ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΓΧΟΡΔΙΩΝ ΚΑΙ ΕΥΡΕΣΗ ΘΕΜΕΛΙΟΥ: ΜΟΥΣΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ, ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΟΥΣΙΚΗ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ / ΜΟΥΣΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

του φοιτητή/της φοιτήτριας

Κωνσταντίνου Γιαννού

ΑΕΜ: 1619

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αιμίλιος Καμπουρόπουλος

Αναπληρωτής Καθηγητής

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2017

Περιεχόμενα

Περίληψη/Abstract

Η έννοια της θεμελίου είναι πολύ σημαντική στην κωδικοποίηση των συγχορδιών της τονικής μουσικής. Έχει όμως χρησιμότητα σε μη τονικά ιδιώματα ή η έννοια θα πρέπει να επεκταθεί, να αλλάξει ή να απορριφθεί, ανάλογα με την περίπτωση; Μετά από μια μουσικολογική επισκόπηση της έννοιας της συγχορδίας και της θεμελίου της, θα μελετηθούν βασικά χαρακτηριστικά του ήχου και της συνήχησης ως φυσικό και αντιληπτικό φαινόμενο. Το αρμονικό περιεχόμενο μιας σειράς αποσπασμάτων από διάφορα ιδιώματα θα μελετηθεί μέσω της εφαρμογής επιλεγμένων μοντέλων εύρεσης θεμελίου και κωδικοποίησης συγχορδιών, όπως το μοντέλο της αντιληπτικής θεμελίου του Parncutt, η θεωρία ταξινόμησης του Hindemith, η αναπαράσταση General Chord Type (GCT) και η μέθοδος εντοπισμού των πρωταρχικών μορφών του Forte. Με τον τρόπο αυτό θα βρεθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του κάθε μοντέλου σε διάφορα τονικά, τζαζ, νεοτονικά, ολοτονικά και ατονικά ιδιώματα. Μέσα από αυτή τη διαδικασία θα καλυφθούν ζητήματα όπως της συγχορδιακής αμφισημίας, τα οποία μπορούν να επιλυθούν με αξιοποίηση κανόνων φωνοδήγησης, όπως η νότα του μπάσου και του μουσικού πλαισίου, στο οποίο εμφανίζεται, ενώ εισάγεται η έννοια του ‘φθόγγου αναφοράς’ σε αντιπαράθεση με την έννοια της θεμελίου, η οποία έχει χρηστική σημασία ιδιαίτερα σε μη τονικά ιδιώματα.

The concept of root is of great significance in chord encoding in tonal music. Is this notion useful in non-tonal idioms or should it be extended, changed or even abandoned, altogether? After the musicological overview of the concepts of chord and root, acoustic and perceptual properties of complex tones and tone simultaneities, will be discussed. A series of harmonic excerpts from diverse idioms will be examined through the application of different root-finding and chord encoding models, such as Parncutt’s perceptual pitch root finding model, the harmonic system of Paul Hindemith, the General Chord Type (GCT) representation and the method for deriving prime forms by Forte. This way, the strengths and weaknesses of each model will be tested in various contexts, such as tonal, jazz, neo-tonal, whole-tone or atonal harmonies. In this process, issues of tonal and root ambiguity may be solved by

employing voice-leading rules, like the bass note, and by taking into account the existing musical context, while a utilitarian notion of ‘reference tone’ will be used in parallel with the concept of root that is more adequate for non-tonal music.

Εισαγωγή

Κατά την αναζήτηση ενός συστήματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθολικά στα περισσότερα μουσικά ιδιώματα ως εργαλείο ανάλυσης συναντά κανείς πολλά εμπόδια. Κάθε ιδίωμα διέπεται από διαφορετικές αρχές και σε ιδιώματα, όπως το νεοτονικό ή το ατονικό, οι σχέσεις των συνηχήσεων είναι αρκετά πολύπλοκες, καθώς επίσης διαφέρουν κατά πολύ από τις σχέσεις στην τονική μουσική. Επομένως, ένα μοναδικό σύστημα πολύ δύσκολα μπορεί να είναι τόσο ευέλικτο ώστε να εφαρμόζεται σε πολλά ετερογενή μουσικά ιδιώματα.

Η μουσική θεωρία έχει κάνει σημαντικά βήματα στην καταγραφή κανόνων και σχεδιασμού εργαλείων, όπως η θεωρία φθογγικών συνόλων, με σκοπό να ερμηνεύσουν τα μουσικά έργα μετά τις αρχές του $20^{ου}$ αιώνα. Όμως και τέτοιες γενικές προσπάθειες έχουν αδυναμίες όπως η ανικανότητα να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά στα συμβατικά τονικά ιδιώματα ή η αδυναμία να συμβολιστούν ικανοποιητικά συγχορδίες τεταρτών, πεμπτών, με πρόσθετα μέλη κ.λπ.. Αναφορικά με το αντιληπτικό κομμάτι της μουσικής, έχουν γίνει ικανοποιητικές προσεγγίσεις, ειδικά για την τονική μουσική. Για τα μη τονικά ιδιώματα ο όγκος των θεωρητικών και εμπειρικών ερευνών είναι σαφώς μικρότερος.

Ο πυρήνας της δυτικής αρμονίας είναι η συγχορδία. Θα μελετήσουμε την πορεία της συγχορδίας ιστορικά και πώς εξελίχθηκε η λειτουργία και η διαχείρισή της από το $16^{ο}$ μέχρι και τον $20^{ο}$ αιώνα. Χάρη σε μελετητές όπως ο Zarlino, ο Rameau, ο Riemann, ο Hindemith και ο Forte διαμορφώθηκε η έννοια όπως είναι γνωστή σήμερα. Παράγωγη έννοια της συγχορδίας είναι αυτή της θεμελίου, η οποία καταλήγει να παίζει σημαντικό ρόλο στην τονική μουσική. Μπορεί όμως να καλύψει και να συμβαδίσει με τα ζητήματα που σχετίζονται με τις νεότερες τάσεις της μουσικής;

Στη συνέχεια γίνεται μια προσέγγιση στις αντιληπτικές ιδιότητες του ήχου και των συνηχήσεων. Ξεκινώντας από την αρμονική στήλη και την αλληλεπίδραση των φθόγγων συνδυασμού, προχωράμε στα διαστήματα και τις έννοιες της συμφωνίας και διαφωνίας. Λόγω του μεγάλου αριθμού διαφορετικών δυνατών συνηχήσεων προκύπτει η ανάγκη για κωδικοποίηση, με βάση τόσο τη μουσική θεωρία όσο και τα αντιληπτικά χαρακτηριστικά των συγχορδιών. Τέλος γίνεται μια αναφορά στην έννοια του εικονικού φθόγγου (virtual pitch) και στις αντιληπτικές σχέσεις των βαθμίδων με την κλίμακα, σε μια προσπάθεια επέκτασης σε άλλα συστήματα.

Παρακάτω αναλύονται υπάρχοντα μοντέλα που προσδιορίζουν θεμελίους, ταξινομούν και κωδικοποιούν συνηχήσεις. Σε αυτά ανήκουν το μοντέλο εύρεσης της αντιληπτικής θεμελίου του Richard Parncutt, το μουσικοθεωρητικό σύστημα του Paul Hindemith που βρίσκει τη θεμέλιο μιας συγχορδίας και έπειτα την τοποθετεί σε κάποια συγκεκριμένη συγχορδιακή ομάδα, η αναπαράσταση General Chord Type (GCT), καθώς επίσης και η θεωρία των φθογγικών συνόλων. Βέβαια, όλα αυτά σε συνάρτηση με την πιο παραδοσιακή μέθοδο κατασκευής μιας συνήχησης με βάση τις διαδοχικές τρίτες.

Η συγκεκριμένη εργασία επιχειρεί να καλύψει ένα τμήμα της έρευνας που αφορά μουσικά ιδιώματα που χρησιμοποιούνται κυρίως μετά τις αρχές του 20ου αιώνα, όπως η τζαζ, το νεοτονικό ιδίωμα του Paul Hindemith, η ατονική μουσική και η εφαρμογή της ολοτονικής κλίμακας. Σε αποσπάσματα από τα παραπάνω ιδιώματα εφαρμόζονται τα προηγούμενα μοντέλα και εξετάζονται οι θεμέλιοι που προκύπτουν όπως και οι πιθανές κωδικοποιήσεις των συγχορδιών. Παρατίθενται συγκριτικά τα αποτελέσματα εφαρμογής των διαφορετικών μοντέλων, και σημειώνονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του καθενός.

