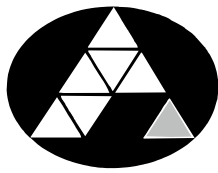


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Mikko Arola

ÄÄNIEVAKUOINTIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU  
SAIRAALAYMPÄRISTÖÖN

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2011



POHJOIS-KARJALAN  
AMMATTIKORKEAKOULU

**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2011**  
**Sähkötekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80100 JOENSUU  
p. (013) 260 6906

**Tekijä**  
Mikko Arola

**Nimeke**  
Äänievakuointijärjestelmän suunnittelu sairaalaympäristöön

**Toimeksiantajat**  
Suomen sairaalatekniikan yhdistys ry, Insinööritoimisto Granlund Kuopio Oy

**Tiivistelmä**

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia sairaalaympäristöön tulevan äänievakuointijärjestelmän suunnittelussa huomioon otettavia näkökohtia, sekä käyttää hyväksi näitä tietoja Kuopion yliopistollisen sairaalan aulatilán äänentoistojärjestelmän saneeraushankkeessa.

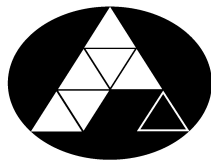
Työssä käydään läpi äänievakuointiin liittyvät lainmääräykset ja standardit, pohditaan sairaalaympäristön asettamia erityisvaatimuksia sekä sairaalan sisäisten järjestelmien korvaamismahdollisuuksia tai niiden liittymistä äänievakuointijärjestelmään. Kuopion yliopistollisen sairaalann aulatilán äänievakuointijärjestelmän toteutus on dokumentoitu esimerkkinä käytettävistä toteutustavoista.

Tulokseksi työstä saatiin sairaalaympäristöihin sekä muihin julkisiin rakennuksiin hyödynnettävä kooste äänievakuointijärjestelmän asentamisesta kiinteistöön.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 44  
Liitteet 2  
Liitesivumäärä 2

**Asiasanat**  
digitaalinen yleisäänentoisto, sairaala, yleisäänentoisto, äänievakuointi



NORTH KARELIA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**THESIS**  
**May 2011**  
**Degree Programme in Electrical Engineering**  
Karjalankatu 3  
FIN 80100 JOENSUU  
Tel. 358-13-260 6906

Author  
Mikko Arola

Title  
Design of Voice Evacuation Systems in Hospital Environment

Commissioned by  
Finnish Federation of Hospital Engineering, Granlund Kuopio

Abstract

The purpose of this thesis was to study the aspects in designing a voice evacuation system in hospital environment, and to utilize the results in the reorganizing project of sound reproducing system in the lobby area of Kuopio University Hospital.

This thesis summarizes the standards and the legislation concerning voice evacuation, considers the special requirements of hospital environment and the possibilities to substitute or mesh with the previous systems. The implementation of the voice evacuation system in Kuopio University Hospital lobby area has been documented as an example for the available methods to be used.

The result of the thesis was a summary concerning the aspects in voice evacuation system installation in hospital environment and even in civic buildings.

Language  
Finnish

Pages 44  
Appendices 2  
Pages of Appendices 2

Keywords

digital public sound reproducing system, hospital, voice evacuation

## Sisältö

Tiivistelmä	
Abstract	
Lyhenteet	6
1 Johdanto	7
2 Äänentoistojärjestelmät	8
2.1 Yleisäänentoistojärjestelmän rakenne	9
2.2 Äänentoistokeskus	10
2.3 Äänen siirto	12
2.3.1 Äänensiirtolinjat	12
2.3.2 Komponentit	13
2.4 Kaiuttimet	14
2.4.1 Ominaisuudet	14
2.4.2 Kaiutintyypit	15
2.5 Induktiosilmukat	16
2.6 Digitaalisen äänentoistokeskuksen erikoistoiminnot	16
3 Laki ja äänievakuointistandardit	17
3.1 Pelastuslaki	18
3.2 Laki pelastustoimen laitteista	18
3.3 Rakentamismääräyskokoelma	19
3.4 Äänijärjestelmät hätätilannekäyttöön EN 60489	19
3.4.1 Järjestelmävaatimukset	20
3.4.2 Äänen tuotto	20
3.4.3 Rajapinta muihin turvallisuusjärjestelmiin	22
3.4.4 Kirjanpito	22
3.5 Äänihälytyksen hallinta- ja osoitinlaitteet EN 54-16	23
3.6 Kaiuttimet EN 54-24	25
3.7 Pienjännitesähköasennukset SFS 6000	26
4 Sairaalaympäristön asettamat erityisvaatimukset	28
4.1 Laajuus	28
4.2 Vaiheittainen toteutus ja järjestelmän laajennettavuus	29
4.3 Kuulutusalueet	30
4.4 Äänievakuointijärjestelmän laajennettu käyttö	30
5 Suunnitteluohje	31
5.1 Asennukset	32
5.1.1 Keskukset	32
5.1.2 Kojeet	33
5.1.3 Kaapelit	34
5.1.4 Syötöt	34
5.1.5 Kuulutusalueet	35
5.2 Digitaalisen järjestelmän lisäominaisuudet	35
5.2.1 DI/DO	35
5.2.2 Monikanavaisuus	36
5.2.3 Paloilmoittimen korvaaminen	36
6 Case KYS	37
6.1 Kokoonpano nyt ja tulevaisuudessa	38
6.2 Nykyisiin järjestelmiin liittyminen	39
6.3 Järjestelmän toteutus	39
6.3.1 Laitteet	39
6.3.2 Kuulutusalueiden toteuttaminen	40

7	Johtopäätökset .....	40
8	Pohdinta.....	42
	Lähteet.....	44

Liitteet

- Liite 1 KYS aula-alueen äänentoistojärjestelmän vahvistinkeskus periaatepiirustus
- Liite 2 KYS aula-alueen äänentoistojärjestelmän pistesijoitus- ja johdotuskaavio

## Lyhenteet

AMP	Amplifier, vahvistin. Opinnäytetyössä käytetään lyhenteenä kuvaamaan digitaalisen äänentoistojärjestelmän vahvistinyksikköä
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunication, digitaalisen kommunikoinnin käytäntö langattomille puhelinjärjestelmille
DI/DO	Digital Input/Digital Output, digitaalinen sisäänmeno/ulostulo. Laitteiston liitäntä, joka hyväksyy tai lähettää vain digitaalisen signaalin
IP	Internet Protocol, Internet-liikenteessä määritelty yhteyskäytäntö, jonka mukaisesti tietokoneiden välisessä liikenteessä datapaketit osataan reitittää lähettäjältä vastaanottajalle
NCO	Numerically-Controlled Oscillator, digitaalinen äänisignaali-generaattori. Opinnäytetyössä käytetään lyhenteenä kuvaamaan digitaalisen äänentoistojärjestelmän keskusyksikköä
UPS	Uninterrupted Power Supply, järjestelmä tai laite, joka takaa tasaisen sähkönsyötön katkoksissa ja syöttöjännitteen epätasaisuuksissa

## 1 Johdanto

Äänievakuointi on palohälytysäänimerkin ja toimintaohjeiden tuottamista rakennuksessa. Äänimerkki voi olla jatkuvaa tai katkonaista hälytysäänisignaalia tai puheella tuotettuja opastavia viestejä tai näiden yhdistelmiä.

Äänihälytysjärjestelmän käytön perusteena on nopeuttaa riskialueella olevien henkilöiden hätätilanteen havaitsemiseen kuluva aikaa antamalla tilanteesta selkeät toimintaohjeet. Menetelmä on parempi kuin korvinkuultavan hälytyslaitteen antaman koodatun varoitussignaalin toisto.

Sairaaloiden äänievakuointijärjestelmien suunnitleminen ja toteuttaminen on standardien soveltavan tulkinnan takia kirjavaa. Vuoden 2011 alussa voimaan astuneet uudet turvamääräykset pyrkivät tuomaan selkeyttä tähän kirjavuuteen. Opinnäytetyön tarkoituksena on koota uusista turvamääräyksistä ja standardeista sekä muista hajanaisista lähteistä yleispätevä äänievakuoinnin suunnitteluohjeistus sairaalaympäristöihin, ja tätä ohjetta soveltaen tehdä Kuopion yliopistollisen keskussairaalan aulatilän äänievakuointijärjestelmän suunnitelma.

Opinnäytetyön tilaajina toimivat insinööritoimisto Granlund Kuopio Oy sekä Suomen sairaalatekniikan yhdistys ry SSTY. Työn tarkoitus alun perin oli tehdä pelkästään suunnitelma äänievakuointijärjestelmän toteutukselle Kuopion yliopistollisen sairaalan aulatilän äänentoistojärjestelmän saneeraushankkeeseen, mutta asiaa pohdittaessa KYS:ltä tuli ehdotus tehdä ohje sairaalan äänievakuointijärjestelmän toteutuksesta, ja pian SSTY halusi laajentaa ohjeen yleiselle sairaalatasolle.

Suunnitteluohje tässä opinnäytetyössä tarkoittaa huomioitavia asioita aloitettaessa äänentoisto- tai äänievakuointijärjestelmän toteuttamista sairaalassa. Ohje on luettavissa ja sovellettavissa yleisellä tasolla, mutta nostaa esille huomioitavia yksityiskohtia sairaalaympäristön asettamista erityisvaatimuksista.

Suunnitteluohjeella on tarkoitus antaa sairaaloitten tekniselle henkilökunnalle valmiuksia päättää, tarvitaanko äänievakuointijärjestelmää järjestelmäsaneerauksien tullessa

ajankohtaisiksi. Ohje käsittelee äänievakuointijärjestelmän liittymistä muihin pelustuslaitteistoihin ja kuulutusjärjestelmiin sekä antaa ajatuksia vanhempien järjestelmien korvaamisesta yhteisellä useita toimintoja kattavalla laitteistolla.

Ohjeen on tarkoitus olla hyödyksi myös sairaalan turvallisuusstrategiaa pohdittaessa sekä riskikartoitusta tehtäessä. Sairaalaympäristöön keskittyvästä painotuksesta huolimatta työtä voidaan hyödyntää julkisissa rakennuksissa.

## **2 Äänentoistojärjestelmät**

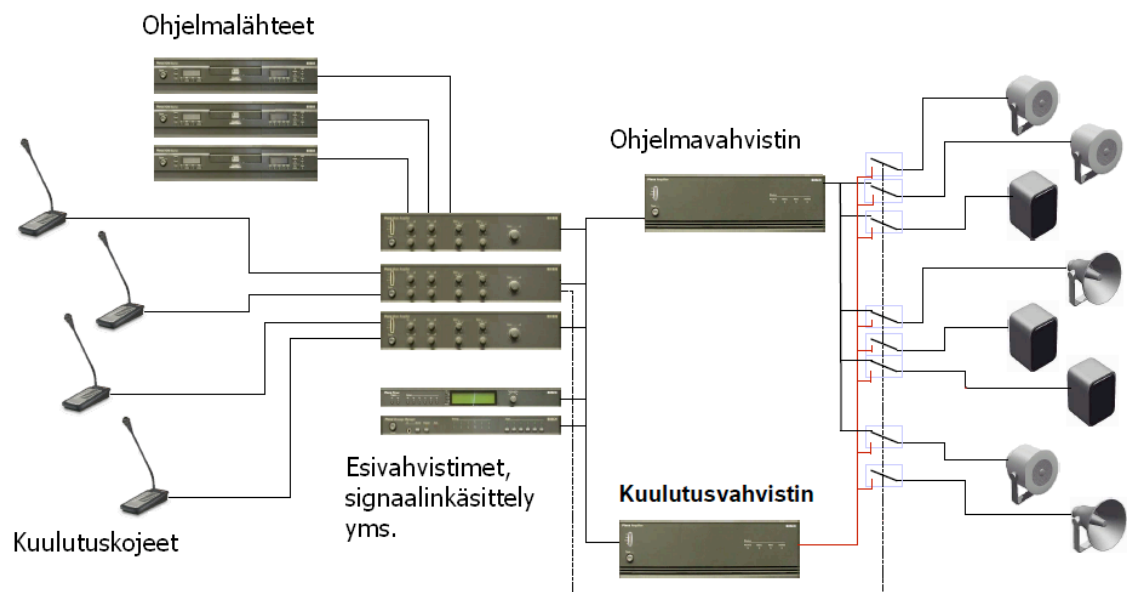
Yleisäänentoistojärjestelmiä käytetään kuulutusten ja taustamusiikin välittämiseen julkisissa tiloissa, kuten sairaaloissa, asemilla, kauppakeskuksilla ja kouluissa. Yleisäänentoistojärjestelmää voidaan käyttää myös äänievakuointijärjestelmänä kiinteistöissä joissa se on vaadittu asennettavaksi. [8]

Äänentoistojärjestelmä suunnitellaan ja hankitaan tapauskohtaisesti yhteistyössä käyttäjän kanssa. Yleensä sähkösuunnittelija vastaa äänentoistojärjestelmän suunnittelusta joko yksin tai vaativammissa kohteissa yhdessä arkkitehdin, rakennuttajan ja akustiikka-asiantuntijan kanssa. Tilojen akustiikan huomiointi on tärkeää järjestelmän toimivuuden kannalta, ja laitteiston sähköiset ominaisuudet mitoitetaan ihannetapauksessa tilan akustiikan perusteella. [8]

Äänentoistojärjestelmiä on toteutettu pitkään ns. perinteisellä yleisäänentoistojärjestelmällä, jossa äänisignaali vastaanotetaan, käsitellään ja tuotetaan analogisessa muodossa. Haluttaessa paljon erilaisia ominaisuuksia analogiseen järjestelmään koko järjestelmän fyysinen koko kasvaa, koska yksi komponentti hoitaa sille ominaista tehtävää. Uudemmat digitaaliset äänentoistojärjestelmät käsittelevät tietonsa mikropiireillä, jolloin haluttuja toimintoja saadaan muutettua tai tuotettua lisää ohjelmointia muuttamalla. Digitaalinen järjestelmä vaatii monimutkaista käyttöä varten erillisen käyttöliittymän päätteeksi kun taas analogisessa järjestelmässä toiminnot muutetaan nuppeja vääntelemällä.

## 2.1 Yleisäänentoistojärjestelmän rakenne

Analoginen yleisäänentoistojärjestelmä on rakenteeltaan puumainen järjestelmä, jossa äänentoistokeskukselta siirretään vahvistetut äänisignaalit paksuna runkokaapelointina, josta kuulutusalueita hajautetaan oksamaisesti pitkin kiinteistöä. Kuvassa 1 on havainnollistettu analogisen yleisäänentoistojärjestelmän rakennetta, johon tulee tarkennuksia tässä luvussa.

