

Mike Antila

ANTENNIJÄRJESTELMÄN TOIMINNAN PARANTAMINEN

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2014

ANTENNIJÄRJESTELMÄN TOIMINNAN PARANTAMINEN

Antila, Mike
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2014
Ohjaaja: Viljanen, Timo
Sivumäärä: 41
Liitteitä: 37

Asiasanat: Antennijärjestelmä, kaapeliverkko, mittaukset

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Kankaanpään Sataedun antennijärjestelmän toimintaa. Työhön sisältyi lisäksi antennijärjestelmän dokumentoinnin päivittäminen sekä kaapeleiden ja rasioiden merkitseminen. Antennijärjestelmä kuului kaapelitelevisioverkkoon. Tein erilaisia mittauksia koskien järjestelmää ja sen vahvistimia. Mittaustulosten perusteella tutkittiin ja selvitettiin mahdollisia vikapaikkoja ja miten ne voitaisiin mahdollisesti korjata.

Mittauksien aikana löydettiin, jonkin verran viallisia komponentteja ja niiden vaihtoa ehdotettiin työn tilaajalle. Järjestelmän dokumentaatio päivitettiin ajan tasalle ja kaapelit ja antennirasiat merkittiin.

IMPROVING THE ANTENNA SYSTEM

Antila, Mike
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
April 2014
Supervisor: Viljanen, Timo
Number of pages: 41
Appendices: 37

Keywords: Antenna system, cable television, measurements

The purpose of thesis was to investigate the working of antenna system in Sataedu Kankaanpaa. My thesis included also updating of the antenna system's documentation and the marking of the cables and antenna sockets. The antenna system belonged to the cable television network. I made different types of measurements regarding the system and it's amplifiers. On the basis of measurements examined and found out the possible fault points and how those could be possible to fix.

During the measurements was found some faulty components and changing those were suggested for the commissioner of the thesis. The documentation of the system was updated and the cables and antenna sockets were marked.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YHTEISANTENNIVERKON RAKENNE YLEISESTI	7
2.1	Käytettävät signaalit.....	7
2.1.1	DVB-T ja DVB-T2.....	7
2.1.2	DVB-S ja DVB-S2	7
2.1.3	DVB-C ja DVB-C2	8
2.1.4	Kaapeli-tv:n paluusuunta.....	8
2.1.5	Analoginen radiokanava	9
2.2	Taajuusalueet	9
2.2.1	Maanpäällisen jakelun taajuusalueet	9
2.2.2	Tv-satelliittien taajuusalueet.....	10
2.2.3	Kaapeli-tv-verkon taajuusalueet	11
2.2.4	Taajuusalueet yhteisantennijärjestelmässä	11
2.3	Verkkotopologia	11
2.3.1	Jakoverkko.....	12
2.3.2	Kaapeli-tv-verkko.....	13
3	YLEISIMMÄT KOMPONENTIT YHTEISANTENNIVERKOSSA	14
3.1	Standardit ja vaatimukset	14
3.2	Antennit.....	14
3.2.1	VHF-antenni (Very High Frequency)	15
3.2.2	UHF-antenni (Ultra High Frequency)	15
3.2.3	Logaritmi-periodinen antenni	16
3.2.4	ULA-antenni.....	16
3.2.5	Satelliittiantenni.....	16
3.3	Vahvistimet antennijärjestelmissä	17
3.3.1	Päävahvistin.....	17
3.3.2	Laajakaistavahvistin	18
3.4	Passiiviset komponentit antennijärjestelmässä	19
3.4.1	Jaottimet.....	19
3.4.2	Haaroittimet.....	20
3.4.3	Antennirasiat	21
3.4.4	Koaksiaalikaapelit	22
3.4.5	Suodattimet.....	24
4	ANTENNIJÄRJESTELMÄN KUNTOTUTKIMUS.....	24
4.1	Tarpeiden kartoittaminen	24

4.2	Kuntotutkimuksen toteuttaminen.....	24
4.3	Kuntotutkimusraportti.....	25
5	VIANETSINTÄ	25
5.1	Mittaaminen ja mittalaitteet	26
5.1.1	Tasomittari.....	27
5.1.2	Kohinageneraattori	27
5.1.3	Kaapelitutka.....	28
5.1.4	Signaalin tason mittaus.....	28
5.1.5	Taajuusvasteen mittaaminen	29
5.1.6	MER ja BER.....	30
5.1.7	Kohinaetäisyyden mittaaminen	31
6	KÄYTÄNNÖN OSUUS	33
6.1	Mittalaite ja kohinageneraattori	33
6.2	Vahvistimien mittaukset ja johtopäätökset	34
6.3	Antennirasioiden mittaukset ja johtopäätökset	34
6.3.1	Päärakennuksen mittaukset	34
6.3.2	Asuntolan mittaukset.....	35
6.3.3	Metallialan mittaukset	36
6.3.4	Kauppa ja hallinto.....	37
6.3.5	Vikalista.....	37
6.4	Dokumentointi ja merkintä	37
6.4.1	Suunnitelma metallialan-järjestelmästä.....	38
6.4.2	Autoalan ja sähköalan vahvistimet.....	39
7	YHTEENVETO	40
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella miten Kankaanpään Sataedun antennijärjestelmää voitaisiin parantaa järjestelmän epävarman toiminnan takia. Tehtäviini kuului antennijärjestelmän mittaaminen, järjestelmän piirustusten päivittäminen sekä suunnittelu, miten järjestelmää voisi parantaa. Sataedun järjestelmä kuuluu kaapeli-verkkoon.

Tehtäviä vaikeutti huomattavasti dokumenttien puute ja järjestelmän vanhuus. Kaikista rakennuksista ei löytynyt ollenkaan ajan tasalla olevia sähköpiirustuksia sekä kyseessä ollessa oppilaitos, niin rakennuksissa tapahtuu usein muutoksia, jotka jäävät dokumentoimatta.

2 YHTEISANTENNIVERKON RAKENNE YLEISESTI

2.1 Käytettävät signaalit

Televisiosignaalia siirretään käyttäen erilaisia signaalimuotoja, jotka ovat DVB-T, DVB-S ja DVB-C ja näistä parannellut versiot ovat T2, S2 ja C2. Parannelluilla versioilla voidaan siirtää suurempia datamääriä ja niissä on myös muita parannuksia vanhempiin versioihin verrattuna. DVB (Digital video broadcasting) on televisiosignaalia varten tehty standardi.

2.1.1 DVB-T ja DVB-T2

DVB-T ja DVB-T2 ovat signaalimuotoja, joita käytetään maanpäällisissä tv-lähetyksissä. Signaalissa UHF-kanava on moduloitu COFDM-tekniikalla (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) sekä digitaalisella datavirralla (Transport Stream, TS). COFDM-tekniikkaa käytetään, koska se kestää todella hyvin viivästyneitä kaikuja sekä se kestää myös todella hyvin kapeakaistaisia kantoaaltotyypisiä häiriöitä. Suomessa DVB-T-signaalilla on käytössä 64-QAM-modulaatio. DVB-T2-standardiversiolla voidaan lisätä siirtokapasiteettia verrattuna DVB-T-standardiversioon. (ST-käsikirja 12, 2008, 15-16.)

2.1.2 DVB-S ja DVB-S2

DVB-S-signaalia käytetään, kun tv-lähetystä vastaanotetaan satelliitista. Modulaationa on käytössä QPSK. QPSK tarvitsee suuren määrän taajuuskaistaa, mutta toisaalta tarvittava C/N on pieni. Satelliittijakelussa käytetään virheenkorjausta ja koodausta. DVB-S-siirtostandardista on myös paranneltu versio, joka on DVB-S2. DVB-S2-versiolla dataa voidaan siirtää noin 30 % enemmän. Se käyttää 8PSK- ja MAPSK-modulaatiomuotoja. (ST-käsikirja 12, 2008, 16-18; ST 621.11 2011, 2.)

2.1.3 DVB-C ja DVB-C2

DVB-C-signaalia käytetään kaapelijakelussa. Modulaatiomenetelmä on QAM. Yleisimmät QAM-modulaatiot ovat 64 ja 256, mutta Suomessa on käytössä myös 128-QAM ainoana maana Euroopassa. 256-QAM kykenee välittämään nopeampaa dataa, mutta se tarvitsee 6 dB paremman kantoaaltokohinasuhteen. Rasteri eli kaistanleveys on 7 tai 8 MHz. (ST-käsikirja 12, 2008, 18-19.)

TAULUKKO 1. Siirtokapasiteetti eri DVB-C:n vaihtoehdoilla, kun kaistanleveys on 8 MHz. (ST-käsikirja 12, 2008, 19.)

Modulaatio	Siirtonopeus (Mbit/s)
64QAM	38,47
128QAM	44,88
256QAM	51,29

2.1.4 Kaapeli-tv:n paluusuunta

Kaapeli-tv-verkossa voidaan dataa lähettää myös takaisin verkkoa kohti, jolloin käytössä on paluusuunta, jonka taajuusalue on 5-65 MHz. Tämä perustuu amerikkalaiseen kaapeli-tv-modeemistandardiin nimeltä Docsis tai eurooppalaiseen versioon nimeltä EuroDocsis. Näiden kahden ero on se, että Docsis-standardissa kaistanleveys on 6 MHz ja EuroDocsis-standardissa 8 MHz. Uusin keksintö on kuitenkin Wideband Docsis (Docsis 3.0), jossa käytetään useita kanavia menosuunnassa yhtä aikaa. Tällä tavoin välityskyky saadaan paremmaksi. Normaalisti menosuunnan modulaatio on QAM256, kun taas paluusuunnalla käytetään joko QAM16:ta tai QPSK:ta (Taulukko 2). (ST-käsikirja 12, 2008, 19-20; ST 621.11 2011, 2.)

TAULUKKO 2. Docsis-standardin kanavarasterit ja vastaavat siirtonopeudet eri modulaatiomenetelmillä. (ST-käsikirja 12, 2008, 20.)

Kanavarasteri (MHz)	Siirtonopeus (kbit/s)		
	QPSK	8QAM	16QAM
0,2	320	480	640
0,4	640	960	1 280
0,8	1 280	1 920	2 560
1,6	2 560	3 840	5 120
3,2	5 120	7 680	10 240

2.1.5 Analoginen radiokanava

Analogisella radiokanavalla tarkoitetaan ns. ULA-radiota (stereo). Sen kantaalto on FM-moduloitu. Antennijärjestelmissä ei välitetä AM-modulaatiota käyttäviä PKL-alueiden radiosignaaleja. Analogisen radion taajuusalue on 87,5–108 MHz. (ST 621.11 2011, 2; ST-käsikirja 12, 2008, 20.)

2.2 Taajuusalueet

2.2.1 Maanpäällisen jakelun taajuusalueet

Paljon ulkomaisia yleisradioasemia toimii taajuusalueella 150 kHz – 26,1 MHz, joita on mahdollista vastaanottaa Suomessa. Kuitenkaan näitä ei vastaanoteta ja välitetä yhteisantenniverkoissa. (ST-käsikirja 12, 2008, 21.)

47–68 MHz on VHF-aaltoalue I ja tällä alueella ovat tv-kanavat 2-4. Tätä aluetta ei kuitenkaan Suomessa enää käytetä, vaan sen käytöstä on luovuttu. VHF-aaltoalueella II eli taajuusalueella 87,5–108 MHz, toimii ULA-radio. Taajuusalueella 230–470 Mhz ei lähetetä tv-kanavia maanpäällisessä verkossa. Nämä taajuudet ovat käytössä kaapeli-tv-verkoissa. (ST-käsikirja 12, 2008, 21.)

Maanpäälliset tv-lähettimet toimivat taajuusalueilla 470–606 MHz (UHF-IV) tai 606–862 MHz (UHF-V). Maanpäällisiä lähettämiä toimii mahdollisesti myös VHF-alueella (esim. HDTV). (ST-käsikirja 12, 2008, 21.)

TAULUKKO 3. Suurtaajuusalueiden rajat ja alueiden käyttö antennijärjestelmissä. (ST-käsikirja 12, 2008, 21.)

Alue	Taajuus, MHz	Huom.
Paluusuunta	5–65	
II	87,5–108	ULA-radio
Ala-S	125–174	Erikois- eli S-kanavia
III	174–230	Erikois- eli S-kanavia
Ylä-S	230–470	Erikois- eli S-kanavia
IV	470–606	Tv-kanavat 21–37
V	606–862	Tv-kanavat 38–69
Sat-tv	950–2150	Ohjaussignaali DC – 22 kHz

2.2.2 Tv-satelliittien taajuusalueet

Tv-satelliittien lähetyksiä vastaanotetaan mikroaalloilla, ns. Ku-alueella, joka on 10–17 GHz. Aluksi yleisradiosatelliiteille oli varattu vain taajuusalue 11,700–12,500 GHz. Tämä taajuusalue on jaettu neljällekymmenelle kanavalle, joiden kaikkien kais-taleveys on 27 MHz. (ST-käsikirja 12, 2008, 23.)

11,700–12,500 GHz:n ylä- ja alapuolella ovat alueet, jotka on tarkoitettu välityssatelliiteille. Niiden tarkoitus on jakaa ohjelmia yleisradioyhtiöille ja kaapeli-tv-verkkoihin. (ST-käsikirja 12, 2008, 23.)

Taajuusmuuntimen tehtävänä lautasantennin yhteydessä on muuttaa Ku-alueen taajuudet noin 10 GHz alemmaksi, jolloin signaalin kuljettaminen koaksiaalikaapelissa tulee mahdolliseksi. Tätä kutsutaan satelliittivälitaajuuskaistaksi ja sen taajuusalue on 950–2150 MHz. Taajuuskaista satelliiteilla on niin suuri, että se on täytynyt jakaa kahteen osaan. Tätä järjestelmää kutsutaan nimellä dual-band-tekniikka. Tällä tavalla satelliittivälitaajuuskaistalla 950–2150 MHz voidaan välittää Ku-alueelta taajuudet 10,700–12,500 GHz. (ST-käsikirja 12, 2008, 23.)

2.2.3 Kaapeli-tv-verkon taajuusalueet

Maanpäällisen jakelun kanavien ohella kaapeli-tv-verkossa näytetään myös erikoiskanavia eli ns. S-kanavia. Ilmassa toimii erilaisia langattomia palveluja S-kanavien taajuuksilla. Kaapeli-tv-verkon ollessa kuitenkin riittävän tiivis niin normaalisti häiriöitä ei synny. Kaapeli-tv-verkoissa taajuusalue 5–65 MHz on tarkoitettu paluusuunnan signaaleille. (ST-käsikirja 12, 2008, 24.)

2.2.4 Taajuusalueet yhteisantennijärjestelmässä

Passiivinen osa uudesta jakoverkosta rakennetaan joko taajuusalueelle 5–862 Mhz tai 5–2150 MHz. 5–862 MHz verkko on tarkoitettu kaapeli-tv-palveluiden ja terestristen kanavien välittämiseen, kun taas jälkimmäinen verkko on tarkoitettu satelliittiohjelmien vastaanottoon. Satelliittivastaanottoon tarkoitettussa verkossa antennirasioiden maksimimäärä on käytännössä noin 50, koska satelliittivastaanoton verkko ei voi olla kovin suuri. (ST-käsikirja 12, 2008, 23–24.)

2.3 Verkkotopologia

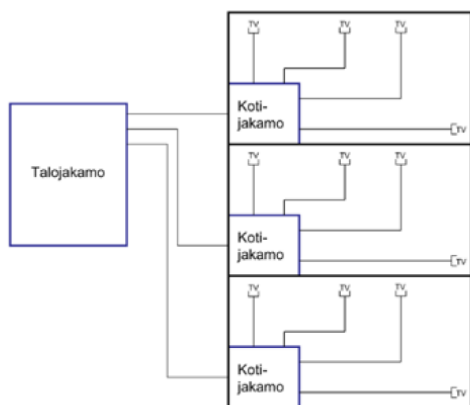
Antenniverkon topologia eli arkkitehtuuri räätälöidään tarpeiden mukaan. Se riippuu mm. palveluista, joita verkon kautta pitäisi tarjota. Vanhat verkot ovat puumaisia ja antennirasiat ovat ketjutettu perinteisesti välitettyjen jakelupalveluiden vuoksi. Ketjumainen arkkitehtuuri on yleensä halvin. (ST-käsikirja 12, 2008, 24.)

Nykyään verkot rakennetaan ja suunnitellaan niin tähtimäiseksi kuin vaan mahdollista, koska silloin välityskapasiteetti on suuri. Tähtiverkossa tilaaja voi valita palvelujen tarjoajan muista riippumatta. Tähtiverkossa yhden asunnon vika ei aiheuta muihin asuntoihin ongelmia ja tähtiverkossa signaalien tasot ovat luonnostaan tasaisemat. (ST-käsikirja 12, 2008, 23.)

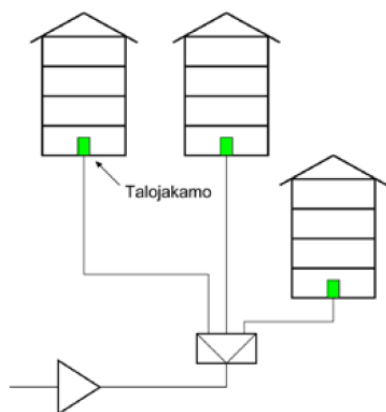
2.3.1 Jakoverkko

Kun yksi kaapeli tulee huoneistoon ja huoneistoverkko on tähtimäinen tarkoittaa, että huoneistossa on tähtipiste, josta lähtee erillinen kaapeli jokaiselle antenniriasialle. (ST-käsikirja 12, 2008, 25.)

Arkkitehtuuri passiivisella jakoverkolla on myös tähti. Tässäkin tapauksessa huoneiston tähtipiste on kytketty yhdellä kaapelilla jakoverkon tähtipisteeseen. Päävahvistimella voidaan syöttää passiivista jakoverkkoa (Kuva 1). Mikäli verkossa on enemmän kuin 25-30 tilaajaa jaetaan verkko useampaan passiiviseen jakoverkkoon ja jokaista passiivista jakoverkkoa syötetään omalla vahvistimella (Kuva 2). (ST-käsikirja 12, 2008, 25.)



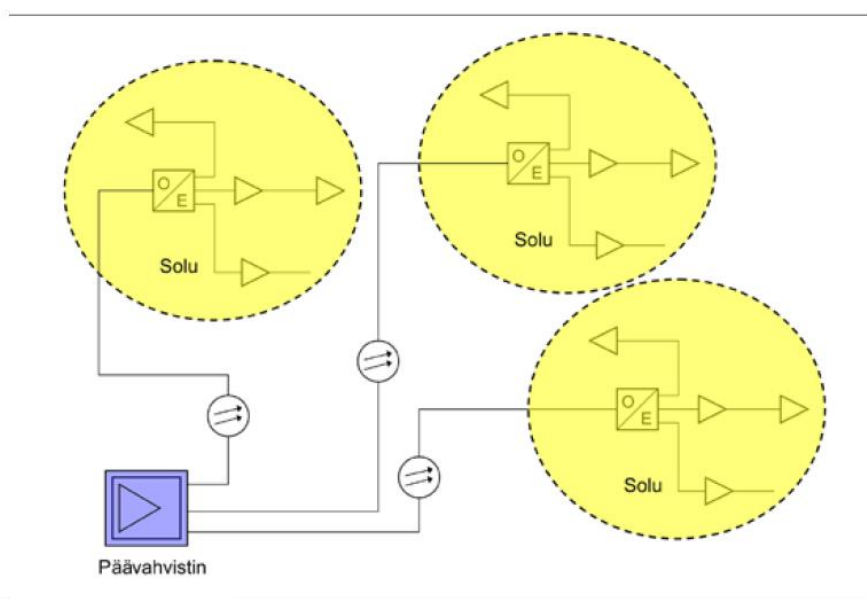
KUVA 1. Passiivisen jakoverkon arkkitehtuuri (ST-käsikirja 12, 2008, 25.)



KUVA 2. Suuren jakoverkon arkkitehtuuri (ST-käsikirja 12, 2008, 26.)

2.3.2 Kaapeli-tv-verkko

Myös kaapeli-tv-verkko on muuttunut puumaisesta verkosta ns. HFC-verkoksi uusi- en palvelujen vuoksi. HFC-verkko (Hybrid Fiber Coax) on jaettu 20–500 tilaajan so- luihin, jotka on liitetty valokaapeleilla päävahvistimeen. Solussa kuitenkin verkko rakennetaan koaksiaalikaapelilla. Verkon välityskykyyn vaikuttaa solun koko (Kuva 3). (ST-käsikirja 12, 2008, 25.)



KUVA 3. HFC-verkon arkkitehtuuri (ST-käsikirja 12, 2008, 26.)

3 YLEISIMMÄT KOMPONENTIT YHTEISANTENNIVERKOSSA

3.1 Standardit ja vaatimukset

Antennijärjestelmään asennettavien komponenttien ja laitteiden tulee täyttää niille määrätyt standardit ja vaatimukset. Suoritusarvojen katsotaan täyttyvän silloin kun järjestelmä on vaatimusten mukaisesti suunniteltu ja rakennettu. Tämän lisäksi komponenttien ja laitteiden täytyy olla standardien mukaisia. (ST 621.11 2011, 3.)

