

10.18132/LFZE.2010.10

RATKÓ ÁGNES

A HISTORIKUS HANGOLÁSOK
ELŐADÓMŰVÉSZI SZEMPONTBÓL VALÓ
MEGKÖZELÍTÉSE

DLA DOKTORI ÉRTEKEZÉS

2009

10.18132/LFZE.2010.10

Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem

28. számú művészet- és művelődéstörténeti tudományok besorolású
doktori iskola

A HISTORIKUS HANGOLÁSOK
ELŐADÓMŰVÉSZI SZEMPONTBÓL VALÓ
MEGKÖZELÍTÉSE

RATKÓ ÁGNES

DLA Doktori értekezés

2009

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	III
BEVEZETÉS.....	IV
I. ALAPISMERETEK.....	1
A zenei hang és a felhangsor	1
Hangközök, számarányok	3
Lebegések	8
A konszonancia és disszonancia kérdése	14
Az összeegyeztethetlenségek és a temperálás fogalma	17
II. A PITAGORASZI HANGOLÁS	21
III. A TISZTA INTONÁCIÓ (<i>JUST INTONATION</i>)	32
IV. A KÖZÉPHANGOS HANGOLÁSOK.....	40
V. SZABÁLYTALAN TEMPERATÚRÁK.....	58
A Tempérament Ordinaire.....	61
A jól temperált hangolások.....	68
VI. AZ EGYENLETES HANGOLÁS	88
VII. ÖSSZEGZÉS	92
FÜGGELÉK	94
I. CD mellékletek	94
II. Képek	97
III. Műveletek arányszámokkal	101
IV. Tájékoztató táblázat.....	102
BIBLIOGRÁFIA	103

BEVEZETÉS

Manapság már alig van olyan régi zenét játszó billentyűs játékos, aki a régi hangolások használatának fontosságát megkérdőjelezné. Mégis gyakran lehet tapasztalni, hogy a csembalisták nem tudnak, nem mernek kreatívan bánni ezekkel a hangolásokkal. Csembaloművészi pályafutásom során rendszeresen tapasztaltam, hogy gyakorló régi zenészek, akik a historikus előadói gyakorlat számos kérdésével behatóan foglalkoznak, egészen felületes, vagy minimális ismerettel sem rendelkeznek a historikus hangolások területén. Mi lehet ennek az oka?

Bár a csembalisták maguk hangolják hangszerüket, gyakran kényelmesebbnek és egyszerűbbnek tűnik a hangológéppel történő hangolás. Ennek azonban több hátulütője is van: egyrészt a gépek sokszor pontatlanok, és tudni kellene ebben az esetben is kontrollálni a hangolást; másrészt a gépeken csupán egy-két alaphangolás van, és sok egyéb fontos hangolás, illetve variáns nincs rajta, de ami a legfontosabb: a hangolások valóságos ismerete elmélyültebb viszonyt eredményez a zenével, amit játszunk. Bár első hallásra a mai fül számára egyes történeti hangolások szokatlanok, hamisnak, sőt sokkolónak is tűnhetnek, azonban sok minden szokás kérdése. A különféle hangolásokkal, a hangolások hangzásaival elmélyülten foglalkozva világossá válhat, hogy ezek éppúgy a zene lényegét érintik, mint más aspektusok. Hamisság-érzet helyett ezért helyesebb lenne másságról beszélni. A források többsége arról tanúskodik, hogy a régiek épp az egyenletes hangolás hangzását tartották kibírhatatlanok. Nem megfelelő hangolásban játszva számos darab veszíthet kifejezőerejéből, hiszen a hangolásfüggő súrlódások, amelyet a mai fül első hallásra hamisnak hall, a zene lényegéhez tartoztak, mivel a zeneszerzők gyakran kifejezési eszközként alkalmazták ezeket.

Egy másik lehetséges ok a megközelítés nehézségeiben rejlik. Bár számtalan hangolással foglalkozó munka jelent már meg, az átfogóbb, áttekintő jellegű művek erősen elméleti oldalról közelítik meg a hangolásokat, s a túl sok történeti részlet, avagy az érthetetlen képletek sokasága elriasztja az érdeklődőt. A pusztán teoretikus tézisek keveset mondanak a gyakorló zenésznek; míg a zenei szempontból közelítő munkák viszont inkább részterületekkel foglalkoznak, és már feltételezik az alapok ismeretét. A hangolást pedig a zenéből és a hallási élményekből, legalábbis azzal

feltétlenül összekapcsolva kellene megérteni, akkor haladná meg a pusztai információszerzést és válhatna igazán tartóssá és gyümölcsözővé. A magyar anyanyelvű érdeklődő nehézségeit fokozza, hogy a megfelelő ismeretek megszerzéséhez minimum kettő, de inkább három nyelven szükséges szakirodalmat olvasni.

Jelen munka célja ennek a hiánynak a betöltése a különböző zenei-művészi, történeti és praktikus aspektusok összekapcsolásával, a szükséges matematikai és fizikai alapok szemléletes magyarázatával egybekötve. A munka elsősorban a hangolással ismerkedő gyakorló billentyűs játékosokhoz fordul, ez okból több hangolási gyakorlatot és a tárgyalt hangolások nagy részének hangolási leírását is tartalmazza; a mellékelt hangzó anyag segítségével azonban bármely érdeklődő betekintést nyerhet a különböző régi hangolások izgalmas világába, valamint a hangolás és a zene kölcsönhatásaiba. Reményem szerint e munka segítséget tud nyújtani a legfontosabb historikus hangolások áttekintésében, s a koncertpraxis során egy lehetséges megfelelő hangolás kiválasztásában.

I. ALAPISMERETEK

Ma a zenehallgató az általánosan használatos úgynevezett egyenletes temperatúrához¹ van szokva. Ami ettől eltérő, azt hamisnak, legalábbis szokatlanak hallja. Ha azonban vesszük a fáradtságot és megpróbáljuk hallgatási szokásainkat átnevelni, gazdag hangzásvilág tárul föl előttünk. Zenei köznyelvünk arra mondja, hogy tiszta, ami megszokott intonációs rendszerünknek megfelel. Ahhoz azonban, hogy a hangolással kapcsolatos alapismereteket megértsük, szükséges elszakadnunk a tisztaság fogalmának megszokott módjától.

Ha a következő két kvintet meghallgatjuk (CD 1),² a kettő közötti különbség jól hallható: az első esetben egy sima hangközt hallunk, míg a második kvintnél egy jól hallható lebegés van jelen.

Majd hallgassuk meg a J. S. Bach C-dúr prelúdium (WTK. I.) első 11 ütemének harmóniáit. (CD 2.) Próbáljuk megfigyelni a sima, lebegésmentes akkordok váltakozását a kicsit, illetve az erősen lebegő, szokatlanul hamisnak ható akkordokkal. Ez a hangolás a Kirnberger II., ahol teljesen tiszta és erősen temperált akkordok közvetlenül egymás mellett fordulnak elő, ezért különösen alkalmas arra, hogy kinyissa a fülünket a lebegésmentes és az erősen lebegő akkordok közti különbségre.³

Mi az oka ezeknek a lebegésnek, illetve bizonyos akkordok lebegésmentességének, simaságának? Ahhoz hogy ezt megértsük, tisztáznunk kell pár alapfogalmat.

A zenei hang és a felhangsor

A zenei hang keletkezéséhez valamely rugalmas test periodikus rezgése szükséges. Ezek a rezgések a hangforrástól a levegőn keresztül úgynevezett hosszanti (longitudinális) hullámok alakjában fülünkbe jutnak, s a dobhártyát rezgésbe hozzák, amit azután hallószervünk hangként érzékel. A hangmagasság definiálható a

¹ Szokták *egyenletes lebegésű* temperatúrának is mondani, de ez az elnevezés kicsit félreérthető. Ennek okára a lebegések tárgyalásánál térünk majd ki.

² A hangzó példák listáját lásd az I. függelékben.

³ Attól, hogy a szekundok és szeptimek eleve disszonánsak, s ezért lebegnek, most tekintsünk el, és koncentráljunk csak a lebegés mértékére.

frekvencia (rezgésszám/mp.) fogalmával, amelynek mértékegysége a *hertz* (Hz). Például az $a' = 440$ Hz esetében 440 másodpercenkénti rezgés keletkezik.

Egy magányos szinuszrezgés ›tisztá‹ **hangot** eredményez (ez csak elektronikusan állítható elő). A ›természetes‹ hang fizikai szempontból már **hangzás**: *szinuszhangok* összegéből áll, amelyek rész- vagy parciális hangokként egységgé olvadnak össze. A legmélyebb részhang (alaphang) határozza meg a (természetes) hang frekvenciáját. A felhangok ezzel szemben összetételük és a hangkeltőtől függő rezonanciaerősítés révén bizonyos felhangterületeket, ún. *formánsokat*, hangszínt alkotnak.⁴

Ha például egy húrt megszólaltatunk, nemcsak egyetlen önálló hangot ad ki, hanem a hangok egyfajta összességét is, amelyet egyetlen hangzásként érzékelünk. A húr teljes hosszától eredő, alaphangnak nevezett hanggal együtt az úgynevezett felhangok sora is megszólal, bár ezek nem olyan intenzitásúak, mint az alaphang. A húr a rezgéseket nem csak teljes hosszában veszi fel, hanem felében, harmadában, negyedében, stb. is, a teljes húrral tehát egyre kisebbedő mérték szerint vele rezeg a húr fele, harmada, negyede, stb. is. A lehetséges felhangok sorának elméletileg nincsen határa. Ami azonban a felhangok hallhatóságát illeti, azokat még egy kifinomult fül is csak kb. a 8. részhangig képes kihallani.

A rezgéseket végző húron azonban nem feltétlenül jelenik meg hiánytalanul az összes felhang. Az alaphangnak éppen attól van sajátos hangszíne, hogy vele együtt mely felhangok és milyen intenzitással szólalnak meg.⁵ Például a lágy hangú fuvola felhangokban szegény, az éles hangúak viszont felhangban gazdagok. Ha úgynevezett üveghangokat hozunk létre, amilyeneket a vonóval meghúzott húr ad ki, gyakorlatilag erősebb mértékben emelünk ki bizonyos felhangokat. Ugyanezt a hatást érzük el a fúvós hangszereken az úgynevezett átfújással is.

Az egyszerűség kedvéért nem mindig alaphangról és felhangokról lesz majd szó, hanem részhangokról is. Ezáltal az alaphangból 1. részhang, a kétszeres rezgésszámú 1. felhangból 2. részhang, a háromszoros rezgésszámú 2. felhangból 3. részhang lesz és így tovább. Így a részhangok egymás között természetes számsort alkotnak. Az 1. ábrán láthatjuk, hogyan alakulnak a részhangok a 16. részhangig bezárólag, amennyiben a nagy C-t választjuk alaphangnak.

A részhangok nagy része jelentősen eltér megszokott hangköz-értékeinktől. A különösen erős eltérést nyilak jelzik. A 7. és a 11. részhang lényegesen mélyebben

⁴ M. Ulrich, *Zene*. 2. átdolgozott kiadás. (Budapest: Athenaeum 2000, 2003), 17.

⁵ Nemcsak a felhangokon múlik a hangszín, hanem a hangerőn, a hangindításon és a hang elhalásán is.

fekszik, mint temperált változatuk. Ezeket soha nem vették föl a használatos hangok közé.

1. ábra: A harmonikus felhangsor⁶



Mint azt az ábrán láthatjuk, a felhangsor egymást követő hangjai között a távolság felfelé haladva egyre csökken, valamint minden egyszer előfordult hang minden magasabb oktávban újra visszatér. A sokféle felhang hangközök formájában kerül kapcsolatba az alaphanggal és egymással. Így tehát a hangköz fogalma már egyetlen hang esetében is megjelenik, hiszen a hang belső szerkezetében számtalan hangköz található. A hangközöknek ezt a felhangsorban előforduló alakját nevezzük akusztikusan tiszta zenei hangköznek. A továbbiakban a tiszta hangköz fogalmát ebben az értelemben használjuk.

Hangközök, számarányok

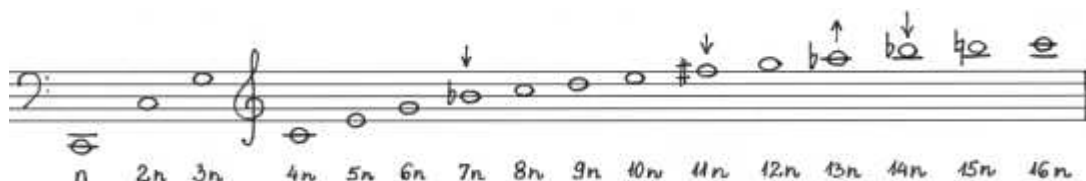
A részhangok sorszámainak egymáshoz való arányai pontosan az adott hangok rezgésszámainak arányait adják vissza. A különböző részhangok között létrejött hangközök arányszámainak le lehet olvasni a felhangok sorszámairól. Például az 1. és a 2. részhang összehasonlítása az oktávot adja ki. Tehát a két adott hang rezgésszámának egymáshoz viszonyított aránya 1:2, a 2:3 arányú hangköz a 2. részhangnak a 3. részhanggal való kapcsolata pedig a kvintet adja ki. Azaz az oktávhang frekvenciaszáma a kétszerese, a kvinthangé pedig háromszorosa az alaphangénak. Például az a' rezgésszáma 440 Hz, ennek 2. részhangja az a'' , melynek rezgésszáma: $440 \times 2 = 880$ Hz.

Így az oktáv a 2:1, a kvint a 3:2, a kvart a 4:3, a tiszta nagy terc az 5:4, a tiszta kis terc a 6:5, a tiszta kis szext a 8:5, tiszta nagy szext az 5:3 stb. arányt kapja. Ezek szerint, ha a C alaphangnak n a rezgésszáma, a többi mindig az n -nek egész számú többszöröse lesz; az alaphang frekvenciája n , a 2. részhang (1. felhang) frekvenciája

⁶ Azért harmonikus, mert a szóban forgó hangok zenei szempontból teljes értékűek. Rajtuk kívül nem-harmonikus felhangok is léteznek a hangok létrehozásának bizonyos módjától függően, amelyek rezgésszáma az alaphangénak nem egész számú többszöröse

$2n$, a 3. részhang (2. felhang) frekvenciája $3n$, stb.; tehát ha összeszorozzuk az alaphang frekvenciaszámát az adott részhang sorszámaival, megkapjuk ennek a részhangnak a rezgésszámát.

2. ábra: A harmonikus felhangsor rezgésszámai



Mint látjuk, a zenei hangközök észlelése szempontjából a frekvenciák aránya a mértékadó, és nem a két frekvencia különbsége. Ebből következik, hogy a felhangok sorszámainál az oktávhangok minden helyzetben úgy aránylanak egymáshoz, mint 1:2 ($2:4$, $4:8$, $8:16$), a kvinthangok, mint 2:3 ($4:6$, $8:12$) stb.

Pontosan fordítva van ez a húrhosszakkal. Az európai középkor és reneszánsz szerzői fizikai hangzó testekkel: húrokkal, sípokkal foglalkoztak, nem pedig frekvenciákkal, s ezért számukra a számolás fordítva jelent meg: az oktáv úgy keletkezik, hogy egy szakaszt két egyenlő részre osztunk, nem pedig szorzás által. A részt vevő arányszámok ugyanazok maradnak. Eszerint egy adott húr hangjának oktávját akkor kapjuk meg, ha a húr hosszúságát változatlan feszítés mellett felére rövidítjük.⁷ A fenti példánál maradva ez azt jelenti, hogy a 2. részhang, a kis *c* oktáv, a nagy *C* húrhosszának felétől származik, rezgésszáma viszont kétszerese a teljes húrénak. Az oktáv hangközt ezért e két hosszúság arányával fejezhetjük ki, vagyis 1:2.

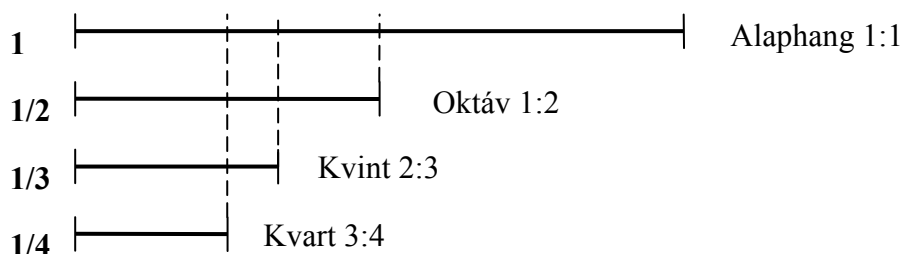
Ha egy húr hosszúságát $2/3$ részére rövidítjük, a kvintet kapjuk meg: például a kis *g* esetében a kis *c* húrhosszának a $2/3$ -a hangzik fel, azaz a kvinthang húrhossza $2/3$ -a az alaphangénak. A frekvenciaszámot tekintve azonban ez tehát fordítva van: az alaphang frekvenciaszáma $2/3$ -a a kvinthangénak, azaz a kvint frekvenciaszáma a $3/2$ -e, azaz másfélszerese az alaphangénak. A kvint az alaphanggal az előbbieket szerint olyan hangközt alkot, amelynek aránya 2:3. A 3. részhang tehát az eredeti húrhossz, a nagy *C* teljes húrhosszának harmadától ered,⁸ viszont háromszor akkora frekvenciával rezeg, mint a teljes húr.

⁷ Ugyanez más hangszereknél a levegőoszlop hosszára is érvényes.

⁸ $1/2$ -nek a $2/3$ -a egyenlő 1-nek a harmadával. ($1/2 \times 2/3 = 2/6 = 1/3$)

A kvartra akkor jutunk, ha a húr hosszúságát $3/4$ részére csökkentjük. Ennek a hangköznek mértéke tehát $3/4:1$, azaz $3:4$. Ez az eredeti húrhossznak, a nagy C teljes húrhosszána az $1/4$ -e,⁹ és négyszer olyan gyorsan rezeg, mint a teljes húr.

3. ábra: Húrhossz-arányok



Ezek a húrhossz arányszámok a reciprok értékei a fentebb leírt frekvencia arányszámoknak. A sort folytatva a következő arányokat kapjuk:

Oktáv	1:2	2:1
Kvint	2:3	3:2
Kvart	3:4	4:3
Nagy terc	4:5	5:4
Kis terc	5:6	6:5
Nagy szext	3:5	5:3
Kis szext	5:8	8:5
Nagy egészhang	9:8	8:9
Kis egészhang	10:9	9:10

Az első oszlopban a húrhosszak, a másodikban a frekvenciák arányai láthatóak.¹⁰

A középkorban Pitagorasznak tulajdonították a hangközök mint számarányok felfedezését, mert a legenda szerint egy kovácsműhelynél elmenve megállapította, hogy a kalapácsütések azért voltak zenei hangközökként hallhatóak, mert súlyuk

⁹ $1/3$ -nak a $3/4$ -e egyenlő 1-nek a negyedével. ($1/3 \times 3/4 = 3/12 = 1/4$)

¹⁰ A szakirodalom egy része ezeket a számokat egységesen használja, általában a kisebb számot előbbre véve. Jelen munka azonban nem egységesíti az arányszámok használatát, hanem mindig az értelemnek megfelelőbb módot használja.

arányos viszonyban állt egymással.¹¹ Ezt az ismeretet különféleképpen feszített húrokra és különböző nagyságú harangokra is áttette (II. függelék, 1. kép).

Pitagorasz találta fel a *monochordot*, és ezt használta a hangközarányok és a húrhosszúságok matematikai vizsgálatához és szemléltetéséhez. Ez egy hosszúka négyszögletes fadestkára – illetve a középkorban már hangszekrényre – feszített húrból állott, amelynek hosszúságát a húr alatt csúsztható stéggel lehetett változtatni. A megpendített húr a feszítéstől és a húr hosszúságától függően más és más hangot adott.

Alexandriai Eukleidész görög matematikus (i.e. 4–5. század) írta le elsőként *Katotomé kanonosz* (A kanón felosztása)¹² című művében a húr különböző felosztásait, és a hangközök matematikai viszonyait.¹³

A monochordnak mint hangszernek elsősorban teoretikus jelentősége volt, de fontos szerepet kapott az oktatásban is, hogy az intonációt segítse. Már Boethius (i.sz. 480–524) is úgy említi, mint a konszonanciák és skálák meghatározásához, valamint az egyszólamú gregorián ének intonációjához szükséges segédeszközt. (II. függelék 2. és 3. kép.)

Egy 11. századi anonim értekezés a következőképpen írja le egy skála monochordon való geometriai konstrukcióját.¹⁴

A monochord egyik végénél [...] helyezd el a gammát, ez a görög *g* [...] oszd aztán ezt a szakaszt ettől a gammától a monochord másik végén levő pontig 9 részre, és ahol a gammától kezdődve az első kilenced végződik, oda írd az *a* betűt. Ez az első lépés. Ettől az első *a* betűtől hasonlóképpen oszd fel aztán ismét a szakasz végéig 9 részre és a következő kilencedhez helyezd a *b* betűt, ez a 2. lépés. Aztán menj vissza az elejére, és oszd az egész szakaszt a gammától kezdődően a következő végéig 4 részre és a 3.

¹¹ A történetet magyarul lásd J. de Grocheo, A zenéről, in *Az égi és földi szépről*. (Budapest: Gondolat, 1988), 440.; vagy L. Mozart, *Hegedűiskola*. Ford. Székely András. (Budapest: Mágus kiadó, 1998), 36.

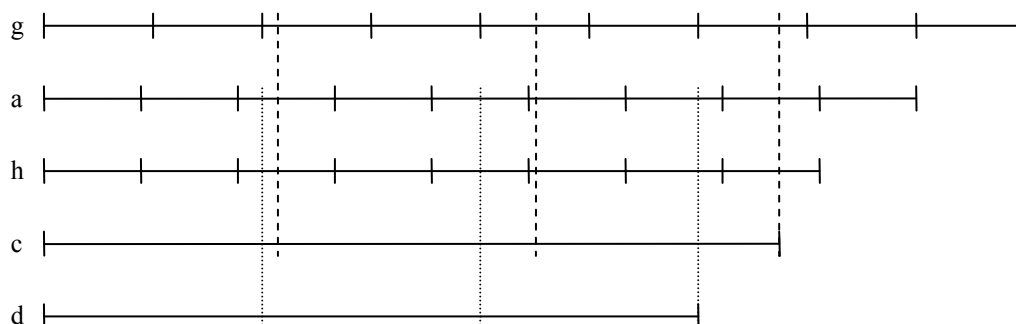
¹² A monochord első elnevezése *kanón* volt.

¹³ A monochorddal kapcsolatos információk forrása B. Brauchli, *The clavichord*. (Cambridge: Cambridge University Press, 1998), 9–13.

¹⁴ „An das eine Ende des Monochords [...] setze ein Γ , das ist ein griechisches G [...] Teile dann (die Strecke) von diesem Γ bis zu dem anderen Punkt am anderen Ende (des Monochords) in neun (Teile), und wo das erste Neuntel von Γ endet, schreibe den Buchstaben A; das heißt der erste Schritt. Von diesem ersten Buchstaben A an teile gleicherweise wiederum bis zum Ende der Strecke neun (Teile) und setze an das Ende des (nächsten) Neuntels den Buchstaben B für den zweiten Schritt. Dann geh zurück zum Anfang und teile (die Strecke) von Γ (bis zum anderen Ende) in vier (Teile) und setze für den 3. Schritt den Buchstaben C. Vom ersten, A, aus teile gleicherweise (die Strecke bis zum Ende) in vier (Teile) und setze für den vierten Schritt den Buchstaben D.” *Scriptores ecclesiastici de musica sacra potissimum*, hrsg. v. M. Gerbert OSB, 3 Bde., St. Blasien 1784, I, 253. Idézi M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”. In F. Zaminer (közreadó). *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 113–114. Saját fordítás.

lépéshez írd a *c* betűt. Az első *a*-tól hasonlóképpen oszd fel a végéig levő szakaszt négy részre, és helyezd a negyedik lépéshez a *d* betűt.

4. ábra: 11. századi Anonim értekezés geometriai szemléltetése



Először tehát két egészhangot (8:9) helyezett egymás mellé: *gamma-a* és *a-b*, ami modern hangnevekkel *g-a* és *a-h*; ezt követően pedig a tiszta kvartot (3:4) képezte a *gammától* és az *a-tól*, hogy a diatonikus skálát *g-től d-ig* megkapja.

A hangolás körüli vita és demonstráció számára a monochord szerepe még sokáig meghatározó maradt. Évszázadokkal később Mattheson is részletes leírást ad róla a *Der vollkommene Cappelmeister* című művében, és elmagyarázza, hogyan lehet vele a különféle arányú hangközöket kipróbálni.¹⁵ Leopold Mozart Hegedűiskolájában úgyszintén a monochordhoz irányítja a tanulókat.¹⁶

Az arányszámokban való gondolkodás a középkoron és a reneszánszon át egészen a 18. századig meghatározta a zeneteóriai spekulációkat. Az egyes arányok kifejezésére a Boethius *Institutio Arithmetica* című művében használatos és ismert terminológiát használták. Ezeknek a különféle arányoknak a segítségével, mint például a *multiplex*, *superparticularis*, *superparciens*, lehetett a hangközöket is leírni.¹⁷

E spekulációkhoz szükséges műveleteket a következőképpen lehet elvégezni az arányszámokkal: ha két hangközt összeadunk, akkor arányszámaikat össze kell egymással szorozni ahhoz, hogy az így nyert hangköz arányszámát megkapjuk. Például kvint + kvart = oktáv: $3/2 \times 4/3 = 2/1$.

¹⁵ J. Mattheson, *Der Vollkommene Capellmeister. Neusatz des Textes und der Noten*. (Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 1999), 105.

¹⁶ L. Mozart, *Hegedűiskola*. Ford. Székely András. (Budapest: Mágus kiadó, 1998), 92.

¹⁷ Magyar nyelven lásd például A. M. S. Boëthius, A zenéről és J. de Grocheo, A zenéről, in *Az égi és földi szépről*. (Budapest: Gondolat, 1988), 148–149 és 440.

Avagy vegyük az egyszerű hármashangzat esetét: tiszta nagy terc + tiszta kis terc = tiszta kvint; azaz $5/4 \times 6/5 = 30/20 = 3/2$. A hármashangzat legalsó és legfőbb hangja a 2:3 (= 4:6) viszonyban állnak, ami a tiszta kvint aránya. A hármashangzat, mint a 4:5:6 arány könnyen alkalmazható ismét reális frekvenciákon. Ez nagyon szépen bemutatatható az A-dúr hármashangzat esetében: $a' = 440$ Hz, $cisz'' = 550$ Hz, $e'' = 660$ Hz.

Ha egy hangközt a másiktól elveszünk, azaz kivonás esetén viszonyszámaikat osztani szükséges, például: kvint – tiszta nagy terc = tiszta kis terc: $3/2 : 5/4 = 6/5$.¹⁸

A logaritmusok használata később lehetővé tette a hangközök számszerű leírását. Euler 1739-ben javasolja a kettes alapú logaritmus használatát, ez megfelel a hangok oktávokban való tagozódásának. 1875-ben A. J. Ellis bevezeti a ma használatos centszámítást, melynek mértékegysége a *cent*. Ez a rendszer az egyenletesen temperált félhangot 100, az oktávot, ami 12 ilyen félhangból áll, 1200 egyforma részre osztja föl. A centszámítás legfontosabb előnye, hogy a cent mértékegység használatával az oktáv 2:1 arányát 1200 fokú lineáris skálává alakítjuk, tehát számtani különbségek adják meg a hangközviszonyokat. Hátránya azonban, hogy az előbb bemutatott szemléletes, egyszerű arányok helyébe tizedes törtek lépnek, s ezek nem árulnak el semmit a hangok rokonságairól.

Lebegések

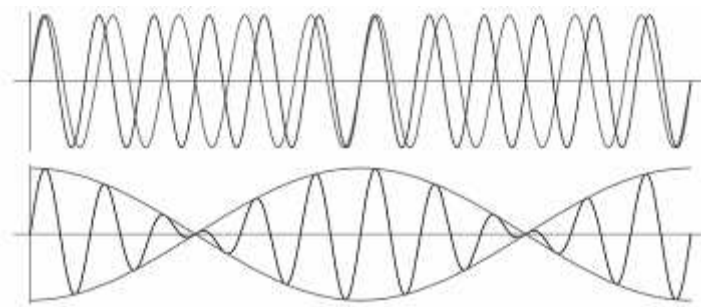
A hangköz mint 2 hang egymásra helyeződése egyben 2 felhangsor egymásra helyeződése is. Amikor egy akusztikusan tiszta hangközt hallunk, sima lebegésmentes hangzásról beszélhetünk. Ez a lebegésmentesség, ami egyben a tisztaság felfogását lehetővé teszi, a két egymásra helyezett hang közös felhangjainak egybeolvadása következtében lehetséges. A *tisztára hangolás* tulajdonképpen azt jelenti, hogy e közös felhangokat többé-kevésbé egymást fedővé tesszük. Amikor az összeilleszkedés tökéletes, a hangköz akusztikusan tiszta lesz.

Ha azonban a két hang részhangjainak egybeesése nem perfekt, akkor lebegések keletkeznek. Ugyanis ha két nem teljesen egyező hangmagasságú hang egyszerre szólal meg, – azaz két kis frekvenciakülönbségű, csaknem azonos hullámhosszú hanghullám egymásra helyeződik –, akkor ez a hangerősség periodikus emelkedését

¹⁸ Törtet törttel úgy osztunk, hogy a reciprokjával összeszorozzuk.

és csökkenését eredményezi. A hangerőnek ez a hullámozása a lebegés. Gyorsasága a felhangzó hangok frekvenciájának különbségétől függ. Minél nagyobb a különbség annál gyorsabb a lebegés. Az akusztikusan tiszta lebegésmentes egyenes hangtól távolodva a hang elkezd lassan pulzálni. Ez a pulzálás fokozatosan egyre gyorsabb lesz, mindaddig, míg már pusztán a hang egyfajta érdekességeként észleljük, és a lebegési impulzusokat egyenként már nem érzékeljük. Nagyjából a negyedhang távolságot elérve két külön hangként halljuk, amelyek közelségük miatt súrlódnak egymással.

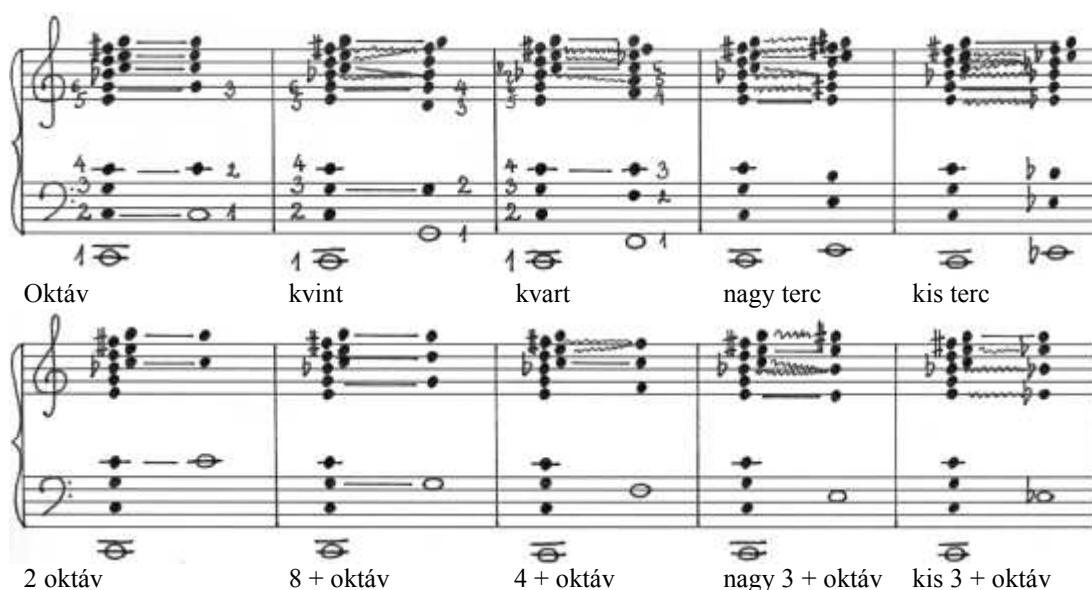
5. ábra: Lebegés



Mivel egy adott hang egy másik hang felhangjaival és a hangok felhangjai egymással is lebegéseket és súrlódásokat tudnak okozni, ezért az említett effektus nemcsak egymáshoz közeli hangoknál, hanem nagyobb hangköztávolságoknál is létrejöhet.

Tehát ha a 6. ábrán látható, az első pár hangköznel sorszámokkal ellátott közös felhangok nem esnek egybe, akkor ezek között lebegés jön létre. Az ábrán az egybeeső felhangokat egyenes vonallal, a kis szekund távolságra lebegőket pedig hullámossal kötöttük össze. Azonban az egybeeső felhangok mellett is maradnak lebegések a magasabban fekvő felhangok között, ezek minél magasabban vannak, annál kevésbé zavaróak. A felhangok intenzitása ugyanis a magasabb hangok irányában gyengül.