Τέλος, γίνεται συνοπτική παρουσίαση των παρατηρήσεων και των συμπερασμάτων από τις προηγούμενες εφαρμογές. Υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις για τα διαστήματα που παίζουν σημαντικό ρόλο στην κωδικοποίηση. Η ευέλικτη εφαρμογή των παραμέτρων του GCT, μπορεί να συμβάλει σε καινοτομίες στη μουσική αναγωγή και κωδικοποίηση. Όσο για την αμφισημία, προκαλεί ζητήματα στην κωδικοποίηση, ωστόσο μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμο εργαλείο αν συστηματοποιηθεί ως αρμονικός παράγοντας. Η θεμέλιος έχει εξέχουσα σημασία στα περισσότερα ιδιώματα, ωστόσο χωρίς την ίδια λειτουργία σε κάθε περίπτωση. Η αξιοποίηση ενός φθόγγου αναφοράς πιθανόν να γεφυρώσει σε ένα βαθμό το χάσμα των τονικών και με τονικών ιδιωμάτων.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, που υπέμεινε το άγχος μου μέχρι να τελειώσω αυτή την εργασία και που με στήριξε και συνεχίζει στηρίζει στις σπουδές και την πορεία μου.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τον Μάξιμο Καλιακάτσο-Παπακώστα που χάρη σε αυτόν υλοποιήθηκαν υπολογιστικά οι αλγόριθμοι και άλλαζε τις διάφορες παραμέτρους, όταν του το ζητούσα, δίνοντάς μου ένα τεράστιο όγκο δεδομένων προς αξιοποίηση.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους δύο καθηγητές μου, τον επιβλέποντα Αιμίλο Καμπουρόπουλο, που όχι μόνο βοήθησε στην επιστημονική χρήση της γλώσσας και τη βιβλιογραφία, αλλά και με ώθησε να επισπεύσω τη συγγραφή, ώστε να συνεχίσω αμέσως με τις μεταπτυχιακές μου σπουδές, καθώς και τον Κώστα Τσούγκρα για τη βοήθειά του σε ζητήματα μουσικολογίας και μουσικής ανάλυσης.

1. Θεμέλιος και συγχορδία: Μουσικολογικό και αντιληπτικό πλαίσιο

1.1 Μουσικολογικές προσεγγίσεις

Σύμφωνα με το Grove Music Online, συγχορδία (chord) ονομάζεται η ταυτόχρονη ήχηση δύο ή περισσότερων φθόγγων. Οι συγχορδίες συνήθως περιγράφονται ή ονομάζονται βάσει των διαστημάτων που τις αποτελούν. Όσο για τη θεμέλιο, στο ίδιο λήμμα, αναφέρεται ότι “στη λειτουργική αρμονία, θεμέλιος μιας συγχορδίας είναι η νότα πάνω στην οποία φαίνεται να είναι χτισμένη” (Chord, n.d.) [1]. Πιο συγκεκριμένα, στο λήμμα Root του ίδιου λεξικού, θεωρείται θεμέλιος η χαμηλότερη νότα μιας συγχορδίας του τονικού συστήματος μείζονας-ελάσσονας, όταν οι νότες της συγχορδίας διαταχθούν σε στήλη 3ων (Rushton, n.d.) Γενικότερα, όμως, οι περισσότεροι μελετητές δεν επιμένουν στο πώς ορίζεται με σαφήνεια η έννοια της θεμελίου (Thomson, 1993).

Η κατασκευή μιας συγχορδίας επομένως βασίζεται σε δύο στοιχεία, τα διαστήματα που την αποτελούν και τη θεμέλιο. Αν θέλουμε λοιπόν να προσδιορίσουμε και να συμβολίσουμε επαρκώς μια συγχορδία χρειάζεται να εντοπίσουμε και να συμπεριλάβουμε και τα δύο αυτά στοιχεία. Ο εντοπισμός των διαστημάτων μεταξύ των φθόγγων είναι σχετικά προφανής διαδικασία, η εύρεση της θεμελίου όμως απαιτεί μια περισσότερο πολύπλοκη προσέγγιση.

Ιστορικά η δομή μιας συγχορδίας και ο εντοπισμός του θεμέλιου φθόγγου σχετίζεται άρρηκτα με την κάθετη πολυφωνία. Οι πρώτες αναφορές της συγχορδίας ως αρμονικής μονάδας, πέραν του διαστήματος, γίνονται από τον Gioseffo Zarlino, Ιταλό συνθέτη και θεωρητικό, στο μνημειώδες βιβλίο του *Le istitutioni harmoniche* (1558). Μιλάει για την τρίφωνη συνήχηση, ως αποτέλεσμα της πολυφωνικής υφής,

[1] Μετάφραση του συγγραφέα από τα αγγλικά: “In functional harmony the root of a chord is the note on which it seems to be built.”

που δημιουργείται από το συνδυασμό μιας 3Μ και 3μ ή το αντίστροφο στα πλαίσια της 5Κ (Γιάννου, 2007).

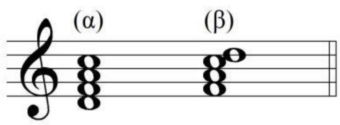
Σχεδόν δύο αιώνες αργότερα, ο Jean-Philippe Rameau στο βιβλίο *Traité de L'Harmonie* (1722) μιλά για τη δημιουργία και τη συμπεριφορά των συγχορδιών ως αποτέλεσμα ενός "φυσικού νόμου". Αρχικά εκμεταλλεύεται τη διαίρεση του μονόχορδου και αργότερα τη σειρά των αρμονικών, ώστε να "ανακαλύψει" την τρίφωνη μείζονα συγχορδία.

Η τρίφωνη ελάσσονα, ωστόσο, δεν προκύπτει το ίδιο εύκολα. Πιο συγκεκριμένα, η τρίφωνη μείζονα συγχορδία βρίσκεται στον $4^{ο}$, $5^{ο}$ και $6^{ο}$ αρμονικό της αρμονικής στήλης. Όσο χαμηλότερα βρίσκεται μια συνήχηση στη σειρά των αρμονικών τόσο πιο σύμφωνη θα είναι. Από την άλλη, η 3μ σε συνδυασμό με την 5Κ εμφανίζεται στους αρμονικούς 10, 12 και 15. Το γεγονός αυτό θα έκανε τη συγχορδία αρκετά πιο διάφωνη από τη μείζονα αλλά ακόμη και από την ελαττωμένη, που παρουσιάζεται στους αρμονικούς 5, 6 και 7 (Parncutt, 1989). Ο Zarlino (1558) επίσης αναφέρει την "αριθμητική αναλογία" (arithmetic proportion) 6:5:4 ως βάση της ελάσσονα συγχορδίας και την "αρμονική αναλογία" (harmonic proportion) 15:12:10 ως βάση της μείζονας συγχορδίας, αξιοποιώντας μετρήσεις σε μήκη χορδών. Ο Rameau προσεγγίζει τις αναλογίες των συγχορδιών υπολογίζοντας ταλαντώσεις (vibrations) και παίρνει την αναλογία 4:5:6 για τη μείζονα αυτή τη φορά και 10:12:15 για την ελάσσονα (Dahlhaus, n.d.). Το γεγονός αυτό δεν αναιρεί το πρόβλημα, όπου η μία είναι 'περισσότερο' σύμφωνη από την άλλη, θεωρεί ότι η κατασκευή της τρίφωνης συγχορδίας στηρίζεται στη χρήση διαδοχικών $3^{ων}$. Η τεχνική αυτή βοήθησε ακόμη και στο σχεδιασμό και περιγραφή των συγχορδιών μεθ' εβδόμης (Sadler & Christensen, n.d.).

Ο Rameau (1722) ισχυρίζεται λοιπόν ότι ο χαμηλότερος φθόγγος στους παραπάνω τύπους συγχορδιών, που σχηματίζονται από διαδοχικές τρίτες, αποτελεί το θεμελιώδη ήχο τους (*son fondamental*). Με τον τρόπο αυτό εισάγει την έννοια του θεμελιώδους βάσιμου (*basse fondamentale*), που είναι η γραμμή που προκύπτει από τις διαδοχές των προηγούμενων θεμελιωδών ήχων.

Η νοητή ουσιαστικά μπασογραμμή διαφέρει από εκείνη που γράφεται και ακούγεται, δηλαδή το ενάριθμο μπάσο. Ακολουθώντας αυτή τη λογική οι αναστροφές μιας συγχορδίας ομαδοποιούνται κάτω από την ομπρέλα αυτής της μοναδικής συγχορδίας. Η συγχορδία διατηρεί την αρμονική της φύση και λειτουργία [2] ανεξάρτητα από τις αναστροφές της. Έτσι προκύπτει μια θεμέλιος, πυρήνας της συγχορδίας, που παραμένει σταθερή ανεξάρτητα από τη διάταξη των φωνών (Thomson, 1993).

Παρόλα αυτά, ακόμη και ο ίδιος ο Rameau εντόπισε σημεία που η θεωρία του δεν επαρκεί και επιδέχεται πολλαπλές ερμηνείες. Ένα από αυτά είναι η συγχορδία της επιτονικής με έβδομη. Στην τονικότητα της C μείζονας, από τη μία η συγχορδία αυτή διαβάζεται ως ii7 και θεμέλιο τη νότα D και από την άλλη ως IV με προστιθέμενη $6^{η}$ (*sixte ajouté*) και θεμέλιο το F. Άρα ξαφνικά η συνήχηση αυτή αποκτά δύο λειτουργικές σημασίες (*double emploi*).



Εικόνα 1.1 (α) Η ii7 σε ευθεία κατάσταση. (β) Η IV με προστιθέμενη $6^{η}$. Σε κάθε περίπτωση η θεμέλιος της συνήχησης βρίσκεται στο μπάσο, και είναι διαφορετική παρόλο που οι νότες των δύο συγχορδιών είναι ίδιες.