3.2 Antennit

Antenni asennetaan käyttäen mastoputkea. Asennustarvikkeet tulevat mastoputken mukana. Jotta maston pystytys ja kaataminen olisi mahdollisimman helppoa, niin masto asennetaan tukiputkeen. Tukiputki on mastoputken tavoin tarkoitukseensa valmistettu tuote, ja sen mukana tulevat myös asennustarvikkeet. (ST-käsikirja 12, 2008, 31.)

Antenneilla on suuntakuvio millä tarkoitetaan antennin kykyä ottaa signaalia vastaan halutusta suunnasta ja vastaavasti vaimentaa toisista suunnista saapuvaa signaalia. Antennin vastaanottokeilan ja sivukeilojen muotojen lisäksi etu- ja takasuhde kerrotaan suuntakuvion avulla. Suuntakuvio on parempi tehokkailla antenneilla, jotka omaavat suuren vahvistuksen. Etu- ja takasuhde on tarpeeksi hyvä ollessaan vähintään 20 dB (kuva 4). Monen lähetysaseman lähettäessä ohjelmaa samalla taajuudella tai sääolosuhteiden ollessa epätavallisia, antennin suuntakuvion merkitys kasvaa. (Pientalon antenniopas 2012, 13.)



KUVA 4. Antennin suuntakuvio. (Pientalon antenniopas 2012, 13.)

3.2.1 VHF-antenni (Very High Frequency)

VHF-antenni (Kuva 5) kuuluu YAGI-antenneihin. Dipoli on YAGI-antenneiden peruselementti. Dipoli on se osa antennista, johon kytketään antennikaapeli. VHF-antenni kattaa teräväpiirtolähetyksen taajuudet, joiden kanava on 5–12. Antennin vahvistus on normaalisti 5–13 dB. (Pientalon antenniopas 2012, 12.)



KUVA 5. VHF-antenni (DNA Antennitelevisiopalveluiden käyttöönotto 2014, 2.)

3.2.2 UHF-antenni (Ultra High Frequency)

UHF-antenni (Kuva 6) on VHF-antennin tapaan YAGI-antenni. UHF-antennin avulla voi katsoa perus-SD-kanavia, jos se kattaa kanavat 21–69. Lisäksi UHF-antennin avulla voi katsoa teräväpiirtolähetyksiä, jotka lähetetään kanavilla 21–60. Antennin vahvistus normaalisti on 10–18 dB. (Pientalon antenniopas 2012, 12.)



KUVA 6. UHF-antenni (DNA Antennitelevisiopalveluiden käyttöönotto 2014, 2.)

3.2.3 Logaritmi-periodinen antenni

Logaritmi-periodisella antennilla voi vastaanottaa molempien UHF- ja VHF-antennien kanavia. Antennin heikkous on kuitenkin se, että se toimii vain hyvissä olosuhteissa lähellä lähetysasemaa. Normaalisti antennin vahvistus on 5–8 dB. Antenni on muodoltaan kolmiomainen. (Pientalon antenniopas 2012, 14.)

3.2.4 ULA-antenni

ULA-antennin avulla voidaan vastaanottaa analogisia radiokanavia taajuusalueelta 87,5–108 MHz. (ST 621.11 2011, 2.)

Normaalisti ULA-antennit ovat 3-elementtisiä. 2-elementtisiäkin käytetään mutta 3-elementtiset ovat parempia heijastusten pienentämiseksi. Stereovastaanotossa heijastukset tuottavat säröä äänessä. (ST-käsikirja 12, 2008, 120.)

3.2.5 Satelliittiantenni

Satelliittilähetykset ovat suuritaajuuksisia (10–13 GHz), jolloin vastaanotossa käytetään normaalisti heijastinantenneja. Heijastinantenni toimii niin, että paraboloidin muotoinen heijastin kasaa satelliitin lähettämän signaalin polttopisteeseensä. Syöttö polttopisteessä kerää signaalin. Päättyypeiltään heijastinantenneja on kolme erilaista tyyppiä, jotka ovat edestä syötetty, offset-antenni ja cassegrain-antenni (Kuva 7). (ST-käsikirja 12, 2008, 35.)

Heijastinantenni toimii erittäin laajakaistaisesti. Ainoastaan syötön ominaisuudet vaikuttavat taajuusalueeseen. 10–13 GHz:n vastaanottaminen tapahtuu käytännöllisesti katsoen yhdellä syötöllä, mutta haluttaessa vastaanottaa 4 GHz lähetyksiä täytyy syöttö vaihtaa kyseiselle alueelle sopivaksi. (ST-käsikirja 12, 2008, 37.)

Kaksinkertaistettaessa antennin halkaisijaa kasvaa antennin halkaisija 6 dB eli vahvistus on suoraan verrannollinen antennin heijastimen halkaisijaan ja sen pintatark-

kuuteen. Normaalisti hyötysuhde heijastimella on noin 60 %. Vahvistus on suurin piirtein 40 dB ja se ilmoitetaan dB:inä. (ST-käsikirja 12, 2008, 37.)

Taajuusalueen takia keilanleveys on erittäin pieni, suurin piirtein 1–3 astetta. Tämä aiheuttaa sen, että antennin ja jalustan täytyy olla erittäin vankat. (ST-käsikirja 12, 2008, 37.)



KUVA 7. Ensimmäinen antenni on edestä syötetty ja jälkimmäinen offset-antenni. (ST-käsikirja 12, 2008, 36.)

3.3 Vahvistimet antennijärjestelmissä

3.3.1 Päävahvistin

Tehtävä päävahvistimella on se, että se kerää antenneista saatavat signaalit ja myös toisista lähteistä tulevat signaalit ja muuntaa niitä, jotta niitä voidaan lähettää eteenpäin verkostoon ja sen avulla vastaanottimille asti. (ST-käsikirja 12, 2008, 38.)

Päävahvistimella tehdään signaalitasojen asetukset, muokataan signaalien modulaatiota, lähetyjärjestelmää tai signaalien taajuuksia. Satelliittien taajuusmuuntimet, antenneissa olevat esivahvistimet kuuluvat päävahvistimeen. (ST-käsikirja 12, 2008, 38.)

Päävahvistin kaapeliverkossa on normaalisti modulaarinen, joka mahdollistaa yksiköiden lisäämisen helposti uusien ohjelmapalveluiden takia. Tällaisia yksiköitä ovat mm. vahvistimet, kanavanvaihtimet ja enkooderit. Automaattisella tasonsäädöllä varustettuja kanavayksiköitä käytetään sellaisissa tilanteissa, jossa antennisignaalin tasot pääsevät vaihtelevaan vastaanottoaikassa. Automaattisella tasonsäädöllä tarkoitetaan sellaista, että vaikka tulosignaalin taso vaihtelee, niin lähtevän signaalintaso pysyy silti muuttumattomana. (ST-käsikirja 12, 2008, 38.)

Antenniverkon kiinteistökohtaiset vahvistimet ovat ohjelmoitavia ja ne syöttävät saapuvat digi-tv:n kanavaniput vahvistettuina antenniverkkoon ilman muutoksia. Vahvistimen ollessa ohjelmoitava siinä voi olla erikoisominaisuuksia kuten esimerkiksi automaattisen signaalitason säätö yms. (ST-käsikirja 12, 2008, 38.)

3.3.2 Laajakaistavahvistin

Laajakaistavahvistimen tehtävä on suurentaa verkon ulottuvuutta ja tasata verkon vaimenemia. Maksimilähtötaso, 2-suuntaisuus, taajuusalue, kohinaluku ja vahvistus ovat vahvistimen ominaisuuksia. Laajakaistavahvistimilla taajuusalue voi olla mm. myötäsuuntaan 87–862 MHz ja paluusuuntaan 5–65 MHz. Kohinaluku laajakaistavahvistimella voi olla 7 dB, vahvistus 33 dB ja maksimilähtötaso 111 dB μ V. (ST-käsikirja 12, 2008, 42.)

Puhuttaessa myötäsuunnan taajuusalueesta tarkoitetaan aluetta, jolla vahvistimen ilmoitetut ominaisuudet käyvät toteen. Paluusuunnan taajuusalue taas puolestaan kertoo, minkä taajuusalueen vahvistin päästää joko passiivisesti tai vahvistaen lähdestä takaisin tuloon. Maksimilähtötaso kertoo puolestaan sen tason, minkä yläpuolella vahvistin säröytyy ja tämän takia alkaa aiheuttaa häiriölähetitteitä. Kohinaluku kertoo sen kuinka paljon vahvistin lisää kohinaa syötettyyn signaaliin. (ST-käsikirja 12, 2008, 43.)

Laajakaistavahvistimia on kahdenlaisia. Sellaisia ovat jakoverkon vahvistimet ja haaverkon vahvistimet. Vahvistus jakoverkon vahvistimella on yleensä suuri eli noin

35–40 dB ja haaraverkon vahvistimella matalampi eli noin 20–30 dB. Paluusuunnan vuoksi jakoverkon vahvistin on normaalisti varustettu paluusuunnan vahvistimella samoin kuin haaraverkon vahvistin. Tehonsyöttö jakoverkon vahvistimella tapahtuu normaalisti paikallisesti 230 voltilla, kun taas haaraverkon vahvistinta syötetään kaukosyötöllä käyttäen koaksiaalikaapelia. Tilt-korjain on jakoverkon vahvistimessa normaalisti säädettävä ja haaraverkon vahvistimessa tilt-korjain on kiinteä korjain, joka vastaa tiettyä kaapelityyppiä. (ST-käsikirja 12, 2008, 43.)

3.4 Passiiviset komponentit antennijärjestelmässä

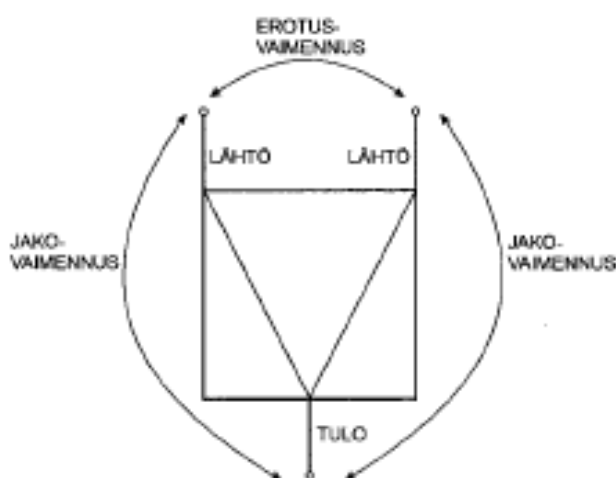
Antennijärjestelmän passiivisia komponentteja ovat haaroittimet, jaottimet, antennirasiat ja näitä yhdistävä kaapelointi. Näiden muodostamaa kokonaisuutta sanotaan passiiviseksi jakoverkoksi tai pelkästään jakoverkoksi. Tavoite jakoverkolla on kuljettaa sen tähtipisteeseen tuotu signaali antennirasioille, niin tasaisena kuin vain on mahdollista, sekä erottaa eri vastaanottopisteet toisistaan, jolloin tilaajapisteissä olevat vastaanottimet eivät aiheuta toisten vastaanottopisteisiin signaalinlaadun muutoksia. Näiden vaatimusten täytyminen on mahdollista, jos käytetään standardinmukaisia komponentteja. (ST-käsikirja 12, 2008, 51.)

3.4.1 Jaottimet

Normaalisti jaottimien kotelot, kiinnityskorvakkeet ja liittimet ovat valmistettu silumiinivalusta. Tämän takia jaottimet ovat mekaanisesti kestäviä ja niillä on hyvät suojausvaimennusominaisuudet. Jaottimia valmistetaan myös muovisella mastokotelolla, jos tarvitsee yhdistellä antenniä sekä teräslevystä pientalokäyttöön. Silumiinivalu voi olla myös korroosiosuojattua, jolloin jaotin sopii myös ulkokäyttöön. Liittimenä käytetään normaalisti F-liitintä ja vaihtoehtoisena liittimenä on laiteliitin (5/8), joka mahdollistaa maakaapelin liittämisen suoraan laitteeseen. Jaottimissa, jotka ovat metallikotelollisia sisältävät maadoitusta varten ruuviliittimen. Jaottimien suojausluokat ovat IP 21 (sisäkäyttö) ja IP 54 (ulkokäyttö). (ST-käsikirja 12, 2008, 52.)

Kaikki jakovaimennukset jaottimella on normaalisti yhtä suuria eli tulosignaali jaetaan yhtä suuriin osiin. Mikäli jaottimessa on kaksi lähtöä, niin normaalisti jako-

vaimennus on 3,7 dB ja erotusvaimennus eli lähtöjen välinen vaimennus on suurin piirtein 14–22 dB (Kuva 8). Erotusvaimennus jaottimella on silti liian matala, jotta siihen voisi kytkeä päättyviä antennirasioita. Suosituksena on, että jaottimeen kytetään vaan siihen soveltuvia osia, jotka ovat haaroittimet ja ketjutettavat antennirasiat. 2-, 3-, 4-, 6- ja 8-tiejaottimet ovat yleisimpiä jaottimia. Jaottimia tehdään kolmelle eri taajuusalueelle tarpeen mukaan ja ne ovat jakoverkko 5–1000 MHz, 5–2150 MHz (2400 MHz), satelliittivälitaajuusjakelu 5–2150 MHz (2400 MHz) ja haaraverkko 5–862 MHz (1000 MHz). (ST-käsikirja 12, 2008, 52.)



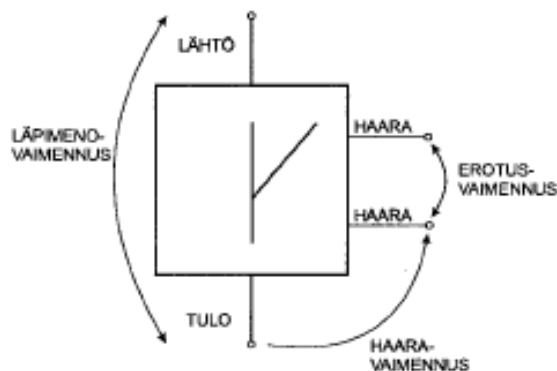
KUVA 8. Jaottimen vaimennukset. (ST-käsikirja 12, 2008, 52.)

3.4.2 Haaroittimet

Haaroittimet (Kuva 9) ovat lähestulkoon mekaanisilta ominaisuuksiltaan samanlaisia komponentteja kuin jaottimet. Haaroittimia on kahdenlaisia eli päättyviä ja läpimeneviä. Haaroittimessa voi olla 1–18 haaraan. Normaalisti päättyvässä haaroittimessa on 2–8 haaraa ja niiden vaimennus on 10–20 dB. Haaroitin, joka on läpimenevä sisältää yhden lähdon, jossa on pieni vaimennus 1–4 dB sekä 1–8 haaraa joiden vaimennus on 10–20 dB (Kuva 10). Erotusvaimennus haaroittimen haaroilla on noin 30 dB, joka on huomattavasti suurempi kuin jaottimen lähdöissä, jonka vuoksi sen haaroihin voidaan kytkeä mikä komponentti tai laite tahansa. (ST-käsikirja 12, 2008, 54.)



KUVA 9. Läpimenevä haaroitin. (ST-käsikirja 12, 2008, 54.)



KUVA 10. Haaroittimen vaimennukset. (ST-käsikirja 12, 2008, 55.)

3.4.3 Antennirasiat

Antennirasia on komponentti, josta signaali siirretään vastaanottimeen liitännäjohtojen kautta ja antennirasian tyypistä riippuen siinä voi olla liittimet televisiolle, radiolle tai myös satelliittivastaanottimelle. Antennirasia on siis jakoverkon viimeinen komponentti. Rakenteeltaan antennirasian koteloitus on normaalisti valmistettu silumiinivalusta pois lukien satelliittivastaanottoliitin. Antennirasioita valmistetaan myös teräslevystä ja sellaisen rasian etuna on, että sitä voi taivuttaa tarpeen tullen, sillä silumiinivalusta valmistettua rasiaa ei voi taivuttaa. Tv-liitin antennirasiassa on IEC-koiras, radio-liitin IEC-naaras ja satelliittiliitin on F-liitin. (ST-käsikirja 12, 2008, 56.)

Suurin osa Suomen markkinoilla olevista antennirasioista on ns. suodatinrasioita, jotka tarkoittaa sitä, että antennirasiassa on suodatin, jolla hävitetään radio-signaalit tv-portista sekä toisin päin. (ST-käsikirja 12, 2008, 57.)

Laajakaistaisilla lähdöillä varustettu antennirasia mahdollistaa esimerkiksi kahden televisiovastaanottimen tai kahden radiovastaanottimen kytkemisen kaksilähtöiseen antennirasiaan. (ST-käsikirja 12, 2008, 57.)

Yleisimmät antennirasioiden tyypit ovat päätyvät ja ketjutettavat rasiat. Päätyvän rasian perusvaimennus on 1 dB ja tällaista rasiaa käytetään yleensä pientaloissa heti antennin jälkeisenä ainoana rasiaana tai yhteisantennijärjestelmissä haaroittimen haaroissa ollen ainoa rasia haarassa. Ketjutettavan rasian perusvaimennus on 10 – 13 dB ja niitä voidaan kytkeä ketjuun maksimissaan 5 kappaletta. Ketjutettaessa rasioita viimeinen rasia täytyy aina päättää 75 ohmin päätevastuksella. (ST-käsikirja 12, 2008, 57–59.)

TAULUKKO 4. Järjestelmäärovoja yleisimmille 2-liittimisille antennirasioille. (ST-käsikirja 12, 2008, 58.)

Tyyppi	Käyttö	Rasiavalm. dB	Perusvalm. dB	Taajuus MHz
LARS 01	päätyvä	–	0,8	5–860
LARS 202	päätyvä	–	2,0	5–2150
LARS 08	ketjutettava	2,5	8	5–860
LARS 10	ketjutettava	1,6	10	5–860
LARS 13	ketjutettava	1,5	13	5–860
LARS 18	ketjutettava	1,0	19	5–860
LARS 23	ketjutettava	1,5	23	5–860
LARS 301	päätyvä	–	3	5–2150
LARS 314	ketjutettava	2,0	14	5–2150

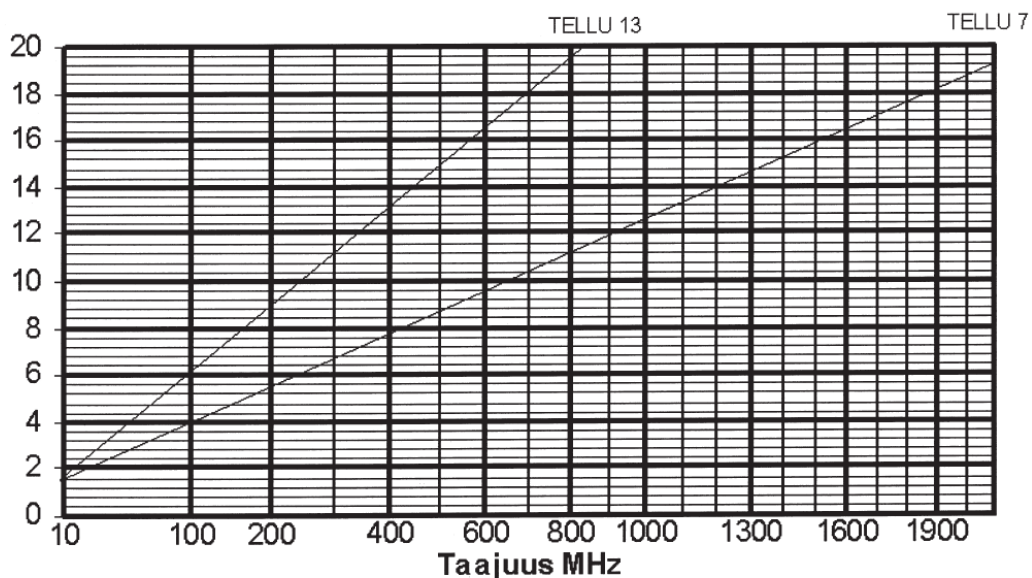
3.4.4 Koaksiaalikaapelit

Koaksiaalikaapelia käytettäessä suurilla taajuuksilla se on teoriassa lähes immuuni ulkopuolelta tuleville häiriöille, eikä se myöskään itse aiheuta häiriötä sen rakenteen vuoksi. Kaapeli on valmistettu siten, että vaipan alla kulkee lieriömäinen ulkojohdin, joka yleensä on kytketty maan potentiaaliin. Ulkojohtimen jälkeen tulee eristekerros, jonka alla on sisäjohtin (Kuva 11). (ST-käsikirja 12, 2008, 70.)



KUVA 11. Koaksiaalikaapelin rakenne (ST-käsikirja 12, 2008, 70.)