6. ábra: Közös felhangok



A közös felhangok egybeesései a következők:

- Prím: teljes egybeolvadás.
- Oktáv: az alaphang minden második részhangja egyezik az oktáv részhangjaival. 2.=1., 4.=2., 6.=3.
- Kvint: az alaphang minden 3. részhangja egyezik a kvint minden 2. részhangjával. 3.=2., 6.=4., 9.=6.
- Kvart: az alaphang minden 4. részhangja egyezik a kvart minden 3. részhangjával. 4.=3., 8.=6., 12.=9.¹⁹

A diszsonáns hangközöknél hiányoznak a közös felhangok, például a szekund, a szeptim és a tritonus esetében a felhangsor részhangjai egyáltalán nem esnek egybe, hanem egymás mellett vannak, ezért amúgy is minden súrlódik és lebeg. Azt is láthatjuk, hogy az oktávon túli hangközök esetében kevesebb közös felhang fordul elő, mint a szűkebb helyzetnél, mivel a felhangok területe egymástól távolabb van, és kevésbé fedik egymást. Minél távolabb van tehát két hang egymástól, annál kevesebb lebegési lehetőségük van. Ezért nem mindegy bizonyos hamis akkordok helyzete, s ezzel a kor szerzői számoltak.

A felhangsorban följebb haladva csökken érzékenységünk az elhangolási eltérések, a hamisság iránt. A prím, az oktáv, a kvint és a kvart sok közös részhanggal rendelkeznek és már az alsó területen, ahol ezek a legjobban hallhatóak, ezért itt lehet a lebegéseket is legjobban meghallani. Mivel ezek a részhangok

¹⁹ Ezek ugyanazok a számok, amelyek a fentebb leírt frekvencia és húr hossz-arányszámok voltak.

pontosan egybeesnek, ezek a hangközök magas konszonanciafokkal rendelkeznek. Ezen kívül az oktáv, a kvint és a kvart felhangsorában nincs, vagy nagyon kevés az előforduló kisszekund-súrlódás a részhangok között. Érthető, hogy a középkortól ezeket *tökéletes* konszonanciáknak nevezték, szemben a terccel és a szexttel, amelyek úgynevezett *tökéletlen* konszonanciáknak számítottak. Werckmeister a következőket írja erről:

Mert az bizonyos, hogy az *oktáv* semmi, a *kvint* és a *kvart* egy kevés, a *nagy terc* valamivel több, a *kis terc*, ugyanígy a *szextek* még több *temperálást* tűrnek el [...] annak oka, hogy a tökéletes *konszonanciák* a temperálást nem fogadják el és ezeknél a tisztátalanságot jobban észre lehet venni, mint a tökéletleneknél, a természetben rejlik. Mert minél tisztább és gyengédebb valami, annál jobban érezhető rajta a hiba vagy a folt [...] Így van ez a temperatúráknál, ezért ne tegyünk túl sok tisztátalanságot a tökéletes *konszonanciákba*, hanem inkább a tökéletlenekbe [...] ²⁰

Ha azonban nem esnek egybe ezek a közös felhangok, épp ugyanezen oknál fogva rendkívül sok lebegés keletkezhet, és e hangközök hangolásánál ez sokat segíthet a tisztaság megítélésében. ²¹

A tercek és a szextek esetében több súrlódó részhang fordul elő, mint egybeeső. Ezáltal ezek a hangközök kicsit érdekesebben szólnak. A terc intonációját csaknem minden forrás toleránsabbnak tartja. Emellett a közös felhangok miatt a kis terc még valamivel nagyobb játékteret enged meg, mint a nagy terc. Például a 6. ábrán láthatjuk, hogy a kis terc esetében az *e-esz* súrlódás már előbb van, mint az első közös részhang, a *g*. A tercek és a szextek ezért szebben, simábban szólnak tágfekvésben, mert kevesebb hasonló súrlódás jön létre. A szexteket minőségileg a tercekkel közel egyformának tartják.

Azoknál a hangközöknél, ahol természetüknél fogva súrlódás van jelen, a lebegésekre is kevésbé érzékeny a fül. Épp ezért a tercek és a szextek több hangolási eltérést, hamisságot tűrnek el, mint az oktáv, kvint és kvart, mint ahogyan ez a

²⁰ „Denn das ist gewiß / dass die *Octava* nichts / die *Quinta* und *Quarta* wenig / die *Tertiæ majores* ein mehrs / die *Tertiæ minores* noch mehr / also auch die *Sexten* / in denen *Temperaturen* vertragen können [...] Daß aber die vollkommenen *Consonantien* die *Temperatur* nicht annehmen wollen / und die Unreinigkeit noch eher an denen vermercket wird / als an den unvollkommenen / hat seine gründliche Ursache aus der Natur: Denn ie reiner und zarter ein Ding ist / ie eher man den Mackel und Flecken darinnen spüret [...] Also ist es beschaffen mit den *Temperaturen* / da man nicht zuviel unreines in die vollkommene *Consonantien* hinein jagen / sondern den unvollkommenen das meiste zueignen soll [...]“ A. Werckmeister, *Musicalische Temperatur. Quedlinburg 1691*. (Utrecht: The Diapason Press, 1983), 4–5. Saját fordítás.

²¹ Ezért érdemes a hangolás gyakorlását e hangközök tisztára hangolásával kezdeni.

Werckmeister idézetből is kiviláglott. Fülünk érzékenysége a közös felhangok lebegése iránt a hangköz disszonanciafokának növekedésével csökken.

Összefoglalva: egy hangköz tisztára hangolásához a lebegő közös részhangokat kell azonos hangmagasságra hozni. Ebben a folyamatban a legjobban hallható mélyebben fekvő részhangok a fontosak. A megfelelő egybeeső hangmagassághoz közeledve a lebegés lassul, majd eltűnik.²² Ha egy hangköz akusztikusan tiszta, akkor komplementer hangközének is akusztikusan tisztának kell lennie. Érdeemes tehát ezeket a hangolásnál kontrollálni, és ezeket a hangközöket egymással összevetve pontosítani.

Fontos még tudnunk a temperált hangközök lebegésével kapcsolatban, hogy minél magasabban helyezkedik el egy hangköz, annál gyorsabb a lebegés, – és annál nagyobb a frekvenciakülönbség – ugyanannyi centkülönbség esetén.²³ Feltétlenül megjegyzendők a praktikus hangolás szempontjából a következő arányok: egy ugyanannyival temperált hangköz egy oktávval följebb kétszer annyit lebeg, kvinttel följebb pedig másfélszer annyit (duola-triola arány). Amennyiben az oktávon belül a temperált kvint alul helyezkedik el, a fölül lévő komplementer kvart lebegése az alsó kvint lebegésének kétszerese. Ennek oka az, hogy közös felhangjaik egy oktáv különbséggel helyezkednek el. Amennyiben viszont a temperált kvart helyezkedik el alul, a két hangköz ugyanannyit lebeg, mivel közös felhangjaik egybeesnek.

7. ábra: A komplementer kvart és kvint közös felhangjai



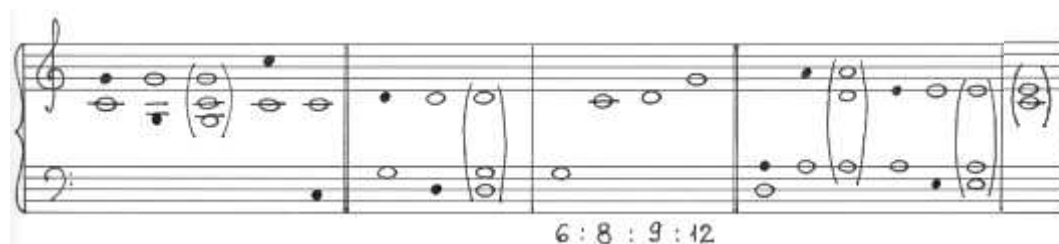
Mivel sokkal könnyebb összehasonlítani egy kvartot egy ugyanannyit lebegő kvinttel, ez a fajta fölosztás a gyakorlati hangolás szempontjából jóval hasznosabb, és remek kontroll az oktáv megfelelő tisztaságának ellenőrzésére. Tehát amennyiben

²² Előfordul, hogy egy húr anyaga nem teljesen homogén és a húrnak van egyfajta önlebegése. Ezt egy kis gyakorlattal ki tudjuk szűrni a hangzásból.

²³ Ezért nem szerencsés az *egyenletes lebegésű temperatúra* elnevezés, mert bár a kvintek hasonló mértékben szűkebbek a tisztánál, azaz centértékük ugyanakkora, mégis ezek a kvintek különböző hangmagasságban különbözőképpen lebegnek.

az oktáv tiszta, temperálás esetén az alsó kvart ugyanannyit lebeg, mint a kiegészítő kvint. Értelmszerűen amennyiben egy kvintet szűkítünk, a kiegészítő kvartja bővebb lesz a tisztánál, és megfordítva, ha a kvintet bővítjük, a kvart lesz szűkebb. Ezt nem árt tudatosítani a komplementer hangközök hangolásakor.

8. ábra: 1. és 2a-b gyakorlat²⁴



Vegyünk a hangológépről egy *c'*-t, majd hangoljunk rá egy tiszta kvintet. Amennyiben a *g'* túl magas volt, lefelé kell a húrt eresztetni, amennyiben alacsony, fölfelé húzni. Kezdetben azonban, a húrszakadás elkerülése érdekében, a biztonság kedvéért jobb, ha először mindenképpen lefelé engedjük a húrt, s ha a lebegések gyorsulnak, az azt jelenti, hogy a kvint szűkül, s ez esetben mégis fölfelé kell hangolni, ha viszont lassulnak, akkor a kvint bő volt, és engedhetjük tovább a húrt lefelé. Hallgassuk meg a lebegéseket, ahogyan a tisztasághoz közeledve lassulnak, majd a kvint kisimul. Fontos megjegyezni: nem mindegy, hogy egy hang alsó hangját hangoljuk a felsőhöz, vagy megfordítva. Ebben az esetben például, amennyiben a kvint alsó hangját hangolnánk hozzá a felsőhöz, fordított eset állna fenn: a kvint lebegésének gyorsulása jelentené azt, hogy a kvint bő volt, és még tovább lefelé hangolva a kvint alsó hangját, értelemsszerűen tovább bővülne; míg ha az alsó hangot lefelé hangolva lassul a lebegés, akkor a kvint szűk volt, és épp a tisztaság felé közeledünk.

Ezután hangoljuk meg lefelé az oktávot a *g'*-hez. Ha tiszta az oktáv, a kvartnak is tisztára kell kijönnie.²⁵ Végezetül hangoljuk hozzá az egyvonalas és a kis *c*-t.²⁶ Ekkor

²⁴ A gyakorlatok során a következő jelöléseket használjuk: üres kottafejjel jelöljük a kiinduló hangot, amihez hangolunk, fekete kottafejjel pedig a hangolandó hangot. Zárójelbe tesszük az összehasonlítandó hangközöket. A temperálandó hangközöket vonallal kötjük össze, a tisztákat pedig egymás alá írjuk.

²⁵ Az oktáv kontrollálására a komplementer kvart és kvinten kívül alkalmazhatjuk a nagy terc és nagy decima összehasonlítását. Ebben az esetben az *esz-g* tercnek ugyanolyan gyorsan kell lebegnie, mint az *esz-g'* decimának.

²⁶ Mivel a későbbiek folyamán a kis és a kétvonalas *c* között temperálunk, célszerű ezen a területen belül a meghangolt hangokhoz az oktávot is meghangolni. Később, ha már gyakorlottabbak vagyunk,

kipróbálhatjuk a közbülső kvarttal való kontrollálást is: ha pontos az oktávunk, a c - f kvartnak ugyanannyit kell lebegnie, mint az f - c' kvintnek, és egy oktávval följebb ugyanígy. Ez esetben tehát nem számít, hogy az f még nincs behangolva.

A konszonancia és disszonancia kérdése

Pitagorasz rájött, hogy egy hangközt annál konszonánsabbnak érzünk, minél kisebb egész számok arányával fejezhető ki. A legkonszonánsabb hangköz az 1:2 aránnyal kifejezhető oktáv, azután következik a kvint, majd a kvart. Ezek az úgynevezett tökéletes konszonanciák.²⁷ A görög hangközelmélet a többi hangközt ezekből vezette le, és ezek bonyolult számarányai miatt disszonánsak. Így például az egészhangot kettő, a nagy tercet négy egymásra helyezett tiszta kvintből származtatták.

A görög hangközelmélet alapvető hatást gyakorolt a hagyományos európai zeneteóriára, mely szerint a tökéletes konszonanciának számító oktáv a legjobban összeolvadó hangköz. Ezért fordulhat elő, hogy kevésbé gyakorlott hallgatók egy hangnak hallják az oktávot. A hangok elnevezése is mutatja ezt, hiszen az oktáv távolságra lévő hangoknak ugyanaz a nevük. Emiatt az oktáv esetében már egy nagyon kicsi elhangolás is észrevehető. Ennek okát láthattuk a közös felhangok elhelyezkedésében.

A kvintet szintén tökéletes konszonanciának tartották. Bár már kisebb elhangolás iránt is érzékeny, tolerancia határa az oktávénál mégis nagyobb. A legkorábbi többszólamú zene, a kvint- illetve kvint-kvartorgánium ki is használja a kvintnek ezt az összeolvadási képességét a hangzások kiszélesítése és intenzívebbé tétele érdekében. Az orgonaépítésben is található ennek egy paralel formája, a mixturák,²⁸ melynek célja nem a többszólamúság, hanem az alaphang gazdagítása. A kvint az egyetlen hangköz az oktáv és a prím mellett, amelynek zárlatképessége van, azaz hangzásbeli stabilitást ad, anélkül hogy folytatást kívánna a fül.

A kvart a kvint kiegészítő hangköze. Bár egyszerű számarányai miatt elvileg tökéletes konszonanciának számít, mégsem tartották korlátlanul konszonáns képességűnek, és disszonánsként kezdték el kezelni, hogyha nem volt egy kvint vagy egy terc alatta. Werckmeister szerint:

lehet kvintekben és kvartokban felváltva hangolni, a kis f és az egyvonalas f között. Ez gyorsabb, de kevésbé pontos, mivel kevesebb kontrollra ad lehetőséget.

²⁷ Konszonanciák csak a *genus multiplex* és a *genus superparticulare* csoportban találhatók.

²⁸ Több magasan fekvő oktáv és kvint sipsor kombinációja.

Az, hogy a *kvartot* némelyek *tökéletlen konszonanciának* vagy *disszonanciának* tartják, onnan ered, hogy amikor magában áll vagy a *kvint* alá helyeztetik, mivel nem a rendes helyén van és természetellenes, [...] emiatt *feloldást* kíván [...] ha azonban megfelelő helyén van, akkor épp oly *tökéletes*, mint a *kvint* [...] ²⁹

Említettük már, hogy a görög hangközelmélet a többi hangközöt a tökéletes konszonanciákból vezette le. Így létrejött:

- az egészhang, mint két egymásra helyezett kvint – oktáv:
 $(2/3 \times 2/3) : 1/2 = 2/3 \times 2/3 \times 2/1 = 8/9$; de úgy is megkapjuk, ha a tiszta kvintból levonunk egy tiszta kvartot: $2/3 : 3/4 = 2/3 \times 4/3 = 8/9$;
- a pitagorasz nagy terc ³⁰ két ilyen egészhang összegeként: $8/9 \times 8/9 = 64/81$, avagy mint négy egymásra helyezett tiszta kvint mínusz két oktáv:
 $(2/3)^4 : (1/2)^2 = (2/3)^4 \times (2/1)^2 = 64/81$;
- valamint a kis félhang, mint a tiszta kvart és a pitagorasz nagy terc különbsége: $4/3 : 81/64 = 256/243$.

Hangoljunk az előbb meghangolt kvintünkre még egy tiszta kvintet, azaz a *g*-re egy kvintet fölfelé, majd a *d'*-hez egy oktávot lefelé. Ha tiszta, lebegésmentes a *g-d'* kvint, akkor a *d-g* kvartnak is lebegésmentesnek kell lennie. A két tiszta kvint egymásra hangolásával megkaptuk a 8:9 arányú egészhangot: *c'-d'*. (8. ábra, 2a gyakorlat.) Erre további két kvintet hangolva (*d-a*, *a-e'*), még egy bő egészhangot helyezünk az előzőre, s megkapjuk az említett pitagorasz nagy tercet, ami értelemszerűen szintén igen bő lesz. (8. ábra, 2b gyakorlat) Ebből láthatjuk, hogy a tiszta kvintek és a tiszta tercek nem kongruensek. Hallgassuk meg az így nyert bő tercet és a bő szekundokat! (CD 3.)

Majd hangoljuk lejjebb az *e*-t egészen addig, amíg a lebegés megszűnik, s a *c-e* terc kitisztul. Ha kétmanuálos csembalónk van, megtehetjük, hogy a felső manuálra hangoljuk a tiszta tercet, hogy jobban össze tudjuk hasonlítani a pitagoraszival. (CD 4.)

A fenti ismeretlen szerzőtől származó leírást megnézve azt láttuk, hogy a nagy terc, ami a *g* és *h* között keletkezett, ott sem a felhangsorbelt 4:5, hanem 64:81

²⁹ „Das aber die *quarta* von etlichen vor eine *imperfecta Consonans* oder *Dissonans* gehalten wird / kömmt daher / wenn sie bloß *profundamento*, oder unter die *quinta* gesetzt wird / da sie doch ihren rechten Sitz nicht hat / und eine Verkehrung der Natur vorstellet [...] und deswegen eine *Resolution* verlanget [...] wenn sie aber in ihrer rechten Ordnung stehet / so ist sie so *perfect* als die *Quinta* [...]” A. Werckmeister, *Musicalische Temperatur. Quedlinburg 1691*. (Utrecht: The Diapason Press, 1983), 27–28. Saját fordítás.

³⁰ Az elnevezés onnan ered, hogy négy akusztikusan tiszta kvintet hangoltunk egymásra, amely a pitagorasz rendszer sajátja.

arányú, mivel két 8:9 arányú nagy egészhangot helyezett egymás mellé. A nagy terc ugyanis még a középkorban is két nagy egészhangból állt össze, az akkoriban használatos *ditonus* elnevezés is ezt tükrözi. Hallhattuk, hogy ez sokkal nyugtalanabban, érdeesebben hangzik, mint a lebegésmentes, akusztikusan tiszta változat; bár első hallásra az egyenletes temperatúrához szokott hallgató számára mindkét terc szokatlannak tűnhet: az akusztikusan tiszta túl szűknek, a pitagorasz pedig túl bőnek. Ezért számítottak a tercek a középkorban még disszonanciának, és igényeltek feloldást; csak amikor a 15. században a bő pitagorasz terc helyett a felhangsorbeli 4:5 arányú natúr nagy tercet kezdték el használni, akkor értékelték át konszonanciává. Innentől kezdve a tercek a szextekkel együtt *tökéletes konszonanciáknak* voltak besorolva. A terceknek ez az átértékelése, mint azt a későbbiekben látni fogjuk, a megváltozott kompozíciós normákkal függött össze. Ez a fejlődés értelemszerűen kihatással volt a hangolás kérdésére is, erről a későbbiek folyamán még részletesebben lesz szó.

Ha most a *c-d-e* szekundmenetet a *c*-hez képest már tisztára hangolt *e*-vel játsszuk el, két fajta egészhangot figyelhetünk meg: ugyanis a 9. részhang a tiszta nagy tercet harmonikusan osztja fel: 8:9:10.³¹ (CD 5.) Tiszta intonációban, ahol a kvintet és a tercet is tisztán intonáljuk, szükségszerűen ezt a kétfajta egészhangot kapjuk meg: nagy egészhangot (8:9), és a kis egészhangot (9:10).³²

A felhangsorban a már említettek mellett föllép egy harmadik fajta egészhang is: a 10:11-es egészhang. (Lásd 1. ábra.) Ezt azonban, mivel már csaknem félhang, nem vették tekintetbe.

Nézzük meg a következő, korban tipikus Clemens non Papa kadencia basszus és tenor szólamát:

1. kottapélda: Papa *Frais et gaillard*, 120–122. ütem



³¹ 4:5 = 8:10

³² Ennek a hangolásnak a följebb említett összeegyeztethetlenség miatt korlátai vannak, melyekről később lesz szó részletesebben.

Amennyiben a basszus szólam lelépő kvartját és kvintjét tisztán intonáljuk ($4:3:2 = 8:6:4$), s erre a tenor vertikálisan tiszta nagy tercet ($5:4 = 10:8$), tiszta kvintet ($3:2 = 9:6$), majd tiszta oktávot ($2:1 = 8:4$) énekel; akkor a tenorban horizontálisan a fent jelzett arányokat kapjuk. Következésképpen a két egészhang nem lesz egyforma: az első szekund valamivel szűkebb ($10:9$) lesz a másodiknál ($9:8$). (CD 6.)

A kétféle egészhang megkülönböztetése a különböző forrásokban is megtalálható. A kis egészhangot tehát úgy kapjuk meg, ha a tiszta nagy tercből levonunk egy nagy egészhangot: $4/5 : 8/9 = 4/5 \times 9/8 = 36/40 = 9/10$. A tiszta kvartból egy tiszta kis tercet levonva ugyanezt az egészhangot kapjuk: $3/4 : 5/6 = 3/4 \times 6/5 = 18/20 = 9/10$. A Kirnberger II. hangolásában idézett Bach prelúdium pár ütemében (CD 2.) ugyanezt a kétfajta egészhangot figyelhettük meg, mivel ebben a hangolásban a G-dúr és a C-dúr is teljesen tiszta, ezáltal a *c-d-e* lépés esetében létrejön ez a kétfajta egészhang.

Az összeegyeztethetlenségek és a temperálás fogalma

A terc esetében láthattuk, hogy a tiszta tercet nem kapjuk meg úgy, hogy tiszta kvinteket hangolunk egymásra. A felhangsorbeli tiszta hangközöket használva ugyanis hamarosan bizonyos problémák lépnek föl, különösen, amennyiben egy zárt tonális rendszert szeretnénk, illetve amennyiben oktávonként csak 12 billentyű áll rendelkezésünkre.

A négy, akusztikusan tiszta kvint egymásra hangolásával nyert bő pitagoraszi tercnél ($81/64$) tehát jóval szűkebb az akusztikusan tiszta terc ($5/4$). A köztük levő különbség a *szintonikus komma*, melyet *terckommának* vagy *didimoszi kommának* is hívnak, arányszáma pedig $81/80$. (CD 4.) Ebből az is következik, hogy a kétfajta egészhang közti különbség is a szintonikus komma, mivel a nagy egészhanghoz egy másik nagy egészhangot adva pitagoraszi tercet, kis egészhangot adva pedig tiszta nagy tercet kapunk.

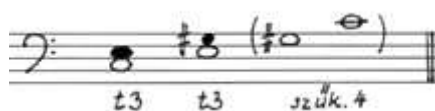
A különféle historikus hangolásokban mind az akusztikusan tiszta, mind a pitagoraszi bő terc sokszor fordul elő, aszerint, hogy az adott hangolás a tiszta terceket, vagy a tiszta kvinteket részesíti inkább előnyben, és a kettő közti átmenetnek legkülönbözőbb fajtáit is megtalálhatjuk.

Ha további tiszta kvinteket hangolunk az eddig egymásra hangoltakra, akkor újabb összeegyeztethetlenségbe ütközünk: a 12. hanghoz érve ugyanis nem ugyanahhoz a hanghoz érünk, amelyről kiindultunk, hanem egy, a félhang negyedével magasabb hanghoz. Azaz 12 tiszta kvint fölfelé nem ugyanazt a hangot adja, mint 7 tiszta oktáv fölfelé. Ez a különbség a *pitagoraszi* vagy *diatonikus komma*.³³ A rendszer nem zárul be.

Amennyiben három akusztikusan tiszta nagy tercet hangolunk egymásra, akkor sem az oktávra érkezünk, hanem valamivel lejjebb. A különbség az *enharmonikus komma* vagy *kis diézis*.

Hangoljunk az előbbieken meghangolt *c-e* tiszta terc után még egy tiszta tercet az *e-re*, majd hallgassuk meg a *gisz-c'* hangközt. (CD 7.)

9. ábra: 3. gyakorlat



Az 1/4 komma középhasos hangolásban, mivel a lehető legtöbb akusztikusan tiszta tercet szerették volna megkapni, két egymásra helyezett tiszta terc fölött az oktáv harmadik terce lett ilyen használhatatlanul bő, inkább szűkített kvarttnak nevezhető hangköz. A kettő tehát határozottan különbözik egymástól, és a zenei kifejezés lehetőségeit fokozza, amikor egy tiszta nagy terc jelentősen különbözik a szűkített kvarttól. Hallgassuk meg ennek illusztrálásaképp a következő ütemet Froberger egyik tokkátájából. (CD 8.)

2. kottapélda: Froberger Toccata (FbWV 102), 7. ütem



³³ A pitagoraszi és a szintonikus kommát, valamint a különféle egészhangok összegét és különbségét arányszámokkal is kifejezve lásd a III. függelékben.

Kis tercek egymásra helyezése esetén a különbség a nagy diézis, ez még nagyobb, mint a nagy tercek esetében.

A pitagoraszai komma értéke centben kifejezve 23,5, a szintonikus kommaé pedig 21,5 cent, ez a félhangnak kb. $1/4$ -e, ill. $1/5$ -e.³⁴ A kettő különbsége az úgynevezett *szkizma*. Ez nagyon kicsi érték, ezért a szakirodalom és a traktátusok sokszor egyszerűen csak kommáról beszélnek, de azért általában jobb tudni a különféle hangolások megvalósításánál, hogy éppen melyik kommáról van szó. Az enharmonikus komma (kis diézis) csaknem kétszerese, a nagy diézis csaknem háromszorosa ezeknek.

Láthatjuk tehát, hogy lehetetlen a különféle hangközöket ideális, akusztikus tisztaságukban egy rendszerben egyesíteni: ha a kvintek tiszták, nem stimmelnek a tercek, illetve 12 kvint egymásra hangolása esetén az oktáv; és megfordítva, ha a nagy tercek tiszták, nem stimmelnek a kvintek, illetve három nagy terc egymásra hangolása esetén az oktáv. Ennek következtében egy billentyűs hangszeren egy adott hangolási rendszernek mindig előtérbe kell helyeznie egyes hangközöket mások rovására. Minél több tiszta kvintet hangolunk egymásra, annál több bő pitagoraszai nagy tercet kapunk, azonban ha zárt rendszert akarunk kapni, a pitagoraszai kommát valamilyen módon szét kell osztani a kvintek között. Amennyiben a kvinteket egyáltalán nem temperáljuk, hanem tisztára hangoljuk, egyetlenegy kvint lesz a tisztánál egy pitagoraszai kommával szűkebb. Míg ha tiszta nagy tercet szeretnénk, akkor a pitagoraszai terc és az akusztikusan tiszta terc közötti különbséget, a szintonikus kommát kell elvonnunk a négy egymásra épülő kvintből, azaz valahány kvintet szűkebbre kell ezek közül temperálni.

A historikus hangolások tehát, aszerint, hogy a tercet vagy a kvintet részesítették előnyben, vagy a szintonikus vagy a pitagoraszai kommát osztják szét bizonyos számú kvint között. Az előbbi esetben a két komma különbsége – a *szkizma* – megjelenik valahol a kvintkörön.

Amennyiben a pitagoraszai kommát osztjuk el valahány kvint között, 2–12 kvint áll rendelkezésünkre. Ugyanígy abban az esetben, amikor a szintonikus kommát osztjuk el a négy kvint között, 2–4 kvint közt tehetjük ezt meg. A 3. gyakorlat esetében a *c*-re hangolt tiszta kvintek közül a negyedik kvintünket oly módon

³⁴ Tájékoztató centértékeket lásd a IV. függelékben.

szűkítettük, hogy tiszta tercet hangoltunk a *c*-re, és ezzel a szintonikus kommát egyszerűen az *a* és *e* közé helyeztük. A másik három kvint ugyanis tiszta maradt.

Míg a ma használatos egyenletes temperatúrában a pitagorasz komma 12 egyenlő részre van elosztva, azaz a 12 kvint egyforma mértékben van szűkítve a tisztához képest; addig a különféle egyenlőtlen temperatúrákban ez a komma meghatározott számú, több vagy kevesebb kvint között egyenlőtlenül van elosztva. Ezért az egyenletes temperatúra tercei mind egyformán jóval bővebbek lesznek a tisztánál, de még nem annyira, mint a pitagorasz terc. Ennek következtében ebben a hangolásban az oktávon kívül egyik hangköz sem tiszta, de minden hangnem használható. Viszont minden hangnem pontosan ugyanúgy szól, csak más magasságban. Hangnem-karakterisztikáról tehát ebben az esetben nem beszélhetünk. Úgy tűnik, a korábbi korok zenészei számára ez sokáig nem tűnt ideális megoldásnak. Az egyenlőtlen temperatúrákban ugyanis aszerint, hogy hány tiszta és hány temperált kvintet hangolunk, milyen mértékig temperáljuk, és hogyan helyezzük el ezeket; a különböző tercek, s ennek következtében a különböző hangnemek is különféleképpen hangzanak.

A temperálás tehát egy kompromisszum, ami egyes hangközők módosításából áll, azaz nagyságukat az akusztikusan tisztától eltérőre hangoljuk.³⁵ Egyedül a tiszta oktáv megváltoztathatatlan. A temperálás kérdésére az európai zene történetében az évszázadok során különféle válaszokat adtak, így a legkülönbözőbb hangolási rendszerek sokasága jött létre.

³⁵ Épp ezért helyesen hívta föl a figyelmet Pierre-Yves Asselin arra, hogy a *temperatúra* kifejezést tulajdonképpen nem használhatjuk olyankor, amikor semmiféle kompromisszumot nem kötünk, tehát például a pitagorasz hangolás esetében. P.-Y. Asselin, *Musique et tempérament*. (Paris: Éditions Costallat, 1985), 14.

II. A PITAGORASZI HANGOLÁS

Bár kezdetben a sokféle fennmaradt hangolás olykor visszarettenti az érdeklődőt, mégis hamar megmutatkozik, hogy bizonyos alapelemeket megtanulva, nemcsak könnyen áttekinthetővé válik számunkra a historikus hangolások világa, de magunk is kreatívan fogunk tudni bánni ezekkel. Mielőtt a temperálás módjára, illetve a különböző hangolásokra részletesebben kitérnénk, két olyan hangolást veszünk szemügyre, ahol nem temperálunk: először a tiszta kvintekre, majd a tiszta hármashangzatra alapuló hangolást. Ezután térünk ki arra a hangolásra, ahol a lehető legtöbb tiszta tercet szerették volna megkapni, ennek érdekében viszont már szükséges lesz a kvintek temperálása.

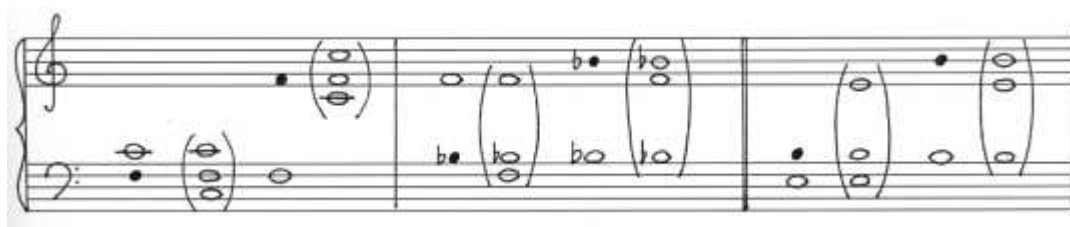
Láthattuk, hogy tiszta kvinteket egymásra hangolva bő hangközöket nyertünk: két tiszta kvintet egymásra hangolva egy bő nagy szekundot kapunk; erre további két tiszta kvintet hangolva pedig bő nagy tercet, amely két ilyen bő egészhangból áll. A közbülső harmadik kvintünk is egy bő hangközt hozott létre, egy olyan nagy szextet, amely egy tiszta kvintből és egy bő egészhangból tevődik össze.

A középkori források a pitagoraszai hangolást a következő számokra épülő hangolásként írják le: 12:9:8:6. Ez pontosan fedi a 1–2.a gyakorlat során meghangolt hangjainkat, a felhangsorban is megtaláljuk ezeket, csak egy oktávval följebb.¹

Ha ezt a sort tovább folytatjuk, és továbbhangoljuk a tiszta kvinteket *c*-től *b*-ig, majd az *e-h* kvintet, a következő tiszta kvintekből álló láncot kapjuk:

*b – f – c – g – d – a – e – h.*²

10. ábra: 4. gyakorlat



¹ Természetesen más hangról akusztikusan tiszta kvinteket hangolva is ugyanezeket az arányokat kapjuk, csak a szemléltetés kedvéért kezdtük a hangolást ezekről.

² A 3. gyakorlat során elhangolt *e* hangot előbb hangoljuk vissza.

A hangokat sorba téve megkapjuk azt a hangkészletet, amit a középkori gregorián dallamok használtak: $c - d - e - f - g - a - b - h$. A 10–11. századi korai orgonákon még csak ezek a hangok szerepeltek. (II. függelék, 4. kép.)

Vizsgáljuk meg az így nyert hangsor sajátosságait. A két 8/9-es bő egészhangból álló pitagoraszai tercet ($c-e$) egy igen szűk kis szekund ($e-f$) egészíti ki tiszta kvartra ($c-f$). Így tehát két bő egészhangot egy szűk félhang (243:256) követ, majd az $f-b$ között ez megismétlődik. Ebből következően a $b-h$ kromatikus félhang viszont bővebb lesz, tehát a b hang a 8/9-es $a-h$ szekundot két egyenlőtlen félhangra osztja föl: az $a-b$ diatonikus félhang (görög nevén *Limma*) a szűk félhang, s az ezt 8/9-es egészhangra kiegészítő $b-h$ kromatikus félhang (görög neve *Apotome*) a bővebb félhang.³ Az Apotoma és a Limma közötti különbség a pitagoraszai komma.

