

Tapio Ilomäki

20.6.2024

**Suomen Kansallisooppera Orkesteriharjoitussali**

Asiakas: SKOB

Tilaus: 29.4.2024

Yhteyshenkilö: Petri Peltovako

## ORKESTERIHARJOITUSSALI

**SÄHKÖISESTI MUUNNELTAVAN AKUSTIIKAN  
TYÖSELITYS***Kuva Getty Images*

## LAADUNVARMISTUS

Tämä dokumentti on laadittu, tarkastettu ja hyväksytty Akukonin laatujärjestelmän ohjeiden mukaisesti. Akukonin laatujärjestelmä täyttää standardin EN ISO/IEC 17025 vaatimukset. Laatujärjestelmä, joka täyttää edellä mainitun standardin vaatimukset täyttää myös ISO 9001 – standardin vaatimuksen.

Helsingissä 20.6.2024

Vastuullinen konsultti

---

TeM, AMIoTTC Tapio Ilo

Suunnittelija

---

TeM, AMIoTTC Tapio Ilo

Dokumentin tarkastaja

---

DI, FISE PV(akustiikka) Henrik Möller

**SISÄLLYSLUETTELO**

<b>1</b>	<b>PROJEKTITIEDOT .....</b>	<b>6</b>
1.1	PROJEKTIKOHDE .....	6
1.2	YHTEYSTIEDOT .....	6
1.2.1	Tilaaaja .....	6
1.2.2	Akustiikan vastaava suunnittelija .....	6
1.2.3	Esitystekniikan suunnittelija .....	6
1.3	AIKATAULU .....	7
1.4	HANKITTAVAT JÄRJESTELMÄT .....	7
1.5	KIINTEÄ KAAPELOINTI .....	7
1.6	URAKKAKOKONAISUUDET .....	7
<b>2</b>	<b>URAKOITSIJAN YLEISIÄ VELVOITTEITA.....</b>	<b>8</b>
2.1	HANKINNAN LAAJUUS.....	8
2.2	JÄRJESTELMIEN TOIMIVUUS.....	8
2.3	AMMATTITAITO .....	8
<b>3</b>	<b>VELVOITTEET URAKAN AIKANA.....</b>	<b>9</b>
3.1	INFORMOINTIVELVOLLISUUS.....	9
3.2	MUUTOKSET .....	9
3.3	TIETOJEN VAIHTO .....	9
<b>4</b>	<b>TARKASTUKSET JA TAKUUAIKA.....</b>	<b>10</b>
4.1	VALVONTA JA TARKASTUKSET .....	10
4.2	TAKUUAIKA.....	10
4.3	TAKUUN RAUKEAMINEN .....	10
<b>5</b>	<b>URAKOITSIJAN TYÖT .....</b>	<b>11</b>
5.1	YLEISTÄ .....	11
5.2	TYÖNJOHTO JA TYÖN SUUNNITTELU.....	11
5.3	TEKNINEN SUUNNITTELU .....	11
5.4	ASENNUSTYÖT .....	12
5.4.1	Yleistä .....	12
5.4.2	Kaiuttimien asennus.....	12
5.4.3	Laitekeskusten asennukset .....	13
5.5	KAAPELIT JA RASIARYHMÄT .....	13
5.5.1	Rasiaryhmät .....	13
5.5.2	Kaapeleiden vedonpoisto .....	13

5.5.3	CAT-kaapelin päättäminen.....	13
5.5.4	Audiokaapeleiden päättäminen.....	13
5.5.5	Koaksiaalikaapeleiden päättäminen.....	14
5.6	MERKINNÄT.....	14
5.6.1	Rasiaryhmät.....	14
5.6.2	Kaapelit.....	14
5.6.3	Ristikytkentäpaneelit.....	14
5.6.4	Laittekeskusten merkinnät.....	14
5.6.5	Laitteiden turvamerkinnt.....	15
5.7	MITTAUKSET.....	15
5.7.1	Audiolinjat ja kaiutinlinjat.....	15
5.7.2	50 ohmin antennilinjat.....	15
5.7.3	75 ohmin koaksiaalilinjat.....	15
5.7.4	Datalinjat, kupari.....	15
5.7.5	Datalinjat, kuitu.....	15
5.8	TOIMINTAKOKEET.....	16
5.9	VASTAANOTTO.....	16
5.9.1	Itselle luovutus.....	16
5.9.2	Toimintakoe.....	16
5.9.3	Vastaanotto.....	16
5.9.4	Jälkitarkastukset.....	17
5.9.5	Takuutarkastukset.....	17
5.10	DOKUMENTOINTI.....	17
5.10.1	Tasokuvat.....	17
5.10.2	Laiteluettelot.....	18
5.10.3	Järjestelmäkaaviot.....	18
5.10.4	Kokoonpanokuvat.....	18
5.10.5	Mittauspöytäkirjat.....	18
5.10.6	Käyttö- ja huolto-ohjeet.....	18
5.10.7	Ohjausjärjestelmien ohjelmakopiot.....	18
5.10.8	Muiden laitteiden asetustiedostot.....	18
5.10.9	Laitteiden salasana.....	18
5.11	KÄYTTÖKOULUTUS.....	18
5.12	OHJAUKSEN KÄYTTÖLIITTYMÄ.....	19
5.12.1	Yleistä.....	19
5.12.2	Käyttöliittymien suunnittelusta.....	19

<b>6</b>	<b>SÄHKÖISESTI MUUNNELTAVAN AKUSTIIKAN LAITETOIMITUS.....</b>	<b>21</b>
6.1	MINIMIREFERENSSIT .....	21
6.2	KOESOITTO .....	21
6.3	TOIMINTAKUVAUS JA SÄHKÖAKUSTIIKAN NIVOUTUMINEN TILA-AKUSTIIKKAAN .....	22
6.4	KAIUTTIMIT, MIKROFONIT, PROSESSORIT JA VAHVISTIMET .....	22
6.4.1	Sähköakustiikan kaiuttimet.....	22
6.5	OHJAUS JA PROSESSOINTI .....	24
6.5.1	AV verkko.....	24
6.5.2	Mikrofonit.....	24
6.5.3	Ohjelmointi.....	25
6.6	VIRITYS JA KÄYTTÄJÄESITTELYT .....	25
6.7	ÄÄNITYSTOIMINTA.....	26
6.8	LAITELUETTELO .....	26

## 1 PROJEKTITIEDOT

### 1.1 Projektikohde

Suomen Kansallisoopperan Orkesterin harjoitussali

Helsinginkatu 58

00250 Hki

### 1.2 Yhteystiedot

#### 1.2.1 Tilaaja

SKOB

[petri.peltovako@opera.fi](mailto:petri.peltovako@opera.fi)

Senaattikiinteistöt

[kasper.koimäki@senaatti.fi](mailto:kasper.koimäki@senaatti.fi)

#### 1.2.2 Akustiikan vastaava suunnittelija

Akukon Oy

[Anssi.Ruusuvuori@akukon.com](mailto:Anssi.Ruusuvuori@akukon.com)

#### 1.2.3 Esitystekniikan suunnittelija

Akukon Oy

[tapio.ilomaki@akukon.com](mailto:tapio.ilomaki@akukon.com)

### 1.3 Aikataulu

Tarkempi urakan aikataulu esitetään myöhemmin erillisessä aikataulussa.

- Laitetoimitus on 3/2025
- asennusvalmistelu ja esityöt 4-5/2025
- kaapeloinnin päättämistyö ja asennukset 5-7/2025
- viritys 08/2025
- testisoitot 9-10/2025
- toinen viritys 11/2025

Aikataulua muokataan työn edistymisen mukaan.

Toimittaja aloittaa teknisen tarkesuunnittelun valinnan jälkeen.