Kaapelin tyyppi, taajuus ja pituus vaikuttavat kaapelin vaimennukseen (Kuva 12). Antennijärjestelmissä kaapeli on aina 75 ohmin kaapelia ja suojausvaimennus on vähintään 75 dB. (ST 621.11 2011, 7)



KUVA 12. Koaksiaalikaapelin vaimennus koordinaatistossa, vaimennuksen ollessa aina suora (ST 621.11 2011, 7)

Ominaisimpedanssi, vaimennus, heijastusvaimennus, suojauskyky ja nopeuskerroin ovat koaksiaalikaapelin tärkeimmät sähköiset ominaisuudet. Ominaisimpedanssilla ilmaistaan sisä- ja ulkojohtimen välisen jännitteen suhteen niissä kulkevaan virtaan. Vaimennuksella kerrotaan, kuinka paljon signaali vaimenee kulkiessaan kaapelissa ja sen yksikkö dB/100 m. Heijastusvaimennusta syntyy jokaisessa kohdassa koaksiaalikaapelissa, missä kaapelin ominaisimpedanssi muuttuu. (ST-käsikirja 12, 2008, 74-81.)

3.4.5 Suodattimet

Suodattimien avulla voidaan esimerkiksi yhdistää, erottaa, säätää tai vaimentaa eri signaaleja. Perustyyppejä ovat kaistanpäästö-, alipäästö-, kaistanesto- ja ylipäästösuodatin. Suodattimia on mahdollista käyttää yhdessä tai erikseen riippuen mitä signaalille halutaan tehdä. (ST-käsikirja 12, 2008, 59.)

4 ANTENNIJÄRJESTELMÄN KUNTOTUTKIMUS

Kuntotutkimuksessa tavoitteena on tutkia verkon ominaisuuksia uusimis- tai kunnostustarpeiden selventämiseksi. Kuntotutkimukseen kuuluu aistinvaraisen tarkkailun lisäksi mittauksia ja testauksia, jos vain mahdollista. (ST-käsikirja 12, 2008, 202.)

4.1 Tarpeiden kartoittaminen

Tarvekartoituksessa pyritään selvittämään tilaajan kanssa millaisia palveluita tarvitaan. (ST-käsikirja 12, 2008, 59.)

4.2 Kuntotutkimuksen toteuttaminen

Dokumenttien avulla voidaan selvittää taloverkon rakenne, johtotiet yms. Joissain tapauksissa nämä tiedot voivat olla päivittämättä, puutteellisia tai jopa täysin kadonneet, jolloin verkon selvittäminen voi olla erittäin vaikeaa. Lisäkustannuksia aiheutuu laatiessa kaavioita vanhoista verkoista, mutta tämä on välttämätöntä kuntotutkimuksen tekemiseksi luotettavasti. (ST-käsikirja 12, 2008, 202–203.)

Rakenneosat voivat iäkkäissä verkoissa olla hajautettuina ja hankalasti löydettävissä. Kunnostettaessa rakenneosien sijainnit on kuitenkin löydettävä ja niiden käyttökelpoisuus selvitettävä. (ST-käsikirja 12, 2008, 203.)

Käytetyt kaapelitiet täytyy selvittää sekä mahdollisesti uusien kaapelireittien käyttö. Kunnostettaessa taloverkkoja peruskorjauksia kannattaa käyttää apuna ja varata kaapeliteitä antennijärjestelmän kaapeleille. (ST-käsikirja 12, 2008, 203.)

4.3 Kuntotutkimusraportti

Kuntotutkimusraportissa kerrotaan tutkimuksessa saadut tulokset. Kaikki havaitut asiat joilla mahdollisesti on vaikutusta kunnossapidossa tai korjaussuunnittelussa ilmoitetaan kuntotutkimusraportissa. Toimenpidevaihtoehtojen kustannusarvio- ja vertailu voidaan myös ilmoittaa kuntotutkimusraportissa. (ST-käsikirja 12, 2008, 204.)

5 VIANETSINTÄ

Järkevintä vianhakemisen käynnistämisessä on tutkia kuinka laaja ongelma on. Selvittämiseen voi kuulua esimerkiksi, että millä kanavilla/kanavanipuilla ongelmia esiintyy? Onko ongelma jatkuva? Missä paikoissa ongelmaa esiintyy? Tärkeä osa ongelman etsintää on mittauksien suorittaminen ja tulosten tutkiminen. (ST-käsikirja 12, 2008, 215.)

Vikaa haetaan systemaattisesti, tutkien komponenttien ja laitteiden tulot sekä lähdöt, jolloin saadaan selville minkä komponentin lähdössä vika esiintyy. Viallinen komponentti vaihdetaan toimivaan, jos sen säädöt, liitokset ja virransaanti ovat kunnossa. Mikäli vian aiheuttaa ulkoinen signaali tai joku muu, joka ei itsessään kuulu järjestelmään voi vianhaku olla erittäin haasteellista. Tässä tapauksessa ongelman voi muodostaa järjestelmän heikko suojausvaimennus tai viallinen laite järjestelmän ulkopuolelta muodostamalla häiriötä järjestelmään. (ST-käsikirja 12, 2008, 215.)

5.1 Mittaaminen ja mittalaitteet

Signaalin taso vaihtelee ajan ja taajuuden funktiona ja se on tärkeä mittauskohde. Mittaukset antennijärjestelmissä pohjautuu taajuustasoon, joka tarkoittaa että tahdotaan tietää jollakin taajuudella signaalin taso. Tätä kutsutaan signaalianalyysiksi. (ST-käsikirja 12, 2008, 216.)

Puhuttaessa piirianalyysistä antennijärjestelmien mittauksissa, niin yleisesti tarkoitetaan taajuusvasteiden mittausta, jossa apuna käytetään kohinageneraattoria, joka syöttää järjestelmän tähtipisteestä verkkoon laajakaistaista kohinaa ja mittaus suoritetaan spektrianalyysaattorilla esimerkiksi antennirasioista. (ST-käsikirja 12, 2008, 216.)

Antennijärjestelmien laitteissa on erilaisia mittauspisteitä, joissa ei koskaan ole käyttöjännitettä ja niistä mittaaminen on sen vuoksi turvallista. Mikäli mittauspisteissä olisi käyttöjännite, se mahdollistaisi mittalaitteen hajoamisen sekä mittauspisteiden toinen etu on, että signaalia ei tarvitse katkaista mittausta suoritettaessa. Mittauspisteitä on kahdenlaisia ja ne ovat muuntajakytketty, joka voi aiheuttaa suuren virheen mittaustulokseen, jos vahvistinta ei ole päätetty niin kuin kuuluu. Suuntakytketty mittauspiste on huomattavasti varmempi, koska se pienentää vahvistimen tuottamia heijastuksia. Tärkeää on myös muistaa, että mittalaitteiden kalibrointi suoritetaan valmistajan neuvojen mukaan, koska mittalaitteiden tarkkuus heikkenee ajan kuluessa. (ST-käsikirja 12, 2008, 216.)

Jaetun vastuun periaatteesta puhuttaessa tarkoitetaan sitä, että järjestelmää mitattaessa tilaaja ja toimittaja hyväksyvät signaalin tasoa mitattaessa mahdollisesti syntyvän virheen, joka on ± 2 dB. Tämä tarkoittaa sitä, että mikäli vaatimus olisi ≥ 50 dB μ V, niin vasta < 48 dB μ V ei olisi hyväksyttävä tulos. (ST-käsikirja 12, 2008, 216.)

5.1.1 Tasomittari

Antennijärjestelmää mitatessa käytetään tasomittaria (Kuva 13), joka on ylivoimaisesti tarpeellisin mittalaite antennijärjestelmää mitatessa. Tasomittari mittailee tasoa taajuusselektiivisesti. Ainakin taajuusalue 47–862 MHz kuuluu jokaiseen antennijärjestelmän tasomittariin, mutta jos tarvitsee mitailla satelliittiverkkoa, niin tarvitaan tasomittari, joka kattaa myös taajuusalueen 950–2150 MHz. Kaapeliverkossa paluusuunta, joka on 5–65 MHz. (ST-käsikirja 12, 2008, 216.)

Tärkeää on huomata, että jos tasomittari on tarkoitettu analogiseen verkkoon, niin se ei mittaa digitaalisten kanavien verkkoa oikein. Tasomittarin kuuluu kertoa digitaalisten kanavien taso kunnollisesti. MER- ja BER mittaus on myös oleellinen osa tasomittarin ominaisuuksia ja näiden lisäksi mittarin olisi hyvä näyttää konstellaatiokuvio sekä taajuusspektri. (ST-käsikirja 12, 2008, 217.)



KUVA 13. Tasomittari. (ST-käsikirja 12, 2008, 217.)

5.1.2 Kohinageneraattori

Kohinageneraattori (Kuva 14) on tasomittarin apuväline, joka mahdollistaa taajuusvasteen mittauksen. Kohinageneraattori tuottaa laajakaistaista kohinaa, joka on erittäin tehokasta ja näin ollen generaattoria ei ole syytä liittää suoraan vahvistimeen, vaan heti vahvistimen jälkeiseen tähtipisteeseen mittaukselta suoritettaessa. Suoraan ta-

somittariin kytkeminenkään ei ole järkevää, jotta mittalaite ei rikkoudu. (ST-käsikirja 12, 2008, 219.)



KUVA 14. Kohinageneraattori Promax NG-283. (Anviatv www-sivut 2014)

5.1.3 Kaapelitutka

Kaapelitutka on tarpeellinen laite, mutta ei kuitenkaan ehdoton mittalaite. Mittalaite helpottaa mahdollisten ongelmakohtien löytämistä. (ST-käsikirja 12, 2008, 217.)

5.1.4 Signaalin tason mittaus

Signaalin tason mittaaminen on suhteellisen helppo toimenpide, mutta mittaukseen voi sisältyä virhelähteitä, jotka on hyvä tiedostaa. Mittaus tapahtuu valitsemalla taajuus ja mittalaite näyttää signaalin tason. Tällaisia virheitä ovat mm. vahvistimien mittaamisessa tapahtuva virhe mittaukseen, jos vahvistimen mittauspiste on muuntajakytketty. Mittalaitteen ali – ja ylioheutus ei ole järkevää ja ylioheutus voidaan välttää tulovaimentimella. Aliohjeus puolestaan on ns. oman kohinan mittaamista kun signaalin taso on liian matala. Mitatun signaalin tason kuuluu olla ainakin 10 dB mittalaitteen kohinaa suurempi. Signaalin tasoa mitattaessa täytyy mittalaitteelle syöttää kaistanleveys (Taulukko 5), jonka jälkeen mittari automaattisesti laskee valitulle kaistanleveydelle oikean tason. (ST-käsikirja 12, 2008, 218.)

TAULUKKO 4. ”Tähti 1000” signaalien tasojen suositukset. (ST-kortisto 621.10, 2014, 6.)

Parametri	Vaatus
Taajuusalue	5–1000 MHz
Signaalin taso antennirasiassa:	
FM-radio	50–70 dB μ V
DVB-C, 64 QAM	47–67 dB μ V
DVB-C, 256 QAM	54–74 dB μ V
DVB-C2,1024 QAM	54–74 dB μ V
DVB-T, 64 QAM	45–74 dB μ V
• DVB-T2, VHF	46–74 dB μ V
• DVB-T2, UHF	47–74 dB μ V
Tasoerot antennirasiassa:	
• 47–1000 MHz	≤ 18 dB
mikä tahansa 60 MHz:n alue	≤ 6 dB

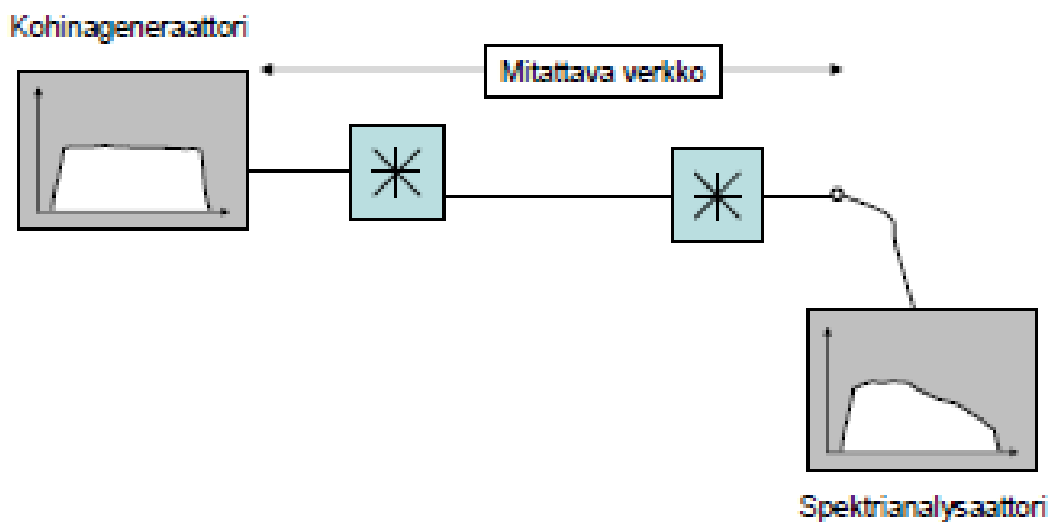
TAULUKKO 5. Kaistanleveydet digitaalisilla tv-signaaleilla. (ST-käsikirja 12, 2008, 218.)

Modulaatio	Kanavarasteri Δ	Kaistaleveys BW	Sellitys
QPSK	37,125 MHz	27,5 MHz	$BW = \Delta/1,35$
QAM	8 MHz	6,95 MHz	$BW = \Delta/1,15$
COFDM	8 MHz	7,61 MHz	$6817 \times 1,116$ kHz

5.1.5 Taajuusvasteen mittaaminen

Tämän mittaustavan avulla voidaan selvittää järjestelmän taajuusalue, taajuusvasteen kaltevuus ja haluttaessa myös aaltoilu. Tässä mittauksessa tarvitaan edellä mainittua kohinageneraattoria, joka kytketään heti vahvistimen jälkeen järjestelmän tähtipisteesseen (Kuva 15). Generaattori tuottaa laajakaistaista kohinaa, joka voi rikkoa vahvis-

timen. Signaalin lähtötaso mitataan ja generaattorin kytkemisen jälkeen mitataan signaalin voimakkuus antennirasioista. (ST-käsikirja 12, 2008, 218-219.)

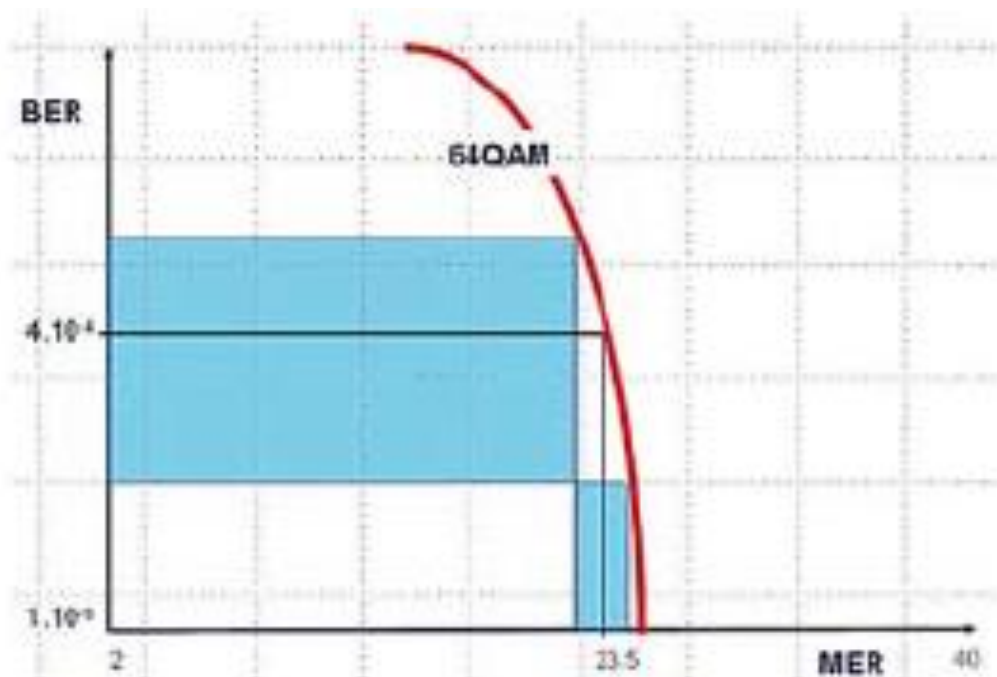


KUVA 15. Taajuusvasteen mittaus. (ST-käsikirja 12, 2008, 219.)

5.1.6 MER ja BER

MER (Modulation Error Ratio) on suure, joka kertoo signaalin laadun desibeleinä. Mitä suurempi MER-arvo on, niin sitä parempi laatu on. MER ja BER (Bit Error Ratio) ovat molemmat signaalin laadun suureita, mutta MER on tarkempi, koska laadun ollessa huonoja kumpikin ovat huonoja ja signaalin laadun kasvaessa kumpikin kasvavat, mutta todella hyviä BER-arvoja ei pystytä mittaamaan. 64 QAM modulaatiolle hyväksyttävä MER-arvo on 26 dB ja 256 QAM:lle 32 dB. (ST-käsikirja 12, 2008, 220–221.)

BER on bittivirhesuhde ja se kertoo digitaalisen siirron laadusta. BER on virheellisten bittien lukumäärää vertailtuna jokaiseen vastaanotettuun bittiin. (ST-käsikirja 12, 2008, 220.)



KUVA 16. BER ja MER muutos signaalin parantuessa. (ST-käsikirja 12, 2008, 222.)

5.1.7 Kohinaetäisyyden mittaaminen

Mittauksen tavoite on tutkia digitaalisen kanavan suhdetta kohinan tasoon. Signaalin taso sekä kohinan taso mitataan samoilla säädöillä. Mittauksessa kohinan taso mitataan sellaiselta taajuudelta millä on ainoastaan kohinaa, mutta kuitenkin niin läheltä kuin mahdollista jotakin tv-kanavaa. Luotettavuus mittauksella on hyvä sen vuoksi, että mikäli virheitä mittauksessa tulee, niin ne tulevat kumpaankin mittaukseen ja kun erotus lasketaan, niin virheet mitätöidään. Uhkana kohinaetäisyyden mittauksessa on, että mittalaite aliohjautuu mitatessaan omaa kohinaansa. Tämä voidaan varmistaa poistamalla mittausjohto ja tämän jälkeen näyttämän kuuluu pudota minimissään 10 dB. Näyttämän pudotessa minimissään 10 dB, niin silloin mittalaitteen kohina on tarpeeksi pieni. Käytännöllisesti katsoen erotus on useasti alle 10 dB, mutta laskennallisesti on mahdollisuus korjata mitattu kohinan taso paikkaansa pitäväksi, jos ero on minimissään 3 dB. (ST-käsikirja 12, 2008, 219-220.)

TAULUKKO 6. Kohinan tason korjaaminen, kun ΔN on alle 10 dB. K on korjauskerroin (ST-käsikirja 12, 2008, 220.)

ΔN	K
7 dB	-1 dB
4 dB	-2 dB
3 dB	-3 dB

6 KÄYTÄNNÖN OSUUS

Käytännön osuuteen kuului antennijärjestelmän dokumentoinnin päivittäminen, kaapeleiden ja rasioiden merkintä, jakoverkkojen ja vahvistimien mittaukset sekä suunnittelu miten järjestelmän toimintaa voisi tulevaisuudessa parantaa.

6.1 Mittalaite ja kohinageneraattori

Järjestelmän mittauksia tehdessä käytössä oli Promax TV Explorer II-tasomittari. Mittarilla pystyi mittaamaan signaalintasot ja laadut (MER ja BER) sekä kohinan eli C/N-arvon. Mittalaitteella näki myös taajuusspektrin sekä konstellatiokuvion.

Taajuusvastemittauksissa kohinageneraattorina oli Promax NG-283 (Kuva 17). Kohinageneraattorin taajuusalue oli 1–2200 MHz.



KUVA 17. Kohinageneraattori Promax NG-283.

6.2 Vahvistimien mittaukset ja johtopäätökset

Aloitin työni mittaamalla rakennuksien vahvistimet, jotta saisin selville vahvistimille tulevan signaalin tason sekä vahvistimelta lähtevän signaalin tason. Yhteensä vahvistimia oli viisi kappaletta, joista kaksi oli sijoitettu kauppa ja hallintorakennuksen sähköpääkeskukseen. Sähköpääkeskuksessa järjestelmä oli kytketty kaapeliverkkoon. Muut vahvistimet sijaitsivat päärakennuksen sähköpääkeskuksessa, asuntolan sähköpääkeskuksessa ja metallialan rakennuksen puhelinkaapissa.

Mittauksista (Liitteet 1–5) selvisi, että vahvistimiin tuleva ja lähtevä signaali oli tarpeeksi tasokasta pois lukien metallialan vahvistin, joka mittauksista päätellen on viallinen. Metallialan vahvistimelle saapuva signaali oli riittävän tasokasta, mutta lähtevä signaali heikkeni huomattavasti vahvistimessa ja mitään järkeviä arvoja siitä ei saatu. Vahvistimen kaapista löytyi aloituspalaverissa palanut lamppu, joka vaihdettiin ehjään mittauksia suoritettaessa.

Asuntolan vahvistimen signaalintaso putosi korkeimman kanavan taajuudella melko paljon ja todennäköisesti aiheuttaa ongelman asuntojen antennirasioissa. Tätä ongelmaa kannattaisi korjata säätämällä tilt-korjainta, jolloin matalien ja korkeiden taajuuksien eroa voisi kaventaa.

