos
			SÄH	20041111	203	
Päiväys 2.6.2005	Suunn. J.Ka	Hyv.	Piir.tiedosto nousukaavio			



4 . KRS

3 . KRS

2 . KRS

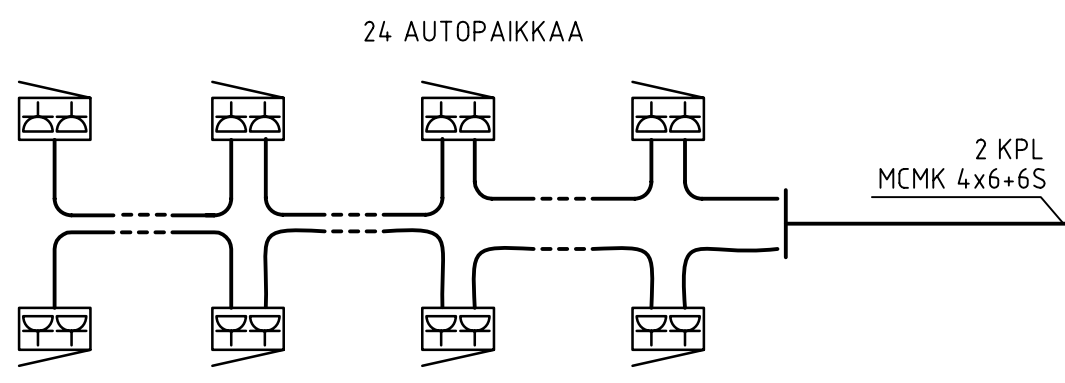
1 . KRS

MCMK 4x6+6S

18 KPL
MCMK 4x6+6S

AMCMK 4x70+41

FORTUM ETELÄ-SUOMI
AXMK 4x70S



Kosa/Kylä PÖYTÄALHO	Kortt./Tila 602	Tontti/Rn:o 2	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustustyyppi
Rakennuskohteen nimi ja osoite AS OY JÄRVENPÄÄN SAHANKAARI 25 SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ			Piirustuksen sisältö NOUSUJOHTOKAAVIO Mittakaavat
	K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna Puh: 03-648 0913 Fax: 03-648 0915 juha.karimaki@k-hsahkosuunnitelu.fi		Suunnitteluala Työn n:o Piir. n:o Muutos SÄH 20041111 204
	Päiväys 2.6.2005	Suunn. J.Ka	Hyv.

A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT

KESKUS

1. NIMELLISJÄNNITE UN 400 V
2. JÄNNITEHÄVIÖ KESKUKSEEN U_h _____ %
3. TAAJUUS f _____ Hz
4. NIMELLISVIRTA I_N 250 A
5. OIKOSULKUKESTOISUUS
TERMINEN I_{LS} _____ kA
DYNAAMINEN I_{IS} _____ kA
E3:N MUKAAN
6. KESKUKSEN HÄVIÖTEHO P _____ kW
7. KISKOT TAI JOHTIMET AC
L1
L2
L3
N
PE
PEN
8. KISKOT TAI JOHTIMET DC
L+
m
L-
PE
9. OHJAUSJÄNNITE U _____ V
f _____ Hz
I _____ A
S _____ kVA
10. APUJÄNNITE 1
11. APUJÄNNITE 2
- KESKUKSEEN LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET
12. JAKELUJÄRJESTELMÄ
KÄYTTÖMAADOITETTU 4J. TN-C-S
KÄYTTÖMAADOITETTU 5J. TN-S
KÄYTTÖMAAD.IMP.KAUTTA IT
KÄYTTÖMAADOITTAMATON IT
13. TEHO
ASENETTU S _____ kVA
TASATTU S 171 kVA
14. TEHOKERROIN cosφ _____
15. LÄMMITYSTEHDON OSUUS P _____ kW

B RAKENNETIEDOT

1. KESKUSLAJI
KENNO
KOTELO
KEHIKKO
2. KOTELOINTILUOKKA _____ IP20
3. KESKUKSEN RAKENNE
1-PUOLEINEN
2-PUOLEINEN
2 kpl 1-PUOLEISIA,
SELÄT VASTAKKAIN
4. ASENNUSTAPA
PINNALLE
UPOTETTU
5. KIINNITYS
SEINÄÄN
LATTIAAN
6. ASENNUS- JA TUKIRAKENTEET
SIDEKISKOT
JALUSTAT
7. KESKUKSEN YHTENÄINEN OVILAITE
LUKOLLA
SÄLVÄLLÄ
8. KESKUKSEN OVIEEN JA KANSIEN
AVAUTUMISKULMA
MIN 90°
180°
9. PINTAKÄSITTELY
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
10. ASENNUSTILA
LEVEYS _____ m
KORKEUS _____ m
SYVYYS _____ m
11. YMPÄRISTÖN LÄMPÖTILA
NORMAALI 20 ... 25°C
MIN °C - MAX °C
12. KENNOKESKUKSEN KAAPELIKUILUT
1 kpl / KENTTÄ
1 kpl / 2 KENTTÄÄ
VALMISTAJAN NORMAALI
LEVEYS _____ mm
13. LATTIALLA SEISOVAN KESKUKSEN
ALHAALLA OLEVAT LÄPIVIENNIIT
AVOIN
PALONKESTÄVÄ