Tilaaaja voi asettaa urakalle välitavoitteita, ja niiden toteutumiseen liittyviä sanktioita. Mahdolliset välitavoitteet sovitaan urakkaneuvotteluissa.

### 1.4 Hankittavat järjestelmät

Tässä urakassa toimitetaan AV-järjestelmiä seuraaviin tiloihin:

- Orkesteriharjoitussali

### 1.5 Kiinteä kaapelointi

Rakennuksen kiinteä kaapelointi toteutetaan sähköurakassa (SU). Kaapeloinnin päättää SKOB/ SKOB valitsema urakoitsija.

### 1.6 Urakkakokonaisuudet

Tässä dokumentissa kuvataan sekä tilaajan (SKOB) työnä tehtäviä töitä, että tässä urakassa tehtäviä töitä.

Lähtökohtaisesti kaikki kiinteän kaapeloinnin asennus/päättämistyö on oopperan omassa hankinnassa ja alla kuvatut laitekokonaisuudet ja niiden asennus ja puolikiinteä (laite-)kaapelointi on samoin SKOB urakassa.

Tämä urakka sisältää alla kuvatun

- laitetoimituksen
- suunnittelutyön
- viritystyön
- muut erikseen kuvatut tehtävät

## 2 URAKOITSIJAN YLEISIÄ VELVOITTEITA

Alla esitettyssä käytetään termiä urakoitsija kuvaamaan sekä laitetoimituksen (tämä työselitys) urakoitsijaa että varsinaista asentavaa (SKOB) urakoitsijaa. Työselityksessä on pyritty käyttämään termejä laitetoimitusurakka ja urakka vastaavasti.

### 2.1 Hankinnan laajuus

Laitetoimitusurakkaan sisältyy:

- Akukonin, sähkösuunnittelun ja SKOB dokumentaation työkuvienv hyväksyntä ja muutostarpeiden esitys
- Kaiutinten ja mikrofonien detaljisijoitusten valmistus
- Akustikkojen kanssa lopullisen huoneakustiikan ja sähköakustiikan yhteensovitukseen osallistuminen
- laitteiden, tarvikkeiden toimitus
- hankintaan kuuluvien laitteiden ja järjestelmien ohjelmointityöt
- järjestelmien mittaukset ja säädöt
- laitteiden ja järjestelmien käyttöönottoon, tarkastuksiin, koulutukseen ja käytönopastukseen osallistuminen

Hankittavien järjestelmien toimintakuntoon saattaminen on laitetoimitusurakoitsijan vastuulla laitetoimituksen osalta ja saattaa edellyttää tarvikkeita, jotka on otettava tarjouslaskennassa huomioon. Laitetoimitusurakoitsijan tulee täydentää hankintaa täyden toimintakunnan edellyttämin tarvikkein, vaikka näitä ei olisi työselostuksessa tai järjestelmäkuvauksissa erikseen mainittu ja on tarvittaessa huomioitava mahdolliset täydennykset tarjouksessaan ja lisättävä ne tarjouserittelytaulukon niille varatuille paikoille.

### 2.2 Järjestelmien toimivuus

Laitetoimitusurakoitsijan on kaikissa suhteissa vastattava toimittamiensa järjestelmien asianmukaisesta toimivuudesta. Tätä vastuuta ei rajoita hankintaohjelman piirustuksissa mahdollisesti esiintyvät virheet tai puutteellisuudet. Laitetoimitusurakoitsijan on huomautettava havaitsemistaan virheistä tai puutteista ennen urakkasopimuksen tekemistä. Tilaajan edustaja lähettää tarvittaessa tilauksesta saatavilla olevia akustikko-, arkkitehti-, rakenne- ja sähköpiirustuksia.

### 2.3 Ammattitaito

Kaikkien laitetoimitusurakoitsijan työhön osallistuvien henkilöiden tulee olla kokeneita omien osa-alueidensa ammattilaisia. Laitetoimitusurakoitsijan tulee nimetä projektin työnjohtaja, jota ei saa vaihtaa ilman tilaajan suostumusta.

### **3 VELVOITTEET URAKAN AIKANA**

#### **3.1 Informointivelvollisuus**

Laitetoimitusurakoitsijan tulee tutustua muiden suunnittelualojen suunnitelmiin niiltä osin kuin oman työsuorituksen kannalta on välttämätöntä. Mikäli suunnitelmissa on ristiriitaisuuksia, tulee näistä neuvotella toisen osapuolen kanssa riittävän ajoissa ja hyväksyttää muutettu toteutustapa työmaan hallinnossa.

#### **3.2 Muutokset**

Laitetoimitusurakoitsija on velvollinen toteuttamaan tilaajan vaatimat suunnitelman muutokset, jos ne eivät merkittävästi muuta urakasuoritusta toisen luonteiseksi. Muutos voi olla luonteeltaan suorituksen täydentäminen tai lieventäminen.

Urakkahintaan tai suoritusaikaan liittyvistä muutoksista on aina sovittava kirjallisesti tilaajan kanssa. Urakan aikana ilmenevistä muutostarpeista on laitetoimitusurakoitsijan ilmoitettava tilaajalle välittömästi ja tehtävä muutosta koskeva kirjallinen muutostarjous.

Muutos- ja lisätarjouksen perusteena käytetään joko ko. työvaiheen kokonaishintaa tai tilauksen mukaisia yksikköhintoja.

#### **3.3 Tietojen vaihto**

Kaikki tietojen vaihto muutoksista tms. on vahvistettava kirjallisesti, esim. sähköpostilla, kaikille niille tahoille, joita asia koskee.

## 4 TARKASTUKSET JA TAKUUAIKA

### 4.1 Valvonta ja tarkastukset

Laitetoimitusurakoitsijan tulee toimittaa työ- ja asennuspiirustukset tilaajan määräämille henkilöille tarkastettavaksi ennen urakkasuorituksen aloittamista.

Kaikki laitteet on toimitettava ja työt on tehtävä siten, että ne ovat Suomessa voimassa olevien lakien ja asetusten sekä alaa koskevien julkisoikeudellisten määräysten mukaisia.

Tilaaja ja hänen valtuuttamansa edustajat ovat oikeutettuja valvomaan laitetoimitusurakoitsijan työsuorituksia. Valvonnassa ja tarkastuksissa noudatetaan yleisten määräysten ja sopimusehtojen mukaista menettelyä.

### 4.2 Takuu aika

Laitetoimitusurakoitsijan tulee myöntää urakkasuoritukselleen vähintään kolmen (3) vuoden mittainen täysi takuu. Takuu aika lasketaan alkavaksi siitä, kun järjestelmä on hyväksytysti vastaanotettu. Kaikki viritys ja huoltotyöt ml. matkakulut tehdään takuuajana ilman veloitusta.

Laitetoimitusurakoitsijan tulee suorittaa takuuajaiset korjaus- ja huoltotyöt kohtuullisen ajan kuluessa. Mikäli laitetoimitusurakoitsija ei suorita takuuajan veloitteita, voi tilaaja suorittaa välttämättömät korjaukset muualla laitetoimitusurakoitsijan laskuun. Laitetoimitusurakoitsijan on tarvittaessa toimitettava vaurioituneen laitteen tilalle korvaava laite huollon ajaksi.

Valmistajan laitteille tai kalusteille mahdollisesti myöntämät kolmea vuotta pidemmät takuuajat ovat edelleen voimassa järjestelmätakuun päätyttyä.