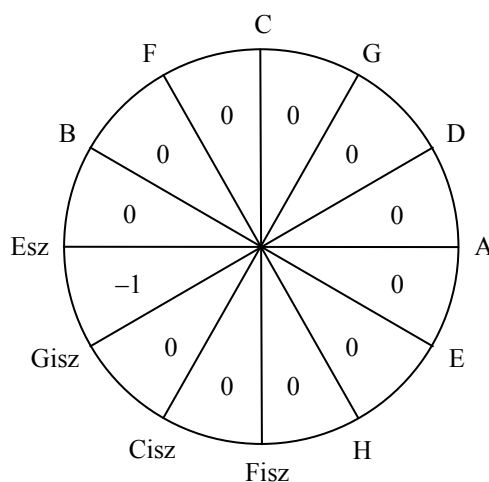
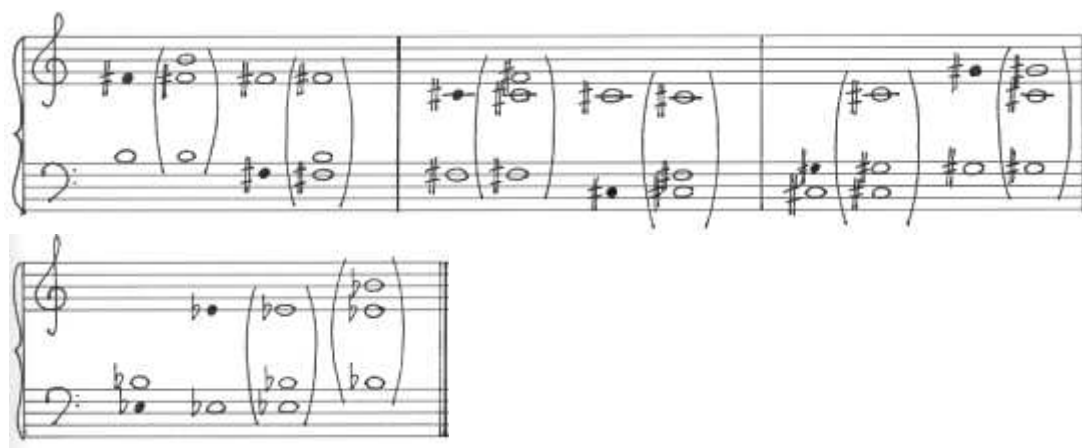
A pitagoraszai hangolás a bő egész- és szűk félhangok váltakozása révén nagyon kifejezően rajzolja meg a dallamvonalakat. Ezért nagyon szépen illik a középkori gregorián dallamokhoz, de egyaránt passzol a párhuzamos orgánumokhoz és a késő középkori többszólamúsághoz is Perotinustól Machaut-ig. Első orgonaépítési útmutatókban történt feljegyzései egybeesnek a dallamot kvint- és kvartpárhuzamokban harmonizáló orgánum 9–10. századi megjelenésével.

Körülbelül a 14. századra lassanként elterjedt az oktávonkénti 12 billentyűs klaviatúra használata. A 14. század első feléből származó első billentyűs zenét tartalmazó forrás, a Robertsbridge Codex is tanúsítja ezt. Ennek a középkor végi gyűjteménynek a darabjai nagyon szépen szólnak pitagoraszai hangolásban.

Hangoljuk tovább a kvinteket a 11. kvintig, – ennyi az elérhető tiszta kvintek számának a maximuma –, a 12. kvint a fentebb említett összeegyeztethetlenség miatt túl szűkre jön ki: ez az úgynevezett *farkaskvint*.⁴ Ez esetben tehát a pitagoraszai kommát egyetlen kvint hordozza, azaz a farkaskvint 1 pitagoraszai kommával szűkebb a tisztánál. Itt felmerül az a kérdés, hogy melyik legyen ez a kvint. Feltehetően ebben az időben a *gisz* és az *esz* között volt. Mivel ezt a két hangot nemigen használták együtt a középkorban, ez nem okozott problémát. Később a 15. században a korabeli források és darabok tanúsága szerint a farkaskvint áthelyeződött a h és a $fisz$ közé.

³ Arányszámokkal kifejezve lásd a III. függelékben.

⁴ Elnevezése állítólag onnan származik, hogy az orgonán a túl szűk hamis kvint egy farkas ordítására emlékeztetett.

11. ábra: A pitagoraszai hangolás *esz-gisz* farkaskvinttel12. ábra. 5. gyakorlat.⁵ A pitagoraszai hangolás (*esz-gisz*) menetének befejezése

Ha meghallgatjuk a következő részleteket a Robertsbridge Codex egyik darabjából, megfigyelhetjük, egyrészt milyen szépen szólnak ebben a hangolásban a kvintpárhuzamok, valamint a bő egész- és a szűk félhang váltakozásának érdekes hangzását. (3. kottapélda, CD 9 és 4. kottapélda, CD 10.)

⁵ Ezt a hangolásmenetet a magyarázatok kedvéért részekre szedtük és *c*-ről kezdtük el, így azonban az *a* 6 centtel följebb került, mintha ez lett volna a kiinduló hangunk, mivel a tiszta kvint 2 centtel bővebb az egyenletesen temperáltnál. Amennyiben *a*-ról kezdjük a hangolást, hasonlóképpen hangoljunk tiszta kvinteket az egyik irányba *a*-tól *gisz*-ig, a másikba pedig *a*-tól *esz*-ig.

3. kottapélda: Stantipes, *Robertsbridge Codex*, 1–8. ütem4. kottapélda: Stantipes, *Robertsbridge Codex*, 16–19. ütem

A vezetőhangok magasak lesznek. Ebben a korban rendkívül tipikus a következő Machaut Miséből vett dupla vezetőhangos kadencia. (5. kottapélda, CD 11.)

5. kottapélda: Machaut Mise, Kyrie, 64–66. ütem



A pitagoraszai bő terc és a szintén igen bő nagy szext feszülnek a vezetőhang irányába, majd egy szűk kisszekund lépéssel oldódnak fölfelé, miközben az alsó szólam egy bő egészhangot lép lefelé. Ezek a bő, erősen feszülő hangközök egy akusztikusan tiszta lebegésmentes kvintre és oktávra oldódnak. Mind a vertikális, mind a horizontális dimenzió hozzájárul tehát a kadencia expresszivitásához.

Egy hasonló példát találunk a Robertsbridge Codex egy másik darabjában is. (6. kottapélda, CD 12.)

6. kottapélda: [*Adesto – Firmissime fidem teneamus – Alleluja*]
(*Robertsbridge Codex*), 89–90. ütem



A 11 tiszta kvint egymásra hangolásával összesen 8 pitagoraszai terc keletkezett, ott, ahol a 4 egymásra következő kvint tiszta: *esz-g*, *b-d*, *f-a*, *c-e*, *g-h*, *d-fisz*, *a-cisz* és *e-gisz*. A maradék 4 terc, amelyeknél a 4 egymásra épülő kvint magába foglalja a farkaskvintet, tulajdonképpen szűkített kvart: *h-esz*, *fisz-b*, *cisz-f*, *gisz-c*. Ezek a hangközök a farkaskvint áthelyeződésével fognak érdekes szerephez jutni. A bő pitagoraszai terceket tiszta kvintre kiegészítő kis tercek szűkek.

A pitagoraszai hangolásnak ebben az elrendezésében a szűk félhanggal a bés hangok esetében lefelé (*esz-d*, *b-a*), a kereszteseknél fölfelé lépünk (*fisz-g*, *cisz-d*, *gisz-a*); tehát a bő egészhangot az előjegyzéses hangok olyan módon osztják ketté, hogy a bés hangok az egészhang alsó felében, a keresztesek pedig a felső felében helyezkednek el.

1. Táblázat: A pitagoraszai hangolás félhangszerkezete *esz-gisz* farkaskvinttel⁶

c-cisz	cisz-d	d-esz	esz-e	e-f	f-fisz	fisz-g	g-gisz	gisz-a	a-b	b-h	h-c
114	90	90	114	90	114	90	114	90	90	114	90

A korai 15. században a hangolás oly módon rendeződött át, hogy a farkaskvint áthelyeződött a *h-fisz* (pontosabban *gesz*) közé. Számos 15. századi zeneteoretikus említi, A. de Zwolle volt az első ismert szerző, aki 1450 táján leírta a 11 tiszta kvint körét *gesz* és *h* között, a bés hangokat enharmonikusan egyenlő keresztes hangokként használva.

⁶ A félhangok összehasonlítására a centértékek a legmegfelelőbbek. Az egyenletes hangolásban 100 cent a félhanglépés. A centértékeket kerekítve adtuk meg.

A circular diagram divided into 12 equal sectors by radial lines extending from the center to the circumference. Each sector contains a numerical value representing its share of a total 100%. Starting from the top and moving clockwise, the sectors and their values are:

- C: 0
- G: 0
- D: 0
- A: 0
- E: 0
- H: -1
- Gesz: 0
- Desz: 0
- Asz: 0
- Esz: 0
- B: 0
- F: 0

The labels A through L are placed outside the circle at the midpoint of each sector's arc.

(7. kottapélda, CD 13.)

Amellett, hogy a darab eleje szépen demonstrálja a már ismert bő egészhanglépések váltakozását a szűk kis szekunddal, a 3. ütemben egy újfajta kis és nagy szekundot hallhatunk: a *g-fisz* bő kis szekundlépést és a *fisz-e* szűk egészhanglépést. Ez azért van, mivel a *fisz* hang ebben az elrendezésben alacsonyabbra került, s ennek következtében a 3. ütemben az *a-fisz* nagy szext is szűkebb lett. A *fisz* hang mellett azonban a *cisz*, *gisz* és a *disz* hang is lejjebb került az átrendeződés révén – hiszen tulajdonképpen bés hangokat hangoltunk –, és mivel a bővebb félhangot így fölfelé lépve kapjuk meg, ezeket keresztes hangokként használva a diatonikus félhangok lesznek a bővebbek. Ezek tehát, mint az előző

példában hallhattuk, már nem lesznek magasak vezetőhangként sem. (8. kottapélda, CD 14.)

8. kottapélda: *Codex Faenza* 40 [*Kyrie* (II)], 6–12. ütem



A kétféle félhang igen szembetűnő az idézet (8. kottapélda) első ütemében a *gisz-a*, illetve a *c-h* váltakozásánál, valamint az ezt követő ütem szekvenciális menetében az *a-gisz-a* és a *c-h-c* motívumkezdő lépéseknél, továbbá a részlet 3. ütemében is – a bő egészhang után következő szűk kis szekund (*d-c-h*) majd egy másik bő egészhang után következő bővebb kis szekund (*h-a-gisz*) egymásutániségában.

Vizsgáljuk meg közelebbről, mi változott meg az átrendeződés révén! A 8 pitagoraszai terc ezúttal a következő lesz: *gesz-b*, *desz-f*, *asz-c*, *esz-g*, *b-d*, *f-a*, *c-e* és *g-h*. A maradék 4 terc – a tulajdonképpeni szűkített kvartok, mivel bés hangokról van szó, mert bés irányban hangoltuk végig a tiszta kvinteket a *gesz*-ig – előtérbe kerül ennél az elrendezésnél. A *gisz-esz* farkaskvint esetében ezek a tercek olyan hangokon helyezkedtek el, amelyeket nem használtak, s ezáltal rejtve maradtak. Érdekes módon ezek tulajdonképpen igen közel vannak az akusztikusan tiszta terchez, sokkal közelebb, mint a pitagoraszai tercek. Ezek ugyanis a pitagoraszai tercnél egy pitagoraszai kommával szűkebbek, és mivel a pitagoraszai komma egy egész picivel (2 centtel) nagyobb csupán a szintonikus kommánál, ezek a tercek ezzel az értékkel, azaz a *szkizma* értékével lesznek csak szűkebbek az akusztikusan tisztánál.⁷ Ezért ezek a *kvázi-tiszta* tercek (*d-fisz*, *a-cisz*, *e-gisz* és *h-disz*) szép konszonánsan hangzanak, mivel majdnem akusztikusan tiszták.

⁷ Ahhoz, hogy egész pontosan akusztikusan tiszta tercet kapjunk, elég lett volna a pitagoraszai kommánál picit kisebb szintonikus kommával szűkíteni a tercet.

Ezekkel a *kvázi-tiszta* tercekkel együtt előtérbe kerülnek az őket tiszta kvartra kiegészítő bővebb félhangok is. Ezt hallhattuk az említett ütemekben. Gyakran előfordul az a két, pitagorasz kommával szűkebb nagy egészhang is, amelyeket nem két tiszta kvint egymás fölé helyezésével nyertünk, hanem ahol beleesik a farkaskvint is, és ezért szűkebbek lesznek (*e-fisz*, *h-cisz*). Így a kétféle egész- és kétféle félhang igen változatos dallamvonalat rajzol. Nagyon érdekesen hangzik épp emiatt a részlet 5. és 6. üteme, ahol megfigyelhetjük ezt a változatosságot. Az 5. ütemben kétszer is egymás után fordul elő a bő majd a szűk egészhang (*d-e-fisz*, *a-h-cisz*), valamint a keresztes hangok révén sokszor előfordul a bő kis szekund; míg a 6. ütemben csak diatonikus hangok szerepelnek, s ezért ott ismét csak a bő egészhang és a szűk félhang fordul elő. Ez a változatosság egyenletes hangoláson játszva teljesen eltűnne.

2. Táblázat: A pitagorasz hangolás félhangszerkezete *h-fisz* farkaskvinttel

c-desz	desz-d	d-esz	esz-e	e-f	f-gesz	gesz-g	g-asz	asz-a	a-b	b-h	h-c
90	114	90	114	90	90	114	90	114	90	114	90

Az egészhang felosztása is megváltozott tehát az átrendeződés következtében: mivel csak bés hangokat hangoltunk, a szűkebb félhang mindig a 8/9-es egészhang alsó felében helyezkedik el, azaz minden felemelt és leszállított hang a diatonikus egészhang alsó felében található. (2. táblázat.) Ez eredményezi azt, hogy az alterált hangok keresztes hangokként használva mélyek lesznek. Mivel így előtérbe került a csaknem tiszta terc, a kétféle terc váltakozása új szín a zenei palettán. Számtalan példát találhatunk, ahol úgy tűnik, a korabeli szerzők tudatosan kihasználták a két terc különbségét, ahogyan erre Mark Lindley is utalt.⁸ Az utóbbi példa 5. és 6. ütemének kezdőhangjain (*a-cisz*, *g-h*) is megjelenik ez a két terc, s a következő zenei részletben is egy ilyen játéknak lehetünk tanúi. (9. kottapélda, CD 15.)

⁸ M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”. In F. Zaminer (közreadó). *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 128.

9. kottapélda: *Codex Faenza* 45, 31–34. ütem

A következő két példán pedig már azt is megfigyelhetjük, hogy rákapva a kvázi tiszta terc ízére, elkezdik záróakkordba is beletenni a tercet. (10. kottapélda, CD 16. és 11. kottapélda, CD 17.)

10. kottapélda: *Codex Faenza* 2 [*Gloria* (I)], 107–109. ütem11. kottapélda: *Buxheimer Orgelbuch* 113. 1–4. ütem⁹

Az utóbbi példánál (11. kottapélda, CD 17.) a szűk kis terceket is jól hallhatjuk az 1. és a 2. ütem elején. A Buxheimer Orgelbuch több darabja is használja ezeket a kvázi-tiszta terceket, illetve időnként a konszonáns hármashangzatokat is: E-dúr, D-dúr és A-dúr; – a H-dúr, bár a terce tiszta, a farkaskvint miatt nem ad konszonáns hármashangzatot.¹⁰

⁹ Az alsó szólamban feltehetően egy ritmushiba van, ezért a felvételen (CD 17) a felső szólammal párhuzamosan mozogva hangzik el.

¹⁰ A Buxheimer Orgelbuch darabjai általában átiratok, az eredeti dalok a 15. század első felében születtek. Azonban a gyűjtemény legtöbb eredeti billentyűs darabja már a középfangos hangolást kívánja.

Sőt, úgy tűnik, nemcsak hogy a kihasznált billentyűs repertoár az előtérbe került kvázi-tiszta konszonáns terceket és a kétféle terc különbségét, valamint a konszonáns hármashangzatokat; hanem ahogyan azt Lindley említi,¹¹ lehetséges, hogy a *h-fisz*-es elrendezés csinált kedvet a jól hangzó hármashangzatokhoz. A vokális zenében a tiszta intonáció (*just intonation*) segítségével nyerhetünk tiszta hármashangzatokat, a billentyűs hangszeres zenében azonban – mivel a kötött számú billentyűk miatt csak erősen korlátolt mértékben hangolhatók tiszta hármashangzatok, ugyanis a tiszta kvintek (2:3) és a tiszta nagy tercek (4:5) nem kompatibilisek – az elérhető számú legtöbb tiszta terc hangolásával, a középhangos hangolás által válik lehetségessé oldottabb hármashangzatok nyérése.

14. ábra: 6. gyakorlat:¹² A pitagorasz hangolás (*h-fisz*) menete



Összefoglalva: a pitagorasz hangolás esetében maximális kompromisszumot kötöttek a terceken a tiszta kvintek előnyére, hogy ez utóbbiból annyi legyen, amennyi csak lehetséges. A lehető legtöbb tiszta kvint árát sok elég kemény összhangzású nagy terccel fizették meg; illetve minden két egymásra épülő

¹¹ M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”, in F. Zaminer (közreadó), *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 127–129., továbbá M. Lindley, „Pythagorean intonation”, *New Grove*, 20, 643–645. 644.

¹² A hangolás során vigyázzunk, hogy a kvintek még véletlenül se sikerüljenek túl bőre, mert ennek következményeképp a pitagorasz tercek elviselhetetlenül bővekké lennének.

pitagoraszi tercet egy, a tisztánál alig szűkebb terc egészít ki az oktávra. Ezért tekintették a középkor alatt disszonanciának a nagy tercet, amely ráirányítja a figyelmet a kvint perfekt összhangzására. Érdekes módon azonban a hangolás 15. század eleji átrendeződése révén előtérbe helyeződnek a kisebb, kvázi-tiszta tercek, és ahogy a zenei stílus változik, igény jön létre minél több tiszta terc nyerésére, akár a kvintek tisztaságának förláldozása árán is.

III. A TISZTA INTONÁCIÓ (*JUST INTONATION*)

Már az ókorban Didymos síkra szállt a 4:5 arányú akusztikusan tiszta tercért, és előnyben részesítette a pitagoraszival szemben. A 15. században egy új hangzásképző létre, s a megváltozott kompozíciós normák következtében a vokális zene jól hangzó, összeolvadó, teljesen konszonáns hármashangzatokat kívánt. A tercet átértékelték konszonanciává. Angliában a 14. században Odington szorgalmazta a tiszta terc használatát. Egy évszázaddal később pedig a kontinensen is arról tanúskodnak a teoretikusok, hogy a gyakorlatban a tercek és a szextek konszonanciának hangoztak. Főként 16. századi olasz szerzők, Zarlino és Fogliano dolgoztak ki és írtak le egy tiszta intonációnak nevezett hangolási rendszert; de később is többen foglalkoztak vele, például a 17. században Mersenne is leír ebből a rendszerből néhányat. Zarlino szerint a temperálatlan hangközök jobbak és kellemesebbek, ezért a vokális zenében természetes módon igyekszünk ilyeneket előállítani, amit az úgynevezett mesterséges hangszerek, amelyek nem elég rugalmasak, nem tudnak; az énekhangnak, amikor kíséret nélkül énekel, tökéletes intonálásra kell törekednie.¹

A tiszta intonációs hangolási rendszerekben a lehető legtöbb akusztikusan tiszta (lebegésmentes) hármashangzat elnyerésére törekedtek. A 15. ábrán látható módon áttekinthetően lehet az ilyen rendszereket ábrázolni.

¹ M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”, in F. Zaminer (közreadó), *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 160.

15. ábra: A tiszta intonáció

		...	...			
	...		Gisz			
		E(+1)		...		
...	C(+2)		Cisz		...	
		A(+1)		Aisz(-1)		...
...	F(+2)		Fisz			
		D(+1)		Disz(-1)		...
...	B(+2)		H			
		G(+1)		Gisz(-1)		...
...	Esz(+2)		E		...	
		C(+1)		Cisz(-1)		...
...	Asz(+2)		A		Aisz(-2)	...
		F(+1)		Fisz(-1)		
...	Desz(+2)		D		Disz(-2)	
		B(+1)		H(-1)		
...	Gesz(+2)		<u>G</u>		Gisz(-2)	...
		Esz(+1)		<u>E(-1)</u>		
	...		<u>C</u>		Cisz(-2)	...
		Asz(+1)		A(-1)		
			F		Fisz(-2)	...
		...		D(-1)		
			B		H(-2)	...
				G(-1)		
			Esz		E(-2)	...
				C(-1)		
			Asz		...	
				...		
			...			

A középső oszlopban tiszta kvintek vannak egymás fölött ábrázolva. Az oszlop tetején ábrázolt *gisz* értelemszerűen egy pitagoraszi kommával magasabb az oszlop alján ábrázolt *asz*-nál. A középső oszloptól jobbra lévő oszlopban a középső oszlop hangjaira épülő tiszta tercek helyezkednek el. Például a *c*-re képezett tiszta terc az *e*(-1). A zárójelben lévő -1 azt jelzi, hogy ez az *e* egy szintonikus kommával lejjebb van, mint a középső sorban levő *e*, hiszen az pitagoraszi tercet alkot ugyanezzel a *c*-vel. Tehát az ebben a sorban lévő hangok 1 szintonikus kommával lejjebb

helyezkednek el, mint a középső sorban levő megfelelőjük; önmagukban pedig szintén egy tiszta kvintekből egymásra épülő oszlopot képeznek. Ezekre a hangokra is lehet további tiszta terceket képezni, ezt alkotja a jobb szélső oszlop, melynek hangjai 2 szintonikus kommával vannak lejjebb a középső sor hangjainál. Például ha a *c*-re hangolunk egy tiszta tercet, majd az így nyert *e*-re is egy tiszta tercet, akkor ha a *c* a középső sorban van, az *e* a –1-es, a *gisz* a –2-es sorban helyezkedik el. Ha viszont a középső oszlop hangjaihoz lefelé képzünk tiszta terceket, például a *c*-hez képest *asz*-t, akkor egy szintonikus kommával följebbi hangokat kapunk, mint a középső oszlopban. Az *asz* (+1) és a *gisz* (–2) különbsége az enharmonikus komma (enharmonikus diézis), a három egymásra hangolt tiszta terc és az oktáv eltérése. Így egy tiszta dúr hármashangzatot egy olyan háromszög mentén levő hangok alkotnak, amelynek csúcsa jobbra néz, a moll hármashangzaté pedig balra. Szemléltetésül aláhúztuk a tiszta C-dúr hármashangzat hangjait.

Lehetséges egy olyan skála hangolása, amelynek hangjait tiszta hármashangzatok hangolásával nyerjük, ez az úgynevezett harmonikus skála. Hangoljunk a *c*-re egy tiszta tercet és egy tiszta kvintet, majd a *g*-re is egy tiszta tercet és egy tiszta kvintet. Ezután hangoljunk a *c*-re egy tiszta kvartot és az *f*-re egy tiszta tercet. Így tehát a C-dúr I., IV., és V. fok akusztikusan tisztára hangolásával kaptuk meg a skála hangjait.

16. ábra: 7. gyakorlat: A tiszta hangolás menete



A 15. ábrára nézve föltűnhet, hogy az *f*, *c*, *g* és *d* hangot a középső; az *a*, *e*, valamint a *h* hangot (a hármashangzatok terceit) pedig a –1-es oszlop hangjaiból kellett vennünk. (Az ábrán félkövér betűkkel emeltük ki ezeket a hangokat.) Az így nyert skála a következő arányszámokkal írható fel:

$$1, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}, 2.$$

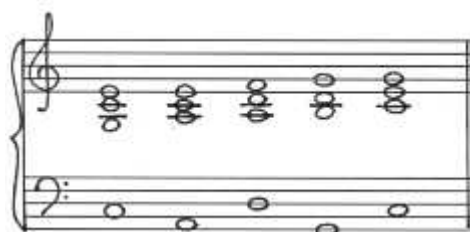
Hasonlítsuk ezt össze a pitagoraszsi skálával:

$$1, \frac{9}{8}, \frac{81}{64}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{27}{16}, \frac{243}{128}, 2.$$

Láthatjuk, hogy a két skála a III., VI. és a VII. fokban tér el, mivel az I., a IV., és az V. fok terceit tisztára hangoltuk. (CD 18.) A tiszta tercek szűkebbek, az ezeket tiszta kvintekre kiegészítő tiszta kis tercek pedig értelemszerűen bővebbek pitagoraszi megfelelőiknél.² Láthatjuk azt is, hogy – mint már korábban említettük –, a tiszta hármashangzatok hangolásával kétféle egészhangot kaptunk: az ugyanabban az oszlopban lévő hangok nagy egészhangot (9:8) alkotnak egymással, az egymás melletti oszlopban lévők pedig kicsit (10:9). Mivel a két egészhang közötti különbség a szintonikus komma, ennél fogva a tiszta nagy tercet tiszta kvartra kiegészítő félhang (16:15) is szintonikus kommával bővebb a pitagoraszi szűk félhangnál (256:243). Azonban ha megnézzük az ábrát, vagy megpróbálunk a skála minden hangjára akkordot építeni, föltűnik, hogy a *d-a* kvint és a *d-f* terc nem tiszta. A *d-a* kvint egy szintonikus kommával szűkebb a tisztánál: ez igen kellemetlenül szól; a *d-f* kis terc pedig pitagoraszi.

A tiszta hangolás esetében tehát még a hangnemet sem kell elhagyni ahhoz, hogy problémába ütközzünk. Ahhoz, hogy ez a két hangköz tiszta legyen, a *d*(–1)-et kéne használnunk, azaz egy szintonikus kommával lejjebb levő *d*-t. Amennyiben azonban a *d*(–1)-et használjuk, előfordulhat, hogy már egy rövid akkordmenet során egy kommával lejjebb csúszunk. Ha például a következő akkordmenetet (17. ábra) úgy szeretnénk intonálni, hogy a basszusmenetben és az akkordokban vertikálisan is tiszta hangközök szóljanak, akkor a záró C-dúr akkord nem ugyanaz lesz, mit a kiinduló. Az akkordmenet hangjait az előző módon ábrázolva a 18. ábrán láthatjuk.

17. ábra: 8. gyakorlat: Tiszta intonációs akkordmenet



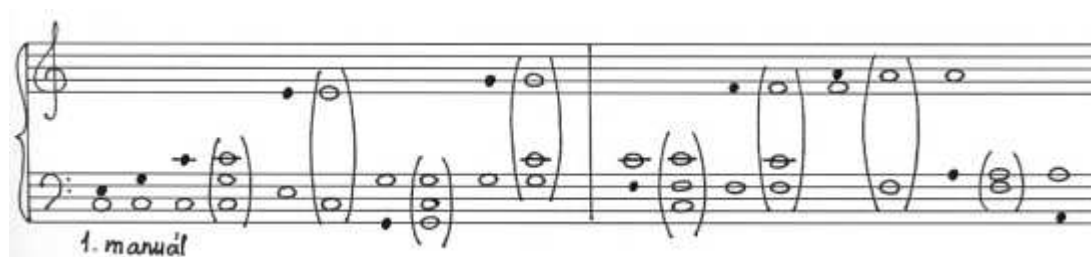
² Az akusztikusan tiszta moll hármashangzat azonban nem igazán kelt tiszta benyomást, marad a hangzásban valami fanyarság. Ennek okáról már korábban ejtettünk szót: az alaphang nagyterc-félhangja súrlódik a kis terccel. (6. ábra.)

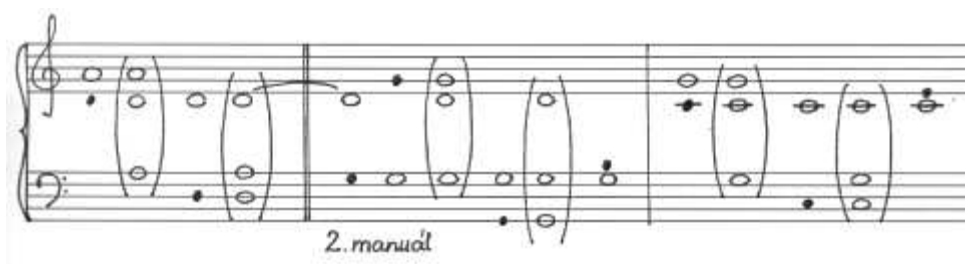
18. ábra: Tiszta intonációs akkordmenet hangjai

G		
	E(-1)	
C		
	A(-1)	
F		
	D(-1)	
		<i>H(-2)</i>
	<i>G(-1)</i>	
		<i>E(-2)</i>
	<i>C(-1)</i>	

Kétmanuálos csembalón meghangolva az akkordokat, ki is próbálhatjuk az akkordmenetet. (19. ábra.) A C-dúr és az F-dúr tisztára hangolása után hangoljunk egy *d*-t az *a*-hoz, majd ezt a *d*-t vigyük át a felső manuálra és ott hangoljunk hozzá egy *g*-t, majd arra egy tiszta tercet, végezetül a *g*-re egy *c*-t és arra is egy tercet. Így az első három akkordot az alsó, az utolsó kettőt a felső manuálon játszva kipróbálhatjuk, hogyan szól, amikor mind a basszusmenet, mind az akkordok teljesen tiszták, azonban ennek eredményeképpen pár akkord alatt egy szintonikus kommányit, azaz 21,5 centet lecsúszunk. (CD 19.) Az ábrán az alsó manuálon levő hangokat félkövér, a felsőn levőket kurzív szedéssel emeltük ki. A ***D(-1)*** tehát mindkét manuálon szerepel. Ez egy hosszabb menet során azonban többször is előfordulhat, azaz még többet csúszik a hangmagasság lefelé, más akkordsorrend esetén pedig ennek a fordítottja is fölléphet.

19. ábra: 9. gyakorlat: A hangolás menete





20. ábra: Tiszta intonációs akkordmenet hangjai két *d*-vel

D	
	H(-1)
G	
	E(-1)
C	
	A(-1)
F	
	D(-1)

A hagyományos megoldás erre a problémára a 2. fok megkettőzése. (20. ábra.) Így az előbbi harmóniasor esetén az a-moll akkordhoz a *d*(-1)-et használjuk, a G-dúrhoz pedig már a *d*-t. (CD 20.) Ennél a megoldásnál adott esetben egyrészt a prím tisztaságát, másrészt olykor egy szólamon belüli (ez esetben a basszus *d*-g) lépés tisztaságát kell fölládozni a tökéletes harmóniai tisztaság érdekében. Moduláció esetén a kettőzött hang természetesen nem a *d*, hanem a hangnemnek megfelelő hang. Úgy tűnik, hallásunk jobban tolerálja, ha esetenként horizontálisan sérül a tisztaság, akár a prím kiigazításával is, mint a hangmagasság csúszkálását.

Ezek a szisztémák azonban az oktávonként 12 hangból álló billentyűzet számára nehezen alkalmazhatóak. Feltalálták tehát a többszörösen osztott billentyűzetet, amely 12-nél több hangot tartalmazott oktávonként. A tiszta intonációjú diatonikus skála két *d*-vel való koncepcióját elsőként Lodovico Fogliani írta le a *Musica theórica* című művében 1529-ben, de később Zarlino, Mersenne és mások is foglalkoztak a kérdéssel és dolgoztak ki ilyen rendszereket, többé vagy kevésbé kibővített billentyűzettel. (II. függelék, 5. kép.) Ez persze játéktechnikai nehézségekhez vezetett. Erről a problémáról Praetorius is ír a Syntagma 2. kötetében, miszerint az emberi hang ugyan természetes módon hajlik a hangközök természetes

arányaihoz, ez azonban egy billentyűs hangszeren két egymástól egy kommányira levő *d*-t eredményezne; s mivel a kettőzésre más hangnem esetében is szükség lenne, túlságosan elszaporodnának a billentyűk. Ezért van szükség a billentyűs hangszereken a temperálásra: a nagyobb egészhangból egy fél kommát el kell venni, a kisebbhez pedig ezt a fél kommát hozzáadni, s így a terc tiszta marad.³ Praetorius leírása rávilágít a középhangosság fogalmának eredetére: a 8/9-es és a 9/10-es kétféle egészhang helyett a két tiszta tercet kitevő egészhang arányszáma a kis és a nagy egészhang mértani közepe, azaz a művelet következtében a két egészhang egyforma lett: a tiszta tercet a nagy szekund immár pontosan osztja ketté.⁴

Mindenképpen érdemes kipróbálni a tiszta hangolást 12 hangos billentyűzeten is, egyes darabok igen szépen szólnak benne. Csupán a darab harmóniai áttekintése szükséges ahhoz, hogy a megfelelő akkordokat hangoljuk tisztára. Például kipróbálhatjuk a Fitzwilliam Virginal Book II. kötetének egy Praeludium részletét (Anon) a következő hangolási sémában,⁵ mivel a szűk kvint (*a-e*) alig fordul elő benne. (CD 21.)

21. ábra: Tiszta intonációs rendszer Anon Preludiumához

		Cisz(−1)
	A	
F(+1)		Fisz(−1)
	D	
B(+1)		H(−1)
	G	
Esz(+1)		E(−1)
	C	

Érdemes még említeni Byrd The Bells című darabját a tiszta hangolással kapcsolatban, mely szintén szépen szól egy megfelelően behangolt rendszerben, bár

³ M. Praetorius, *Syntagma Musicum II De Organographia. Wolfenbüttel 1619. Faksimile-Nachdruck.* (Kassel; Basel; London; New York: Bärenreiter, 1964), 157.

⁴ Ludovico Fogliano (*Musica Theorica*, 1529) mutatta meg, hogyan lehet a temperálatlan nagy tercet két egyforma egész hangra osztani a szintonikus komma megfelelésével. Ez azért vált lehetségessé, mert 1482-ben megjelent Euklidész Elemek című matematikakönyvének a fordítása, melynek segítségével minden további nélkül meg lehetett találni két adott húrhossz mértani közepét. Ezzel Fogliano megmutatta a következő generáció teoretikusainak, hogy a komma-törések különböző hangközök közti szétosztása a kulcs a temperált hangolás mennyiségtanához.