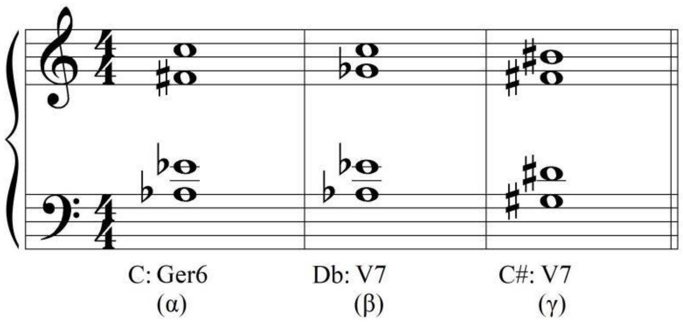
Αρκετά αργότερα η λειτουργική αρμονία του Riemann, προτείνει πιο σταθερές λύσεις για τα ζητήματα της τονικής μουσικής θεωρίας. Οι συγχορδίες ανάγονται σε τρεις βασικές λειτουργίες: τονική (Tonika-T), δεσπόζουσα (Dominant-D) και υποδεσπόζουσα (Subdominant-S). Για να προκύψουν οι υπόλοιπες, εισάγονται οι όροι της παραλληλίας ή αλλιώς της σχετικής τονικότητας (parallel Klang-p) και της αντιπαραλληλίας (gegenparallel Klang-g) (Motte, 1993/1998). Ο Riemann θεωρεί συνεπώς ότι η συγχορδία “είναι αυτό που κάνει”, δηλαδή χαρακτηρίζεται από την λειτουργία της σε σχέση με τις υπόλοιπες συγχορδίες και όχι από αποκλειστικά από τα ενδογενή χαρακτηριστικά της όπως η θεμέλιος (Thomson, 1993).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί στο σημείο αυτό ο ρόλος που παίζει το πλαίσιο της τονικότητας στη λειτουργία μιας συγχορδίας και κατά συνέπεια στη θεμέλιο. Η

[2] Δεν αναφέρεται σε περιπτώσεις, όπως η πτωτική $I^{6/4}$, που έχει το χαρακτήρα δεσπόζουσας.

ίδια συγχορδία μπορεί να αντιπροσωπεύει διαφορετικά πράγματα σε δύο διαφορετικά πλαίσια-λειτουργίες, άρα να έχει και διαφορετικές θεμέλιους.

Για παράδειγμα η γερμανική συγχορδία αυξημένης $6^{ης}$, μια αρκετά διάφωνη, κατά παραδοχή, συγχορδία ως προς την τονικότητα, είναι εναρμονίως μια τρίφωνη μείζονα με 7μ, δηλαδή θα μπορούσε να είναι ταυτόχρονα και δεσπόζουσα σε μια άλλη τονικότητα. Στο παρακάτω παράδειγμα η πρώτη συγχορδία (α) είναι η γερμανική συγχορδία (F#-Ab-C-Eb) της C μείζονας ή ελάσσονας ενώ με εναρμόνια γραφή είναι η δεσπόζουσα με 7μ της Db (β) ή C# (γ). Στην (α) περίπτωση θεμέλιος θεωρείται το F#, παρόλο που δε θα εμφανιστεί στο μπάσο, ενώ στις άλλες δύο το Ab/G#.



Εικόνα 1.2 Η ίδια συγχορδία ακουστικά σε διαφορετικές εκφάνσεις ανάλογα με την τονικότητα

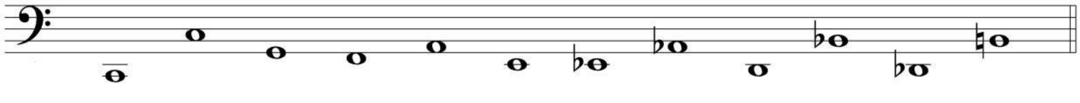
Σίγουρα σε τονικά πλαίσια, εκτός από τη δομή των διαστημάτων, μια συγχορδία εξαρτάται από την τονικότητα στην οποία τοποθετείται. Αν όμως η τονικότητα χάσει τη δύναμη που έχει και αντικατασταθεί από κλίμακες άλλου τύπου και συστήματα μη τονικά, είναι δυνατόν να έχει εξίσου σπουδαίο ρόλο;

Προχωρώντας ιστορικά από την εποχή του ρομαντισμού, στο μοντερνισμό και έπειτα, εμφανίζονται νέες συνηχήσεις, ωθώντας την τονικότητα στα άκρα μέχρι και την πλήρη κατάργησή της. Ακόμη εμφανίζονται ιδιώματα, όπως η τζαζ με νέες και πιο περίπλοκες συνηχήσεις. Τέτοιες μπορεί να είναι συγχορδίες βασισμένες σε διάφορες κλίμακες, όπως οι εκκλησιαστικοί τρόποι, πεντατονικές, εξατονικές, οκτατονικές κλίμακες ή συγχορδίες που χτίζονται με διαδοχικές $4^{ες}$, $5^{ες}$ ή $2^{ες}$, όπως και άλλοι πιο περίπλοκοι συνδυασμοί. Προκύπτει επομένως η ανάγκη για νέες μουσικές θεωρίες που αντιπροσωπεύουν τις νέες μουσικές τάσεις.

Το μεγάλο αυτό κενό προσπαθεί να καλύψει ο Hindemith στο θεωρητικό του έργο. Αναγνωρίζει ότι η υπόθεση του Rameau για την κατασκευή συγχορδιών με $3^{ες}$ έχει αδυναμίες και πάσχει αρκετά αναφορικά με την ανθρώπινη αντίληψη της μουσικής (Thomson, 1993). Δημοσιεύει το βιβλίο του *Unterweisung im Tonsatz* (eng. *The Craft of Musical Composition*) το 1937 και οργανώνει εκεί μια πρωτότυπη ταξινόμηση της δομής μιας συγχορδίας, η οποία στηρίζεται στη εύρεση ή μη της θεμελίου (βλ. 2.3 Ταξινόμηση κατά τον Paul Hindemith).

Ο συνθέτης θέλοντας να διαφοροποιηθεί από τα διάφορα ρεύματα του πρώτου μισού του $20^{ου}$ αιώνα, όπως ο δωδεκαφθογγισμός ή η ατονικότητα, τάσσεται στα πλαίσια της Νέας Αντικειμενικότητας (*Neue Sachlichkeit*), και δουλεύει κυρίως επάνω στο νεοτονικό ιδίωμα. Στόχος του ήταν να καθοδηγήσει τους μαθητές του, με τη συγγραφή του παραπάνω βιβλίου, στη διαδικασία της σύνθεσης στα πλαίσια της διαφορετικής προσέγγισής του. Εκεί περιγράφει αρχικά την αρμονική στήλη, τις τάσεις των αρμονικών και τους φθόγγους συνδυασμού. Έτσι παραθέτει όλους τους φθόγγους της χρωματικής κλίμακας αναφορικά με ένα φθόγγο αναφοράς, για παράδειγμα το C (Hindemith, 1937/1945).

Καταγράφει με τον παραπάνω τρόπο τη Σειρά Ι, δηλαδή την κατάταξη των φθόγγων κατά φθίνοντα βαθμό συγγένειας ως προς ένα δεδομένο φθόγγο, το γενεσιουργό της Σειράς. Μια παράγωγη ιεραρχία είναι και η Σειρά ΙΙ, η αντίστοιχη κατάταξη των διαστημάτων σε φθίνουσα ιεραρχική αξία. Τα διαστήματα προκύπτουν από τη σύγκριση του κάθε φθόγγου της χρωματικής κλίμακας ως προς τον "πατριάρχη φθόγγο" (*Vaterton*). Τοποθετεί τα συμπληρωματικά διαστήματα σε ζεύγη, δηλαδή το κάθε διάστημα μαζί με την αναστροφή του.

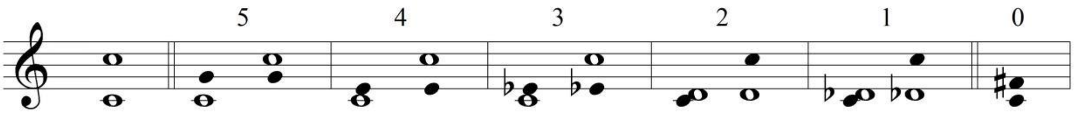


Εικόνα 1.3 Σειρά Ι

Οι πρώτες έξι νότες της Σειράς Ι προκύπτουν από τους πρώτους έξι αρμονικούς της αρμονικής στήλης. Συγκεκριμένα, διαιρεί τη συχνότητα του κάθε αρμονικού με τον αριθμό της σειράς του, ώστε να τον τοποθετήσει στην παραπάνω Σειρά σε έκταση μιας οκτάβας (Hindemith, 1937/1945). Για παράδειγμα, έστω ότι το C2=64Hz, ακολουθεί το C3=128Hz και G3=192Hz. Βρίσκεται στη 2η θέση μετά τη θεμελιώδη συχνότητα άρα παίρνουμε το G2=192/2=96Hz.

Από τον έβδομο αρμονικό και εξής δε λειτουργεί αυτή η μεθοδολογία. Η δύναμη του “πατριάρχη φθόγγου” φτάνει μέχρι τον έβδομο φθόγγο της Σειράς, επομένως αξιοποιεί τον αμέσως επόμενο σημαντικό φθόγγο, το G. Από το G, αντίστοιχα προκύπτει το D της σειράς, D4=96x3=288Hz, άρα θα πρέπει D2=288/4=72Hz. Με περαιτέρω διαίρεση προκύπτει το Bb1, που είναι κάτω από το αρχικό C2. Έτσι συνεχίζει με το F, που παράγει το Bb2 και το Db2. Και τέλος από το E παίρνει το B2.

Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 1.4) κάποιοι φθόγγοι είναι γεμισμένοι, ενώ οι άλλοι είναι άδειοι. Με ολόκληρα συμβολίζεται η θεμέλιος του κάθε διαστήματος. Θεμέλιο έχει όχι μόνο μια συγχορδία αλλά και ένα διάστημα (Hindemith, 1937/1945). Ο Hindemith καταλήγει σε αυτές τις κατατάξεις αξιοποιώντας δύο ιδιότητες του ήχου: την αρμονική στήλη και τους φθόγγους συνδυασμού. Οι δύο ιδιότητες θα περιγραφούν αναλυτικότερα παρακάτω (βλ.1.3.2 Συνήχηση φθόγγων: διαστήματα, συμφωνία/διαφωνία και φθόγγοι συνδυασμού.).