### 4.3 Takuun raukeaminen

Tilakohtainen järjestelmätakuu raukeaa, jos järjestelmää muutetaan takuuajana muun kuin laitetoimitusurakoitsijan toimesta tai mikäli muutokselle ei ole saatu laitetoimitusurakoitsijan kirjallista hyväksymistä. Takuu ei kuitenkaan raukea siinä tapauksessa, että muutokset on jouduttu tekemään alkuperäisen laitetoimitusurakoitsijan tilapäisen tai pysyvän palvelukyvyttömyyden vuoksi.

Tilakohtainen järjestelmätakuu raukeaa myös siinä tapauksessa, että järjestelmää on käytetty käyttö- tai hoito-ohjeen vastaisesti.

Laitekohtainen takuu raukeaa, jos:

- laite on annettu valtuuttamattoman huoltajan korjattavaksi
- jos laitetta on käytetty käyttöohjeen vastaisesti
- jos vikaantuminen on aiheutunut ulkoisista tekijöistä (sähköverkon häiriö, salaman isku, putoaminen, ilkivalta jne.)

## 5 URAKOITSIJAN TYÖT

Alla olevia määritelmiä sovelletaan hankintakokonaisuuksittain. S.o. mikäli kaapeloinnin päättämistyö tehdään SKOB omana työnä, koskee kaapeloinnin päättäminen ja mittausohjeistus vain SKOB työtä ja soveltuvin/rajoitetuin osin laitetoimituksen mukana tulevaa irtokaapelointia. Samoin dokumentaatiovelvoite kulkee toteutuksen myötä. Tämän hankintaohjelman mukainen laitetoimitusurakoitsija koostaa omalta osaltaan dokumentaation SKOB ohjeistuksen mukaisesti.

### 5.1 Yleistä

Työt on tarjouserittelykaavakkeessa (yksikköhintaluettelo) jaoteltu koko urakan yleisiin töihin sekä tila/järjestelmäkohtaisiin töihin.

Koko urakan yleisiin töihin kuuluvat mm:

- työnjohto ja työn suunnittelu
- tekninen suunnittelu
- dokumentointi
- yhteiset toimintakokeet (järjestelmien keskinäinen toiminta)
- luovutukset
- käyttökoulutukset

Tila/järjestelmäkohtaisiin töihin kuuluvat mm:

- asennustyöt
- ohjelmointityöt
- siivous AV-töiden osalta
- merkinnät
- mittaukset
- tila/järjestelmäkohtaiset toimintakokeet

### 5.2 Työnjohto ja työn suunnittelu

Laitetoimituslaitetoimitusurakoitsijan tulee nimetä projektipäällikkö, joka vastaa työn suunnittelusta, aikatauluttamisesta, työnjaosta ja logistiikasta. Projektipäällikköä ei ilman tilaajan suostumusta saa vaihtaa kesken projektin. Projektipäällikölle tulee nimetä varamies.

Laitetoimitusurakoitsija on velvollinen suunnitteluaan ja työtään varten omatoimisesti hankkimaan tarvitsemansa tiedot rakennuspaikalta, muilta urakoitsijoilta ja vastaavilta suunnittelijoilta.

### 5.3 Tekninen suunnittelu

Laskentadokumenteissa esitetyt suunnitelmat ovat luonteeltaan periaatesuunnitelmia. Laitetoimitusurakoitsijan työhön kuuluu laskentadokumenteissa esitetyn suunnitelman täydentäminen toimivaksi kokonaisuudeksi. Tämän lisäksi järjestelmien täyden toiminnallisuuden edellyttämä detaljisuunnittelu kuuluu laitetoimitusurakoitsijalle. Laitetoimitusurakoitsijan työhön kuuluu lisäksi loppupiirustusten sekä laiteluetteloiden ja ohjeiden laatiminen. Suunnitteluaan ja työtään varten laitetoimitusurakoitsija on velvollinen omatoimisesti hankkimaan tarvitsemansa tiedot rakennuspaikalta, muilta urakoitsijoilta ja suunnittelijoilta.

Laitetoimitusurakoitsijan on tehtävä vähintään seuraavat työpiirustukset:

- mitoitettut asennuspiirustukset, joista selviää laitteiden tarkat mitat ja paikat sekä mahdolliset aukotukset rakenteisiin ja kalusteisiin, niiltä osin, kuin työt ja asennukset liittyvät muihin urakoihin
- kytkentäpiirustukset hankintaan kuuluvista laiteasennuksista ja kytkentärasioista niiltä osin, kun ne liittyvät muihin urakoihin
- kytkentäpiirustukset järjestelmien asennustöitä varten

Piirustukset laaditaan Suomessa voimassa olevia piirustusstandardeja, julkisoikeudellisia määräyksiä ja hankinta-asiakirjoissa olevia ohjeita noudattaen.

Laitetoimitusurakoitsija on velvollinen työpiirustuksia laatiessaan selvittämään muiden suunnitelmien asettamat vaatimukset ja rajoitukset asennuksille. Jos suunnitelmissa ilmenee ristiriitaisuuksia, on laitetoimitusurakoitsija velvollinen muuttamaan suunnitelmansa vastaamaan työmaan tilannetta.

Kaikki työpiirustukset ja myöhemmät muutosehdotukset on esitettävä suunnittelijan tarkastettavaksi ennen asennustyön tai laitteiden valmistuksen aloittamista. Kuvat toimitetaan sähköisessä muodossa rakennuttajakonsultille ja suunnittelijalle.

## 5.4 Asennustyöt

Tämä positio koskee vain SKOB urakkaa, jollei toisin erikseen positiossa todeta.

### 5.4.1 Yleistä

Asennustöiden kuvaus koskee vain niitä osioita jotka kuuluvat tähän urakkaan. Vaikka kaapeloinnin päättäminen ja järjestelmän fyysinen asennus on urakkarajan kannalta SKOB urakassa, on todennäköistä että myös tässä urakassa on laiteasennuksiin liittyviä tehtäviä.

Ellei tässä työselityksessä ole kuvattu erityistä työ- tai asennustapaa, käytetään yleisesti hyväksytyjä työ- ja asennustapoja. Tilaaja ja suunnittelija pidättävät oikeuden olla hyväksymättä työmenetelmää tai asennustapaa, mikäli ne poikkeavat tässä työselityksessä mainitusta tai yleisesti hyväksytystä työ- tai asennustavasta.

Näkyviin jäävien laitteiden ja asennusten viimeistelyyn tulee kiinnittää erityistä huomiota. Näissä asennustyön laatu tulee olla viimeistelyä ja asennustarvikkeiden tulee sopia tyyliältään muuhun ympäröivään rakenteeseen. Asennusten tulee sopia yhteen myös muiden samassa tilassa olevien asennusten kanssa.

Kaikista asennuksista on tarvittaessa tehtävä malliasennus tilaajan kanssa sovittavalla tavalla. Työtä ei saa jatkaa ennen malliasennuksen hyväksymistä.

Kaikkien kiinnikkeiden asennuksessa tulee huomioida, että

- Asennustyö tehdään muuhun rakennustyöhön nähden oikea-aikaisesti
- asennusalusta on asennettavan laitteen painoon nähden riittävän tukeva

AV-urakoitsijan tehtävä on varmistaa asennusalustojen sopivuus ennen asennustöihin ryhtymistä

### 5.4.2 Kaiuttimien asennus

Pintaan asennettavat kaiuttimet asennetaan säädettäviin seinä- tai kattokiinnikkeisiin.

Järjestelmän käyttöönoton aikana kaiuttimet suunnataan oikein.

