

# KULTTUURIKESKUS LOGOMON AKUSTIIKKASUUNNITTELU

Janne Riionheimo<sup>1</sup>, Anssi Ruusuvuori<sup>1</sup>, Henrik Möller<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Akukon Oy  
Hiomotie 19  
00380 Helsinki  
janne.riionheimo@akukon.fi

## Tiivistelmä

Turussa sijaitsevasta kulttuurikeskus Logomosta on kehittymässä yksi Suomen monipuolisimmista tapahtuma-areenoista. Logomon sydämenä toimii LOGOMO-sali, joka otettiin käyttöön marraskuussa 2011. Salin haluttiin soveltuvan mahdollisimman monenlaisiin ja luonteeltaan toisistaan poikkeaviin tapahtumiin, eikä sen akustiikkaan sallittu kompromisseja. Tilan tuli soveltua yhtä hyvin monipuoliseen kokouskäyttöön ja massiivisiin rock konsertteihin kuin intiimeihin oopperaesityksiin ja huippuluokan sinfoniakonsertteihin. Toteutuksen erikoisuutena on ilmatyynyillä liikkuva katsomo, jonka avulla tilan kokoa pystytään muuttamaan 750-3500 hengelle sopivaksi. Salin toinen erikoisuus on Mayer Soundin ”Constellation” keinoakustiikka-järjestelmä, joka antaa mahdollisuuden muokata salin akustiikkaa sähköisesti. Perinteisen efektoinnin sijasta Constellation perustuu tilan luonnollisten heijastusten ja jälkikaiun tallentamiseen, digitaaliseen prosessointiin ja toistamiseen lukuisten laadukkaiden mikrofoniin ja kaiuttimien, sekä tehokkaiden prosessorien avulla. Lyhytsointisen salin akustiset ominaisuudet ovat järjestelmän toimivuuden kannalta ensiarvoisen tärkeitä. Tämän toimintaperiaatteen ansiosta salin akustiikka ei kuullosta konserttitilanteessa sähköisesti muunnellulta vaan erittäin luonnolliselta.

Syyskuussa 2012 Logomossa avautui myös elokuvateatteri, black box, kaksi monikäyttötilaa sekä ravintola. Tässä artikkelissa käydään läpi Logomon akustiikkasuunnittelun periaatteet ja keskitytään LOGOMO-salin ominaispiirteisiin.

## 1 JOHDANTO

Logomon akustiikkasuunnittelu alkoi vuonna 2007 yleisellä konseptin suunnittelulla ja erilaisten salimahdollisuuksien kartoittamisella. Tilojen lopullinen suunnittelu ja rakentaminen on toteutettu neljässä eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa kunnostettiin tilat Turun kulttuuripääkaupunkivuoden tapahtumia varten. Väliaikaisissa saleissa ja näyttelytiloissa järjestettiin vuoden 2011 aikana lukuisia konsertteja, kulttuurivuoden näyttelyitä sekä muita tapahtumia. Toisessa vaiheessa toteutettiin iso LOGOMO-sali ja kolmannessa vaiheessa pienemmät salit sekä ravintola. Neljännen vaiheen työ- ja toimistotilojen on arvioitu valmistuvan keväällä 2013. Tyhjien tilojen kehittäminen jatkuu viidennessä vaiheessa vuodesta 2013 eteenpäin.

Logomon lukuisista saleista ja toimitiloista muodosti LOGOMO-sali selvästi suurimman akustisen haasteen. Salista haluttiin mahdollisimman monikäyttöinen ja sen tuli soveltua yhtä hyvin monipuoliseen kokouskäyttöön ja massiivisiin rock konsertteihin kuin intiemeihin oopperaesityksiin ja huippuluokan sinfoniakonsertteihin. Salin yleisömäärän tuli olla säädeltävissä useaan eri kokoon välillä n. 750 – 3500 henkeä, ja tilan melutason ja äänieristyksen piti täyttää tiukat vaatimukset. Kaikki tämä tuli lisäksi toteuttaa vanhaan tehdashalliin, jonka perusmittasuhteita ei voitu muuttaa.