C TUNNUSMERKINNÄT

1. TUNNUSMERKINNÄT
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
2. KESKUKSEN TUNNUSKILPI
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
3. KANSIKOJEIDEN TUNNUSKILVET
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
4. KENNOKESKUKSEN KENTTIEN MERKINTÄ
JUOKSEVA NUMERO _____
- VASEMMALTA OIKEALLE
- OIKEALTA VASEMMALLE
ERILL. OHJEEN MUKAAN
5. KENNOKESKUKSEN KENTTIEN MERKINTÄ
JUOKSEVA NUMERO _____
KENTÄN NUMERO + _____
JUOKSEVA NUMERO _____
ERILL. OHJEEN MUKAAN
6. SISÄISTEN KOJEIDEN MERKINTÄ
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
7. SISÄISTEN JOHTIMIEN MERKINNÄT
EI SUORITETA
ERILL. OHJEEN MUKAAN
- D KALUSTETIEDOT
1. KESKUKSEN KALUSTUS
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
2. KALUSTUKSEN TYYPI
KIINTEÄ
ULOSOTETTAVA
ULOSVEDETTÄVÄ
3. KALUSTUSTAPA
KESKITETTY
YKSIKKÖLÄHDÖT
4. MERKKILAMPUT
HEHKULAMPUT
HOHTOLAMPUT
LED-LAMPUT
5. LASKUTUSMITTAREIDEN TOIMITTAJA
SÄHKÖLAITOS
KESKUSVALMISTAJA
6. LASKUTUSMITTAMUUNTAJIEN TOIMITTAJA
SÄHKÖLAITOS
KESKUSVALMISTAJA

E KAAPELOINTITIEDOT

1. SYÖTTÖ
KAAPELI
KISKOSTO
LAJI _____ AXMK
POIKKIPINTA _____ 185 mm²
PITUUS (JÄNNITEHÄVIÖN
LASKEMISEKSI) _____ m
2. SYÖTÖN TULO SUUNTA
ALHAALTA
YLHÄÄLTÄ
3. SYÖTÖN SIJAINTI
VASEMMALLA
OIKEALLA
KESKELLÄ
4. PÄÄKAAPELEIDEN LÄHTÖSUUNTA
ALAS
YLÖS
5. PÄÄKAAPELEIDEN LIITTÄMINEN
KOJEISIIN
RIVILIITTIMIIN PE
KOJEISIIN ALKAEN _____ mm²
6. OHJAUSKAAPELEIDEN LÄHTÖSUUNTA
ALAS
YLÖS
7. OHJAUSKAAPELEIDEN LIITTÄMINEN
KOJEISIIN
RIVILIITTIMIIN

HUOM:

ALLE 25A:N JOHDONSUOJA-AUTOMAATIT
YKSIVAIHEISIA
KESKUKSEN NIMIKILPI KAIVERRETUNA
MUOVIIN

D
C
B
A

KHSS

K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY
Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna
P.03-648 0913 F.03-648 0915
juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi

RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE
AS OY JÄRVENPÄÄN
SAHAKAARI 25
04430 JÄRVENPÄÄ

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
PÄÄ- JA KIINTEISTÖKESKUS

SUUNN J.Ka PVM	TYÖ NO 20041111	KESKUS	LEHTI 1/5
2.6.2005 TARK/PVM	Suun.na PIIR NO SAH 300	MUUTOS	

LÄHTÖ	KAAVIO NO TAI ULKOISET LAITTEET	NIMITYS	MOOTTORI- TEHO P kW	SÄHKÖ- TEHO S kVA	VIRTA I A	SULAKE/ VAROKE A/A	KAAPELILAJI JA POIKKIPINTA mm ²
		LIITYMISJOHTO				125/160	1 AXMK 4x70S
		VARAUS					
		TILAVARAUS					
		MMK NOUSUJOHTO					1 AMCMK 4x70+29
		KESKUSPISTORASIA				C32	
		RKVSS NOUSUJOHTO				C25	1 MMJ 5x6S
		LÄMMÖNJAKO				C16	1 MMJ 5x2,5S
		TALOJAKAMO				C16	1 MMJ 3x2,5S
		TEKNISTEN TILOJEN PISTORASIA T				C16	1 MMJ 3x2,5S
		KESKUSPISTORASIA VIKA VIRTASUOJA 30mA				C16	
		VARA				C16	
		VARA				C16	
		VARA				C16	
		ANTENNIVAHVISTIMET PISTORASIA				C10	1 MMJ 3x1,5S
		VALAISTUS				C10	1 MMJ 3x1,5S