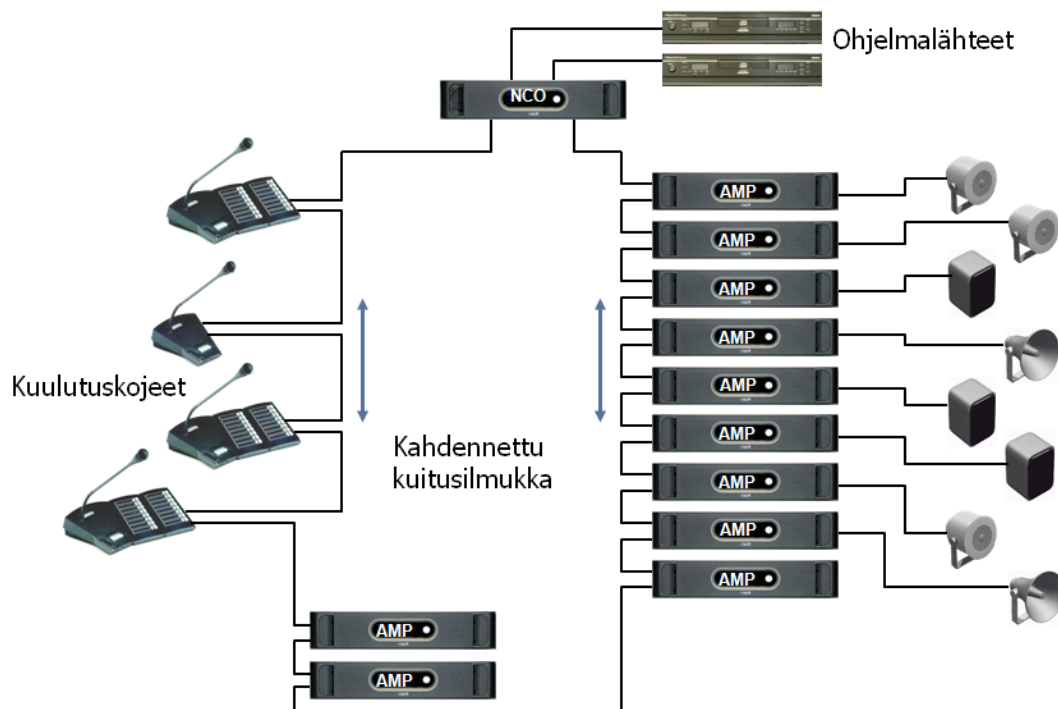


Kuva 1. Analogisen yleisäänentoistojärjestelmän rakenne [2].

Analogiselle ja digitaaliselle äänentoistojärjestelmälle yhtenäistä on fyysisten laitteiden modulaarinen rakenne eli samaan laiteräkkiin voidaan sovittaa kummankin koulukunnan laitteita. Myös samat ohjelmalähteet ja kaiuttimet toimivat kummankin järjestelmätyypin kanssa identtisesti.

Digitaalinen äänentoistojärjestelmä käsittelee äänisignaalia täysin digitaalisena, ja usein yksi digitaalinen äänenkäsittelijäyksikkö tekee useita äänenkäsittelyyn liittyviä tehtäviä, kuten esivahvistuksen ja äänensävyä muokkauksen. Häiriöttömän signaalitien käyttö antaa myös mahdollisuuden hajauttaa järjestelmän komponentteja lähes vapaasti pitkin kiinteistöä. [2]

Digitaalinen äänentoistojärjestelmä pyrkii parantamaan toimintavarmuuttaan liittämällä keskeiset, toiminnan kannalta tärkeät komponentit, kuten keskusyksiköt, vahvistimet sekä kuulutuskojeet silmukkarakenteisesti toisiinsa. Rakenne takaa tiedon liikkumisen silmukan katketessa, ja vikakohta saadaan paikallistettua vikadiagnostiikan avulla. Keskuksia voidaan hajauttaa ja siten parantaa laitteiston vikatilanteen aikaista toimintavarmuutta. Kuvassa 2 on esitetty digitaalisen äänentoistojärjestelmän silmukkamainen rakenne. Digitaalisen yleisäänentoistojärjestelmän voi myös toteuttaa puurakennemaisesti, mutta tällöin ei saavuteta yhtä hyvää toimintavarmuutta. [2]



Kuva 2. Digitaalisen yleisäänentoistojärjestelmän perusrakenne [2].

## 2.2 Äänentoistokeskus

Perinteinen äänentoistokeskus rakentuu moduulirakenteisesti ohjelmalähteistä, esivahvistimista ja mikseristä, tehovahvistimista ja ohjelmanvalitsimista. Perinteisen yleisäänentoistojärjestelmän keskuksen lohkokaavio on esitetty kuvassa 3. Äänen tai äänisignaalin kulku moduulien välillä on esitetty periaatekuvassa nuolilla. [8]



Päätevahvistin vahvistaa äänisignaalin kaiutinlinjoja varten. Kaiutinkuormien yhteenlaskettu kokonaistehon tarve määrittää päätevahvistimen koon yhdessä halutun äänenvoimakkuustason kanssa. Yleisäänentoistokeskuksen vahvistimet nostavat lähtömuuntajilla signaalitason sopivaksi kaiutinlinjoja varten. Yleisin käytettävä päätevahvistintyyppi on D-luokan vahvistin, jolla saavutetaan riittävän hyvä äänenlaatu hyvän hyötysuhteen, pienen lämmöntuoton ja pienen fyysisen koon ominaisuuksien kautta. [8]

## 2.3 Äänen siirto

Sähkön ominaisuuksiin kuuluu siirrettävän tehon häviöiden suhde virran neliöön. Kun siirrettävä vakio-teho viedään kaiutinlinjaa pitkin vahvistimelta kaiuttimelle, saadaan paras hyötysuhde aikaan suurella jännitteellä ja pienellä virralla. Yleisäänentoistojärjestelmän pitkät etäisyydet ja suuret kaiutinkuormat edellyttävät perusäänentoistojärjestelmiin nähden korkeajännitteisen siirtolinjan käyttöä, jossa tehovahvistimen vahvistettu äänisignaali on muunnettu joko 50, 70 tai 100 V:n siirtojännitteeksi. Linjajännite on yleisimmin 70 V, koska äänentoistossa yleisesti käytettyjen KLMA- ja JAMAK-kaapeleiden jännitekestoisuus rajoittuu 75 volttiin [4; 5]

Äänisignaalia siirretään äänentoistokeskusten ja muiden äänijärjestelmien välillä häiriösuojatulla kaapelilla ns. 0 dB-linjaa eli ohjelmansiirtolinjaa pitkin. Äänisignaali kulkee 0,775 V nimellisjännitteellä suuri-impedanssiin (10 – 20 k $\Omega$ ) laitteisiin kuormittamatta signaalia syöttävää laitetta. Ohjelmansiirtolinjassa ei siirretä tehoa, vain äänisignaalia. [1; 8]

### 2.3.1 Äänensiirtolinjat

Kaiutinlinjoissa kulkeva pieni virta ei tarvitse paksua siirtolinjaa, vaan yleisäänentoistojärjestelmissä riittää alle neliömillimetrin paksuinen kaapeli. JAMAK ja KLMA ovat yleisimmin käytettävät kaapelityypit suojatun parikaapelirakenteensa vuoksi.

Digitaalisissa järjestelmissä äänentoistokeskusten ja kriittisten kuulutuskojeiden välinen tiedonsiirto sujuu häiriöttömimmin optisilla siirtoteillä ja kytkennöillä. Pitkät välimatkat saadaan taitettua järjestelmästä riippuen yksi- tai monimuotokuidulla häiriöttömästi, sil-

lä optinen tiedonsiirto on immuuni sähkömagneettisille häiriöille, yliaalloille tai ilmas-  
tollisille häiriöille, eikä maadoituksesta tarvitse huolehtia siirtolinjan päiden välillä. [10]

Digitaalisen järjestelmän kaiutinlinjojen eheyttä tarkkaillaan linjapäätevalvontalaitteilla,  
jotka sijoitetaan kaiutinlinjan päähän. Valvonta tapahtuu tehovahvistimen sisäisellä val-  
vonnan ohjauslevyllä lähetettävällä tarkistussignaalilla, jonka linjapäätevalvontalaite  
lähettää takaisin tehovahvistimelle. Linjapäätevalvontalaitteeseen voidaan asettaa osoi-  
tetieto, jolloin vianhaku kaiutinlinjasta helpottuu. [2]

### **2.3.2 Komponentit**

Kaiutinlinjoihin voidaan liittää tilakohtaisia äänenvoimakkuussäätimiä sekä moniohjel-  
maisten kaiutinlinjojen tapauksessa ohjelmanvalintakytkimiä. Laitteet asennetaan joko  
huonetilaan kojerasioihin tai ne ovat kaiutinkotelon yhteyteen valmiiksi rakennettuja  
komponentteja. Ohjelmanvalinta kiertokytkimellä vaatii jokaiselle kanavalle omat joh-  
timensa. Digitaalisessa järjestelmässä ohjelmanvalinta voidaan tehdä myös kiertokytki-  
mellä tai vaihtoehtoisesti painonapilla, jolla annetaan keskukselle pyyntö kierrättää oh-  
jelmalistaa pykälällä eteenpäin. Etuna painonappiratkaisulla saavutetaan kaapelin joh-  
dinlukumäärän väheneminen. [2; 8]

Äänievakuointijärjestelmien äänenvoimakkuussäätimissä ja ohjelmanvalintakytkimissä  
on kytketty rinnalle pakkosyöttörelä, joka 24 V:n ohjausjännitteen saadessaan ohittaa  
valitun kanavan ja säädetyt äänenvoimakkuuden ja korvaa ne äänievakuointikeskuksel-  
ta tulevalla viestillä. Rele vaatii kaiutinlinjasta yhden parin äänievakuointikeskukselta  
toimiakseen. Releeseen viittaavat järjestelmäosat kuvataan nimellä pakkosyöttö (PS).

Digitaaliseen järjestelmään liittyy lisäksi soittoasemia, eli mikrofonin ja järjestelmään  
sopivan sovittimen yhdistelmiä. Myös numeronäppäimistöjä ja erillisiä näyttöjä saadaan  
liitettyä järjestelmään. [2]

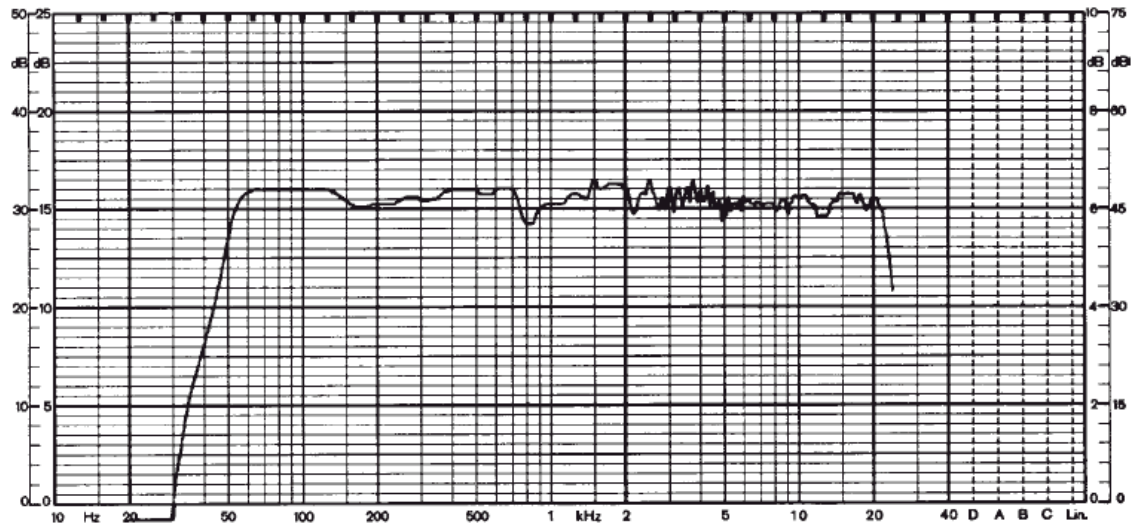
## 2.4 Kaiuttimet

Kaiuttimet muuttavat sähköisen äänisignaalin ihmiskorvalle aistittavaan muotoon. Perinteinen käämin ja kestopagneetin liikuttama kartiotyyppinen kaiutin on laajan valmistuksensa takia halvin ja yleisin kaiutintyyppi.

### 2.4.1 Ominaisuudet

Kaiuttimen äänikeilan muotoa kuvaavat suureet ovat säteilykulma ja suuntaavuus. Säteilykulma on avaruuskulma, jossa ääni on vaimentunut 6 dB verrattuna suoraan eteenpäin säteilevään ääneen. Säteilykulma voidaan ilmaista joko vaaka- ja pystysuuntaisilla säteilykulmilla tai käyttämällä napakoordinaatistoon piirrettyä graafista kuvaajaa. Suuntaavuus ilmoitetaan pisteen tuottamasta äänitehosta kaikkiin suuntiin samalta etäisyydeltä mitattuna paljaalla suhdeluvulla, Q-arvolla. Suuntaavuus voidaan ilmoittaa myös suuntaavuusindeksillä DI ottamalla Q-arvosta kymmenkantainen logaritmi, jolloin äänenpainetasojen muutokset saadaan ilmaistua ihmiskorvalle optimoituna dB-lukuna. Suuntaavuus kuvataan graafisesti taajuuden funktiona. [8]

Taajuusvaste kuvaa kaiuttimen kykyä toistaa eri taajuuksia. Taajuusvaste mitataan suoraan kaiuttimen edestä ja tulokset ilmaistaan joko lukuina ala- ja ylärajataajuuksina vaihteluineen (esimerkiksi 74 Hz – 18 kHz  $\pm$  2,5 dB) tai graafisesti äänenpaineen ja taajuuden funktiona. Ihanteellinen kaiutin toistaa kaikki taajuudet samalla tavalla, ja kuvassa 4 on esitetty laadukkaan tarkkaamokaiuttimen taajuusvastekäyrä. [8]



Kuva 4. Tasainen taajuusvastekäyrä (ST-Käsikirja 19)

Kaiuttimen vertailtavia sähköisiä ominaisuuksia ovat teho, herkkyys ja hyötysuhde. Teho ilmaisee kaiuttimelle maksimissaan syötettävän virran ja jännitteen suhteen. Hyötysuhteesta saadaan selville kaiuttimen antaman äänitehon suhde sen ottamaan sähkötehoon nähden. Herkkyys ilmaisee kaiuttimen toistaman äänenpainetasoa suhteessa mitattuun etäisyyteen ja kaiuttimelle syötettyyn sähkötehoon nähden. Herkkyyslukemat ilmaistaan [dB/W/m] suhdelukyksiköllä, ja saadut lukemat riippuvat käytetystä mitatasignaalista. [8]

## 2.4.2 Kaiutintyypit

Yleisäänentoistojärjestelmään liittyvät kaiuttimet varustetaan alennusmuuntajilla kaiutinlinjojen korotetun äänisignaali-jännitteen takia. Alennusmuuntajan väliotoilla kaiuttimen tehoa saadaan muutettua kaiutinkohtaisesti samassa kaiutinlinjassa mm. vaihtelevien asennuskorkeuksien takia pyrittäessä tasaiseen äänenvoimakkuustasoon.

