

# STUDIOLAITTEIDEN KLOONAUS JA ÄÄNENLAADUN ARVIOINTI KYTKENTÄTOPOLOGIOIDEN VALOSSA

**Kai Lassfolk, Anna Pienimäki**

Musiikkitiede, Taiteiden tutkimuksen laitos  
PL 35, 00014 Helsingin yliopisto  
{kai.lassfolk, anna.pienimaki}@helsinki.fi

## 1 JOHDANTO

Studioteknikoiden piirissä on syntynyt kasvava kiinnostus vanhoihin, erityisesti putki-elektroniikalla ja erilliskomponenteilla toteutettuihin studiolaitteisiin. Ilmiö ajoittuu yhteen digitaalisen ja tietokonepohjaisen äänituotannon yleistymisen kanssa. Arvostuksen nousu on nostanut monien vanhojen käytettyjen laitteiden hintoja ja johtanut myös vanhojen laitteiden uustuotantoon sekä uusien retro-laitteiden tuotantoon (esim. [1]). Äärimmillen vietyä ilmiö on johtanut yrityksiin kloonata vanhoja laitteita. Kloonausta on kohdistettu niin mikrofoneihin ja näiden etuvahvistimiin, äänensävyyn säätöyksiköihin kuin kompressoreihinkin. Musiikkiteknologian digitalisoituminen on tuonut myös oman lisänsä kloonaustoimintaan: yhä useammalle analogiselle studiolaitteelle löytyy digitaalinen vastine, joka on laadittu muistuttamaan mahdollisimman paljon alkuperäistä laitetta niin äänenlaadullisesti kuin visuaalisestikin.

Vanhojen studiolaitteiden käyttö ei kuitenkaan ole pelkkä muoti-ilmiö. Monet äänittäjät ovat keskeytyksettä käyttäneet esimerkiksi 1950-luvulla valmistettuja laitteita, vaikka uudempia ja mitattavilta suoritusarvoiltaan parempia laitteita olisi ollut saatavilla. Osa-syynä tähän on saattanut olla vanhojen laitteiden äänenlaadullinen "heikkous", esimerkiksi miellyttäväksi koettu särö. Jotkut äänittäjät ovat kuitenkin vahvasti sitä mieltä, että vanhat laitteet voivat olla äänenlaadultaan parempia kuin uudet (esim. [2]).

Äänenlaatu on käsitteenä moniselitteinen. Yleisesti termi käsitetään sisältämään jokin arvoarvostelma hyvä-huono-akselilla. Äänenlaadulle on määritelty osatekijöitä, joiden mittaamiseen on kehitetty objektiivisia menetelmiä. Äänentoisto- ja studiolaitteista puhuttaessa näitä osatekijöitä ovat muun muassa taajuusvaste, pohjakohinataso, harmoninen särö ja maksimiäänepainetaso. Tietyille laitetyppeille on myös kehitetty omia erityistekijöitä, esimerkiksi mikrofoneissa suuntakuvio ja herkkyys. Äänenlaadulle on määritelty normeja objektiivisesti mitattavissa oleville tekijöille asetettujen toleranssien tai minimiarvojen muodossa. Vakiintuneiden mittausmenetelmien lisäksi on käytetty subjektiivisempia, kuuntelutesteihin perustuvia äänenlaadun arviointimenetelmiä.

Tässä esitelmässä vertaillaan vanhoja ja uudempia studiolaitteita niissä käytettyjen rakenneratkaisujen pohjalta. Samalla tarkastellaan näiden rakenneratkaisujen periytymistä klooneihin. Esimerkkeinä käytetään Neumann U-sarjan mikrofoneja sekä toisen valmistajan samantyyppistä mikrofonia. Rakenneratkaisuiden pohjalta voidaan löytää selityksiä vanhojen laitteiden mahdollisille äänenlaadullisille eduille ja sille, miksi vakiintuneet mittaustavat eivät välttämättä kuvaa tyhjentävästi laitteiden äänenlaadullisia eroja.