D	K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna P.03-648 0913 F.03-648 0915 juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi	RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE AS OY JÄRVENPÄÄN SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ PÄÄ- JA KIIINTEISTÖKESKUS	SUUNN J.Ka	TYÖ NO 20041111	KESKUS	LEHTI 2/5
C				PVM			
B				2.6.2005	Suun.nä	PIIR NO	MUUTOS
A				TARK/PVM	SÄH 300		

LÄHTÖ	KAAVIO NO TAI ULKOISET LAITTEET	NIMITYS	MOOTTORI- TEHO P kW	SÄHKÖ- TEHO S kVA	VIRTA I A	SULAKE/ VAROKE A/A	KAAPELILAJI JA POIKKIPINTA mm ²
15F		UVV + JÄTE VALAISTUS				C10	1 MCMK 2x1,51,5S
16F		Kcal-MITTAUS	MMJ	3x1,5S		C10	
17F		KÄYTÄVÄN VALAISTUS	MMJ	3x1,5S		C10	
18F		VARA				C10	
19F		HÄMÄRÄKYTKIN, OHJAUS				C6	1 MMJ 3x1,5N
20F	20K1 20H1	ULKOVALAISTUS K-O-A KYTKIN KANNESSA				B10	1 MCMK 4x1,5+1,5S
	22P1 RWH	TAKAMITTAUS					1 MMJ 3x1,5S
23F		AUTOLÄMMITYS				C25	1 MCMK 4x6+6S
24F		AUTOLÄMMITYS				C25	1 MCMK 4x6+6S
25		TAAJUUSMUUTTAJA				C10	1 MMJ 5x1,5S

A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT

KESKUS

1. NIMELLISJÄNNITE UN 400 V
2. JÄNNITEHÄVIÖ KESKUKSEEN U_h _____ %
3. TAAJUUS f 50 Hz
4. NIMELLISVIRTA I_N 125 A
5. OIKOSULKUKESTOISUUS
TERMINEN I_{LS} _____ kA
DYNAAMINEN I_{IS} _____ kA
E3:N MUKAAN
6. KESKUKSEN HÄVIÖTEHO P _____ kW
7. KISKOT TAI JOHTIMET AC
L1
L2
L3
N
PE
PEN
8. KISKOT TAI JOHTIMET DC
L+
m
L-
PE
9. OHJAUSJÄNNITE U _____ V
f _____ Hz
I _____ A
S _____ kVA

10. APUJÄNNITE 1

11. APUJÄNNITE 2

KESKUKSEEN LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET

12. JAKELUJÄRJESTELMÄ
KÄYTTÖMAADOITETTU 4J. TN-C-S
KÄYTTÖMAADOITETTU 5J. TN-S
KÄYTTÖMAAD.IMP.KAUTTA IT
KÄYTTÖMAADOITTAMATON IT
13. TEHO
ASENETTU S _____ kVA
TASATTU S _____ kVA
14. TEHOKERROIN cosφ _____
15. LÄMMITYSTEHDON OSUUS P _____ kW

B RAKENNETIEDOT

1. KESKUSLAJI
KENNO
KOTELO
KEHIKKO
2. KOTELOINTILUOKKA _____ IP20
3. KESKUKSEN RAKENNE
1-PUOLEINEN
2-PUOLEINEN
2 kpl 1-PUOLEISIA,
SELÄT VASTAKKAIN
4. ASENNUSTAPA
PINNALLE
UPOTETTU
5. KIINNITYS
SEINÄÄN
LATTIAAN
6. ASENNUS- JA TUKIRAKENTEET
SIDEKISKOT
JALUSTAT
7. KESKUKSEN YHTENÄINEN OVILAITE
LUKOLLA
SÄLVÄLLÄ
8. KESKUKSEN OVIEEN JA KANSIEN
AVAUTUMISKULMA MIN 90°
180°
9. PINTAKÄSITTELY
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
10. ASENNUSTILA
LEVEYS _____ m
KORKEUS _____ m
SYVYYS _____ m
11. YMPÄRISTÖN LÄMPÖTILA
NORMAALI 20 ... 25°C
MIN °C - MAX °C
12. KENNOKESKUKSEN KAAPELIKUILUT
1 kpl / KENTTÄ
1 kpl / 2 KENTTÄÄ
VALMISTAJAN NORMAALI
LEVEYS _____ mm
13. LATTIALLA SEISOVAN KESKUKSEN
ALHAALLA OLEVAT LÄPIVIENNIIT
AVOIN
PALONKESTÄVÄ