6.3 Antennirasioiden mittaukset ja johtopäätökset

6.3.1 Päärakennuksen mittaukset

Päärakennuksessa tehtiin signaalien tasojen ja laatujen mittaukset sekä taajuusvaste-mittaus (Liite 6). Päärakennuksen antennirasioiden signaalien tasot ja laadut olivat erittäin tasaisia, huomioon ottaen erittäin pitkät välimatkat vahvistimen ja joidenkin rasioiden osalta. Joidenkin rasioiden tasot olivat hieman liian korkeat, joten vahvistimen vahvistusta voisi hieman pienentää, mutta se tuskin on tarpeellista. Signaalien laadut olivat myös tarpeeksi hyviä.

Päärakennuksen taajuusvastemittauksissa muutaman antennirasian kaltevuus oli jonkin verran sallittua kaltevuutta suurempi, mutta tämän selittää erittäin suuret etäisyydet. Nämä kaksi rasiaa olivat kauimmaisat rasiat vahvistimelta ja näiden kaltevuus oli noin 20 dB, kun sallittu kaltevuus on 12 dB taajuusalueella 146–862 MHz. Vaimenemat näillä rasioilla olivat mittauksen korkeimpia eli noin 50 dB, kun taajuudella 862 MHz sallittu arvo on 42 dB. Näiden arvojen parantaminen vaatisi tilt-korjaimen säätämistä, kaapelin muuttamista vähemmän vaimentavaksi tai vaihtoehtoisesti tähtipisteen siirtämistä lähemmäksi rasioita, joka puolestaan tarkoittaisi järjestelmän rakentamista käytännössä uudelleen.

Päärakennuksen C-osasta löytyi mittausten avulla yksi ketjutettava rasia, joka oli viallinen ja vaatisi vaihtoa sekä neuvotteluhuoneen antennirasiaa ei ole kytketty, vaan kaapeli on palvelinhuoneessa kytkemättömänä samoin kuin auditorion aulan toisen antennirasian kaapeli on kytkemättä parturialan parvella.

6.3.2 Asuntolan mittaukset

Asuntolan antennirasioista mitattiin ainoastaan signaalitasot ja laadut (Liitteet 7-8) (Kuva 17). Signaalitasot olivat melko korkeat matalimmalla taajuudella, joka oli 154 MHz. Tasot olivat kuitenkin erittäin lähellä suositeltuja arvoja muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Korkeimmalla taajuudella eli 514 MHz tuli vastaan runsaasti antennirasioita, joiden voimakkuus jäi jonkin verran alle suositellun voimakkuuden ja ilmeisesti tämän takia signaalin laatu oli huono.

Asuntolan pohjakerroksesta löytyi mittauksia tehdessä yksi läpimenevä haaroitin, joka osoittautui vialliseksi. Haaroitin ei päästänyt signaalia lävitseen seuraavalle haaroittimelle. Tämän takia muutamien antennirasioiden signaaleja ei pystytty mittaamaan, mutta jokaisen antennirasian kaapeli testattiin vastusmittauksella. Vastusmittaus osoitti, että jokainen kaapeli oli ehjä.

Signaalintason putoamista olisi mahdollista parantaa säätämällä vahvistimen tilt-korjainta, jolloin matalimman ja korkeimman taajuuden eroa voisi pienentää. Suurin

osa antennirasioiden matalimmista signaaleista kuitenkin olivat sallittujen arvojen ylä-rajoilla, jolloin sieltä päästä tasoa voi laskea.



KUVA 18. Signaalitasojen ja laatuojen mittaus Promax TV Explorer II-mittarilla.

6.3.3 Metallialan mittaukset

Metallialan mittauksista mahdollista oli tehdä ainoastaan taajuusvastemittaus (Liite 9), koska vahvistimia mitatessa ilmeni, että vahvistin oli viallinen. Taajuusvastetta mitatessa kävi ilmi, että metallialan kaapelointi on melko hyvässä kunnossa, joten vahvistimen vaihdon jälkeen signaalien pitäisi olla riittävän hyvällä tasolla antennirasioissa. Kaltevuudet joissakin rasioissa olivat hieman korkeampia samoin kuin vaimenemat, mutta se johtunee siitä, että ne ovat niin kaukana vahvistimesta.

Kaltevuutta pystyisi todennäköisesti parantamaan vahvistimen tilt-korjaimen avulla ja tämä kannattaa ottaa huomioon hankkiessa uutta vahvistinta. Tämän lisäksi metallialan antennijärjestelmässä oli käytetty ennen päätyviä antennirasioita jaottimia, joten tämä kannattaa korjata tulevaisuudessa vaihtaen näihin kohtiin haaroittimet. Metallialalla oli ketjutettuja rasioita, joten nämä voi säilyttää jaottimen perässä, mutta mielestäni olisi järkevää muuttaa järjestelmä tähtimäiseksi verkoksi. Järjestelmän kuitenkin pitäisi toimia ilman muutoksia pelkällä vahvistimen vaihdolla suhteellisen hyvin.

Mittauksia suoritettaessa yhdelle rasiolle asti ei kohinageneraattorin tuottamaa kohinaa tullut johtuen mahdollisesti viallisesta rasiasta tai haaroittimesta metallialan 2. kerroksessa.

6.3.4 Kauppa ja hallinto

Rakennuksen mittaukset keskeytyivät asbestipurkutöiden seurauksena, joten kattavia mittaustuloksia (Liite 10) ei saatu aikaan ja syvempiä johtopäätöksiä kokonaisuudesta on mahdotonta tehdä. Ilmeisesti asbestipurkutöiden takia osa antennikaapeleista oli katkaistu.

Silmämääräistä tarkastusta tehdessä kuitenkin selvisi, että järjestelmä oli rakennettu pääasiassa käyttäen jaottimia ennen antennirasioita. Tämä kannattaa tulevaisuudessa korjata käyttäen haaroittimia, jotta kuvaan ei tulisi häiriöitä.

6.3.5 Vikalista

Tein löytyneistä viallisista komponenteista ja kaapeleista listan (Liite 11).

6.4 Dokumentointi ja merkintä

Opinnäytetyöhön kuului myös dokumentoinnin päivittäminen sekä kaapeleiden ja rasioiden merkitseminen. Dokumentointiin kuului antennirasioden, jaottimien ja haaroittimien sijainnin piirtäminen ja nimeäminen tyhjiin pohjakuviin sekä kaaviokuvien tekeminen järjestelmästä. Kuvia piirtäessäni käytössä oli maksullinen suunnitteluohjelma AutoCAD 2010 sekä ilmainen Draftsight-ohjelma, joka on vapaasti ladattavissa internetistä.

Kuvia (Liite 12–28) piirtäessäni käytin valmiita pohjakuvia, joihin lisäsin omilla tasoillaan antennirasiat sekä rasioiden numeroinnit. Kuviin lisäsin selvyuden vuoksi myös jaottimien ja haaroittimien sijainnit, jotta näiden etsiminen tulevaisuudessa olisi helpompaa.

Antennikaavioihin (Liitteet 29–31) merkitsin rakennusta koskevat vahvistimet, jaottimet, haaroittimet sekä antennirasiat. Vahvistimien, jaottimien ja haaroittimien sijainnit selviävät antennikaaviosta samoin kuin antennirasioiden numerot.

Tein komponenttiluettelot (Liitteet 32–36) päärakennuksesta, metallialasta, asuntoalasta ja kaupan ja hallinnon rakennuksesta. Komponenttiluetteloista selviää vahvistimien tyypit ja tärkeimpiä teknisiä tietoja sekä passiivisten komponenttien tyypit ja tekniset tiedot.

Asemakaavakuvaan (Liite 37) merkitsin summittaiset kaapelien reitit eri rakennusten välillä sekä vahvistimien sijainnit. Tämän kuvan avulla on helpompi hahmottaa järjestelmän kokonaisuus ja laajuus. Asemakaavakuvasta selviää myös vahvistimien välisten kaapeleiden tyypit.

Merkitsemiseen sisältyi kaapeleiden ja antennirasioiden merkitseminen, jotta mahdollisten vikojen sattuessa kaapeli ja antennirasia olisi helppo yhdistää toisiinsa. Oikeiden kaapeleiden etsiminen oli erittäin haastavaa, koska kaapelit olivat melko heikosti merkattuja ja osa kaapeleista oli kytkettyinä jaottimille sekä haaroittimille, vaikka mahdolliset rasiat olikin jo poistettu. Merkintöjä tehdessä käytössäni oli DYMO Rhino 4200-tarrakirjoitin.

6.4.1 Suunnitelma metallialan-järjestelmästä

Aloituspäätöskokouksessa oli puhetta kaapeleista, jotka menevät sähköalalle (TELLU 5 ARM) ja rakennusalalle (TELLU 7 ARM). Nämä kaapelit sijaitsevat metallialan puhelinlinkkeissä. Lisäksi tulevaisuudessa tarkoituksena on viedä metallialalta kaapeli autoalalle.

Ensimmäinen muutos olisi viallisen vahvistimen vaihtaminen Telesten CXE180 jakovahvistimeksi. Vahvistimen jälkeen olisi jaotin, josta signaali jaettaisiin auto-, sähkö-, rakennus- ja metallialalle. Tulosignaalin tason vuoksi myös sähköalan ja au-

toalan signaalia täytyy vahvistaa, koska muuten tulosignaali olisi liian heikkoa rakennuksessa.

Sähköalaa ei olisi mielestäni järkevää kytkeä metallialan vahvistimen perään, koska etäisyydet olisivat todella pitkiä ja sähköalalla antennirasioita on niin runsaasti, että haaroittimia ja jaottimia joudutaan käyttämään runsaasti. Tämän takia vaimenema ja kaltevuus todennäköisesti kasvaisivat liian suureksi. Vaimenemasta johtuen signaalintaso jäisi monissa antennirasioissa liian matalaksi.

Autoalallakin osa antennirasioista kärsisi heikosta signaalintasosta, joten ei ole järkevää käyttää metallin vahvistinta autoalan vahvistimena.

Rakennusalalla antennirasioita on vain neljä, joten tämä mahdollistaa metallialan vahvistimen käytön rakennusalalla. Lisäksi antennirasiat ovat kohtuullisen lähellä haaroituspistettä tarkoittaen, että rakennuksen sisäiset kaapelin aiheuttamat vaimenemat jäävät melko pieniksi.

6.4.2 Autoalan ja sähköalan vahvistimet

Edellä oleva suunnitelma tietäisi sitä, että autoala sekä sähköala tarvitsisivat vahvistimet. Vahvistimiksi sopisivat Telesten CXE180 jakovahvistimet tai myös pienemällä vahvistuksella olevat vahvistimet käyvät. Suosittelen Telesten CXE180 sen vuoksi, että rakennuksen vahvistimet olisivat suurimmalta osaltaan samanlaisia. Tiltkorjaimen avulla taajuuksista aiheutuvaa vaimenemista voidaan tasoittaa mikä todennäköisesti on tarpeellista varsinkin sähköalalla, koska siellä muutamat rasiat sijaitsevat melko kaukana vahvistimesta.

7 YHTEENVETO

Tavoitteena työssä oli tutkia Kankaanpään Sataedun antennijärjestelmän toimintaa. Toimintaa tutkin tekemällä erilaisia mittauksia kyseisessä oppilaitoksessa. Mittauksia tehtiin useissa eri rakennuksissa. Promax TV Explorer II tuli tutuksi mittauksia tehdessä.

Antennijärjestelmä oli ennestään jonkin verran tuttua, mutta tehdyt mittaukset olivat aivan uutta asiaa. Suurin haaste mielestäni oli kuitenkin kaapeleiden selvittäminen, koska niitä oli erittäin paljon ilman kunnollisia merkintöjä. Suunnittelu-ohjelmista tuli tutuksi AutoCAD 2010 ja ilmainen Draftsight, joiden avulla päivitin antenniasioiden sijainnit pohjakuviin sekä piirsin kolmen rakennuksen antennikaaviot ja tein neljästä rakennuksesta komponenttiluettelot.

Mittauksien avulla sain mielestäni tarpeeksi tietoa järjestelmän nykykunnosta. Varsinkin päärakennuksen järjestelmä oli suhteellisen hyvällä tasolla samoin kuin asuntolan, mutta metallialalla voisi pieniä muutoksia tehdä. Kaupan ja hallinnon rakennus vaatisi suuria muutoksia järjestelmään.

LÄHTEET

Anvia TV Oy. viitattu 13.4.2014.

<http://www.anviatv.fi/product/264/kohinageneraattori-akkukayttoinen-1-2200-mhz-lahtotaso-70-dbu>

DNA Antennitelevisioiden käyttöönotto. 2014. viitattu 13.4.2014.

http://www.dna.fi/documents/15182/18507/Antennitelevisio_nettoihje_v25_02_2014.pdf/b48071fb-7c6e-41bf-b144-bc7c14431815

Pientalon antenniopas. 2012. SANT ry. viitattu 13.4.2014.

http://www.sant.fi/doc/Antenniopas_korjattu_6_2012_NETTI.pdf

ST 621.10 Yhteisantennijärjestelmät. Tekninen suunnitteluohje. 2011. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo.

ST 621.11. Yhteisantennijärjestelmät. Tekniikka. 2011. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo.

St-käsikirja 12 Antennijärjestelmät 2008. Espoo: Sähköinfo Oy.

Vahvistimen mittaustulokset**Sijainti: Kauppa ja Hallinto spk**

Taajuus [MHz]	Modulaatio [QAM]	Tulo [dBμV]	MER [dB]	Lähtö [dBμV]	MER [dB]
154	128	62,7	-	84,4	32,2
162	128	61	-	85,1	32,4
170	128	62,2	-	85,1	32
178	128	62	-	85,1	28,2
186	128	61,2	-	84,3	29,5
194	128	60,4	-	85,5	32,4
202	128	62,1	-	86,3	31
210	128	60,8	-	87	31,2
218	128	61,5	-	87,9	29,1
226	128	63,1	-	89,3	0
234	128	62,8	-	88,8	29,3
242	256	63,7	-	89,7	31,8
250	256	63,6	-	90,8	24,2
258	256	63,4	-	90,4	32,3
266	256	63,1	-	92	29,2
274	256	64,2	-	93	29
282	256	63,7	-	91,9	30
290	256	62,4	-	91,2	29
298	128	62	-	90,1	32,3
306	128	62,5	-	91,4	29,1
314	128	63,5	-	92,3	29,1
322	128	63,1	-	91,6	32,5
330	128	63,6	-	91,1	32,6
338	128	64,2	-	91,9	32,5
346	128	64,5	-	91,7	32,6
354	128	62,9	-	91,4	32,7
362	128	64,5	-	92,3	32,3
370	128	63,5	-	92	32,5
378	128	64,4	-	91,8	30,6
386	128	64,7	-	92,8	32,2
514	256	63,8	-	93,4	30

Suosittelut MER-arvot: DVB-C (128 QAM), **29 dB** DVB-C (256 QAM), **32 dB**

Lisätietoja:

Vahvistimen mittaustulokset**Sijainti: Kauppa ja Hallinto spk vahvistin päärakennukseen**

Taajuus [MHz]	Modulaatio [QAM]	Tulo [dB μ V]	MER [dB]	Lähtö [dB μ V]	MER [dB]
154	128	62,7	-	89,4	30,5
162	128	61,7	-	89,3	0
170	128	61,1	-	90,1	27,9
178	128	62,6	-	89,5	28,6
186	128	61,9	-	89	31,3
194	128	62,4	-	89,9	28,8
202	128	62,1	-	90,4	28,8
210	128	62,1	-	91,5	29,8
218	128	62,8	-	91,8	32,3
226	128	65,1	-	92,6	31,2
234	128	64,8	-	92,8	32,4
242	256	66,1	-	93,8	32,3
250	256	64,7	-	93,5	31,6
258	256	64,3	-	94,2	32,4
266	256	64,2	-	94,9	30,7
274	256	66	-	95,3	32,3
282	256	65,1	-	94,5	32,4
290	256	64,3	-	93,8	32,4
298	128	63	-	93,5	32,7
306	128	63,5	-	93,8	33
314	128	63,9	-	94,5	32,6
322	128	64,3	-	94,6	33,2
330	128	64,5	-	94,5	32,7
338	128	64,3	-	95,1	32,9
346	128	64,4	-	95,1	32,7
354	128	63,1	-	94,6	32,8
362	128	63,4	-	95,9	32,7
370	128	63,3	-	95,4	32,7
378	128	64,1	-	96	32,6
386	128	64,3	-	96,1	0
514	256	63,1	-	95,3	32

Suosittelut MER-arvo: DVB-C (128 QAM), **29 dB** DVB-C (256 QAM), **32 dB**

Lisätietoja:

Vahvistimen mittaustulokset**Sijainti: Päärakennuksen spk**

Taajuus [MHz]	Modulaatio [QAM]	Tulo [dB μ V]	MER [dB]	Lähtö [dB μ V]	MER [dB]
154	128	78,5	27,7	94,2	32,2
162	128	79	32,2	94,8	32,7
170	128	77,5	27,6	94,8	32
178	128	78,6	0	95	0
186	128	77,4	31,2	94,1	32,1
194	128	78	32,3	95,4	31,7
202	128	79	28	96,5	31
210	128	80	32,5	97	31,7
218	128	81,2	27,5	97,7	29,3
226	128	81	30,8	99,5	27,3
234	128	80,5	32	98,8	32
242	256	81,7	30,2	99,5	31,9
250	256	81,7	28,9	100,4	24,9
258	256	82,8	29,8	100	32,6
266	256	81,4	32,7	100,7	32,8
274	256	81,9	32	102,4	32,4
282	256	81,2	31,7	102,2	31,9
290	256	80,5	32,4	101,3	28,6
298	128	80,1	32,4	101,1	28,6
306	128	81,1	32,5	100,6	32,5
314	128	81,5	32,5	101	32,3
322	128	81	32,2	101,7	32,5
330	128	81,2	32,5	101,6	32,1
338	128	82	32,5	102	32,7
346	128	82,6	30,2	101,1	32,6
354	128	82,3	29,9	101,5	32,3
362	128	82,9	30,1	102,9	29,8
370	128	82,2	32,5	102,3	32,5
378	128	82,5	29,5	104,1	30
386	128	82,1	32,1	103,1	32
514	256	80,6	31,5	101,9	31,9

Suosittelut MER-arvo: DVB-C (128 QAM), **29 dB** DVB-C (256 QAM), **32 dB**

Lisätietoja:

Vahvistimen mittaustulokset**Sijainti: Asuntola spk**

Taajuus [MHz]	Modulaatio [QAM]	Tulo [dB μ V]	MER [dB]	Lähtö [dB μ V]	MER [dB]
154	128	-	-	103,2	32
162	128	-	-	103,2	32,5
170	128	-	-	102,5	31,4
178	128	-	-	100,9	0
186	128	-	-	101,4	25,6
194	128	-	-	101,2	32,8
202	128	-	-	102,7	29,3
210	128	-	-	101,3	32,8
218	128	-	-	101,9	32,4
226	128	-	-	102,7	31,2
234	128	-	-	101,5	32
242	256	-	-	101,9	31,8
250	256	-	-	101,7	31,3
258	256	-	-	101,3	32,5
266	256	-	-	101,2	32,4
274	256	-	-	101,7	29,1
282	256	-	-	100,3	28,5
290	256	-	-	99,6	26
298	128	-	-	98,9	29
306	128	-	-	98,8	30,9
314	128	-	-	98,1	31,2
322	128	-	-	97,1	32
330	128	-	-	96,8	31,9
338	128	-	-	96,9	32,2
346	128	-	-	98	31,7
354	128	-	-	97,6	31,9
362	128	-	-	98,9	31,5
370	128	-	-	97,9	32,5
378	128	-	-	97,7	31,3
386	128	-	-	96,9	32,1
514	256	-	-	88	30,1

Suosittelut MER-arvo: DVB-C (128 QAM), **29 dB** DVB-C (256 QAM), **32 dB**

Lisätietoja: Tulon mittaukseen ei mittauspistettä, joten mittaus jätettiin suorittamatta, jotta signaalia ei tarvitse katkaista asunnoista!

Vahvistimen mittaustulokset**Sijainti: Metallialan 2. käytävä**

Taajuus [MHz]	Modulaatio [QAM]	Tulo [dB μ V]	MER [dB]	Lähtö [dB μ V]	MER [dB]
154	128	68,4	32	-	-
162	128	68,4	31	-	-
170	128	67,4	31,2	-	-
178	128	66,9	29,6	-	-
186	128	66	32,3	-	-
194	128	66,5	32,5	-	-
202	128	67,1	31,1	-	-
210	128	66,9	32,2	-	-
218	128	67,4	31,1	-	-
226	128	67,9	30,7	-	-
234	128	67,4	31	-	-
242	256	67,8	30,9	-	-
250	256	67,3	30,9	-	-
258	256	68	31,5	-	-
266	256	66,9	32,2	-	-
274	256	67,8	31,2	-	-
282	256	67	31,7	-	-
290	256	66	32,2	-	-
298	128	64,9	32,7	-	-
306	128	65	32,6	-	-
314	128	64,9	32,3	-	-
322	128	64,7	32,7	-	-
330	128	65,1	32,7	-	-
338	128	65,5	32,6	-	-
346	128	65,1	33	-	-
354	128	63,9	32,7	-	-
362	128	65	32,5	-	-
370	128	64,1	32,9	-	-
378	128	64,4	32,3	-	-
386	128	63,9	32,3	-	-
514	256	58,6	32	-	-

Suosittelut MER-arvot: DVB-C (128 QAM), **29 dB** DVB-C (256 QAM), **32 dB**

Lisätietoja: Vahvistin viallinen!

