



Konsonanssi ja dissonanssi musiikissa

Hilla Fred¹

Musiikki ja matematiikka liittyvät toisiinsa vahvasti. Kun puhumme musiikin teoriasta, puhumme oikeastaan vain määrittelyistä, numeroidenkin avulla ilmaisuvasta, ihmisen kehittämisestä säännöistä, jollaista matematiikankin voidaan katsoa olevan. Sekä musiikissa että matematiikassa on hyvin perustavanlaatuisia säännönmukaisuutta ja kauneutta, jonka tutkimista lähestymme tässä tekstissä harmoniaa ja miellyttävyyttä ilmaisevan konsonanssin käsitteen kautta. Ei liene yllättävää, että esimerkiksi miellyttävän ja harmonisen kuuloiset intervallit perustuvat myös kaikista yksinkertaisimmille geometrisille suhteille.

Äänen ja matematiikan välinen yhteys on fysiikkaa, johon emme tässä tekstissä paneudu perusteita kummemmin. Sen sijaan keskitymme musiikkiin, ja samalla matematiikkaan, taiteena, jonka ilmaisuvoimassa konsonanssilla ja dissonanssilla on suuri rooli.

Ennen kuin voimme käsitellä konsonanssia ja dissonanssia, on käytävä läpi jonkin verran musiikin teorian perusteita. Selvennämme aluksi, mitä tarkoitetaan intervalleilla ja miten ne muodostuvat. Käymme myös läpi lyhyesti, mitä tarkoitetaan asteikoilla ja virityksillä. Kaikki edellä mainitut perustuvat äänen fysikaalisiin ominaisuuksiin, ja näitä fysikaalisia ominaisuuksia on mahdollista havainnollistaa matematiikan keinoin.

Konsonanssi ja dissonanssi eivät ole suinkaan sävelten absoluuttisia ominaisuuksia, vaan käsitys niistä on vaihdellut kulttuureittain, eri historian aikakausina ja

musiikkityylien välillä. Käymme läpi näitä käsityksiä ja sitä, miten matematiikka on vaikuttanut käsitykseen siitä, millainen musiikki on konsonoivaa, miellyttävää ja harmonista.

Musiikin teorian perusteita

Kun käsittelemme musiikin teorian fysikaalista perustaa, emme voi olla keskittymättä erityisesti Pythagoraan havaintoihin musiikin ja matematiikan yhteyksistä – Pythagoras nimittäin käytännössä loi länsimaisen musiikin teorian perusteet.

Pythagoras havaitsi, että soittimen kielten pituudet olivat kääntäen verrannollisia kielestä lähtevän äänen korkeuteen. Tärkeä huomio oli, että mikäli kielen pituus puolitetaan, nousee sävelen korkeus oktaavilla. Käytämme termiä *intervalli*, kun puhumme kahden sävelen välisestä korkeuserosta. Oktaavin ja pohjasävelen välinen suhde on 2 : 1. Tämä tarkoittaa sitä, että 2000 Hz taaajuudella soiva ääni on oktaavin päässä 1000 Hz taaajuudella soivasta äänestä. Tämä on yhteinen havainto kaikista maailman musiikkijärjestelmistä: oktaavin päässä toisistaan olevat äänet koetaan samaksi [1].

Pythagoras kehitti aritmeettisen ja geometrisen keskiarvon lisäksi käsitteen *harmonisesta keskiarvosta*, jo-

¹Kirjoittaja on Helsingin yliopiston opiskelija. Teksti on kirjoitettu alun perin Aalto-yliopiston kurssia *Kristallikukkia peilisaleissa – matematiikka kohtaa taiteen ja arkkitehtuurin* varten.

ka lasketaan kaavalla

$$h(x) = \frac{n}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{x^k}}.$$

Tutkitaan kahden oktaavin päässä toisistaan olevan sävelen välistä keskiarvoa eli lukuja x_1 ja x_2 niin, että $x_2 = 2x_1$:

$$\frac{2}{\frac{1}{x} + \frac{1}{2x}} = \frac{4x}{3}.$$

Tuloksena on 4 : 3, joka on intervallina puhdas kvartti. Kun käännämme kvartin, saamme puhtaan kvintin, 3 : 2:

$$\frac{2}{\frac{2}{4x}} = \frac{3x}{2}.$$

Edellä esitellyt priimi 1 : 1, kvartti 4 : 3, kvintti 3 : 2 ja oktaavi 2 : 1 ovat niin kutsuttuja puhtaita intervaleja: ne on historian saatossa koettu lähes poikkeuksetta harmonisina. Muut intervallit sijoittuvat yhtä lailla kahden oktaavin välille, esimerkiksi suuressa terssissä sävelten välinen suhde on 5 : 4.