## 2 LOGOMO-SALIN ALUSTAVA SUUNNITTELU

### 2.1 Periaatteet

Isosta tehdashallista tehtiin lukuisia tilahahmotelmia, joiden akustiset ominaisuudet ja käytettävyys arvioitiin huolellisesti. Lopulta salin tärkeimmät suunnitteluperiaatteet kietyivät seuraavasti:

- Tilan muuntelu erikokoisia tilaisuuksia varten toteutettaisiin monien pienempien katsomoelementtien sijaan yhden massiivisen liikuteltavan nousevan katsomon ja takaseinärakenteen avulla. Tällä tavoin erikokoisten tilaisuuksien rakentaminen voitiin tehdä mahdollisimman nopeasti ja hallitusti.
- Tilan huoneakustiikka puolestaan suositeltiin toteutettavaksi niin, että salin akustiikka muokattaisiin sähköisesti vahvistettuja musiikkiesityksiä varten optimoiduksi, mikä tarkoitti riittävän lyhyttä, noin sekunnin jälkikaiunta-aikaa. Tällöin tilaan voidaan myös toteuttaa korkealuokkainen, helposti eri käyttötarkoituksiin säädettävissä oleva sähköinen jälkikaiuntajärjestelmä.

Toinen mahdollisuus olisi ollut suunnitella tila perinteiseksi klassisen musiikin konserttisaliksi, jota olisi voitu vaimentaa esimerkiksi verhojen avulla. Tehdashallin mittasuhteet todettiin kuitenkin lopulta sellaisiksi, että lyhytsointisella salilla ja korkealuokkaisen sähköisen järjestelmän avulla olisi mahdollista päästä parempaan lopputulokseen.

### 2.2 Salin muunneltavuus

Liikkuvan katsomon avulla sali on mahdollista muokata kolmeen eri kokoon: S, M ja L. 150 tonnia painavassa ilmatyynyillä liikkuvassa nousevassa katsomossa on tilaa noin 1100 henkilölle kahdessa eri kerroksessa. Parvella on 360 kiinteää paikkaa ja permannolla 800. Permannon seitsemän ensimmäistä riviä (300 paikkaa) on mahdollista kääntää katsomon alle, jolloin salin lattialle saadaan lisää tasaista tilaa esimerkiksi baaria tai seisovia ihmisiä varten. Vaatesäilytystila on rakennettu liikkuvan katsomon takaosan sisään.

Constellation järjestelmää voi käyttää kaikissa kolmessa konfiguraatiossa. Liikkuvan katsomon toisella puolella olevaa tilaa voi niin ikään käyttää tilaisuuksien järjestämiseen. Salin ollessa pienimmässä konfiguraatiossa, avautuu katsomon taakse iso, miellyttävällä akustiikalla varustettu tila esimerkiksi näyttelyitä tai gaalailallisia varten.

## 3 AKUSTIIKKASUUNNITTELUN HAASTEET

Ison Logomon kaltaisen tilakompleksin akustiikkasuunnittelun haasteet ovat moninaiset. Toimiva kokonaisuus edellyttää akustiikan eri osa-alueiden onnistumista.

### 3.1 Meluntorjunta

Tilojen toimivuuden kannalta tarpeeksi alhainen taustamelutaso on ensiarvoisen tärkeää. Talotekniikan taustamelutasoista huolehtiminen oli akustiikkasuunnittelun kannalta suhteellisen suoraviivaista, vaikkakin IV-konehuone ja jäähdytyslaitteisto päätettiin sijoittaa esiintyjien takahuoneen ja salin yläpuolelle. Laitteisto on varustettu tarpeenmukaisilla joustovaimentimilla. Konehuoneiden ja muiden tilojen välinen ääneneristys on varmistettu lisäseinillä sekä jousiripustetulla alakattorakenteella.

Logomon kaltaisessa kompleksissa eri tilojen samanaikainen käyttö muodosti huomattavan osan meluntorjunnan haasteista. Olemassa olevat rakenteet asettivat rajoitteita rakennuksen eri osille. Myös viereinen ratapiha sekä Logomon luoteispuolelle suunnitellut asuintalot tuli huomioida suunnittelussa. Ison salin eri tilaisuuksien erilaiset luonteet tuli kartoittaa ja ääneneristystarpeet tilojen välillä määritellä tarkasti.