## 2 KLOONAUKSEN KÄSITTEESTÄ

Kloonauksen käsite liittyy olennaisesti kahteen estetiikan ja semiotiikan alalla runsaastikin tutkittuun käsitteeseen: alkuperäiseen taideteokseen sekä sitä jäljittelevään väärennökseen (esim. [3, 4]). Tutkittaessa taideteosten sijaan usein sarjatuotantona valmistettavia studiolaitteita, joiden parissa suoranaiset väärennökset ovat kohtalaisen harvinaisia mutta kloonauksella yleisempää, on mielekkäämpää keskittyä pohtimaan kloonauksen luonnetta ja päämääriä.

Kloonin käsitteen tarkastelua varten tarvitaan olennaisesti kopion käsitettä. Kopiolla tarkoitetaan objektia, jonka ominaisuudet muistuttavat riittäväällä tarkkuudella alkuperäistä objektia. Kopioita voidaan laatia ja tarkastella useista eri näkökulmista, jotka ovat riippuvaisia alkuperäisen objektin luonteesta ja käyttötarkoituksesta. Studiolaitteiden yhteydessä näitä ovat muun muassa materiaaliset, akustiset, visuaaliset sekä tekotapoihin ja toimintalogiikkaan perustuvat määritelmät kopioituvuudesta. Itsessään kopion käsite on hyvin neutraali — se ei sisällä väittämiä kopioidun objektin alkuperästä, kuten väärennöksen ja plagiaatin käsitteet, eikä sen laadusta, kuten kloonin käsite.

Kloonauksella tarkoitetaan alkuperäisen objektin kopioimista siten, että siinä toistuvat alkuperäisen objektin ominaisuudet identtisinä. Klooni on siis eräänlainen täydellinen kopio. Käytännössä kloonatuksi väitetty objekti harvoin kuitenkaan toistaa tai edes suunnitellaan toistamaan täydellisesti alkuperäisen objektin piirteitä. Useimmiten pyrkimyksenä onkin luoda mielikuva objektien käyttötarkoituksen kannalta olennaisten piirteiden vastaavuudesta ilman varsinaista taetta mielikuvan oikeellisuudesta. Tässä hyödynnetään muun muassa visuaalisia viitteitä alkuperäiseen objektiin.

Vaikka vanhojen studiolaitteiden kloonauksesta puhutaan usein retro-laitteiden yhteydessä, eroavat kloonin ja retron käsitteet toisistaan. Retroksi kutsutaan objektia, joka viittaa menneisyyteen. Tämä viittaussuhde voi kuitenkin olla hyvinkin epätasallinen — yleisimmin viittaus kohdistuu yleisluontoisiin asioihin, ideoihin ja malleihin tai jopa näistä syntyneisiin mielikuviin yksittäisen objektin sijasta. Kloonauksella puolestaan kohdistuu aina määrättyyn objektiin, eikä se ole luonteeltaan aikakausiriippuvaista.

### 3 STUDIOMIKROFONIT KLOONAUKSEN KOHTEENA

Studiokondensaattorimikrofonit, erityisesti Georg Neumann GmbH:n valmistamat U 47, U 67 ja U 87 -mallit, ovat suosittuja kloonauskohteita. U-sarjan mikrofonit ovat niin sanottuja isokalvoisia sivuttaissuunnattuja kaksoiskalvokondensaattorimikrofoneja. Edellä mainitusta kolmesta mallista muodostuu jatkumo, jonka kautta voi tarkastella elektroniikkasuunnittelun kehitystä ja sen äänenlaadullisia vaikutuksia. Vaikka kukin malli on valmistuksessa korvannut edeltäjänsä, studioissa kaikkia malleja käytetään yhä. Esimerkiksi U 47 -mallia arvostetaan äänittäjien keskuudessa erityisesti laulun äänittämisessä huomattavasti seuraajiaan enemmän (esim. [2]).

U 47 -mallia valmistettiin vuosina 1949–1965. Ainoa merkittävä muutos valmistusaikana oli PVC-kalvoisen M7-kapselin korvaaminen polyesterikalvoisella K47/49-kapselillä vuonna 1956. U 47:ssä suuntakuvio oli kytkimellä vaihdettavissa hertan ja pallon välillä. Mikrofonin vahvistinputkena käytetyn Telefunken VF14:n valmistus lopetettiin kuitenkin 1950-luvun lopulla. Koska ominaisuuksiltaan vastaavaa putkityyppiä ei ollut saatavilla, Neumann päätyi suunnittelemaan uuden, korvaavan mallin, U 67:n, joka tuli markkinoille vuonna 1960 [5].