C TUNNUSMERKINNÄT

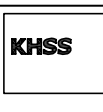
1. TUNNUSMERKINNÄT
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
2. KESKUKSEN TUNNUSKILPI
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
3. KANSIKOJEIDEN TUNNUSKILVET
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
4. KENNOKESKUKSEN KENTTIEN MERKINTÄ
JUOKSEVA NUMERO
- VASEMMALTA OIKEALLE
- OIKEALTA VASEMMALLE
ERILL. OHJEEN MUKAAN
5. KENNOKESKUKSEN KENTTIEN MERKINTÄ
JUOKSEVA NUMERO
KENTÄN NUMERO +
JUOKSEVA NUMERO
ERILL. OHJEEN MUKAAN
6. SISÄISTEN KOJEIDEN MERKINTÄ
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
7. SISÄISTEN JOHTIMIEN MERKINNÄT
EI SUORITETA
ERILL. OHJEEN MUKAAN
- D KALUSTETIEDOT
1. KESKUKSEN KALUSTUS
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
2. KALUSTUKSEN TYYPI
KIINTEÄ
ULOSOTETTAVA
ULOSVEDETTÄVÄ
3. KALUSTUSTAPA
KESKITETTY
YKSIKKÖLÄHDÖT
4. MERKKILAMPUT
HEHKULAMPUT
HOHTOLAMPUT
LED-LAMPUT
5. LASKUTUSMITTAREIDEN TOIMITTAJA
SÄHKÖLAITOS
KESKUSVALMISTAJA
6. LASKUTUSMITTAMUUNTAJIEN TOIMITTAJA
SÄHKÖLAITOS
KESKUSVALMISTAJA

E KAAPELOINTITIEDOT

1. SYÖTTÖ
KAAPELI
KISKOSTO
LAJI AXMK _____ mm²
POIKKIPINTA 50
PITUUS (JÄNNITEHÄVIÖN
LASKEMISEKSI) _____ m
2. SYÖTÖN TULOJUONTA
ALHAALTA
YLHÄÄLTÄ
3. SYÖTÖN SIJAINTI
VASEMMALLA
OIKEALLA
KESKELLÄ
4. PÄÄKAAPELEIDEN LÄHTÖSUUNTA
ALAS
YLÖS
5. PÄÄKAAPELEIDEN LIITTÄMINEN
KOJEISIIN
RIVILIITTIMIIN L N P
KOJEISIIN ALKAEN _____ mm²
6. OHJAUSKAAPELEIDEN LÄHTÖSUUNTA
ALAS
YLÖS
7. OHJAUSKAAPELEIDEN LIITTÄMINEN
KOJEISIIN
RIVILIITTIMIIN

HUOM:

D
C
B
A



K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY
Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna
P.03-648 0913 F.03-648 0915
juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi

RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE
AS OY JÄRVENPÄÄN
SAHAKAARI 25
04430 JÄRVENPÄÄ

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
MONIMITTARIKESKUS

SUUNN
J.Ka
PVM
2.6.2005
TARK/PVM

TYÖ NO
20041111
Suun.ala
PIIR NO
SAH 301

KESKUS
LEHTI
1/2
MUUTOS

LÄHTÖ	KAAVIO NO TAI ULKOISET LAITTEET	NIMITYS	MOOTTORI- TEHO P kW	SÄHKÖ- TEHO S kVA	VIRTA I A	SULAKE/ VAROKE A/A	KAAPELILAJI JA POIKKIPINTA mm ²
		NOUSUJOHTO KYTKIN 125A					1 AMCMK 4x70+21
		ASUNTO 1 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 2 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 3 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 4 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 5 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 6 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 7 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 8 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 9 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 10 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 11 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 12 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 13 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 14 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 15 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S
		ASUNTO 16 SÄHKÖNMITTAUS				25/25	1 MCMK 4x6+6S

D
C
B
A

KHSS
K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY
 Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna
 P.03-648 0913 F.03-648 0915
 juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi

RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE
 AS OY JÄRVENPÄÄN
 SAHAKAARI 25
 04430 JÄRVENPÄÄ