⁵ Az ábrán kiemeltük azokat a hangokat, amelyek szerepelnek a darabban. A csembaló hangolása során a temperálás elvégzése után – amit szokásosan 2 oktávon, vagy a csembaló középregiszterében kb. az *f* és *f'* között végzünk el – célszerű először az alsó, majd a felső oktávokat hozzáhangolni. A teljes principál regiszter meghangolása után a többi regisztert ehhez hangoljuk hozzá.

a rossz *a-e* hangköz viszonylag gyakrabban fordul elő, legtöbbször azonban ezt egy trilla kissé elfedi és elviselhetőbbé teszi.

IV. A KÖZÉPHANGOS HANGOLÁSOK

Amikor a tiszta tercek előtérbe kerültek, s a vokális együttesek a tercet már az újfajta értékelés szerint, mint jól hangzó, 4:5 arányú hangközt intonálták, a billentyűs hangszerekhez is meg kellett találni azt az új hangolási módot, amellyel a lehetséges legtöbb tiszta tercet lehetett nyerni. Az orgonazenében Conrad Paumann (1415–1473) zenéje tükrözi legjobban ezt a változást. Willi Apel felhívta arra a figyelmet, hogy Paumannál figyelhető meg a polifon, kontrapunktikus gondolkodásmódtól az akkordikus, harmóniai gondolkodásmód irányába való fordulás.¹

12. kottapélda: Paumann *Mit ganzem Willen wünsch ich dir*, 1–10. ütem



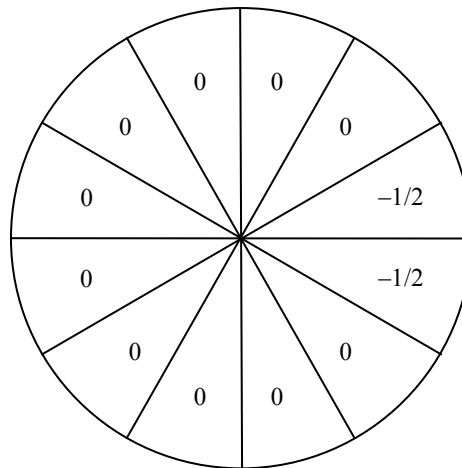
Mivel a tiszta intonációnak nevezett hangolási rendszerekben az oktávonkénti billentyűk limitált száma kompromisszumos megoldás igényét vetette föl, ezért elkezdtek temperálni. Mielőtt azonban a hangolásokat tovább tárgyaljuk, érdemes egy kicsit részletesebben kitérni a temperálás módjára. Már említettük, hogy a különböző hangolások vagy a szintonikus vagy a pitagorasz kommával dolgoznak. Általában nem árt tisztában lennünk azzal, melyik kommáról van éppen szó, annak ellenére, hogy a források időnként eltekintenek a kettő közti különbségtől.

A szintonikus és a pitagorasz komma elosztása sematikusán a következőképpen történik: A pitagorasz kommát elvileg 2–12 kvint között oszthatjuk szét, azaz szétozthatjuk kétfelé, háromfelé, négyfelé, stb. Ez a temperálás legegyszerűbb

¹ W. Apel, *Geschichte der Orgel- und Klaviermusik bis 1700*. (Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 1967), 50. és 65.

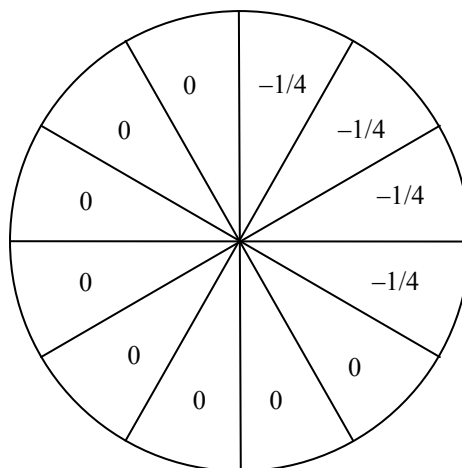
módja: a kvintnek, illetve komplementer hangközének, a kvartnak a temperálása. Amennyiben nem 12 részre osztjuk a kommát, mint az egyenletes temperatúra esetében, először annyi tiszta kvintet hangolunk, amennyit szeretnénk, majd a fennmaradó kvintek között elosztjuk a kommát. Például, ha két kvint között osztjuk szét, akkor 10 tiszta kvint behangolása után a maradék két kvintet kell $1/2$ kommával szűkíteni. (22. ábra.)

22. ábra: A pitagorasz komma szétoztása 1



Ha négy kvint között osztjuk szét, akkor 8 tiszta kvintet hangolunk, majd a maradék négy kvintet $1/4$ kommával szűkítjük. (23. ábra.) A gyakorlatban persze nem feltétlenül vannak egymás mellett a tiszta és a temperált kvintek, hanem váltakozva is előfordulnak.

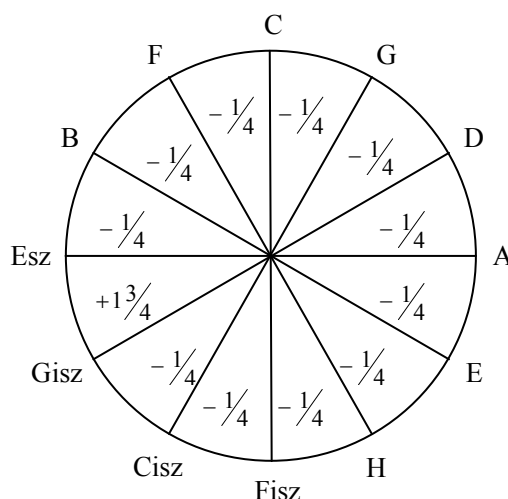
23. ábra: A pitagorasz komma szétoztása 2



Amennyiben az adott hangolás a tiszta tercekből indul ki, mivel inkább a terc tisztasága kerül előtérbe, a szintonikus kommával dolgozik a hangolás. Ekkor a következő módon járunk el: először egy tiszta tercet hangolunk, és utána osztjuk el valamilyen módon a közbülső 4 kvint között a szintonikus kommát. Ebben az esetben a szkizma, ami a pitagoraszai és a szintonikus komma különbsége, valahol a kvintkör másik oldalán megjelenik, azaz egy kvint kicsit szűkebb lesz a tisztánál.²

12 billentyű esetén az elérhető legtöbb tiszta terc száma nyolc, mivel három akusztikusan tiszta nagy tercet egymásra hangolva nem az oktávra érkezünk, így minden harmadik terc egy túl bő, tercként értelmezhetetlen hangköz lesz. Ezek valójában szűkített kvartok. Mindenhol, ahol tiszta terceket szeretnénk, a kvintkörben az adott tercen belül föllépő négy kvintet szűkíteni kell a szintonikus komma negyedével. Tehát a szintonikus kommát, amely a tiszta hangolásban a két egészhang különbsége, elfelezték, és egyformán osztották el az egészhangot kitevő kvintek között. Ennek következtében a két egészhang egyforma lett. A nyolc elérhető terc érdekében tizenegy kvintet kell szűkíteni ezzel a mennyiséggel. A kvintkör azonban így nem zárul be, mert a 11 szűkített kvint által összegyűlt mennyiség jóval nagyobb, mint a pitagoraszai komma: a 12. kvint ennek következtében egy rendkívül bő farkaskvint.³ Ez általánosan a *gisz* és az *esz* között helyezkedett el.

24. ábra: 1/4 komma középhangos hangolás



² A tisztánál egy szkizmával szűkebb kvint a csembaló középregiszterében körülbelül egyet lebeg másodpercenként.

³ A farkaskvint egy szkizmányival szűkebb az ábrán megadott mennyiségnél, mivel nem a pitagoraszai, hanem a szintonikus kommát osztottuk szét.

A szakirodalom nagy része nem csak a szigorú értelemben vett tiszta terces – 1/4 komma középhangos – hangolást nevezi középhangosnak, hanem minden olyan hangolást, ahol tiszta vagy közel tiszta – a tisztánál picit szűkebb, illetve valamivel bővebb – nagy terceket két egyforma egészhangra lehet osztani. Ezeknél 11 kvintet a tisztánál egyformán szűkebbre hangolunk, és a 12. kvint egy túl bő farkaskvint lesz. Ezek a hangolások szabályos szerkezetűek: a játszható hangnemek mind egyforma tercekkel, egészhanggal és kvintekkel rendelkeznek. Jira a középhangosságon belül megkülönböztet szigorú nagyterc-középhangos (1/4 komma középhangos) hangolást, módosított nagyterc-középhangos hangolást, valamint szabályosan vagy szabálytalanul bővített középhangos hangolásokat.⁴ A bővített középhangosság esetében a kvintek, és ennek következtében a tercek is bővebbek az 1/4 kommás szigorú nagyterc-középhangoshoz képest, ami által a harmóniai mozgástér is bővül.

A temperált hangolás legkorábban ismert kifejtése Ramos de Pareja (Ramis de Pareia) *Musica Practica* (Bologna 1482) című művében található. Ebben Ramos felsorolja a jó és a rossz fél- és egészhangokat, terceket, kvartokat valamint kvinteket. Fejtegetései alapján egy olyan skálára gondolhatott, ahol a csembalót valamiféle középhangos hangolásra hangolták, egy alapvetően szabályos temperálásra *asz* és *cisz* között lévő farkaskvinttel.⁵ Utalást tesz arra is, hogy ezt a hangolást az ő idejében már használták. Nem derül ki azonban pontosan a kvintek temperálásának mértéke. Ez a kor más szerzőinél sem mindig volt egyértelmű.

Az 1/4 komma középhangos hangolás teóriáját először Fogliano vette szemügyre, de nem fejtette ki teljes részletességgel. Mégis egy átmenetet mutat a tiszta és a középhangos hangolás között.⁶ Ebből is kitűnik, hogy ez a két hangolási szisztéma nem egyik napról a másikra váltotta föl egymást.

Giovanni Maria Lanfranco 1533-ban írt le egy olyan középhangos hangolást, melyben a tercek enyhén bővebbek a tisztánál, feltehetően körülbelül 1/5 vagy 1/6 kommával szűkített kvintekkel. Gioseffo Zarlino pedig *Institutioni Harmonice* című 1558-ban megjelent művében utasításokat adott a monochord számára egy szabályos középhangos hangoláshoz olyan nagy tercekkel, amelyek 1/7 kommával kisebbek,

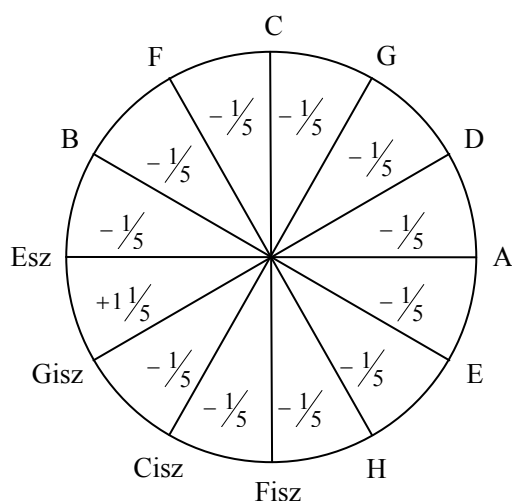
⁴ M. Jira, *Musikalische Temperaturen in der Klaviermusik des 17. und frühen 18. Jahrhunderts*. (Tutzing: Verlag bei Hans Schneider, 1997).

⁵ Lásd például; M. Lindley, „Fifteenth-Century Evidence for Meantone Temperament”, *Proceedings of the Royal Musical Association* 102 (1975–1976): 37–51. URL: <http://www.jstor.org/stable/766092>; valamint M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”, in F. Zaminer (közreadó), *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 130–131.

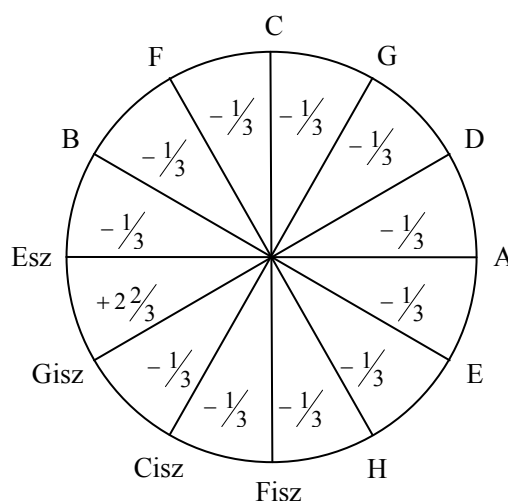
⁶ Lásd a III. fejezet 4. lábjegyzetét.

mint a tiszták: azaz $2/7$ kommával szűkített kvintekkel. Később a *Dimonstrationi Harmonice*-ben (1571) is kifejt két további középhangos hangolást. Az egyik Fogliano rendszerének egy szabályossá tett változata, tiszta nagy tercekkel, azaz $1/4$ kommával szűkített kvintekkel. Bár ő újnak tünteti föl ezt a hangolást, Francisco de Salinas egy 1577-es utalásából mégis arra lehet következtetni, hogy már az 1530-as években használták. A másik rendszerben, amelyet egyébként Salinas is leírt 1577-ben, tiszta kis tercek vannak, a kvintek és a nagy tercek $1/3$ szintonikus kommával voltak kisebbek a tisztánál. Ezt valószínűleg nem túlságosan használták, kevésbé tartották ugyanis szépnek, feltehetően amiatt, hogy a nagy tercek enyhén szűkebbek a tisztánál; másrészt a tiszta kis tercek közel sem szólnak olyan szépen, mint a tiszta nagy tercek.⁷ Több szerző hangolási előírása tisztán praktikus természetű, és egyáltalán nem érinti azt a kérdést, hogy a kommát hogyan lehet szétoztani. Egyesek, mint például Schlick, azt mondták, hogy a terceknek nagyobbak kell lenni a tisztánál, míg Pietro Aron szerint kisebbnek.⁸ Tomás de Santa María is adott utasításokat a középhangos hangolás fül utáni hangolására, de a tercek minőségével nem foglalkozott.

25. ábra: $1/5$ komma középhangos hangolás



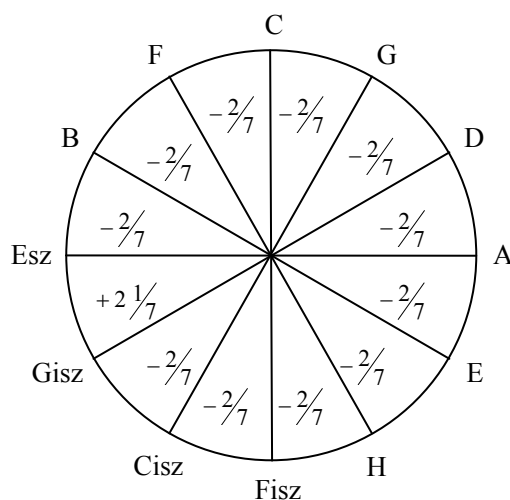
26. ábra: $1/3$ komma középhangos hangolás



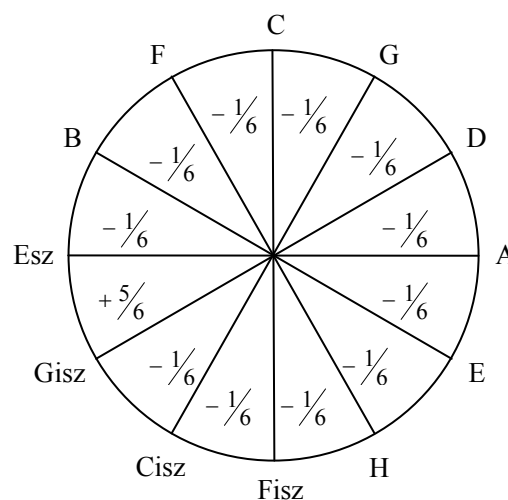
⁷ Lásd a III. fejezet 2. lábjegyzetét.

⁸ A szakirodalom egy része Aron nevét hozza kapcsolatba az $1/4$ komma középhangos hangolás kezdetével, ugyanakkor Lindley rámutat arra, hogy Aron csak a *c-e* tercet hangolta tisztára. Lásd M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”. In F. Zaminer (közreadó). *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 163.

27. ábra: 2/7 komma középhangos
hangolás



28. ábra: 1/6 komma középhangos
hangolás



Vizsgáljuk meg közelebbről, hogyan alakulnak a különféle hangközök a 11 kvint 1/4 kommával való szűkítése következtében, s mik a temperatúra jellemzői. A nyolc tiszta terc a 24. ábráról leolvasható: az *esz-g*, *b-d*, *f-a*, *c-e*, *g-h*, *d-fisz*, *a-cisz* és *e-gisz*. Ugyanakkor, mivel a nagy terc tiszta, a komplementer kis terc értelemszerűen ugyanannyival lesz szűkebb a tisztánál, mint amennyivel a kvint. Hallgassuk meg, milyen szépen szólnak a hármashangzatok a következő Cabezón *Diferencias sobre el canto Ilano del Caballero* című darabja első variációjában! (CD 22.)

A maradék 4 nagy terc nagyon nagy, ezeknél a 4 egymásra épülő kvint magába foglalja a farkaskvintet, azaz ezek a két egymásra helyezett tiszta tercet egészítik ki az oktávra: *h-disz*, *fisz-aisz*, *cisz-eisz*, *gisz-hisz*. Tulajdonképpen inkább szűkített kvartok – *h-esz*, *fisz-b*, *cisz-f*, *gisz-c* –, melyeket gyakran használtak a szerzők feszültség fokozására vagy fájdalom kifejezésére. Példának hozhatnánk a korábban említett Froberger Toccata idézetet (CD 8, 2. kottapélda), vagy Philips *Pavana Dolorosa*-ját, ahol a szerző lineáris módon dolgozik a szűkített kvarttal. (CD 23, 13. kottapélda.)

13. kottapélda: Philips *Pavana Dolorosa*, 38–42. ütem

Annak ellenére, hogy e tercek túlságosan nagyok, megfelelő zenei pillanatokban, illetve érdekességüket bizonyos kompozíciós eszközökkel enyhítve alkalmanként mégis használták őket. Szokták ezeket farkasterceknek is nevezni, de úgy tűnik, ez az elnevezés már a 17. században sem volt egységes. Praetorius például a használhatatlan szűk kis tercekre (*f-asz*, *b-desz* és *esz-gesz*) használja ezt az elnevezést. Mivel az akusztikusan tiszta nagy terc viszonylag kicsi, ezért ebben a hangolásban a keresztes hangok mélyen vannak, a bések ezzel szemben magasán.

A tiszta, de még a kevésbé temperált nagy tercek és szextek is kifejezésszegény diatonikus félhangokat és matt vezetőhangot eredményeznek. Ez ellentétes a mai vonós és énekes szokásokkal, amelyek a fölfelé törekvő vezetőhangokat magasra, a lefelé törekvőket meg mélyre intonálják. A kérdés tehát az, hogy a tercet a hármashangzat nyugvó tercének érezzük inkább, vagy pedig vezetőhangnak. A 16–17. században még az előbbi volt túlsúlyban, míg a romantikus harmóniában már inkább az utóbbi. Ebben az összefüggésben ír Leopold Mozart is a Hegedűiskolában:

A temperálás következtében a klavíron a *gisz* és *asz*, *desz* és *cisz*, *fisz* és *gesz* stb. egyforma. A hangközök helyes viszonya szerint azonban minden bé-vel leszállított hang egy kommával magasabb, mint a kereszttel felemelt: például a *desz* magasabb, mint a *cisz*, az *asz* magasabb, mint a *gisz*, a *gesz* magasabb, mint a *fisz* stb. Itt a jó hallás kell hogy az útmutató legyen; és természetesen jó lenne a tanulót a hangzásmérőhöz (*monochordon*) irányítani.⁹

Tehát ebben a hangolásban a megadott keresztes illetve bés hangok enharmonikus megfelelője nem használható. Ezért lesznek a már említett *f*-, *b*- és *esz*-moll tercek

⁹ L. Mozart, *Hegedűiskola*. Ford. Székely András. (Budapest: Mágus kiadó, 1998), 92.

túl szűkek, kis tercként használhatatlanok. A kromatika valóban színes¹⁰ lesz, mivel két különféle félhang fordul elő: a kromatikus félhang kisebb, mint a diatonikus. Például a *c-cisz* félhang kisebb, mint a *cisz-d*, a *d-esz* viszont nagyobb, mint az *esz-e*.

3. táblázat: A középhangos hangolás félhangszerkezete centértékekben

c-cisz	cisz-d	d-esz	esz-e	e-f	f-fisz	fisz-g	g-gisz	gisz-a	a-b	b-h	h-c
76	117	117	76	117	76	117	76	117	117	76	117

Az egyenlőtlen kromatikus skála kifejező erejét jól példázza egy másik rövid részlet Philips *Pavan Dolorosa* című darabjából. (CD 24.)

Talán még izgalmasabb vizsgálódásunk szempontjából Michelangelo Rossi *Toccata Settima*-jának utolsó pár sora, ahol a feszültség fokozását a disszonáns akkordok és a sűrű kromatika mellett a rossz hangközök, farkastercek zsúfolása adja. Különösen érdekes az utolsó sor, ahol a tiszta és a szűkített kvartként lejegyzett farkastercek váltakoznak egy fölfelé menő kromatikus tercmenetben. Ez a feszültség teljesen elvész a középhangosságtól távolodva, már egy egyenletesen bővített középhangosság esetén, például 1/6 komma középhangos hangolásban is veszít az erejéből; egyenletes hangolásban, vagy a csembalisták által előszeretettel használt Vallotti hangolásban pedig kimondottan lapossá válik a darab, de különösen épp a befejező ütemek. Ezen a hiányosságon sokszor a tempó mértéktelen fokozásával próbálnak segíteni, ami azonban a darab zenei intencióinak véleményem szerint nem felel meg. (CD 25, 14. kottapélda.)

¹⁰ A *cromatica* olasz szó eredeti jelentése szintan.

14. kottapélda: Rossi: *Toccata Settima*, 72. ütemtől a darab végéig¹¹

A darab egy további részletével demonstráljuk, mennyire hangolásfüggő is lehet egy darab zeneisége. A nyitó rész után a két kézben futó tizenhatod menetek egy Esz-dúr tercről lezuhanva hirtelen egy E-dúr hármashangzatba torkollnak, s a bés terület után ezzel a hirtelen váltással, lassabb hangértékekkel, keresztes területen folytatódik a zene. Az ebben a hangolásban rendkívül bő szűkített oktáv leugrás rendkívül drámaian, olaszosan meglepően hat, mint amikor szűk sikátorokban kanyarogva egészen váratlanul egy tágas térre érünk. Ez is egy olyan fordulat, amely a hangolástól eltávolodva jelentős intenzitásbeli csökkenést szenved. (CD 26, 15. kottapélda.)

¹¹ A 80. ütem alsó szólamának utolsó hangja feltehetően *gisz*, hiányzik egy kereszt a hang előtt.

15. kottapéllda: Rossi *Toccata Settima*, 13–16. ütem

De említhetnénk Froberger rendkívül népszerű IV. Ferdinánd halálára írt *Lamento*-ját is, mely szintén szemléletesen példázza, hogyan aknázták ki a jó és rossz hangközök közti különbséget, ebben az esetben a tételen végigvonuló fájdalom és belenyugvás közti hullámváz kifejezésére: lásd például a 3. és az 5. ütemben vertikálisan megszólaló tritonust, avagy a 6. ütem tritonus basszuslépését.

Az 1/4 komma középhangos temperatúra hangolása: először tisztára hangoljuk az *f-a* tercet, majd a közbülső 4 kvintet illetve kvartot temperáljuk – a kvinteket szűkebbre, a kvartokat bővebbre hangoljuk a tisztánál. A komma elosztása során a megfelelő lebegés beállításában segítségünkre van a lebegések tárgyalásánál már említett duola-triola arány. Az *f-c'* kvintet a *g-c'* kvarttal összehasonlítva érdemes a lebegéseket beállítani: az *f-c* kvint kettőt lebeg, amíg a *g-c* kvart hármat. Ugyanez érvényes a *g-d'* kvint és *a-d'* kvart összevetésére. A két kvint illetve kvart egymáshoz viszonyítva pedig csaknem ugyanannyit lebeg, a nagy szekunddal följebb lévő egy hajszállal gyorsabb. Ezután a többi tiszta tercet kell meghangolni, előbb a béseket, majd a kereszteket. A tiszta tercek hangolásakor azonban mindig érdemes a kvinteket, kvartokat is ellenőrizni, egy már kész kvinttel illetve kvarttal összevetve: például a *b-d* terc hangolásakor keletkező *f-b* kvintet a *g-c'* kvinttel egybevetni, ez utóbbi csaknem ugyanannyit lebeg, illetve egy hajszállal lehet gyorsabb, mint az előbbi. Amíg kevesebb tapasztalattal rendelkezünk, érdemes két oktávon belül hangolni, mert több kontroll lehetőségünk van. Ajánlatos kontrollálni az oktávokat is a korábban említett kvart-kvint módszerrel, továbbá az alsó terccel.¹²

¹² Lásd az I. fejezet 25. lábjegyzetét.

29. ábra: 10. gyakorlat: A középhangos hangolás menete¹³

Láthattuk, hogy a hangolás által keletkező karakterisztikus úgynevezett *farkas-hangközök*¹⁴ kihatással voltak a kompozíciós gyakorlatra, s ezeket különféle affektusok ábrázolására használták. A hangolás szabálytalan lineáris szerkezete hatással van a darabokban a lineáris vezetés lehetőségeire is. A meghangolt alterált hangokat enharmonikusan használva létrejön egy túl szűk kis szekundlépés (például *g-asz*) és egy igen bő nagy szekundlépés (például *desz-esz*). A 17. században leggyakrabban használt enharmonikus hangok: a *desz*, *disz*, *eisz*, *asz*, és *aisz*. Általában az enharmonikusan használt bés hangokat lefelé, a kereszteseket pedig magas vezetőhangként fölfelé vezették: *desz-c*, *disz-e*, *eisz-fisz*, *asz-g*, és *aisz-h*.

¹³ A kapocssal összekötött hangközök lebegéseit kontrollképpen célszerű összehasonlítani: a lebegések arányait jelzik a számok, illetve a szekundtávolságra levők esetében az említett módon kontrollálunk.

¹⁴ A farkas-hangköz fogalmát a szakirodalom egy részével megegyezően gyűjtőfogalomként használjuk: nem csak a farkaskvintet, hanem a túl bő nagy terceket és a szűk kis terceket is értjük alatta.

A középhangos hangolás határaihoz elég hamar elérkezünk, amint a modális hangnemek területét elhagyjuk: ez a folyamat jól nyomon követhető például Froberger művészetében, ahol világosan tetten érhető a modális hangrendszerektől a dúr-moll tonalitás irányába való fordulás, és ennek következtében a hangolás megváltozásának szükségessége is. Míg 1649-es könyvének csaknem összes darabja minden további nélkül játszható szigorú középhangos hangoláson, későbbi műveiről ez nem mondható el ilyen egyértelműen.

Az 1/4 komma középhangos hangolás határaihoz érkeve a hangkészlet bővítésének érdekében megoldásokat kerestek egyrészt további billentyűk bevezetésével osztott felső billentyűk formájában, például *gisz* plusz *asz*; másrészt a tiszta tercek tökéletes tisztaságának feláldozásával a rosszak előnyére.

Az osztott billentyűk használatára sok utalás van. Legtöbbször oktavonként csak 1 osztott billentyű volt: az *esz/disz*, de az *asz/gisz* sem volt ritka. Például Lucca dómorgonájának renoválási szerződése 1480-ból arról tudósít, hogy a 12 hangos klaviatúrát úgy kell átépíteni, hogy megkapjuk a *h*-ra a nagy tercet és az *f*-re a kis tercet. Serassi is tesz még 1816-ban utalást arra, hogy egynéhány régi orgonán 2 osztott billentyű volt, a *gisz/asz* és a *disz/esz*. Bermudo 1555-ben azt írja, hogy néhány csembalón Flandriában a *gisz/asz* úgy van elhelyezve, hogy mint *fa*-t és mint *mi*-t is lehessen használni: azaz ketté volt osztva. A gambás Jean Rousseau 1678-ban szintén utal osztott billentyűs csembalókra, amelyeket az olaszok használtak, és hozzáteszi, hogy ez Franciaországban egyáltalán nem szokásos.¹⁵ A néhány megmaradt hangszer szintén ezt tanúsítja.

Ugyanakkor Giovanni Battista Doni utal 1635-ben egy osztott billentyűk nélküli hangszerre, amelyet csak egy *modus* számára lehetett hangolni: vagy *esz* és *asz*, vagy *disz* és *gisz*; más *modus* számára pedig másképp kellett hangolni. Tehát az áthangolás lehetőségét is szem előtt tartották, ez azonban elsősorban csembalón jöhet szóba, mert az orgonát nehezebb áthangolni, a kötött klavikordokon pedig a hangszerbe van építve a hangolás.

Michael Praetorius, aki szintén leírta a tiszta terces középhangos hangolást, – s amelyet Németországban praetoriánus hangolásnak is neveztek –, szintén említi a *Syntagma Musicum* II. kötetében (*De Organographia* 1619), hogy csembalónál szükség esetén adva van az áthangolás lehetősége. Ugyanakkor javasolja, hogy

¹⁵ M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”, in F. Zaminer (közreadó), *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 186–187.

orgonán és csembalón ne csak a csak az *esz/disz* legyen osztott billentyű, hanem *gisz/asz* is.¹⁶ Erősen kérdéses azonban, hogy egy darabon belül váltották-e az enharmonikus billentyűt, hiszen a farkaskvint, illetve a többi rossz farkas-hangköz hangzása a művek zenei szubsztanciájához tartozik, nem beszélve arról, hogy a farkaskvint ily módon való esetleges elkerülése sok esetben egy másik farkaskvintet, vagy egyéb rossz hangközt hoz létre. Ezeknek az osztott enharmonikus billentyűknek a helye azonban megmutatja, hogy hol volt szokás áthangolni.

Már említettük, hogy a pontos középhangos értékektől való több-kevesebb eltérés általánosan megfelelt a korábban gyakorolt praxisnak is; a bővített középhangosság esetében a tercek és kvintek az 1/4 kómmás szigorú középhangoshoz képest bővebbek, ezáltal a harmóniai mozgástér is bővül. De a szigorú nagyterces hangolás kisebb módosítására is van példa.

Praetorius előbb említett munkája, amely a legjelentősebb billentyűs hangszeres hangolást leíró német forrás a 17. század második feléből, a tiszta nagyterces középhangos hangolás mellett említ olyan lehetőségeket, amelyek célja az *e-gisz* terc oly módon való bővítése, hogy az *f-asz* kis terc meglágyuljon, és ne legyen túlon túl diszsonáns, ezáltal használható legyen. A lépések értelmezése azonban a szakirodalomban nem egységes, mert a leírás nem teljesen egyértelmű. A *cisz-gisz* és *fisz-cisz* kvintekről azt írja, hogy „ne legyenek se túl hamisak, se túl tiszták, csak egy bizonyos mértékig, úgy, hogy ne lebegjenek annyira, mint a többi kvint”.¹⁷ Az előtte lévő bekezdésben azonban az *a*-ra, *d*-re és *e*-re épülő terceket tisztára kérte hangolni, ami ellentmond a kvintekre vonatkozó megjegyzésnek. Ugyanakkor azt is megemlíti, hogy egyesek szerint a *cisz-gisz* kvintnek teljesen tisztának kell lennie, ami szerinte nem történhet meg. Ez a mellékesnek tűnő megjegyzés azonban két dolgot mégis jelez: egyrészt feltehetően a gyakorlatban ez előfordult, s ezáltal az *e-gisz* terc még bővebb lett, másrészt hogy tényleg valamiféle lehetséges bővítési megoldásról van itt szó. Közvetlenül ezután a „régiekről” szól, akik minden más billentyűt is módosítottak egy kicsit, annak érdekében, hogy a *gisz* magasabbra kerüljön, sőt az *e-gisz* tercet valamivel jobban módosították a többinél.¹⁸ Ez feltehetően azt jelenti,

¹⁶ M. Praetorius, *Syntagma Musicum II De Organographia* Wolfenbüttel 1619. Faksimile-Nachdruck. (Kassel; Basel; London; New York: Bärenreiter, 1964), 63.

¹⁷ „Die Quinten *cisz-gisz* und *fisz-cisz* / müssen nicht so gar falsch / und nicht so gar reine seyn / sondern nur etlicher masssen / doch dass sie nicht so sehr wie andere Quinten schweben [...]” I. m., 155. Saját fordítás.

¹⁸ „...haben Sie allen andern Clavibus ein gar geringes abgebrochen / und die Tertiam Majorem *e-gis* nicht zu gar reine / sondern etwas weiter von einander gezogen [...]” I. m., 155. Saját fordítás.

hogy minden terc enyhén bővebb lehetett a tisztánál, azaz ezek a csekély eltérések a tiszta nagy terceknél minden billentyűt érintenek. Másképp nehéz értelmezni e megjegyzést. Ebben az esetben azonban már nem pusztán a nagyterces középhangos hangolás egyszerű módosításáról van szó, hanem inkább lehetne bővített középhangos hangolásról beszélni, mivel minden terc picit bővebb lesz a tisztánál. Elég valószínűnek tűnik, hogy az effajta kisebb-nagyobb módosítások a gyakorlatban használhatóak lehettek. Sőt bizonyára nem tekintették ezeket mereven, adott esetben csekélyebb vagy erősebb mértékben alkalmazták. Tehát Praetorius javaslatát lehet úgy értelmezni, hogy csak a *cisz-gisz* és *fisz-cisz* kvinteket módosítjuk, de ha erősebb módosítást szeretnénk, az összes kvintre illetve tercre kiterjeszthetjük azt. A módosítás következtében az *a-cisz* kicsit, az *e-gisz* feltűnőbben bővebb lesz. A *b-desz* szűk kis terc viszont lágyul, még inkább az *f-asz*. A farkaskvint is valamivel szűkebb lesz. Amennyiben a *cisz-gisz* kvintet teljesen tisztára hangoljuk, illetve az összes tercet egészen enyhén lebegőre, az *e-gisz* nagy terc még élesebb, bővebb lesz, az *f-asz* kis terc pedig tovább lágyul, ugyanígy a farkaskvint. Praetorius úgy tűnik nem akarta az *e-gisz*-t annyira bővíteni, hogy túl bő legyen.