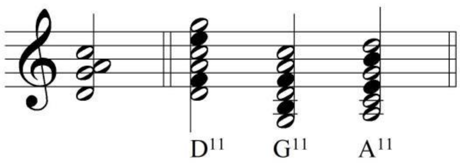
Εικόνα 1.4 Σειρά ΙΙ. Με τις βαθμολογίες που ορίζει ο συνθέτης. Οι άδειοι φθόγγοι είναι οι θεμέλιοι των διαστημάτων. Η οκτάβα θεωρείται ισοδύναμη με την ταυτοφωνία, ενώ το τρίτονο θεωρείται ουδέτερο διάστημα.

Αναφορικά με την ιεραρχία, όσο πιο αριστερά στην κατάταξη βρίσκονται τα διαστήματα τόσο είναι πιο σταθερά τα διαστήματα και η θεμέλιός τους διακρίνεται ευκολότερα. Προς τα δεξιά είναι πιο ασταθή και η θεμέλιος γίνεται πιο αμφίβολη. Στα πρώτα διαστήματα είναι προφανές ότι θεμέλιος θεωρείται το C, καθώς είναι ο φθόγγος από τον οποίο προέκυψαν νότες της Σειράς Ι και είναι ο φθόγγος που ταυτίζεται με το αντίστοιχο φθόγγο συνδυασμού (Εικόνα 1.7).

Όσο για τα διαστήματα 2M/7μ και 2μ/7M, αρχικά αναφέρει πως " δεν φαίνεται να υπάρχει διαφορά στο ποια νότα είναι θεμέλιος"[3] (Hindemith, 1937/1945, σ. 79). Δέχεται ως θεμέλιο το D και Db αντίστοιχα σε πρακτικούς λόγους. "Η εξοικείωση με τη δεσπόζουσα μεθ' εβδόμης μας οδηγεί να *ακούμε* τον χαμηλότερο φθόγγο της έβδομης […] ως θεμέλιο ακόμη και όταν είναι το διάστημα μόνο του"[4] (Hindemith, 1937/1945, σ. 80).

Αξιοποιώντας την ιδιότητα των θεμελίων των διαστημάτων ο Hindemith επιχειρεί να προσδιορίσει τη θεμέλιο γενικότερα σε οποιαδήποτε συγχορδία. Επιπλέον, εφόσον υπάρχει η δυνατότητα εύρεσης της θεμελίου, οι συγχορδίες ταξινομούνται σύμφωνα με τα διαστήματα που τις αποτελούν και τη σχέση της θεμελίου με τη νότα στο μπάσο (Williams, 1997).

Με την παραπάνω μεθοδολογία μπορεί κανείς να βρει θεμέλιο τόσο σε συμβατικές τονικές συγχορδίες, όσο σε συγχορδίες με διαστήματα 4ων ή 5ων, που δεν εξηγούνται με τη στήλη των 3ων, αλλά και πιο πολύπλοκες συγχορδίες με διάφορους χρωματικούς φθόγγους



Εικόνα 1.5 Υλοποίηση της στήλης των τριτών σε μια πολύπλοκη συγχορδία

Στην Εικόνα 1.5 είναι προφανές ότι η συγχορδία D-G-A-C, δεν μπορεί να εξηγηθεί εύκολα με τις τεχνικές των προηγούμενων αιώνων. Αν δεχτούμε ότι η θεμέλιος είναι φθόγγος της συγχορδίας τότε με διαδοχικές τρίτες χτίζονται οι παραπάνω συγχορδίες. Καμία όμως από τις τρεις δεν είναι πειστική και απαιτεί τον προσδιορισμό του γύρω τονικού πλαισίου. Από την άλλη, ο Hindemith εντοπίζει το

[3] "it makes no difference which of the tones we take as a root" (Hindemith, 1937/1945, σ. 79).

[4] "Our familiarity with the dominant seventh chord leads us to hear the lower tone of the seventh […] as the root even when it appears alone" (Hindemith, 1937/1945, σ. 80).

πιο σταθερό διάστημα, δηλαδή την 5Κ και θεωρεί τη θεμέλιο αυτού του διαστήματος θεμέλιο της συγχορδίας, όπου στην περίπτωσή μας είναι το D. Επομένως η συγχορδία δεν αλλάζει τη διάταξη στα διαστήματά της για να αναγνωριστεί.

Εδώ υπονοείται ότι μια συνήχηση μπορεί να έχει μια θεμέλιο που δεν ανήκει στους φθόγγους της. Μια τέτοια περίπτωση είναι η ελαττωμένη συγχορδία του προσαγωγέα. Στη λειτουργική σημειογραφία συμβολίζεται ως δεσπόζουσα με 7μ, χωρίς τονική, δηλαδή διαγώνια διεγραμμένη ($\not{D}^{7}$), γεγονός που επιβεβαιώνει και το μοντέλο του Parncutt (1997), δηλαδή εντοπίζει θεμέλιο εκτός των φθόγγων της συγχορδίας.

Από την άλλη, η δεύτερη σχολή της Βιέννης στράφηκε στο δωδεκάφθογγο, την ατονικότητα και το σειραϊσμό ενώ άνοιξε το δρόμο για αντίστοιχες τεχνικές σύνθεσης. Στο δεύτερο μισό του $20^{ου}$ αιώνα σχεδιάστηκε ένα αναλυτικό εργαλείο, η θεωρία συνόλων φθογγικών τάξεων (pitch class set theory) που επεδίωκε να κωδικοποιήσει και να εξηγήσει φαινόμενα στην ατονική κυρίως μουσική. Διάφοροι συνθέτες όπως οι Pierre Boulez, Milton Babbit, George Perle, Donald Martino και John Rothgeb ασχολήθηκαν με αυτό, ωστόσο δύο ήταν αυτοί που το συστηματοποίησαν πλήρως, ο Allen Forte στο *The Structure of Atonal Music*, 1973 και John Rahn στο *Basic Atonal Theory*, 1980.

Στη Θεωρία συνόλων φθογγικών τάξεων θεωρούνται ως δεδομένες κάποιες αρχές όπως η ισοδυναμία οκτάβας και η ισοδυναμία των αναστροφών των διαστημάτων. Έπειτα αντιστοιχίζοντας τους φθόγγους με αριθμούς, δημιουργούνται αριθμητικοί συνδυασμοί, τα φθογγικά σύνολα, που στοχεύουν στη διευκόλυνση ενός αναλυτή να εντοπίσει ομοιότητες και διαφορές μεταξύ διαφορετικών στοιχείων ή γεγονότων στο μουσικό κείμενο (Τσούγκρας, 2017). Θα μελετήσουμε πιο προσεκτικά τη θεωρία στη συνέχεια της εργασίας (βλ. 2.4 Ατονική μουσική θεωρία και σύνολα)

1.2 Θεμέλιος ως έννοια

Η θεμέλιος είναι άμεσα συνυφασμένη με το τονικό ιδίωμα και τις συγχορδίες διαδοχικών $3^{ων}$. Η θεωρητική έρευνα δεν έχει καταλήξει σε μια ξεκάθαρη διατύπωση για τον ορισμό της έννοιας. Χρησιμοποιείται συχνά από κάποιους μουσικούς κυρίως ως ονομαστική παραδοχή (ονομασία συγχορδιών). Η αντιληπτική της αξία είναι δευτερεύουσας σημασίας και συνήθως αγνοείται. Για παράδειγμα γνωρίζουμε τις νότες C-E-G, ως τη C μείζονα συγχορδία, κυρίως για σκοπούς της σημειογραφίας (Thomson, 1993).

Πέρα από τον καθαρά σημειογραφικό ορισμό της θεμελίου στο Grove, ο Parncutt (1997) εντοπίζει χαρακτηριστικά της θεμελίου που σχετίζονται με τη φωνοδήγηση (voice-leading). Θεωρεί τη θεμέλιο ως το φθόγγο που βρίσκεται συνηθέστερα στο μπάσο, εκείνον που διπλασιάζεται συχνότερα ή τη νότα που εκτελείται πιο συχνά δεδομένης μια συνήχησης/συνοδείας σε συνάρτηση με ένα μελωδικό αυτοσχεδιασμό (εξαιρώντας την περίπτωση της τζαζ). Τα χαρακτηριστικά αυτά επίσης δεν είναι συστηματικά, ενώ ισχύουν περιστασιακά και σε συγκεκριμένα πλαίσια όπως ο αυτοσχεδιασμός σε τονικά ιδιώματα.

Από την άλλη υπάρχει η άποψη ότι εφόσον η θεμέλιος είναι η βάση για τη δόμηση έστω και μιας συνήχησης, τότε αναπόφευκτα όλες οι συνηχήσεις θα έχουν θεμέλιο. Κατά τον Alfred Day (1845), θεωρητικό του 19ου αιώνα, “μια νότα πρέπει να θεωρείται ως επίπεδο αναφοράς, ειδάλλως κατά την αρχή *ex nihilo fit*, δε θα υπήρχε μουσική” (Thomson, 1993, p. 387-388). Μια καθ’ όλα ριζοσπαστική άποψη, ωστόσο αυτός ο θεωρητικός δεν είχε υπόψιν ούτε είχε προβλέψει τη μουσική που συντέθηκε τους επόμενους αιώνες, όπου οι εξελίξεις ήταν ραγδαίες.