Kattokaiuttimien asennuksessa huomioidaan, että

- Asennustyö tehdään puhtain käsin kattoa likaamatta

- Kaiutin asettuu siististi alakaton pintaan tai soveltuvasti muuhun rakenteeseen
- Kaiuttimen tehoasetukset asetellaan niin, että tasainen äänikenttä saadaan koko kuuntelualueelle
- Kaiutinasennuksessa käytetään visuaalisia, akustisesti lähes näkymättömiä maskipintoja, Laitetoimitusurakoitsijan tulee hyväksyä ko rakenteet ja tarvittaessa esittää niihin muutoksia

### 5.4.3 Laittekeskusten asennukset

Kaapelit on tuotava keskuksiin siten, että mahdollisille tuulettimille jää riittävästi vapaata asennustilaa. Kaapelien läpiviennit kaappiin tulee olla riittävän väljiä ja pyöreäreunaisia. Tarvittaessa läpivientien reunoissa on käytettävä reunalistaa. Laitekaapin kattoon jäävät tyhjät läpiviennit tulee peittää (pölyn kulkeutumisen tai irtotavaran putoamisen esto).

Laittekeskusten kytkentöjen tulee olla hyvien asennustapojen mukaisesti viimeisteltyjä. Kaikki kiinteä kaapelointi päätetään laitekaapin taakse sijoitettavaan riviliitinkoteloon (esim. analogiset audiokaapelit tai ohjauskaapelit) tai ristikytkentärimoihin (CAT-kaapelit). Järjestelmän tarvitsema kaapelointi tuodaan kaapille välijohtoja käyttäen siisteissä nipuissa siten, että niiden paino ei kohdistu liittimiin tai yksittäisiin kaapeleihin. Kaapelit tulee niputtaa siten, että ne eivät liiku liittimiltä saakka, kun laitekaappia siirretään tai kääntökehystä käännetään. Johdotusta tehtäessä on huolehdittava laitteiden hyvästä huollettavuudesta.

Kaapelivalmistajien antamia pienimpiä taivutussäteitä ei saa alittaa.

## 5.5 Kaapelit ja rasiaryhmät

### 5.5.1 Rasiaryhmät

Av-tilojen rasiaryhmien asennus kuuluu pääasiassa sähköurakkaan. Urakoitsijan tulee asennussuunnittelun yhteydessä tarkistaa, että suunniteltu rasiamäärä riittää tehtäville asennuksille.

### 5.5.2 Kaapeleiden vedonpoisto

Kaikkien kaapeleiden asianmukaisesta vedonpoistosta tulee huolehtia. Vedonpoistoa ei saa tehdä niin, että se vaikuttaa kaapelin sähköiseen toimintaan (esimerkiksi kaapelin liian kova puristaminen).

### 5.5.3 CAT-kaapelin päättäminen

CAT-kaapelit päätetään voimassaolevien ATK-verkkojen asennusstandardien mukaisesti. Kaapeleiden päättäminen tulee tehdä liitin- ja kaapelivalmistajien ohjeiden mukaisesti.

### 5.5.4 Audiokaapeleiden päättäminen

Audiokaapeleiden kytkennässä on erityisesti huomioitava:

- Foliopäälysteisten parisuojattujen kaapeleiden päättämistyöhön kuuluu yksittäisen parin pinnoittaminen kutistusmuovilla. Pinnoitus vahvistaa kaapelin eristysfoliota mekaanisesti ja estää folion purkautumisen.
- kaapelin suoja on kytkettävä luotettavasti
- parikierto on säilytettävä kytkentänastoille asti.

Kytkentäjärjestys XLR-liitintä käytettäessä:

- pin 1 maa

- pin 2 +
- pin 3 –

Audiokaapeleiden päättämisessä tulee huomioida liitin- ja kaapelivalmistajan antamat ohjeet.

### 5.5.5 Koaksiaalikaapeleiden päättäminen

Koaksiaalikaapeleiden päättämisessä tulee huomioida liitin- ja kaapelivalmistajan antamat ohjeet.

## 5.6 Merkinnät

### 5.6.1 Rasiaryhmät

Urakoitsija merkitsee kaikki kytkentäpisteet. Merkintöjä tehdessä tulee huomioida mm. seuraavat seikat:

- Merkinnät tehdään valkoiselle pohjalle mustaa fonttia käyttäen
- Merkinnät tehdään kaapelin molempiin päihin
- merkinnät on tehtävä sijainti huomioiden riittävän suurella fontilla
- merkinnän on kestettävä luettavana paikallaan vähintään 10 vuotta
- merkinnän tulee kestää hankausta ja auringon valoa
- merkinnät on tarvittaessa peitettävä suojalistalla
- merkintätöön siisteyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota (merkinnät suorassa, sama fonttikoko jne.)

Merkintätö on tehtävä ennalta suunnitellusti ja merkintätavan on oltava johdonmukainen kaikissa urakkaan kuuluvissa tiloissa. Merkintöjen ja merkintätavan tulee selvitä työpiirustuksista. Ennen merkintätöön aloittamista urakoitsija hyväksyttää merkintätavan urakan valvojalla.

### 5.6.2 Kaapelit

Urakoitsija merkitsee kaikki av-järjestelmiin liittyvät kaapelit:

- kiinteän kaapeloinnin siltä osin kuin päättämistyö kuuluu urakkaan
- liitäntäpisteiden ja laitteiden väliset kaapelit
- laitteiden väliset kaapelit esim. laitetelineellä

Merkintätö on tehtävä kohdassa 5.5.1 mainituilla periaatteilla. Kaapelimerkinnät tulee tehdä itselami-noituvilla kietaisutarroilla tai vastaavilla. Merkintätapa tulee hyväksyttää urakan valvojalla ennen merkintätöön ryhtymistä.

### 5.6.3 Ristikytkenäpaneelit

Urakoitsija merkitsee kaikki urakkaan kuuluvat paneelit. Ristikytkenäpaneelien merkinnät on sijoitettava suojalistojen alle. Urakoitsija hyväksyttää merkintätavan urakan valvojalla ennen työn aloittamista.

### 5.6.4 Laitekeskusten merkinnät

Laitekeskukset tulee merkitä järjestelmäkuvissa esitetyillä tunnuksilla. Tunnuskyltti kiinnitetään laitetelineen etupuolelle yläreunaan. Tunnuksen tekstin korkeuden tulee olla 15 – 20 mm.

### 5.6.5 Laitteiden turvamerkinnot

Laitteiden turvamerkinnot tehdään vain silloin, kun se on mainittu muissa urakka-asiakirjoissa.

Kaikki toimitettavat laitteet merkitään esimerkiksi syövyttävää merkintäteknikkaa käyttäen. Työ ja tarvikkeet kuuluvat urakkaan. Laitteisiin, joissa syövyttävää merkintää ei voida käyttää, on merkintä tehtävä kaivertamalla. Turvamerkinnot teksti sovitaan tilaajan kanssa urakan aloituskokouksessa tai urakan neuvottelussa. Merkintätyö on tehtävä siististi ja merkintäkohta on valittava niin, että se näkyy riittävän selvästi laitteen ollessa asennettuna.

## 5.7 Mittaukset

Urakoitsija mittaa kaikki päättämänsä kaapelit. Mittaukset dokumentoidaan mittauspöytäkirjoihin.

Mittauspöytäkirjassa on mainittava tehty mittaus, mittaustapa, mittaajan nimi ja päivämäärä. Jokainen kaapeli ja pari mitataan ja mittaustulos kirjataan kaapeli- ja parikohtaisesti mittauspöytäkirjaan. Täyttämättömät mittaustulokset toimitetaan valvojalle hyväksyttäväksi ennen mittausten aloittamista.

Mittauspöytäkirjat toimitetaan täytettyinä valvojille ennen vastaanottoa ja tarvittaessa välitarkastuksia varten myös urakan aikana. Pöytäkirjat liitetään loppudokumentteihin.

Mittattavien kaapeleiden merkinnät on oltava paikoillaan ennen mittausten aloittamista.