Antennirasioiden mittaustulokset

Päärakennus

Kohinan lähtötaso [dB μ V]	
146 Mhz	862 Mhz
79,2	79,5

Antennirasia	Signaalintaso [dB μ V]		MER [dB]		Mitattu kohinataso [dB μ V]		Kaltevuus 862-146 dB	Vaimenema 862 Mhz [dB]
	154 Mhz	514 Mhz	154 Mhz	514 Mhz	146 Mhz	862 Mhz		
A101	74	75,8	36	37,2	56,4	46,5	-9,9	33
A201	71,9	73,6	35,9	36,9	54,7	43,8	-10,9	35,7
A204	68,6	69,3	36	35,9	50,5	38,2	-12,3	41,3
A205	69,2	70,4	36,2	35	52,1	40,5	-11,6	39
A218	68	69,4	34,7	37,5	51,8	35,3	-16,5	44,2
A219	69,3	70,6	35	36,4	52	39,3	-12,7	40,2
A230	69,2	69	37,8	37,3	48,2	37	-11,2	42,5
A301	70,8	70,3	35,2	36,3	53,2	39,4	-13,8	40,1
A302	69,3	69,7	35,7	35,8	50	38	-12	41,5
A303	71,8	72,3	35,5	36,7	53,7	40,9	-12,8	38,6
A304	69,3	70,5	34,9	36,3	51,9	40,2	-11,7	39,3
A305	70,3	70,9	35	36,8	51,2	36,5	-14,7	43
A306	68,9	69,3	35,7	37,8	51,1	36,7	-14,4	42,8
A307	69,2	68,8	35,9	37,4	53,2	39,5	-13,7	40
C154	72	72,4	35,7	36,4	54,9	42,1	-12,8	37,4
C157	62,7	62,5	35,2	36,6	45	31,7	-13,3	47,8
C166/1	66,9	68,8	36	36,6	49,3	39,2	-10,1	40,3
C167	64,2	64,4	35,9	36,4	44,5	32,9	-11,6	46,6
C188	71,3	67,4	36	37,4	54	30,5	-23,5	49
C232	69,9	69,1	35,1	36,9	52,8	38,7	-14,1	40,8
C2432	67,9	66,2	34,5	36,5	50,7	32,9	-17,8	46,6
C252/1	69	64,9	35,2	34,7	44,6	29	-15,6	50,5
C1026	68,9	63,6	35,7	36	48,5	28	-20,5	51,5
B107	Kytkemättä palvelinhuoneessa							
C166/2	Rasia rikki							
C252/2	Kytkemättä							

Antennirasioiden mittaustulokset

Asuntola 1/2

Kohinan lähtötaso [dB μ V]	
146 Mhz	862 Mhz

Antennirasia	Signaalintaso [dB μ V]		Signaalinlaatu [dB]		Mitattu kohinataso [dB μ V]		Kaltevuus 862-146 dB
	154 Mhz	514 Mhz	154 Mhz	514 Mhz	146 Mhz	862 Mhz	
05/1	-	-	-	-	-	-	-
05/2	-	-	-	-	-	-	-
05/3	79,2	61,4	36	33,5	-	-	-
06/1	79,2	60,7	35,3	33,4	-	-	-
06/2	78,1	60	35,2	33,2	-	-	-
024/1	77,8	59	36	32,9	-	-	-
024/2	-	-	-	-	-	-	-
109	70,1	51,3	34,2	29,2	-	-	-
110	76,7	58	36	33	-	-	-
111	72,7	54,6	35,4	31,3	-	-	-
121	69,4	50	35	25,6	-	-	-
122	70	47,4	36	24,3	-	-	-
123	71,1	53,9	35,6	27,1	-	-	-
131	62,8	47	34,3	24,5	-	-	-
132	64,1	51	34,7	27,8	-	-	-
133	64	49,7	34,6	28,6	-	-	-
134	60	52,1	30,2	0	-	-	-
141	70,5	52,2	34,5	29,5	-	-	-
142	70,1	52	35,1	29,7	-	-	-
143	79,2	61,2	36,2	33,8	-	-	-
151	57,7	39,5	34	0	-	-	-
152	-	-	-	-	-	-	-
161	64,5	52,7	35,4	30,1	-	-	-
211	65,9	46,8	36	0	-	-	-
212	66,9	47,7	36,6	23,8	-	-	-
213	65,5	45,7	36,4	0	-	-	-
214	68,7	52	36	29,6	-	-	-
221	64,8	43	36	0	-	-	-
222	65,5	45,5	36	30	-	-	-

LIITE 8

Antennirasioiden mittaustulokset

Asuntola 2/2

Kohinan lähtötaso [dB μ V]	
146 Mhz	862 Mhz

Antennirasia	Signaalintaso [dB μ V]		Signaalinlaatu [dB]		Mitattu kohinataso [dB μ V]		Kaltevuus 862-146 dB
	154 Mhz	514 Mhz	154 Mhz	514 Mhz	146 Mhz	862 Mhz	
223	63,8	51	31,7	0	-	-	-
231	68,8	51,2	34,5	28,4	-	-	-
232	67,2	48,2	36,1	24,2	-	-	-
233	69,2	50,4	34,5	28,2	-	-	-
234	71,9	51,5	35,5	0	-	-	-
241	70,1	52,7	35	29,4	-	-	-
242	69,1	49,7	35,9	25,7	-	-	-
243	74,2	56,1	36,2	32,1	-	-	-
251	66,4	48	36,5	25	-	-	-
252	67,8	49,8	36,1	25,4	-	-	-
253	73	54,4	35,8	30,6	-	-	-
311	65,5	45,8	35,7	0	-	-	-
312	66	46,8	36,2	23,6	-	-	-
313	64,7	44,4	36	0	-	-	-
314	71	51,5	35	25	-	-	-
321	69,1	49	36,2	25,1	-	-	-
322	65	44,1	35,9	0	-	-	-
323	69	54	35,6	0	-	-	-
331	66	45,3	36	0	-	-	-
332	67,7	47,7	36,5	0	-	-	-
333	70,2	52,3	35,2	0	-	-	-
334	71,7	52,6	35,2	29	-	-	-
341	67,8	48,8	36,4	24,6	-	-	-
342	67,7	48,5	36,5	24,4	-	-	-
343	74	55,3	36,3	24	-	-	-
351	66,5	47,9	36,1	25,1	-	-	-
352	68,6	51,3	36,1	28,2	-	-	-
353	71,2	52,8	35,9	30,1	-	-	-

Antennirasioiden mittaustulokset

Metalliala

Kohinan lähtötaso [dB μ V]	
146 Mhz	862 Mhz
79,2	79,5

Antennirasia	Signaalintaso [dB μ V]		Signaalinlaatu [dB]		Mitattu kohinataso [dB μ V]		Kaltevuus [dB]	Vaimenema [dB]
	154 Mhz	514 Mhz	154 Mhz	514 Mhz	146 Mhz	862 Mhz		
M112	-	-	-	-	43,1	33,8	-9,3	45,7
M119	-	-	-	-	45,4	38,9	-6,5	40,6
M123	-	-	-	-	44	39,3	-4,7	40,2
M136	-	-	-	-	44,5	37,1	-7,4	42,4
M139	-	-	-	-	-	-	-	-
M202/1	-	-	-	-	41,6	30,4	-11,2	49,1
M202/2	-	-	-	-	54,5	38	-16,5	41,5
M202/3	-	-	-	-	-	-	-	-
M203	-	-	-	-	55,9	41,8	-14,1	37,7
M213	-	-	-	-	42,2	28,5	-13,7	51
MVSS	-	-	-	-	52,8	44,7	-8,1	34,8

Lisätietoja: Signaalitasojen ja laatuojen mittaaminen puuttuu viallisen vahvistimen takia!

Antennirasioiden mittaustulokset

Kauppa ja hallinto

Kohinan lähtötaso [dB μ V]	
146 Mhz	862 Mhz
79,3	79,5

Antennirasia	Signaalintaso [dB μ V]		Signaalinlaatu [dB]		Mitattu kohinataso [dB μ V]		Kaltevuus 862-146 dB	Vaimennus [dB]
	154 Mhz	514 Mhz	154 Mhz	514 Mhz	146 Mhz	862 Mhz		
K101	-	-	-	-	-	-	-	-
K102	63,9	69,4	35,2	35,8	60	52	-8	27,5
K103	44,1	50	0	29	37,5	25	-12,5	54,5
K104	-	-	-	-	37,7	21	-16,7	58,5
K105	-	-	-	-	-	-	-	-
K106	55,4	55,4	32,4	32,9	51	27	-24	52,5
K201	49,3	51,9	27,7	30	42	24,1	-17,9	55,4
K202	-	-	-	-	-	-	-	-
K203	-	-	-	-	-	-	-	-
K204	-	-	-	-	-	-	-	-
K205	-	-	-	-	-	-	-	-
K206	-	-	-	-	-	-	-	-
K207	52,4	58	30,4	34,4	52,7	45	-7,7	34,5
K208	-	-	-	-	-	-	-	-
VSS	50,5	52,7	28,8	30,9	44,7	27,9	-16,8	51,6

Lisätietoja: Antennirasioiden mittaaminen jäi kesken asbestitöiden takia!

Kankaanpään Sataedun antennijärjestelmästä löytyneet viat

Kauppa ja hallinto

- Antennikaapeleita on jonkin verran poikki.
- Jakoverkko rakennettu käytännössä kokonaan väärin (Jaottimia käytetty haaroittimien sijaan)!
- Ruokasalin antennirasiaan (K101) ja opettajienhuone (K105) ei signaalia.

Päärakennus

- Neuvotteluhuoneen (B107) antennikaapeli on kytkemättä palvelinhuoneessa.
- Minttu-luokan (C166/2) ketjutettava antennirasia viallinen.
- A-osan kahvihuoneen antennirasiaan (A102) ei signaalia. Kaapeli on todennäköisesti poikki!

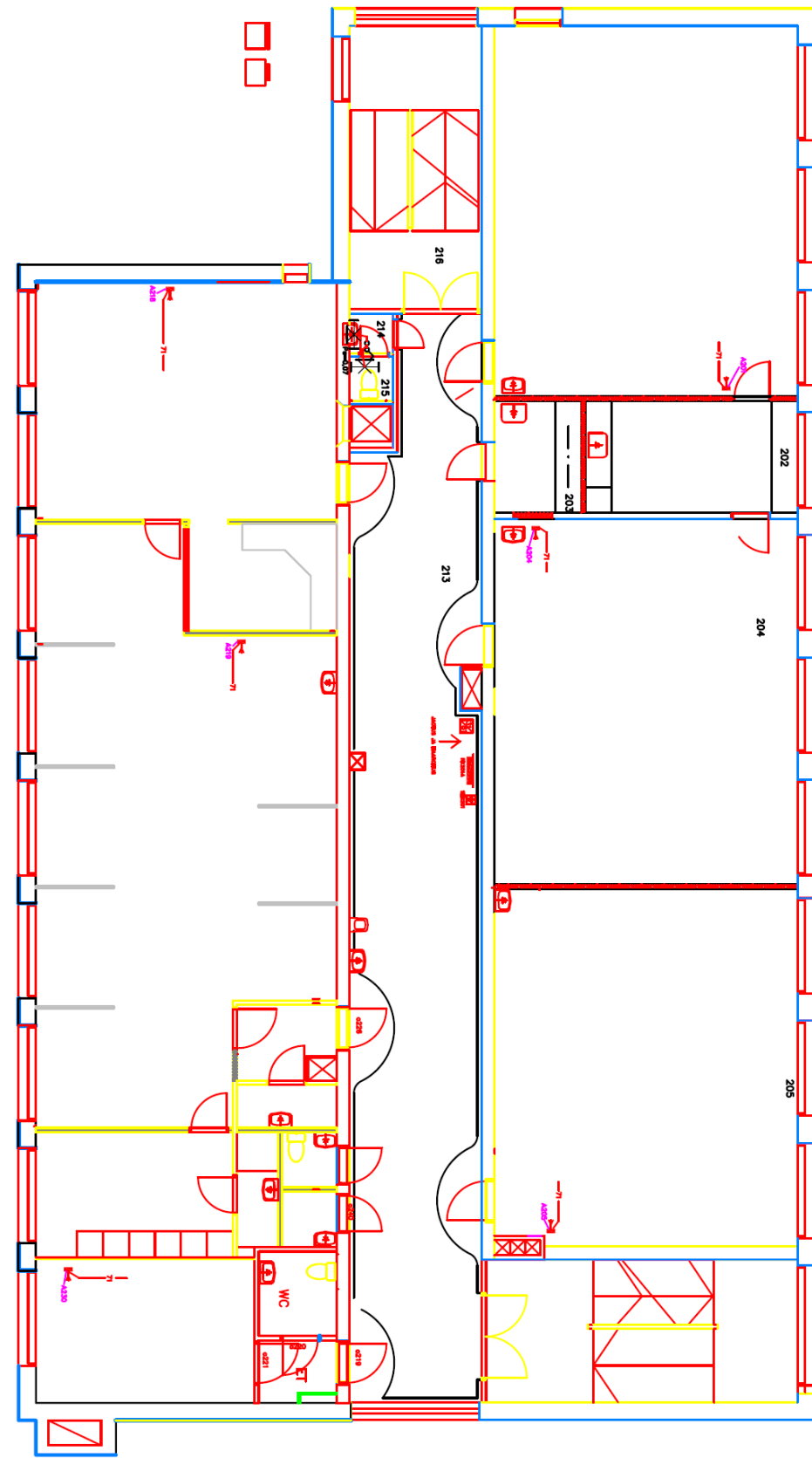
Asuntola

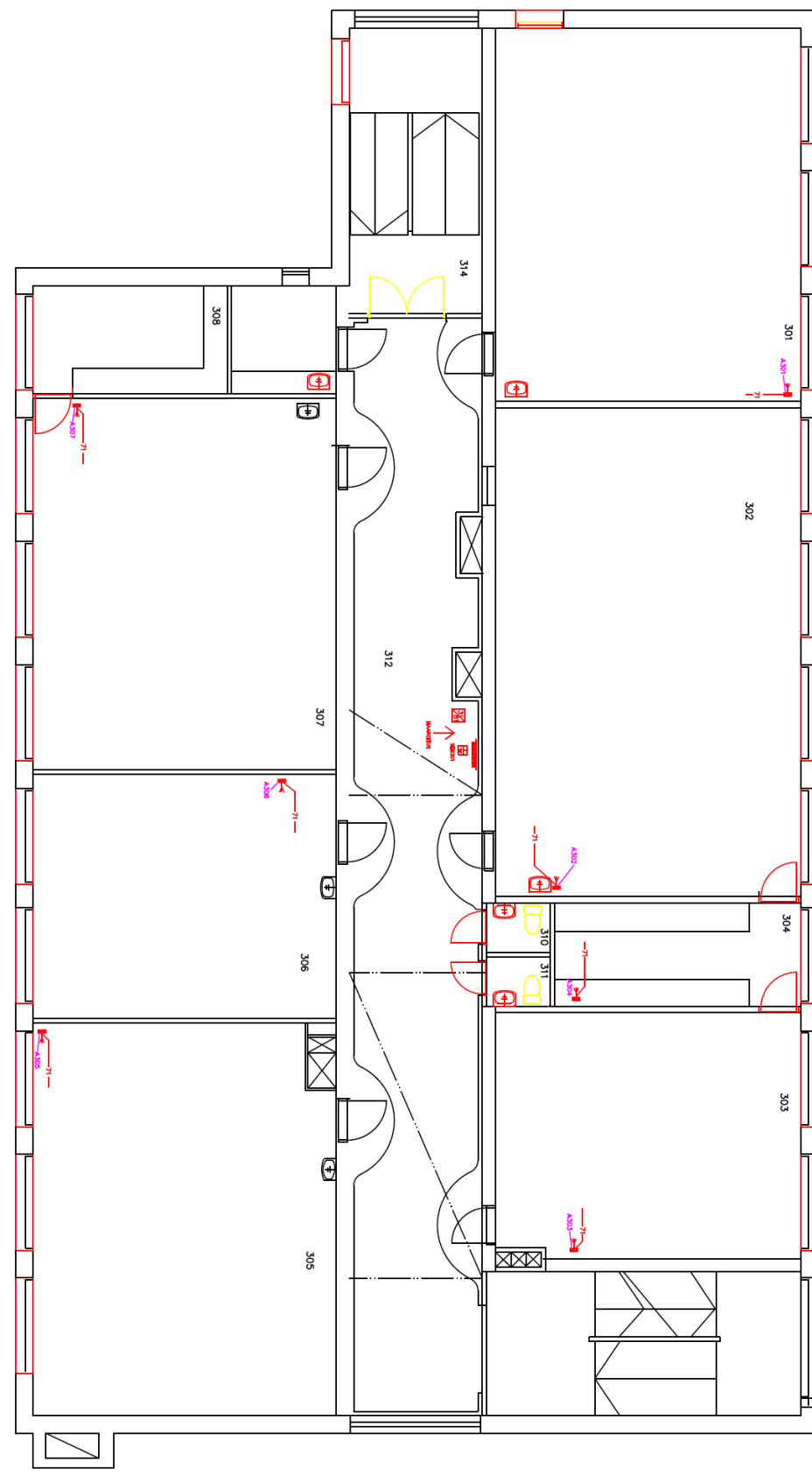
- Pohjakerroksen terveydenhoitupuolen ryhmäkeskuksessa läpimenevä haaroitin viallinen.

Metalliala

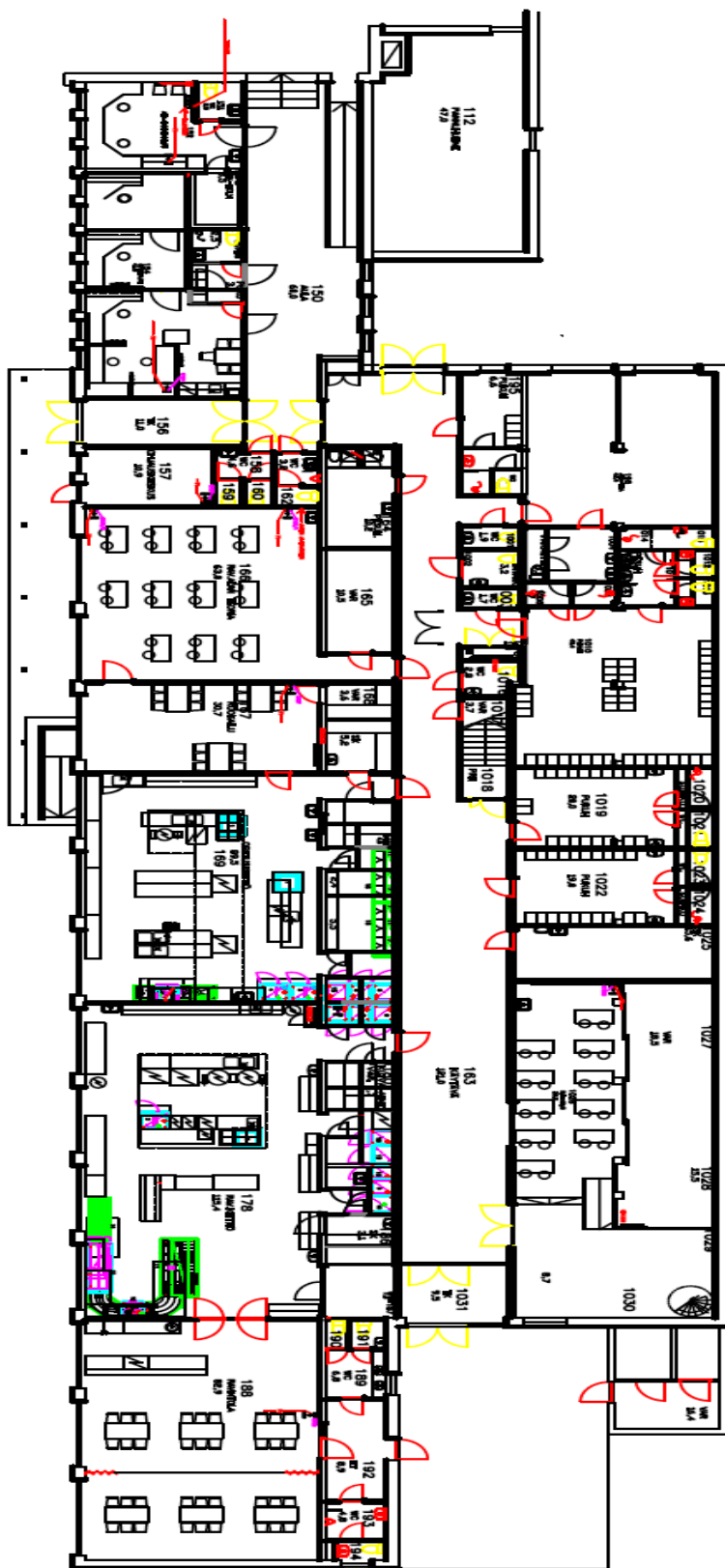
- Vahvistin viallinen.
- Opettajien kahvihuoneen antennirasia (M202/3) mahdollisesti viallinen.
- Luokahuoneesta 139 puuttuu antennirasia.
- Osa päätyvien rasioiden signaaleista suoraan jaottimelta.