Egy hasonló módosítást lehetett rekonstruálni egy szerencsésen megmaradt eredeti hangolású orgona esetében (*Klosterkirche Muri*, Aargau, Svájc). Itt három orgona közül az egyiknél egy közel pontos középhangos hangolást találtak a 18. század közepén. Bár Billeter leírása¹⁹ kissé elnagyolt, az egyértelműen kiderül, hogy a diatonikus és a kevés keresztes tercek a legjobbak, és hogy egyetlen kivételtől (*g-h*) eltekintve egy terc sem teljesen tiszta, bár a *d-fisz* csak minimálisan tér el a tisztától, mivel 5 középhangos, illetve közel középhangos kvint van. A legtisztábbak tehát az F-, C-, G-, D-, és A-dúr tercei. A többi kvint tisztább. Praetorius módosításával összehasonlítva az *e-gisz* terc mellett a bés oldal is nagyobb eltérést mutat, minek következtében a farkaskvint jelentősen jobb lett, és a *disz-fisz* kis terc is javult.

Praetorius visszafogottságra int a farkas-hangközök használatában, miszerint a „[...] legjobb, ha a farkas szörnyű ordításával az erdőben marad, és konsonáns harmóniáinkat nem zavarja”.²⁰ Megjegyzése azonban arra is utal, hogy a kortársak

¹⁹ B. Billeter, „Die Silbermann-Stimmungen”, *Archiv für Musikwissenschaft* 27/1 (1970): 81–82, 84.

²⁰ „[...] ist zum besten daß der Wulff mit seinem wiedrigen heulen im Walde bleibe / und unsere *harmonicas Concordantias* nicht interturbire.” M. Praetorius, *Syntagma Musicum II De Organographia. Wolfenbüttel 1619. Faksimile-Nachdruck.* (Kassel; Basel; London; New York: Bärenreiter, 1964), 155. Saját fordítás.

használták ezeket. Bizonyos feltételek között ő is elfogadja a túl szűk kis terc használatát: ha kromatikus mozgás által keletkezik.

Nem feltétlenül szükségszerű azonban sem a módosítás, sem az áthangolás enharmonikus hang használata esetén. Gyakran használják a farkas-hangközöket intenzív zenei pillanatokban amúgy is disszonáns akkordba ágyazva; vagy hangjainak egymás utáni beléptetésével: például a magas vezetőhang késleltetéssel történő bevezetése következtében a linearitás kerül előtérbe; avagy a kritikus hang figuratív körülírásával enyhítve; a kritikus hang azonnali továbbvezetésével, illetve átmenő módon, súlytalan ütemrészen való megjelenésével, ami által csak rövid sűrűlódás keletkezik. Ezekkel a bevett technikákkal enyhítették a farkas-hangközök hamisságát, zenei feszültségüket azonban mégis kihasználták. Használatuk módjából adott esetben következtetni lehet a bővítés szükségességére, és esetenként arra is, hogy milyen módosított hangot hangolhattak.²¹

Froberger I. Fantasiájában (FbWV 201) találhatunk erre példát. A darab első felében még kizárólag *esz* hang szerepel, de a 76. ütemtől megjelenik a *disz* is. Az „*ut re mi fa sol la*” téma kromatikus hangokkal kiegészített variánsa során három alkalommal szerepel a *disz* hang, mindig a Praetorius által javasolt kromatikus módon behozva, átmenő súlytalan ütemrészen. A *h-disz* bő tercet sosem direkt módon hozza, hanem vagy decima távolságban és a *h* hangot rögtön továbbvezetve; vagy szext-fordításban, s a legközelebb eső kritikus hanggal nem egyszerre megütve. (16a–c kottapélda, CD 27.)

16a kottapélda: Froberger I. Fantasia (FbWV 201), 75–76. ütem



²¹ Jira ezen a területen végzett kutatásokat a repertoár egy adott területén, a farkas-hangközök használatának módjából kiindulva, vizsgálódásaiból azonban kihagyta az 1/5 komma középhasos hangolást.

16b kottapéllda: Froberger I. Fantasia, 79–80. ütem



16c kottapéllda: Froberger I. Fantasia, 86–87. ütem



A Praetorius által javasolt módosítás jól jöhet például Frescobaldi Balletto III Corrente e Passacagli című művéhez, amely első könyvének ötödik, 1637-es kiadásának függelékében jelent meg (*Aggiunta*). A Passacagli tételben megjelenik az *asz*, továbbá egyaránt előfordul a *cisz* és a *desz* hang is. A *desz* a 4. és 6. ütemben egy szeptim akkord szoprán szólamként jelenik meg, mindkét esetben kromatikusan lefelé vezetve, a Praetorius által javasolt módon, a 4. ütemben a *c* alsó váltóhanggal körülírva: ez még elfogadható lenne szigorú középhangos hangolásban; de a 13. ütemben fő ütemsúlyon megszólaló farkasterc és az egy negyeddel később a szopránban belépő farkaskvint már valamiféle módosítást tesz szükségessé. (17a–b kottapéllda, CD 28: 1–15. ütem.)

17a kottapéllda: Frescobaldi Passacagli, 3–7. ütem



17b kottapéllda: Frescobaldi Passacagli, 13–15. ütem



Szintén problémás a tiszta terces középhangos hangolás Sweelinck *Fantasia Chromatica*-ja esetében. A darabban végig *disz* van, a végén a 176. ütemben azonban megjelenik az *esz* is. Mivel feltehetően inkább orgonadarabról van szó, az áthangolás nemigen jön szóba, tehát valószínűsíthető a hangolt *esz*. A *disz*, bár kromatikusan, de mindig lefelé van vezetve, nem pedig magas vezetőhangként fölfelé, és a témából adódóan minden alkalommal súlyos ütemrészre esik és nem is röviden hangzik. Jól hallható regiszterben együtt szólal meg hol a *h*-val, hol a *fisz*-szel, azaz mindkét rossz hangköz feltűnő módon van jelen. Az enharmonikus hang ilyenfajta kezelése már egyértelműen valamiféle bővítést vagy módosítást sugall. 1/5 kómmával szűkített kvintekkel már kielégítő eredményt kapunk: a kromatika középhangos jellege még megmarad, ugyanakkor az említett rossz hangközök valamennyire megjavulnak; ami fanyarság még hallható bennük, az megfér a darab tragikus, fájdalmas karakterével. (18. kottapéllda, CD 29.)

18. kottapéllda: Sweelinck *Fantasia Chromatica*, 42–56. ütem



Az 1/5 komma középhangos temperatúrát a következő módon hangolhatjuk meg: az *f-a* terc tisztára hangolása után hangoljuk tisztára az *f-b* kvintet. Ezzel megszabtuk a temperálás határait. Ezután temperáljuk az *f* és *b* közötti kvinteket és kvartokat a már ismert módon: ezek értelemszerűen egy fokkal jobbak lesznek az 1/4-es temperatúrából ismerteknél. Ennek során az előbb segítségül meghangolt *f* hangot áthangoljuk, minek következtében az *f-a* terc enyhén lebegni fog. Utána hangoljuk hozzá a többi kvintet, illetve kvartot a szokásos módon, a már meghangoltakkal és a tercekkel hasonlítgatva. A temperatúra nagyon szép, meleg színezetű a kevésbé lebegő kvintek és az enyhén lebegő tercek következtében. Összehasonlításképpen hallgassuk meg a fönti Cabezón részletet ebben a hangolásban is. (CD 30.)

Vannak olyan darabok is, ahol ennél erőteljesebb bővítés szükséges, például ahol az enharmonikus hang használatával előtérbe kerül a bő egészhang. Az egyenlőtlen temperatúrák mellett ezekben az esetben az 1/6 komma középhangos hangolás jöhet szóba, mely Silbermann-hangolásként lett közismert. Buxtehude-nak számos művét hozhatnánk példaként, szemléltetésül álljon itt a 9. szvit *Allemande* tételének pár üteme. (CD 31.) A feltűnő dallami helyen előforduló *cisz-disz* bő egészhang ennél kevésbé módosítva túlságosan fanyarul szólna.

Hangolását legegyszerűbben az *f-a* terc kis oktávban történő meghangolásával kezdhetjük oly módon, hogy annyival bővítjük, hogy 3-at lebegjen másodpercenként. Majd temperáljuk a kvinteket és kvartokat.

A középhangos hangolások a 18 században még sokáig használatosak voltak, de mint láthattuk, ezekkel párhuzamosan szabálytalan szerkezetű temperatúrák is megjelentek. A dúr-moll rendszer 17. század közepe táji megalapozásával a hangnem karakterisztikai elképzelések is kifejlődtek, amelyek okozatilag ezekre a szabálytalan hangolásokra vezethetőek vissza.

V. SZABÁLYTALAN TEMPERATÚRÁK

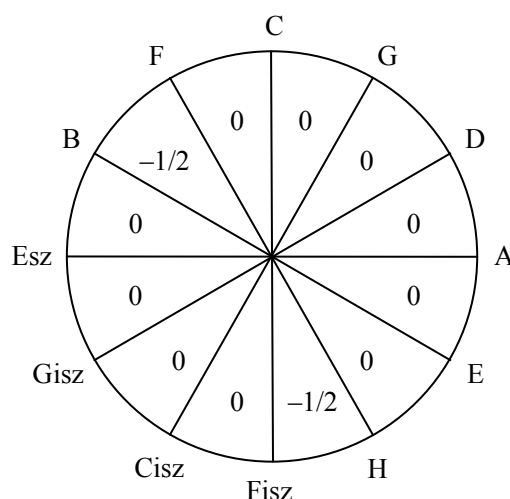
Láthattuk, hogy mind a középhangos, mind a pitagoraszai hangolás szabályos szerkezetet mutat. Ezek mellett ugyanakkor már igen korán megjelentek szabálytalan szerkezetű temperatúrák is. A szabályos szerkezetűekkel szemben, amelyek egyfajta használható kvinttel rendelkeznek, s amelyek közé az egyenletes hangolás is tartozik, a szabálytalan temperatúrákra az jellemző, hogy kvintjeik vagy különbözőképpen vannak temperálva, vagy keverednek a tiszta és a temperált kvintek. Az ilyenfajta hangolási rendszerek különösen a késői 17. és a 18. században játszottak igen fontos szerepet, amikor a harmóniavilág kitágult és a zeneszerzők távolabbi modulációkat is megcéloztak, illetve kiinduló hangnemenként is egyre inkább választottak több előjegyzéssel rendelkező hangnemeket. A francia és a német hangolási stílus azonban eltérő stílusjegyekkel rendelkezik. Mielőtt azonban ezekre kitérnénk, érdemes a legkorábbi szabálytalan hangolásokról pár szót ejteni. Már egészen korai időkből is van tanúság ilyen hangolási módokra.

Feltehetően a legkorábbi egyenlőtlen temperatúra, amelyet leírtak, egy angol forrásban található. Érdekessége abban áll, hogy a kromatikus hangok pontosan kettéosztják a pitagoraszai egészhangot.

Henricus Grammateus (Schreiber) 1518-ban matematikakönyvében¹ közzétett egy geometriai ábrát, amely megmutatja, hogyan lehet megkapni két 9:8 arányú síphossz mértani közepét. Ezzel a módszerrel sikerült a 9:8 arányú pitagoraszai egészhangot két egyforma félhangra osztani. A hangolást az egyenletes hangolás felé való korai közelítésként is lehet értelmezni, amennyiben a pitagoraszai nagy egészhang egyenlő két félre osztásával 10 egymástól egyforma távolságra levő félhang jött létre. Csak az *e-f* és a *h-c* tartotta meg pitagoraszai szűk értékét. Ezt úgy érjük el, ha a pitagoraszai kommát kétfelé osztjuk és a *h-fisz* és a *b-f* közé helyezzük. Ezek a kvintek még igen szűkek, de már nem annyira zordak, mint a pitagoraszai farkaskvint. (30. ábra.) A tercek közül a diatonikusak és a *fisz-aisz* tartották meg pitagoraszai értéküket, a többi jóval szebb, fél kommával bővebb a tisztánál. A hangolást nagy valószínűséggel a gyakorlatban is használták.

¹ *Ayn new kunstlich Buech*, Nuremberg. Említi M. Lindley „Temperaments”, New Grove 25, 251.

30. ábra: Grammateus hangolás



Hangolása rendkívül egyszerű: először az *a*-tól kezdve a kvintkörön mindkét irányba haladva hangoljuk tisztára az *f* és *h* közötti kvinteket, majd ideiglenesen hangoljuk tisztára a *h-fisz* kvintet. Utána a *fisz*-t hangoljuk lejjebb egészen addig, amíg a *d-fisz* ugyanolyan gyorsan lebeg, mint a *fisz-h* kvart. A kis oktávban végezzük a temperálást, mert ott halljuk legjobban a lebegéseket. Ezután hangoljuk tisztára a kvinteket *fisz*-tól *b*-ig. Ha meghangoljuk a kis *h* és *b* alsó oktávját, akkor a *B-f* és a *H-fisz* kvintet összehasonlítva ellenőrizhetjük a hangolás eredményességét: a két kvintnek közel azonosan kell lebegnie, a félhanggal feljebbi egész enyhén lehet gyorsabb.

Németországban úgy tűnik, viszonylag korán elkezdődött a fejlődés a tonalitás szempontjából kevésbé korlátozott hangolások irányába, mindenképpen korábban, mint Franciaországban. Schlick 1511-ben leírt egy hangolást, melyet a *Spiegel der Orgelmacher und Organisten*-ben hozott nyilvánosságra, s amely több szempontból is különleges helyet foglal el a hangolások történetében. Egyrészt igen korai szabálytalan temperatúráról van szó, másrészt a nagyszámú tiszta kvintekkel jellemezhető pitagorasz szerkezetű német temperatúrák között Schlick hangolása inkább a későbbi francia hangolásokhoz hasonlóan a középhangosból eredeztethető. Hangolási leírása inkább praktikus jellegű, kevésbé pontos, mivel nem utal a monochord hangköz-viszonyaira. Megvalósítása igényel némi gyakorlatot a hangolások terén.

A kvinteket kis *f*-ről kezdi hangolni, mégpedig oly módon, hogy „egy kissé szűkek legyenek, amennyire a hallás elbírja”, hogy éppen csak lebegni kezdjenek,

amit azonban „ne lehessen könnyen észlelni, [...] csak ha a hangot egy ideig kitartjuk”.² A lebegés tehát nem lehet feltűnő, a leírásból mégis egyértelműen kitűnik, hogy a kvinteket nem kell annyira temperálni, hogy a tercek egészen tiszták legyenek. Bár matematikai pontossággal nem lehet megállapítani, mire gondolhatott Schlick azzal, hogy a kvintek éppen elkezdjenek lebegni, mégis a tapasztalat alapján valószínűsíthető, hogy a diatonikus terceket alkotó kvintek nagyjából valahol a $-1/5$, maximum $-1/6$ érték körül lehetnek. Ugyanis amennyiben ennél szűkebbre vesszük a kvintet, rövidebb letartás esetén is túl feltűnő lesz a lebegés, ha pedig bővebbre, akkor a tercek már nem mondhatóak elég szépnek.

Valamivel később a tercekre vonatkozó bővítést egyértelműen ki is fejezi Schlick, sőt a különböző tercek bővítésének mértékében is differenciál, amennyiben azt írja, hogy „három tercnek, a *c-e*, *f-a*, *g-h* terceknek jobbaknak kell lenniük, [...] melynek oka, hogy ezek jóval gyakrabban használatosak a többinél”. Tehát a diatonikus nagy terceket kell a legkevésbé temperálni.³ Ugyanez az alapelv jelenik meg később a francia *Tempérament Ordinaire*, valamint a jól temperált hangolások esetében is.

Az *f-b*, *b-esz*, *h-fisz*, *fisz-cisz* kvinteket valamivel tisztábbra kéri a diatonikus tercet alkotóknál, ennek következtében a nem diatonikus tercek bővebbek lesznek. A *gisz* hangot *asz*-ként is használhatóvá akarja tenni, ennek érdekében egy kicsit magasabbra hangolja: az *esz-asz* kvint a tisztánál picit bővebb lesz. Ugyanakkor hangsúlyozza, hogy úgy kell az *esz*-hez képest temperálni az *asz*-t, hogy túl magas se legyen: kicsit körülírva *gisz*-ként is lehessen használni az *a*-hoz való kadenciánál. Az *e-gisz* terc körülbelül pitagoraszi, az *asz-c* pedig az egyenletes hangolásúhoz lesz hasonlatos, a *h-disz* gyakorlatilag használhatatlanul bő. Továbbá a *fisz-cisz* is bővebb kell legyen a tisztánál, de a két bő kvint közül a *cisz-gisz* legyen rosszabb: erről azt mondta Schlick, hogy nem használatos. A farkaskvintet tehát kétfelé osztotta.⁴

Schlick hangolási rendszerének sajátossága, hogy egyetlen nagy terc sem tiszta, továbbá jelentősen szélesíti a tonalitás terét a *bés* irányba. Érdekes egy *bés* területen mozgó korai barokk művet kipróbálni rajta, például Froeberger *Lamentation*-ja (FbWV 633) igen szépen szól ebben a hangolásban. (CD 32.)

² „[...] etwas in die niedere schweben. so vil das gehör leyden mag [...] nit leichtlich gemerckt werd. sonder [...] ein weill still gehalten werden das mann hören mag [...]” A. Schlick, *Spiegel der Orgelmacher und Organisten. Heidelberg MDXI*. (Leipzig: Breitkopf & Härtel, 1869), 101–102. Saját fordítás.

³ „[...] die drey tertzen. cfaut, elami, ffaut, alamire, gsolreut vnd bdür. besser zü machen. [...] Vrsach sie werden gar offft vnd meer gebrücht dann die andern [...]” I.m., 102. Saját fordítás.

⁴ Mivel a leírás matematikailag nem pontos, ezért ebben az esetben a kvintkörrel való ábrázolást nem alkalmazzuk.

Nemigen lehet tudni, Schlick hangolása mennyire terjedt el; magyarázatai egyrészt nem érthetőek olyan olvasó számára, akinek nincsen tapasztalata a hangolás terén, másrészt művét németül írta, minek következtében nem valószínű, hogy külföldön egyáltalán ismerték.

Hangolása a következőképpen történik: Hangoljunk a kis *a*-hoz egy tisztánál hallhatóan bővebb, de még szép nagy tercet (kis *f*), majd a középhangos temperatúrához hasonló módon egymással összevetve temperáljuk a közbülső 4 kvintet. Kontrollképpen hallgassuk meg az *f-c* kvintet: amennyiben kellően lassan lebeg ahhoz, hogy rövid megütés esetén ne legyen feltűnő, akkor a terc bővítésének mértéke megfelelő volt. Ezután hangoljuk meg a kiinduló terc fölötti két kvintet (*a-e*, *e-h*) és ellenőrizzük a *c-e* és *g-h* terceket. A kis *g-h* valamivel gyorsabban lebeghet, mint az *f-a*, de még mindig jó tercnek kell lennie. Majd hangoljuk meg az *e-gisz* tercet oly módon, hogy az *asz-c* terccel összevetve ez utóbbi egy picit jobb legyen. Ne felejtsük el, hogy a följebb levő ugyanannyival elhangolt terc mindig gyorsabban lebeg, tehát például az *e-gisz* és *gisz/asz-c'* összehasonlításánál a *gisz/asz-c'* már akkor is jobb, ha ugyanannyit lebeg, mint az *e-gisz*, hiszen mivel följebb van, akkor lenne ugyanolyan mértékben temperált, ha valamivel gyorsabban lebegne. Ezután hangoljunk egy enyhén bő *cisz*-t a *gisz*-hez, és kontrolláljuk az *a-cisz* tercet, valamint hangoljuk meg a *fisz*-t a *h* és a *cisz* közé. A *h-fisz* enyhén lassabban lebegjen, mint a *c-g*, a *fisz-cisz* hasonlóképp összehasonlítható az *f-c* kvinttel. Befejezésül hangoljuk az *esz*-t az *asz*-hoz enyhén bőre, az *esz-g* terccel kontrollálva, majd a *bé*-t az *esz* és *f* közé. Ezek is szebbek, mint a diatonikusak: a *h-fisz*, *fisz-cisz*-hez hasonlóak.

A Tempérament Ordinaire

Franciaországban a 17. század végi és a 18. század első feléből származó hangolások a középhangos hangolásból származtak, melyet a tiszta nagy tercek számát fokozatosan redukálva alakítottak át: számukat lecsökkentették nyolcra egyre. Ennek következtében a használhatatlan farkaskvint is enyhült, majd teljesen eltűnt.

Az átmenetet egy különös véletlen képezte: Mersenne 1636-ban⁵ instrukciókat adott a szabályos 1/4 komma középhangos temperatúrához, melyek azonban részben

⁵ *Harmonicorum libri XII*. Paris.

félreérthetőek voltak, s ezzel egy történeti szempontból jelentős és jól használható hangolás jött létre. Így a 17. századi Franciaországban az egyenlőtlen hangolások egy félreértés révén kezdtek el kialakulni. A félreértés az *esz-b-f* kvinteket érinti, amelyeket a tisztánál bővebbre kért temperálni.⁶ Az így létrejött hangolás egy átmenethez vezetett a francia hangolási szokásokat illetően a szabályos 1/4 komma középhangos temperatúrától a 18. századi *Tempérament Ordinaire*-hez.

Hangolása az 1/4 komma középhangos hangolás elsajátítása után igen egyszerű, mivel csak azt kell enyhén módosítani: az *esz/disz* hangot úgy hangoljuk meg, hogy az *esz-g* terc ugyanannyit, vagy enyhén gyorsabban lebegjen, mint a *H-disz* terc. Majd hangoljuk meg a *b-t* úgy, hogy az *esz-b* kvint illetve az *f-b* kvart egyformán jó legyen.⁷ Az *esz* mélyítése miatt a *disz* jobban használható lett. A két bés hang mélyebbre hangolásával a középhangoshoz képest kettővel kevesebb, azaz hat tiszta terc marad.

Ez a hangolás jól illik például Louis Couperin darabjaihoz, különösen a bésekhez, mivel a különféle nagyságú tercek a bés oldalon különleges árnyalatokat hoznak létre.

A g-moll Allemande első felében (CD 33) megfigyelhetjük, hogy a *b* és az *esz* hang lejjebb hangolása következtében a *b-d*, s még inkább az *esz-g* terc bővebb lett, emiatt a *g* valamint a *c* hangra épülő dúr és moll tercek távolabb kerültek egymástól, mint a szigorú középhangosság esetében. Már első két ütemben hallhatunk egy ebben a hangolásban különösen érdekes, dúrból mollba forduló motívumot, amely a darab első felét végigkíséri, s amely főként épp az említett két dúr és moll tercre épül. Az erősen lebegő *esz-g* terc feloldása a D-dúr lebegésmentes tercre a darab első felének zárlatában szintén nagyon kifejező (11–12. ütem).

A *Tempérament Ordinaire* 1690-es évekből származó legkorábbi forrásai feltehetően már egy korábban is létező praxist írnak le. Chaumont is gyakorlatilag ezt a hangolást közli a *Pièces d'orgue* függelékében (*Méthode d'accorder le clavessin* 1695). Az érintett két kvintről azt mondja, hogy lehet őket szűkre vagy bőre is hangolni, aszerint, hogy meg akarunk-e maradni a középhangos sémánál vagy sem. A többi kvinteket illetően kicsit bizonytalanul fogalmaz, miszerint lehet őket tisztábbra is temperálni, minek következményeképp a tercek egy picit bővebbek

⁶ Illetve úgy lehetett érteni, hogy bővebbre kéri. Részleteket lásd M. Lindley, „Temperaments”. *New Grove* 25, 248–268. 252.

⁷ A *b* hang beállításakor figyeljünk oda, hogy ebben az esetben az *esz-b* kvintnek bővebbnek, az *f-b* kvartnak pedig szűkebbnek kell lennie a tisztánál.

lesznek a tisztánál. Ebben a hangolásban – bár enyhébb formában – megmaradt a farkaskvint.

Egy Michel Corette által 1753-ban leírt hangolásban már csak 5 tiszta terc van, mivel pusztán 8 középhangos kvintet kér az *f*-től *cisz*-ig, a *cisz-gisz* már kicsit tisztább, az *esz-b-f* még nagyobb; a farkaskvint maradéka, amelyet bizonyos zenei helyzetekben már használhatónak ítélt, a *gisz-esz* között helyezkedik el. A hangolás szerkezete erősen emlékeztet a Mersenne-, illetve Chamont-féle, bár Corette esetében nem egyértelmű, hogy a legbővebb két kvint bővebb-e a tisztánál,⁸ a farkaskvintre tett megjegyzéséből azonban ez valószínűsíthető.

Még tovább csökken a tiszta tercek száma Jean Philippe Rameau hangolási javaslatában. Francia területen tőle származnak a temperatúrákkal kapcsolatos legrészletesebb információk. Írásaiban nyomon követhető egy szemléletváltás az egyenlőtlen temperatúráktól az egyenletes felé. Az 1726-ban Párizsban megjelent *Nouveau système de musique théorique* című művében leír egy akkor használatos hangolást, 11 évvel később pedig a *Génération harmonique*-ban már az egyenletes temperatúrát propagálja.

1726-ban leírt rendszere szintén tiszta, vagy majdnem tiszta terceket alkot a kvintkör diatonikus oldalán. A hangolást a *c* hangról kezdi. Az első kvintek temperálásával kapcsolatosan azt írja, hogy ezeket szokásos módon egy kissé szűkítjük, hogy „egy olyan tisztaságú tercet kapjunk, amelyet a fül megkíván”.⁹ Ez a kifejezés némi bizonytalanságot hagy maga után a tekintetben, hogy a terceknek valóban teljesen lebegésmentesen tisztáknak kéne lenniük. Majd így folytatja: „Amikor a temperálás közepére érkeztünk, a kvinteket kicsit tisztábbra vesszük, és így tovább mindjobban egészen az utolsóig [...]”¹⁰ A kvintek fokozatos tisztára hangolását a *cisz* vagy a *gisz* hangnál lehet elkezdni, azonban inkább azt javasolja, hogy már a *cisz-gisz* kvintnél kezdjük el. Így – mivel a kvintek fokozatos bővítésével értelemszerűen a tercek is egyre bővebbek lesznek –, az utolsó nagy tercek egy

⁸ Az előírás szerint a két kvint „*encore plus forte*”, azaz az előzőekhez képest még nagyobb. M. Corette, *Le maître de clavecin pour l'accompagnement*. 85. Idézi M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”, in F. Zaminer (közreadó), *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 252.

⁹ „[...] dont elle doit former la Tierce majeure; desorte que si l'on n'y trouve pas cette Tierce majeure dans la justesse que demande l'oreille [...]” J.-P. Rameau, *Complete theoretical writings. Volume II. Nouveau système de musique théorique 1726*. (Róma: American Institut of Musicology, 1967), 108. Saját fordítás.

¹⁰ „Lorsqu'on est arriv'e au milieu de la Partition, on rend les Quintes un peu plus justes, & cela de plus en plus jusqu'a la derniere [...]” I. m., 108. Saját fordítás.

fokkal jobbak lesznek. Emellett hangsúlyozza, hogy még így sem lehet elkerülni, hogy az utolsó nagy tercek és az utolsó két kvint túl bővek legyenek. Javasolja, hogy a leginkább használatos modulációkban a lehetséges legnagyobb tisztaság megőrzése érdekében inkább a *b* hangról kezdjük a hangolást: ez esetben nem a *c* és *cisz*, hanem a *b* és *h* közti kvinteket kell középhangosra, illetve közel középhangosra hangolni, majd a *h-fisz* kvintnél a fokozatos bővítést elkezdeni. A legszebb, tiszta tercű hangnemek eszerint a következőképpen alakulnak: ha *c*-ről kezdjük a hangolást a C-dúrtól az A-dúrig, ha *b*-ről, akkor pedig a B-dúrtól a G-dúrig hasonlóképpen szépek a tonikai dúr hármashangzatok; és még az utolsó hangnemek domináns terce – az első esetben tehát az E-dúr, a második esetben pedig a D-dúr – is közel ilyen jó, mert még csak egy bővebb kvintet tartalmaz. A *c*-ről induló hangolás tehát inkább keresztes, a másik pedig inkább bés hangnemekre alkalmas. Indoklásul még a következő érdekes és a kor elképzeléseiről sokat eláruló megjegyzést fűzi hozzá:

Az utolsó két kvint és 4–5 utolsó nagy terc túlzott mérete elviselhető, nemcsak azért, mert csaknem észrevehetetlen, hanem azért is, mert kevésbé használatos modulációkban található meg; hacsak nem kifejezetten azért választjuk, hogy szándékosan kemény, vagy egyéb hasonló kifejezést nyerjünk. Mert helyes megfigyelni, hogy a különféle hangközökből különféle benyomásokat nyerünk, különböző temperáltságukkal arányosan [...] ¹¹

Példának hozza, hogy a tiszta nagy terc az öröm, ezzel szemben a túl bő terc a düh, szenvedély érzetének benyomását kelti; s hasonlóképpen a természetes kis terc édes és lágy, míg a túl szűk inkább szomorúságot ébreszt.

François Couperin *Sarabande*-jének részletét (*L' Unique*, 8. Ordre) Rameau keresztes hangnemekre alkalmas hangolásában meghallgatva benyomást szerezhetünk arról, hogyan járulnak hozzá a távolabbi hangnemek színei a darab kifejezőerejéhez: figyeljük meg a 8. ütem D-dúrja valamint a 11. ütem H-, és a 13. ütem Cisz-dúrja közti különbséget! (CD 34.)

Béthizy és d'Alembert még hamarabb kezdik a kvinteket bővíteni, olyannyira, hogy már csak 1 tiszta terc marad. Jean-Laurent de Béthizy 1754-es hangolási javaslatában a *c-g-d-a-e* 1/4-es kvintek meghangolása után az *e* és *gisz* közötti kvinteket valamivel kevésbé temperáljuk ezeknél – hogy mennyivel, arról nem szól;

¹¹ „L'excès des deux dernières Quintes & des quatre ou cinq dernières Tierces majeures est tolerable, non seulement parce qu'il est presq'insensible, mais encore parce qu'il se trouve dans des Modulations peu usitées; excepté qu'on ne les choisisse exprès pour rendre l'expression plus dure, &c. Car il est bon de remarquer que nous recevons des impressions differentes des intervalles, à proportion de leur differente alteration [...]” I. m., 110. Saját fordítás.

az *esz-b-f-c* kvinteket pedig annyival bővebbre, hogy a *gisz-esz* megközelítően tisztára jöjjön ki. Pontosabb értékeket nem mond a bővítés mértékéről, csak annyit jegyez meg, hogy vannak hangnemek, melyek elviselhetetlenek az érzékenyebb fülűek számára.

Jean le Rond d'Alembert hangolása (1762) ehhez hasonló, amennyiben a *c-e* közti kvintek a legszűkebbek, az *e-gisz* közti a tisztánál valamivel szűkebbek, és az *asz-f* közti és talán az *f-c* bővebbek. A hangolást *c*-ről kezdve úgy kéri a kvinteket szűkíteni, hogy a *c-e* terc jó, feltehetően tiszta legyen. Majd az *e*-ről hangoljuk meg a következő 4 kvintet oly módon, hogy a *gisz* közel jó nagy tercet alkosson az *e*-vel. Utána *c*-ről folytatva az *f-b-esz* kvinteket mélyebbre hangolja, úgy, hogy a *gisz-esz* is kicsit bőre jöjjön ki. D'Alembert is említi, hogy van 5-6 elviselhetetlen hangnem, nyilvánvalóan elsősorban azokra gondol, ahol a tercek a pitagoraszínál is bővebbek.

Rameau-éhoz képest tehát ez a két hangolás hamarabb elkezd a bővebb kvintek hangolását, minek következtében a tercek hamarabb elkezdenek bővülni a keresztes hangnemek felé haladva, ugyanakkor az átmenet is fokozatosabb, mivel a tiszta és a középhangos közti kvintek nem lesznek egyre bővebbek, mint Rameau hangolása esetében.

Ahogy kitűnik, a francia hangolási leírások nem fogalmaznak pontosan, mennyiségi megközelítéssel, sokkal inkább körülbelül leírják a temperálás módját.¹²

Lindley a lehető legtöbb forrást, köztük Rameau későbbi megjegyzéseit is megvizsgálva a következő közös nevezőt találta ezek között a hangolási módok mögött:¹³

- A diatonikus terceknek valamivel nagyobbnak kell lenniük a tisztánál, de nem annyira, mint az 1/6 komma középhangosban, hanem körülbelül, mint az 1/5 komma középhangos temperatúrában.
- A diatonikus kvinteknek egyforma nagyoknak kell lennie, kivéve az *f-c* kvintet, amelyet lehet a többinél kevésbé is temperálni, amennyiben szükség lenne a *cisz-eisz/desz-f* tercre.
- A *h-fisz-cisz-gisz* kvinteknek nagyobbnak kell lenniük a diatonikus kvinteknél, illetve a *cisz-gisz* gyakorlatilag már tiszta.
- Az *esz-b-f* kvintek nagyobbak, mint tiszta, az *asz-esz* is lehet ilyen.