### 5.7.1 Audiolinjat ja kaiutinlinjat

Mittaus suoritetaan linjan päästä päähän. Mittauksessa todetaan linjan sähkönjohtavuus, eristävyys ja vaihe. Mittaus voidaan suorittaa yleismittarilla tai tätä varten rakennettua kaapelitesteriä käyttäen.

### 5.7.2 50 ohmin antennilinjat

Todetaan liittimien kunto ja mitataan vaimennus noin 1 GHz:n testisignaalilla.

### 5.7.3 75 ohmin koaksiaalilinjat

Todetaan liittimien kunto ja mitataan vaimennus noin 1 GHz:n testisignaalilla.

### 5.7.4 Datalinjat, kupari

Kaapelit mitataan testerillä. Mittausraporttiin merkitään vähintään seuraavat tiedot:

- kaapelin pituus (metriä)
- kategorian mukainen pass/fail

### 5.7.5 Datalinjat, kuitu

Kuidut mitataan tutkaksella ja kuitutesterillä tehonmittauksena käyttäen optista valolähdettä ja tehonmittaria siten, että saadaan seuraavat tiedot:

- kaapelin pituus (metriä)
- optinen tehohäviö, Vaimennus dB/km
- heijastusvaimennus
- kategorian mukainen pass/fail

## 5.8 Toimintakokeet

Tämä osio koskee myös Laitetoimitusurakoitsijaa.

Toimintakokeiden avulla varmistetaan, että järjestelmät toimivat halutulla tavalla ja häiriöttömästi.

Järjestelmän toimintakokeita järjestetään asennustyön aikana työn etenemisen mukaan, erikseen sovitavan toimintakoesuunnitelman mukaisesti.

Laitetoimitusurakoitsijan on yhdessä muiden urakoitsijoiden kanssa suoritettava laitteiden yhteistoimintakoe siltä osin kuin ne liittyvät muiden urakoitsijoiden töihin, kuten esimerkiksi asennus ja/tai sähkötöihin.

Tilaaajalla on oikeus osallistua kaikkiin toimintakokeisiin ja -testauksiin. Urakoitsijan on informoitava tilaajaa, työmaata ja suunnittelijoita hyvissä ajoin aikataulujen yhteensovittamiseksi.

Toimintakokeet suoritetaan SKOB kutsusta, kutsu on annettava hyvissä ajoin vähintään kolme viikkoa etukäteen. SKOB tehtävänä on varmistaa, että tila on riittävän kauan vapaana kokeiden suorittamiseen.

## 5.9 Vastaanotto

Tämä osio koskee myös Laitetoimitusurakoitsijaa.

### 5.9.1 Itselle luovutus

Laitetoimitusurakoitsijan tulee järjestää itselle luovutus, jossa urakoitsija tarkistaa oman työnsä ennen urakan luovuttamista tilaajalle. Itselle luovutus tulee järjestää hyvissä ajoin ennen vastaanottoa. Tarastuksesta laaditaan pöytäkirja, joka toimitetaan tilaajalle ja urakan valvojalle.

### 5.9.2 Toimintakoe

Toimintakoe pidetään ennen urakan vastaanottoa. Toimintakokeen aikana todetaan, että urakoitsijan toimittamat järjestelmät toimivat suunnitelman mukaisesti. Toimintakokeita ei järjestetä ennen kuin urakoiden itselle luovutus on tehty.

Toimintakokeen eteneminen:

- tarkistetaan urakoitsijan laatimat itselle luovutuspöytäkirjat
- tarkistetaan laitteiden toimitustilanne sopimusasiakirjoihin liitetyn yksikköhintaluettelon mukaan
- tarkistetaan ohjaus- ja audiojärjestelmien toiminta
- tarkistetaan ohjelmansiirron toiminta
- tarkistetaan muiden järjestelmien toiminta
- kirjataan toimituksessa esiintyvät puutteet

### 5.9.3 Vastaanotto

Vastaanotossa luovutetaan järjestelmät valmiina ja toimintakuntoisina. Vastaanotto pidetään toimintakokeen jälkeen. Pyyntö vastaanoton järjestämisestä on annettava kirjallisesti tilaajalle ja tilaajan edustajalle. Vastaanoton edellytyksenä on, että toimintakokeissa havaitut mahdolliset puutteet ja virheet eivät estä tilaajaa käyttämästä järjestelmiä.

Vastaanoton eteneminen:

- tarkistetaan, onko urakkasuoritus sopimusasiakirjojen mukaisesti suoritettu
- kirjataan urakkasuorituksen puutteet ja virheet

- urakoitsijan lausunto kirjatusta puutteista ja virheistä
- todetaan sopijapuolien toisiinsa kohdistamat vaatimukset
- sovitaan aikataulu, jonka mukaan urakoitsija korjaa kirjatut virheet ja puutteet
- sovitaan dokumenttien luovuttamisesta
- sovitaan taloudellisesta loppuselvityksestä ja vakuuksien vaihdosta
- sovitaan käytönopastuksesta ja muista mahdollisista urakkaan liittyvistä asioista
- sovitaan mahdollisesta jälkitarkastuksesta
- sovitaan takuutarkastusten pitämisestä
- laaditaan pöytäkirja tarkastuksesta

#### 5.9.4 Jälkitarkastukset

Vastaanotossa sovitaan mahdollisesta jälkitarkastuksesta.

Ensimmäisen jälkitarkastuksen kustantaa tilaaja. Toisen jälkitarkastuksen kustannuksista vastaa urakoitsija.

Tarkastuksissa mahdollisesti havaitsematta jääneet puutteet, virheelliset laitteet tai muut viat eivät vapauta urakoitsijaa vastuuvollisuudesta.

#### 5.9.5 Takuutarkastukset

##### Ensimmäinen takuutarkastus

Ensimmäinen takuutarkastus pidetään vuoden jälkeen vastaanotosta. Tarkastuksessa todetaan laitteiden toimintakunto tilaajan ilmoituksen perusteella sekä tarkistetaan, että vastaanotto- tai jälkitarkastuksessa havaitut puutteet ja virheet on korjattu.

##### Toinen takuutarkastus

Toinen takuutarkastus pidetään ennen takuuajan päättymistä. Tarkastuksen eteneminen:

- tarkistetaan, että edellisessä tarkastuksessa havaitut puutteet ja virheet on korjattu
- tarkistetaan järjestelmien toimivuus tilaajan ilmoituksen perusteella – muista käyttökokeista sovitetaan erikseen
- sovitaan mahdollisten vikojen ja puutteiden korjauksista ja jälkitarkastuksesta
- todetaan urakkasuorituksen olevan suoritettu sopimuksenmukaisesti loppuun
- kirjataan takuuajan päätyminen
- sovitaan vakuuksien palauttamisesta

#### 5.10 Dokumentointi

Tämä osio koskee myös Laitetoimitusurakoitsijaa.

Dokumentoinnin osalta Laitetoimitusurakoitsija toimittaa SKOBille tarvittavat sijoituspiirustukset ja lohkokaariot ja SKOB koostaa dokumentaation.

##### 5.10.1 Tasokuvat

Loppudokumentteihin liitetään yksinkertaistetut tasokuvat, joissa esitetään laitteiden, rasiaryhmien ja laitekeskusten paikat arkkitehtikuvassa. Tasokuvat on laadittava tilakohtaisesti A3- tai A4-kokoon. Suositeltava mittakaava on 1:50.

### 5.10.2 Laiteluettelot

Laiteluettelossa esitetään kaikki urakkaan kuuluvat laitteet tilakohtaisesti sarjanumeroineen.

