

**INSINÖÖRITOIMISTO
HEIKKI HELIMÄKI OY**

Akustiikan asiantuntija
puh. 09-58933860, fax 09-58933861

Helsinki 19.5.2003

**SAVONLINNASALI, KOY WANHA KASINO,
KONSERTTISALIN AKUSTIIKKA**

Yleistä

Konserttisalin suunnittelussa asetettiin tavoitteeksi konserttisali, jossa pääkäyttötarkoitus on klassinen musiikki. Tilan tuli soveltua myös kevyelle musiikille sekä oopperalle ja tilassa tuli voida pitää puhetilaisuuksia. Kaikesta tästä seurasi vaatimus muunneltavaa akustiikkaan tilassa. Tavoitteeksi asetettiin 1,8-2 sekunnin jälkikaiunta-aika keskitaajuuksilla musiikkikäytössä ja jälkikaiunta-aika piti voida lyhentää puhetilaisuuksia varten 1,2 sekuntiin.

Konserttisali

Konserttisalissa on tehty sen valmistumisen jälkeen huoneakustisia mittauksia. Tuloksia esitetään seuraavassa, vertailuna on esitetty joidenkin yleisesti hyväksi havaittujen konserttisalien vastaavia tuloksia.

Konserttisalissa on istuinpaikkoja 800 henkilölle. Henkilömäärä vaikuttaa jonkin verran tavoiteltaviin lukuarvoihin. Suuremmissa konserttisaleissa pyritään pitempään jälkikaiunta-aikaan.

Musiikkisaleissa ääntä tulee ensin äänilähteestä suoraan kuulijalle ja sen jälkeen heijastusten kautta, ensin lattiasta ja sen jälkeen sivuseinistä ja katosta ja loppuvaiheessa tilastollisesti joka suunnasta. Tilan kokemisen kannalta kaikkein tärkeimpiä ovat sivuilta tulevat nopeat heijastukset. Tilan akustiikka määräytyy sen perusteella miten ääni saapuu kuulijalle suhteessa suoraan äänen. Ääni käyttäytyy moniulotteisesti tilassa, äänen voimakkuus (amplitudi) vaihtelee, äänen taajuus vaihtelee ja molemmat ilmiöt vaihtelevat vielä ajan ja paikan suhteen.

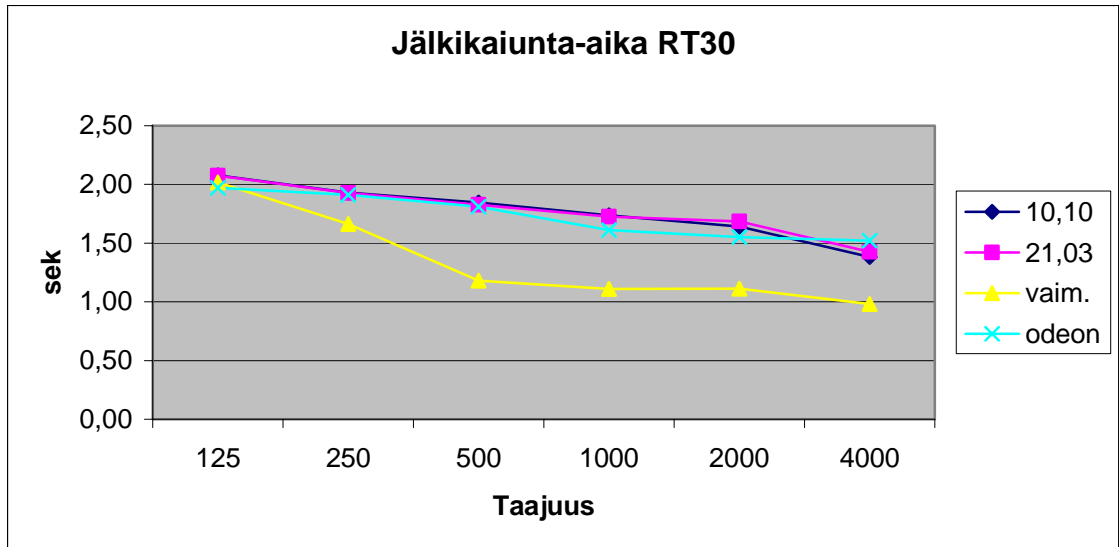
Näiden ilmiöiden hallitsemiseksi ja ymmärtämiseksi on kehitetty moni eri tunnuslukuja, joiden avulla tilojen akustiikkaa pyritään mallittamaan ja hallitsemaan. Nykyaikaisilla tietokoneohjelmilla voidaan lukuarvoja laskea etukäteen ja mittaamalla voidaan todeta miten tarkasti mallit ovat pitäneet paikkansa.