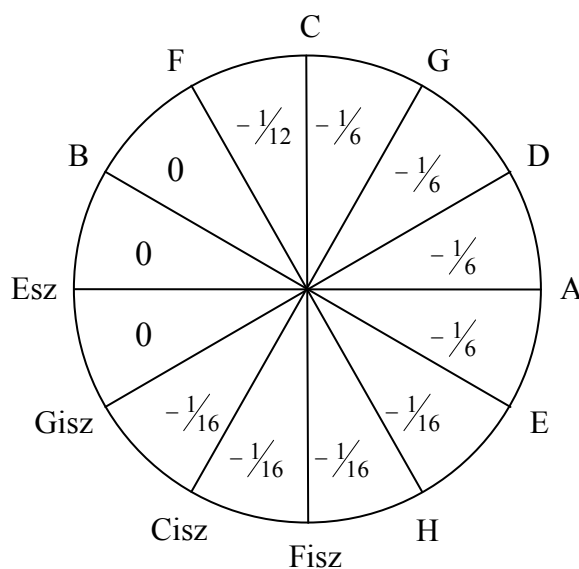
¹² Ezért ebben az esetben sem alkalmazzuk a kvintkörrel való ábrázolást.

¹³ M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”, in F. Zaminer (közreadó), *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 237–238.

A diatonikus tercek bővítésének folyamányaképpen a kvintkör rossz oldala sokkal elviselhetőbb lesz. Rameau-nak az a megjegyzése, hogy a túl bő tercek nem feltűnőek, szintén arra enged következtetni, hogy már a tiszta tercek sem lehettek teljesen lebegésmentesek, különben a bő kvintek és a túl bő tercek mértéke nem felelne meg ennek a leírásnak.

A francia hangolásokra tehát az jellemző, hogy a kvintkör alterált hangos oldalán két-három kvintet enyhén bővebbre temperál a tisztánál. Ennek következményeként az érintett tercek is fokozatosan bővülnek, s köztük finom színekülönbség jön létre, a diatonikus tercektől pedig határozottan különböznek.

31. ábra: A Mercadier hangolás



Mercadier de Belestá nevét érdemes még megemlíteni, mint a francia hangolások egy különleges reprezentánsát. Érdekessége abban áll, hogy hangolási leírása (1776) egy újabb átmenetet képez, még pedig a *Tempérament Ordinaire* és az egyenletes hangolás között, s már joggal nevezhető jól temperált hangolásnak. Ennek oka, hogy nemhogy túl bő, de még pitagoraszi terc sincs benne, mivel a legbővebb kvint a tiszta. Ugyanakkor a központi C-dúrtól – melynek terce $\frac{1}{6}$ komma középhangos, azaz igen jó –, nagyon finom az átmenet a kvintkör túloldalán lévő tiszta vagy közel tiszta kvintes és csaknem pitagoraszi terces hangnemek irányába. (31. ábra.)

A hangolást hasonlóképpen kezdjük, mint az $\frac{1}{6}$ -os temperatúránál: hangoljuk a kis *f*-et az *a*-hoz enyhén bőre, úgy, hogy hármát lebegjen másodpercenként. Majd a már ismert módszerrel temperáljuk a közbülső kvinteket, és az *a-e* kvintet

hasonlóképpen. Ezután tisztára hangoljuk az f -hez a b -t, majd az f hangot áthangoljuk úgy, hogy az f - c között lévő $1/6$ kommát kétfelé osztjuk. Ez úgy történik, hogy lejjebb hangoljuk az f -et addig, amíg az f - b kvart és az f - c' kvint nagyjából triola-duola arányban lebeg; a triola legyen egy icipicit lassabb.¹⁴ Ez a lebegés igen lassú, mivel $1/12$ -es kvintről, illetve kvartról van szó. Majd tisztára hangoljuk az f - b , b - esz , és esz - asz kvinteket. Végezetül egyenletesen szűkítjük a maradék három kvintet, illetve kvartot, melyek gyakorlatilag alig lebegnek, mert még az egyenletes hangolású $1/12$ -es kvintnél is tisztábbak.

Az egyenlőtlen hangolások kapcsán sok szó esett a teoretikusok körében a hangnemek különbözőségéről, mint ahogy ez a fenti Rameau idézetből is kiderült. Ez részben az egyenletes kontra egyenlőtlen hangolás vitájának kísérőjelensége volt. A hangolásban lévő egyenlőtlenségek úgy tűnik, többé-kevésbé következetesek voltak, sőt a különböző hangnemek hallás után való megkülönböztetése is beszédtema volt. Marc Antoine Charpentier szerint a különféle szenvedélyek kifejezésére különféle hangnemek különböző energiája felel meg;¹⁵ Marais pedig egy físz-mollban írott szvitjével kapcsolatban említi meg, hogy nem véletlenszerűen választ hangnemet darabjaihoz. Emellett egyes szerzők megemlítik azt is, hogy ahhoz, hogy az egyenlőtlen hangolás másképpen szól különféle hangnemekben, a hangszerek egyedi sajátosságai is hozzájárulnak.

A különféle szerzők hangnem-karakterisztikai jellemzéseire jelen munka kereteiben csak utalni tudunk. A teljesség igénye nélkül a legfontosabb nevek francia területen: Rousseau, Charpentier, Masson és Rameau.¹⁶ Érdekes, hogy még azoknál a szerzőknél is, akik a hangolás nüanszain kívüli okokat is tulajdonítottak a hangnemek különbözőségének, megfigyelhetők a kevésbé használatos több bés hangnemekkel összefüggésben emlegetett komorabb, sötétebb affektusok.

Maga Rameau egyébként 1737-ben immár az egyenletes hangolás mellett síkra szállva már más nézőpontot képviselt: a hangnemek összefonódása, nem pedig a hangnemek hangolás révén való különbözősége okozza a változatosságot. Jean-Jacques Rousseau támadta Rameaut amiatt, hogy ez utóbbi az egyenletes hangolás mellett lépett föl, s azzal érvelt, hogy egy zenész számára az egyik nem zárja ki a

¹⁴ Az f - c' kvint a nagy szekundddal följebb lévő g - c' kvarttal lebegne pontosan 3:2 arányban.

¹⁵ *Règles de composition*, 1692.

¹⁶ A hangnem-karakterisztikáról bővebben lásd: R. Steblin, *A History of Key Characteristics in the Eighteenth and Early Nineteenth Century*. (Ann Arbor / Michigan: UMI Research Press, 1983.)

másikat. Megemlíti továbbá, hogy Couperin is kipróbálta, majd elvetette az egyenletes hangolást.

A jól temperált hangolások

Németországban az a törekvés határozta meg a 18. század hangolási rendszereit, hogy a farkaskvintet teljesen eltüntessék, és minden hangnemet játszhatóvá tegyenek. Ezek közül csak egy volt a ma egyenletesnek nevezett szabályos temperatúra. Szemben ezzel az úgynevezett jól temperált hangolások szabálytalan kvintkört eredményeztek. Ilyen hangolásoknak a sokasága jött létre, a szerzők heves vitájával kísérve.

Úttörőnek számított megoldásaival a 17. század végén Andreas Werckmeister teoretikus, zeneszerző és orgonista. Első művének (*Orgelprobe*, 1681) címlapján ez áll:

[...] hogyan temperáljunk a monochord útmutatásával és segítségével, hogy minden ma divatos előjegyzésekkel ellátott hangnem elviselhető és kellemes harmóniában hangozzék.¹⁷

A *wohltemperiert* kifejezés, amelyet később Bach is használt, itt jelenik meg először, és arra utal, hogy ez a hangolási rendszer már mind a 24 hangnemre alkalmas. Oly módon temperálták ugyanis a hangközöket, hogy már valamennyi hangnemet lehetett használni, szemben más egyenlőtlen temperatúrákkal, ahol csak bizonyos hangnemeket lehetett, másokat egyáltalán nem, vagy csak különleges zenei pillanatokban. A francia hangolásoknál, mint láthattuk, igyekeztek több-kevesebb tiszta terc, azaz $1/4$ kommás kvintek megtartása mellett a középhangosság hangzásképet minél inkább megőrizni, s ennek kompenzálásaképp a kvintkör másik oldalán kissé bő kvintek is előfordultak, sőt általában a farkaskvintet is csak enyhíteni tudták. Az, hogy a jól temperált hangolásokban már minden hangnemet lehetett használni, korántsem jelenti azonban, hogy minden hangnem egyformán is

¹⁷ „[...] wie durch Anweiß und Hülffe des Monochordi ein wohl zu temperieren und zu stimmen sey / damit nach heutiger Manier alle modos fictos in einer erträglichen und angenehmen harmoni vernehme”. A. Werckmeister *Orgelprobe*, 1681. Idézi M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”, in F. Zaminer (közreadó), *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 256. Saját fordítás.

szólt. Ezek a hangolások, szemben az egyenletessel, reális hangnemek karakterisztikával rendelkeznek.

Werckmeister hangolásai esetében a cél nem annyira a tercek tisztán tartása, mint inkább a tiszta kvintek továbbmenő használata volt. A farkaskvint kiiktatását több kvint tisztára hangolásával, illetve egy-két kissé bő kvint beiktatásával éri el. Nem igaz azonban, hogy Werckmeister lett volna az első, aki a farkaskvintet kiiktatta,¹⁸ sem az, hogy a III. számú hangolása esetén először záródott volna be a kvintkör túl bő kvintek használata nélkül.¹⁹ Mindkét állítás cáfolatára lásd a fent említett Grammateus hangolást.

Werckmeister már az *Orgelprobe* hangolásról szóló fejezetében kifejti haladó nézeteit: a középhangos hangolás alkalmatlanságát, az osztott felső billentyűk (*disz/esz, gisz/asz*) helytelenségét, s egy minden hangnemre alkalmas hangolási mód szükségességét; továbbá publikál két hangolást. Az 1686/87-ben és 1691-ben megjelent *Musicalische Temperatur* tulajdonképpen ennek a fejezetnek a kibővítése. 1968-ban az *Erweiterte und verbesserte Orgelprobe* című könyvében már csak pár általános megjegyzést tesz a hangolásról és a *Musicalische Temperatur*-hoz utalja az olvasót. Werckmeister ebben már összesen hat hangolást ír le a monochordon való alkalmazással összekötve. (II. függelék, 6. kép.)

Az I. hangolása egy tiszta hangolás oktávonkénti 20 billentyűre, a II. pedig az 1/4 komma középhangos, melyet helytelennek nevez. A többi általa javasolt hangolást tartja helyesnek, melyek közül a III. és IV. hangolást már 1681-ben az *Orgelprobe*-ban nyilvánosságra hozta. Eredetileg mindkét hangolást orgonára szánta, de annyira ismert volt és oly sokat vitatkoztak rajta, hogy nagy valószínűséggel egyéb billentyűs hangszereken is kipróbálták. A legnagyobb jelentősége a III. hangolásnak van, amely a legismertebb és a legegyszerűbben hangolható. Türk még 1808-ban is használhatónak tartja.

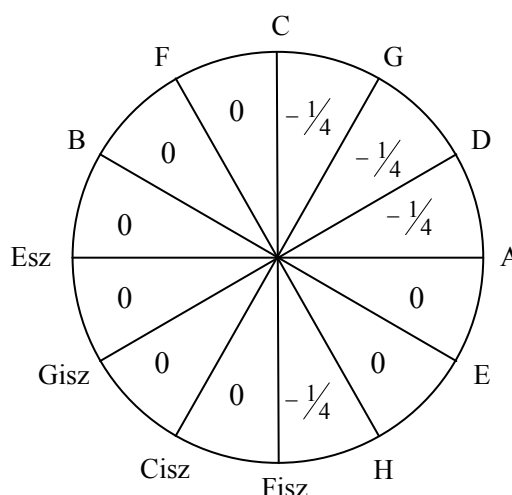
Itt a pitagorasz komma négy kvint között van elosztva: a *c-g*, *g-d*, *d-a* és a *h-fisz* kvintek 1/4 kommával szűkebbek a tisztánál. A maradék nyolc kvint akusztikusan tiszta. (32. ábra.) Úgy tűnik, Werckmeister praktikus okokból eltekintett a szintonikus és a pitagorasz komma közti különbségtől, – orgonaeépítésnél gyakran beszéltek egyszerűen csak kommáról –, és bár táblázatai csak pitagorasz kommával

¹⁸ Lásd Rudolf Rasch kiadói bevezetőjében: A. Werckmeister, *Musicalische Temperatur. Quedlinburg 1691*. (Utrecht: The Diapason Press, 1983), 26.

¹⁹ Lásd M. Jira, *Musikalische Temperaturen in der Klaviermusik des 17. und frühen 18. Jahrhunderts*. (Tutzing: Verlag bei Hans Schneider, 1997), 44.

értelmezhetőek, a gyakorlatban mégis azt javasolta, hogy a *c* és *a* közötti kvintek legyenek olyanok, mint a középhangos hangolásban.

32. ábra: Werckmeister III

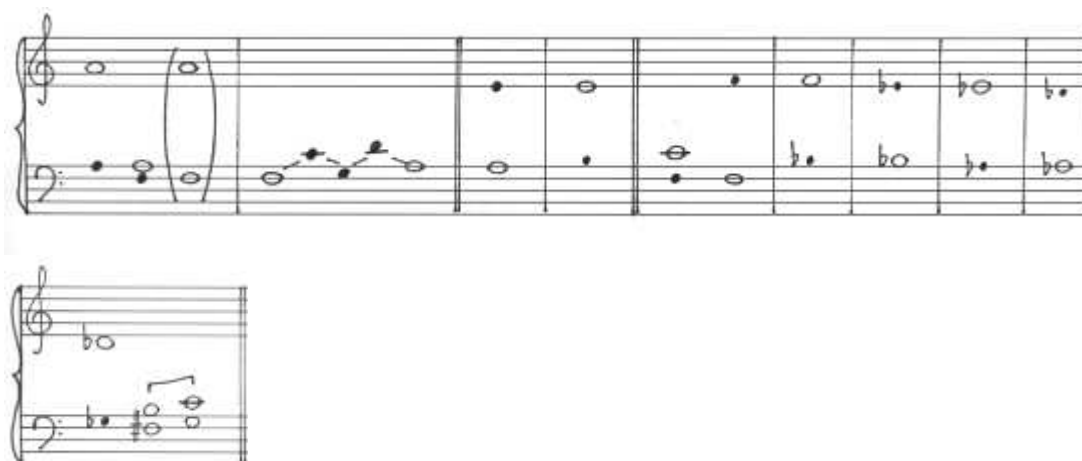


Ha hangvilláról vesszük a kiinduló hangot, kezdjük a hangolást az *a*-ról egy tiszta *f-a* terccel, mint a középhangos hangolás esetében. Ezután temperáljuk a középhangos kvinteket: *f-c*, *c-g*, *g-d*, *d-a*, majd hangoljuk tisztára az *a-e* és az *e-h* kvinteket, továbbá a *c*-től a kvintkör másik oldalán a *gesz*-ig az összes kvintet: *c-f*, *f-b*, *b-esz*, *esz-asz*, *asz-desz* és *desz-gesz*. A *h-fisz* kijön, mint csaknem középhangos kvint.²⁰ A hangolás menete során tehát az *f*-et, melyet a kiinduláshoz tisztára hangoltunk az *a*-hoz, áthangoltuk.²¹ (33. ábra.)

²⁰ Elvileg ez a kvint a szkizmával, azaz kb. 2 centtel szűkebbre jön ki a másik háromnál, azonban, ha a tiszta kvinteket addig hangoljuk a szűk irányból, a kvartokat pedig a bő irányból, amíg éppen csak elkezdenek nem lebegni, eltüntethetjük ezt a kis különbséget, és a *h-fisz* gyakorlatilag nem fog gyorsabban lebegni, mint a *c-g*.

²¹ Bár *c*-ről kezdve a hangolást, picit egyszerűbb, de ez esetben, ha azt szeretnénk, hogy az *a* 415 vagy 440 Hz magasságra jöjjön ki, 9,7 centtel magasabbról kell kiindulnunk, mint az egyenletes hangolás *c*-je. Ezt a jobb hangológépeken be lehet állítani.

33. ábra: Werckmeister III. A hangolás menete



Nézzük meg, hogyan alakultak a nagy tercek: teljesen tiszta terc nincs, de nagyon szép az *f-a* és a *c-e*. Egy fokkal kevésbé tiszta, de még megközelítően jó a *g-h*, *d-fisz* és a *b-d*. Ennél valamivel bővebb, a pitagoraszai terchez közelítő az *a-cisz*, *e-gisz*, *h-disz* és az *esz-g*. A többi terc a kvintkör bal oldalán pitagoraszai: *asz-c*, *desz-f*, és a *fisz-aisz*. Ha ezek után megvizsgáljuk, hogyan alakulnak a különböző hangnemek, igen sokszínű képet kapunk. Legszebb, centrális hangnem az F-dúr, ahol tiszta a kvint, és a terc is közelít a tisztához. Hasonlóan szép még a B-dúr, ahol szintén tiszta a kvint, s a terc közepén van a tiszta és a pitagoraszai között, ami még mindig jónak mondható, lebegése nem nagyon gyors; valamint a C-dúr, ahol a kvint ugyan már szűkített, de a terc ugyanolyan szép, mint az F-dúrban. Szépen, oldottan szól még a G-dúr és a D-dúr, melyekben a kvint szűkített, de a terc a B-dúréhoz hasonlóan szép. A távolabbi hangnemek felé közeledve érdekesebb dúr hármásokot kapunk, mert bár a kvintek egy kivétellel (*h-fisz*) tiszták, a tercek már mind pitagoraszaiak, vagy megközelítően azok. Tehát az A-dúr, E-dúr és az Esz-dúr hármashangzat tiszta kvinttel, és igen bő, de még nem pitagoraszai terccel rendelkezik. A H-dúr terce ugyanilyen, de itt a kvint is 1/4 kommával szűkített. A maradék három hangnem, a Fisz-dúr, a Cisz-dúr és az Asz-dúr, tiszta kvintes és pitagoraszai terces hangnemek.

A hangolásban összesen 4 féle terc fordul elő, és a hangnemeknek különböző kombinációi vannak a tiszta, illetve szűkített kvint és a különféle nagy tercek kombinálásával; ezért a tisztaság különböző fokozatai minden hangnemnek saját jelleget, karakterisztikus hangszínt kölcsönöznek. A szépen és oldottan szóló centrálisabb hangnemek jobban megőrizték a középhangos hangzáskaraktert, ezektől távolodva az elhangolás foka az előjegyzések számával nő, az átmenet azonban igen

fokozatos. A kvintkör másik oldalán már keményebb, több feszültséget hordozó pitagoraszai hármashangzatok vannak. A hangolás teljes harmóniai mozgékonyt tesz lehetővé.

A középhangos hangolás kromatikus struktúrája kicsit kiegyenlítve ugyan, de megőrződött. A diatonikus és a kromatikus hangok közti különbség enyhébb formában még érzékelhető.

4. táblázat: A Werckmeister III hangolás félhangszerkezete

c-cisz	cisz-d	d-esz	esz-e	e-f	f-fisz	fisz-g	g-gisz	gisz-a	a-b	b-h	h-c
90	102	102	96	108	90	108	96	96	108	96	108

Johann Caspar Ferdinand Fischer h-moll fűgája az *Ariadne Musica* gyűjteményből jól szemlélteti nemcsak a hangolás hangzásának szépségét, hanem távolabbi hangnemekben történő használhatóságát is. Fischer orgonára íródott 20 prelúdium és fűgája 19 különböző hangnemben 1715-ben jelent meg, és méltán lehet a *Wohltemperiertes Klavier* előfutárának is nevezni. A Fisz-dúr, esz-moll, gisz-moll, b-moll és Desz-dúr kivételével minden hangnem szerepel a ciklusban, mely egészében tehát zárt rendszerű temperatúrát kíván, egyes darabok azonban nem lépik túl a középhangos, illetve a módosított középhangos hangolás kereteit; feltehetően még a középhangos gyakorlatra is tekintettel kellett lennie ebben az időben. A h-moll fűga azok közé a darabok közé tartozik, melyek már egyértelműen zárt rendszert kívánnak meg, mivel a Cisz-dúr, a Fisz-dúr valamint a H-dúr akkord is gyakran fordul elő benne, ez utóbbi a záróakkord is. Mivel a fűgatéma elején szereplő *aisz* és *eisz* is magasak vezetőhangként (lásd 4. táblázat), a fűga szólamai szépen kirajzolódnak. (19. kottapélda, CD 35: teljes fűga.)

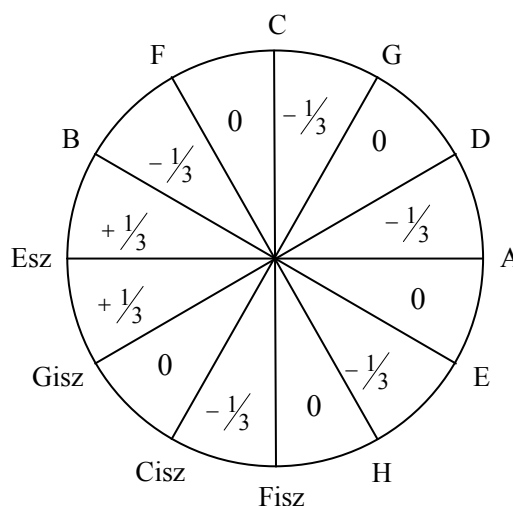
19. kottapélda. Fischer h-moll fűga 1-5. ütem.



Werckmeister IV. hangolása az 5 tiszta kvint mellett 5, az 1/4-esnél lényegesen szűkebb, 1/3-os kvintet tartalmaz. Ezáltal két túl bő (+1/3-os) kvint jön létre: *gisz-*

disz és *esz-b*. Ilyenfajta megoldással már találkoztunk a *Temperament Ordinaire* esetében. Ennek következtében a kvintkör bal oldalán egy pitagoraszi terc mellett (*h-disz*) három túl bő, a pitagoraszi értéket is túllépő terc (*asz-c*, *desz-f*, *fisz-aisz*) keletkezik; valamint létrejön egy igen bő egészhang-lépés (*asz-b*). A diatonikus tercek mellett a *b-d*, *d-fisz*, *a-cisz* és az *e-gisz* 1/3 kómmával bővebbek a tisztánál, – ezek kimondottan szépek –, egy terc pedig 2/3 kómmával. Tehát itt is 4 féle terc kombinálódik a különféle kvintekkel. A kevés előjegyzésű hangnemek épp ezért éles kontrasztban vannak a több előjegyzésűekkel. Emiatt mondhatta Werckmeister, hogy ez a hangolás inkább a *generi diatonico*, a III. pedig inkább a *generi chromatico* számára alkalmas.²²

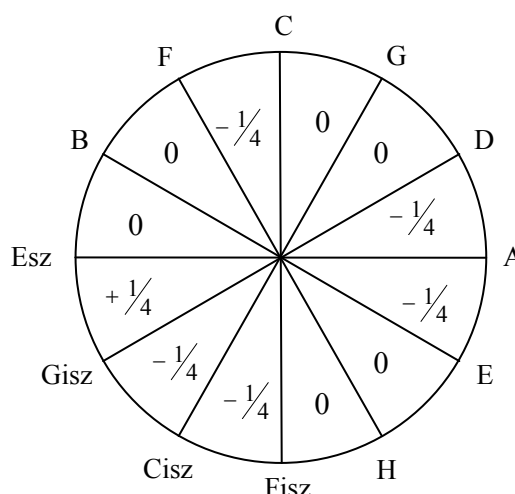
34. ábra: Werckmeister IV



Az V. hangolás először csak 1686/87-ben jelent meg, és a váltakozó tiszta és 1/4-es kvintek kombinációjaként egyfajta középutat jelenít meg a zárt rendszer és a gyakorlatban még uralkodó középhangosság között. A legjobb tercek is 1/2 kómmával bővebbek a tisztánál. 6 ilyen terc van az *f-a* és az *e-gisz* között, a többi terc ennél is bővebb, 3/4 kómmával bővített, vagy pitagoraszi. Ennek következtében ez egy igen nyugtalan hangolás, ahol még a központi hangnemek sem szólnak olyan meleg oldottsággal, mint a másik két hangolás esetében.

²² A. Werckmeister, *Musicalische Temperatur. Quedlinburg 1691*. (Utrecht: The Diapason Press, 1983), 77.

35. ábra: Werckmeister V



A *Musicalische Temperatur* rendkívül ismert volt német földön, olyan szerzők forgatták, mint Neidhardt, Sorge, Marpurg és Türk; az *Orgelprobe* pedig bizonyítottan megvolt Bachnak is.

A farkashangközök okozta harmóniai feszültséget ezeknél a hangolásoknál már nem lehet kihasználni, ennek helyébe egy komplexebb harmóniavilág és a hangnemek közti finomabb árnyalatbeli különbségek lépnek. Erre Werckmeister többször is utal különböző műveiben. Így például utolsó könyvében (*Musicalische Paradoxal-Discourse* 1707) a főt említett korábban megjelent monochord diagramjára (II. függelék, 6. kép) visszautalva így ír:

Itt némelyek majd csodálkozni fognak, hogy egy olyan temperálást ábrázolok, amelyben a kvintek $1/12$ komma, a nagy tercek $2/3$, a kis tercek $3/4$, tehát minden konsonancia ugyanolyan lebegésben van. [...] Egy ilyen temperálást is [...] föl akartam vázolni, mivel azonban a rézmetsző panaszkodott, [...] hogy nem tudja a komma szűk távolságát 12 részre osztani, ezért aztán letettem erről [...] Időközben attól se riadok vissza, és kitartok emellett, hogy a diatonikus terceket tisztábban hagyjuk a többinél, melyeket ritkábban használunk; ez így jó változatosságot ad [...] ²³

²³ Hierbey werden sich wohl einige verwundern, dass ich allhier eine Temperatur, da alle Quinten $1/12$ Commatis, die Tertiae maj: $2/3$, die min: $3/4$, und also alle Consonantien in gleicher Schwebung stehen, statuiren [...] Ich hatte [...] solche Temperatur [...] lassen aufreissen, weil aber die Kupfferstecher sich beschwerte [...] die engen Spatia der Commatum in 12. Theile zutheilen, musste ich dasselbe anstehen lassen. [...] Indessen bin ich doch nicht ungeneigt, und bleibe dabey, dass man die diatonischen Tertien etwas reiner lasse als die andern so man selten gebrauchet, es giebet auch gute Veränderung [...] A. Werckmeister, *Musicalische Paradoxal-Discourse* 1707, 111–13. Idézi M. Lindley, „Musicalische Temperatur by Andreas Werckmeister”, *The Galpin Society Journal* 38 (1985. ápr.): 160–163. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/841303>, 161. Saját fordítás.

Itt tehát kimentí magát, hogy miért nem vázolta föl már korábban is az egyenletes hangolást, ugyanakkor állást foglal a tercek különbözősége mellett.

Hasonló véleménynek adott hangot a tercek változatosságával, s ennek a különböző hangnemek karakterére tett hatásával kapcsolatban 1732-ben Johann Georg Neidhardt. Ugyan az egyenletes hangolás tűnik számára a legtermészetesebbnek, megjegyzi, hogy „a legtöbbben ebben a hangolásban mégse találják meg, amit keresnek. Miszerint hiányzik a nagy terceknél a lebegés változatossága és ebből következően a több kedélymozgás.”²⁴

Ugyanakkor érdekes, hogy Neidhardt csak a 20-as évek vége, 30-as évek elejére jutott el erre a meggyőződésre. Az 1706-ban megjelent *Beste und leichteste Temperatur des Monochordi* (Jena) című művében még az egyenletes hangolást javasolta. Később azonban sokféle egyenlőtlen hangolási lehetőséget fontolt meg, próbált ki, és írt le különböző műveiben.

Ezzel a változással kapcsolatban érdekes lehet a következő történet, amelyet Adlung ír le 1768-ban megjelent *Musica Mechanica Organoedi* című munkájában. Eszerint 1706-ban Johann Nicolaus Bach²⁵ és Johann Georg Neidhart összehasonlították hangolásukat a jénai Stadtkirche újonnan épült orgonájának egy-egy regiszterén. Bach fül után hangolt valamiféle szabálytalan temperatúrát, Neidhart pedig úgymond matematikus módon, monochord segítségével egyenleteset. Az eredményről a következőképpen számol be Adlung:

Mikor aztán a hallás alapján megvizsgálták (az eredményt), Neidhardt úr (fedett) regisztere nem hangzott jól, ellenben Bach úré igen. Neidhardt hallás alapján nem utasíthatta el a temperálást, nem tudta azonban, hogyan sikerült.²⁶

A beszámolóból a továbbiakban még az is kiderül, hogy Bach hangolása transzponálásra is alkalmas volt. Jira e transzponálással kapcsolatos vizsgálódásaiból

²⁴ (Die gleichstufige Temperatur) „hat den Schein der allernatürlichsten [...] Allein die meisten finden doch an dieser Stimmung nicht was sie suchen. Es fehlet (heißet es) ihren Tertiis maioribus an der Abwechselung der Schwebungen, und folglich mehrerer Gemüths-Bewegungen.“ Johann Georg Neidhardt. *Gänzlich erschöpfte, Mathematische Abtheilungen des Diatonisch-Chromatischen, temperirten Canonis Monochordi*, Königsberg, 1732, 48. Idézi M. Lindley, „Quest for Bach’s Ideal Style of Organ Temperament”, in *Stimmungen im 17. und 18. Jahrhundert: Vielfalt oder Konfusion? 15. Musikinstrumentenbau-Symposium in Michaelstein am 11. und 12. November 1994*. Michaelsteiner Konferenzberichte 52. (Michaelstein: Stiftung Kloster Michaelstein, 1997), 45–67. 46. Saját fordítás.

²⁵ J. S. Bach unokatestvére (1669–1753).

²⁶ „Als man es hernach mit den Ohren untersuchte, wollte des Herrn Neidharts Gedackt nicht klingen: aber des Hrn. Bach seins klang. Neidhart konnte das Temperiren nicht verwerfen, nach dem Gehöre; wußte aber nicht, wie es zugieng [...]” J. Adlung, *Musica Mechanica Organoedi Berlin. 1768*. Idézi M. Jira, *Musikalische Temperaturen in der Klaviermusik des 17. und frühen 18. Jahrhunderts*. (Tutzing: Verlag bei Hans Schneider, 1997), 31. Saját fordítás.

arra a következtetésre jutott, hogy Bach egy olyan hangolást készíthetett, ami egy késői szabálytalanul bővített középhangos és egy egyenlőtlen zárt rendszer között lehetett.²⁷

Miután Neidhardt sokféle egyenlőtlen hangolást kipróbált, különféle megfontolások alapján hármát-négyet kiválasztott ezek közül. (36a–d ábra.) Szociális környezet szerint más-más hangolást ajánl, külön egyet a nagyváros, a kisváros és a falu orgonái számára. Kevésbé városias környezet számára nagyobb fokú egyenlőtlenséget rendel a hangoláshoz: a tercek temperálásának mértéke jobban eltér, és a félhangok is jobban különböznek egymástól, mint a kis-, illetve nagyvárosi hangolás esetében. (Lásd 36a–d ábra, valamint 5. és 6. táblázat.)

Négy legfontosabb hangolását más fontos jól temperált hangolásokkal összehasonlíthatjuk a 6. táblázat segítségével, amely a Neidhardt által a különböző temperatúrák számításához bevezetett mértékegységgel – amely az 1/12 pitagorasz komma –ábrázolja az egyes hangokra épülő kvintek és tercek temperálásának mértékét. Így például a –1 egységnyivel temperált kvint 1/12 kómmával, a –2, 1/6 kómmával, a –3 pedig 1/4 kómmával van szűkítve.