### 5.10.3 Järjestelmäkaaviot

Järjestelmäkaavioista selviää järjestelmän yksityiskohtainen rakenne tilakohtaisesti. Järjestelmäkaavioissa on esitettävä:

- järjestelmään kuuluvat laitteet ja niiden liitännät
- signaalitiet, liitäntäpisteet ja niiden merkinnät
- laitteiden välinen johdotus kaapelimerkintöineen
- laitteiden ja liitäntöjen sijaintitieto

### 5.10.4 Kokoonpanokuvat

Kokoonpanokuvissa esitetään laitteiden sijoitus laitetelineissä tai liitinten sijoitus ristikytkennässä tai liitäntäpisteissä. Laitetelineitä esittävistä piirustuksista tulee selvittää jokaisen laitteen sijoitus, käyttötarkoitus ja laitteen nimi ja tyyppi. Ristikytkentä- ja liitäntäpistekuvista tulee selvittää käytetyt liitintyyppit sekä liitinkohtainen merkintä.

### 5.10.5 Mittauspöytäkirjat

Loppudokumentteihin liitetään kaapeleiden mittauspöytäkirjat. Mittaukset, ks. 5.6

### 5.10.6 Käyttö- ja huolto-ohjeet

Urakoitsija luovuttaa tilaajalle käyttöohjeet paperisina sekä pdf-tiedostoina. Paperiset ohjeet luovutetaan kansioituna ja sähköiset ohjeet toimitetaan USB muistitikkuun ladattuna. Käyttöohjeet sisältävät:

- alkuperäiskieliset käyttöohjeet hankintaan liittyvistä laitteista, sekä suomenkieliset käyttöohjeet mikäli sellaiset on saatavissa
- järjestelmän käyttömahdollisuuksia ja käyttöön liittyviä toimenpiteitä kuvaavat ohjeet
- tila- ja järjestelmäkohtaiset pikakäyttöohjeet

### 5.10.7 Ohjausjärjestelmien ohjelmakopiot

Urakoitsija toimittaa dokumentteihin ohjausjärjestelmän viimeisimmän ohjelmakopion.

### 5.10.8 Muiden laitteiden asetustiedostot

Urakoitsija toimittaa dokumentteihin audio- ja videomatriisien tms. laitteiden asetustiedot ja ohjelmistot, joilla asetukset voidaan vikatilanteessa palauttaa laitteisiin.

### 5.10.9 Laitteiden salasanat

Urakoitsija vaihtaa kaikkien laitteiden oletussalasanat ja toimittaa ne tilaajalle.

## 5.11 Käyttökoulutus

Urakoitsija opastaa tilojen käyttäjiä järjestelmän käyttöön tilatyypeittäin kaksi erillistä kertaa. Lisäksi urakoitsijan asiantuntija kouluttaa tilaajan nimeämiä pääkäyttäjiä järjestelmän tehokkaaseen käyttöön

ja auttaa tarvittaessa tilaajaa ensimmäisten tilaisuuksien järjestämisessä. Mikäli urakka-asiakirjoissa ei ole toisin mainittu, on yhden koulutusjakson pituus 4 tuntia.

## 5.12 Ohjauksen käyttöliittymä

Tämä osio koskee Laitetoimitusurakoitsijaa joka vastaa täysin sähköisesti muunneltavan akustiikan ohjauksen toteutuksesta ja ohjelmoinnista.

### 5.12.1 Yleistä

Urakoitsijan on esiteltävä käyttöliittymä tilaajalle ja suunnittelijalle ennen toteutusta. Urakoitsija kutsuu kokouksen koolle, jossa käyttöliittymä esitellään. Esittelyn pohjalta tilaaja voi tarvittaessa tehdä ehdotuksia käyttöliittymään. Ohjauslogiikan ohjelmoinnin saa aloittaa vasta hyväksytyyn käyttöliittymän pohjalta.

### 5.12.2 Käyttöliittymien suunnittelusta

Käyttöliittymään tehdään eri käyttäjätasoja, minimillään seuraavat.

- kolme erilaista orkesterin sijoittelusetupia
- lisäksi kuoro- ja solistimoodit
- Lisäksi osa käyttöliittymän tilanteista varaudutaan laittamaan eri sivulla, joka on salasanan takana

Käyttöliittymän ohjelmointiin tulee laskea yksi uusintakierros, jossa muokataan liittymää SKOB kommenttien pohjalta.

Käyttöliittymässä ja järjestelmäsuunnittelussa tulee huomioida se, että järjestelmä on aina päällä 24/7.

Käyttöliittymän ohjauspaneelit sijoitetaan kahdelle ovenpielelle. Lisäksi järjestelmää ohjataan esim tabletilla tai PCllä.

Arviointia ja palautetta antavat sekä tekninen että taiteellinen henkilöstö. Palaute voi olla teknistä ("kohisee", "tuo kaiutin nousee liikaa esille"), taiteellista ("ei kuulosta uskottavalta") ja/tai toiminnallista ("käyttöliittymä ei avaudu"). Kaikki palaute tulee huomioida.

Tämä sivu on tarkoituksellisesti tyhjä, jotta suunnittelijakin pysyy jyvällä missä alkaa laitekuvaus

## 6 SÄHKÖISESTI MUUNNELTAVAN AKUSTIIKAN LAITETOIMITUS

Lähtökohtaisesti laitteet asennetaan paikalleen SKOB toimesta.

Kaiutinjärjestelmä voi pohjautua joko aktiivisiin tai passiivisiin kaiuttimiin.

Jotta vältetään mahdollisuus järjestelmien alimitoitettuun tarjoamiseen, on laiteluettelossa annettu kaiuttimille ja mikrofoneille minimimäärä, jotta tarjoajia voidaan kohdella tasapuolisesti. Tämä määrä pohjautuu suunnitteluvaiheessa tehtyyn kattavuustarkasteluun. Tilan ollessa korkeudeltaan vaihteleva, on suunnittelussa huomioitu tiheämpi kaiutinsijoittelu matalassa tilassa. Samoin on tehty mikrofoniensa osalta. Kaikkia kaiuttimia ja mikrofoneja varten tulee olla erillinen etuaste (mic) ja erillinen ulostulo (lähtökaiutinlinjaa/vahvistinta varten). Esitettyjä määriä ei saa alittaa ja järjestelmän liityntöjen ja prosessointitehon tulee mahdollistaa vaaditut määrät. Kaikkia kanavia prosessoidaan ominaan.

Salin nykyistä akustiikkaa muutetaan siten, että erityisesti salin vahvistus (G) lasketaan. Tämä tyypillisesti vaikuttaa salin jälkikaiunta-aikaan. Sähköisesti muunneltava järjestelmä paikkaa tätä tilannetta. Tästä syystä sähköakustisen järjestelmän tulee olla viivematriisi ja regenerointihybridit, puhtaasti kaiku tai viivematriisiin pohjautuvaa järjestelmää ei hyväksytä. Samoin jonkin olemassa olevan salin mallinukkeen pohjautuva järjestelmä ei ole hyväksyttävissä.

Tarjotun järjestelmän loppuhintaan tullaan vertailussa lisäämään sähkösuunnittelijan antama kustannus kaapeloinnista. Tätä hintaa käytetään vertailuhintana tarjousten hintavertailussa. Tämä hinta pohjautuu laiteluettelon mukaisiin kaiuttimien ja mikrofoniensa kaapelointimääriin ja sähkökeskuksissa varattaviin lähtöihin. Lisättävät hinnat ovat seuraavat:

- Passiivikaiuttimiin pohjautuva järjestelmä 43500€
- Aktiivikaiuttimiin pohjautuva järjestelmä jossa kaiuttimille vietään sähkö, data ja audiosignaali erillisin kaapelein 65200€
- Aktiivikaiuttimiin pohjautuva järjestelmä jossa kaiuttimille vietään yksi hybridikaapeli 55400€

### 6.1 Minimireferenssit

Tarjouksen mukana tulee toimittaa referenssilistaus, joka täyttää vähintään seuraavat kriteerit.