Tässä selvityksessä on esitetty konserttisalin tietokonemallilla saadut tulokset (ODEON) ja kahdella eri mittauskerralla saadut tulokset konserttisalikäytössä ja muuntelun äärrajat (kaikki vaimentavat pinnat käytössä).

Odeonin arvot ovat keskiarvoja kaikista salin istuinpaikoista (sekä permannolla että sivuparvella). Mitatut pisteet ovat permannolta 13 pisteet keskiarvoja.

Jälkikaiunta-aika (RT60)

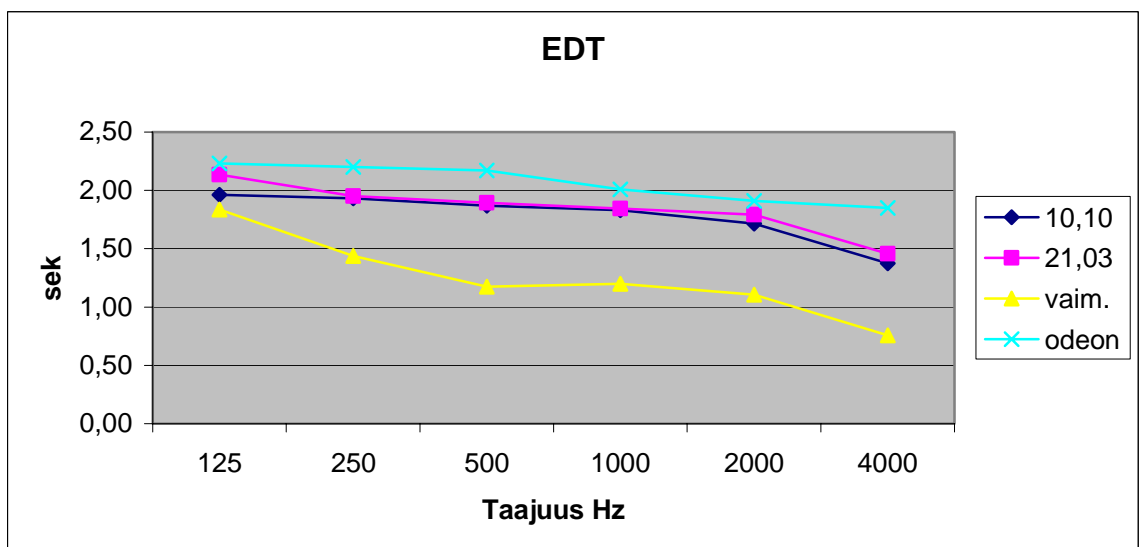
Jälkikaiunta-aika on aika, joka kuluu kun äänilähteen sammuttua äänenpainetaso tilassa laskee 60 dB. Normaalisti koko 60 dB dynamiikkaa ei käytetä mittauksissa vaan mitataan esim. 30 dB vaimentuma ja lasketaan mitä jälkikaiunta-aika olisi 60 dB vaimentumalla, näin on tehty tässäkin tilassa.



Jälkikaiunta-aika keskitäajuuksilla (500-1000 Hz) on 1,8 sekuntia klassisen musiikin tilanteessa ja säädettävissä portaattomasti 1,2 sekuntiin puhetilaisuuksia varten. Kaikkein matalimmilla taajuuksilla jälkikaiunta-aika ei ole muunneltavissa, joka oli tiedossa valittaessa verhoilla toteutettava muuntelu tilaan. Puhekäytössä asialla ei ole merkitystä, mutta pop musiikin konserteissa asia tulee huomioida.