Logomo-salin vanha katto purettiin ja korvattiin kevytrakenteisilla puusandwich-elementeillä. Leveän jännevälin (28m) takia massiivirakennetta tai joustavasti roikutettua kattoa ei ollut mahdollista rakentaa. Melulaskenta salista viereisille taloille toteutettiin CADNA ohjelmiston avulla. Näin määriteltiin maksimitasot salin sisällä ja todettiin, että koväänistenkin konserttien järjestäminen tietyin varauksin on mahdollista. Myös lavalta lastaustilan nosto-ovien kautta naapuritaloille kuuluva meluhaitta oli selvitettävä.

### 3.2 Ääneneristys

LOGOMO-salin tehokkaasti vaimennetut sivukäytävät toimivat ääneneristyksen kannalta ”puskureina” muita tiloja vasten ääneneristysliukuovien ollessa suljettuna. Toisaalta rock-konserteissa ihmisten on päästävä liikkumaan salista baarialueelle avonaisten ovi-aukkojen kautta. Salin aitiot myös rikkovat ääneneristyspuskurin. Salin sivukäytävillä on aitioihin yhteydessä olevia neuvotteluhuoneita, joiden samanaikainen käyttö salin kanssa oli huomioitava. Eri käyttötarkoitusten mukanaan tuomat erilaiset ääneneristystarpeet otettiin huomioon seinärakenteiden, oviyhdistelmien ja ilmanvaihdon äänitekniikan suunnittelussa.

Liikkuvan katsomon sivujen ja yläosan tiivistäminen salin sivuseinärakenteisiin suunniteltiin toteutettaviksi teollisuudessa käytettävillä paisuntatiivisteillä. Katsomon sivuseinien akustiikkarakenteiden takapuoli toimii myös äänenvaimentimena salin ja aulan välillä.

### 3.3 Huoneakustiikka

Sekä sähköisen akustiikkajärjestelmän toimivuuden että sähköisesti vahvistettujen konserttien kannalta lyhytsointisen salin akustiset ominaisuudet ovat ensiarvoisen tärkeitä. Tilaa on vaimennettava tasaisesti ja äänikentän on oltava riittävän diffuusi. Vaimennettujen tilojen ongelmaksi voi helposti muodostua heijastavien pintojen väliset tärykaiut sekä yksittäiset, haitallisesti erottuvat ääniheijastukset.

Salin ääriasennot ovat luonteeltaan melko erilaisia. Pienimmässä koossa sali on intiimi ja katsomo lähellä lavaa. Isoimmassa asennossa etäisyys lavalta katsomon takaseinään on noin 60 metriä. Tällaisessa stadionmaisessa tilassa on takaseinästä lavalle palautuvaa heijastusta vaimennettava tarpeeksi sekä huolehdittava siitä, että lavalta saadaan myös eriaikaisia palautuvia heijastuksia, jotteivät yksittäiset heijastukset korostuisi liikaa. Tilan akustiikan pitää myös olla samankaltainen kussakin katsomon asennossa.

Basson selkeys on tärkeä ominaisuus rock- ja popmusiikille tarkoitetuissa saleissa. Ne tilat, joiden jälkikaiunta-aika on tasainen koko taajuusalueella, on arvioitu paremmiksi kuin tilat, joissa pienten taajuuksien jälkikaiunta on keskitajuuksia pidempi, mikä on normaali vaatimus klassisen musiikin konserttisaleille [1]. Lisäksi 63 Hertsin oktaavi on otettava tarkasteluun mukaan.

## 4 AKUSTIIKKASUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Salin sisäpintojen arkkitehtuurin ja tarvittavien akustisten muotojen ja materiaalien yhteensovittaminen oli yksi projektin monista haasteista. Salin ulkonäkö ja huoneakustiset rakenteet materiaaleineen muuttuivatkin useaan otteeseen suunnitteluprosessin aikana.