- Referenssikohteen nimi
- Referenssikohteen on oltava sinfoniaorkesterin harjoitus tai esityskäyttöön suunniteltu järjestelmä
- Tilavuus 2500m<sup>3</sup>-5000m<sup>3</sup>
- Valmistuminen viimeisen viiden vuoden aikana
- Min 5 kpl

Referenssilistauksen puuttuminen johtaa hylkäykseen.

### 6.2 Koesoitto

SKOB orkesterin koesoittoyhjmän tulee voida soittaa yhdessä valmistajan kohteessa. Kohteen ei tarvitse olla referenssilistalla. Koesoitto voidaan järjestää viikolla 32. SKOB järjestää oman henkilökuntansa paikan päälle omalla kustannuksellaan. Kohteen on oltava Euroopassa. Laitetoimittaja hoitaa kaikki järjestelyt. Paikalla on oltava paikallinen jousikvartetti (Viulu, alttoviulu, sello ja basso). SKOB orkesterin soittajat osallistuvat koesoittoon sekä kuuntelijoina että soittajina. Tarjoajan tulee olla järjestelyistä yhteydessä SKOBiin.

Mikäli orkesteri toteaa, että koesoitettu järjestelmä ei ole akustisesti (soittajan kokemus järjestelmässä soittamisesta) hyväksyttävissä, ei järjestelmää hyväksytä.

Koesoiton puuttuminen johtaa hylkäykseen.

### 6.3 Toimintakuvaus ja sähköakustiikan nivoutuminen tila-akustiikkaan

Sähköakustisen järjestelmän tarkoitus on tuoda harjoitustilan akustiset olosuhteet lähemmäksi esitystilanteen olosuhteita, kuitenkin niin että akustinen vahvistus ja sen mukaan akustisen äänikentän voimakkuus, ei kasva samalla tavalla kuin jos tilan jälkikaiunta olisi lisätty perinteisellä menetelmällä.

Järjestelmän tuottama äänikenttä on oltava tasainen, mutta kuitenkin sen on voitava luoda tilaan varsinaisen esitys tilan salista tuleva heijastukset.

Järjestelmän avulla on parannettava orkesterin keskinäistä kuuluvuutta ja erityisesti eri soittimien/soittinryhmien välistä kuuluvuutta.

Järjestelmän tuottaman äänen on oltava neutraali eli käyttäjän ei tule havaita että sähköinen järjestelmä on päällä. Tämä tarkoittaa mm sitä, että järjestelmän oma kohinataso on oltava selvästi pienempää kuin salin yleis-äänitaso. Järjestelmä on lähtökohtaisesti päällä 24/7. Tällöin riski siitä, että käyttäjä kiinnittää huomiota sähköiseen muunteluun, pienenee. Samasta syystä kaiuttimien eteen sijoitetaan maskielementit.

Järjestelmän kautta ajetaan harjoitustilanteessa myös urut ja muita sähköisiä soittimia, yhteensä max 8 ch. Tämä liityntä tulee olla toteutettavissa seuraavissa positioissa kuvatun mikrofoniäärän lisäksi.

Lisäksi tarjotaan sähköisten soittimien toistoon 2 kpl PA-kaiuttimia. Tyypiesimerkki laiteluettelossa. Tästä johtuen järjestelmän tulee kyetä myös objektipohjaiseen miksausukseen, tässä tapauksessa tarkoitetaan paikallaan olevia objekteja, ei liikkuvia. PA-kaiuttimet hankitaan optiona, joka ei vaikuta vertailuhintaan.

### 6.4 Kaiuttimet, mikrofonit, prosessorit ja vahvistimet

Nämä tuotteet toimitetaan tässä urakassa.

Kaiuttimet asennetaan SKOB urakassa.

Vahvistimet ja prosessorit asennetaan valmistajan ohjeistuksen mukaisesti välistettynä asennuskaappiin tässä urakassa.

Vahvistimen monitorointi-, lähtökaapeli riviliitinkotelolle ja signaalikaapeli tehdään oopperan omana työnä.

Järjestelmässä tulee huomioida käyttövarmuus: Mikäli järjestelmässä on olemassa versio jossa on kahdennettu virtalähde, se tulee tarjota.

Laitetoimitusurakoitsijan tulee hyväksyä kaikki käytetyt asennukset ensin dokumentaatioissa ja tarvittaessa fyysisten asennusten osalta.

#### 6.4.1 Sähköakustiikan kaiuttimet

Kaiuttimet asennetaan tässä urakassa kiinteästi kattoon/seinälle. Kaiuttimet on oltava saatavissa valkoisina ja mustina. Tässä tarjouksessa kaikki tarjotaan valkoisina ja annetaan erillinen optiohinta mustille.

Kaiuttimien periaatteellinen sijoitus esitetään kuvassa 231574-300 Kaiuttimien ja mikrofoni sijoitukset. Tarjoajan tulee huomioida että kaiuttimien ja mikrofoni (=lähtöjen ja tulojen) määrää ei voi tarjousvaiheessa alittaa. Lähtökohtaisesti tarjottavat minimimäärät ovat

- katto/seinäkaiuttimet 100 kpl

- subit 10 kpl
- mikrofonit 40 kpl
- jokaiselle tulolle ja lähdölle on oltava oma erillinen I/O, yhdistettyjä lähtöjä ei hyväksytä

Mikäli kaiuttimet tarjotaan passiivisina, tulee niiden olla dB audiotechnikin kaiuttimia. SKOB salien järjestelmät ovat samaa merkkiä ja yhtenäisellä merkkivalinnalla taataan talon kaikkein järjestelmien huoltovarmuus ja ennen kaikkea niiden monitorointi ja vikaennakointi. Laiteluettelossa olevien kaiutinten tyypit alla:

- kattokaiutin d&b 8S
  - kiinnike d&b 8S Horizontal bracket
  - Mikäli kaiutinta lasketaan alemmas, toimittaa SKOB kierretangon tai vastaavan
- seinäkaiutin d&b 5S
  - kiinnike d&b 5S Wall bracket
- subwoofer d&b Bi8-SUB
  - kiinnike d&b B8 Horizontal bracket
- subwoofer d&b 218-SUB
  - kiinnike d&b 21S Horizontal bracket
- Pääkaiutin d&b Yi10P
  - kiinnike d&b YP Horizontal bracket

Passiivisia kaiuttimia syötetään dB päätteillä, jotta laitteiston hallinta on yhden käyttöliittymän perässä:

- Vahvistin d&b 5D
- Vahvistin d&b 40D

Aktiivikaiuttimille vastaavaa vaadetta ei ole, mutta aktiivi ja passiivikaiutin pohjaiselle järjestelmälle tulee tarjouksessa esittää valvontajärjestelmä joka sisältää minimissään seuraavaa:

- valvontaan tarvittava erillinen kytkin
- valvontaan tarvittava tietokone ohjelmistoinen
- kuvaus toimittajan etävalvonnasta

Valvonnan tavoitteena on ennakoida ja havaita mahdollisia järjestelmän toimintaa vaarantavia vikatilanteita. Valvontajärjestelmällä/järjestelmillä tulee voida havaita seuraavat tilanteet:

- kaiuttimen ja/tai vahvistimen vikaantuminen
- DSPn kaiutinta/vahvistinta ruokkivan lähdön vikatila
- DSPn mikrofonisignaalia vastaanottavan kanavan/kortin vikatila
- DSPn vikatila

Järjestelmän vasteen tulee olla riittävän laajakaistainen (40 Hz – 16 kHz [ $\pm 3$ dB])

Prosesorin ja vahvistimien välinen signaali tulee olla digitaalinen. Formaattimuuntimia voidaan käyttää.