Kaiuttimia voidaan asentaa sisälle joko yksittäisinä kaiuttimina pieniin tiloihin tai pilarimallisina kaiuttimina avariin aulatiloihin. Yksittäiset kaiuttimet hajauttavat ääntä ja sopivat siten asennettaviksi hajautetusti. Pilarikaiutin on pystysuunnassa hyvin suuntaava, jolloin katto- ja lattiapintaheijastelut vähenevät. Ulkotiloihin soveltuu parhaiten torvikaiutin, joka on rakenteeltaan säänkestävä ja hyötysuhteeltaan hyvä. Torvikaiuttimelle

ominaista on heikko taajuusvaste etenkin matalilla taajuuksilla, joten sitä kannattaa käyttää ainoastaan kuulutuksiin. [1; 3]

## 2.5 Induktiosilmukat

Kuulokojeiden käyttäjille tarkoitettu induktiosilmukka on huonetilaan asennettu kaapelilenkki, josta äänisignaali indusoituu kuulolaitteen vastaanottokelaan. Kaapelina voidaan käyttää lähes mitä tahansa suojaamatonta johdinta, yleisimmin MMJ:tä, tai induktiosilmukoita varten käytettävää kuparifoliota. [8]

Induktiosilmukka toimii oikein kun silmukan lähettämä magneettikenttä on magneettista häiriökenttää suurempi, eli kun häiriötaso on alle -25 dB. Taajuusmuuttajat ja tyristorihimentimet aiheuttavat yleisimmät sähkömagneettiset häiriöt. Rakennuksen betoni-raudoitus vääristää ja vaimentaa induktiosilmukan magneettikenttää signaalin taajuuden suhteen, jolloin silmukat on jaettava osiin tasaisemman kentän saavuttamiseksi. [8]

Induktiosilmukkatekniikan ylikuuluminen on ongelma joka tulee esiin lomittain useita silmukoita sisältävissä rakennuksissa. Ongelma vältetään käyttämällä silmukka-alueella erillisiä master- ja slave-vahvistimia, joiden keskinäinen vaihe-ero on 90 astetta. Järjestelmästä käytetään lyhennettä SLS (Super Loop System) [8]

## 2.6 Digitaalisen äänentoistokeskuksen erikoistoiminnot

Digitaalinen äänenkäsittelyjärjestelmä kykenee toteuttamaan ominaisuuksien ohjelmointimahdollisuuden ansiosta perinteistä yleisäänentoistojärjestelmää monimuotoisempia tehtäviä ja on siten helpommin muunneltavissa. [2]

Äänentoistojärjestelmän yhdistyminen Ethernet-liittynän avulla etäkäyttöpisteisiin tuo järjestelmän tapahtumienseurannan lähemmäksi huoltohenkilökuntaa, jolloin vikatilanteisiin reagoiminen nopeutuu. Järjestelmän kuulutuksia voidaan ohjata tai niitä voidaan antaa etäkäyttöpisteeltä sekä järjestelmän saa ohjelmoitua etänä. Ulkoistettaessa huolto-palveluita järjestelmän kunnon tarkkailu on näin turvallisempaa. [2; 11]

Järjestelmän IP-pohjaisuuden myötä yleisäänentoistojärjestelmään voidaan liittyä myös muilla IP-tekniikkaa hyödyntäviä laitteita, kuten DECT-puhelimia. Numeronäppäimistöllä varustetulla kuulutuskojeella voidaan ottaa yhteys suoraan tavoiteltavaan päätelaitteeseen, tai yhteydenottopyyntö voidaan liittää hoitajakutsujärjestelmään. [11]

Vaikka yleisäänentoistojärjestelmän muuttaminen digitaaliseksi karsii joitakin komponentteja perinteiseen järjestelmään nähden, tilalle tulee vastaavasti uusia. Verkko-ohjain on digitaalinen järjestelmän ohjausyksikkö. Ohjain välittää järjestelmälle virtaa, ohjaa sitä sekä raportoi sen vioista. Ohjainyksikköön liitetään äänilähteet ja ääniulostulot sekä ohjaustulot ja -lähdöt. Ohjainyksikön toiminta on täysin itsenäistä, ja siihen talletetaan järjestelmätiedot, kuulutukset sekä vikalokit. Yksikköön voidaan liittyä päätteellä, josta vikatiedot saadaan näkyville ja josta sen asetuksia voidaan muuttaa. [2]

Monikanavaliitännöitä tarvitaan käytettäessä vahvistimia jotka eivät sisällä järjestelmäväylää. Liitännälaitteet liittyvät järjestelmäväylään verkkokaapelikytkennällä. [2]

### **3 Laki ja äänievakuointistandardit**

Äänievakuointijärjestelmien toteuttamista ohjaa standardikokoelma ”EN 54 palonilmaisu- ja palohälytysjärjestelmät” yhdessä lain vaatimusten kanssa. Kun äänievakuointijärjestelmä on liitetty osaksi paloilmoitinjärjestelmää, tulee siinä käytettävien keskuslaitteiden ja kaiuttimien täyttää vuonna 2008 vahvistetun paloilmoitinstandardin SFS-EN 54 vaatimukset [19]. Vuonna 1998 vahvistetun ja huhtikuussa 2011 em. standardein osittain kumotun ”EN 60849 äänijärjestelmät hätätilannekäyttöön” -standardin katsotaan olevan sovellettavissa, kun äänievakuointilaitteistoa ei ole liitetty osaksi automaattista paloilmoitinjärjestelmää. Lisäksi vanhassa EN 60849-standardissa on selkeät äänenlaatukriteerit äänenpainetasoille ja puheen selkeydelle, mihin uudessa EN 54:ssä ei puututa lainkaan.

### 3.1 Pelastuslaki

Pelastuslaissa (13.6.2003/468) 22. §:ssä määritellään hälytyslaitteiden sekä muiden onnettomuuden vaaraa ilmaisevien laitteiden toimintakunnosta huolehtiminen rakennuksen omistajan ja haltijan vastuulle:

Rakennuksen omistajan ja haltijan yleisten tilojen ja koko rakennusta palvelevien järjestelyjen osalta sekä huoneiston haltijan hallinnassaan olevien tilojen osalta on huolehdittava, että:

1) viranomaisten määräämät tai säädöksissä vaaditut sammutus-, pelastus- ja torjuntakalusto, sammutus- ja pelastustyötä helpottavat laitteet, palonilmaisulaitteet ja hälytyslaitteet sekä muut onnettomuuden vaaraa ilmaisevat laitteet, poistumisreittien opasteet ja turvamerkinnot sekä väestönsuojien varusteet ja laitteet ovat toimintakunnossa sekä huollettu ja tarkastettu asianmukaisesti [10]

Pelastuslain 8 § omatoimisesta varautumisesta voidaan lukea rakennuksen omistajan olevan henkilökohtaisessa vastuussa kiinteistössä asioivien henkilöiden turvallisuudesta:

Rakennuksen omistaja ja haltija, teollisuus- ja liiketoiminnan harjoittaja, virasto, laitos ja muu yhteisö on asianomaisessa kohteessa ja muussa toiminnassaan velvollinen ehkäisemään vaaratilanteiden syntymistä, varautumaan henkilöiden, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseen vaaratilanteissa ja varautumaan sellaisiin pelastustoimenpiteisiin, joihin ne omatoimisesti kykenevät. [10]

### 3.2 Laki pelastustoimen laitteista

Laki pelastustoimen laitteista (10/2007) määrittelee 4 §:ssä pelastustoimen laitteet:

Tässä laissa tarkoitetaan

1) pelastustoimen laitteilla:

a) rakennukseen asennettavia palonilmaisulaitteita, muun onnettomuuden vaaran ilmaisulaitteita sekä hälyttämiseen ja varoittamiseen käytettäviä laitteita”

[7]

Lain perusteluissa mainitaan poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmille vaatimuksia. Viranomaisen päätöksen tai lain säädöksen nojalla asennettava laitteisto on suunniteltava ja asennettava niin että laitteisto toimii asianmukaisesti eikä aiheuta vaaraa. Laitteiston on oltava käyttötarkoitukseen sopiva ja toimintavarma, ja laitteistolle on kyettävä

vä osoittamaan vaatimustenmukaisuus. Huollon ja tarkastuksien on täytettävä asetetut vaatimukset laitteen käyttöäksi määritetyn ajan. Laitteiston käyttö-, huolto- ja asennusohjeiden tulee olla selkeät ja turvalliset. [7; 11; 19]

### 3.3 Rakentamismääräyskokoelma

Suomen rakentamismääräyskokoelma E1:ssä viitataan äänievakuointijärjestelmän hankintakriteereihin ja sen huoltoon luvussa 11, sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyssä:

#### 11.1 Yleiset vaatimukset

##### 11.1.2

Mikäli rakennuksen sijainti, suuri koko tai poikkeukselliset olosuhteet erityisesti vaarantavat henkilö- tai paloturvallisuutta, rakennusluvan myöntämisen yhteydessä voidaan vaatia, että rakennus varustetaan paloturvallisuutta parantavilla laitteilla tai järjestelyillä.

##### 11.1.3

Paloturvallisuutta parantavia laitteita valittaessa on huolehdittava siitä, että niiden toimintatapa ja ominaisuudet soveltuvat kohteeseen.

##### 11.1.4

Asennusten, joiden edellytetään toimivan palon aikana, tulee olla tehty siten, että niiden toimintakyky säilyy tarvittavan ajan.

### 3.4 Äänijärjestelmät hätätilannekäyttöön EN 60489

SFS-EN 60849 Äänijärjestelmät hätätilannekäyttöön –standardi on julkaistu Suomessa vuonna 2001, ja SFS-EN 54-16 ja -24:n siirtymäajat ovat umpeutuneet huhtikuussa 2011. EN 54 –standardikokoelma sekä EN 60489 –standardit ovat samaa asiaa käsitteleviä standardeja, ja siirtymäajan umpeutumisen perusteella siten myös ristiriitaisia. Periaatteessa ristiriitaiden standardien tulisi kumoutua, mutta EN 60849 voidaan edelleen käyttää erityistapauksissa, eikä viimeisen (15.12.2009) tiedon mukaan standardi olisi kumoutumassa.

Standardi käsittelee äänen vahvistus- ja jakelujärjestelmiä, joita käytetään tehostamaan ihmisten nopeaa ja järjestelmällistä siirtymistä sisä- ja ulkotiloissa, mutta soveltuu enää

käytettäväksi silloin kun äänievakuointijärjestelmää ei liitetä palo ilmoituskeskukseen. Esimerkiksi palo ilmoittimen automaattisesti päälleohjaama hätäkuulutus ei vaadi standardin noudattamista, eikä tapaus jolloin palokellot korvataan äänievakuointijärjestelmän merkkiäänellä. Standardia sovelletaan esimerkiksi tapauksessa, jossa kuulutukset ja hätä ilmoitukset ohjataan käsin päälle.

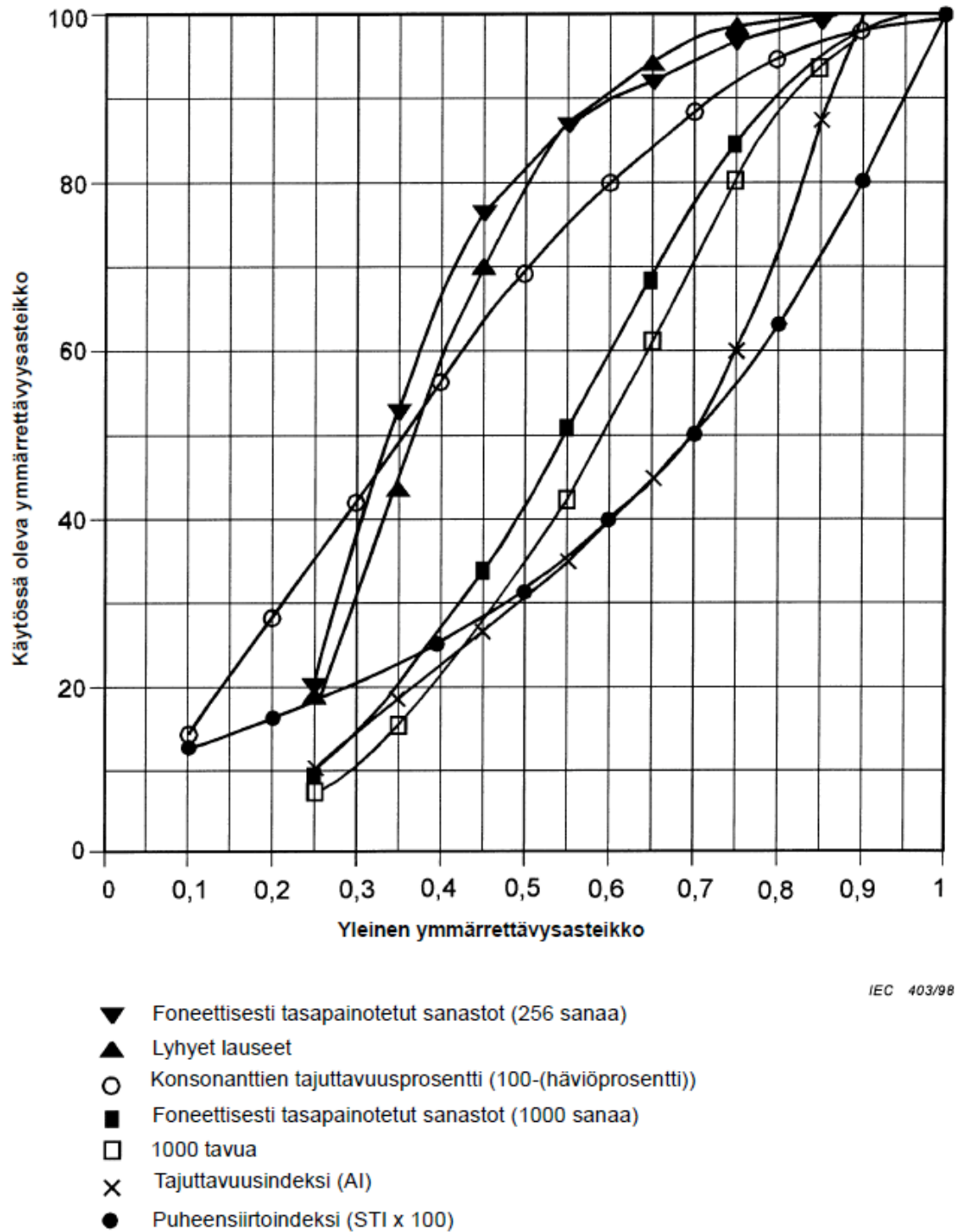
Standardissa on kuvattu äänimerkit ja äänikuulutukset sekä vaatimukset tiedon jakelulle yhdellä tai useammalla määrättyllä alueella hätätilanteessa. Standardi sisältää myös vaatimukset järjestelmän ominaisuuksille ja testausmenetelmille. Myös järjestelmän toimintaan liittyviä vaatimuksia annetaan käyttöohjeille, kirjanpidolle sekä näiden ylläpidolle.

### **3.4.1 Järjestelmävaatimukset**

Hätätilanteissa käytettävän äänijärjestelmän on annettava ymmärrettävä evakuointiohjeistus määritellyllä alueella, ja hälytyksen aikana järjestelmän tulee poistaa äänievakuointiin kuulumattomien ohjelmalähteiden toisto. Järjestelmän on oltava käytettävissä jatkuvasti, ellei se ole vahingoittunut hätätilanteen seurauksena. Yksittäisen vahvistimen tai laitekaapeloinnin vikaantuminen ei saa aiheuttaa kyseisen kaiutinryhmän koko peittoalueen menettämistä. [13, s. 12]

### **3.4.2 Äänen tuotto**

Annettujen äänievakuointiviestien puheen ymmärrettävyyden on oltava koko peittoalueella vähintään 0,7 normaalilla puheen ymmärrettävyydsasteikolla (CIS). Kuvassa 5 on esitetty muunnoskäyrästä ymmärrettävyydsasteikoiden ja yleisen ymmärrettävyydsasteikon, eli CIS-ymmärrettävyydsasteikon, välillä. [13, s. 16]



Kuva 5. CIS-ymmärrettävyyssasteikon muunnoskäyrä [13].

Standardi määrittelee että kaiuttimista toistettavan äänenpaineen on ylitettävä 6...20 dB yli vallitsevan taustamelun. Hälytysäänen minimitason on oltava 65 dBA ja majoitustiloissa 75 dBA.[13, s. 36]

Nykyisin sovellettavassa EN 54 –standardissa ei määritellä kaiutinverkoston kautta saatavien kuulutusten ja tiedotteiden äänenlaadullisia vaatimuksia, joten vanhentunutta EN 60849 –standardia voidaan hyödyntää määriteltäessä äänenlaadullisia kriteereitä äänenpainetasolle ja puheen selkeydelle.

### 3.4.3 Rajapinta muihin turvallisuusjärjestelmiin

Jokaisen turva- ja äänijärjestelmän välisen tiedonsiirtoyhteyden tulee olla valvottu, ja vikatilanteesta on annettava kuultava ja nähtävä ilmaisu sekä turva- että äänijärjestelmän päätelaitteelle.