Tilan massiivibetonipalkit ja –pilarit haluttiin jättää näkyviin ja yhdessä lattian kanssa ne muodostavat suurimman osan salin täysin heijastavista pinnoista. Salin muilla pinnoilla on käytetty paljon eri tavoin perforoituja erikoisvalmisteisia rakennus- ja metallilevyjä, joita voidaan kuvailla akustisesti puolivaimentaviksi sekä osin ääntä hajottaviksi. Teräsrunгон ympärille levyrakenteisena rakennettu liikkuva katsomo muodostaa myös ison akustisen pinta-alan. Katsomon rakennetta kevennettiin painosyistä projektin aikana, mikä vaikutti pintojen akustisiin ominaisuuksiin. Ilmanvaihdon tuloilmakammiot sijaitsevat liikkuvan katsomon alla sekä sivuseinien perforoitujen metallilevyjen takana muodostaen ääntä absorboivia rakovaimentimia. Salin sivuseinien aitiot myös absorboivat ääntä tehokkaasti.

Näiden kaikkien erikoisvalmisteisten materiaalien ja erikoisten rakenneosien akustisten ominaisuuksien tarkka määrittäminen oli työlästä. Kirjallisten lähteiden ja laajamittaisen mittausdatan puute teki työstä haasteellista ja iso osa absorptiotiedoista koottiin toteutuneiden projektien ja saatavilla olevien materiaalitietojen pohjalta.

Akustiikkasuunnittelun apuna käytettiin ODEON ohjelmistoa. Mallia päivitettiin suunnittelun edetessä ja materiaaliarvoja muutettiin rakenteiden tarkentuessa. Mikäli jonkin osan absorptio lisääntyi rakenteellisista syistä, oli jostain muualta vähennettävä absorptiota.

## 5 CONSTELLATION

Keinoakustiikkajärjestelmäksi valikoitui kuuntelutestien jälkeen alan johtavan yrityksen Mayer Soundin ”Constellation”-systeemi, joka perustuu pelkän sähköisen efektoinnin sijaan tilan luonnollisten ääniheijastusten tallentamiseen, digitaalisen prosessointiin ja toistamiseen lukuisten laadukkaiden mikrofonien ja kaiuttimien, sekä tehokkaiden prosessorien avulla.

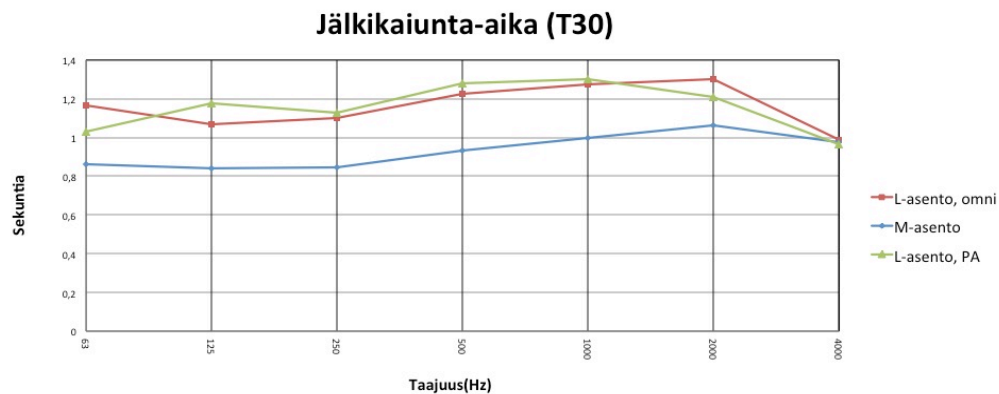
Systeemi kykenee helposti pidentämään tilan luonnollisen 0,9-1,3 sekunnin jälkikaiunnan 2,5 sekuntiin. Systeemillä voi myös vaikuttaa tilan muihin akustisiin ominaisuuksiin kuten soinnin lämpöisyyteen ja voimakkuuteen. Se kykenee myös generoimaan mm. sivutaisheijastuksia sekä parantamaan soittajien kuuluvuutta lavalla. Salin akustiset ominaisuudet takariveillä parven alla paranevat niin ikään merkittävästi järjestelmän ansiosta. Järjestelmän loppuvirityksen suoritti yhtiön tähtikonsultti John Pellowe akustisten mittausten ja oman kuuntelun perusteella. Käyttäjän muokattavaksi käyttötilanteessa jää jälkikaiunnan pituuden lisäksi lämpö ja kaiunnan voimakkuus. Systeemiä ohjataan iPadillä ja käyttöliittymä on tehty ”idioottivarmaksi”.