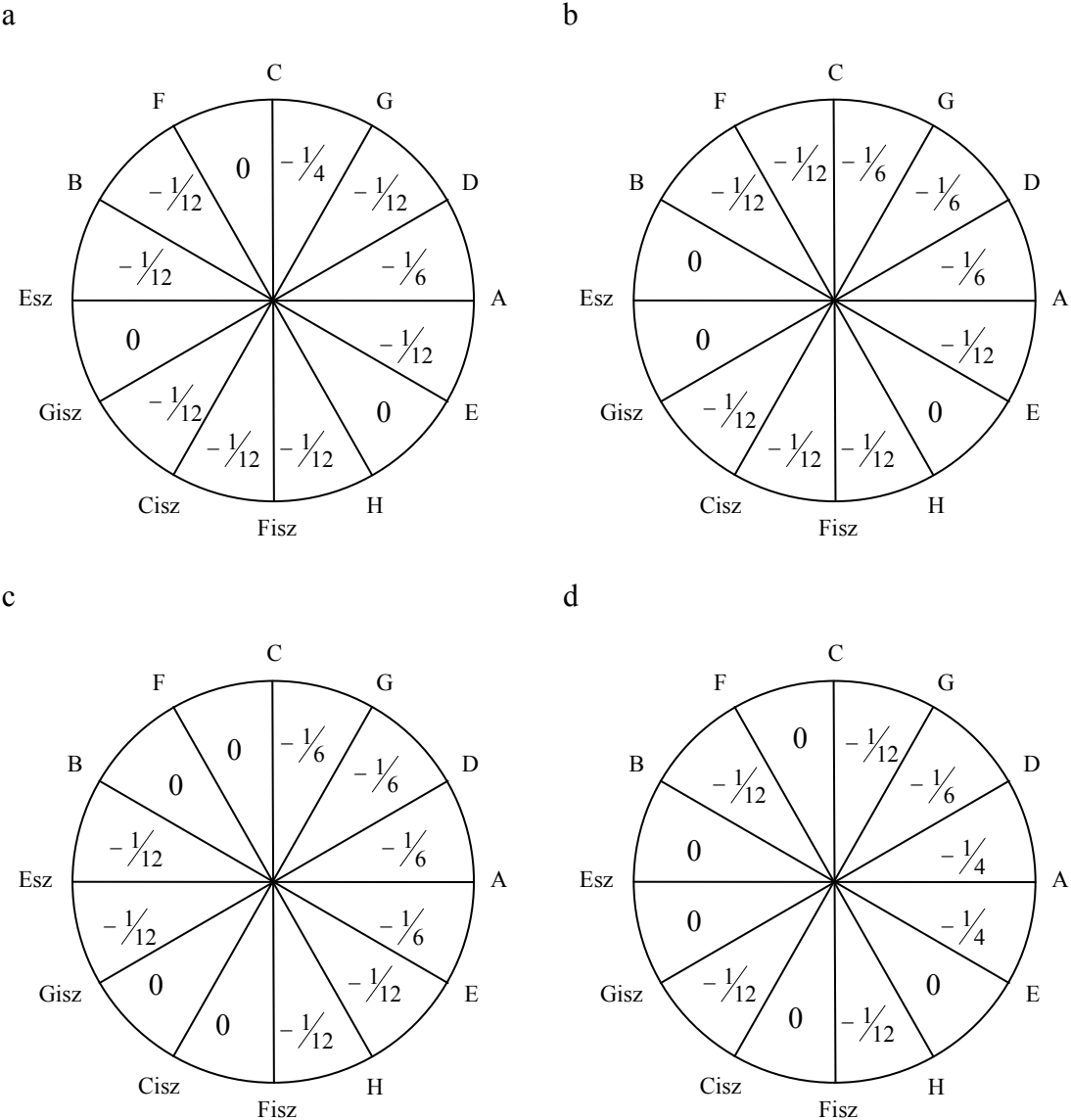
Ami Neidhardt hangolásaiban közös, s Werckmesterével összehasonlítva azonnal feltűnik, hogy itt már egyetlen nagy terc sem éri el a pitagorasz értéket. Ennek következtében Neidhardt bármely hangolása kiegyenlítettebb, mint Werckmesteréi. A kortárs francia hangolásokkal egybevetve is megállapíthatjuk, hogy még a falu számára besorolt hangolásai is kifinomultabbak azoknál.

További érdekesség, hogy korábbi műve, az 1724-ben megjelent *Sectio Canonis harmonici* (Königsberg) besorolásaihoz képest 1732-ben hangolásainak besorolásai differenciáltabb irányba tolódtak el. Míg 1724-ben az udvar számára még egyenletes hangolást javasolt, a 36a–d ábrán látható hangolások a különbözőképpen alakultak:

- 36a ábra és 5a táblázat 1724-ben a nagyváros számára,
- 36b ábra és 5b táblázat 1724-ben a kisváros számára, de 1732-ben már a nagyváros számára,
- 36c ábra és 5c táblázat 1724-ben a falu, 1732-ben a kisváros számára,
- 36d ábra és 5d táblázat 1732-ben a falu számára.

²⁷ I. m., 32.

36a–d ábra: A Neidhardt hangolások



Neidhardt tehát későbbi éveiben az erősebb árnyalás irányába változtatta meg besorolásait.

5a–d táblázat: A Neidhardt-hangolások félhangszerkezete

a

c-cisz	cisz-d	d-esz	esz-e	e-f	f-fisz	fisz-g	g-gisz	gisz-a	a-b	b-h	h-c
96	100	102	96	104	98	100	100	98	104	98	104

b

c-cisz	cisz-d	d-esz	esz-e	e-f	f-fisz	fisz-g	g-gisz	gisz-a	a-b	b-h	h-c
96	100	102	96	106	96	102	98	98	106	96	104

c

c-cisz	cisz-d	d-esz	esz-e	e-f	f-fisz	fisz-g	g-gisz	gisz-a	a-b	b-h	h-c
94	102	100	96	106	94	106	98	98	102	96	108

d

c-cisz	cisz-d	d-esz	esz-e	e-f	f-fisz	fisz-g	g-gisz	gisz-a	a-b	b-h	h-c
94	104	98	94	108	94	108	94	100	104	94	108

A félhangértékeket jelző számokat megnézve láthatjuk, hogy a legkisebb és legnagyobb félhang közti eltérés az 1732-es falusi hangolás esetében a legnagyobb, és fokozatosan csökken a 24-es nagyvárosi hangolásig, sőt a 24-ben az udvar számára ajánlott egyenletes hangolásnál a félhangok még teljesen egyformák. Ugyanígy a nagy tercek temperálásának eltérése az 1732-es falusi hangolásnál a legnagyobb, nagyvárosi hangolásoknál kisebb, illetve az egyenletesnél mindegyik egyforma. A 6. táblázaton láthatjuk azt is, hogy míg Werckmeister III. hangolásában 4 féle nagy terc fordult elő, ezeknél a hangolásoknál 6, illetve a falusi hangolásnál 8 féle. A tercek különböző színezete a különböző mértékű elhangolás következtében igen fontos volt ezekben a temperatúrákban.

6. Táblázat: Jól temperált hangolások

		esz	b	f	c	g	d	a	e	h	fisz	cisz	gisz
Werckmeister III²⁸	5	0	0	0	-3	-3	-3	0	0	-3	0	0	0
	3	8	5	2	2	5	5	8	8	8	11	11	11
Neidhardt 1724 nagyváros	5	-1	-1	0	-3	-1	-2	-1	0	-1	-1	-1	0
	3	6	6	5	4	7	7	8	8	8	8	8	9
Neidhardt 1732 nagyváros	5	0	-1	-1	-2	-2	-2	-1	0	-1	-1	-1	0
	3	7	5	4	4	6	7	8	8	8	9	9	9
Neidhardt 1732 kisváros	5	-1	0	0	-2	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	-1
	3	8	7	5	3	4	5	7	9	9	9	9	9
Neidhardt 1732 falu	5	0	-1	0	-1	-2	-3	-3	0	-1	0	-1	0
	3	9	7	5	2	3	4	7	9	9	10	9	10
Sorge 1744	5	-1	-1	0	-2	-2	-2	0	-2	-1	-1	0	0
	3	7	6	5	5	5	6	7	7	9	9	9	9
Vallotti	5	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	-2	0	0	0	0
	3	7	5	3	3	3	5	7	9	11	11	11	9
Egyenletes	5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Például J. S. Bach fisz-moll tokkátájának utolsó előtti szakasza végtelen szekvenciájával sokkal kifejezőbben szól egy ilyesfajta egyenlőtlen temperatúrában,

²⁸ Mivel Werckmeister a gyakorlatban a szintonikus kommával temperált, a kvintek temperálásának mértéke valójában csak $2^{3/4}$ egység.

mint egyenletesben. Ha meghallgatjuk a mellékelt CD-n az említett rész első 7 ütemét először Werckmeister, majd Neidhardt 1732-es kisvárosi hangolásában, mindkét esetben hallhatjuk a tercek színének változását a szekvencia során. (20. kottapélda, CD 36 és CD 37.) Az idézett rész harmóniamenete során – *Disz-gisz, Cisz-fisz, A-D, H-E, Cisz-fisz, Fisz-h, Gisz-cisz* – az A- és főként a D-dúr tercek jól hallhatóan kevesebbet lebegnek és kevésbé nyugtalanul hatnak, mint például a Cisz- vagy a Gisz-dúr tercei. A záró 6/8 elején pedig a kromatikus menetben hallhatjuk, hogy még némi egyenlőtlenség mindkét hangolásban hallható a félhangok között, bár Neidhardté már valamivel kiegyenlítettőbb. (135–144. ütem: CD 38. és CD 39.)

20. kottapélda: J. S. Bach fisz-moll tokkáta, 108-114. ütem

Mindemellett az egyenletes hangolás praktikus előnyeit Neidhardt továbbra is elismeri, s megjegyzi:

Időközben sokan vannak, akik a fuvolákat, oboákat és a többi is eszerint hangolják, így viszont szükségszerűen a kórus- és a kamarahangot²⁹ teljesen jól össze kéne hangolni: s ezáltal ez a hangolás itt is előtérbe kerülhetne. Tehát az egyenletes hangolás kényelmet és kényelmetlenséget is magában rejt, mint a jó házasság.³⁰

Neidhardt hangolásai kortársai között igen magas elismertségre tettek szert. Lorenz Mizler például azt mondja Werckmeister 1698-as műve újrakiadásának előszavában Werckmeister hangolásairól, hogy „az ő idejében a legjobb volt, aztán idővel Neidhardt javított rajta”.³¹

Kivitelezésük már nagyobb tapasztalatot igényel, ugyanakkor, ha a különböző mértékben temperált kvintek hangolásában már némi gyakorlatot szereztünk, nyugodtan megpróbálkozhatunk velük. Legegyszerűbben az 1732-es kis- és nagyvárosi hangolást készíthetjük el, ahol kiindulásként 1/6-os kvinteket kell hangolni. A hangolást hasonlóképpen kezdjük, mint az 1/6-os Silbermann temperatúrát: hangoljuk meg a kis *f*-et az *a*-hoz, annyira bőre, hogy 3-at lebegjen másodpercenként. Utána a már ismert módszerrel temperáljuk a közbülső kvinteket. Ezután a nagyvárosit a következőképpen folytatjuk: tisztára hangoljuk az *f*-hez a *b*-t, majd az *f* hangot áthangoljuk úgy, hogy az *f-c* között lévő 1/6 kommát kétfelé osztjuk. Ez úgy történik, hogy lejjebb hangoljuk az *f*-et addig, amíg az *f-b* kvart és az *f-c'* kvint triola-duola arányban lebeg.³² Ez igen lassú, mivel 1/12-es kvintről illetve kvartról van szó. Majd tisztára hangoljuk a *b-esz*, *esz-asz* kvinteket. Utána az *a-e* kvintet egész enyhén szűkre hangoljuk, hasonlóan a *b-f*-hez. Az *e-h* tiszta, majd temperáljuk a maradék 1/12-es kvintet illetve kvartot a már meglévőkhöz hasonlítva: *h-fisz*, mint *b-f*, *fisz-cisz*, mint *f-c*; a *cisz-gisz* kijön.

A kisvárosit a négy 1/6-os kvint meghangolása után úgy folytatjuk, hogy két további kvintet, az *a-e*-t és az *e-h*-t is 1/6-osra hangoljuk, majd a *h-fisz*-t tisztára. Ezután lejjebb hangoljuk a *h* hangot úgy, hogy az *e-h* között lévő 1/6 kommát kétfelé

²⁹ Terjedelmi okokból csak utalni tudunk a nem egységes és sokféle tényezőtől függő hangmagasság különbségeire. Az úgynevezett kórushang, amely alapján a legtöbb közép- és észak-németországi orgonát hangolták, legalább egy egészhanggal magasabb volt a kamarahangnál (*a'* = 415 Hz).

³⁰ „Immitelst fehlet es doch auch an Leuten nicht, welche die Hautbois, Flöten, u.d.g. [...] nach derselben eingerichtet, so müste nothwendig Chor- und Cammer-Ton durch und durch auf das reinste zusammen stimmen: Und hierdurch könnte sich diese Stimmung auch alhier einschmeicheln. Es führt also die gleich schwebende Temperatur ihre Bequemlichkeit und Unbequemlichkeit mit sich, wie der liebe Ehestand.” *Gänzlich erschöpfte, Mathematische Abtheilungen des Diatonisch-Chromatischen, temperirten Canonis Monochordi. Königsberg, 1732*, 40. Idézi M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”, in F. Zamminer (közreadó), *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 271. Saját fordítás.

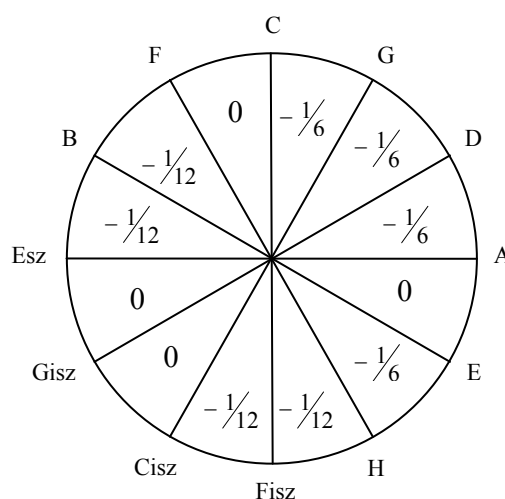
³¹ „[...] so ist selbige zu seiner Zeit die beste gewesen, nach der Zeit aber von Neidhardt verbessert worden.” *Musicalische Bibliothek*, Bd. 1, Dritter Theil, 55. Idézi M. Lindley, i. m., 272. Saját fordítás.

³² A triola ez esetben is lehet egy icipicit lassabb.

osztjuk, azaz addig, amíg az *e-h* kvint és a *fisz-h* kvart duola-triola arányban lebeg. Ezután tisztára hangoljuk a *fisz*-hez a *cisz*-t és a *cisz-gisz*-t, valamint a *c*-hez az *f*-et és az *f-b*-t; majd a maradék két kvintet a már meglévő 1/12-es kvinthez hasonlítva temperáljuk.

Georg Andreas Sorge hasonló nézőpontot képvisel, mint Neidhardt, bár valamivel határozottabban fellépett az egyenletes hangolás mellett. Mégis úgy tűnik, egészében véve fontosabb volt számára, hogy egy hangolás minden hangnem számára megfeleljen, s ne legyenek hangnemek, amelyek nem használhatóak, mint az egyenletes vagy egyenlőtlen hangolás közti választás kérdése. Egyenlőtlen hangolásai a neidhardti kritériumoknak megfelelnek, ahhoz hasonlóak. Rendkívül kifinomult módon fontolta meg a megfelelő hangolási módot, külön a kamarahangon lévő billentyűs hangszerek, külön az egészhanggal magasabban lévő kórushangos orgonák számára, hogy azok szükség esetén együtt tudjanak játszani a kamarahangon lévő hangszerekkel. (37. ábra.) Így alapos megfontolás tárgyát képezte, hogy mely tercek legyenek rosszabbak, például az Asz-dúr (kamarahangon B-dúr) a kórushangos orgonán tisztábban van intonálva az E-dúrnál (kamarahangon Fisz-dúr), mivel arra inkább szükség van; míg a kamarahangra ajánlott hangolás esetében ez fordítva van. Sorge azzal érvel, hogy a korál még így is elviselhető E-dúrban.

37. ábra: Sorge egyik hangolása 1744-ből³³



Láthatjuk a 6. táblázatban, hogy a kamarahangon lévő billentyűs hangszerek számára ajánlott hangolásának tercei némileg kiegyenlítettebbek még Neidhardt

³³ *Anweisung zur Stimmung und Temperatur der Orgelwerke.*

nagyvárosi hangolásának terceinél is, félhangjai nagyjából hasonló tartományban mozognak.

7. táblázat Sorge hangolásának (1744) félhangszerkezete

c-cisz	cisz-d	d-esz	esz-e	e-f	f-fisz	fisz-g	g-gisz	gisz-a	a-b	b-h	h-c
94	102	102	98	102	96	104	98	98	104	94	106

Johann Philipp Kirnberger célja egyértelműen és deklaráltan a monochord nélküli könnyű hangolhatóság volt, továbbá a jó hangolás elsőrendűen fontos kritériuma volt számára, hogy határozott hangnem-karakterisztikával rendelkezzen.³⁴

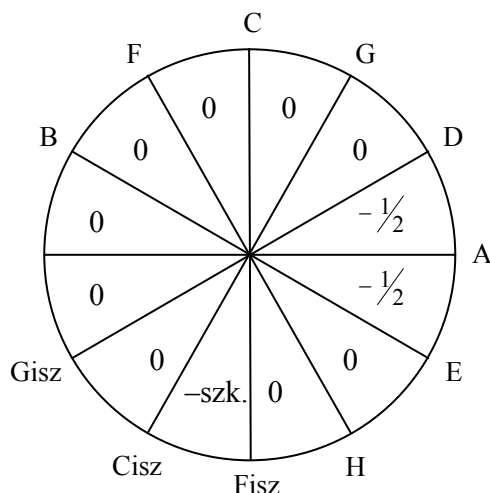
Először olyan temperatúrákat szerkesztett, ahol szinte csak tiszta hangközöket kellett hangolni. A hangolás alapja mindegyik esetben egy tiszta terc: *c-e*,³⁵ ezután következik a tiszta kvintek hangolása *c*-től bés irányba a *cisz*-ig, majd *e*-től *fisz*-ig, így kijön a szkizmával szűkített *fisz-cisz*. Csupán abban különböznek, hogyan osztják el a szintonikus kommát a *c* és *e* közti kvintek között. 1766-ban leírt első temperatúrája a teljes kommát az *a-e* kvinthez rendeli, míg második temperatúrája, amelyet a *Kunst des reinen Satzes in der Musik* című művében fejt ki részletesen, két kvint, a *d-a* és az *a-e* közt osztja el azt. (38. ábra.) Ebben az esetben két 1/2 kommával szűkebb kvintünk van, viszont cserébe két teljesen tiszta hangnemet nyertünk: a C-dúrnak és a G-dúrnak a kvintje és a terce is tiszta. Ez esetben a tiszta terc hangolása után két tiszta kvintet hangolunk (*c-g* és *g-d*) majd a kommát elosztjuk a *d-a* és az *a-e* között. Legegyszerűbben ezt úgy tehetjük meg, ha a *g-d'* kvint tisztára hangolása után a kis *d-t* is meghangoljuk és a kis *a-t* úgy hangoljuk hozzá, hogy a *d-a* és az *a-e'* kvint duola-triola arányban lebegjen.³⁶ Karakterisztikus még ebben hangolásban a tiszta hangnemekben lévő kétféle egészhang. Nagyon jellegzetes a különbség a tiszta akkordok és a fél kommával szűkített kvintű akkordok között. (CD 2.)

³⁴ J. P. Kirnberger, *Die Kunst des reinen Satzes in der Musik*. Berlin, 1771. (Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 2004), 11.

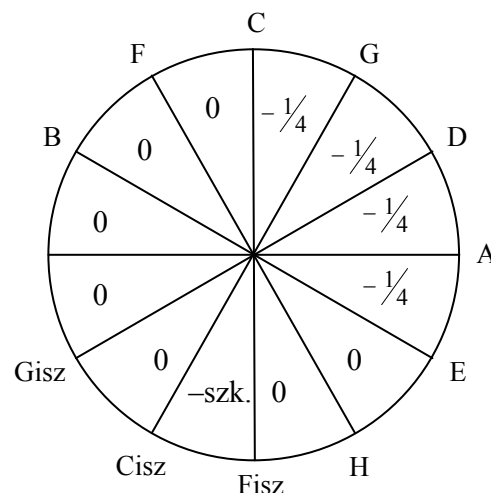
³⁵ A kiinduló *c* hangnak a II. hangolás esetében 4,9; a III. hangolásnál pedig 10,3 centtel kell magasabbnak lennie, mint az egyenletes hangolás *c*-jének, ahhoz, hogy az *a* 415 vagy 440 cent magasságra kerüljön.

³⁶ Ez a hangolás egyszerűsége miatt jól ajánlható kezdő hangolóknak.

38. ábra: Kirnberger II. hangolása



39. ábra: Kirnberger III. hangolása



Kirnberger e hangolását többen kritizálták: a kifinomult hallású Sorge az igen szűk kvintek miatt, miszerint „a kvint nem térhet el 1/2 kommával természetes tisztaságától”,³⁷ valamint Friedrich Wilhelm Marpurg is, tákolmány-temperatúrájának nevezve az ilyesféle temperatúrákat, amelyekben tiszta és temperált hangközök keverednek.³⁸ Erre reagálva Kirnberger egy Forkelnek írott levélben³⁹ közölt egy harmadik variánst, amelyben a szintonikus kommát négyfelé osztja, tehát a *c* és *e* közötti kvintek mind 1/4 szintonikus kommával szűkebbek. (39. ábra.) Mivel a hangolás pitagorasz szerkezetű, tehát sok tiszta kvintet tartalmaz, ugyanakkor tiszta terc is előfordul benne, a legjobb és a legrosszabb terc közti különbség még több mint Werckmeisternél. A diatonikus és a kromatikus tercek között ezért határozott különbség van, és az átmenet igen fokozatos. Neidhardt és Sorgeval összevetve Kirnberger hangolásai kevésbé kifinomultak, sőt kimondottan régimódiak. A legkülönösebb az, hogy Marpurnak állítólag Kirnberger azt mesélte, hogy J. S. Bach úgy tanította, hogy minden nagy tercet valamennyire bőre kell hangolni:

³⁷ „Quinte kan kein halbes Comma von der natürlichen Reinigkeit abweichen.” Sorge, *Orgelbaumeister*, 57. Idézi M. Lindley, „Stimmung und Temperatur”, in F. Zaminer (közreadó), *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 280. Saját fordítás.

³⁸ *Anfangsgründe der theoretischen Musik*, 1757. Idézi R. Steblin, *A History of Key Characteristics in the Eigtheenth and Early Nineteenth Century*. (Ann Arbor / Michigan: UMI Research Press, 1983), 349.

³⁹ Bellermann, Heinrich, „Briefe von Kirnberger an Forkel”, *Allgemeine Musikalische Zeitung Neue Folge*, 6 (1871): 565–572, említi M Lindley, „Stimmung und Temperatur”, in F. Zaminer (közreadó), *Geschichte der Musiktheorie*. (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987), 109–331. 280.

Kirnberger úr maga mesélte nekem és másoknak is, hogyan utasította őt a híres J. S. Bach a tőle kapott zeneoktatás ideje alatt a klavír hangolására, és hogy e mester nyomatékosan arra kérte, hogy a terceket élesre hangolja.⁴⁰

Kirnberger egyébként erősen ellenezte az egyenletes hangolást, és annyira határozottan kiállt a hangnemek különféle karaktere mellett, hogy abban a bizonyos Forkelnak írott levélben azt állította, saját hangolásában meg lehet hallani, hogy melyik hangnem szól.

Franciaországhoz hasonlóan az egyenletes kontra egyenlőtlen hangolás vitája mellett német földön is terítéken voltak a hangnem-karakterisztika kérdései. A legkorábbi és legátfogóbb elmélet Johann Mattheson nevéhez fűződik, aki szerint a 12 félhangnak nem szabad egyformának lennie, mert a finom különbségekből adódó változatosság gyönyörködtet. Kidolgozott egy Charpentier-énél is részletesebb jellemzést a hangnemek karakteréről. Ezzel szemben például Marpurg erőteljesen föllépett az egyenletes hangolás mellett és támadta a hangnem-karakterisztika híveit, különösen Kirnbergert. Érvelése szerint, amennyiben a hangolás okozza, hogy valamennyi hangnem kifejez valami sajátosat, akkor ugyanannak a darabnak az egyik hangnemben vidáman, a másokban szomorúan kéne szólnia. Érdekes középutat képvisel Johann David Heinichen, aki bár támadta Matthesont a hangnem-karakterisztikai címkézések miatt, azt mégis elismerte, hogy egy jó hangolásban nem egyformán szólnak a hangnemek. Véleményét tükrözik a *Der General-Baß in der Composition* (1728) című művében olvasható sorok:

Mert általánosságban mondhatjuk, hogy egy hangnem alkalmasabb az affektusok kifejezésére egy másiknál, [...] de hogy különösképp ezt vagy azt a hangnemet ajánljuk a szeretet, a szomorúság az öröm stb. kifejezésére, az nem megy.⁴¹

Úgy tűnik, hogy a J. S. Bach által leginkább tisztelt teoretikusok az egyenlőtlen temperatúrát részesítették előnyben. Már utaltunk arra, miszerint Bach elutasította az olyan hangolásokat, amelyeket például volt tanítványa, Kirnberger javasolt, mivel egy teljesen tiszta tercet tartalmaz, és szerinte minden tercnek a tisztánál nagyobbnak

⁴⁰ „Der Hr. Kirnberger selbst hat mir und andern mehrmahl erzählet, wie der berühmte Joh. Seb. Bach ihm, während der Zeit seines von demselben genoßnen musikalischen Unterrichts, die Stimmung seines Claviers übertragen, und wie dieser Meister ausdrücklich von ihm verlanget, alle große Terzen scharf zu machen.” F. W. Marpurg, *Versuch über die musikalische Temperatur*. Breslau 1776, 213. Idézi M. Lindley, i. m., 282. Saját fordítás.

⁴¹ „Denn en general mag man wohl sagen, daß ein Ton zu Exprimierung der Affecten geschickter sey, als der andere; [...] allein daß man specialiter diesem oder jenem Tone den Affect der Liebe, der Traurigkeit, der Freude, &c. zu eignen will, das gehet nicht gut.” J. D. Heinichen, *Der General-Baß in der Composition*, 1728. Idézi M. Lindley, i. m., 268. Saját fordítás.

kellett lennie. Sokat elárul az a mondat is, melyet Kirnberger egy Carl Philipp Emanuel Bach által hozzá írott levélből idéz, a Marpurg és közte zajló vita kapcsán a *Kunst des reinen Satzes* végén, miszerint az ő és apja alapelvei Rameau-ellenesek.⁴² Feltehetően tehát inkább olyan temperálást preferálhatott, mint amilyenek Werckmeister, Neidhardt, vagy Sorge javaslatai, illetve talán inkább a két utóbbié. Lindley szerint Mizler feljebb idézett megjegyzése, – hogy Werckmeister hangolásai az ő idejében a legjobbak voltak, de később Neidhardt javított rajta, – könnyen elképzelhető, hogy Bach véleményét tükrözi, mivel Mizler mindig rendkívüli megbecsüléssel hivatkozott Bachra.⁴³ Mindemellett az is köztudott volt, hogy Bach nem volt elméleti beállítottságú, és elképzelhető, hogy egy Neidhardtéhoz vagy Sorgééhoz hasonlatos viszonylag kiegyenlített, matematikailag azonban pontosan nem leírható hangolást alkalmazott. Ezeket a feltevéseket erősíteni látszanak Forkel következő megjegyzései:

Ezekben a kérdésekben még a matematikában oly jártas J. S. Bach is a természethez, és nem a szabályhoz igazodott, és az egész matematikai vizsgálódás még nem hozta meg azt az eredményt, hogy biztosítaná egy kifogástalan temperálás kivitelezését.⁴⁴

[...] kromatikája még az átmeneteknél is olyan enyhe és folyékony volt, mintha csak a diatonikus hangnemekben maradt volna.⁴⁵

A 6. táblázat hangolásait összevetve láthatjuk, hogy közös bennük a központi, C-dúr körüli hangnemek relatív tisztasága, és a több előjegyzéssel ellátott oldal erősebb temperáltsága. A *Wohltemperiertes Klavier* darabjai nem csak azt demonstrálták, hogy minden hangnem használható, hanem azt is, hogy a hangnemeknek eltérő jellegük van. Nemcsak a különböző hangnemű darabok szólnak másképp azonban ezekben a hangolásokban, hanem a darabon belüli hangnemi kitérők is világosabbak, zeneileg kifejezőbbek lesznek. Elég nehéz elképzelni például egy sok előjegyzésű

⁴² Idézi R. Steblin, *A History of Key Characteristics in the Eigtheenth and Early Nineteenth Century*. (Ann Arbor / Michigan: UMI Research Press, 1983), 352.

⁴³ M. Lindley, „Quest for Bach's Ideal Style of Organ Temperament”. In *Stimmungen im 17. und 18. Jahrhundert: Vielfalt oder Konfusion? 15. Musikinstrumentenbau-Symposium in Michaelstein am 11. und 12. November 1994*. Michaelsteiner Konferenzberichte 52. (Michaelstein: Stiftung Kloster Michaelstein, 1997), 45–67. 46, és M. Lindley, „J. S. Bach's Tunings”. *The Musical Times* 126/1714 (1985. dec.): 721–726. 722.

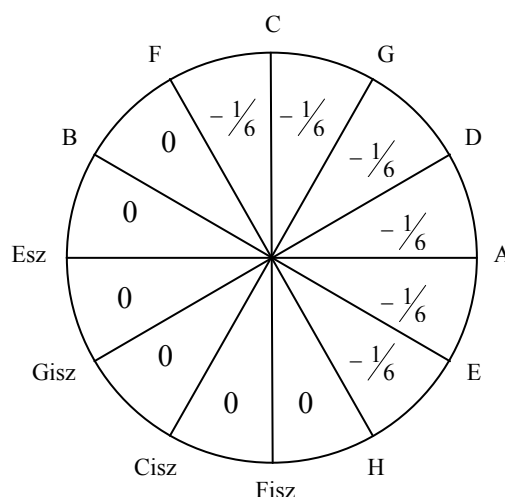
⁴⁴ „Selbst der in der Mathematik so gelehrte Johann Sebastian Bach habe sich in diesen Fragen nach der Natur, nicht nach der Regel gerichtet, und die ganze Mathematisierung habe noch nicht einmal den Erfolg gehabt, die Durchführung einer einwandfreien Temperatur zu gewährleisten.“ H.-J. Schulze (közreadó), *Dokumente zum nachwirken Johann Sebastian Bachs. 1750-1800*. (Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 1972), 240. Saját fordítás.

⁴⁵ „[...] seine Chromatik sogar war in den Uebergängen so sanft und fließend, als wenn er bloß im diatonischen Klanggeschlecht geblieben wäre.“ J. N. Forkel, *Über Johann Sebastian Bachs Leben, Kunst und Kunstwerke. 1802*. (Berlin: Henschelverlag Kunst und Gesellschaft, 1968), 40. Saját fordítás.

darabot előjegyzés nélkül, vagy kevés előjegyzéssel a darab karakterének sérülése vagy változása nélkül. A francia hangnem-karakterisztika vizsgálásakor említettük, hogy a több bés előjegyzésű hangnemeknek komorabb jelleget tulajdonítottak. A prelúdium és fűgák esetében is megfigyelhetjük, hogyan lesznek például a ciklus moll darabjai egyre komorabbak, súlyosabbak a több bés irány felé haladva; elég csak az I. kötet esz-moll vagy b-moll darabjára utalni. A CD mellékleten Neidhardt 1732-es kisvárosi hangolásában hallható Cisz-dúr prelúdium (II. kötet) először eredeti hangnemben eljátszott, majd C-dúrba transzponált részlete demonstrálja, milyen más hatása lenne ugyanannak a darabnak egy tisztább hangnemben. (CD 40. és CD 41.) Egy másik idézet egy moll hangnemű darabból van: a gisz-moll prelúdium (II. kötet) eleje szintén először eredeti hangnemben, majd a-mollba transzponálva szólal meg. (CD 42. és CD 43.)

A német jól temperált hangolások mellett megemlítendő még Francescantonio Valotti paduai organista és zeneszerző hangolása. A hangolást Tartini dicsérte 1754-ben. A kromatikus hangokat tartalmazó kvinteket tisztára hangolta, a diatonikus kvinteket pedig $1/6$ pitagoraszai kommával szűkebbre. A hangolás három barátságos tercet tartalmaz, melyek csak $1/3$ pitagoraszai kommával bővebbek a tisztánál, és három pitagoraszai tercet. A kettő közti átmenet, ahogy azt a 40. ábrán láthatjuk, igen fokozatos.

40. ábra: Vallotti hangolása



Először hangoljuk meg már ismert módon az $1/6$ -os kvinteket az f és a h között, majd a kvintkör másik oldalán a tiszta kvinteket. A kvintek és kvartok hasonlítására

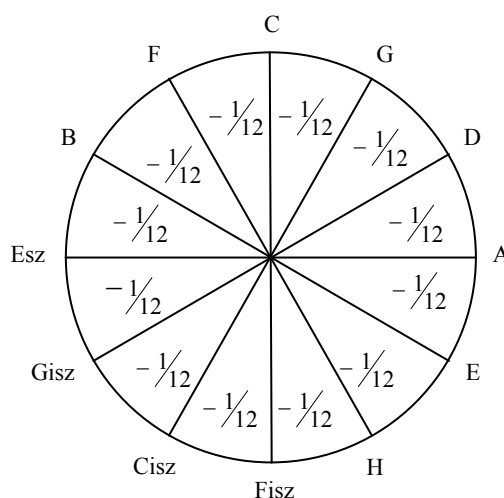
mellett célszerű a terceket is kontrollálni, például a *B-d* valamivel lassabban lebegjen, mint a hasonló értékű *d-fisz*, az *f-a* picit lassabban, mint a *g-h*, és mindenképpen kicsit lassabban, mint a lejjebb lévő, de bővebb *d-fisz*.

Összefoglalva: a jól temperált hangolások legfontosabb jellemzője, hogy minden hangnemet játszhatóvá tesznek. A különbség az egyes hangolások között ezen belül elsősorban az, hogy a kiegyenlítettebbekben egyrészt minden terc bővebb a tisztánál, másrészt ezek már egyetlen pitagoraszti tercet sem tartalmaznak. Közös bennük, hogy a diatonikus hangnemeket viszonylag tisztábban hagyják. A hangnemek közötti finom színekülönbségre még tudatosan törekedtek.

VI. AZ EGYENLETES HANGOLÁS

Az egyenletes hangolás esetében a pitagoraszsi kómmát 12 részre osztjuk, azaz mindegyik kvint $1/12$ kómmával szűkebb a tisztánál. (41. ábra.) Ennek következményeképp a kvintek alig lebegnek, a nagy tercek azonban jóval nagyobbak a tisztánál, pontosan az oktáv harmadát teszik ki, szemben azokkal a hangolásokkal, ahol a kvintek jobban vannak szűkítve és a tercek kisebbek. Ennél a hangolásnál nem kell eldönteni, hogy a felső billentyűket keresztesre vagy bésre hangoljuk, hátránya azonban, hogy a tercek és a szextek igen erősen lebegnek, majdnem, mint a pitagoraszsiak. Emiatt találták megelőző korok zenészei keménynek a hangzását. Mivel minden kvint és minden terc egyforma, a hangnemek csak magasságukban térnek el egymástól, minőségükben már nem különböznek.