Είδαμε παραπάνω (βλ. 1.1 Θεμέλιος και συγχορδία: Μουσικολογική προσέγγιση) ότι η θεμέλιος επηρεάζεται από το πλαίσιο της συγχορδίας στην οποία ανήκει. Γίνεται να παραμένει η έννοια σταθερή, αφού τόσο οι εκφάνσεις της όσο και οι ιδέες για αυτή είναι τόσο διαφορετικές και ευρείες (Thomson, 1993); Αναρωτιέται κανείς αν πρέπει να απορριφθεί η έννοια της θεμελίου ή έστω να αλλάξει σε σημαντικό βαθμό, να έχει το ρόλο του φθόγγου αναφοράς; Επίσης ρωτά ο Thomson αν χρειάζεται να ερευνηθούν περισσότερες από μία θεμέλιοι σε μια συνήχηση.

1.3 Αντιληπτικές προσεγγίσεις

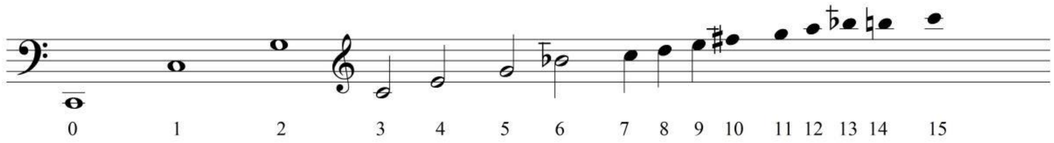
Συνεπάγεται λοιπόν το ερώτημα, ήδη από τα γραπτά του Rameau, για το εάν η θεμέλιος μιας συνήχησης έχει αντιληπτική βάση ή είναι απλά μια παραδοχή της διδασκαλίας της δυτικής μουσικής θεωρίας. Με αυτό το σκεπτικό θα γίνει μια προσέγγιση αρχίζοντας από βασικά χαρακτηριστικά του ήχου καθεαυτού. Θα περιγραφούν κάποιες ιδιότητές του και στη συνέχεια θα αναζητήσουμε αρχικά το πώς αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο αυτί πολλούς φθόγγους ταυτόχρονα, καθώς επίσης ιδιότητες που εμφανίζονται ως συνέπεια αυτών των συνδυασμών. Τέλος, θα δούμε την ανάγκη για κατηγοριοποίηση των συνηχήσεων και το βαθμό που επηρεάζει του ευρύτερο μουσικό πλαίσιο.

1.3.1 Ήχος και αρμονική στήλη.

Ένας ήχος ως ηχητικό φαινόμενο, από τη σκοπιά της φυσικής είναι κύμα, δηλαδή μια “μηχανική διαταραχή που διαδίδεται σε ελαστικό μέσο”. Από τη σκοπιά της ψυχοακουστικής, είναι η “αίσθηση που οφείλεται στον ερεθισμό των ακουστικών νευρικών κέντρων” (Σπυρίδης, 2005).

Οι ήχοι μπορεί να είναι απλοί (μεταβολή της πίεσης σε μία μόνο συχνότητα – ημιτονοειδής συνάρτηση) και σύνθετοι. Οι δεύτεροι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τους αρμονικούς και τους μη-αρμονικούς ήχους. Στους αρμονικούς, συνδυάζονται απλοί ήχοι με συχνότητες ακέραια πολλαπλάσια μιας θεμελιώδους συχνότητας, και εμφανίζονται σε όργανα όπως έγχορδα ή πνευστά. Οι μη-αρμονικοί πάλι συνδυάζουν απλούς ήχους σε μη ακέραια πολλαπλάσια μιας κοινής θεμελιώδους συχνότητας και εμφανίζονται σε διάφορα κρουστά όργανα, όπως οι καμπάνες (Oxenham, 2013). Άλλοι ήχοι είναι θόρυβοι και κρότοι, αλλά δεν αφορούν άμεσα τη συγκεκριμένη εργασία.

Η αρμονική στήλη, ειδικότερα, είναι οι σειρά των αρμονικών με συχνότητες που είναι ακέραια πολλαπλάσια της θεμελιώδους. Εμφανίζεται είτε στους σύνθετους ήχους όπως είδαμε παραπάνω είτε σε κινούμενα συστήματα όπως μια χορδή ή ο αέρας στους σωλήνες των πνευστών οργάνων που παράγουν τέτοιους ήχους (Helmholtz, 1885/1954). Διαδοχικά σχηματίζουν την οκτάβα, την 5Κ, την 4Κ, την 3Μ κ.ο.κ., όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.6.



Εικόνα 1.6 Η αρμονική στήλη με αριθμημένους τους αρμονικούς. Με 0 σημειώνεται η θεμελιώδης συχνότητα. Σε διάφορες νότες η συχνότητα δεν συμπίπτει με το ισοσυγκερασμένο σύστημα, για αυτό οι παύλες (-) δείχνουν ότι ο φθόγγος είναι κατά τι χαμηλότερος από αυτόν που γράφεται.

Όταν το ηχητικό κύμα φτάνει στο ανθρώπινο αυτί ακούει ένα μοναδικό τονικό ύψος. Στην πραγματικότητα όμως το κύμα αυτό αποτελείται από πολλούς απλούς ήχους, ο κάθε ένας με τη δική του συχνότητα και τονικό ύψος (Εικόνα 1.6). Αυτό συμβαίνει από τη μία διότι ξεκινούν και σταματούν σχεδόν ταυτόχρονα και από την άλλη γιατί χτίζουν μια κοινή αρμονική στήλη. (Darwin, 2005)

1.3.2 Συνήχηση φθόγγων: διαστήματα, συμφωνία/διαφωνία και φθόγγοι συνδυασμού.

Όταν όμως περισσότεροι από ένας φθόγγοι παίζονται ταυτόχρονα, τα πράγματα περιπλέκονται. Σύμφωνα με αποτελέσματα πειραμάτων του Huron (1989), ένας ακροατής μπορεί συνειδητά να αντιληφθεί 3 ή 4 διαφορετικούς φθόγγους την ίδια στιγμή. Επίσης μπορεί να ξεχωρίσει τις αλλαγές των φθόγγων από μια συνήχηση σε μία άλλη (Demany & Ramos, 2005), πράγμα που δείχνει ότι μπορεί να επεξεργαστεί ταυτόχρονα πολλά τονικά ύψη (Oxenham, 2013).

Δύο ήχοι όταν τίθενται διαδοχικά ή ταυτόχρονα ορίζουν ένα μουσικό διάστημα. Δύο διαστήματα θεωρούνται ίδια όταν οι αναλογίες των θεμελιωδών συχνοτήτων των νοτών των διαστημάτων ταυτίζονται. Η οκτάβα, με αναλογία 2:1, παρουσιάζει μια ξεχωριστή ιδιότητα ισοδυναμίας (octave equivalence), ακόμη και σε μη δυτικούς πολιτισμούς. Κάθε φθόγγος επομένως αποκτά δύο διαστάσεις, το τονικό του ύψος και το φθογγικό χρώμα ή τάξη (tone chroma or pitch class). Όσο για τα υπόλοιπα διαστήματα δεν παρατηρείται ισοδυναμία στα συμπληρωματικά διαστήματά τους ως προς την οκτάβα (interval equivalence), παρόλα αυτά είναι σαφής η μεταξύ τους σχέση, ιδίως αναφορικά με τα μελωδικά διαστήματα (Deutsch, 2013b). Σίγουρα όμως η μουσική θεωρία τις περισσότερες φορές αντιμετωπίζει τα ζεύγη αναστροφών ως ισοδύναμα, όπως στην ατονική μουσική.

Το εάν ένα διάστημα θεωρείται διάφωνο ή όχι δεν ήταν σταθερό στην ιστορία της μουσικής. Παρατηρώντας τα δείγματα της πρώιμης πολυφωνίας, χρησιμοποιούνται συστηματικά οι 5^{ες} και 8^{ες} καθαρές, ενώ τα υπόλοιπα αποφεύγονται. Παραδόσεις της ευρωπαϊκής μουσικής αρχίζουν να διαχωρίζουν τα διαστήματα, ήδη γύρω στο 13ο αιώνα. Ο Johannes de Garlandia (έδρασε περ. 1270 – 1320) στο *De mensurabili musica* (~1240/1972) [5] εμπνευσμένος από πρακτικές της εποχής, διαχωρίζει τα διαστήματα σε τρεις κατηγορίες: τα τέλεια σύμφωνα (η ταυτοφωνία και η οκτάβα), τα ατελώς σύμφωνα (3μ και 3Μ) και τα ενδιάμεσα διαστήματα (4Κ και 5Κ). Επίσης κατονομάζει ατελώς διάφωνα (6Μ και 7μ), ενδιάμεσα (2Μ και 6μ) και τέλεια διάφωνα διαστήματα (2μ, 7Μ και 4Α) (Palisca & Moore, n.d.). Ο διαχωρισμός δεν ήταν πάντοτε σταθερός ή ίδιος σε κάθε γεωγραφική περιοχή στην Ευρώπη. Αλλού οι 6^{ες} είχαν σύμφωνο χαρακτήρα και αλλού οι 4Κ συγκαταλεγόταν στα διάφωνα. Γύρω στα τέλη του 19^{ου} και αρχές 20^{ου} αιώνα οι συνθέτες διαχειρίζονται τις διαφωνίες λιγότερο αυστηρά μέχρι την πλήρη εξίσωση των σύμφωνων κι διάφωνων διαστημάτων στην ατονική μουσική του 20^{ου} αιώνα (Palisca & Moore, n.d.).