Musiikin teoriassa käytetään käsitettä *sävelaskel*. Länsimaisessa taidemusiikissa oktaavissa sävelet ovat kahdentoista puolisävelaskeleen päässä toisistaan, kvartissa viiden ja kvintissä seitsemän. Koska sävelten väliset korkeudet ovat suhteellisia, ei oktaavia ole mahdollista jakaa esimerkiksi kahteentoista osaan niin, että jokainen intervalli olisi puhdas. Kvintit ovat kahden potensseja ja oktaavit puolestaan kolmen monikertoja, joten niiden kerrannaiset eivät kohtaa. Tämän vuoksi on olemassa erilaisia *viritysjärjestelmiä*, joista esimerkkinä voidaan mainita pythagoralainen viritys ja nykyään käytössä oleva tasaviritys. Pythagoralaisessa virityksessä kvinttien puhtaus pyritään maksimoimaan muiden intervallien kustannuksella. Lopputuloksena on, että viimeinen kvintti on komman (12 kvintin ja 7 oktaavin erotuksen) päässä puhtaasta intervallista, ja siten epävireinen ja ulvova. Nykyään käytössä olevassa tasavirityksessä komma jaetaan tasan kaikkien intervallien välille, jolloin jokainen niistä poikkeaa hieman oikeasta, suhteellisesta intervallista. Intervallit muodostuvat tällöin luvun $1 : \sqrt[12]{2}$ potensseista. Ihmiskorva kuitenkin hyväksyy tämän pienoisen virheen [2].

Suhteellisen viritystavan lisäksi tärkeää on kuitenkin myös absoluuttinen vire, jolla tarkoitetaan sen valitun äänen korkeutta, jonka suhteen muut sävelet viritetään. Länsimaisessa musiikissa sävelet viritetään usein niin, että A:n värähtelytaajuus on 440 hertsiä [1].

Sävelasteikon käsitteellä tarkoitetaan musiikkiteoksen pohjana käytettävää rajattua sävelien joukkoa, joista länsimaisessa musiikissa tyypillisimpiä ovat pentatoninen, kromaattinen ja diatoninen. Pentatoninen asteikko muodostuu neljästä puhtaasta kvintistä, kromaatti-

nen sävelasteikko puolestaan on edellä esitelty asteikko, joka jakaa oktaavin kahteentoista puolisävelaskeleen mittaiseen intervalliin. Diatoninen asteikko muodostuu seitsemästä sävelestä, jotka ovat viiden kokosävelaskeleen ja kahden puolisävelaskeleen päässä toisistaan – esimerkiksi pianon valkoiset koskettimet muodostavat diatonisen C-duuriasteikon [3].

Konsonanssi ja dissonanssi

Konsonanssilla tarkoitetaan intervallin harmonisuutta, miellyttävyyttä ja sopusointuisuutta, dissonanssilla vastaavasti riitasointuisuutta, jännitteisyyttä ja epämiellyttävyyttä. Konsonanssi ja dissonanssi ovat jossain määrin kulttuurista, musiikkityylistä ja tilanteesta riippuvaisia, mutta niillä on myös vahva perusta matematiikassa. Tarkastelimme aiemmin eri intervaleja, ja huomaamme nopeasti, että keskimäärin yksinkertaisemmat, pienemmällä kokonaisluvulla ilmaistavat intervallit, esimerkiksi kvintti, 3 : 2, ja suuri terssi, 5 : 4, ovat konsonoivampia kuin esimerkiksi pieni septimi, 16 : 9, tai vähennetty kvintti, 45 : 32. Jälkimmäisiä tosin käytetään runsaasti esimerkiksi bluesmusiikissa, joten konsonanssi ja dissonanssi eivät missään nimessä ole intervallien absoluuttisia ominaisuuksia.

Käsitys konsonanssista ja dissonanssista on muuttunut historian saatossa. Pythagoras kutsui priimiä, kvarttia, kvinttiä, oktaavia ja tuplaoktaavia sinfonioiksi. Näille intervalleille yhteistä on, että ne on mahdollista ilmaista kokonaislukujen 1, 2, 3 ja 4 avulla. Pythagoras hahmotteli myös suurempia, juuri lukusuhteisiin perustuvia yhteyksiä astronomian, geometrian ja musiikin välille. Hän ei pelkästään havainnut geometrisia suhteita musiikissa, vaan oli sitä mieltä, että lukujen ominaisuudet ovat itsessään perusta musiikille [4].

Keskiajalla länsimaisen taidemusiikin teoria kehittyi lähinnä kirkon piirissä ja antiikin ajan tapaan musiikki nojautui puhtaille kvinteille ja oktaaveille. Tritonus-ta, kolmen peräkkäisen kokosävelaskeleen muodostama intervallia, pidettiin paholaisen intervallina, jonka käyttöä välteltiin viimeiseen asti. Nämä kolme kokosävelaskelta ottamalla saamme pohjasävelestä ja viimeisestä sävelestä alennetun kvintin – blues- ja jazzmusiikille keskeisen intervallin.