Päärakennus A-osa 2. krs

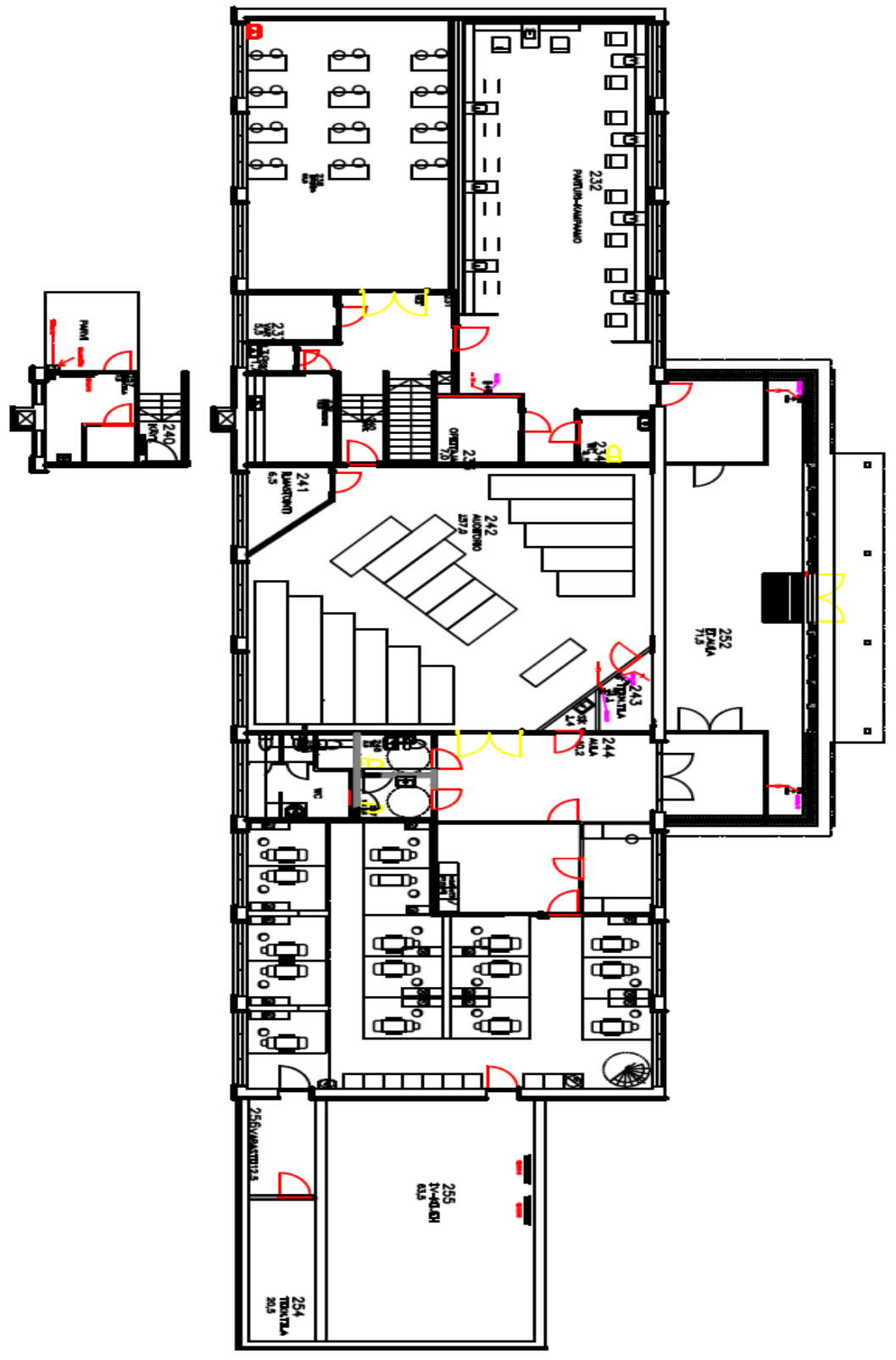


Päärakennus A-osa 3. krs

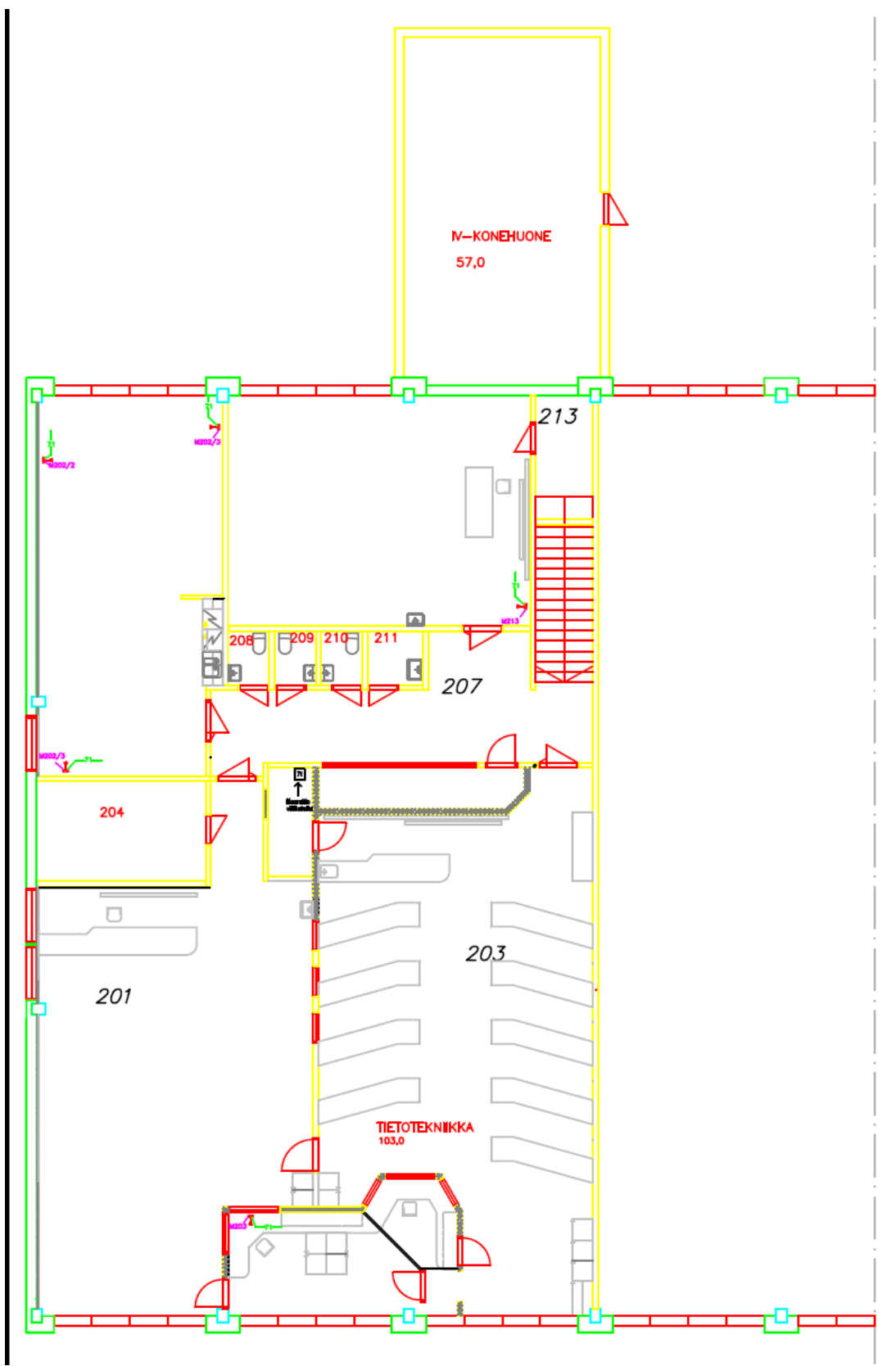
Päärakennus C-osa 1.krs



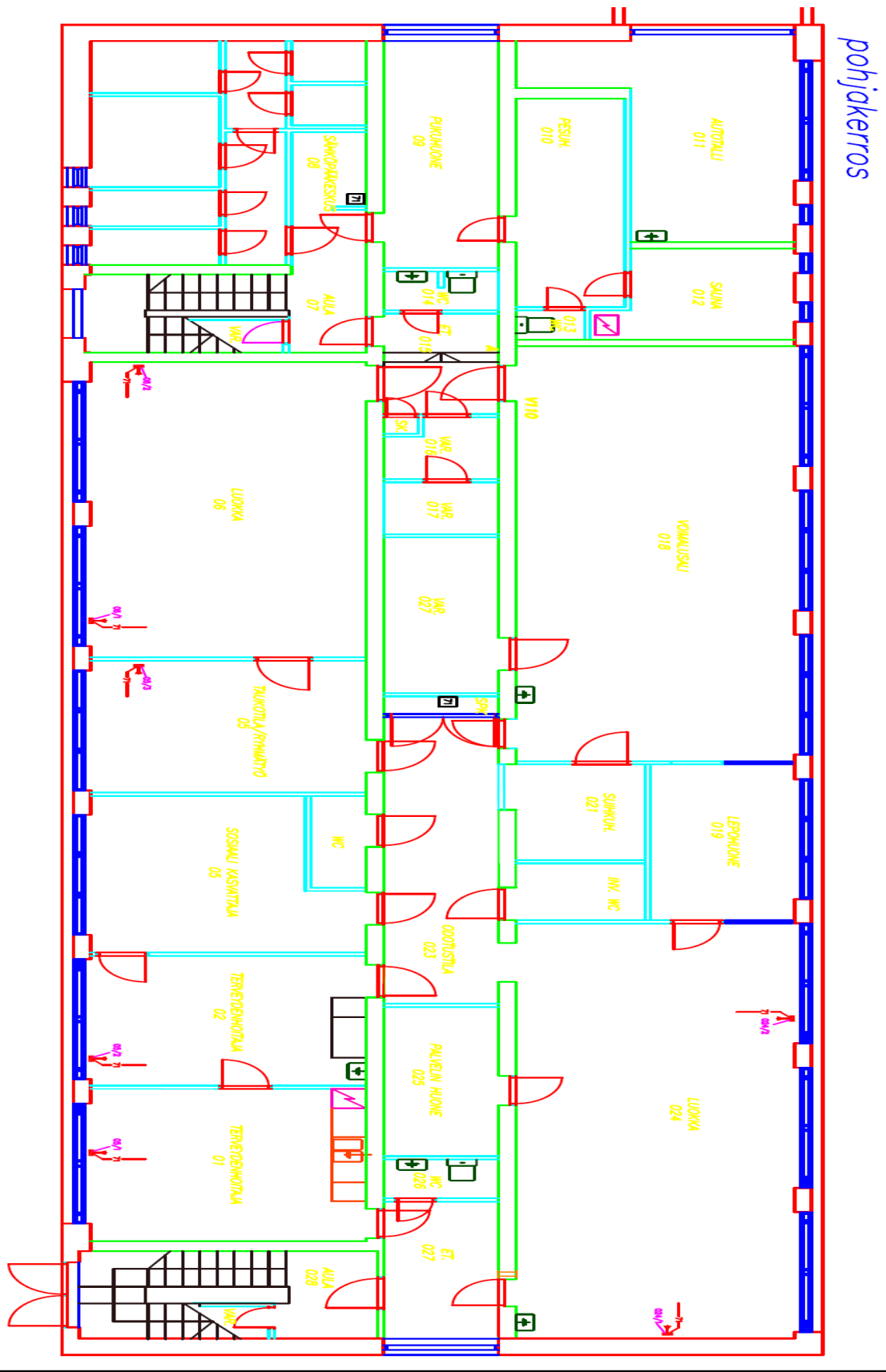
Päärakennus C-osa 2. krs



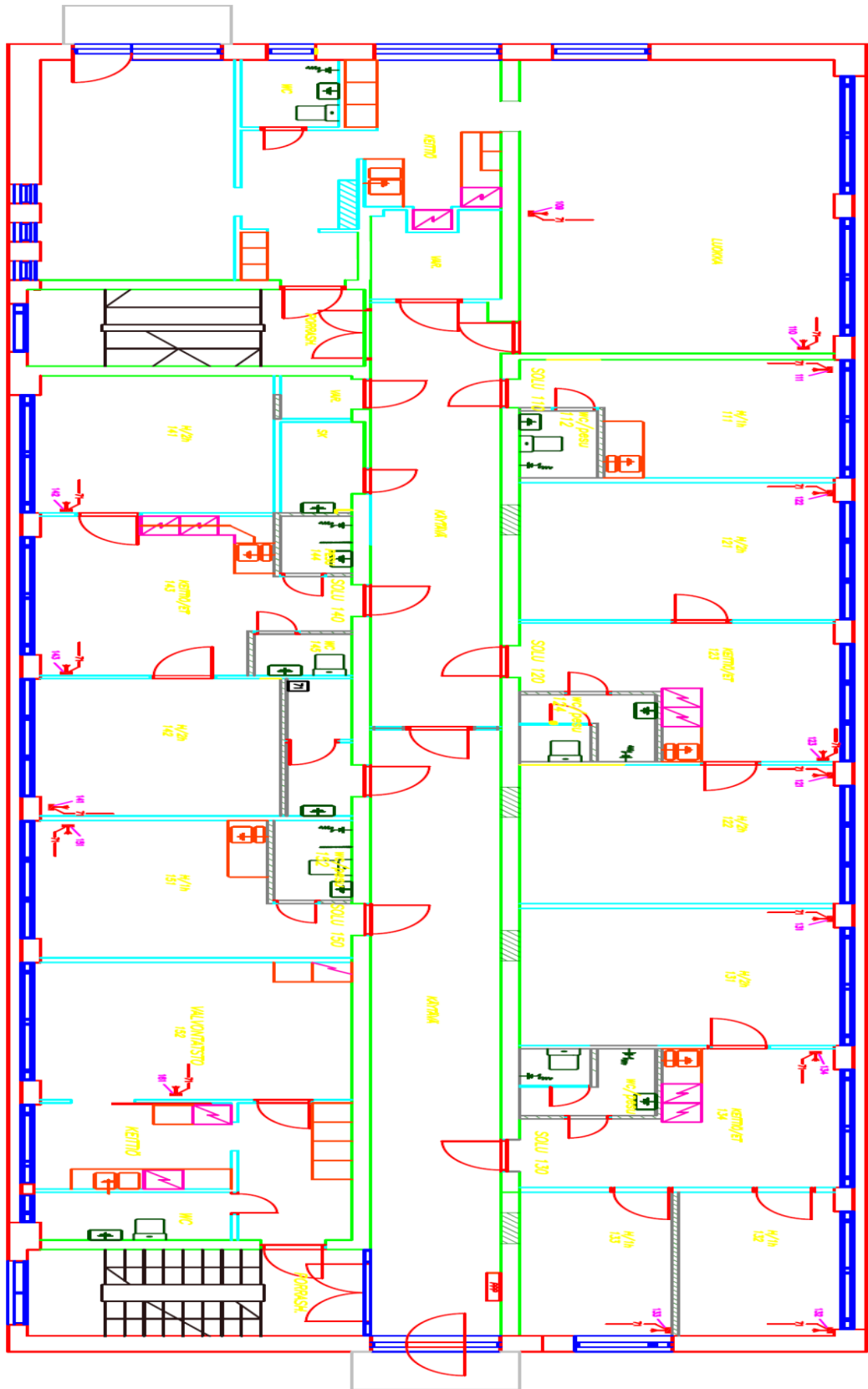
Metalliala 2. krs



Asuntola pohjakerros

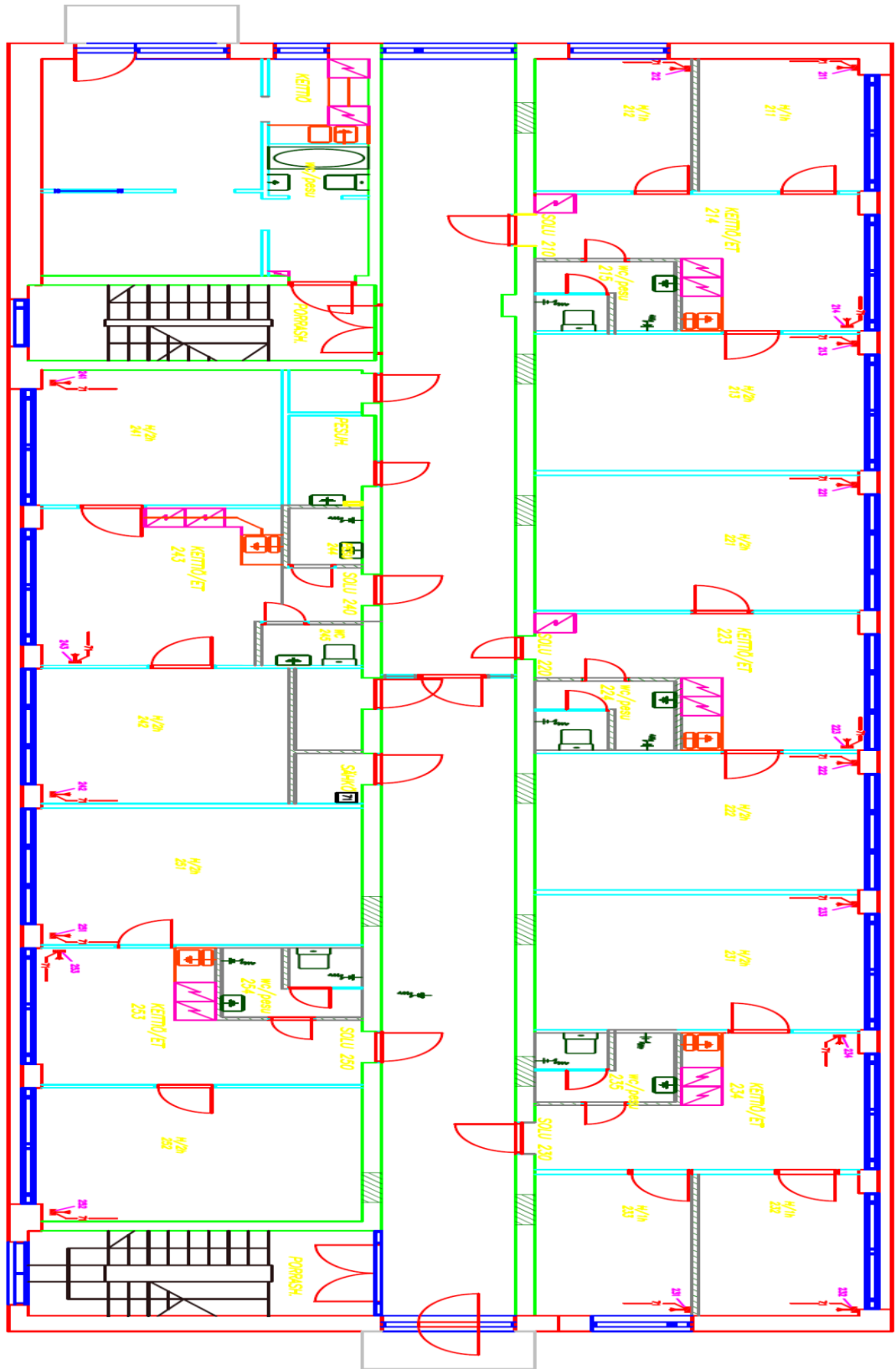


Asuntola 1. krs