Uudessa mallissa ei tyydytty jäljittelemään U 47:n toimintaa yksityiskohtaisesti. Vain yleinen toimintaperiaate (kaksoiskalvokapseli, putkivahvistin ja ulostulomuuntajan käyttö) säilyi samana. U 67:ssä käytettiin EF86-putkea, mikä vaati myös uuden ulostulomuuntajan suunnittelun. Lisäksi suuntakuviovalikoimaa täydennettiin kahdeksikkokuviolla. Kapselin valmistusprosessia yksinkertaistettiin ja samalla muutettiin kapselin akustista rakennetta [5]. Uusi kapseli nimettiin K67:ksi.

U 67:n uutena innovaationa oli Gerhard Borén patentoima signaalin takaisinkytkentäsilmukka, jossa vahvistinputken anodilta johdettiin signaalia kolmen rinnakkaisen suodinpiirin kautta kapselin takalevylle [6]. Piiri aiheutti sekä positiivista että negatiivista takaisinkytkentää, jonka tuloksena oli n. 40 Hz taajuudelle viritetty jyrkkä ylipäästösuo-din. Lisäksi ulostulomuuntajaan toteutettiin ylimääräinen toisiokäämi, josta johdettiin toinen takaisinkytkentäsilmukka kapselin takalevylle. Jälkimmäinen kytkentä muistuttaa putkivahvistimissa yleisesti käytettyä globaalia negatiivista takaisinkytkentää. Muista muutoksista mainittakoon erityisesti U 47:ssä käytetyn sylinterimäisen rungon korvaaminen kartiomaisella runkoputkella ja viistosti muotoiltu kapselin suojaritilä, jollaista käytettiin jo aiemmin M 49 ja M 50 -malleissa.

Vuonna 1967 markkinoille tullut U 87 oli pitkälti fet-elektroniikalla toteutettu versio U 67:stä. Siinä kapselirakenne säilyi lähes muuttumattomana samoin kuin U 67:lle tunnusomainen muotoilu. Borén takaisinkytkentäsuodinpiiri säilyi yksinkertaistettuna U 87:ssä. Globaalista takaisinkytkennästä kuitenkin luovuttiin, mikä mahdollisti ulostulomuuntajan yksinkertaistamisen. Vahvistinputki korvattiin S2436-fetillä (myöhemmin

2N3819-fetillä). Vuonna 1986 U 87:stä tuli uudistettu malli, U 87 Ai, jota valmistetaan yhä.

U 87:n piirteiden jäljittely yleistyi 1990-luvulla erityisesti Kiinassa valmistetuissa mikrofoneissa. Yhtenä esimerkkinä on ADK A-51 -mallinimellä myytävä kiinalaisvalmistainen mikrofoni. Siinä toistuu Neumann-tyylinen kartiorunko, K67-tyyppinen kapseli, ulostulomuuntajan käyttö sekä Borén takaisinkytkentäsilmutta. A-51:n merkittävimpinä eroina U 87:ään ovat (komponenttien laadun ohella) eri fet-tyyppi (2SK170) ja ulostulomuuntajaa edeltävä pnp-transistori. Sen tehtävänä on laskea vahvistin-fetin lähtöimpedanssia, mikä mahdollistaa pienemmän muuntosuhteen muuntajan käytön.

#### 4 MIKROFONIEN ARVIOINTIA JA VERTAILUA

Neumann-tyyppisen kondensaattorimikrofonin keskeiset äänenlaatuun vaikuttavat tekijät ovat kondensaattorikapselin rakenne, kapselin suojaritilän rakenne ja muotoilu, kapseliin kytketyn vahvistinpiirin toteutus ja vahvistinta seuraavan audioulostulomuuntajan toiminta. Kondensaattorikapselin korkean impedanssin ja pienen, millivolttien luokkaa olevan signaalivoimakkuuden vuoksi komponenttien laatu ja jopa niiden sijoittelu ovat kriittisiä äänenlaadun kannalta.