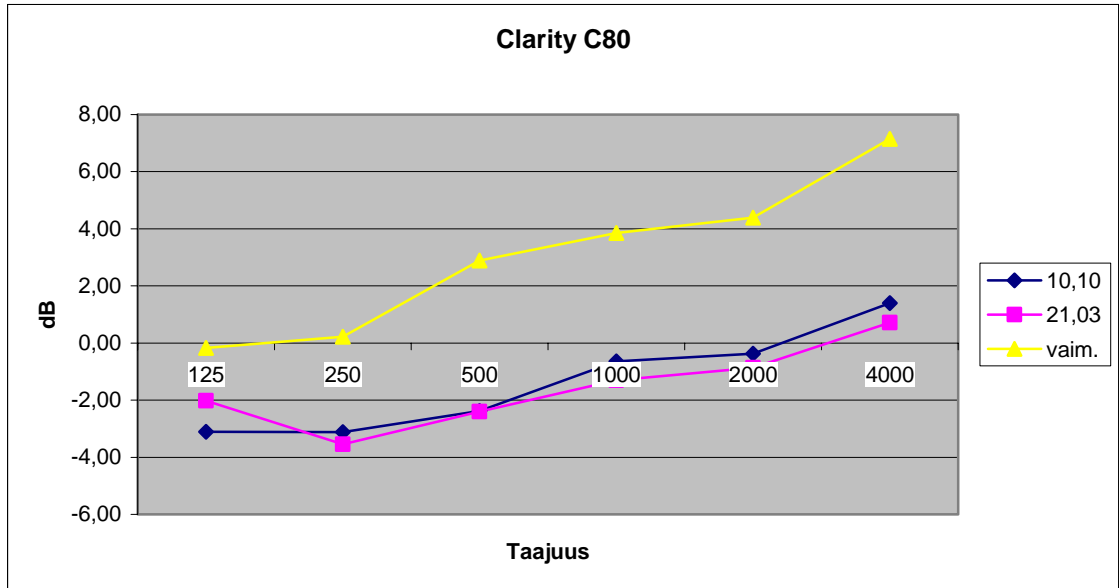
Esikaiunta-aika (EDT)

Esikaiunta-aika kuvaa äänen vaimentumista ensimmäisen 10 dB aikana äänilähteen sammuttua (lukuarvo kerrotaan kuudella, jotta saadaan jälkikaiunta-aika luvun kanssa vertailukelpoisia lukemia). Lukuarvo vastaa parhaiten ihmisen kokemusta tilan jälkikaiunta-arvosta, koska musiikissa normaalisti on hyvin harvoin kuultavissa koko 60 dB vaimentuma.



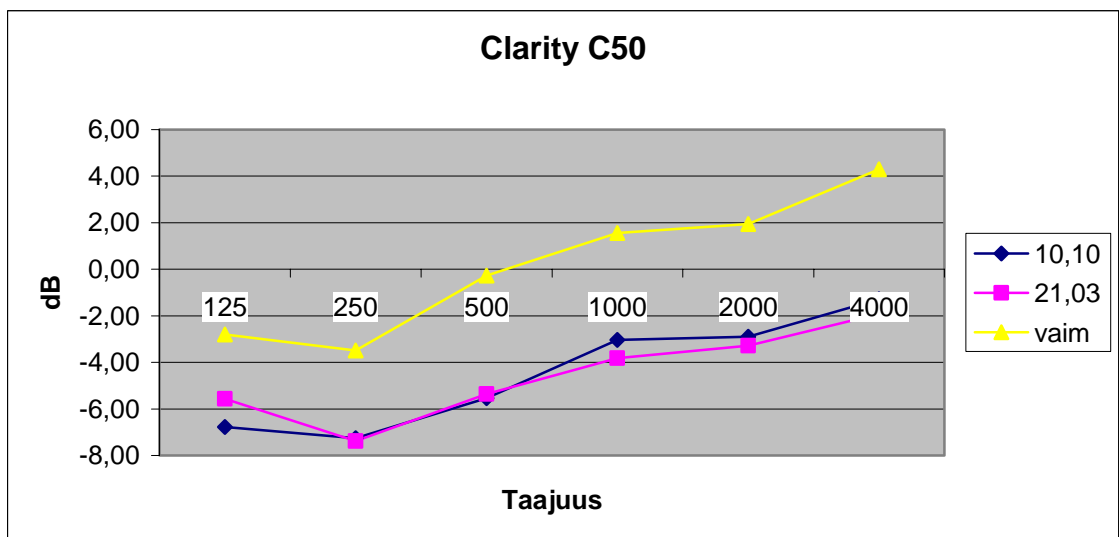
Musiikin selvyys (Clarity, C80)

Musiikin selvyysluku clarity C80 kuvaa ensimmäisen 80 ms aikana tuleen äänienergian suhdetta koko aikana tulevaan äänienergiaan. Ihmisen kuulo integroi ensimmäisen 80 ms aikana tulevan musiikki äänen yhteen eikä havaitse vaikka tämän aikaikkuna sisällä tulee erillisiä ääniheijastuksia.