Ο Helmholtz (1885/1954) εντοπίζει ένα τύπο διαφωνίας που συνδυάζει την αρμονική στήλη και το φαινόμενο των διακροτημάτων (beating). Θέτοντας δύο απλούς ήχους με λίγο διαφορετική συχνότητα, το πλάτος του συνδυασμένου κύματος θα αρχίσει να μεταβάλλεται, καθώς τα δύο ηχητικά κύματα συμβάλλουν. Οι περιοδικές αυτές μεταβολές ονομάζονται διακροτήματα (beats). Όταν η συχνότητά τους βρίσκεται κάτω από 10 Hz τα διακροτήματα ακούγονται σαφώς, ενώ γύρω στα 12 Hz και άνω προκαλείται μια “τραχύτητα” (roughness) στον ήχο. Το φαινόμενο της τραχύτητας μεγιστοποιείται περίπου στα 70 Hz και έπειτα πάλι μειώνεται. Σύμφωνα με αυτή την υπόθεση δύο φθόγγοι είναι διάφωνοι όταν υπάρχει τραχύτητα μεταξύ τους, ή ειδικότερα όταν οι αρμονικοί τους είναι τόσο κοντά ώστε να σχηματίζουν αυτοί διακροτήματα. Αντίθετα, σύμφωνα είναι εκείνα δίχως διακρότημα σε κάποιους αρμονικούς, όπως η οκτάβα και η πέμπτη. (Oxenham, 2013)

[5] Δεν έχει επιβεβαιωθεί ότι το βιβλίο είναι δικό του ή απλώς είναι εκδότης του. (Baltzer, n.d.)

Μια ακόμη σχέση δύο ήχων που συνηχούν είναι η αρμονικότητα (harmonicity). Όπως προαναφέραμε οι φυσικοί ήχοι είναι κυρίως σύνθετοι, άρα αποτελούνται από αρμονικούς, δηλαδή ακέραια ή σχεδόν ακέραια πολλαπλάσια μιας θεμελιώδους συχνότητας (Deutsch, 2013a). Αρμονικότητα σε δύο ήχους που συνηχούν θεωρείται το πόσο θυμίζουν μία κοινή αρμονική στήλη (Oxenham, 2013). Πιθανότατα κατά την ακουστική αντίληψη, δύο στοιχεία να συνδυάζονται με βάση αυτή την αρχή σε μία ακουστική μονάδα (unitary sound image) (Deutsch, 2013a).

Πειράματα με ξεκούρδιστους αρμονικούς (Moore, Glasberg, & Peters, 1985), δείχνουν ότι αν απομακρυνθεί ένας αρμονικός από την αρχική του θέση πάνω από 3% τότε αρχίζει σταδιακά να μη συμβάλει στο σύνθετο ήχο, ενώ αν φτάσει το 8% τότε πλέον δε συμμετέχει καθόλου (Deutsch, 2013a).

Αναφορικά με την αντίληψη της διαφωνίας διαχωρίζεται σε δύο κατηγορίες την πολιτισμική ή μουσική (cultural/musical) και την αισθητηριακή (sensory). Ο πρώτος τύπος διαφωνίας αφορά στα διαστήματα όπου αντιμετωπίζονται ως διάφωνα με βάση την αισθητική του εκάστοτε πολιτισμού και του μουσικού πλαισίου, επομένως είναι προϊόν εκμάθησης, και ο δεύτερος έχει να κάνει με τον μηχανισμό της ανθρώπινης ακοής και είναι ενδογενής.

Οι μελέτες των εθνομουσικολόγων επάνω στην αισθητική της μουσικής δείχνουν ότι δεν υπάρχουν ούτε σταθερά ούτε καθολικά κριτήρια αισθητικής αξιολόγησης. Σε κάθε πολιτισμό ορίζονται διαφορετικά (Vassilakis, 2005). Με την ίδια λογική και η διαφωνία δεν έχει τα ίδια χαρακτηριστικά σε όλους τους πολιτισμούς. Στην παρούσα εργασία οι όροι κυρίως αναφέρονται στις συμφωνίες και διαφωνίες της Δυτικής μουσικής παράδοσης.

Μπορούμε να συσχετίσουμε τις δύο έννοιες με τη συχνότητα και σπανιότητα εμφάνισης των διαστημάτων. Ένα διάστημα το οποίο εμφανίζεται συνεχώς σε ένα μουσικό ιδίωμα, όπως η 5Κ ή η 3Μ στην τονική μουσική του 17ου μέχρι και τις αρχές του 20ου αιώνα, μάλλον δε θα είναι διάφωνο. Αντίστοιχα η 2Μ, που συνήθως θεωρείται διάφωνη, εμφανίζεται συχνά, αναλύοντας στατιστικά στοιχεία, είτε σε ισχυρά είτε σε ασθενή μέρη του μέτρου σε ηπειρώτικα πολυφωνικά τραγούδια. (Kaliakatsos-Papakostas, Katsiavalos, Tsougras, Cambouropoulos, 2014).

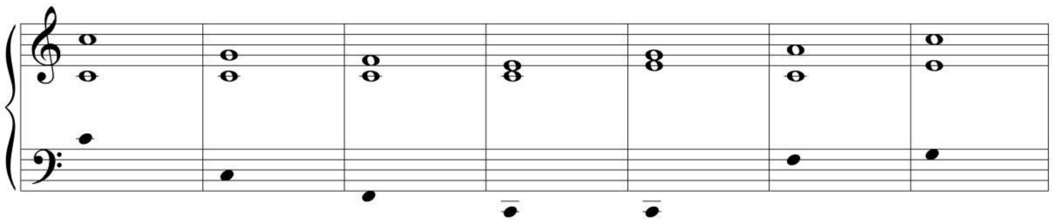
Υπάρχουν δύο ερμηνείες σχετικά με τα αίτια της αισθητηριακής διαφωνίας, που δεν είναι απαραίτητα αντιφατικές. Η πρώτη συνδέεται με την έννοια του διακροτήματος και της τραχύτητας (roughness), όπως περιγράφεται από τον Helmholtz (1863/1954). Ζεύγη συχνοτήτων με απλές αναλογίες, που συνήθως περιέχουν αριθμούς μικρότερους του 6, έχουν αρκετούς κοινούς αρμονικούς άρα και λίγα έως καθόλου διακροτήματα στους αρμονικούς τους. Αν οι αναλογίες γίνονται πιο σύνθετες (2μ με 16:15) τα διακροτήματα αυξάνονται.

Αναφορικά με τη δεύτερη, μελέτες του Békésy (1943/1949, 1960) περιγράφουν ότι διαφορετικές συχνότητες ερεθίζουν και προκαλούν μέγιστη μετατόπιση σε διαφορετικά σημεία της βασικής μεμβράνης του κοχλία ενός αυτιού. Η διαδικασία αντιστοίχισης κάθε μίας συχνότητας με ένα σημείο μέγιστης μετατόπισης της μεμβράνης αναφέρεται ως κοχλιακός χάρτης ή τονοτοπική απεικόνιση (tonotopic mapping). Πιθανόν οι σχέσεις των συχνοτήτων, αναφορικά με την αισθητηριακή διαφωνία, να σχετίζονται και με τις αποστάσεις αυτών των σημείων (Greenwood, 1961; Cazden, 1945; Huron, 2001).

Ένα ακόμη φαινόμενο που σημειώνει ο Helmholtz (1885/1954) για τη συνήχηση δύο μουσικών ήχων είναι οι φθόγγοι συνδυασμού (combinational tones). Όταν δύο μουσικοί ήχοι ηχούν δυνατά και συνεχόμενα, παράγονται δύο νέοι τύποι ήχων, ένας της διαφοράς και ένας του αθροίσματος των αρχικών συχνοτήτων[6].

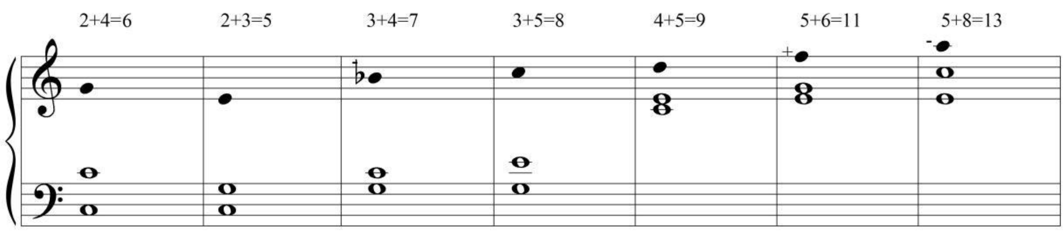
Αναφορικά με τους φθόγγους συνδυασμού της διαφοράς, υπάρχουν τέτοιοι όχι μόνο για τις θεμελιώδεις συχνότητες αλλά και τους αρμονικούς που υπερτίθενται, με αυτούς των τελευταίων να είναι λιγότερο διακριτοί. Στην περίπτωση όπου οι αρμονικοί είναι ενισχυμένοι, τότε οι επιπλέον φθόγγοι συνδυασμού εμφανίζονται πιο καθαρά και λέγονται φθόγγοι συνδυασμού δεύτερης τάξης. Με τη σειρά τους μπορούν να σχηματίσουν και άλλους φθόγγους συνδυασμού κ.ο.κ.. Για τα σύμφωνα διαστήματα ο Helmholtz παραθέτει τους αντίστοιχους φθόγγους συνδυασμού. (Εικόνα 1.7)

[6] Ο Helmholtz ειδικότερα χρησιμοποιεί τη φράση «αριθμός φθόγγου» (pitch number). Σχετίζεται με την αναλογία των δύο συχνοτήτων του διαστήματος και αντιστοιχεί τον κάθε αριθμό στην εκάστοτε νότα. Για παράδειγμα μια 5Κ βασίζεται στην αναλογία 2:3, άρα ο αριθμός φθόγγου της χαμηλότερης είναι το 2 και της ψηλότερης το 3. Ουσιαστικά η αναλογία δείχνει τη σχέση των συχνοτήτων.