41. ábra: Az egyenletes hangolás



Bár az egyenletes kontra egyenlőtlen hangolás vitája, mint azt az előző fejezetben vázoltuk, a 18. században került előtérbe, irányába már jóval korábban lépéseket tettek: gyökereit a 16. századig vissza lehet vezetni. Már 1518-ban Grammateus ajánlott egy hangolást, melyben az oktáv 10 egyforma és 2 kisebb félhangra van osztva. Ebben az időben, azaz már a korai 16. századtól kezdve használtak egyforma nagyságú félhangokat bundos hangszeren: a 17:18 arány általánosan ismert volt. Ez 99,3 centes értékével megközelíti az egyenletes hangolás félhangértékét.

A hangolás elméletének kidolgozásán többen munkálkodtak. Salinas például analizálta az egyenletes és az 1/4 komma középhangos hangolás közti különbséget, s bemutatta, hogy egy bundos hangszeren három temperált terc egy oktávot tesz ki. Matematikailag pontosan definiálta az egyenletes hangolást, miszerint az oktáv 12 egyforma részre osztásával 12 egyforma félhangot kapunk. Zarlino 1588-ban leírta az egyenletes hangolás geometrikus konstrukcióját; Stevin pedig egy 1595-ös munkájában kiszámolta a monochord szakaszokat az egyenletes hangolás számára: számításainak alapja a $\sqrt[12]{2}$ arányú félhang volt. Könyve ugyanakkor kéziratban maradt, így feltehetően nem vált túl ismertté. Mindamellett az egyenletes hangolást a gyakorlatban meg lehetett valósítani, még mielőtt az elméleti kidolgozottságot tökélyre vitték volna. Sőt, kétségtelen, hogy egyes szerzők a 16. században is értékelték e hangolás enharmónia területén nyújtott előnyeit.

Érdekes adalék, hogy Stevin művének kézírata az angol Huygens család tulajdonába került, ahol Christiaan Huygens foglalkozott vele. Annette Otterstedt fölhívja a figyelmet arra a kevésbé ismert tényre, hogy Angliában egy Briggs nevű matematikus is foglalkozott a logaritmusokkal, sőt publikált is a témában 1617-ben.¹ Briggs egyébiránt ugyanazon Gresham College docense volt, ahol 1613-ig Bull is tanított. Ezzel összefüggésben érdemes megemlíteni, hogy az angol violaegyüttesek a 17. század elején körülbelül az 1640-ig terjedő időszakig rendkívül gazdag modulációs technikával rendelkeztek, enharmonikus váltásokat is használtak, sőt az is előfordult, hogy egy darab körbement a kvintkörön. Ismeretes, hogy ezek a vonóegyüttesek gyakran játszottak együtt orgonával. Így tehát nem kizárt, hogy ez idő tájt az angol udvarnál használták az egyenletes hangolást, bár elképzelhető az is, hogy valamiféle farkaskvint nélküli egyéb zárt rendszert használtak. 1600 előtt pedig, mikor az orgonát még nem használták kísérőhangszerként, a gambaegyüttesre és a billentyűs hangszerre írott kompozíciók felcserélhetőek voltak, a darabok gyakran két verzióban, billentyűs és vonóegyüttes változatban maradtak fenn. Bull híres „*Ut, re, mi, fa, sol, la*” című darabja, amely legtöbb más darabjával ellentétben nem játszható középhangos hangolásban, szintén mind a 12 hangnemben hozza a

¹ A. Otterstedt, „Vereinbarkeit englischer Gambenconsorts mit Orgelbegleitungen in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts”, in *Stimmungen im 17. und 18. Jahrhundert: Vielfalt oder Konfusion? 15. Musikinstrumentenbau-Symposium in Michaelstein am 11. und 12. November 1994*. Michaelsteiner Konferenzberichte 52. (Michaelstein: Stiftung Kloster Michaelstein, 1997), 80–100. 96.

témát, és enharmonikus váltást is tartalmaz: nem kizárt, hogy ez egy kísérlet egyenletes hangolásban.

Francia földön Mersenne, – aki a tiszta hangolás mellett az orgonák szokásos hangolásaként a középhangosat is leírta –, támogatta az egyenletes hangolást, és esetenként az orgona számára ajánlja. Ő is nyilvánosságra hozott néhány geometriai módszert és különféle monochord számításokat az egyenletes temperatúrához.

A 18. században francia és német honban egyaránt sokan állást foglaltak az egyenletes kontra egyenlőtlen temperatúra kérdésében. Az előző fejezetben már említett nevek mellett érdemes még Marpurg nevét megemlíteni a támogatók körében, aki kiemelte a hangolás előnyeit az együttes zenélésben; valamint Matthesonét az ellentáborában, aki nem részesítette előnyben az egyenletes hangolást a már említett példákhoz hasonlóan a zenei változatosság érdekében tett megfontolásokból.

A billentyűs játékosok úgy tűnik, vonakodva, lassanként fogadták el ezt a hangolást. Az okok között a már említett zenei kifogások mellett többek között az szerepelt, hogy hangzását keménynek, hangolását pedig nehéznek tartották.

A hangolás technikáját illetően idővel változtak a módszerek: Sorge az egymásra épülő három tercet hangoltatja meg először, a tercek különféle lebegésére is fölhevítve a figyelmet, majd utána temperáltatja a terceken belüli kvintcsoportokat; tehát nem 12 kvintből álló sort temperál. Módszerét később mások is újra közlik. Egy későbbi módszer, mely a 19. század elején tűnt föl, a terceket illetve szexteket úgy hasonlítgatja össze egymással, hogy az adott hangköz se kevesebbet nem lebeghet az alatta levőnél, sem többet a fölötte levőnél, azaz a terceket és szexteket hasonlítgatja egymással kromatikus sorrendben; így már pontosabban tudtak hangolni.

Egy másik, szintén nem mellékes körülmény a hangolással szembeni ellenérzést illetően, hogy a billentyűs hangszereken, a klavikord kivételével, a megütött hang a már meghangolt hangmagasságon marad, míg a bunddal ellátott hangszereken valamennyire rugalmas. Ne felejtjük el azt sem, hogy a csembaló, szemben a zongorával, felhangokban igen gazdag hangszer, és az orgonán is kellemetlennek találták az egyenletes hangerővel szóló és erősen lebegő akkordok hangzását. Mikor azonban később a fortepianók kalapácsát elkezdték bőr helyett filccel bevonni, felhangszegényebb lett a hangzás, talán ez is hozzájárulhatott a hangolás egyre szélesebb körű elfogadásához és fokozatos elterjedéséhez.

Az egyenletes és az egész finoman egyenlőtlen temperatúrák egy jó ideig párhuzamosan léteztek, ki egyiket, ki másikat részesítette előnyben. Úgy tűnik, a művészi egyenlőtlen temperatúra és az egyenletes között egyfajta átmenetet képzett az, amikor már nem törekedtek Sorge és Neidhardt kritériumaihoz hasonlóan a hangnemek különböző minőségeit szem előtt tartva egyenlőtlenül hangolni. Feltehetően egy ilyesfajta egyenlőtlen, de már nem kifinomult hangolásra utal Carl Philipp Emanuel Bach iskolájának bevezetőjében. A leírás szerint a legtöbb kvintet úgy kell temperálni, hogy azt fülünk alig vegye észre, és hogy mind a 24 hangnemet egyformán lehessen használni.² Tehát nem kéri még az összes kvintet temperálni, de már nincs szó semmiféle preferenciáról egyes hangnemek irányában. A hangnemek közti preferenciának ez a fokozatos eltűnése vezetett lassan a 12 hang tökéletes egyformaságához.

² „[...]den meisten Quinten besonders so viel von ihrer größten Reinigkeit abnimmt, daß es das Gehör kaum merket und man alle vier und zwanzig Ton-Arten gut brauchen kan”. C. P. E. Bach, *Versuch über die wahre Art das Clavier zu spielen*. Berlin 1753 és 1762. (Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 1994), 10.

VII. ÖSSZEGZÉS

A historikus hangolások áttekintése során betekintést nyerhettünk a különféle hangolások és a zene kapcsolatába. Láthattuk, hogy egy-két alapsémát áttekintve megérthetőek a hangolásfajták, illetve azok variánsai, s könnyen kiigazodhatunk a hangolások között. A különböző korok és nemzetek más és más szempontot helyeztek előtérbe az aktuális zenei ízlés és igény szerint. Az, hogy mit hallunk hamisnak, szokatlannak, vagy egyszerűen disszonánsnak, nem csak szokás, hanem zenei kontextus kérdése is. A barokk hangzásképhez a hangolásfüggő súrlódások hozzátartoztak, egyáltalán nem voltak feltétlenül kerülendőek. A kompozíciós normák kihatottak a hangolásra, de a különféle hangolások lehetőségei is kihatottak a zeneszerzők nyelvezetére, a kompozíciós gyakorlatra.

Míg a tiszta kvintekre épülő hangolások inkább a lineáris vonalvezetés rajzolatát hozzák ki, a tiszta tercekre épülők a hármashangzatok szépségeit helyezik előtérbe. A tiszta kvintekre épülő pitagorasz hangolás esetében maximális kompromisszumot kötöttek a terceken a kvintek előnyére. Az így létrejött bő nagy tercet a középkor alatt disszonanciának tekintették. A magas vezetőhangok következtében kifejezőek a dallamvonalak.

Amikor a 15. században megváltoztak a kompozíciós normák, és a tercet ártértékelték konszonanciává, a billentyűs hangszereknél alkalmazott új hangolási mód a középhangos hangolás lett. Itt a tiszta tercek érdekében a kvinteken kötöttek kompromisszumot. A nyolc tiszta terc következtében nincs enharmónia, viszont nagyon színes a kromatika. Mivel minden játszható hangnemnek egyforma kvintje és terce van, szabályos hangolásról beszélhetünk. A hangolás sajátosságai által létrejött úgynevezett farkas-hangközöket különféle affektusok ábrázolására használták.

Igen fontosak a szigorú nagyterc-középhangos hangolás különféle módosításai, és a bővített nagyterc-középhangos hangolások, mert ezeknél már bővül a harmóniai játéktér, mégis többé-kevésbé megőrzi a középhangos hangolás jellegzetességeit. Ezen a területen különösen fontos, hogy merjünk próbálkozni és kísérletezni a különböző darabokkal és hangolásokkal; merjünk ezeket kreatív módon használni, s szükség esetén egyik-másik hangolást akár egy picit módosítani is. Miután megértettük, hogy milyen kihatással vannak a különböző hangközökre a tiszta

kvintekből, illetve a tiszta tercekből kiinduló hangolások, képesek leszünk megfontolni, hogy egy-egy hang módosítása milyen kihatással van a különböző hangközökre.

A szabálytalan hangolásoknál már nem egyformák a játszható hangnemek, s a tercek különbsége finom színekülönbségeket hoz létre közöttük. Nemcsak hogy a különböző hangnemű darabok másképp szólnak, de a darabon belüli hangnemi kitérők, szekvenciák is zeneileg kifejezőbbek lesznek. A francia *Tempérament Ordinaire*-t és a német jól temperált hangolásokat összehasonlítva a legfontosabb különbség, hogy míg a francia hangolások esetében igyekeztek több-kevesebb tiszta terc megtartásával a középhangosság hangzásképét valamennyire megőrizni, s ennek következtében a kvintkör másik oldalán létrejött túl bő kvintek és tercek elviselhetetlen hangnemeket is okoztak; a német hangolások a farkaskvintet teljesen eltüntették és már minden hangnemet játszhatóvá tettek, anélkül azonban, hogy minden hangnem egyformán szólt volna. A 18. században mind francia, mind német földön egyaránt fontosnak tartották a tercek változatosságát, és sok tinta folyt el úgy ennek a különböző hangnemek karakterére tett hatásával, mint az egyenletes és egyenlőtlen hangolás közti választás kérdésével kapcsolatban.

Amennyiben a billentyűs játékos olvasó nem csak a különféle historikus hangolások jellegzetességeit értette meg, hanem azt is, hogy a megfelelő hangolás kiválasztása fontos zenei szempont, sőt esetleg kedvet is kap ezek kipróbálásához és alkalmazásához, akkor jelen munka elérte célját.

FÜGGELÉK

I. CD mellékletek

1. Tiszta kvint és temperált kvint.
2. J. S. Bach C- dúr prelúdium (WTK. I.) 1–11. ütem harmóniai Kirnberger II. hangolásában.
3. Pitagoraszzi egészhangok és pitagoraszzi terc.
4. Tiszta terc, pitagoraszzi terc, és a szintonikus komma.
5. Kétféle egészhang a tiszta hangolásban.
6. Clemens non Papa *Frais et gaillard, chanson* 120–122. ütem tiszta hangolásban.
7. Tiszta tercek és szűkített kvart az 1/4 komma középhangos hangolásban.
8. J. J. Froberger *Toccata* (FbWV 102) 7. ütem középhangos hangolásban.
9. *Stantipes (Robertsbridge Codex)* 1–8. ütem pitagoraszzi hangolásban *esz-gisz* farkaskvinttel.
10. *Stantipes (Robertsbridge Codex)* 16–19 ütem pitagoraszzi hangolásban *esz-gisz* farkaskvinttel.
11. G. de Machaut *Mise, Kyrie* 64–66. ütem dupla vezetőhangos kadencia pitagoraszzi hangolásban *esz-gisz* farkaskvinttel.
12. [*Adesto – Firmissime fidei teneamus – Alleluja*] (*Robertsbridge Codex*) 89–90. ütem pitagoraszzi hangolásban *esz-gisz* farkaskvinttel.
13. *Codex Faenza* 43, 1–4. ütem pitagoraszzi hangolásban *h-fisz* farkaskvinttel.
14. *Codex Faenza* 40 [Kyrie (II)] 6–12. ütem pitagoraszzi hangolásban *h-fisz* farkaskvinttel.
15. *Codex Faenza* 45, 31–34. ütem pitagoraszzi hangolásban *h-fisz* farkaskvinttel.
16. *Codex Faenza* 2 [Gloria (I)] 107–109. ütem pitagoraszzi hangolásban *h-fisz* farkaskvinttel.
17. *Buxheimer Orgelbuch* 113, 1–4. ütem pitagoraszzi hangolásban *h-fisz* farkaskvinttel.
18. Tiszta intonációs skála.
19. Akkordmenet tiszta intonációban, I.
20. Akkordmenet tiszta intonációban, II. két *d*-vel.

21. Anon *Praeludium (The Fitzwilliam Virginal Book II)* 3–7. ütem, tiszta intonációban.
22. A. de Cabezón *Diferencias sobre el canto Ilano del Caballero* 1–16. ütem középhangos hangolásban.
23. P. Philips *Pavan Dolorosa (The Fitzwilliam Virginal Book I)* 38–42. ütem középhangos hangolásban.
24. P. Philips *Pavan Dolorosa* 74–79. ütem középhangos hangolásban.
25. M. Rossi *Toccata Settima* 72. ütemtől a darab végéig középhangos hangolásban.
26. M. Rossi *Toccata Settima* 13–16. ütem középhangos hangolásban.
27. J. J. Froberger *I. Fantasia (FbWV 201)* 75–76. ütem, 79–80. ütem, és 86–87. ütem középhangos hangolásban.
28. G. Frescobaldi *Passacagli (Baletto III Corrente e passacagli)* 1–15. ütem módosított középhangos hangolásban.
29. J. P. Sweelinck *Fantasia Chromatica* 42–56. ütem 1/5 komma középhangos hangolásban.
30. A. de Cabezón *Diferencias sobre el canto Ilano del Caballero* 1–16. ütem 1/5 komma középhangos hangolásban.
31. D. Buxtehude 9. szvit (BuxWV 235) *Allemande* 7–10. ütem 1/6 komma középhangos hangolásban.
32. J. J. Froberger *Lamentation (FbWV 633)*, 1–5. ütem Schlick hangolásában.
33. L. Couperin g-moll *Allemande* (93) 1–12. ütem Mersenne hangolásában.
34. F. Couperin *Sarabande (L' Unique, 8. Ordre)* 1–17. ütem Rameau keresztes hangolásában.
35. J. C. F. Fischer h-moll fuga (komplett) az Ariadne Musica gyűjteményből Werckmeister III. hangolásában.
36. J. S. Bach fisz-moll tokkáta 108–114. ütem Werckmeister III. hangolásában.
37. J. S. Bach fisz-moll tokkáta 108–114. ütem Neidhardt 1732-es kisvárosi hangolásában.
38. J. S. Bach fisz-moll tokkáta 135–144. ütem Werckmeister III. hangolásában.
39. J. S. Bach fisz-moll tokkáta 135–144. ütem Neidhardt 1732-es kisvárosi hangolásában.
40. J. S. Bach Cisz-dúr prelúdium (WTK II.) 1–6. ütem Neidhardt 1732-es kisvárosi hangolásában.

41. J. S. Bach Cisz-dúr prelúdium 1–6. ütem C-dúrba transzponálva Neidhardt 1732-es kisvárosi hangolásában.

42. J. S. Bach gisz-moll prelúdium (WTK II.) 1–6. ütem Neidhardt 1732-es kisvárosi hangolásában.

43. J. S. Bach gisz-moll prelúdium 1–6. ütem a-mollba transzponálva Neidhardt 1732-es kisvárosi hangolásában.

II. Képek

1. kép

Gaffurius, *Theorica musice* (1492)

Anonymus 12. század. Boethius monochordon játszik. Boethius, *De institutione musica*, Cambridge University Library



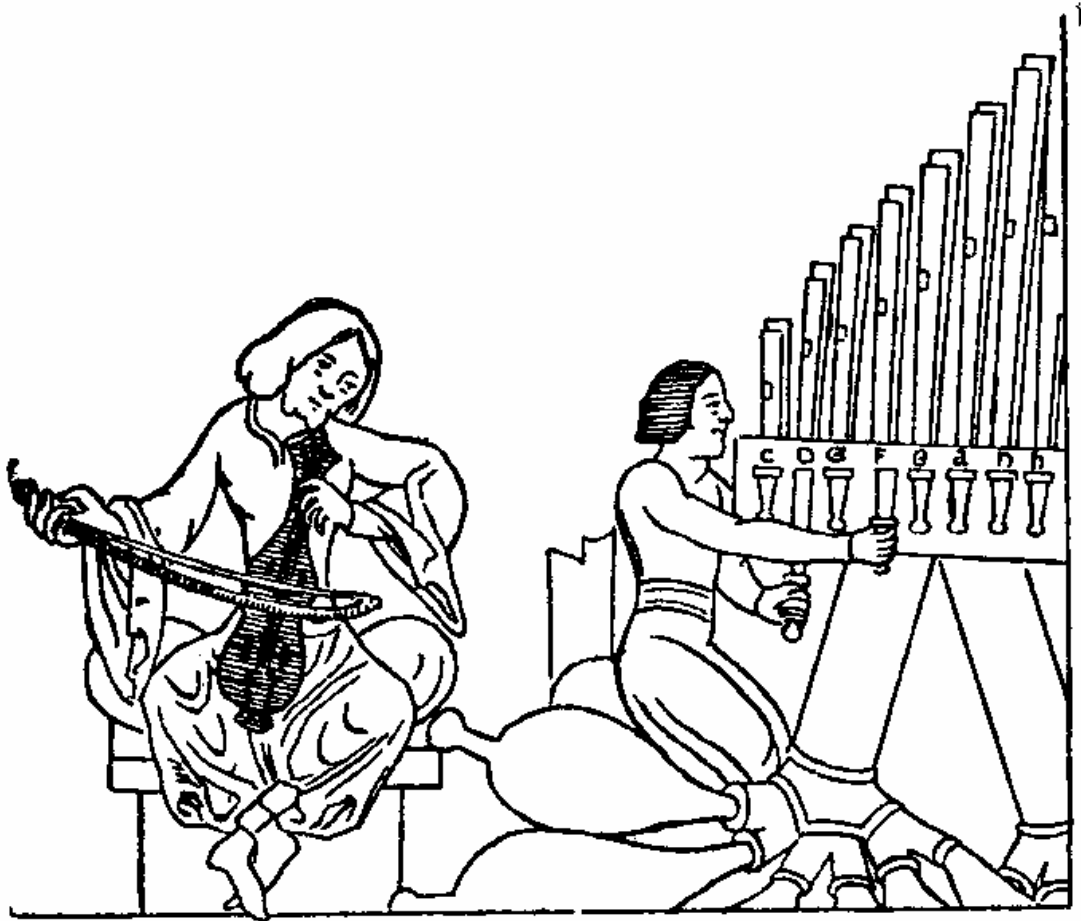
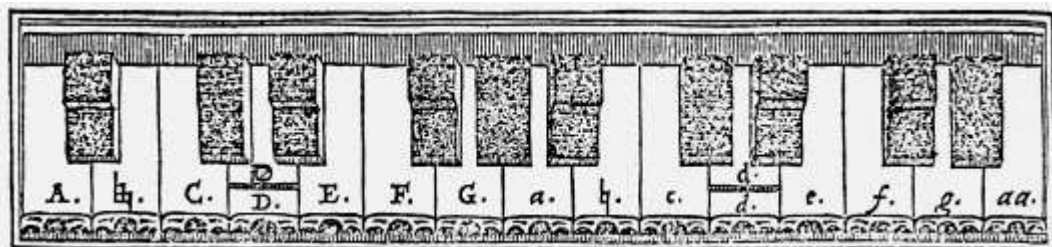
Anonymus. Monochord. Ludovico Fogliano, *Musica theorica* (Venice, 1529)
A Fogliano értekezésében található ábrázoláson két mozgatható stéget láthatunk.

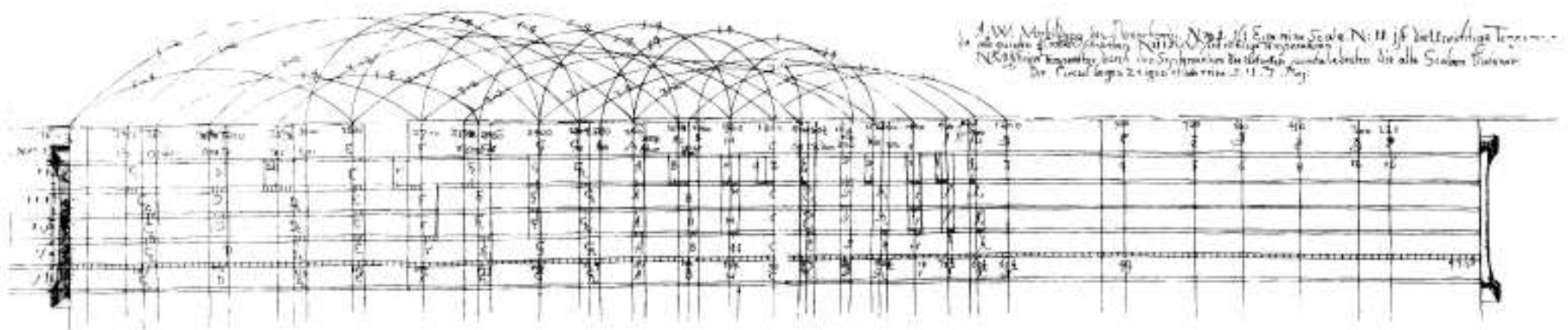


4. kép

12. századi kézirat, St. Etienne Biblia

Bibel von St. Etienne Harding, Dijon. (Encyclopædia Britannica, 11. kiadás, 20. 268)

5. kép. Tiszta intonációs billentyűzet, Zarlino, *Sopplimenti musicali* (1588)



6. kép. Werckmeister *Musicalische Temperatur* (1691)

III. Műveletek arányszámokkal

1. Ha 12 kvintet megyünk fölfelé, majd abból levonunk 7 oktávot, nem ugyanarra a hangra érkezünk:

$$3^{12}/2^{12} : 2^7 = \mathbf{531441 : 524288}.$$

Mivel a számláló valamivel nagyobb, mint a nevező, a hangolásnál a 12. kvint egy valamivel magasabb hangra jön ki, mint a kiinduló hang volt, ez a különbség a **pitagoraszi komma**.

2. Ha 4 kvintet megyünk fölfelé, majd két oktávot vissza, megkapjuk a **pitagoraszi tercet**:

Kvint + kvint + kvint + kvint – két oktáv:

$$(3/2)^4 : (2/1)^2 = (3/2)^4 \times (1/2)^2 = \mathbf{81/64}.$$

Ebből kivonjuk a tiszta nagytercet, megkapjuk a **szintonikus kommát**:

$$81/64 : 5/4 = 81/64 : 80/64 = 81/64 \times 64/80 = \mathbf{81/80}.$$

3. Nagy egészhang + nagy egészhang = **pitagoraszi terc**:

$$9/8 \times 9/8 = \mathbf{81/64}.$$

Nagy egészhang + kis egészhang = **tiszta nagyterc**:

$$9/8 \times 10/9 = 90/72 = \mathbf{5/4}.$$

Nagy egészhang – kis egészhang = **szintonikus komma**:

$$9/8 : 10/9 = 9/8 \times 9/10 = \mathbf{81/80}.$$

4. Nagy egészhang – Limma = Apotome:

$$9/8 : 256/243 = 2187/2048$$

IV. Tájékoztató táblázat

Natúr hangközök	Arányszáma	Centértéke
Oktáv	2 : 1	1200
Kvint	3 : 2	701,95
Kvart	4 : 3	498,05
Nagy terc	5 : 4	386,31
Kis terc	6 : 5	315,64
Nagy szext	5 : 3	884,36
Kis szext	8 : 5	813,69
Nagy egészhang	9 : 8	203,91
Kis egészhang	10 : 9	182,40

Szkizma	32805 : 32768	2
Pitagoraszi komma	531441 : 524288	23,5
Szintonikus komma	81: 80	21,5
Enharmonikus komma/kis diézis	128 : 125	41,1
Nagy diézis	648 : 625	62,6
Pitagoraszi nagy terc	81: 64	408

BIBLIOGRÁFIA

Források

- Bach, Carl Philipp Emanuel. *Versuch über die wahre Art das Clavier zu spielen. Berlin 1753 és 1762*. Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 1994.
- Boëthius, Anicius Manlius Severinus. A zenéről. In *Az égi és földi szépről*. Budapest: Gondolat, 1988. 142–156.
- Forkel, Johann Nicolaus. *Über Johann Sebastian Bachs Leben, Kunst und Kunstwerke. 1802*. Berlin: Henschelverlag Kunst und Gesellschaft, 1968.
- Grocheo, Johannes de. A zenéről. In *Az égi és földi szépről*. Budapest: Gondolat, 1988. 439–469.
- Kirnberger, Johann Philipp. *Die Kunst des reinen Satzes in der Musik. Berlin, 1771*. Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 2004.
- Mattheson, Johann. *Der Vollkommene Capellmeister. Neusatz des Textes und der Noten*. Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 1999.
- Mozart, Leopold. *Hegedűiskola*. Ford. Székely András. Budapest: Mágus kiadó, 1998.
- Praetorius, Michael. *Syntagma Musicum II De Organographia, Wolfenbüttel 1619. Faksimile-Nachdruck*. Kassel; Basel; London; New York: Bärenreiter, 1974.
- Rameau, Jean-Philippe. *Complete theoretical writings. Volume II. Nouveau système de musique théorique 1726*. Róma: American Institut of Musicology, 1967.
- Schlick, Arnold. *Spiegel der Orgelmacher und Organisten. Heidelberg MDXI*. Leipzig: Breitkopf & Härtel, 1869.
- Schulze, Hans-Joachim (közreadó). *Dokumente zum nachwirken Johann Sebastian Bachs. 1750-1800*. Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 1972.
- Werckmeister, Andreas. *Musicalische Temperatur. Quedlinburg 1691*. Utrecht: The Diapason Press, 1983.

Szekunder irodalom

- Apel, Willi. *Geschichte der Orgel- und Klaviermusik bis 1700*. Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 1967.
- Asselin, Pierre-Yves. *Musique et tempérament*. Paris: Éditions Costallat, 1985.
- Billeter, Bernhard. „Die Silbermann-Stimmungen”. *Archiv für Musikwissenschaft* 27/1 (1970): 73–85.
- Brauchli, Bernard. *The clavichord*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- Jira, Martin. *Musikalische Temperaturen in der Klaviermusik des 17. und frühen 18. Jahrhunderts*. Tutzing: Verlag bei Hans Schneider, 1997.
- Lindley, Mark. „Fifteenth-Century Evidence for Meantone Temperament”. *Proceedings of the Royal Musical Association* 102 (1975–1976): 37–51. URL: <http://www.jstor.org/stable/766092>.
- _____. „Instructions for the Clavier Diversely Tempered”. *Early Music* 5/1 (1977. jan.): 18–23.
- _____. „J. S. Bach's Tunings”. *The Musical Times* 126/1714 (1985. dec.): 721–726.
- _____. „Just (Pure) Intonation”. *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* 2. Edition. Közreadó Stanley Sadie. London, New York: Macmillan Publishers Limited, 2001. 13, 290–295.
- _____. „Musikalische Temperatur by Andreas Werckmeister”. *The Galpin Society Journal* 38 (1985. ápr.): 160–163. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/841303>
- _____. „Pythagorean intonation”. *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* 2. Edition. Közreadó Stanley Sadie. London, New York: Macmillan Publishers Limited, 2001. 20, 643–645.
- _____. „Quest for Bach’s Ideal Style of Organ Temperament”. In *Stimmungen im 17. und 18. Jahrhundert: Vielfalt oder Konfusion? 15. Musikinstrumentenbau-Symposium in Michaelstein am 11. und 12. November 1994*. Michaelsteiner Konferenzberichte 52. Michaelstein: Stiftung Kloster Michaelstein, 1997. 45–67.
- _____. „Stimmung und Temperatur“. In Zaminer, Frieder (közreadó). *Geschichte der Musiktheorie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987. 109–331.
- _____. „Temperaments”. *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* 2. Edition. Közreadó Stanley Sadie. London, New York: Macmillan Publishers Limited, 2001. 25, 248–268.

_____. „Well-tempered Clavier”. *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* 2. Edition. Közreadó Stanley Sadie. London, New York: Macmillan Publishers Limited, 2001. 27, 274–277.

Michels, Ulrich. *Zene*. 2. átdolgozott kiadás. Budapest: Athenaeum 2000, 2003.

Otterstedt, Annette. „Vereinbarkeit englischer Gambenconsorts mit Orgelbegleitungen in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts”. In *Stimmungen im 17. und 18. Jahrhundert: Vielfalt oder Konfusion? 15. Musikinstrumentenbau-Symposium in Michaelstein am 11. und 12. November 1994*. Michaelsteiner Konferenzberichte 52. Michaelstein: Stiftung Kloster Michaelstein, 1997. 80–100.

Steblin, Rita. *A History of Key Characteristics in the Eigtheenth and Early Nineteenth Century*. Ann Arbor / Michigan: UMI Research Press, 1983.

Kottajegyzék

Apel, Willi (közreadó). *Musik aus früher Zeit*. Mainz; London; Madrid; New York; Paris; Tokyo; Toronto: Schott, 1996.

Bach, Johann Sebastian. *Das Wohltemperierte Klavier II*. Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 1995.

_____. *Toccaten*. München: G. Henle Verlag, 1962/1990.

Buxtehude, Dietrich. *Sämtliche Suiten und Variationen für Klavier/Cembalo*. Wiesbaden: Breitkopf & Härtel, 1980.

Cabezón, Antonio de. *Claviermusik*. Mainz; London; Madrid; New York; Paris; Tokyo; Toronto: Schott, 1979.

Couperin, François. *Pièces de Clavecin*. Budapest: Editio Musica, 1970.

Couperin, Louis. *Pièces de clavecin*. Monaco: L'Oiseau-Lyre, 1985.

Erig, Richard (közreadó). *Italianische Diminutionen. Die zwischen 1553 und 1638 mehrmals bearbeiteten Sätze*. Zürich: Amadeus, 1979.

Fischer, Johann Caspar Ferdinand. *Sämtliche Werke für Tasteninstrument*. Wiesbaden; Leipzig; Paris: Breitkopf & Härtel, 1901.

Frescobaldi, Girolamo. *Il primo libro di toccate d'involatura di cembalo e organo*. Milano: Edizioni Suvini Zerboni, 1977.

Froberger, Johann Jacob. *Neue Ausgabe Sämtlicher Clavier -und Orgelwerke Band I., Libro Secondo (1649)*. Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 1993.

_____. *Neue Ausgabe sämtlicher Clavier- und Orgelwerke Band IV/1, Partiten und Partitensätze*. Kassel; Basel; London; New York; Prag: Bärenreiter, 2003.

Machaut, Guillaume de. *Missa*. Budapest: Editio Musica, 1974.

Radulescu, Michael (közreadó). *Organum antiquum. Früheste Orgelmusik*. Wien; München: Verlag Doblinger, 1980.

Plamenac, Dragan (szerk.). *Keyboard Music of the Late Middle Ages in Codex Faenza 117*. [H. n.]: American Institut of Musicology, 1972.

Rossi, Michelangelo. *Works for Keyboard*. [H. n.]: American Institute of Musicology, 1966.

Sweelinck, Jan Pieterszoon. *Keyboard works. Fantasias and toccatas*. Amsterdam: [Vereeniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis], 1999.

Wallner, Bertha Antonia (közreadó). *Das Buxheimer Orgelbuch II*. Kassel; New York: Bärenreiter, 1958.

Winogron, Blanche (közreadó). *The Fitzwilliam Virginal Book, I–II*. New York: Dover Publications Inc., 1979, 1980.