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
 MONIMITTARIKESKUS

SUUNN J.Ka PVM 2.6.2005 TARK/PVM	TYÖ NO 20041111	KESKUS	LEHTI 2/2
Suun.na TARK/PVM	PIIR NO SÄH 301	MUUTOS	

A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT

KESKUS

1. NIMELLISJÄNNITE UN 400 V
2. JÄNNITEHÄVIÖ KESKUKSEEN U_h _____ %
3. TAAJUUS f 50 Hz
4. NIMELLISVIRTA I_N 25 A
5. OIKOSULKUKESTOISUUS
TERMINEN I_{LS} _____ kA
DYNAAMINEN I_{IS} _____ kA
E3:N MUKAAN
6. KESKUKSEN HÄVIÖTEHO P _____ kW
7. KISKOT TAI JOHTIMET AC
L1
L2
L3
N
PE
PEN
8. KISKOT TAI JOHTIMET DC
L+
m
L-
PE
9. OHJAUSJÄNNITE U _____ V
f _____ Hz
I _____ A
S _____ kVA
10. APUJÄNNITE 1
11. APUJÄNNITE 2
- KESKUKSEEN LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET
12. JAKELUJÄRJESTELMÄ
KÄYTTÖMAADOITETTU 4J. TN-C-S
KÄYTTÖMAADOITETTU 5J. TN-S
KÄYTTÖMAAD.IMP.KAUTTA IT
KÄYTTÖMAADOITTAMATON IT
13. TEHO
ASENETTU S _____ kVA
TASATTU S _____ kVA
14. TEHOKERROIN cosφ _____
15. LÄMMITYSTEHDON OSUUS P _____ kW

B RAKENNETIEDOT

1. KESKUSLAJI
KENNO
KOTELO
KEHIKKO
2. KOTELOINTILUOKKA _____ IP20
3. KESKUKSEN RAKENNE
1-PUOLEINEN
2-PUOLEINEN
2 kpl 1-PUOLEISIA, SELÄT VASTAKKAIN
4. ASENNUSTAPA
PINNALLE
UPOTETTU
5. KIINNITYS
SEINÄÄN
LATTIAAN
6. ASENNUS- JA TUKIRAKENTEET
SIDEKISKOT
JALUSTAT
7. KESKUKSEN YHTENÄINEN OVILAITE
LUKOLLA
SÄLVÄLLÄ
8. KESKUKSEN OVIEEN JA KANSIEN
AVAUTUMISKULMA MIN 90°
180°
9. PINTAKÄSITTELY
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
10. ASENNUSTILA
LEVEYS _____ m
KORKEUS _____ m
SYVYYS _____ m
11. YMPÄRISTÖN LÄMPÖTILA
NORMAALI 20 ... 25°C
MIN °C - MAX °C
12. KENNOKESKUKSEN KAAPELIKUILUT
1 kpl / KENTTÄ
1 kpl / 2 KENTTÄÄ
VALMISTAJAN NORMAALI
LEVEYS _____ mm
13. LATTIALLA SEISOVAN KESKUKSEN
ALHAALLA OLEVAT LÄPIVIENNIIT
AVOIN
PALONKESTÄVÄ

C TUNNUSMERKINNÄT

1. TUNNUSMERKINNÄT
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
2. KESKUKSEN TUNNUSKILPI
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
3. KANSIKOJEIDEN TUNNUSKILVET
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
4. KENNOKESKUKSEN KENTTIEN MERKINTÄ
JUOKSEVA NUMERO _____
- VASEMMALTA OIKEALLE
- OIKEALTA VASEMMALLE
ERILL. OHJEEN MUKAAN
5. KENNOKESKUKSEN KENTTIEN MERKINTÄ
JUOKSEVA NUMERO _____
KENTÄN NUMERO + _____
JUOKSEVA NUMERO _____
ERILL. OHJEEN MUKAAN
6. SISÄISTEN KOJEIDEN MERKINTÄ
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
7. SISÄISTEN JOHTIMIEN MERKINNÄT
EI SUORITETA
ERILL. OHJEEN MUKAAN
- D KALUSTETIEDOT
1. KESKUKSEN KALUSTUS
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
2. KALUSTUKSEN TYYPI
KIINTEÄ
ULOSOTETTAVA
ULOSVEDETTÄVÄ
3. KALUSTUSTAPA
KESKITETTY
YKSIKKÖLÄHDÖT
4. MERKKILAMPUT
HEHKULAMPUT
HOHTOLAMPUT
LED-LAMPUT
5. LASKUTUSMITTAREIDEN TOIMITTAJA
SÄHKÖLAITOS
KESKUSVALMISTAJA
6. LASKUTUSMITTAMUUNTAJAJEN TOIMITTAJA
SÄHKÖLAITOS
KESKUSVALMISTAJA