Aktiivikaiuttimiin pohjautuvan järjestelmän tulee olla suorituskyvyiltään ja laitemääriltään yllä olevaa vastaava.

Kaiuttimien eteen tehdään maskielementit. Elementtien periaatekuva ks 231574-400 Harjoitussalin kaiuttimien suojaverkot.

## 6.5 Ohjaus ja prosessointi

Laitekaappiin sijoitetaan DSP yksiköt. Tämä positio sisältää seuraavaa:

- sähköisesti muunneltavan akustiikan prosessori
- etuasteet, mikäli eivät osa prosessoria
- lähdöt prosessoreille/verkko
- tai lähdöt vahvistimille
- Kytkin

Akustiikkaprosessorin ja vahvistinasteen välinen yhteys tulee olla digitaalinen, ts välillä ei saa olla analogimuunnosta.

DSPn ohjelmointi kuuluu urakkaan.

DSP järjestelmä verkotetaan Oopperan verkkoon. Tämä verkkosuunnittelu kuuluu tähän urakkaan. Tarjouksessa tulee kuvata, miten tämä teknisesti toteutetaan.

Ks kuva 231574-301

Mikrofonietuasteiden ominaisuudet ovat minimissään seuraavat:

- +48V
- Input sensitivity: -56 dBu to +24 dBu
- EIN: -128 dBu
- THD @ -1 dBFS: -113 dB, Frequency response: -0.15 dB (10 Hz) / -0.15 dB (20 kHz)

### 6.5.1 AV verkko

SKOB verkko on Dante-pohjainen. Tarjottavan järjestelmän tulee voida liittyä järjestelmään esim Dante I/O kortilla, tarvittaessa tarjottava protokollamuunnin.

Mikäli järjestelmä tarjotaan passiivisena, tulee sen valvonnan liittyä SKOB valvontaverkkoon, ks yllä. Tämä verkkosuunnittelu tehdään LTU ja SKOB yhteistyönä. On huomattava että tämä työ ja liityntä tulee olla jo tarjousvaiheessa huomioitu. Tarjouksessa tulee kuvata, miten tämä teknisesti toteutetaan.

Tarjouksen yhteydessä tulee nimetä verkkosuunnittelusta osa-alueittain vastaava henkilö ja toimittaa kuvaus vastuuhenkilön aiemmasta kokemuksesta. Vastuuhenkilöllä tulee olla kokemusta vähintään kolmesta hankinnan kohdetta laajuudeltaan vastaavasta toimituksesta, johon on sisällytetty verkkosuunnittelun suunnittelu ja toteutus.

Kytkimen minimivaade on Aruba 6300M, porttimäärä vähintään lohkokaaavion mukainen. Kytкимиä tarjotaan tarvittaessa useampi.

Hallintatietokonetta tulee voida ohjata KVMllä. Tässä positiossa tarjotaan laitteet ja asennus. Koska laitekannan tulee olla yhtenevä SKOB muun laitteiston kanssa ovat laitteet seuraavat

- ADDER - XDIP Single, Euro Power, PoE POE HDMI &USB Extender over IP wPSU Euro Power 45
- 1.2 RMK10 ADDER - Rack mount kit
- XD15 serial /XDIP / DDX-USR

### 6.5.2 Mikrofonit

Mikrofonit tarjotaan optiona. Mikrofonien hinta ei sisälly vertailuhintaan. Mikäli SKOB toimittaa mikrofonit, ovat ne lähtökohtaisesti 1) tässä hankintaohjelmassa ja 2) laitetoimittajan tarpeiden mukaiset.

Saliin tarjotaan laiteluettelon määrän mukainen määrä mikrofoneja. Määrää ei saa alittaa. Mikrofonit kiinnitetään joko rakenteen pintaan ruuvaamalla tai roikutetaan katosta. Mikrofonien lopullinen sijoitus, määrä ja kiinnitys lopullisen suunnitelman mukaisesti. Mikrofoniesimerkit ovat osoittamassa vain minimitasoa. Koska mikrofonien laatu on kriittinen järjestelmässä, tulee mikrofonit tarjota ehdottomasti sähköakustisen järjestelmän valmistajan minimikriteereiden mukaan.

Mikrofonien minimitaso kuvataan seuraavassa

- Sijoitus tasokuvan mukaisesti
- Matala sisäinen kohina (< 18 dB(A)) ja riittävä dynamiikka (> 120 dB)
- Taajuusvasteen oltava riittävän laajakaistainen (40 Hz – 20 kHz [ $\pm 2$ dB(A)])
- Hertta/omni valitun järjestelmän ohjeistuksen mukaisesti
- Lukumäärä, tyypit ja sijoittelu tarkennettava suunnittelun edistyessä

### 6.5.3 Ohjelmointi

Ohjelmointi tarjotaan kokonaisuutena DSPn yhteydessä. Tämä tarkoittaa sitä, että ohjelmointi sisältää kaiken tarvittavan ennakkosuunnittelun, sijoituspisteiden (kaiuttimet, mikit, paneelit) läpikäynnin, esisuunnittelun, verkkosuunnittelun, kaikki kulut sisällytettynä. Tarjottaessa huomioitava monivaiheinen viritysprosessi ks pos 5.12.2 ja 6.3.5.

## 6.6 Viritys ja käyttäjäesittelyt

Virityksen tulee tehdä sähköisesti muunneltavan akustiikan virittämiseen erikoistunut taho. Tahon tulee olla valmistajan hyväksymä.

SKOB hoitaa viritysajalle orkesterin ja kuoron, aikataulu sovitaan erikseen.

Virityksen osalta ehdoton vaade on kerätä käyttäjien ja akustikkojen palautetta ja huomioida se virityksessä.

Positio sisältää viritystyön kaikkine kuluineen. Alla esitetään minimivaatimus virittämiseksi. Esitettyjä määriä ei voida alittaa.

Ensimmäinen viritys

- Kesä/heinäkuu 2025
  - Esiohjelmointi
    - 4 kpl käyttäjä/akustikkopalaveria
- Elokuu 2025
  - Järjestelmän toiminnallisuuden tarkastus on site
  - Viritys
    - 160h
    - 4 kpl käyttäjä/akustikkopalaveria
- Syys/Lokakuu 2025
  - testisoitot
    - 2 kpl koesoittoihin osallistumista
    - palautteen kerääminen ja muutosten valmistelu
- Marraskuu 2025
  - Toinen virityskierros

– 40 h on site

## 6.7 Äänitöiminta

Tilassa tehdään tuotantoja joissa orkesteria mikitetään lähi- ja etämikrofonein. Tarjouksessa tulee kuvata lyhyesti toimittajan/valmistajan kokemuksia sähköakustiikan vaikutuksesta äänitöimintaan. Toimittajan tulee käydä SKOB kanssa ideaalisijoitukset lävitse suunnittelu ja toteutustyön aikana.

## 6.8 Laiteluettelo

Tarjoaja voi tarjota **VAIN** täyttämällä liitteenä olevan laiteluettelon tai omalla pohjallaan. Tarjoaja vastaa siitä että laiteluettelossa on kaikki tarvittavat laitteet ja työt. Tarvittaessa tarjoaja lisää rivejä.

Laskentataulukko pohjautuu passiivisiin esimerkkilaitteisiin. Esimerkiksi aktiivikaiuttimilla tarjottaessa jätetään mm vahvistimet pois. Kaiutin- ja mikrofonomääriä, kytkimien määrää/speksejä, prosessorien määrää jne ei saa alittaa.

Aktiivikaiuttimille on oma tarjoustaulukkonsa.