## 6 AKUSTISET MITTAUKSET

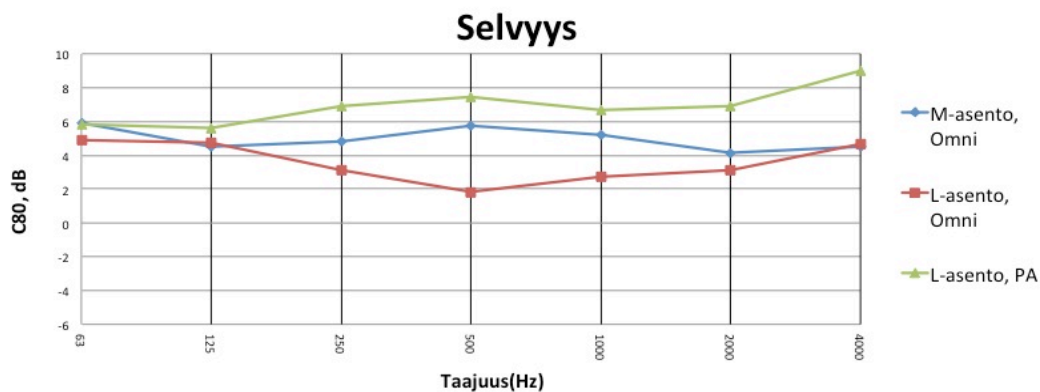
Salin loppumittaukset tehtiin M ja L asennossa kolme kuukautta salin ensi-illan jälkeen. Lavarakenteet eivät vielä olleet lopulliset ja jotkin yksityiskohdan odottivat vielä rakentamista. Katsomon seitsemän ensimmäistä riviä oli poistettu huoltoon varten. Vaikka olosuhteet eivät vastanneetkaan lopullista tilannetta, voitiin mittaukset toteuttaa riittävällä tarkkuudella salin akustisten ominaisuuksien tutkimiseksi.

Kuten nähdään kuvasta 1, tyhjän salin jälkikaiunta-aika on suunnitelmien mukainen. Hieman yllätyksellisesti jälkikaiunta jopa laskee pieniä taajuuksia kohden mentäessä. Luultavasti syy tähän on kevytrakenteisen katsomon ja perforoitujen metallilevyjen absorptiokertoimien ”turvallinen” arviointi pienillä taajuuksilla. Miksaajat ovat kehuneet salin bassotaajuuksien selkeyttä ja tiukkuutta, joten sähköisesti vahvistetun musiikin kanalta basson lyhyt jälkikaiunta on osoittautunut toimivaksi.

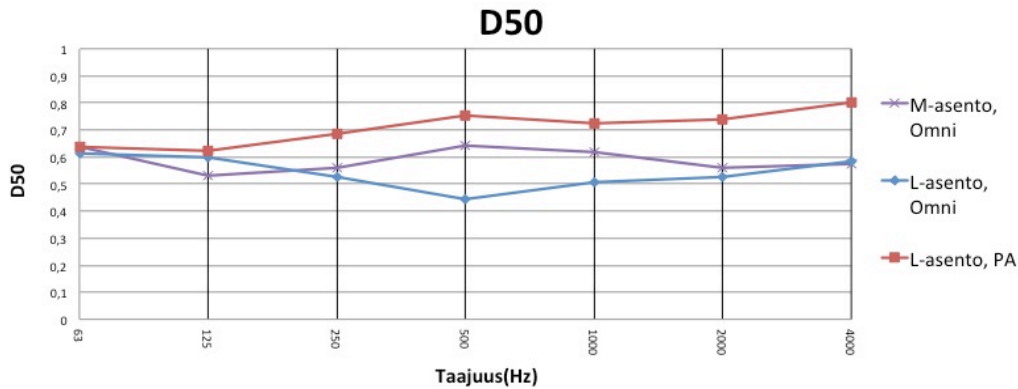
Kuvissa 2. ja 3. aikaisen ja myöhäisen energian suhdetta on kuvattu kahdella parametrilla C80 ja D50. Näistä C80 sopii paremmin musiikin selkeyden arviointiin kun taas D50 on parempi arvioitaessa puhetta [2]. Kuvista nähdään, että sali on selkeä, mikä helpottaa miksatessa rytmisen iskevyyden aikaansaamista ja tekee äänentoistosta erottelevan. Kuvassa 4. nähdään M-konfiguraatioissa olevan tyhjän salin jälkikaiunta-aika Constellation-järjestelmän kanssa, eri asetuksilla tarkasteltuna.