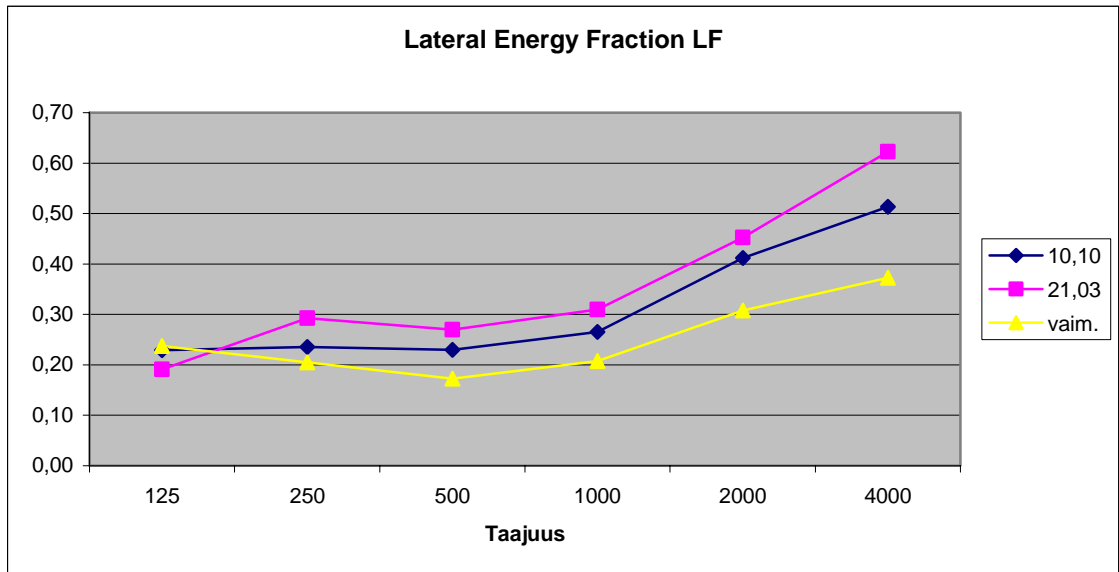
Selvyysluvun C80 arvot keskitäajuuksilla ovat parhaissa konserttisalissa välillä ± 2 dB.

Puheen selvyyttä arvioidaan luvulla C50.



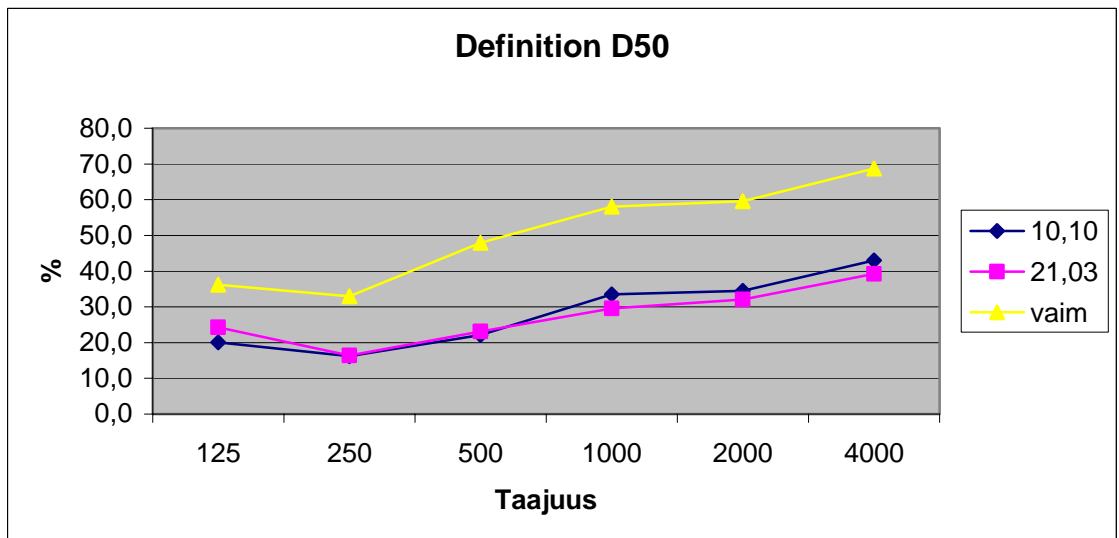
Tilantuntu (Lateral Energy Fraction, LF)