Palojärjestelmän ja äänihälytysjärjestelmän yhteistoiminta on äärettömän tärkeätä, ja suuremmissa kiinteistöissä tulisi harkita näkyvän ilmoituksen asettamista paloilmoitinkeskukseen etäkäynnistettävien evakuointiviestien aloitustapahtumista. [13, s. 20]

### 3.4.4 Kirjanpito

Standardissa on annettu vaatimukset käyttöohjeille ja kirjapidolle, eikä näitä vaatimuksia ole määritelty uudelleen uudistuneissa standardeissa, joten myös näitä jo kumottuja ohjeita voidaan pitää käytännössä noudatettavina.

Järjestelmän käyttöohjeiden tulee olla nopeasti ja selvästi saatavilla jokaisessa valvontapisteessä. Käyttöohjeista tulisi käydä ilmi järjestelmävian toimenpiteet.

Kirjanpidon tulee sisältää vähintään seuraavat asiat:

#### a) Asennus

1) Kaikkien laitteiden yksityiskohtaiset sijaintitiedot.

2) Asennetun järjestelmän suorituskyky mittaukset, mukaan lukien:

-mitattu kaiutinkuorma linjoittain hätätilakäytössä

-kaikkien säädettävien laitteiden asetukset, mukaan lukien sisältäen tehovahvistimien lähtötehot

-äänepainetasot

-ymmärrettävyyssmittaukset.

#### b) Lokikirja

On pidettävä kovakantista lokikirjaa, johon merkitään kaikki järjestelmän käyttö- ja vikatilanteet, sekä kaikki saatavilla olevat automaattisesti tuotetut tallen-

teet, mukaan lukien:

- 1) järjestelmän käyttöpäivämäärät ja ajat
- 2) yksityiskohtaiset tiedot suoritetuista testeistä ja rutiinitarkistuksista
- 3) kaikkien vikatilanteiden tapahtumapäivät ja -ajat
- 4) yksityiskohtaiset tiedot havaituista vioista ja olosuhteista, joissa ne on havaittu (esimerkiksi rutiiniylläpidon aikana)
- 5) korjaustoimenpiteet vian korjaamiseksi
- 6) päiväys, kellonaika ja järjestelmästä vastaavan henkilön nimi
- 7) vastuussa olevan henkilön varmennettu allekirjoitus, jos jokin vika on tapahtunut tai korjattu. [13, s. 26]

Kovakantisen lokikirjan pito on aiheellista enää analogisten äänievakuointijärjestelmien yhteydessä, sillä digitaaliset järjestelmät taltioivat automaattisesti lokitiedot muistiinsa. Mikäli käytettävän digitaalijärjestelmän vikamuistin koko tuntuu riittämättömältä, voi vikatietolokia pitää rinnakkain sekä paperilla että äänievakuointijärjestelmän muistissa.

Ylläpidon ohjeet on listattava kovakantiseen ylläpitokäsikirjaan seuraavasti:

- a) Ylläpidon menetelmät.
  - b) Kaikki ylläpitoon liittyvät työvaiheet ja niiden järjestys.
  - c) Kaikkien ylläpitoa vaativien osien yksilöinti viittauksin niiden sijaintiin piirustuksissa, esitettynä yhdessä valmistajan referenssinumeroiden kanssa, sekä materiaalien ja osien toimittajien osoitteet, puhelin- ja faksinumerot.
  - d) Laite- ja materiaaliluetteloiden alkuperäiset versiot.
  - e) Luettelo varaosista ja niiden sijainnista.
  - f) Luettelo tarvittavista erikoistyökaluista ja niiden sijainnista.
- Ylläpito-ohjeiden tulee sisältää myös:
- g) Vaaditut testaustodistukset viranomaista tai valtuutettua tarkastuselintä varten.
  - h) Asennuspiirustukset. [13, s. 26]

### 3.5 Äänihälytyksen hallinta- ja osoitinlaitteet EN 54-16

Kun äänievakuointi liitetään paloilmoitinjärjestelmiin esimerkiksi korvaamalla palokellot kaiuttimista tuotetuilla äänisignaaleilla, sovelletaan standardia (SFS) EN 54-16 joka käsittelee äänihälytyksen hallinta- ja osoituslaitteita. Standardissa määritellään äänievakuointikeskuksia koskevat vaatimukset, testausmenetelmät ja toimintavaatimukset.

EN 54-16 jakautuu toiminnallisesti kahteen osaan, pakollisiin ja valinnaisiin toimintoihin. Pakolliset toiminnot on löydettävä standardinmukaisesta äänievakuointikeskuksen kokoonpanosta. Mikäli keskuksen sisällytetään standardille valinnainen toiminto, sen

tulee täyttää kaikki kyseistä toimintoa koskevat standardin asettamat vaatimukset. Lisäksi mikäli äänievakuointikeskuksiin sisällytetään muita kuin standardissa määriteltyjä toimintoja, ne eivät saa vaarantaa standardin vaatimustenmukaisuutta. [16, s. 22]

Kun äänievakuointikeskus yhdistetään paloilmoitinkeskuksen kanssa, niillä voi olla yhteisiä ilmoituksia, käsikäyttöisiä hallintalaitteita ja lähtösignaaleja. Tällöin standardin vaatimusten tulee täytyä, ja paloilmoittimen yksittäinen vika ei saa vaikuttaa äänievakuointikeskuksen pakollisiin toimintoihin. Äänievakuointikeskuksen teholähteen on oltava standardin EN 54-4 vaatimusten mukainen, ja teholähde voi olla paloilmoittimen kanssa yhteinen. /s. 22/ Huolto äänievakuointikeskuksen laitteistolle tehdään standardin EN 54-2 mukaan, koska liittyessään paloilmoitinkeskukseen äänievakuointikeskus katsotaan paloilmoitinta vastaavaksi.

Äänievakuointikeskusten on kyettävä tuottamaan asianmukaiset äänievakuointisignaalit paloilmoitinkeskuksesta, käsikäyttöisestä hallintalaitteesta tai molemmista tulevista hälytyssignaaleista. Äänievakuointisignaaleiden on aktivoitettava 3 sekunnin kuluessa tai mahdollisen viiveajan kuluttua, joista jälkimmäinen on valinnainen toiminto jonka toteutuksesta on sovittava pelastusviranomaisen kanssa. Useiden hälytyssignaalien vastaanottaminen yhtäaikaaisesti äänievakuointikeskukseen ei saa kumota pakollisia ilmoituksia. [11; 16, s. 24]

Tapauksessa, jossa palo- ja äänievakuointijärjestelmät ovat erillisissä kaapeissa tai huoneissa, siirtoteiden vikaantuminen ei saa johtaa järjestelmän hallinnan menettämiseen eikä vaikuttaa äänievakuointikeskuksen tilaan tai toimintaan. Mikäli äänievakuointikeskuksessa on toiminto, jossa siirtoteiden vikaantumista tarkkaillaan, on paloilmoitinkeskukseen menevän siirtotien oikosulku tai katkos ilmaistava erillisellä näytöllä automaattisena toimintana. [11; 16, s. 30]

Mikäli äänievakuointikeskusta käytetään muuhun toimintaan kuin palosta varoittamiseen, kuten yleisiin kuulutuksiin ja taustamusiikkiin, hätätapauksissa äänievakuointikeskuksen käyttö muuhun kuin hälytyksiin on estettävä.

Äänievakuointikeskukseen liitetään yleensä hätämikrofoneja paloviranomaisen kuulutuksia varten, ja hätämikrofonien kuulutusten tulisi olla priorisoituja muihin syötteisiin

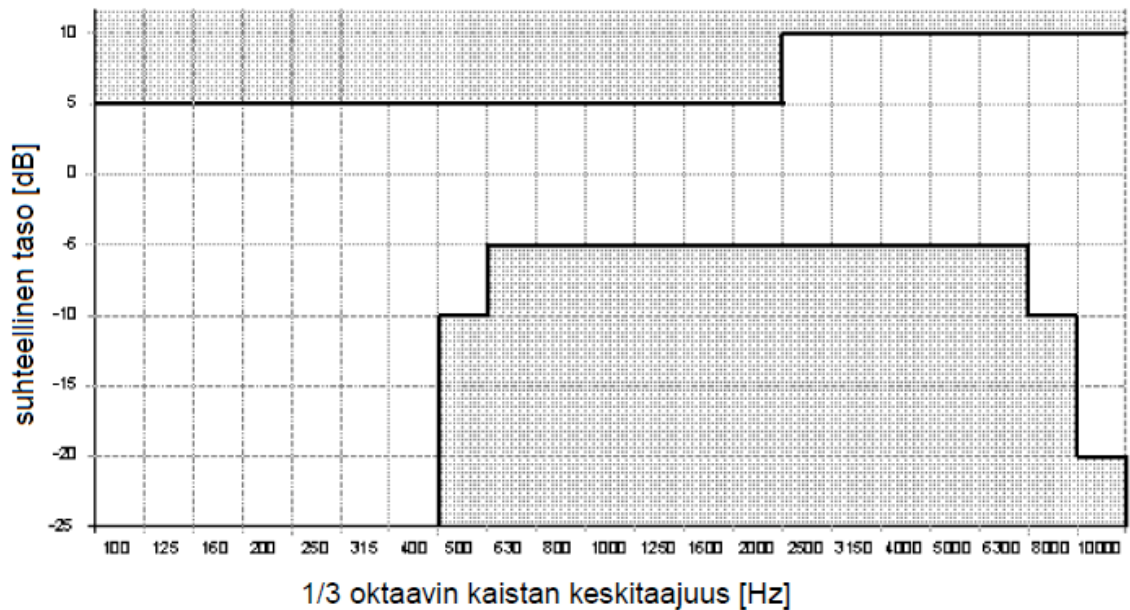
nähdessä, ja kaikkien mikrofonin toimintaa häiritsevien merkkiäänten tulee mykistyä automaattisesti. Mikrofonissa on oltava hallintalaite, jolla mikrofonikanavan saa avoimeksi kuulutusta varten. Kuulutusta tehdessä ennen puhetta tulee antaa huomiota herättävä signaali, ja kuulutuskojeessa on indikoitava milloin äänimerkki loppuu ja milloin puheen voi aloittaa. Liitettäessä useampi mikrofoni äänievakuointikeskukseen mikrofonien prioriteettitaso muuttamisen tulee olla mahdollista, ja ainoastaan yksi mikrofoni saa olla aktiivinen kerrallaan. [16, s. 36]

Siirtoteiden toimintavarmuus on ensisijaisen tärkeää, ja yhdessäkään äänievakuointikeskukseen liittyvässä komponentissa oleva vika ei saa vaikuttaa äänievakuointikeskukseen tai –signaalin siirtoteiden oikeaan toimintaan. Kaiuttimiin menevässä siirtotien oikosulussa tai äänievakuointikeskusten hajautettujen koteloiden välisessä siirtotiessä yksittäinen oikosulku ei saa vaikuttaa useampaan kuin yhteen äänievakuointialueeseen kauempaa kuin 100 sekuntia. [16, s. 40]

### **3.6 Kaiuttimet EN 54-24**

Kuulutusjärjestelmien kaiuttimien tulee toimia osana sellaista hälytysjärjestelmää, joka tuottaa ymmärrettäviä varoituksia rakennuksessa, jossa on annettu palohälytys. Näiden varoitusten avulla saadaan toteutettua ennalta määriteltyä evakuointisuunnitelmaa.

Kuulutusjärjestelmien komponentteja ja kaiuttimia käsittelevä standardi EN 54-24 määrittelee testausmenetelmät kaiuttimille, kaiuttimien rakenteelliset ja suorituskykyvaatimukset niiden todennäköisissä toimintaympäristöissä ja kaiuttimen suorituskyvyn ilmoitusvaatimukset. Kuvan 6 kuvaajassa vaalean alueen sisälle asettuva kaiuttimen taajuusvasteikäyrä on hyväksyttävällä tasolla.



Kuva 6. Taajuusvasteen rajat (EN 54-24)

Kaiuttimet luokitellaan standardissa kahteen käyttöympäristöön: sisätiloihin tyyppi A ja ulkotiloihin tyyppi B.

Standardi antaa määritykset vain passiivisilla komponenteilla varustetuille kaiuttimille, joten se ei koske vaarallisiin ympäristöihin tai muuhun erityiskäyttöön tarkoitettuja kaiuttimia. Tämän perusteella standardissa ei myöskään anneta sähkömagneettisen yhteensopivuuden testejä tai ohjeita.

### 3.7 Pienjännitesähköasennukset SFS 6000

Pienjännitesähköasennusstandardissa SFS 6000 määritellään turvajärjestelmät ja niille asetetut vaatimukset kohdassa 556 turvajärjestelmät.

Turvajärjestelmien, jotka on tarkoitettu toimimaan palotilanteissa ja/tai sähkökatkon aikana, on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- teholähteen on pidettävä yllä sähkönsyöttöä riittävän pitkän aikaa
- laitteilla on oltava riittävä palonkestävyys, joka saadaan aikaan sopivalla laitteen valinnalla tai asennuksella. [17, s. 343]

Turvallitteille voidaan käyttää kahdennettua syöttöjärjestelmää käyttäen kahta toisistaan riippumatonta syöttöverkkoa, kuten syöttöä jakeluverkosta ja riippumattomasta teholähteestä tai käyttää kahta toisistaan riippumatonta yleistä jake-

luverkkoa. Kahdennettaessa kulutuslaitteen sähkösyöttöjä toisessa teholähteessä aiheutunut vika ei saa estää toisen teholähteen oikeaa toimintaa. Teholähteet on asennettava kiinteästi, ja niillä on oltava riittävä kapasiteetti turvajärjestelmille. Turvajärjestelmien sähköinen teholähde voidaan jakaa muiden järjestelmien kanssa, kunhan turvajärjestelmän tehosyötön toiminta ei siitä heikkene. [17, s. 344-345]

Turvajärjestelmiä syöttävien piirien pitää olla riippumattomia muiden piirien syötöistä.

HUOM. 1 Tämä tarkoittaa, ettei mikään tapahtuma tai muutos missään järjestelmässä ei vaikuta toisen järjestelmän oikeaan toimimiseen. Tätä varten voidaan tarvita erottamista palokestävillä materiaaleilla tai eri asennusreittejä tai koteloita.

Tulipalon aikana toimivia järjestelmiä ovat yleensä poistumistievalaistus, savunpoistojärjestelmät ja palopumput, ja viranomaisen tai asennuksen tilaaja voi määrittellä näitä järjestelmiä lisää. Tällöin turvajärjestelmissä on käytettävä SFS 6000-556 turvajärjestelmästandardin mukaan seuraavanlaisia johtojärjestelmiä:

- a) mineraalieristeisiä IEC 60702-1 ja 60702-2 mukaisia kaapeleita
- b) palonkestäviä IEC 60331-21 ja EN 60332 mukaisia kaapeleita ja pienipoikkipintaisia EN 50200 mukaisia kaapeleita
- c) johtojärjestelmää, joka on suojattu riittävästi mekaanisesti ja tulipalolta, suojauksen on vastattava vähintään tasoa EI 60.

Palovaaralliset tilat (BE2) edellyttävät turvajärjestelmien johtoteiltä korkeaa kestävyystasoa tulipaloa tai fyysistä vaurioitumista vastaan tai sopivaa suojausta.

Akkuvaraaajat katsotaan poikkeuksiksi palonkestonsa suhteen, joten akkuvaraaajan syötön ei tarvitse olla toimiva häiriötilanteessa eikä niihin liittyvien johtimien tarvitse olla palonkestäviä.