E KAAPELOINTITIEDOT

1. SYÖTTÖ
KAAPELI
KISKOSTO
LAJI _____ MCMK
POIKKIPINTA _____ 6 mm²
PITUUS (JÄNNITEHÄVIÖN LASKEMISEKSI) _____ m
2. SYÖTÖN TULOJUONTA
ALHAALTA
YLHÄÄLTÄ
3. SYÖTÖN SIJAINTI
VASEMMALLA
OIKEALLA
KESKELLÄ
4. PÄÄKAAPELEIDEN LÄHTÖJUONTA
ALAS
YLÖS
5. PÄÄKAAPELEIDEN LIITTÄMINEN
KOJEISIIN
RIVILIITTIMIIN
KOJEISIIN ALKAEN _____ mm²
6. OHJAUSKAAPELEIDEN LÄHTÖJUONTA
ALAS
YLÖS
7. OHJAUSKAAPELEIDEN LIITTÄMINEN
KOJEISIIN
RIVILIITTIMIIN

HUOM: IT/ANTENNIOSA

KUTEN ESIM ENSTO _____
EHSV 545.XU/IT _____

LÄHTÖ	KAAVIO NO TAI ULKOISET LAITTEET	NIMITYS	MOOTTORI- TEHO P kW	SÄHKÖ- TEHO S kVA	VIRTA I A	SULAKE/ VAROKE A/A	KAAPELILAJI JA POIKKIPINTA mm ²
		NOUSUJOHTO				25	1 MCMK 4x6+6S
		LIESI				C16	1 MMJ 5x2,5S
		KIUAS				C16	1 MMJ 5x2,5S
		KEITTIÖN PISTORASIA				C16	1 MMJ 3x2,5S
		APK				C16	1 MMJ 3x2,5S
		VALAISTUS				C10	1 MMJ 3x1,5S
		VALAISTUS				C10	1 MMJ 3x1,5S
		VALAISTUS				C10	1 MMJ 3x1,5S
		VALAISTUS				C10	1 MMJ 3x1,5S
		3-V A-TYYPIN VIKAVIRTASUOJAKYTKIN 30mA					
		PYYKINPESUKONE				C16	1 MMJ 3x2,5S
		VALAISTUS JA PISTORASIA				C10	1 MMJ 3x1,5S
		LATTIALÄMMITYS				C10	1 MMJ 3x1,5S
		KESKUPISTORASIA				C10	

D	K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna P.03-648 0913 F.03-648 0915 juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi	RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE AS OY JÄRVENPÄÄN SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ RK ASUNNOT	SUUNN J.Ka	TYÖ NO 20041111	KESKUS	LEHTI 2/2
C				PVM			
B				2.5.2005	Suun.nala	PIIR NO	MUUTOS
A				TARK/PVM	SÄH 302		

A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT

KESKUS

1. NIMELLISJÄNNITE UN 400 V
2. JÄNNITEHÄVIÖ KESKUKSEEN Uh _____ %
3. TAAJUUS f _____ Hz
4. NIMELLISVIRTA I N 25 A
5. OIKOSULKUKESTOISUUS
TERMINEN I LS _____ kA
DYNAAMINEN I IS _____ kA
E3:N MUKAAN
6. KESKUKSEN HÄVIÖTEHO P _____ kW
7. KISKOT TAI JOHTIMET AC
L1
L2
L3
N
PE
PEN
8. KISKOT TAI JOHTIMET DC
L+
m
L-
PE
9. OHJAUSJÄNNITE U _____ V
f _____ Hz
I _____ A
S _____ kVA
10. APUJÄNNITE 1
11. APUJÄNNITE 2
- KESKUKSEEN LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET
12. JAKELUJÄRJESTELMÄ
KÄYTTÖMAADOITETTU 4J. TN-C-S
KÄYTTÖMAADOITETTU 5J. TN-S
KÄYTTÖMAAD.IMP.KAUTTA IT
KÄYTTÖMAADOITTAMATON IT
13. TEHO
ASENETTU S _____ kVA
TASATTU S _____ kVA
14. TEHOKERROIN cosφ _____
15. LÄMMITYSTEHDON OSUUS P _____ kW