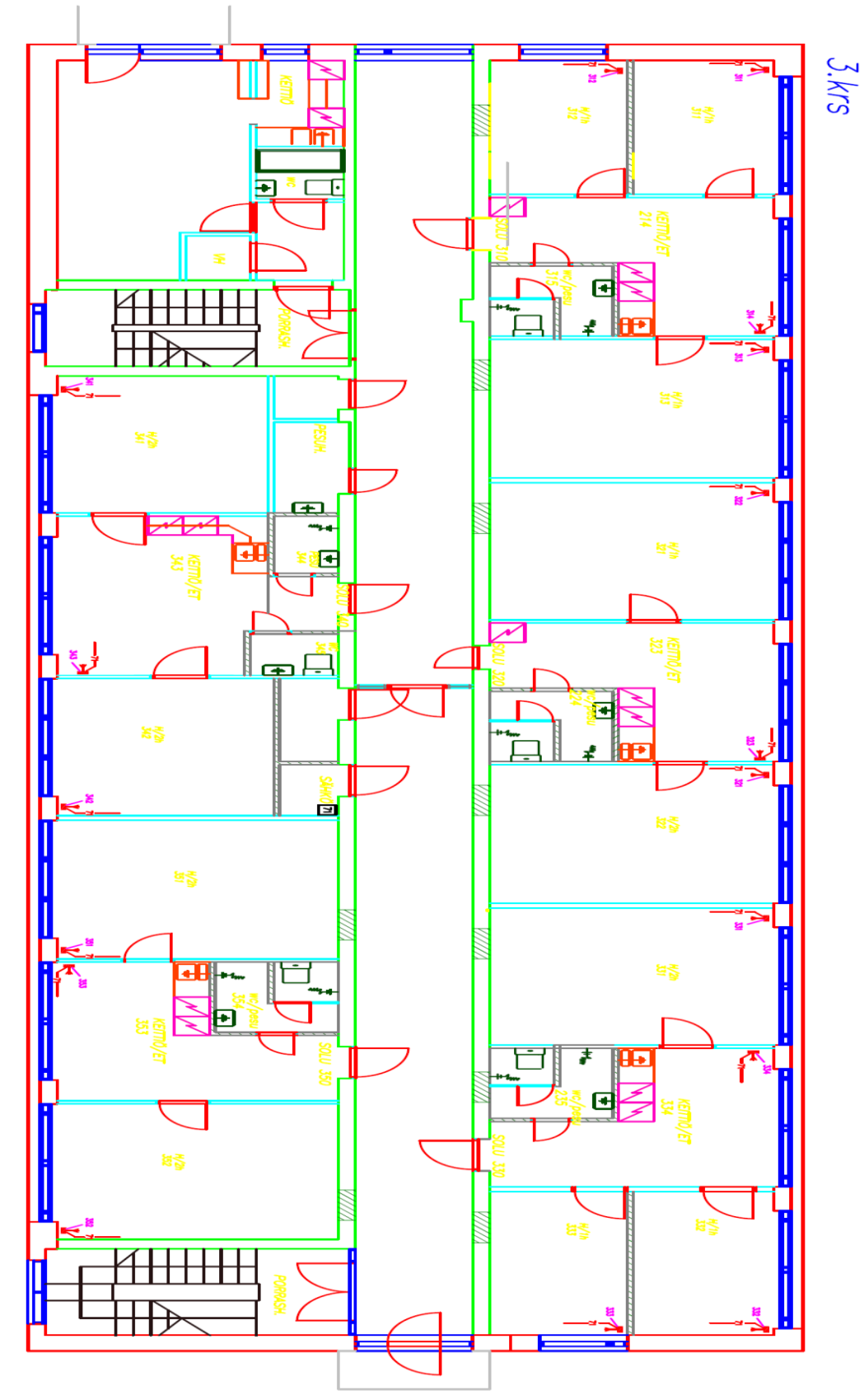
1.krs

Asuntola 2. krs

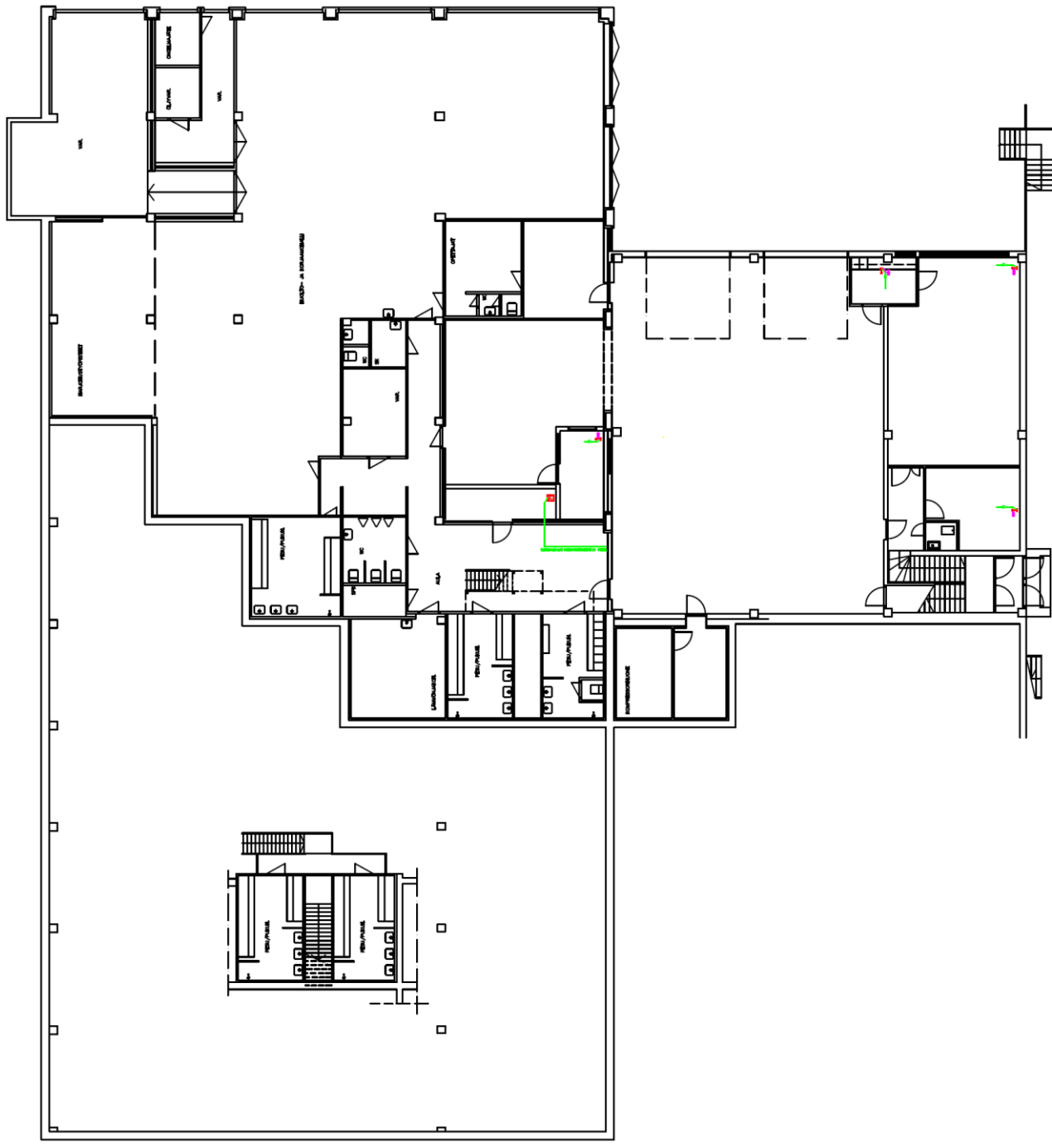


2.krs

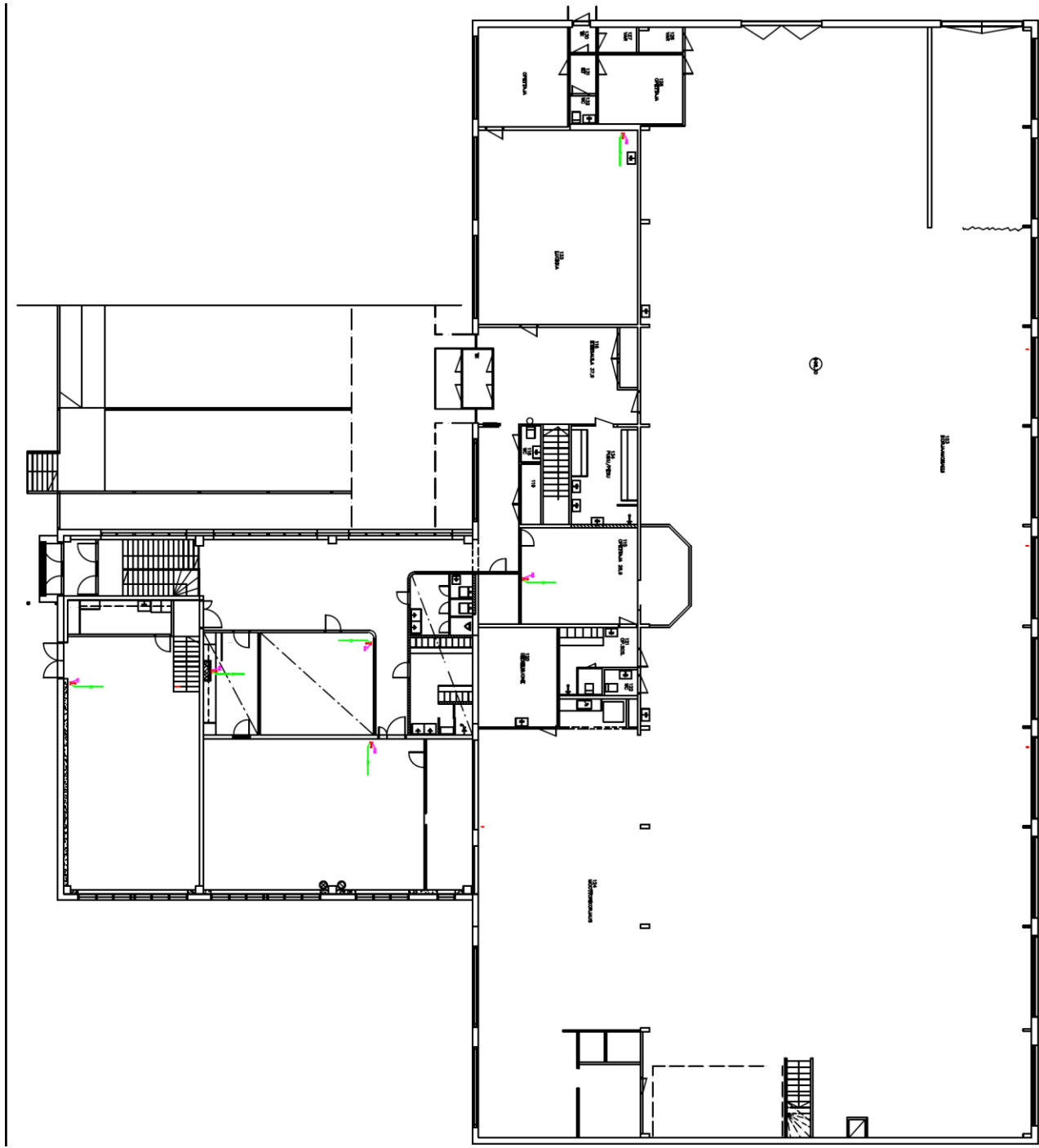
Asuntola 3. krs



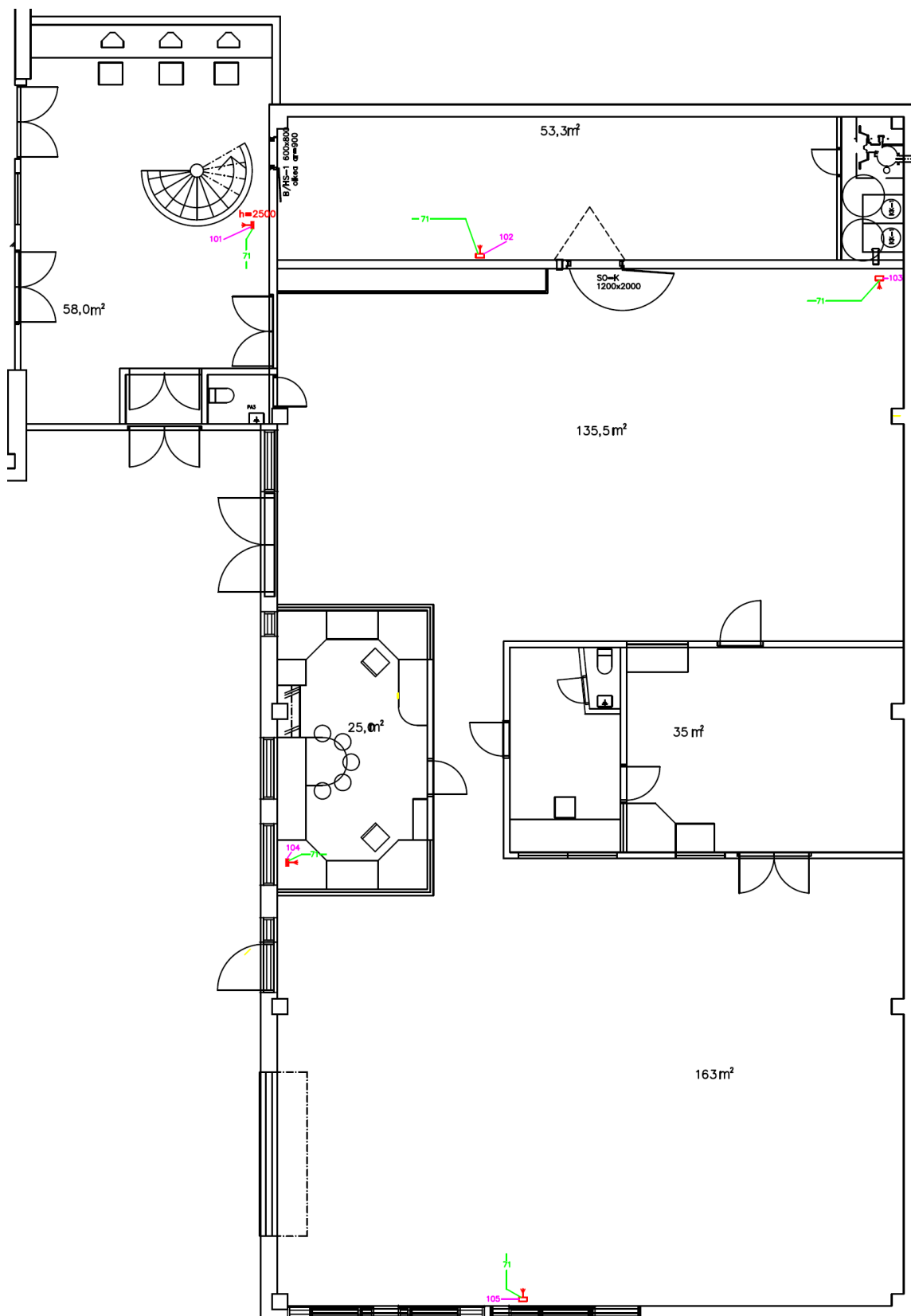
Autoala 1. krs



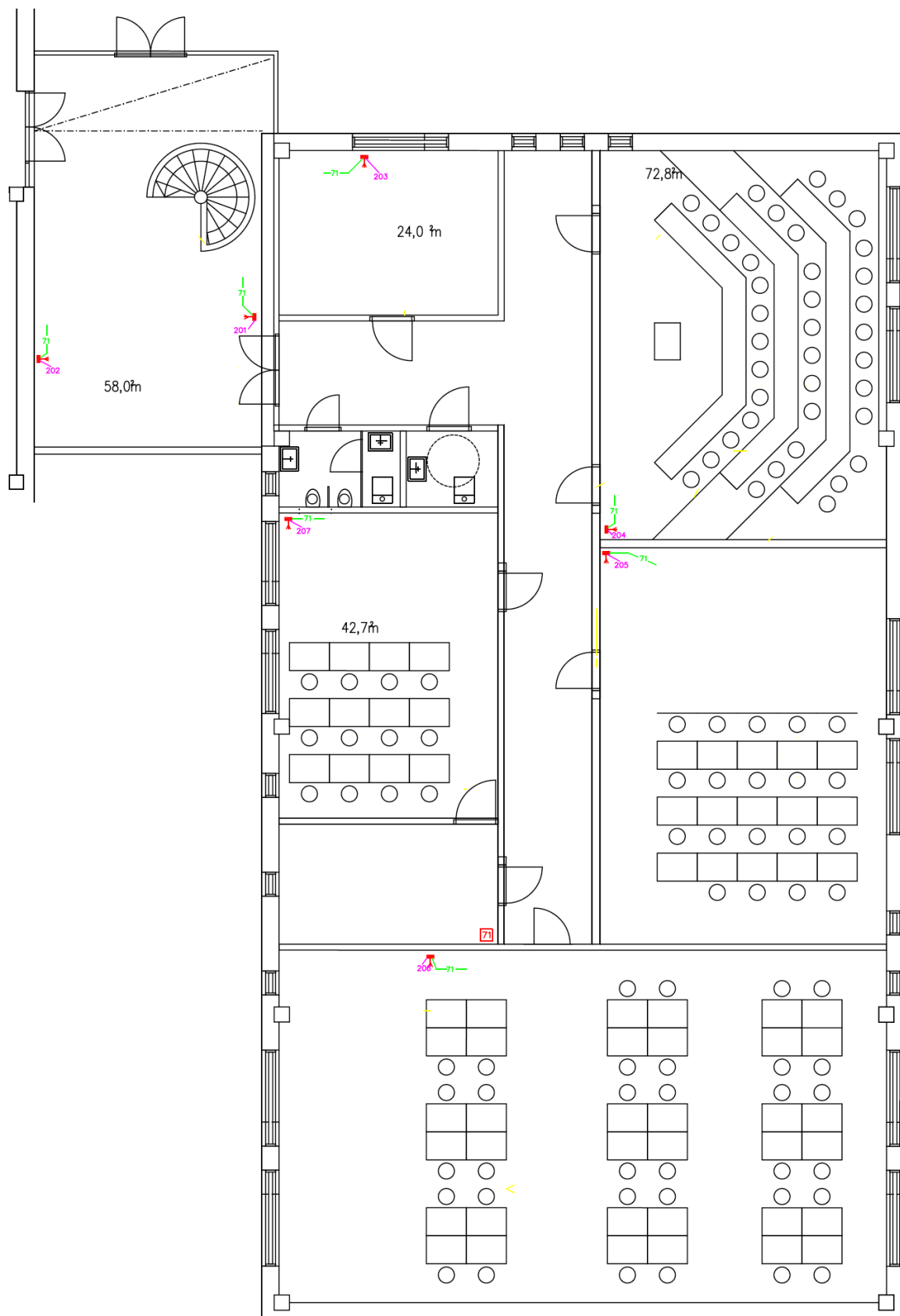
Autoala 2. krs.



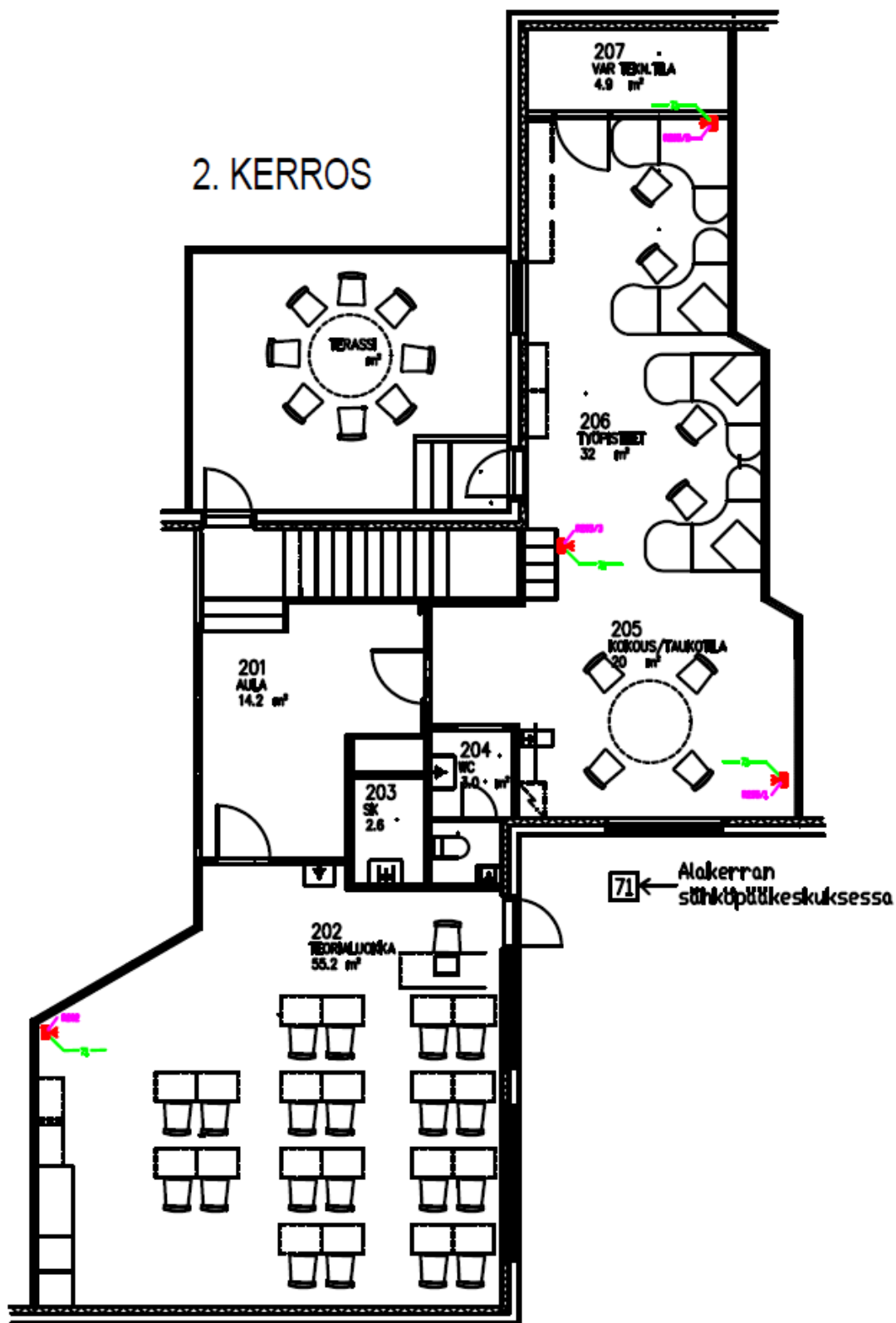
Sähköala uusi puoli 1. krs.