## 4 Sairaalaympäristön asettamat erityisvaatimukset

### 4.1 Laajuus

Suurimman haasteen sairaaloitten toimintaa suunniteltaessa asettaa sairaalaympäristön laajuus ja varsinkin keskussairaالاتasolla rakennusmassan suuruus. Palosuojausmääräysten täytyminen ja pelastusviranomaisten mahdolliset lisävaatimukset on otettava ensisijaisesti huomioon liikuteltaessa satoja, jopa tuhansia, potilaita ja henkilökunnan edustajia kerrallaan.

Potilasturvallisuuden ja henkilökunnan turvallisuuden takaaminen on sairaalan turvallisuussuunnitteluoppaan (2005) mukaan ensisijaisen tärkeää. Henkilökunta perehdytetään turvallisuusohjeisiin palotilanteiden varalle niin että he kykenevät toimimaan erityistilanteessa turvallisesti itsensä ja etenkin potilaitten kannalta [12 s.27-28]. Tiedottaminen onnettomuus- vaara- tai uhkatilanteista on tehtävä tiedotussuunnitelman mukaisesti, ja ensisijaisesti henkilöstön ja potilaiden on saatava tieto erikoistilanteesta, sekä jatkotoimenpiteiden eli evakuoinnin toteuttaminen on saatava toteutettua [12, s. 48]

Sairaalaympäristön asettamat lääkintätilojen erityisvaatimukset tuovat eteen käyttämällisyyksien rajoituksia. Tietty hygieniataso on säilytettävä leikkaussaleissa, toimenpidehuoneissa ja lääkintätiloissa yleensä. Lisäksi herkäät potilaiden elintoimintoja ylläpitävät laitteistot on huomioitava sähkömagneettisten yhteensopivuuksien sovittamisessa niin ettei niiden oikea toiminta vaarannu. [18]

Turvalaitteiden ohella on syytä kiinnittää huomiota rakennuksen päivittäisten rutiinien hoitoon tarkoitettuihin laitteistoihin jotka hyödyntävät äänievakuointijärjestelmän laitteita. Sijoitettavat komponentit tulee aina valita tilakohtaisesti, sillä häiriöherkäät tilat voivat vaatia erikseen optoerottimen käyttöä tai korvata kuulutuslinja optisella kaapelilla. Esimerkiksi kuulutuskojeen sijoittaminen leikkaussaliin vaatii kojeelta medical-tason laitteistovaatimukset. [18]

## 4.2 Vaiheittainen toteutus ja järjestelmän laajennettavuus

Suurin osa Suomen sairaalarakennuksista on jo kymmeniä vuosia vanhoja sisältäen uudisrakennuksen aikaan toteutettuja tele- ja äänentoistojärjestelmiä. Monessa sairaalassa kyseisten järjestelmien uusiminen alkaa sikäli jo olla ajankohtaista. Tilojen ja järjestelmien saneeraus on pitkäjänteistä työtä suurissa rakennuksissa, ja järjestelmien uusiminen joudutaan toteuttamaan muiden saneerausten yhteydessä pienissä osissa. Järjestelmäsaneerauksien myötä herää usein ajatuksia järjestelmien yhdistämisestä, kuten äänentoistojärjestelmän ja vanhan pikapuhelinjärjestelmän sulauttamisesta tai uuden potilaspalvelujärjestelmän integroimisesta pikapuhelinjärjestelmään.

Sairaalarakennusten vaiheittaiset laajentamiset ovat hajauttaneet toiminnallisesti samantlaisia tiloja pitkin rakennuskompleksia, ja tämä täytyy ottaa huomioon eri puolilla taloa yhteen liittyvien järjestelmien toteutuksessa.

Perusedellytyksenä eri järjestelmien onnistuneen uusimisen kannalta on laatia kustakin järjestelmästä kokonaisvaltainen suunnitelma, jossa määritellään järjestelmän ominaisuuksien päätavoitteet, laajuus ja esimerkiksi äänentoiston vahvistimien palvelualueet. Näiden asioiden kartoittamisen jälkeen kannattaa kohdistaa ajatukset yksityiskohtiin ja pienempien osakokonaisuuksien suunnitteluun ja toteutukseen kokonaissuunnitelman pohjalta.

Järjestelmien saneerausten vaiheittaisessa toteutuksessa lisäajattavaa tuo nykyinen hankintalaki, joka vaatii kilpailuttamaan jokaisen saneerausvaiheen. Erityisesti digitaalisen yleisäänentoiston ottaessa lapsenaskelaitaan julkisille markkinoille eri valmistajien järjestelmiä ei ole keritty standardisoida toimintaperiaatteiltaan, saati –protokolliltaan, ja näin syntyy ongelma ensimmäisessä saneerausvaiheessa valitun ja asennetun järjestelmän yhteensopivuudesta seuraavan saneerausvaiheen järjestelmän kanssa. Ilman yhtenäistä toimintamallia järjestelmien välillä menetetään lopullisessa kokonaisuudessa aina jokin toiminto tai se jää ainakin toimimaan vajavaisesti.

### 4.3 Kuulutusalueet

Kuulutusalueiden vähimmäismäärä on sama kuin palo-osastojen määrä. Kuulutusalueiden määrää ei ole rajoitettu, mutta yleensä kustannusten kasvaessa kuulutusalueet halutaan pitää lukumäärältään mahdollisimman pienenä.

Sairaalaympäristössä on kuitenkin osastoja, joille kannattaa miettiä kuulutusalueiden tarvetta toimenpideyksiköittäin, joissa yleisäänentoistojärjestelmää hyödynnetään pikapuhelinkäytössä tai paikalliskuulutuksin muun muassa röntgenissä, heräämössä tai kardiologian osastolla. Esimerkiksi psykiatrisella osastolla ruokakuulutukset voidaan tehdä järjestelmän avulla.

Osastoissa saattaa ilmetä tarvetta vielä rajatumpiin kuulutusalueisiin kuten leikkaussaleihin, joissa halutaan rajata toimenpiteen ajan toistettava musiikki vain tiettyihin huoneisiin ja joissa äänentoistojärjestelmää halutaan hyödyntää pikakuulutuksiin leikkausvaihdossa, lääkärikuulutuksissa tai muussa kuulutuskäytössä.

Hälytysäänten kuuluvuuksien täytyy olla vähintään 65 dB ja majoitustiloissa 75 dB riittävän huomion ja potilasturvallisuuden aikaansaamiseksi. Huomionarvoista EN 60849:n määritelmässä äänenpainetasoista on se, että 65 tai 75 dBA:n äänenvoimakkuuksisen tietynkestoisen hälytysäänen jälkeen annettavissa tiedotteissa tai ohjeissa ei tarvitse pyrkiä ylittämään määrättyä äänenvoimakkuustasoa jatkuvasti. Riittää, että huomioäänimerkki hälytyksestä annetaan määrätyllä minimitasolla ja sen jälkeen viestejä toistetaan maltillisemmalla äänenvoimakkuudella, jotta esimerkiksi yöaikaan saatujen potilaiden unta häiritseviä ns. ”väärinä hälytyksiä” ei tarvitsisi siten huudattaa hälytyksen kuittaamiseen saakka.

### 4.4 Äänievakuointijärjestelmän laajennettu käyttö

Äänievakuointijärjestelmää käytetään pääkäyttötarkoituksensa ohella tavallisimmin kuulutuksissa. Kiinteistön yleiskuulutukset, kuten kiireelliset henkilö- tai lääkärihaku-kuulutukset, leikkausyksiköiden työhajauskuulutukset tai suuronnettomuuden kuuluttaminen henkilökunnalle voidaan toteuttaa äänievakuointijärjestelmän laitteistoa hyödyntämällä. Kuulutukset saadaan rajattua ennen kuulutusta joko esiohjelmoidulla napil-

la tai valitsemalla kuulutusalueet erikseen kuulutuskojeen apunäppäimistöllä. Järjestelmä soveltuu hyvin myös taustamusiikin soittoon julkisissa tiloissa tai leikkaussaleissa.

Kun järjestelmää hyödynnetään yleisiin kuulutuksiin, on hyvä huomioida erikoistilojen äänentoiston vaatimukset, esimerkiksi silmäkirurgian leikkaussalissa kuulutukset on vaimennettava leikkaustoimenpiteen ajaksi potilaan turvallisuuden takia.

Digitaalisella äänievakuointijärjestelmällä on mahdollisuus liittää DECT-laitteita kuulutuskäyttöön ja henkilöhakuun. IP-pohjainen järjestelmä mahdollistaa laitteiden liittämisen langattomasti järjestelmään, ja antaa laitteistolle etähallintamahdollisuudet tarkkaamoihin tai huoltoyritykselle. Etäohjauksen myötä kuulutuksia tai henkilöhakuja voidaan tehdä tietokonepääteeltä sairaalan sisäistä tietoliikenneverkkoa hyödyntäen.

Kuopion yliopistollisessa sairaalassa käytetään nykyisin pikapuhelinjärjestelmää leikkaussalivaihtokuulutuksiin, henkilöhakuihin sekä leikkausten lopetuksissa. Yksikkökohtaiset yleiskuulutukset ovat myös päivittäisessä käytössä, ja nämä järjestelmät voidaan korvata jatkossa äänievakuointijärjestelmän yleistoiminnoilla. [9]

Äänievakuointijärjestelmän digitaalisia sisääntuloja voidaan hyödyntää turvapainikejärjestelmän korvaamisessa. Potentiaalivapaat kärkitiedot voidaan valita toimivaksi yksiköiden sisällä myös muuhun turvallisuuskäyttöön.

## **5 Suunnitteluohje**

Suunnitteluohjeet on suunnattu lähinnä digitaalista äänentoistojärjestelmää varten. Digitaalinen järjestelmä tulee yleistymään äänievakuointijärjestelmää tarvitseviin kohteisiin monipuolisen ja monikanavaisen ääni- ja I/O-tietojen käsittelemisen sekä runkokaapeloinnin vähenemisen tarpeen takia suuremmissa kohteissa.

Aloitettaessa äänievakuointijärjestelmän suunnittelua, on päätettävä riskikartoituksessa aiotaanko paloilmoitinjärjestelmä korvata äänievakuointijärjestelmällä. Tässä tapauksessa äänievakuointijärjestelmä muuttuu turvajärjestelmäksi, ja tiukemmat palonsuojauksen sekä toimintavarmuuskriteerit astuvat voimaan. Kaapeloinnin ja varavoimalähteiden on tällöin oltava turvajärjestelmästandardien vaatimusten mukaisia. Mikäli palohälytys-

järjestelmä aiotaan pitää ennallaan, äänievakuointijärjestelmä voidaan määritellä informatiiviseksi lisälaitteistoksi palotilanteita varten, jolloin laitteiston ja kaapeloinnin palosuojauksen vaatimattomamman toteutuksen takia saadaan aikaan taloudellisia säästöjä.

## **5.1 Asennukset**

Äänievakuointijärjestelmän asennusvaatimukset luetaan turvajärjestelmien asennusvaatimuksista kun äänievakuointi on osa automaattista paloilmoitinjärjestelmää. Asennukset on tehtävä aukottomasti palotilanteissa toimiviksi aina palonkestävästä kiinnikepusta tulipalonkestäviin keskuksiin saakka.

Tulipalotilanteeseen liittyy pelkän tulen ja kuumuuden lisäksi leiskahdusten aiheuttamat ilmanpainemuutokset sekä rakenteiden kestävyys näitä ilmiöitä kohtaan. Tiivistetysti järjestelmän asennus tulee toteuttaa komponenttien asennuksella palonkestävälle alustalle, jonka tulee kestää komponenttien aiheuttama kuorma palon aikana. Käytettävien kiinnikkeiden tulee kestää palonaikainen tilanne, tai turvata tarvikkeiden toimintakyky muilla palonkestävillä materiaaleilla. Johtojärjestelmien tulee olla asennettuna kaikkien muiden järjestelmien yläpuolelle niin, ettei palon aikana johtojen päälle pääse sortumaan mitään.

Tuotteen palonkestävyys ei vielä yksin takaa järjestelmän toimivuutta, mutta oikeiden asennusalojen, -rakenteiden ja -tarvikkeiden kanssa oikea asennustapa antaa edellytykset järjestelmän toimintakykyyn myös palonaikaisessa tilanteessa.

Mikäli järjestelmä määritellään turvajärjestelmiä täydentäväksi opastusjärjestelmäksi, asennusvaatimukset löystyvät.

### **5.1.1 Keskuksat**

Keskusyksikkö on äänievakuointijärjestelmän tärkein komponentti. Sen sijoituspaikka on perinteisesti vahvistinkeskuksen kaapissa, mutta laitteiston hajauttaminen antaa mahdollisuuden sijoittaa keskusyksikön muuallekin. Muut keskusyksikön läheisyydessä olevat laitteistot ovat palokuormaa ja mahdollisesti jopa palon aiheuttajia, ja äänievaku-

ointijärjestelmän liittyessä automaattiseen paloilmoitinjärjestelmään keskusyksikkö on sijoitettava palokuormattomaan tilaan tai olla palolta suojattu. Sähkötila katsotaan palokuormalliseksi tilaksi.

Järjestelmien tulee kyetä toimimaan oikein normaaleissa sekä palonaikaisissa olosuhteissa, ja jakokeskusstandardissa SFS-EN 60439-1 määritellään suurimmaksi keskuksen ympäristölämpötilaksi 40 celsiusasteen lämpötila kosteuden ollessa 50 %. Muiden järjestelmien tulee noudattaa laitevalmistajan ilmoittamia maksimikäyttöolosuhteita.

Keskusyksikön tulee olla palolta suojattu joko rakenteellisesti niin ettei tilassa ole muuta palokuormaa, tai käyttämällä erityisesti palolta suojaavia laitekaappeja. Pelkkää rakennusteknisesti riittävää suojausta ei voida soveltaa sähkölaitteita sisältäviin keskuksiin, koska rakennustekniset suojaukset on suunniteltu ja hyväksytty yleensä 130 celsiusasteen lämpötilan nousuun, mikä on liikaa sähköisille kojeille. [20; 21]

### **5.1.2 Kojet**

Palokunnan hyökkäysteiden oville sijoitetut palomestarin kuulutuskojeet ovat hätätilanteessa korvaamaton viestintäväline annettaessa tarkkoja evakuointiohjeita. Kuulutuskojeilla käynnistettävät ja katkaistavat hälytyssanommat tai painikkeilla annettavat hälytysäänit voidaan ohjata laitteistosta riippuen palo-osastokohtaisesti viestejä ja ohjeita.

Palomestarin kuulutuskojeen sijainti on yleisimmin tuulikaapissa muun palohälytyslaitteiston ohjaustaulun lähistöllä. Julkisten tilojen yhteydessä kuulutuskoje kannattaa valita numeronäppäimistöllä varustetuksi suojakoodin käyttöön edellyttäväksi malliksi ilkeivaltaluontoisten väärin hälytysten välttämiseksi. Normaalit kuulutuskojeet esimerkiksi infopisteellä tai valvomossa eivät välttämättä tarvitse ilkeivallalta suojaavia toimintoja, mutta niihin on myös mahdollista liittää samoja hälytystoimintoja kuin palomestarin kuulutuskojeeseen.

Kuulutuskojeiden ei tarvitse olla palosuojattuja, sillä järjestelmän oikea toiminta ei saa muuttua kuulutuskojeen tuhoutumisen takia. Kuulutuskojeiden riittävä palonkestävyys saavutettaisiin sijoittamalla ne palosuojattuun kaappiin, mikä ei ole käyttömukavuuden kannalta paras ratkaisu. [20; 21]

### 5.1.3 Kaapelit

Turvajärjestelmien johdotuksien tulee olla palonkestävät. Tulkittaessa äänievakuointijärjestelmä turvajärjestelmäksi kaapeloinnin täytyy noudattaa turvajärjestelmästandardeja.