Selvyyysluku vertaa sivuilta 5-80 mm sekunnin aikana tulleen äänienergian suuruutta 0-80 ms aikana joka suunasta tulleeseen äänienergiaan.

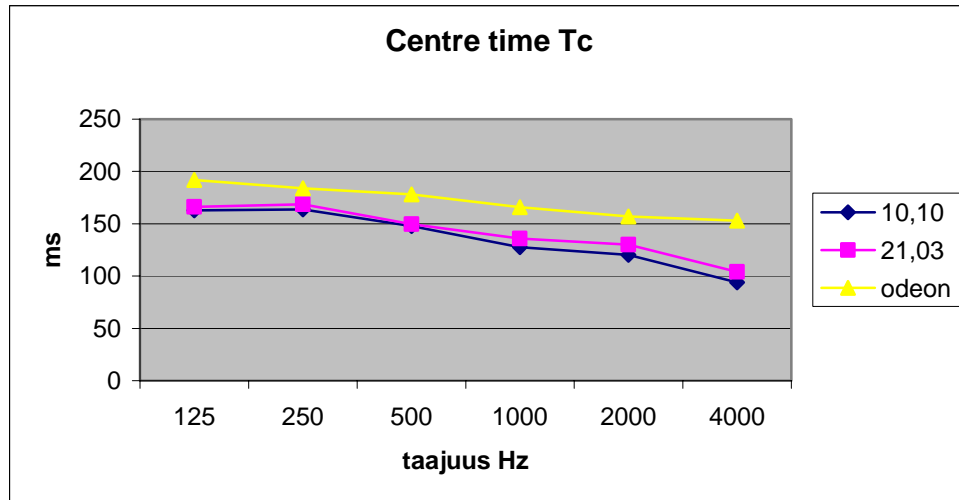


Puheenselvyys (Definition D50)

Puheen selvyttä arvostellaan tavallisesti selvyyssluvulla D50, joissa verrataan ensimmäisen 50 ms aikana tullutta äänienergian määrää koko aikana tulleeseen äänienergian määrää. Luku annetaan tavallisesti prosentteina. Mitä suurempi osa äänienergiasta saapuu ensimmäisen 50 ms aikana, sitä selvempää puhe on. Kuulo integroi (kuulee yhtenä) puheessa 50 ms aikana saapuvan äänienergian.



Keskusaika (Centre time, Tc)



Vertailu

Leo Beranek on kirjassaan Concert and Opera Halls, how they sound, arvioinut konserttisaleja ja asettanut seuraavat salit (category A+ ja A) maailman parhaiksi saleiksi. Taulukossa on verrattavissa Savonlinnasalin arvot näihin saleihin.

Tila	paikkoja	RT, occ	EDT	BR
		yleisö paikalla	tyhjänä	yleisö paikalla
Category A+ "Superior"				
Amsterdam, Consertgebouw	2037	2,0	2,6	1,08
Boston , Symphony Hall	2625	1,85	2,4	1,03
Vienna, Gr Musiikvereinssaal	1680	2,0	3,0	1,11
Category A "Excellent"				
Basel, Stadt-Casino	1448	1,8	2,2	1,17
Berlin, Konzerthaus (Schausspielhaus)	1575	2,05	2,4	1,23
Cardiff, Wales, St David's Hall	1952	1,95	2,1	0,96
New York, Carnegie Hall	2804	1,8	-	1,14
Tokyo, Hamarikyu Asahi	552	1,7	1,8	0,94
Zurich, Grosser Tonhallsaal	1546	2.05	3,1	1,23
Savonlinnasali				
	800	1,8	1,9	
		tyhjänä	tyhjänä	tyhjänä

Heikki Helimäki

Heikki Helimäki, DI, Snil