Vertailtaessa U-sarjan mikrofonien kytkentätopologioita keskenään merkillepantavimpia piirteitä on komponenttien määrän voimakas kasvu erityisesti U 47:stä U 67:ään siirryttäessä. Osa kasvusta johtuu vahvistinputken vaatimasta virtalähteen uudistamisesta. Kuitenkin myös signaalitiellä olevien komponenttien määrä on U 67:ssä on yli kaksinkertainen U 47:ään verrattuna. Pääsyyinä tähän on takaisinkytkennän käyttö. Voidaan siis olettaa, että U 47:n ja U 67:n äänelliset erot selittyvät suurelta osin vahvistinputkien ominaisuuksien ja kapselin rakenne-erojen lisäksi U 67:n takaisinkytkentäsilmutkan vaikutuksesta mikrofonin transienttitoistoon (vrt. [7]).

U 87:ssä takaisinkytkennän yksinkertaistaminen vähensi osaltaan signaalitien komponenttien määrää. Toisaalta niitä lisäsi audiokaapelien kautta toteutettu phantom-virran syöttö ja radiotaajuushäiriöiden ehkäisemiseen tarkoitettut suodinpiirit. U 67:n ja U 87:n elektroniikan suurin yksittäinen ero oli vahvistinputken korvaaminen fetillä ja sen vaatimat virtalähteen muutokset. Elektroniikan osalta suurimmat äänelliset erot johtunevat EF86-putken ja S2436/2N3819-fetin sointieroista ja takaisinkytkennän yksinkertaistamisesta. Transienttitoistosta voidaan silti olettaa löytyvän samankaltaisuutta.

Suuri osa ADK A-51:n erityispiirteistä on ilmeiseen esikuvaansa U 87:ään verrattuna selitettävissä valmistuskustannuksissa säästämällä, esimerkiksi A-51:ssä on vain herttasuuntakuvio. Koska kaikki mikrofonin keskeiset komponentit ovat Neumannilla ja ADK:lla eri valmistajilta, äänenlaadulliset erot selittyvät suurelta osin yksittäisten komponenttien ja kokoonpanotyön laatueroilla. Suurin yhtäläisyys on samanlainen

takaisinkytkennän käyttö, jossa signaalitiellä olevien komponenttien arvot ovat lähes identtiset. Näin ollen myös U 87:n ja ADK A-51:n transienttitoiston välillä lienee yhtäläisyyksiä.

Osana tätä tutkimusta valmistettiin modifioitu versio ADK A-51 -mikrofonista. Siinä elektroniikka korvattiin fet-kytkennällä, jossa pitkän takaisinkytkentäsilmukan sijaan käytettiin vain paikallista, fetin epälineaarista vahvistusta kompensoivaa takaisinkytkentää. Alkuperäisen ja modifioidun ADK-mikrofonin ääntä vertailtiin subjektiivisesti pienellä kuuntelijajoukolla. Kuuntelutesteissä havaittiin selvä ero taajuustoistossa (myös diskantti- ja keskitaajuuksilla) sekä lähiefektin aiheuttamassa matalien taajuuksien korostumisessa. Osa kuulijoista havaitsi myös selvän eron äänen syttymisnopeudessa modifioidun mallin hyväksi. Mikrofonien äänestä tehdyt havainnot antavat vain viitteellistä tietoa äänenlaadullisten erojen aiheuttajasta. Niitä voidaan kuitenkin hyödyntää ohjaamaan jatkotutkimusta.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

KytKentätopologioita voidaan hyödyntää sekä tarkasteltaessa studiolaitteiden välistä kloonaussuhdetta että pyrittäessä selittämään niiden äänenlaadullisia eroja. Pyrkimystä kloonaukseen esiintyy niin saman valmistajan tuoteperheissä kuin myös eri valmistajien välillä. Tarkasteltaessa Neumannin U-sarjan mikrofonien kytKentätopologioita havaittiin, että U 47 ja U 67 poikkeavat kohtalaisen runsaasti toisistaan. U 67:ää ei näin ollen voida pitää U 47:n kopiona eikä kloonina, vaikka nimi U 67 valittiinkin nimenomaisesti markkinointitarkoituksessa [5]. Näiden mallien ero on viety myös visuaaliselle tasolle. Sen sijaan U 87 muistuttaa edeltäjänsä U 67:ää niin visuaalisesti kuin kytKentätopologisestikin, vaikka U 87:ssä käytetäänkin U 67:stä poiketen fet-elektroniikkaa. Voidaankin perustellusti sanoa U 87:n olevan U 67:n osittainen kopio. Vastaavasti voidaan todeta ADK A-51:n ja U 87:n välisestä suhteesta.