Turvajärjestelmien johtojärjestelmät ja kaapelit tulee erottaa muista kaapeleista etäisyyden tai suojausien avulla [15, s. 346]. Kaapeloinnit tulee sijoittaa muiden johtoteiden yläpuolelle tai rakenteellisesti erottaa muusta kaapelimassasta.

Runkokaapeloinnin ja kahdennetun silmukan johdotus tulee tehdä palonkestäväksi vaikka äänievakuointia ei aiottaisi käyttää turvajärjestelmänä. Tehtäessä runkokaapelointi palonkestävänä nostaa koko järjestelmän kustannuksia suhteessa niin vähän, ettei sillä ole suurta merkitystä. Etuna tästä on tärkeimpien komponenttien toimintavarmuus keskenään, ja mahdollisten suunnitelmamuutosten yhteydessä järjestelmällä on jo valmiudet toimia osana turvajärjestelmää.

Äänievakuointijärjestelmän toimiessa turvajärjestelmänä kaikkien kaapelointien ei välttämättä tarvitse olla palonkestäviä, ja riskikartoituksessa voidaan katsoa joidenkin kaiutinryhmien olevan äänievakuoinnin kannalta tarpeettomia. Kaapeloinnit kojeille toteutetaan laitevalmistajan tai paloviranomaisen vaatimusten mukaisesti. Esimerkiksi pääkeskukselle menevän paikalliset laitteet mykistävän ohjauskaapelin ei tarvitse olla palonkestävä, sillä hälytyskaiuttimet toimivat ilman mykistysohjausta.

### 5.1.4 Syötöt

Turvajärjestelmä vaatii varmistetun ja valvotun sähkönsyötön vikatilanteiden varalta. Varakäyttösähköä voidaan ottaa joko kiinteistön omasta UPS-varmennetusta verkkojännitteestä tai äänievakuointikeskuksen omasta UPS-laitteesta. Kolmas vaihtoehto on käyttää 24 VDC tai 48 VDC varakäyttöakustoa, joka sijoitetaan latureineen vahvistinkeskuksen laitekaappiin tai omaan kaappiinsa keskuksen viereen. Varasähköä tuottava laitteisto sijoitetaan mahdollisimman lähelle vahvistinkestusta, sisälle kaappiin tai laitekaapin viereen.

Hajautetussa järjestelmässä on huolehdittava varakäyttöjännitteen takaamisesta kaikille keskuksen ulkopuolisille hälytystoimintoihin liittyville laitteille, kuten päätevahvistimille, alavahvistinkeskuksille tai palomiehen kuulutuskojeille.

Kaikkien varavoimalaitteiden tulee olla palolta suojattuja.

### **5.1.5 Kuulutusalueet**

Toimintakyvyn varmistamiseksi äänievakuointijärjestelmässä käytetään toisistaan riippumattomia kuulutusalueita. Kuulutusalueet rajataan joko kerroksittain tai palo-osastoittain maksimissaan 1600 m<sup>2</sup>:n kokoisille neliön muotoisille alueille kerrallaan. 1600 m<sup>2</sup>:n sääntö tulee ajattelutavasta, jossa 40\*40 metrin kokoisen alueen sisällä voidaan aistia viereisen kuulutusalueen toiminta. Mikäli kerrosneliömäärä ylittyy, tehdään uusi kuulutusalue palo-osaston sisälle.

Vaihtoehtoisesti kuulutusalueella voidaan käyttää kaiutinryhmän kahdennusta. Kahdennusta ei vaadita standardeissa, mutta se on hyvä vaihtoehto edelliselle menetelmälle kerros-pinta-alaltaan pienemmissä kohteissa. Käytettävä menetelmä on valittava käyttäen harkintaa tapauskohtaisesti.

## **5.2 Digitaalisen järjestelmän lisäominaisuudet**

Äänievakuointijärjestelmä on nykyään paljon muuta kuin yleinen kuulutus alkaneesta palotilanteesta. Järjestelmän tarkoitus on edelleen toteuttaa ymmärrettävä ilmaisu hätätilanteesta, mutta sillä voidaan tehdä suurissa kohteissa monimutkaisia kuulutustapahtumien päällekkäisiä ketjuja. Järjestelmän monikanavaisuutta voidaan hyödyntää sairaalan muita kuulutustarpeita huomioiden vaarantamatta äänievakuoinnin toimimista hätätilanteesta.

### **5.2.1 DI/DO**

Digitaaliset äänievakuointijärjestelmät ovat monikanavaisia äänensiirtolaitteita joihin voidaan kytkeä digitaalisia I/O-pisteitä. Järjestelmään saadaan liitettyä sisääntulotieto-

jen avulla useita järjestelmiä, ja näin joitakin äänensiirtojärjestelmiä voidaan jopa korvata.

Turvapainikejärjestelmät, kuten hoitajakutsujärjestelmä tai päällekkäisyjärjestelmä, ovat toteutettavissa osana digitaalista äänievakuointijärjestelmää. Potentiaalivapailla kärkitiedoilla saa käynnistettyä nauhoitettuja tallenteita osastosta riippumatta, koska kaikki järjestelmään liittyvät signaalit ovat digitalisoituja ja siten täysin ohjelmoitavia. Esimerkiksi potilaskutsut voidaan rajata muutaman osaston väliseksi ryhmäksi ja painikkeen painalluksella saadaan aikaan kuulutus tietyille osastoille. Painikkeilla voidaan tehdä sairaalan sisäisiä tapahtumakuulutuksia, kuten leikkausyksiköissä töiden ohjaamiseen tai päivystysalueella ovikellosta käynnistyvän tallennetun viestin kuulutukseen ambulanssin tulosta.

### **5.2.2 Monikanavaisuus**

Useiden audiokanavien hyödyntäminen mahdollistaa päällekkäisesti tapahtuvien kuulutusten toteuttamisen. Esimerkiksi taustamusiikkien soitto saadaan määritettyä leikkaussalikohtaisesti useihin eri tiloihin useista eri äänilähteistä.

Monikanavaisuus kulkee läpi koko laitteistokokoonpanon, ja rakennuksesta ja kerroksesta huolimatta voidaan tehdä kuulutus mihin tahansa osoitteeseen tai osoitteisiin järjestelmän kattavalla alueella.

Äänievakuointijärjestelmää voidaan hyödyntää myös kuulutusjärjestelmänä. Toimenpideyksiköiden kuten leikkaussalin leikkausvaihto- ja lääkärikuulutukset sekä muun mikrofoniin puhutun puheen kuuluttaminen, ja paikalliskuulutukset yleensä, on mahdollista toteuttaa hyödyntäen digitaalista äänievakuointijärjestelmää. Myös pikapuhelinjärjestelmä voidaan korvata.

### **5.2.3 Paloilmoittimen korvaaminen**

Äänievakuointijärjestelmällä voidaan korvata paloilmoitinjärjestelmän palokellot. Järjestelmien integroiminen tarkoittaa äänievakuointijärjestelmän muuttumista turvajärjes-

telmäksi, ja siten tiukempien standardien noudattamista. Hyötynä järjestelmien yhdistämisestä on kaapelointitarpeen väheneminen ja se ettei palokelloja tarvitse asentaa.

## 6 Case KYS

Kuopion yliopistollinen sairaala vastaa Savo-Karjalan piirin sairaanhoitopiirin keskeisimmistä toiminnoista. KYS tarjoaa erityistason palveluja alueensa sairaanhoitopiirille, ja on osa Kuopion tiedelaaksoa. Sairaalassa työskentelee yhteensä yli neljä tuhatta työntekijää. Rakennus koostuu 22 eri lohkoista ja rakennuksesta sekä pysäköintihallista. [6]

Kuopion yliopistollisen sairaalan nykyinen yleisäänentoistojärjestelmä on pääosin 1950-1990-luvuilla rakennettu Telesten järjestelmä, ja sairaalan järjestelmäsaneerauksien yhteydessä koettiin äänentoistojärjestelmän päivittäminen aiheelliseksi.

Vanha äänentoistojärjestelmä on käytössä Puijon sairaalan rakennus 1:n lähes kaikissa rakennusosissa, ja sen esi- ja päätevahvistinkeskus sijaitsee rakennus 1A:n 00 kerroksen puhelinvaihtehuoneessa. Nykyisellä järjestelmällä ei voida suorittaa kuulutuksia, eikä se sovellu käytettäväksi äänievakuointijärjestelmäksi tai edes osaksi uutta järjestelmää.

Saneerauksen yhteydessä paikallinen paloviranomainen oli vihjaissut, että rakennuskompleksiin saatettaisiin vaatia äänievakuointijärjestelmää, joten yleisäänentoiston uusimiselle tuli todellinen tarve. Sairaalassa havaittiin että äänentoistojärjestelmän uusiutuessa joitakin vanhoja kuulutusjärjestelmiä voitaisiin korvata integroimalla niitä uuteen järjestelmään.

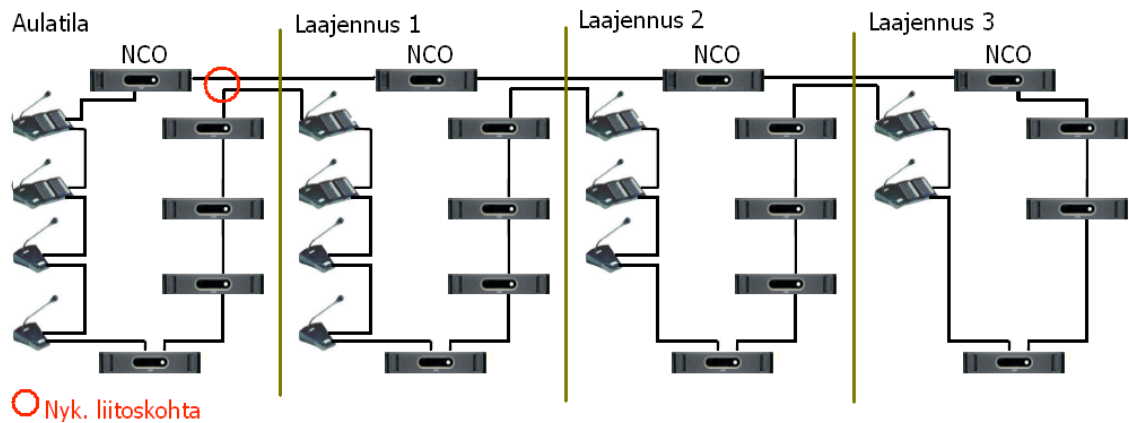
Saneerattavan yleisäänentoistojärjestelmää tullaan käyttämään pääasiassa äänievakuointijärjestelmänä poistumis- ja turvakuulutuksiin. Järjestelmän haluttiin liittyvän paloilmottimeen automaattisten kuulutusten aikaansaamiseksi, mutta olemassa olevia palokelloja ei haluttu lähteä korvaamaan. Samalla äänievakuointijärjestelmää haluttiin hyödyntää kuulutusjärjestelmänä sairaalan sisäisiä kuulutuksia varten. Myös pikapuhelimen korvaaminen vaikutti houkuttelevalta ajatukselta, jotta sairaalan lukuisista eri toimintoja käsittelevistä laitteista saataisiin yhtenäistetympi kokoonpano.

## 6.1 Kokoonpano nyt ja tulevaisuudessa

Sairaalan suurten laajennusprojektien myötä äänievakuointijärjestelmä tulee rakentamaan uutena järjestelmänä sekä liittymään vanhempiin rakennuksiin saneerausten myötä. Järjestelmä on tarkoitus laajentaa koko sairaalakompleksin kattavaksi järjestelmäksi muutosalue kerrallaan. Äänievakuointijärjestelmä tulee liittymään paloilmoitinkeskukseen, mutta järjestelmä halutaan pitää informatiivisena lisälaitteistona palotilanteita varten, eikä sitä siten lueta turvalaitteeksi.

Suunnittelun alkuvaiheessa kartoitettiin tulevan järjestelmän laajuutta ja siinä yhteydessä päätettiin, että järjestelmästä tehdään hajautettu, koska silloin sen toteuttaminen on hallittua liiittäessä muihin sairaalan osiin.

Äänievakuointijärjestelmän rakentaminen aloitetaan ”Pääaula-alueen uudistaminen” –projektin yhteydessä rakennuksen 1 A 0 kerroksesta. Äänentoistokeskus sijoitetaan 00 kerrokseen turvajärjestelmien kanssa yhteiseen turvalaitahuoneeseen, josta järjestelmää laajennetaan ylempiin kerroksiin ja muihin rakennusosiin. Järjestelmää laajennetaan vaiheittain uudisrakennus- ja saneerausvaiheiden tullessa ajankohtaiseksi. Kuvassa 6 on esitetty karkea suunnitelma järjestelmän laajenemisesta tulevaisuudessa.



Kuva 7. Vaiheittaisen järjestelmän laajentamisen periaatekuva.

Äänievakuointijärjestelmän kuulutusalueet tulevat jakaantumaan periaatteella kuulutusalue per palo-osasto. Leikkaussalit sekä muut erikoistilat saavat omat kuulutusalueensa tapauskohtaisesti.

## 6.2 Nykyisiin järjestelmiin liittyminen

Tuleva äänievakuointijärjestelmä liittyy sairaalarakennuksessa oleviin nykyisiin järjestelmiin palohälytyskeskusten osalta, ja aiempi äänentoistojärjestelmä sekä nykyisin kuulutusjärjestelmänä toimiva pikapuhelinjärjestelmä korvataan kokonaan saneerausalue kerrallaan. Palohälytinkeskuksiin joudutaan tekemään muutoksia paikoilleen jätettävien palokellojen takia, ja äänentoistokeskuksilta tulee releohjaus äänikuulutusten ja palokellojen soiton vuorottelemisen aikaansaamiseksi.

Digitaalinen äänentoistojärjestelmä liittyy myös kiinteistön ethernet-verkkoon etäkäyttöä varten.

## 6.3 Järjestelmän toteutus

KYS Puijon sairaalan aulatilän äänievakuointijärjestelmä toteutetaan digitaalisella äänievakuointijärjestelmällä, joka liittyy aulatilassa olevaan paloilmoitinkeskukseen. Saneeraus rajoittuu 1A ja 1E –alueille kattaen suuren aulan, ”Tuman”, sekä käytäviä ja niiden varrella olevia työhuoneita. Lisäksi pääaulan yhteydessä olevan kahvion ulkoterrassille asennetaan kaiuttimia. Liitteessä 1 on kuvattu aulatilän saneeraushankkeen lohkokkaavio.

### 6.3.1 Laitteet

Alueen kuulutukset hoidetaan kattoon asennettavin puoliuppokaiuttimin käytävä- ja henkilökuntatiloissa. Pääaulaan valittiin sen laajuuden vuoksi aktiiviset digitaaliohjatut erittäin vähän pystysuunnassa ääntä hajottavat tornimoduulikaiuttimet ja näytteenottotilan aulaan päätettiin sijoittaa kaksi kappaletta pystysuunnassa vähän ääntä hajottavia tornikaiuttimia. Puoliuppokaiuttimien käyttö näissä tiloissa olisi vaatinut useiden kymmenien kaiuttimien käytön tasaisen äänikentän aikaansaamiseksi. Ulkoterrassin äänentoisto on toteutettu torvikaiuttimin.

Pääaulaan sekä näytteenoton odotustilaan on asennettu induktiosilmukat kuulolaitteiden käyttäjiä ajatellen. Induktiosilmukat toteutetaan SLS-järjestelmällä lattiapinnoitteen alle asennettavia kuparifolioita käyttäen.