B RAKENNETIEDOT

1. KESKUSLAJI
KENNO
KOTELO
KEHIKKO
2. KOTELOINTILUOKKA _____ IP34
3. KESKUKSEN RAKENNE
1-PUOLEINEN
2-PUOLEINEN
2 kpl 1-PUOLEISIA,
SELÄT VASTAKKAIN
4. ASENNUSTAPA
PINNALLE
UPOTETTU
5. KIINNITYS
SEINÄÄN
LATTIAAN
6. ASENNUS- JA TUKIRAKENTEET
SIDEKISKOT
JALUSTAT
7. KESKUKSEN YHTENÄINEN OVILAITE
LUKOLLA
SÄLVÄLLÄ
8. KESKUKSEN OVIEEN JA KANSIEN
AVAUTUMISKULMA MIN 90°
180°
9. PINTAKÄSITTELY
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
10. ASENNUSTILA
LEVEYS _____ m
KORKEUS _____ m
SYVYYS _____ m
11. YMPÄRISTÖN LÄMPÖTILA
NORMAALI 20 ... 25°C
MIN °C - MAX °C
12. KENNOKESKUKSEN KAAPELIKUILUT
1 kpl / KENTTÄ
1 kpl / 2 KENTTÄÄ
VALMISTAJAN NORMAALI
LEVEYS _____ mm
13. LATTIALLA SEISOVAN KESKUKSEN
ALHAALLA OLEVAT LÄPIVIENNIIT
AVOIN
PALONKESTÄVÄ

C TUNNUSMERKINNÄT

1. TUNNUSMERKINNÄT
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
2. KESKUKSEN TUNNUSKILPI
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
3. KANSIKOJEIDEN TUNNUSKILVET
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
4. KENNOKESKUKSEN KENTTIEN MERKINTÄ
JUOKSEVA NUMERO _____
- VASEMMALTA OIKEALLE
- OIKEALTA VASEMMALLE
ERILL. OHJEEN MUKAAN
5. KENNOKESKUKSEN KENTTIEN MERKINTÄ
JUOKSEVA NUMERO _____
KENTÄN NUMERO + _____
JUOKSEVA NUMERO _____
ERILL. OHJEEN MUKAAN
6. SISÄISTEN KOJEIDEN MERKINTÄ
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
7. SISÄISTEN JOHTIMIEN MERKINNÄT
EI SUORITETA
ERILL. OHJEEN MUKAAN
- D KALUSTETIEDOT
1. KESKUKSEN KALUSTUS
VALMISTAJAN NORMAALI
ERILL. OHJEEN MUKAAN
2. KALUSTUKSEN TYYPPI
KIINTEÄ
ULOSOTETTAVA
ULOSVEDETTÄVÄ
3. KALUSTUSTAPA
KESKITETTY
YKSIKKÖLÄHDÖT
4. MERKKILAMPUT
HEHKULAMPUT
HOHTOLAMPUT
LED-LAMPUT
5. LASKUTUSMITTAREIDEN TOIMITTAJA
SÄHKÖLAITOS
KESKUSVALMISTAJA
6. LASKUTUSMITTAMUUNTAJAJEN TOIMITTAJA
SÄHKÖLAITOS
KESKUSVALMISTAJA