Εικόνα 1.7 Φθόγγοι συνδυασμού διαφοράς (Helmholtz, 1885/1954, σ. 154)

Όσο για τους φθόγγους συνδυασμού του αθροίσματος δημιουργούνται από το άθροισμα των συχνοτήτων-αριθμών φθόγγων και εμφανίζονται ψηλότερα από το αρχικό διάστημα. Αυτοί είναι ακόμη λιγότερο αντιληπτοί από το ανθρώπινο αυτί, ειδάλλως τα διαστήματα 3ης και 6ης θα ακουγόταν αρκετά πιο διάφωνα, μιας και οι παραγόμενοι φθόγγοι σχηματίζουν διαφωνίες με τους αρχικούς. Παρακάτω φαίνονται αναλυτικά οι φθόγγοι που βγαίνουν από τα σύμφωνα διαστήματα. (Εικόνα 1.8)



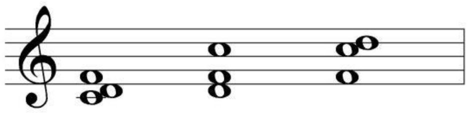
Εικόνα 1.8 Φθόγγοι συνδυασμού αθροίσματος. Τα (-) σημαίνουν ότι ο αρμονικός είναι λίγο χαμηλότερος από αυτόν που γράφεται, ενώ τα (+) λίγο ψηλότερος. (Helmholtz, 1885/1954, σ. 156)

Επισημαίνει ότι η αντίληψη κάθε είδους φθόγγου συνδυασμού, εξαρτάται από τον τρόπο παραγωγής των αρχικών φθόγγων, ενώ ενισχύονται κυρίως από το ανθρώπινο αυτί. Αν προέρχονται από δύο βιολιά ή δύο φωνές είναι δυσκολότερο να ακουστούν από ότι από ένα harmonium ή μια πολυφωνική σειρήνα.

1.3.3 Ομαδοποίηση-Κατηγορική αντίληψη.

Αφού είδαμε τις σχέσεις μεταξύ δύο νοτών, μπορούμε να προχωρήσουμε στο συνδυασμό περισσότερων φθόγγων. Με 12 φθογγικές τάξεις (pitch classes) παράγονται 12 τύποι διαστημάτων, και αν ομαδοποιήσει κανείς τις αναστροφές, δεδομένης της ισοδυναμίας οκτάβας, τότε προκύπτουν οι 6 διαστηματικές τάξεις (interval classes). Προσθέτοντας ένα επιπλέον φθόγγο στη συνήχηση οι συνδυασμοί αυξάνονται κατά πολύ.

Μετρώντας τα φθογγικά σύνολα με αριθμό μελών 3 του Forte, καταλήγουμε επίσης σε 12 ομάδες. Λαμβάνοντας υπόψιν και τους T_nI-τύπους ή αλλιώς τύπους αναστροφής (inversional types) αυξάνονται στις 19 (Parncutt, 2009)[7]. Σε κάθε τέτοια συνήχηση μπορούν να συμπεριληφθούν και διατάξεις με διαφορετική νότα στο μπάσο κάθε φορά. Όσο αυξάνεται ο αριθμός μελών τόσο αυξάνονται και οι πιθανοί συνδυασμοί, ειδικά όταν συμπεριλαμβάνονται και οι αναστροφές. Στα σύνολα με αριθμούς μελών άνω των 6, το πλήθος των συνόλων μειώνεται ξανά. Συνολικά φτάνουν τις 315 διαφορετικές συνηχήσεις υπολογίζοντας και τις αναστροφές του, ενώ μετρώντας και τις μεταφορές αγγίζουν τις 3780, για τους 12 φθόγγους της οκτάβας.



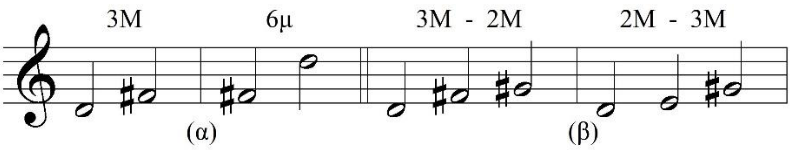
Εικόνα 1.9 Η πρωταρχική μορφή 3-7 [0,2,5] σε τρεις διατάξεις με διαφορετικό μπάσο.

Προφανώς συσσωρεύεται ένας μεγάλος όγκος συνηχήσεων. Από πλευράς μουσικής ανάλυσης είναι χρήσιμη η ομαδοποίηση τους για τη σύγκριση και την επεξεργασία τέτοιων μονάδων. Μια τέτοια ομαδοποίηση και κωδικοποίηση προτείνει ο Forte (1973) με τις 220 πρωταρχικές μορφές να αποτελούν αντιπροσώπους των ομάδων, εκμεταλλευόμενος την ισοδυναμία οκτάβας και την ισοδυναμία της αναστροφής.

Να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι η ατονική μουσική αντιμετωπίζει διαφορετικά την ισοδυναμία της αναστροφής από την τονική μουσική. Στη μεν τονική είναι κυρίως αποτέλεσμα της ισοδυναμίας οκτάβας, στη δε ατονική ‘αναστροφή’ σημαίνει

[7] Ο Parncutt τα αναφέρει ως T_n-Types (transformational types), αλλά πιθανότατα αναφέρεται στο γενικότερο όρο T_n/T_nI-Types. Ο Rahn (1980) είχε παρατηρήσει ήδη μια σύγχυση μεταξύ των δύο στη βιβλιογραφία.

ότι αναστρέφεται η σειρά των διαστημάτων (Kostka, 2005). Πιο συγκεκριμένα, στην τονική αναφερόμαστε στην έννοια των συμπληρωματικών διαστημάτων, δηλαδή μια 3Μ είναι ισοδύναμη με την 6μ (Εικόνα 1.10α). Από την άλλη στην ατονική μουσική μια 3Μ όχι μόνο θεωρείται ισοδύναμη με τη συμπληρωματική της 6μ, αλλά και με μια 3Μ με την αντίστροφη κατεύθυνση, όπως για παράδειγμα μέσα σε ένα φθογγικό σύνολο (Εικόνα 1.10β).



Εικόνα 1.10 (α) Δύο συμπληρωματικά διαστήματα μέσα στην οκτάβα. (β) Δύο ισοδύναμες διατάξεις ενός φθογγικού συνόλου με ανεστραμμένα διαστήματα.

Μιλώντας για κατηγορίες είναι αναγκαίο να γίνει μια περιγραφή της έννοιας της κατηγορικής αντίληψης. Η κατηγορική αντίληψη (categorical perception-CP) αναφέρεται στη διαίρεση ενός αντιληπτικού συνεχούς σε καθορισμένες κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές καθορίζονται από κέντρα μαζί με το εύρος τους ή από τις ακραίες καταστάσεις των κατηγοριών. Η αντίληψη των διαφορετικών χρωμάτων είναι μια γνωστή περίπτωση κατηγορικής αντίληψης. (Parncutt, 1989)

Τα όρια των κατηγοριών είτε υπάρχουν εκ γενετής είτε είναι προϊόν εκμάθησης. Οι χαρακτηρισμοί των πολύ βασικών χρωμάτων φαίνεται να ανήκουν στην πρώτη περίπτωση, αφού έχουν ίδιες ή παρόμοιες ονομασίες σε διαφορετικές γλώσσες, ενώ οι διαφορές στα φωνήματα της γλώσσας μαθαίνονται μέσω έκθεσης στην ομιλία. Όσο για τους μουσικούς, αντιλαμβάνονται πιο έντονα τις διαφορές στις αρμονικές λειτουργίες, από τους μη μουσικούς, υπονοώντας ότι και η αντίληψη των μουσικών βαθμίδων είναι αποτέλεσμα εκπαίδευσης. (Parncutt, 1989)

Τα όρια μεταξύ των κατηγοριών συνήθως δεν είναι προφανή και υπάρχει μια γκρίζα περιοχή μεταξύ τους. Για παράδειγμα, στο ουράνιο τόξο, δεν είναι σαφές το σημείο όπου τελειώνει το κόκκινο και αρχίζει το πορτοκαλί. Επιπλέον παράγοντες είναι ο παρατηρητής/ακροατής και το πλαίσιο στο οποίο παρουσιάζεται το ερέθισμα (Parncutt, 1989).