Keskiajalla terssiä pidettiin dissonoivana intervallina. Tämä muuttui renessanssiajalla, jolloin alettiin käyttää paljon myös terssejä ja sekstejä. Tällöin myös pythagoralaisesta viritysjärjestelmästä oli pakko luopua, ja tilalle kehitettiin nykyisen tasavirituksen kaltaisia viritysjärjestelmiä. Nykymusiikissa erilaisia musiikkityylejä on runsaasti, ja niissä kaikissa on omat, toisistaan radikaalistikin eroavat konventionensa konsonanssin ja dissonanssin suhteen.

Konsonanssi ja dissonanssi eri musiikkityyleissä

Musiikkityylien välillä on suuria eroja siinä, miten niissä suhtaudutaan sekä dissonanssiin yleisesti että tiettyihin dissonoiiviin intervaleihin. Esimerkiksi pop-musiikissa puhtaat, vahvasti konsonoivat intervallit ovat tyypillisiä. Sen sijaan vaikkapa jazzmusiikki on huomattavasti vapaamielisempää dissonoinnin suhteen, ja monia intervaleja, jotka jossain toisessa musiikkityylissä saattaisivat aiheuttaa suorastaan riitasoinnun tunnun, ei jazzissa koeta lainkaan dissonoiviksi.

Eri puolilla maailmaa dissonoiiviin intervaleihin suhtaudutaan eri tavalla, vaikka tapa hahmottaa musiikkia suhteellisten sävelten kautta olisikin hyvin samantyyppinen. Viritysjärjestelmä vaikuttaa tähän paljon: erilaisilla viritysjärjestelmillä saattavat eri sävellajit ja sen myötä eri intervallit olla hyvin erilaisia kuin mihin olemme länsimaisessa taidemusiikissa tottuneet. Tähän voivat vaikuttaa myös muut tekijät kulttuurissa. Esimerkiksi kiinan kieli on niin kutsuttu tonaalinen kieli, jossa sävelkorkeus vaikuttaa sanan merkitykseen. Tämä saattaa luonnollisesti muuttaa käsitystä tietyistä intervaleista tai vähintäänkin herkistää sävelkorkeuksien eroille musiikkia kuunnellessa.

Aiemmin mainittu, keskiajalla paheksuttu tritonus on blues- ja jazzmusiikissa tyypillinen intervalli, jonka jännitettä ei tarvitse erikseen purkaa, kuten esimerkiksi klassisessa musiikissa. Vähennetyn kvintin lisäksi bluesissa käytetään paljon myös vähennettyä terssiä ja septimiä. Bluesissa on lisäksi tyypillistä, että edellä mainittuja nuotteja, ”blue notes”, ei välttämättä alenneta täyttä puolisävelaskelta, vaan nuotti voi olla esimerkiksi suurpiirteisen neljännesaskeleen verran matalam-

pi kuin alkuperäinen, diatonaalisen asteikon sävel.

Vahvasti dissonoivaa pientä sekuntia on perinteisesti pidetty hyvin riitasointuisena lähes kaikissa musiikkityyleissä. Kuitenkin esimerkiksi metallimusiikissa ja raskaassa rockissa pientä sekuntia käytetään luomaan vahvaa jännitettä ja mahtipontisuutta. Dissonanssien ylipäänsä on ajateltu kuvaavan jännitteitä ja kärsimystä, joten musiikkityylistä riippumatta niitä käytetään usein kuvaamaan konflikteja ja tehostamaan teoksen dramaattisia kohtia [6]. Dissonanssi ei siis suinkaan ole jotain, mistä pyrkiä eroon, vaan olennainen osa musiikkia ja siihen eläytymistä.

Viitteet

- [1] <http://math.aalto.fi/~apiola/intmath/musmat.html> (luettu 2.3.2015)
- [2] <http://www15.uta.fi/arkisto/mustut/mute/vir01.htm> (luettu 7.3.2015)
- [3] <http://www2.siba.fi/muste1/index.php?id=14&la=fi> (luettu 7.3.2015)
- [4] <http://www.students.tut.fi/~varria/pythago.htm> (luettu 7.3.2015)
- [5] <http://www.smithsonianmag.com/smart-news/why-do-people-hate-dissonant-music-and-what-does-it-say-about-those-who-dont-120781501/> (luettu 7.3.2015)
- [6] <http://transcendencethroughmusic.blogspot.fi/2011/04/dissonance-in-heavy-metal.html> (luettu 7.3.2015)

Tehtäviä pohdittavaksi

Punnuksia

Tasapainovaa’alla halutaan saada eroteltua massat välillä 1 g, 2 g, . . . , 50 g. Monet painot voi saada yhdistämällä eri painoja, joten viittäkymmentä punnusta ei tarvita. Kahdeksallakin sopivan kokoisella punnuksella selviää, esim. 1 g, 2 g, 2 g, 5 g, 10 g, 20 g, 20 g ja 50 g.

Riittäisikö tehtävään kuuden punnuksen sarja? Entä viiden? Neljän? Kolmen?

Tuhannen tulimmaista

Kuinka monta nollaa on luvun 1000! lopussa? Mikä on luvun viimeinen numero, joka ei ole nolla?

$$1000! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 997 \cdot 998 \cdot 999 \cdot 1000$$

Tehtävät lähetti Aki Halme.