Henkilökunta- ja asiakastilojen säätimet ja valitsimet ovat kolmikanavaisia pakkosyötöreleellä varustettuja kojeita, ja jokaisen kaiutinlinjan päähän tulee osoitteellinen linjavalvontayksikkö.

”Tumaan” sijoitetaan painikkeistolla varustettu digitaalinen yleiskuulutuskoje. Lisäksi palokunnan kuulutuskoje sijoitettiin paloilmoitinkeskuksen yhteyteen palokunnan hyökkäystienäkin käytettävän rakennuksen pääsisäänkäynnin läheisyyteen. Palokunnan kuulutuskoje liitetään osaksi järjestelmän kahdennettua kuituverkkoa.

Nykyisestä järjestelmästä uuteen äänievakuointikeskukseen liittyy 0 dB kuulutuslinja.

Keskukseen sijoitetaan 4 kpl digitaalisia D-luokan tehovahvistimia automaattisilla varavahvistinkytkennoillä. Vahvistimista kahdessa on neljä ulostuloa ja yhdessä kahdeksan. Neljäs vahvistin toimii valvottuna varavahvistimena. Keskukseen liittyy myös keskuksen ulkopuolella sijaitsevat pääaulan ja näyttöalueen induktiovahvistimet.

### **6.3.2 Kuulutusalueiden toteuttaminen**

Kuulutusalueita aulan saneerausalueelle tulee neljä kappaletta; kahdennetut kaiutinlinjat L1 pääaulan ja kauppojen ja kahvioiden alueelle, L2 näyttöalueelle ja L3 päivystykseen, sekä yksilinjainen L4 henkilökunnan taustatiloihin.

Käytävien ja aulatilojen kuulutusalueiden kaiutinlinjat kahdennetaan niiden laajuuden vuoksi toiminnan varmistamiseksi vikatilanteessa.

## **7 Johtopäätökset**

Mikään laki tai standardi ei vaadi yksiselitteisesti äänievakuointijärjestelmän käyttöä, mutta kunta, kaupunki, palo- tai rakennuslupaviranomaiset voivat vaatia järjestelmän hankkimista rakennusluvan ehtona. Myös pelastussuunnitelmassa voidaan määritellä käytettäväksi äänievakuointijärjestelmää, ja turvallisuusselvityksen pohjalta saneerauskohteisiin järjestelmä voidaan määritellä käytettäväksi. Käytännössä järjestelmää vaaditaan julkisiin tiloihin, kuten sairaaloihin, hotelleihin ja kauppakeskuksiin.

Muulla Euroopassa on muodostunut käytäntö, jossa rakennukseen vaadittaessa automaattista paloilmoinjärjestelmää vaaditaan myös äänievakuointijärjestelmän asennusta ja käyttöä. Käytäntöjen yhtenäistäminen kootuksi ohjeeksi palo- ja rakennuslupaviranomaisille selkeyttäisi muun muassa äänievakuointijärjestelmien suunnittelua ainakin maakohtaisesti Euroopan alueella.

Laitevalmistajilla on tällä hetkellä kovat paineet julkaista markkinoille oma versionsa digitaalisesta yleisäänentoisto- tai äänievakuointijärjestelmästä. Kunkin tahollaan kehittämä järjestelmä on toteutettu suljetulla toimintajärjestelyllä, ja tämä aiheuttaa hankaluuksia esimerkiksi vaiheittaisessa äänijärjestelmän saneerauksessa. Ensimmäisen saneerausalueen laitteet yhdeltä valmistajalta omine erikoistoimintoineen ei välttämättä keskustele täydellisesti toisen valmistajan järjestelmän kanssa, tai jopa saman valmistajan toisen sukupolven laitteiston kanssa, ja alun perin suunnitellusta integroidusta järjestelmäkoonpanosta jokin osa jää väijäämättä vajaatoimintaiseksi tai ei toimi ollenkaan. Kesken kokonaissaneerauksen integrointi laitteiden kanssa ei enää toimikaan, ja uuden äänievakuointijärjestelmän rinnalle joudutaan hankkimaan erillisjärjestelmiä lisäkustannuksin.

Äänentoistojärjestelmät tulivat opinnäytetyön teon myötä tutuiksi, ja ero uuden ja vanhan järjestelmän välillä on valtava. Mahdollisuudet laajentaa käytössä olevaa järjestelmää samalla ohjausyksiköllä viittaa automaatiojärjestelmien integroitumisesta jo äänentoistomaailmaan.

Äänentoistojärjestelmän tarjoama pienoislogiikka voi korvata jo nyt paikalliskuulutusjärjestelmiä ja pikapuhelinjärjestelmiä, mutta samalla periaatteella järjestelmän voisi ohjelmoida huolehtimaan kiinteistön rikosilmoitinjärjestelmästä tai vaikkapa valo-ohjausyksiköistä. Automaatiosuunnittelijan ja järjestelmän ohjelmoijan työmäärä kasvaa räjähdysmäisesti ynnättäessä uusia järjestelmiä yhden laitteiston pohjalle. Väkisin tulee mieleen kasvava riski inhimillisestä erehdyksestä, joka rampauttaa järjestelmän ydintoiminnan vaarantaen henkilöturvallisuuden.

## 8 Pohdinta

Opinnäytetyötä voidaan käyttää hyväksi sairaalan äänievakuointijärjestelmän suunnitelmassa perehdytyspakettina sekä suunnittelijalle, hankkeen tilaajalle sekä asiasta päätävälle viranomaisille. Työtä hyödyntämällä saadaan uusien kohteiden käytännöt karkeasti samalle viivalle, ja rinnakkain valmistuvista kohteista voidaan saada vertaistukea oman yksikön saneerausprojektiin. Opinnäytetyö hyödyttää suunnittelijoiden tiedonhankintaa ja siten nopeuttaa suunnitteluprosessia.

Opinnäytetyöstä saadut tulokset ovat luotettavuudeltaan hyvät, sillä käsitelty aineisto oli pääosin lakisääteistä tekstiä tai tarkastettuja standardeja. Työssä kuitenkin tulkitaan standardeja, joten paikallisten viranomaisten kannat voivat olla työssä käsitellyistä tuloksista eriäviä.

Opinnäytetyössäni käyttämäni metodit olivat kirjallisuuslähteisiin perehtyminen ja asiantuntijoiden kanssa keskusteleminen. Kirjallisuuslähteitä tulkittiin myös yhdessä asiantuntijoiden kanssa. Menetelmä osoittautui hyväksi, sillä omien ajatusten hauduttaminen ja sen jälkeen niistä keskusteleminen avasivat uusia näkökulmia pohdittuihin asioihin. Pyrin valitsemaan mahdollisimman laaja-alaisen lähdeaineiston ja poimimaan laitevalmistajien tarjoamista materiaaleista tiedot objektiivisesti.

Yksityiskohtainen perehtyminen laitteiston toimintamahdollisuuksien toteuttamisesta jäi tässä opinnäytetyössä tekemättä, sillä laitevalmistajilla on erilaiset käytännöt laitteistojen toteuttamiseen ja erilaiset toiminnot toisiinsa nähden. Työ on toteutettu Savo-Karjalan alueella paikallisten paloviranomaisten vaatimusten mukaisesti, eikä työssä oletettu muun Suomen viranomaisten kantoja huomioon.

Opinnäytetyö opetti itselleni monilähteisen tiedon käsittelyä, sisältäen keskusteluja asiantuntijoiden kanssa kasvokkain, puhelimitse ja sähköpostin välityksellä, kirjojen ja tuote-esitteiden selaamista aina verkkodokumentteihin saakka, ja poimia kustakin oleellinen viesti kirjalliseksi tuotokseksi. Työ keräsi tiivistetysti yhteen monissa lähteissä hajallaan olleen tiedon käytännölliseksi paketiksi.

Yhteistoiminta kahden eri tilaajan kanssa toi mukanaan omia hankaluuksiaan, joista päällimmäisenä tuli suunnittelutoimiston kiire toteuttaa järjestelmän suunnittelu. Aivo-riihet aulatilán järjestelmán suunnittelusta olivat hedelmällisiä joka taholle, mutta tämä ei riittänyt nopeudeksi kasaamaan tietoa casen toteutusta ajatellen. Suunnittelutoimisto päätti käyttää omaa väkeään saneerauskohteen kuvien piirtämiseen. Suunnittelupalave-reihin osallistuminen ja siellä vaikuttaminen jäivät osaltani päällimmäisiksi tehtäviksi suunnittelutoimiston osuuttani varten.

Äänievakuointijärjestelmán integroituminen muihin järjestelmiin oli yksi merkittävä aihe tässä opinnäytetyössä, ja aiheesta voi tehdä jatkotutkimusta järjestelmien yhteenso-pivuuksista ja ohjelmointityön vaatimuksista.

## Lähteet

1. Blomberg, E. & Lepoluoto, A. Audiokirja. 2005. <http://ari.lepoluo.to/audiokirja>. [Luettu 24.02.2011]
2. Bosch Security Oy. 2010. Äänievakuointijärjestelmät tuote-esite (PDF). Käsikirjoitus.
3. Bosch Security Oy. 2011. LBC 3200/00, Line Array –sisäkaiutin tuote-esite (PDF). Käsikirjoitus.
4. Draka Comteq Finland Oy. 2009. JAMAK tuotekuvasto. Käsikirjoitus.
5. Kajote Oy. KLMA tuotetietokortti. 2008.  
[http://www.kajote.fi/tuotteet/fi\\_02/pdf/F20200@KLMA.pdf](http://www.kajote.fi/tuotteet/fi_02/pdf/F20200@KLMA.pdf) [Luettu 24.02.2011].
6. Kuopion yliopistollinen sairaala. 2009. Terveyttä edistäen (PDF). Käsikirjoitus.
7. Laki pelastustoimen laitteista 10/2007.
8. Leskinen, M. ym. ST-käsikirja 19 – Äänentoistojärjestelmät. Sähkötieto ry. 2005.  
<http://www.sahkoinfo.fi/severi/Viewer.aspx?id=243&search=kasikirja%20AND%2019&file=243/2/ST-kasikirja%2019.pdf>. [Luettu 21.02.2011, vaatii salasanan]
9. Osastonhoitaja leikkausyksikkö 1. 2011. Kuopion yliopistollinen sairaala. Puhelinhaastattelu 18.3.2011.
10. Pelastuslaki 468/2003.
11. Portin, T. 2011. EN 54 Standardit & Preasideo (PDF). Käsikirjoitus.
12. Sosiaali- ja terveysministeriö. Turvallisuussuunnitteluopas sosiaali- ja terveydenhuollon toimintayksiköille. Helsinki. 2005.
13. Suomen standardisoimisliitto SFS. 1998. SFS-EN 60849. Äänijärjestelmät hätätilannekäyttöön. Helsinki.
14. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2005. SFS-EN 60439. Jakokeskukset. Helsinki
15. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2007. SFS-käsikirja 600. Helsinki
16. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2008a. SFS-EN 54-16. Äänihälytyksen hallinta- ja osoitinlaitteet. Helsinki.
17. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2008b. SFS-EN 54-24. Kuulutusjärjestelmien komponentit. Kaiuttimet. Helsinki.
18. Säisä, T. 2011. Sairaalainsinööri. Kuopion yliopistollinen sairaala. Haastattelu 10.3.2011.
19. Turvatekniikan keskus. 2010. Äänievakuointilaitteiden vaatimukset ja markkina- valvonta.  
[http://www.tukes.fi/Tiedostot/pelastustoimen\\_laitteet/aineisto/aanievakuointitilaisuus\\_Karoliina\\_puolanne.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/pelastustoimen_laitteet/aineisto/aanievakuointitilaisuus_Karoliina_puolanne.pdf). [Luettu 24.02.2011]
20. Väätänen, J. Toimitusjohtaja. Optibit Oy. Puhelinhaastattelu 3.3.2011.
21. Väätänen, J. 2011. Valmistettava ST-kortti. Email [mikko.arola@edu.pkamk.fi](mailto:mikko.arola@edu.pkamk.fi) 4.3.2011.

## **Liitteet**

- Liite 1            KYS aula-alueen äänentoistojärjestelmän vahvistinkeskus periaatepiirustus
- Liite 2            KYS aula-alueen äänentoistojärjestelmän pistesijoitus- ja johdotuskaavio

**KESKUSLAITTEET BOSCH SECURITY SYSTEMS PRAESIDEO JÄRJESTELMÄN TOIMINNALLINEN VAATIMUSTASO: EN54/ 16**

- 1 PRS-NC0-B KESKUSYKSIKÖ (NETWORK CONTROLLER)**
- TCP-IP pohjainen keskusyksikkö, sisäinen selain
  - Ethernet/ RJ-45 liittymä paikallisverkkoon tai Internet esim suojatun VPN (Virtual Private Network) yli
  - Sisäkirjautuminen käyttäjätunnuksin, 3 käyttötasoa
  - Järjestelmän jatkuva vikavalvonta, yksilöidyt tiedot lokitiedostoon (vian syntyäika ja paikka sekä vikatilanteen kuittaus)
  - Kuulutusloki, kuulutus ja viestitapahtumien tallentuminen (mistä kuulutettu, mihin kuulutettu, milloin aloitettu ja to lopetettu
  - Viestitallennin/ toistin flash kortilla 4GT kortilla tallennusaika n. 14h

- TULOT**
- 2 kpl 0dB linjatuloa
  - 2 kpl linja tai 2 kpl mikrofonituloa
  - Mikrofonituloissa myös AVC mahdollisuus (Automatic Volume Control)
  - 8 kpl potentiaalivapaa vapaasti ohjelmoitava ohjaustulo
  - Tulot myös valvottuina virtapiirimittauksella
  - Kaikki tulot, äännet ja ohjaukset, reititettävissä mihin tahansa järjestelmän sisällä
  - 1 kpl POF- kuitutulo (Plastic Optic Fiber) järjestelmän sisäinen kuituliitäntä
- LÄHDÖT**
- 4 kpl 0dB lähtöä
  - 2 kpl potentiaalivapaa vikaohjaustieto ulkopuolisiin järjestelmiin (esim. VAK)
  - 3 kpl potentiaalivapaa vapaasti ohjelmoitava ohjauslähtö
  - 1 kpl POF (kuituliitäntä (Plastic Optic Fiber) järjestelmän sisäinen kuituliitäntä

- LB4402/ 00 AUDIOLAAJENNIN**
- TULOT**
- 2 kpl 0dB linjatuloa
  - 2 kpl linja tai 2 kpl mikrofonituloa
  - Mikrofonituloissa myös AVC mahdollisuus (Automatic Volume Control)
  - 8 kpl potentiaalivapaa vapaasti ohjelmoitava ohjaustulo
  - Tulot myös valvottuina virtapiirimittauksella
  - Kaikki tulot, äännet ja ohjaukset, reititettävissä mihin tahansa järjestelmän sisällä
  - 1 kpl POF- kuitutulo (Plastic Optic Fiber) järjestelmän sisäinen kuituliitäntä
- LÄHDÖT**
- 4 kpl 0dB lähtöä
  - 2 kpl potentiaalivapaa vikaohjaustieto ulkopuolisiin järjestelmiin (esim. VAK)
  - 3 kpl potentiaalivapaa vapaasti ohjelmoitava ohjauslähtö
  - 1 kpl POF (kuituliitäntä (Plastic Optic Fiber) järjestelmän sisäinen kuituliitäntä