Kopiointi itsessään ei vielä kuitenkaan takaa sitä, että kopiota voitaisiin pitää kloonina. U 87 saavutti kohtalaisen nopeasti tunnustetun aseman U-sarjan mikrofonina ja sen katsotaankin sisältävän edeltäjänsä positiivisia ominaisuuksia. U 87:ää voidaan siis kopion lisäksi pitää kloonina. ADK A-51:n kohdalla tilanne on kuitenkin erilainen. Vaikka A-51:n markkinoinnissa on käytetty niin visuaalisia viitteitä kuin sanallisia vertailuja esikuvaansa, ei mikrofoni ole saavuttanut laadukkaan kopion asemaa edes mielikuvalisella tasolla. Sama valmistaja tai kuuluvuus tiettyyn mikrofonisarjaan ei sekään takaa kloonautevuutta: U 47:n fet-versio ei koskaan saavuttanut alkuperäisen U 47:n asemaa, vaan sitä voidaan pitää kohtalaisen epäonnistuneena kopiona (esim. [5]).

Hienovaraisten laadullisten erojen havaitseminen vaatii kuulon harjoittamista tai "herkistämistä" tietyille tekijälle. Jotta näitä tekijöitä voidaan löytää ja rajata, on oltava jon-

kinlainen perusteltu hypoteesi laadullisten erojen aiheuttajasta. KytKentätopologioita vertailemalla voidaan osoittaa potentiaalisia tekijöitä laitteiden äänenlaadullisille eroille ja sille, miten nämä ilmenevät kuuntelutesteissä.

Studiolaitteiden äänenlaatua arvioitaessa on huomioitava myös niiden aiottu tai vakiintunut käyttötarkoitus. Esimerkiksi lyömäsoitinten äänittämiseen käytetään usein dynaamisia mikrofoneja, jotka ovat transienttitoistoltaan tyypillisesti kondensaattorimikrofoneja heikompia. Erityisesti vanhojen laitteiden arvioinnissa on huomioitava myös niiden historiallinen viitekehys ja muun tuotantoketjun asettamat äänenlaadulliset vaatimukset.

Vanhojen Neumann-mikrofonien, samoin kuin muiden studiolaitetyyppien äänenlaatua arvioitaessa voidaan olettaa, että niiden ominaissointi johtuu osaltaan suoraviivaisesta kytkennästä ja yksinkertaisesta signaalitiestä. Niillä on siis myös potentiaalia äänenlaadullisia etuja uudempiin mikrofonimalleihin verrattuna. Erojen todistaminen vaatii kuitenkin systemaattista testausta, mikä jää tässä jatkotutkimuksen piiriin.

## VIITTEET

- [1] TIITS K, On recycling and the concept of retro in music technology, in *Proceedings of the International Congress on Aesthetics, Creativity and Psychology of the Arts*, pages 227–228, Perm, Russia, 1.–6. 6., 2005.
- [2] SWEDIEN B, *Make Mine Music*, Norway: Mia Musikk, Norway, 2003.
- [3] ECO U, Fakes and forgeries, *Versus*, **46**(1987), 3–29.
- [4] JANAWAY C, Two kinds of artistic duplication, *British Journal of Aesthetics*, **37**(1997), 1–14.
- [5] ROESSLER A, *Neumann – The Microphone Company*, Bergkirchen: PPVMEDIEN GmbH, Bergkirchen, 2003.
- [6] BORÉ G, *Amplifying circuit for capacitive microphones*, US Patent 3207848, United States Patent Office, Filed Jan. 12, 1962, Accepted Sept. 21, 1965.
- [7] OTALA M, Circuit design modifications for minimizing transient intermodulation distortion in audio amplifiers, *Journal of Audio Engineering Society*, **20**(1972), 396–399.