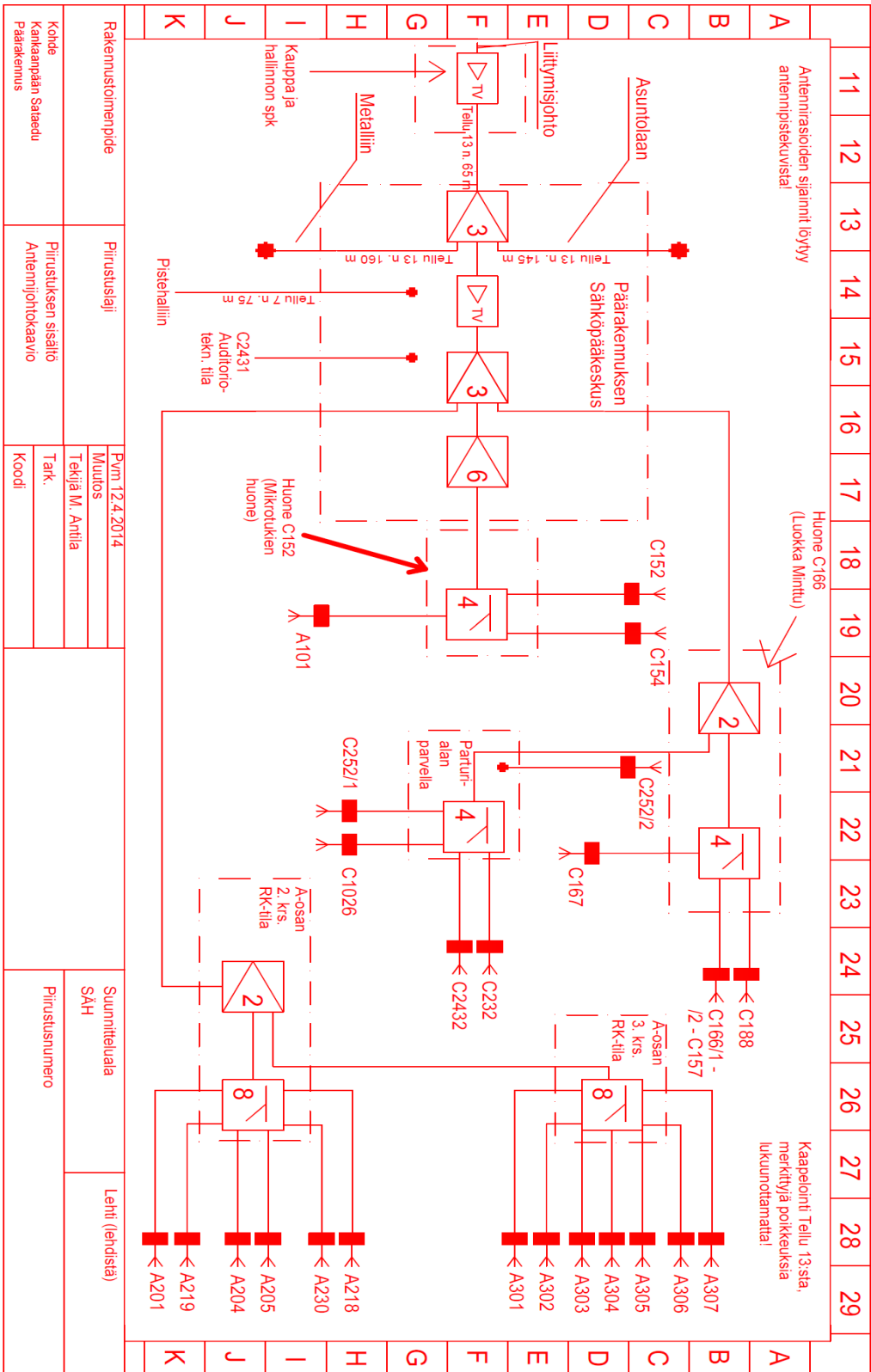
Sähköala uusi puoli 2. krs



Rakennusala 2. krs

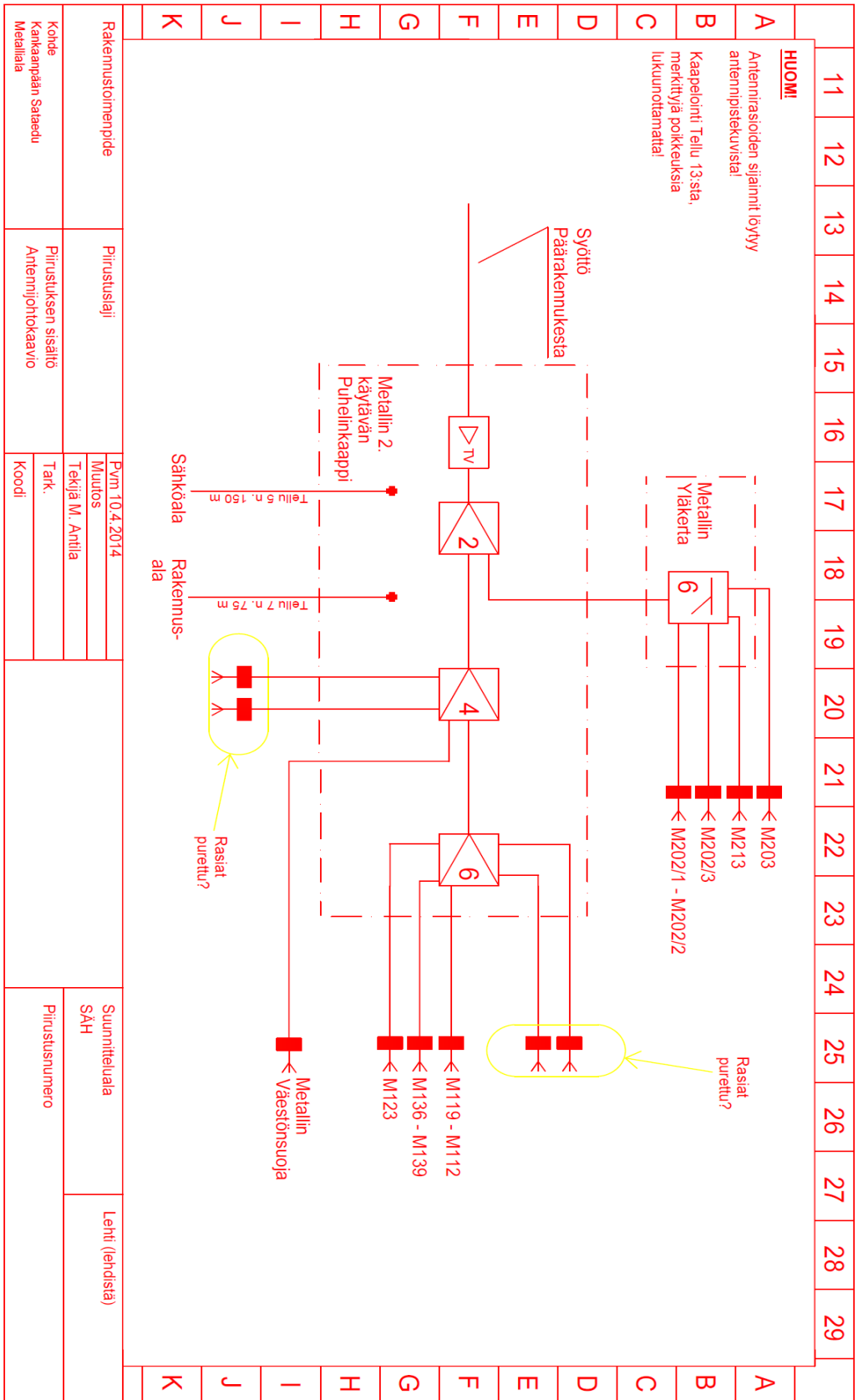


Antennikaavio päärakennuksesta

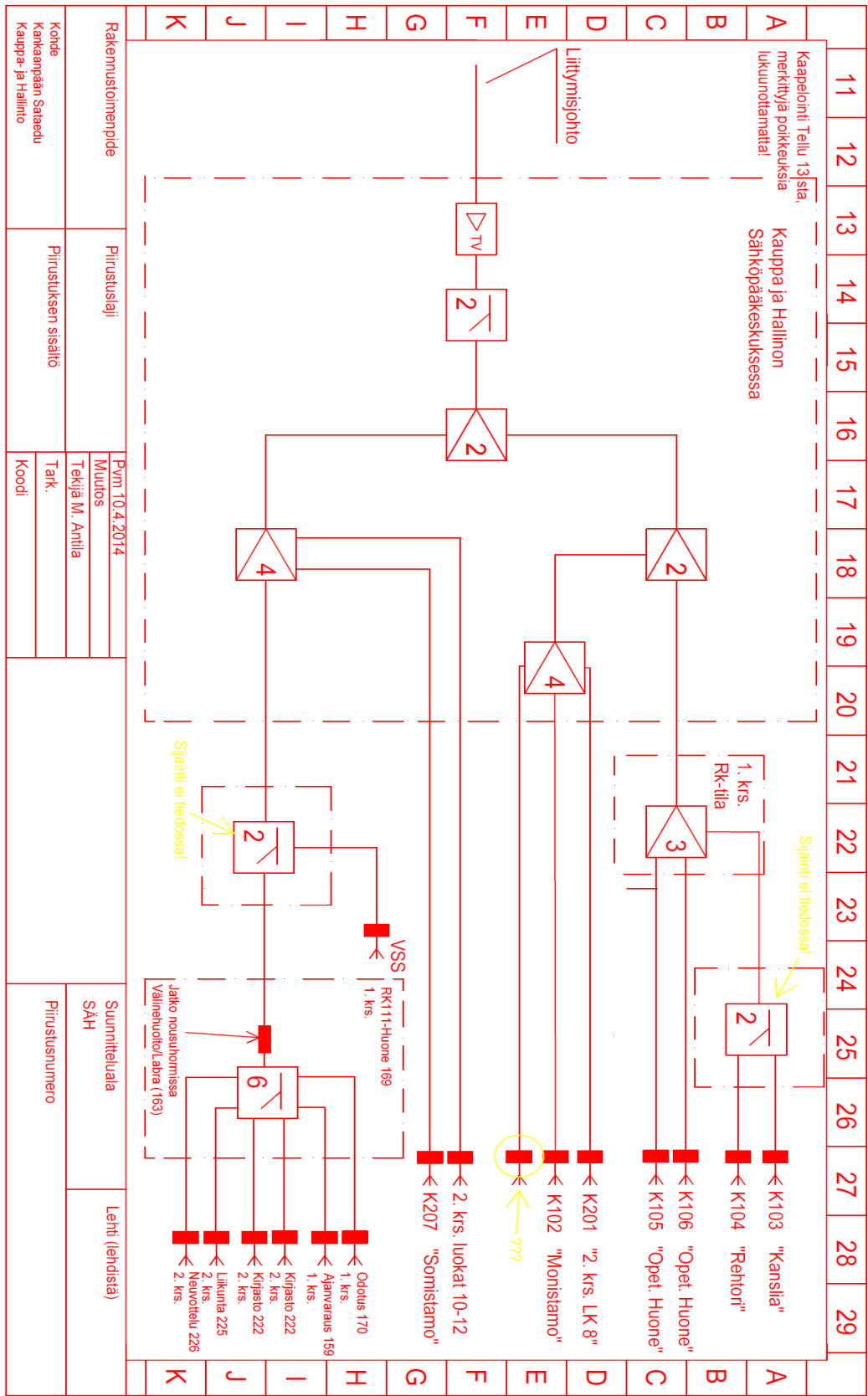


Rakennusstoimenpide		Pirtustuslaji		Suunnitteluala	
Kohde Kaikapaan Sataedu Päätökennus		Pirtustuksen sisältö Antennijohdekaavio		SAH	
		Pym 12.4.2014		Lehti (lehdistä)	
		Muutos			
		Tekijä M. Antila			
		Tark.			
		Koodi			
				Pirtustusnumero	

Antennikaavio metallialan rakennuksesta



Antennikaavio kauppa - ja hallintorakennuksesta



Komponenttiluettelo päärakennuksen A- ja B-osasta

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
A	ANTENNIJÄRJESTELMÄN KOMPONENTTILUETTELO																			A
B	JÄRJESTELMÄ: PÄÄRAKENNUS A-osa SUAINTI: Päärakennus spk																			B
C	Vahvistin / Vahvistimet SUAINTI: Kauppa ja hallinto spk																			C
D	Valmistaja ja malli: Teleste CXE100 Vahvistus: 39 dB																			D
E	Taajuusalue verk. / Paluuk. taajuusalue: 47/54/70/85...862 MHz / 5...30/42/50/65 MHz Kohinaluku: 7,9 dB Ulostulotaso DIN 45004B: 122 dBµV Ulostulotaso CTB 42: 109 dBµV Testauspiste: 20 dB Syöttöjännite: 26...65 Vac / + 30...90 Vdc / 180...255 Vac Mitat: 182 x 140 x 84 mm																			E
F	SUAINTI: Päärakennus A-osa 3. krs. RK-tilia Haaroin: Teleste FST188 12-17 dB 5-1000 MHz 8-haaraa läpimeno 6, 5 dB																			F
G	SUAINTI: Päärakennus A-osa 3. krs. RK-tilia Haaroin: Teleste FST188 12-17 dB 5-1000 MHz 8-haaraa läpimeno 6, 5 dB																			G
H	SUAINTI: Päärakennus spk Valmistaja ja malli: Teleste CXE180																			H
I	Vahvistus: 40 dB Taajuusalue verk. / Paluuk. taajuusalue: 47/54/70/85/108...1006 MHz / 5...30/42/50/65/85 MHz Kohinaluku: 7 dB																			I
J	Ulostulotaso DIN 45004B: 112 dBµV Ulostulotaso CTB 42: 20 dB Testauspiste: 26...65 Vac / 180...255 Vac Syöttöjännite: 182 x 140 x 84 mm Mitat:																			J
K	Antenniasiat: -Teleste APS011 Päätyvä 1 dB DC-läpi																			K
Rakennusohjelmepide		Pirustusaj		Pvm 18.4.2014		Muutos		Tekijä M. Antila		Suunnitteluala		Lehti (lensistä)		SÄH		Pirustusnumero				
Kohde		Kankaanpään Sateedu Päärakennus		Pirustuksen sisältö		Komponenttiluettelo antennijärjestelmä		Koodi												

Komponenttiluettelo päärakennuksen C-osasta

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
A	ANTENNIJÄRJESTELMÄN KOMPONENTTILUETTELO																			A
B	JÄRJESTELMÄ: PÄÄRAKENNUS C-osa																			B
C	Vahvistin / Vahvistimet																			C
D	SUAINTI: Kauppa ja hallinto spk																			D
E	Valmistaja ja malli: Teleste CXE100																			E
F	Vahvistus: 39 dB																			F
G	Taajuusalue verk. / Paluuk. taajuusalue: 47/54/70/85...862 MHz / 5...30/42/50/65 MHz																			G
H	Kohinaluku: 7,9 dB																			H
I	Ulostulotaso DIN 45004B: 122 dBµV																			I
J	Ulostulotaso CTB 42: 109 dBµV																			J
K	Testauspiste: 20 dB																			K
	Sytöjännite: 26...65 Vac / + 30...90 Vdc / 180...255 Vac																			
	Mitat: 182 x 140 x 84 mm																			
	SUAINTI: Päätärakennus spk																			
	Valmistaja ja malli: Teleste CXE180																			
	Vahvistus: 40 dB																			
	Taajuusalue verk. / Paluuk. taajuusalue: 47/54/70/85/108...1006 MHz / 5...30/42/50/65/85 MHz																			
	Kohinaluku: 7 dB																			
	Ulostulotaso DIN 45004B: 112 dBµV																			
	Ulostulotaso CTB 42: 20 dB																			
	Testauspiste: 26...65 Vac / 180...255 Vac																			
	Sytöjännite: 182 x 140 x 84 mm																			
	Mitat: 182 x 140 x 84 mm																			
	SUAINTI: Päätärakennus C-osan huone C166 (Luokka Minttu)																			
	Haaroin: Wittenberg Wf-4 VF 6,8 dB 4-haaraa																			
	SUAINTI: Päätärakennus C-osan huone C152 (Mikroituksen huone)																			
	Haaroin: Wittenberg Wf-4 VF 6,8 dB 4-haaraa																			
	SUAINTI: Päätärakennus C-osan huone C166 (Luokka Minttu)																			
	Jaotin: Teleste FJU402 3,5 dB 5-862 MHz 2-lähtöä																			
	Haaroin: Scandvik MS-4 7,5 dB 5-860 MHz 4-haaraa																			
	SUAINTI: Päätärakennus C-osan teknisen tilan takana (Parturitalan parvi)																			
	Haaroin: Teleste FHT142 11-12 dB 5-862 MHz 4-haaraa																			
	Antennirasiat:																			
	-Laatuantenni LARS 01 Päättyvä 1 dB 5-860 MHz																			
	-Laatuantenni LARS 13 Päättyvä 13 dB 5-860 MHz																			
	-Teleste APS011 Päättyvä 1 dB DC-lähti 5-1750 MHz																			
	-Teleste APU131 Keijutettava 13 dB 5-860 MHz																			
	-Televes 5232 T-SCATTV Päättyvä 1 dB 5-1000 MHz																			
	Rakennusstoimenpide																			
	Pirustuslaji																			
	Pvm 18.4.2014																			
	Muutos																			
	Tekijä M. Anttila																			
	Tark.																			
	Koodi																			
	Kohde																			
	Känkaapään Sateadu																			
	Päärakennus																			
	Pirustuksen sisältö																			
	Komponenttiluettelo																			
	antennijärjestelmä																			
	Suunnitteluala																			
	SAH																			
	Lehti (ehdistä)																			
	Pirustusnumero																			

Komponenttiluettelo asuntolasta

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
A	ANTENNIJÄRJESTELMÄN KOMPONENTTILUETTELO																			A
B	<p>JÄRJESTELMÄ: Asuntola</p> <p>Vahvistin / Vahvistimet</p>																			B
C	<p><u>SUAINTI: Kauppa ja hallinto spk</u></p> <p>Valmistaja ja malli: Telesse CXE100</p>																			C
D	<p>Valmistus: 39 dB</p> <p>Valmistaja ja malli: Telesse CXE100</p>																			D
E	<p>Taajuusalue verk. / Paluuk. taajuusalue: 47/54/70/85...862 MHz / 5...30/42/50/65 MHz</p> <p>Kohinaluku: 7,9 dB</p>																			E
F	<p>Ulostulotaso DIN 45004B: 122 dBµV</p> <p>Ulostulotaso CTB 42: 109 dBµV</p> <p>Testauspiste: 20 dB</p> <p>Syöttöjännite: 26...65 Vac / +- 30...90 Vdc / 180...255 Vac</p>																			F
G	<p><u>SUAINTI: Asuntolan poliakerros spk</u></p> <p>Valmistaja ja malli: Schwaiger GN9720/SF</p>																			G
H	<p>Valmistus: 122 dBµV</p> <p>Taajuusalue verk. / Paluuk. taajuusalue: 109 dBµV</p> <p>Kohinaluku: 20 dB</p> <p>Ulostulotaso DIN 45004B: 26...65 Vac / +- 30...90 Vdc / 180...255 Vac</p> <p>Ulostulotaso CTB 42: 20 dB</p> <p>Testauspiste: Lähtö -20 dB</p> <p>Syöttöjännite: 220 Vac</p> <p>Mitat:</p>																			H
I	<p><u>SUAINTI: 3 krs. RK-tila</u></p> <p>Jaotin: Telesse REPART. SCATV 2 dB 5-1000 MHz 2-lähtöä</p> <p>Haaroin: Telesse DMW/6 12-18 dB 5-1000 MHz 6-haaraa läpimeno 6,9 dB</p> <p>Haaroin: Telesse DERIV. SCATV 12 dB 5-1000 MHz 8-haaraa</p> <p>Haaroin: Telesse FHU/121 11 dB 5-862 MHz 1-haaraa läpimeno 1 dB</p> <p>Haaroin: Telesse FHTT/24 11-12 dB 5-862 MHz 4-haaraa läpimeno 6,9 dB</p> <p>Haaroin: Telesse FHTT/24 11-12 dB 5-862 MHz 4-haaraa läpimeno 6,9 dB</p>																			I
J	<p><u>Antenniasiat</u></p> <p>-Telesse 5232 T-SCATV Päätyvä 1 dB 5-1000 MHz</p>																			J
K	<p><u>Antenniasiat</u></p> <p>-Telesse 5232 T-SCATV Päätyvä 1 dB 5-1000 MHz</p>																			K
Rakennusostomenpid		Pirustuslaji		Pum 18.4.2014		Muuutos		Tekijä M. Antila		Suunnitteluala		SÄH		Pirustusnumero		Lähti (ehdista)				
Kohde		Kätkänpään Sateedu		Pirustuksen sisältö		Komponenttiluettelo		antennijärjestelmä		Tark.		Koodi								