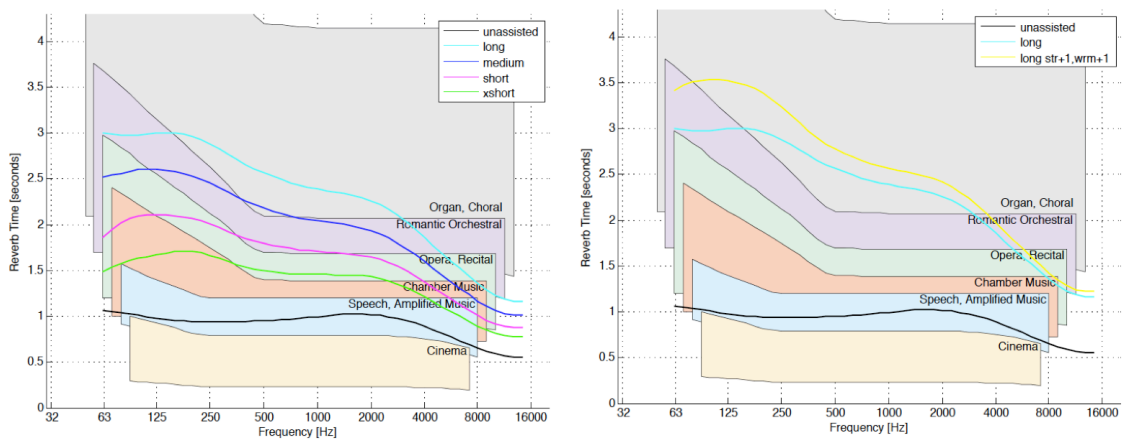
**Kuva 1** Tyhjän salin jälkikaiunta-aika L and M asennoissa pallolähteellä ja PA:n kautta mitattuna.



**Kuva 2** C80 tyhjässä salissa L ja M asennoissa pallolähteellä ja PA:n kautta mitattuna.



**Kuva 3** D50 tyhjässä salissa L ja M asennoissa pallolähteellä ja PA:n kautta mitattuna.



**Kuva 4** M-konfiguraatiossa olevan tyhjän salin jälkikaiunta-aika Constellation-järjestelmän kanssa, eri asetuksilla tarkasteltuna (Kuvat: Mayer Sound).

## 7 YHTEENVETO

Logomon ison salin monikäyttöisyyttä on ylistetty ja salin ”hybridiakustiikka” on saanut runsaasti kiittävää palautetta sekä orkesterimuusikoilta että kriitikoilta. Salissa miksanneet ääniteknikot ovat yllättyneet salin erottelukyvystä.

Myös Logomon muut salit ovat saaneet kiitosta ja ovat ahkerassa käytössä. Logomon elokuvateatteri (MOVE2) on lähes päivittäisessä käytössä ja muiden salien monikäyttöisyys mahdollistaa erilaisten tapahtumien järjestämisen samanaikaisesti.

## VIITTEET

[1] Niels Werner Adelman-Larsen, Eric R. Thompson, Anders C. Gade, “Suitable reverberation times for halls for rock and pop music” *J. Acoust. Soc Am.* **127** (1) January 2010.

[2] Michael Barron, “Auditorium Acoustics and Architectural Design” *Spon Press*, Second Edition, 2010.