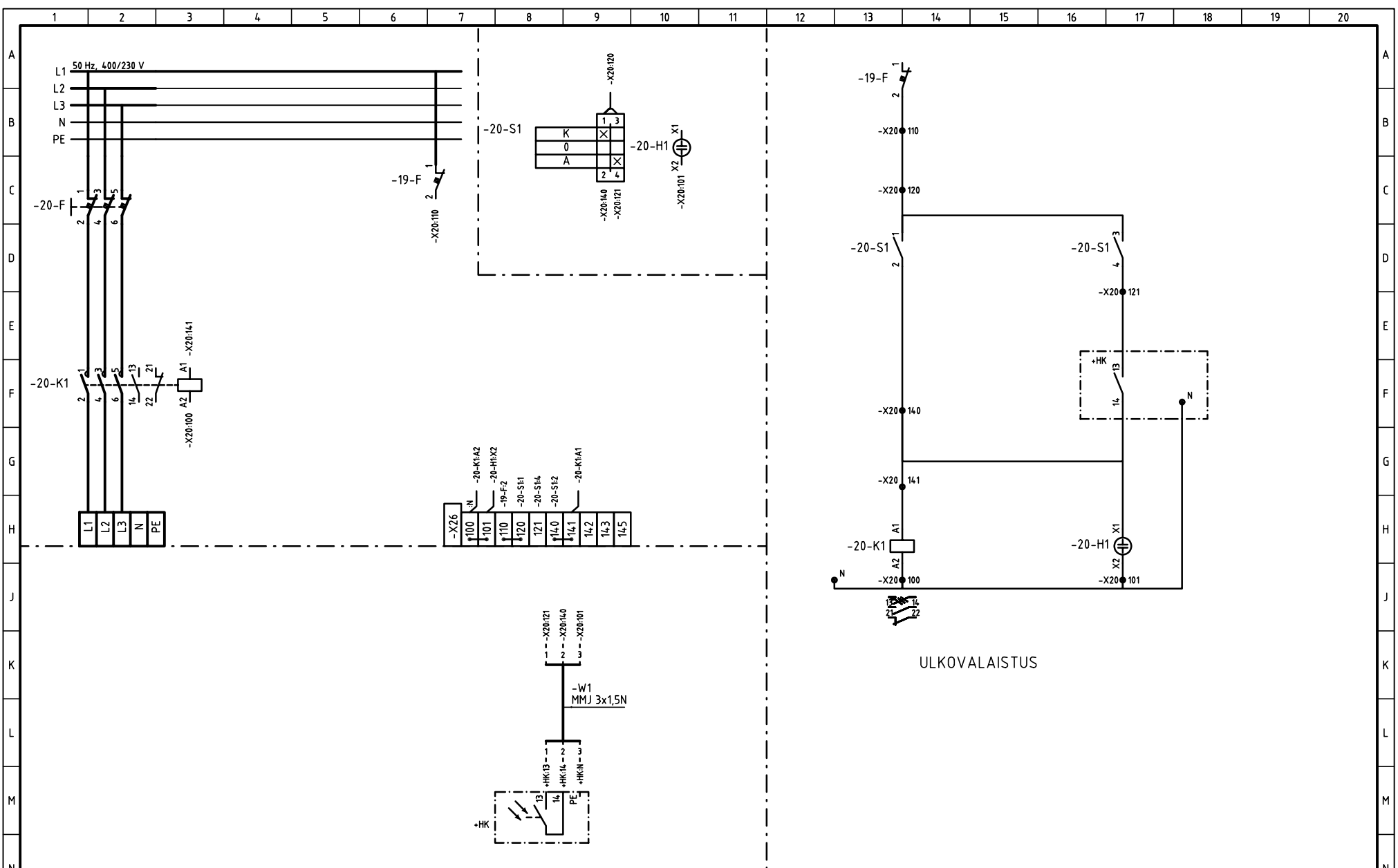
E KAAPELOINTITIEDOT

1. SYÖTTÖ
KAAPELI
KISKOSTO
LAJI _____ MMJ
POIKKIPINTA _____ 6 mm²
PITUUS (JÄNNITEHÄVIÖN
LASKEMISEKSI) _____ m
2. SYÖTÖN TULOJUONTA
ALHAALTA
YLHÄÄLTÄ
3. SYÖTÖN SIJAINTI
VASEMMALLA
OIKEALLA
KESKELLÄ
4. PÄÄKAAPELEIDEN LÄHTÖSUUNTA
ALAS
YLÖS
5. PÄÄKAAPELEIDEN LIITTÄMINEN
KOJEISIIN
RIVILIITTIMIIN PE
KOJEISIIN ALKAEN _____ mm²
6. OHJAUSKAAPELEIDEN LÄHTÖSUUNTA
ALAS
YLÖS
7. OHJAUSKAAPELEIDEN LIITTÄMINEN
KOJEISIIN
RIVILIITTIMIIN

HUOM: _____

LÄHTÖ	KAAVIO NO TAI ULKOISET LAITTEET	NIMITYS	MOOTTORI- TEHO P kW	SÄHKÖ- TEHO S kVA	VIRTA I A	SULAKE/ VAROKE A/A	KAAPELILAJI JA POIKKIPINTA mm ²
		PÄÄKYTKIN			25		1 MMJ 5x6
		VSS KOJE				C6	1 MMJ 5x1,5S
		VALAISTUS				C10	1 MMJ 3x1,5S
		3-v A-TYYPIN VIKAVIRTASUOJAKYTKIN 30mA					
		PISTORASIA				C16	1 MMJ 3x2,5S
		PISTORASIA				C16	1 MMJ 3x2,5S
		VARA				C16	

D		K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna P.03-648 0913 F.03-648 0915 juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi	RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE AS OY JÄRVENPÄÄN SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ rkvss	SUUNN J.Ka PVM 2.6.2005 TARK/PVM	TYÖ NO 20041111	KESKUS	LEHTI 2/2
C						Suun.na PIR NO SÄH 305		MUUTOS
B								
A								



E		K-H SÄHKÖSUUNNITTELU OY Birger Jaarlin katu 21, 13100 Hämeenlinna P.03-648 0913 F.03-648 0915 juha.karimaki@k-hsahkosuunnittelu.fi	AS OY JÄRVENPÄÄN SAHANKAARI 25 SAHAKAARI 25 04430 JÄRVENPÄÄ	PK PIIRIKAAVIO	SUUNNITTELIJA J.Ka	TYÖ NO 2004.1111	KESKUS	LEHTI / 01	
D					PVM 2.6.2005	SUUNNITTELIJA P.M.	PIIRIT P.M.	PIIRIT P.M.	
C					TARKASTAJA P.M.	SAH 304		PIIRIT P.M.	
B					TARKASTAJA P.M.	TIEDOSTO pk piirikaavio		PIIRIT P.M.	
P									
A									