- 2 DIGITAALISET D- LUOKAN TEHOVAHVISTIMET**
- 4 teholuokkaa: LB4420/00 (500W), LB4422/10 (2\*250W) LB4424/10 (4\*125W) LB4428/00 (8\*60W)
  - Automaattinen vahvistinkohtainen varavahvistinkytkentä
  - Vahvistinkohtainen ylikuormi/ oikosulku- ja maavuotomittaus
  - Kahdennetut POF- kuituliitännät
- TULOT**
- 2 kpl 0dB linja- tai 2 kpl mikrofonisisääntuloa (LB4428/ 00 4 kpl)
  - Mikrofonikanavissa AVC- mahdollisuus (Automatic Volume Control)
  - Kanavakohtaiset DSP- yksiköt (parametrinen taajuuskorjain ja limitteri)
  - 8 kpl potentiaalivapaa vapaasti ohjelmoitava ohjaustulo
  - Ohjaustulot myös valvottuina virtapiirimittauksella (esim paloiltoinyhteydet)
  - Kaikki tulot, äännet ja ohjaukset, reititettävissä mihin tahansa järjestelmän sisällä

- LÄHDÖT**
- LB4420/00 (500W), LB4422/10 (2\*250W) LB4424/10 (4\*125W) LB4428/00 (8\*60W)
  - Vahvistinkohtaiset DSP- yksiköt (parametrinen taajuuskorjain, viive)
  - Linjakohtaiset potentiaalivapaat ohjaukset kaiuttimien ulkopuolisiin järjestelmiin

- 3 LB4430/00 KUULUTUS/ ÄÄNENHALLINTA KOJE**
- Valvottu joutsenkaula mikrofonikapseli
  - 3kpl järjestelmän toiminnan indikoinnit
  - Tarkkailukaiutin tasosäädöllä
  - 3,2mm plug kuulokeliitäntä
  - DSP- yksiköt (parametrinen taajuuskorjain, limitteri) ja tasosäätö
  - Kuulutuslangenti
  - Vapaasti laajennettavissa 8 jaollisena, max 16 painikkeista/ koje= 128 ohjelmoitavaa painiketta
  - Kahdennetut POF kuituliitännät

- 4 LB4432/00 KUULUTUSKOJEEN PAINIKKEISTO**
- Ohjelmoitava äänenhallinta painikkeisto, 8 painiketta
  - Vapaasti ohjelmoitavat funktionäppäimet
  - Alue- ja ryhmävalinnat
  - Viestikäynnistyksien (poikkeustilanne- ja ajastetut viestit)
  - Ohjelmallisten valintojen (mikä tahansa tulo mihin tahansa lähtöön/ ryhmään)
  - Vahvistinkohtaiset ohjelmatoiston voimakkuussäädöt
  - Monipuoliset käyttöajändikoinnit (alue indikoinnit, mikä tulo kytketty mihinkin lähtöön jne)

- 5 PRS-FIN OSOITTEELLINEN KUITUSOVITIN (POF- kuitu/ Monimuotokuitu 62,5/ 125um tai 50/ 125um)**
- Käytetään kun kuulutuslaitteiden/ vahvistimien väli on yli 50m
  - 1 kpl POF kuitutulo/ lähtö
  - 2 kpl monimuoto SC- liittimiä
  - Ulkopuolien jännitesyötön liitäntä

- 6 LB4443/00 OSOITTEELLINEN LINJAVALVONTAYKSIKÖ**
- Kaiuttimien toiminnan valvonta, vikainformaation ohjaus kaiuttimien välillä

**BOSCH PRAESIDEO JÄRJESTELMÄ/ YLEISTÄ: TUV SERTIFIKAATTI EN54/ 16 ja EN-60849 STANDARDIN TÄYTYMISESTÄ**

- \* Digitaalinen yleisäänentoisto- ja äänievakuointijärjestelmä
- \* Verkko pohjainen TCP-IP järjestelmä rakenne, sisäinen selain
- \* Täydellinen etäkäyttö, ohjelmointi, valvonta ja säätö Ethernet/ TCP-IP verkon yli
- \* Laitteiden välinen kommunikointi, audio- ja ohjausliikenne valvotussa valokuidussa (28 yhtäaikaista äänikanavaa)
- \* Kahdennettu kuiturakenne, yksittäisen kaapelin katkeaminen mistä tahansa osaa järjestelmää ei vaikuta järjestelmän toimintaan
- \* Vapaa järjestelmä rakenne:
  - Laitteiden aseutus keskitetty tai hajautettuna kiinteistöön osiksi ilman toimintaperiaatteen muutosta
  - \* Järjestelmän kaikkia sisäisiä toimintoja tarkalleen jatkuva valvonta/ datasiignaalit
  - \* Valvonta kuulutusmikrofonin kapselista päättyen kaiuttimien päihin pitien sisällä
  - kaikki kriittiset ohjaukset ja äänikanavat mukaanlukien viestitallentimet
  - Ulkopuoliset ohjausjärjestelmät (potentiaalivapaa ohjaus jatkuvaa valvontaa virtasilmukkamittauksella)
  - \* Automaattinen vikailmoitinjärjestelmä, yksilöllinen reagointi aika ja paikkatietoineen
- a) Laitte- ja verkostovikoihin
- b) Hälytystiedotuksen puuttumiseen
- c) Ulkopuolisiin ohjausjärjestelmien ohjauksen yhteysvikoihin
- d) Kriittisten poikkeusten ja niiden varalaitteiden vikoihin
- \* kaikkia vikatapauksista yksilölliset lokikirjautuminen, 200 muistipaikkaa
- \* Hälytykset ulkopuolisiin järjestelmiin
- \* 256 etuoikeustasoa, kuulutuskojessa 244 etuoikeustasoa
- \* 4 samanaikaista äänitettyä sanomaa eri alueille, sanomien määrä ja pituus käytännössä rajoittamaton
- \* Ohjelmoitavia kuulutusalueita ja ryhmiä max 488 kpl
- \* Laitteiden väliset kytkennät valokuitukaapeleilla

**Järjestelmä liitetään kiinteistön paikallisverkkoon**

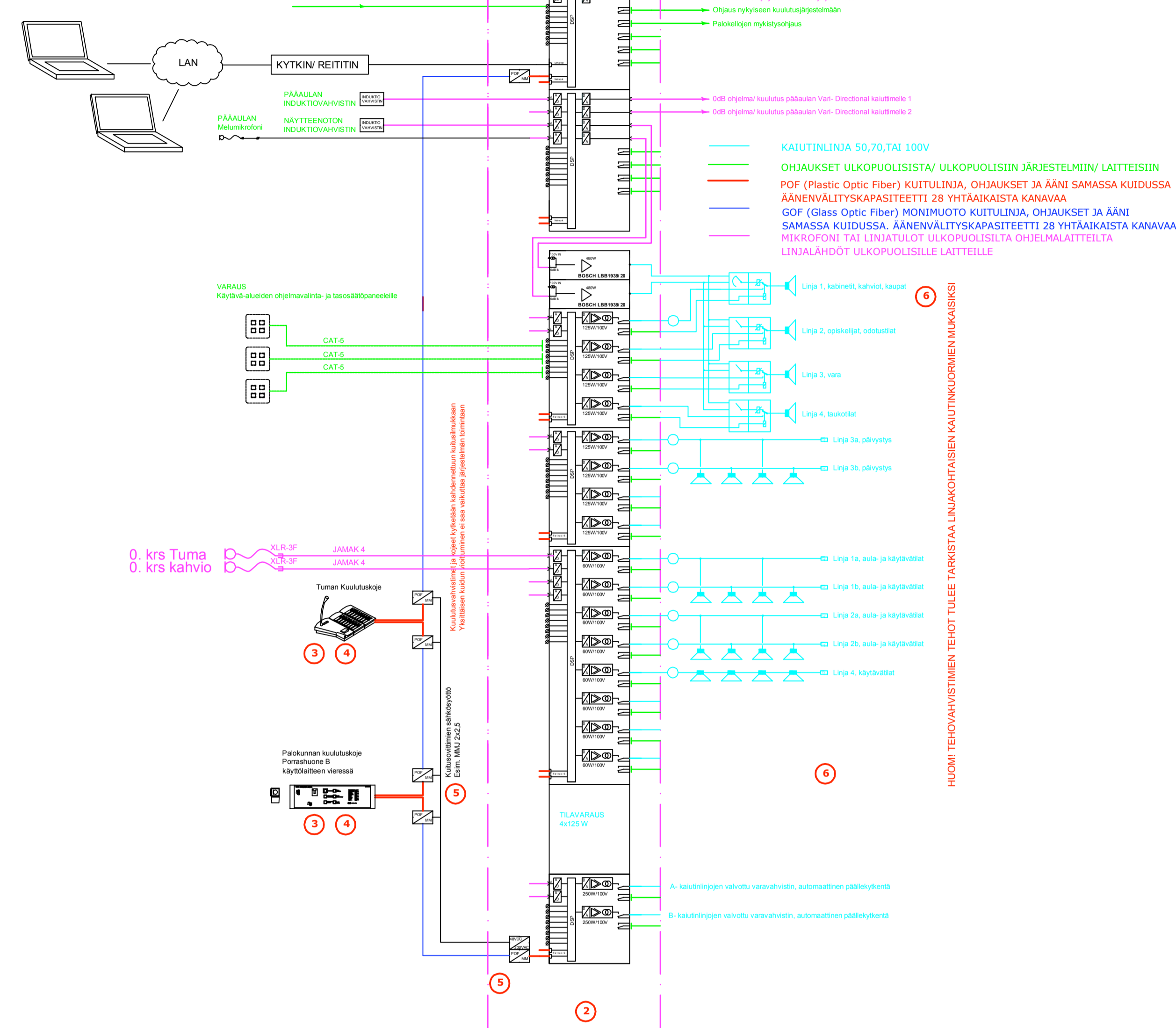
**Haluttuihin palvelimiin asennetaan kuulutus/ lokikirja ohjelmoit**

- Toiminnot kuten kuulutuskojessa
- Viestivalinnat
- Viestikäynnistyksien ja pysäytykset
- Alue- ja ryhmävalinnat

**3\* lokikirjautuminen yksilöitynä**

- Kuulutustapahtumat
- Vikatapaukset
- Yleiset tapahtumat

Ohjelmointi, ja lokitiedostojen luku myös etänä Internetin yli valtuutetusta huoltopisteestä VPN- Client periaate

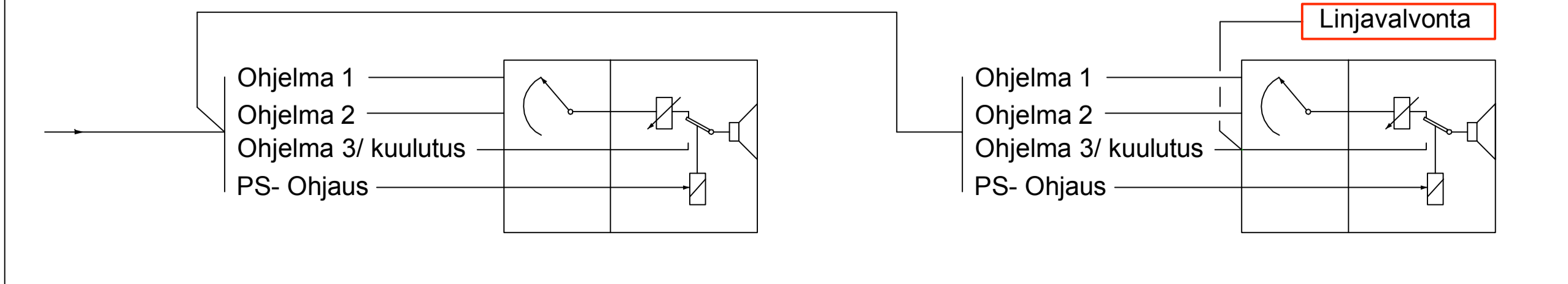
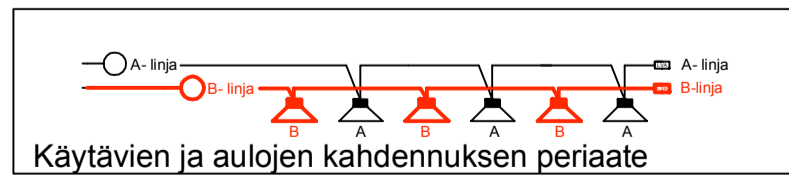


**JÄRJESTELMÄN TOTEUTUS SFS-EN54/ 16 MUKAAN**

- Tarjouksen liitteeksi on toimitettava EU:n hyväksymän luokituslaitoksen myöntämä EN54/ 16 sertifikaatti
- Kaikkia järjestelmän toimintoja tulee hallita kuulutuskojeista, etähallintapaneeleista ja PC- kuulutuskojeista käsin
- Vahvistinkeskuksessa ei saa olla toiminnallisia säätimiä/ kytkimiä/ painikkeita (keskuksen sijoitus teknisiin tiloihin)
- Järjestelmä tulee olla laajennettavissa ja hajasijoitettavissa kiinteistöön osiksi kuituyhteyksien avulla

- \* Käytävien ja aula- alueiden kaiuttimien ja tehovahvistimet kahdennettuna tasokuvien mukaan
- \* Päätasteiden tehot linjakohtaisien kaiutinkuormien mukaan
- \* Automaattisesti kytkettyvät kahdennetut varavahvistimet A- ja B
- \* Samanaikaiset kuulutukset ja viestitöistöt ei alueille
- \* Ohjelmallitteet tulee olla valittavissa ja säädettävissä linjakohtaisesti. Mikä tahansa tulo mihin tahansa lähtöön yhtäaikaisesti
- \* Ohjelmavoimakkuudet säädetään kuulutuskojeesta linjakohtaisesti halutulle tasolle
- \* Jokaisessa tulokanavassa ja vahvistinlähdoissä digitaaliset signaaliprosessorit
- \* Kaikki kuulutuskojeiden painikkeet ja keskuksen tulo- ohjaukset tulee olla vapaasti ohjelmoitavia funktiotuloja
- \* Kaiuttimien tulee valvoa osoitteellisin linjavaltovayksiköin, vikainformaation ohjaus kaiuttimien välillä -ei paluupareja
- Impedanssimittaus ei ole hyväksyttävä valvontamuoto (virhetoleranssi)

**HENKILÖKUNTA- JA ASIAKASTILOJEN SÄÄTMIEN JA VALITSIMIEN KYTKENTÄPERIAATE**



Tunn.	Muutos	Nim.	Päiväys

**HUOMI! KORVAAVIA KAIUTTIMIA ESITETTÄESSÄ**

- Teknisten arvojen tulee olla vastaavia kuin esimerkkikaiuttimien
- Korvaavien kaiuttimien tekniset arvot tulee ilmoittaa IEC268-5 standardin mukaisesti
- Korvaavista kaiuttimista tulee ilmoittaa
- Herkkyys/ 1W/1m ja max äänenpaine
- Taajuusvaste -10dB
- Avauskulmat (-6dB) 1kHz ja 4 kHz taajuudella
- Korvaavista kaiuttimista tulee olla saatavissa EASE simulointiohjelman arvot

**URAKKALASKENTASARJA**

Kaupunginos/työid	Korttel/tila	Tontti/rrr	Viranomisten merkintä	Rutu
12	2	7		
Rakennusluovutus	UUDISRAKENNUS	SÄHKÖPIIRUSTUS		Jokk. nro
Rakennuskohden nimi ja osoite	KYS PUJON SAIRAALA PÄÄAULA-ALUEEN UUDISTUS PL 1777 70211 KUOPIO			Mittakaavat
Insinööritoimisto <b>GRANLUND KUOPIO OY</b>		Hankelunus		
Hyrräkatu 3, 70500 KUOPIO Puh. 010 759 2700		CAD ...\\015xx\01592\p047\CAD\SAH\Tele\PS1A-707005.dwg		
Projekti	SR	Projektinumero	K01592_P047	
YR	UR	Nimen selvennys ja alku	INS AARO PEKKANEN	
31.3.2011	Vastuullinen suunnittelija	SAH		1A-707005