Ένα πείραμα των Locke και Kellar (1973) αποδεικνύει το σαφή κατηγορικό διαχωρισμό μεταξύ μείζονας και ελάσσονας συγχορδίας. Έχοντας σταθερό το διάστημα μιας 5Κ ελέγχουν τις πιθανές θέσεις του 3ου φθόγγου, ξεκουρδίζοντας προς τα πάνω και προς τα κάτω, στο εύρος από μια $3^{η}$μ ως $3^{η}$Μ από την θεμέλιο. Οι ακροατές ονόμαζαν την εκάστοτε συνήχηση ως ελάσσονα ή μείζονα, χωρίς να διαφοροποιούν την γκρίζα περιοχή μεταξύ των δύο, δηλαδή η μετάβαση από την μείζονα στην ελάσσονα (και το αντίστροφο) δεν ήταν ομαλή αλλά υπήρχε ένα ξεκάθαρο σημείο μετάβασης από την μία κατηγορία στην άλλη. Οι μη-μουσικοί ακροατές, ωστόσο, έδειξαν πιο αδύναμα δείγματα κατηγορικής αντίληψης σε σχέση με τους μουσικούς. Υποστηρίζεται, λοιπόν ότι οι συγχορδίες μπορούν να υφίστανται ως ενιαίες μονάδες της μουσικής επιφάνειας (Cambouropoulos, 2010).

Γενικότερα διαφορετικά ερεθίσματα γίνονται αντιληπτά ως όμοια όταν η διαφορά τους ως προς κάποιες παραμέτρους δεν εντοπίζεται, δηλαδή είναι τόσο κοντά ώστε να βρίσκονται στην ίδια αντιληπτική κατηγορία. Αν κάποια στοιχεία που είναι συνιστώσες ενός τέτοιου ερεθίσματος αφαιρεθούν ή προστεθούν, δεν επηρεάζουν την ένταξη του ερεθίσματος στην αρχική κατηγορία και πιθανότατα να γίνεται ακόμη αντιληπτό ως μέλος της συγκεκριμένης κατηγορίας. Όσο περισσότερες αφαιρέσεις και προσθήκες υφίσταται ένα ερέθισμα τόσο αυξάνεται και η αμφισημία του, δηλαδή να μπορεί να τοποθετηθεί σε περισσότερες από μία κατηγορίες (Parncutt, 1989). Συσχετίζοντας αυτή τη θεώρηση με τις συγχορδίες, μπορεί κανείς να σκεφτεί τις ανοιχτές συγχορδίες, στις οποίες λείπουν κάποια μέλη. Τέτοιες για παράδειγμα είναι οι συγχορδίες χωρίς $3^{η}$. Αντίθετα, συγχορδίες με $13^{η}$ ή προσθήκη φθόγγων αφορούν τους τύπους ερεθίσματος με επιπλέον μέλη.

Εμπειρικές έρευνες δείχνουν ότι εκτός από τις αναστροφές των διαστημάτων ισοδυναμία παρατηρείται και στις αναστροφές των συγχορδιών, αναφερόμενοι στις συγχορδίες του τονικού συστήματος (Hubbard & Datteri, 2001). Άρα σημείο αναφοράς μιας συγχορδίας θα είναι μια συγκεκριμένη νότα γύρω από την οποία κατασκευάζεται, αλλά και τα διαστήματα που την αποτελούν.

Αν μετρήσει κανείς μόνο τα διαστήματα βλέπει ότι τόσο η μείζονα όσο και η ελάσσονα περιέχουν μία 3μ και μία 3Μ. Η μείζονα με 7μ περιέχει δύο 3μ και μία 3Μ, όπως επίσης και η ημιελαττωμένη συγχορδία (ελαττωμένη με 7μ). Όλες οι παραπάνω συγχορδίες δεν ακούγονται όμοιες και είναι αρκετά δύσκολο να τοποθετηθούν στην ίδια ομάδα. Συνεπώς, η διάταξη των διαστημάτων είναι εξίσου σημαντική, τουλάχιστον για την τονική μουσική.

Ένα μοντέλο αναπαράστασης συγχορδιών θα πρέπει να κωδικοποιεί τις συγχορδίες κάποιου μουσικού συστήματος με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνει υπόψιν του τον κατηγορικό τρόπο που γίνονται αντιληπτές από τους ακροατές του συγκεκριμένου ιδιώματος. Μια κωδικοποίηση, για παράδειγμα, που βάζει την μείζονα και την ελάσσονα συγχορδία στην ίδια κατηγορία (όπως η θεωρία φθογγικών συνόλων) είναι προβληματική καθώς αγνοεί σημαντική μουσική πληροφορία που είναι εξέχουσας σημασίας στο τονικό ιδίωμα. Είναι χρήσιμο να γίνει κατανοητό ποιες συγχορδιακές κατηγορίες σε ένα ιδίωμα είναι πράγματι διακριτές και ποιες όχι, προτού προταθεί ένα σύστημα κωδικοποίησης.

1.3.4 Εικονικό τονικό ύψος και αντιληπτική θεμέλιος.

Μετά από μια σειρά υποθέσεων και πειραμάτων, ο Ernst Terhardt εισάγει την έννοια του εικονικού φθόγγου (virtual pitch). Σε μια συνήχηση φθόγγων, τα διάφορα διαστήματα που σχηματίζονται ενδιάμεσα, ενδεχομένως να εμφανίζονται σε κάποια κοινή αρμονική στήλη. Θεωρώντας σημαντικούς τους πρώτους 9 αρμονικούς, ο εικονικός φθόγγος παίρνει τη θέση της θεμελιώδους συχνότητας σε αυτή τη στήλης (Terhardt 1974, 1979).

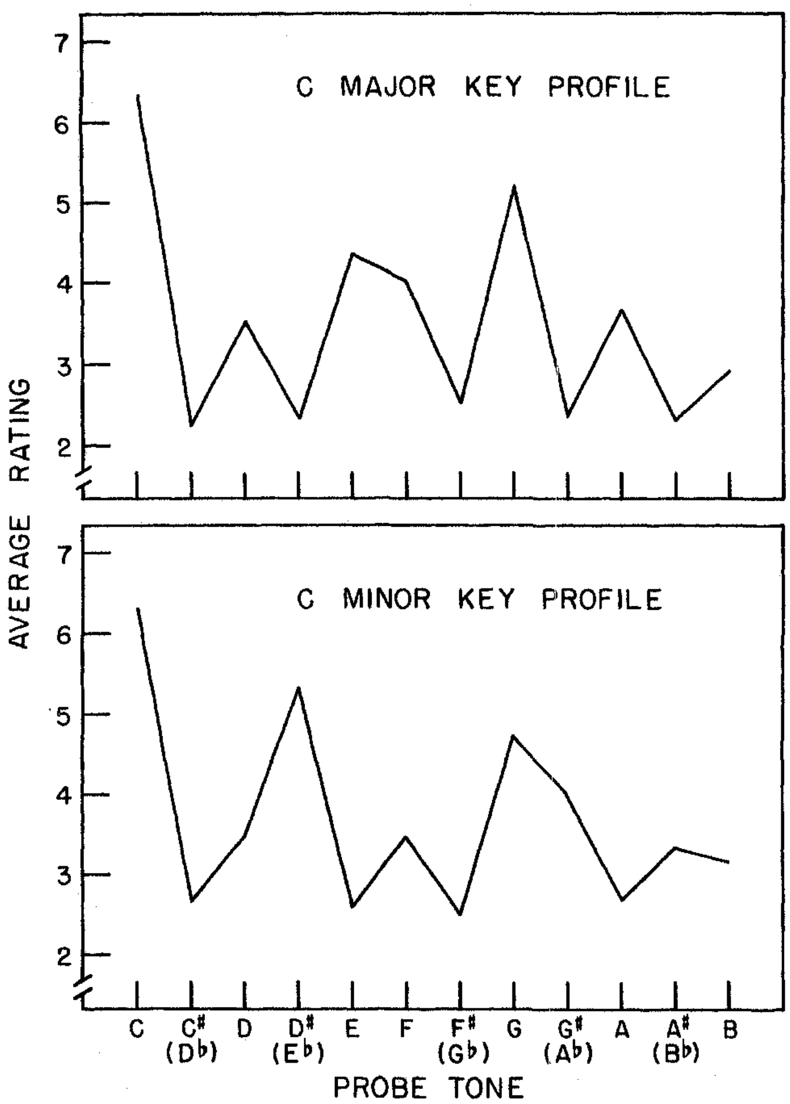
Ο Parncutt ακολουθώντας αυτή την αρχή, σχεδιάζει ένα μοντέλο για την αντιληπτική θεμέλιο. Εξηγεί ότι οι αρμονικοί κάθε φθόγγου μιας συγχορδίας συνδυάζονται σε νέους εικονικούς φθόγγους. Σε αυτό το στάδιο αντιστοιχεί τα σήματα απλών ήχων με φθόγγους σε συγχορδίες. Με την υπόθεση του Terhardt ότι ο εικονικός φθόγγος είναι και η θεμέλιος μιας συγχορδίας, συμπεραίνει ότι η νότα με την υψηλότερη πιθανότητα να γίνει αντιληπτή (perceptually most salient) είναι και η αντιληπτική θεμέλιος της συνήχησης (Parncutt, 2009). Ο αλγόριθμος που διέπει τη διαδικασία εύρεσης αυτής της θεμελίου θα συζητηθεί παρακάτω (βλ. 2.5 Αντιληπτική θεμέλιος).

Να σημειωθεί ότι τόσο ο Parncutt όσο και ο Terhardt κάνουν λόγο στη διαδικασία εκμάθησης. Θεωρείται ότι η αντίληψη τέτοιων χαρακτηριστικών, όπως η ομαδοποίηση των υπέρτονων ή των φθόγγων σε μια συνήχηση κάτω από μια κοινή συχνότητα-νότα αναφοράς σχετίζεται με την εξοικείωση του ακροατή με τη μουσική, αλλά και τον μουσικό πολιτισμό και τις αρχές της μουσικής θεωρίας.

1.3.5 Η Τονικότητα ως πλαίσιο.

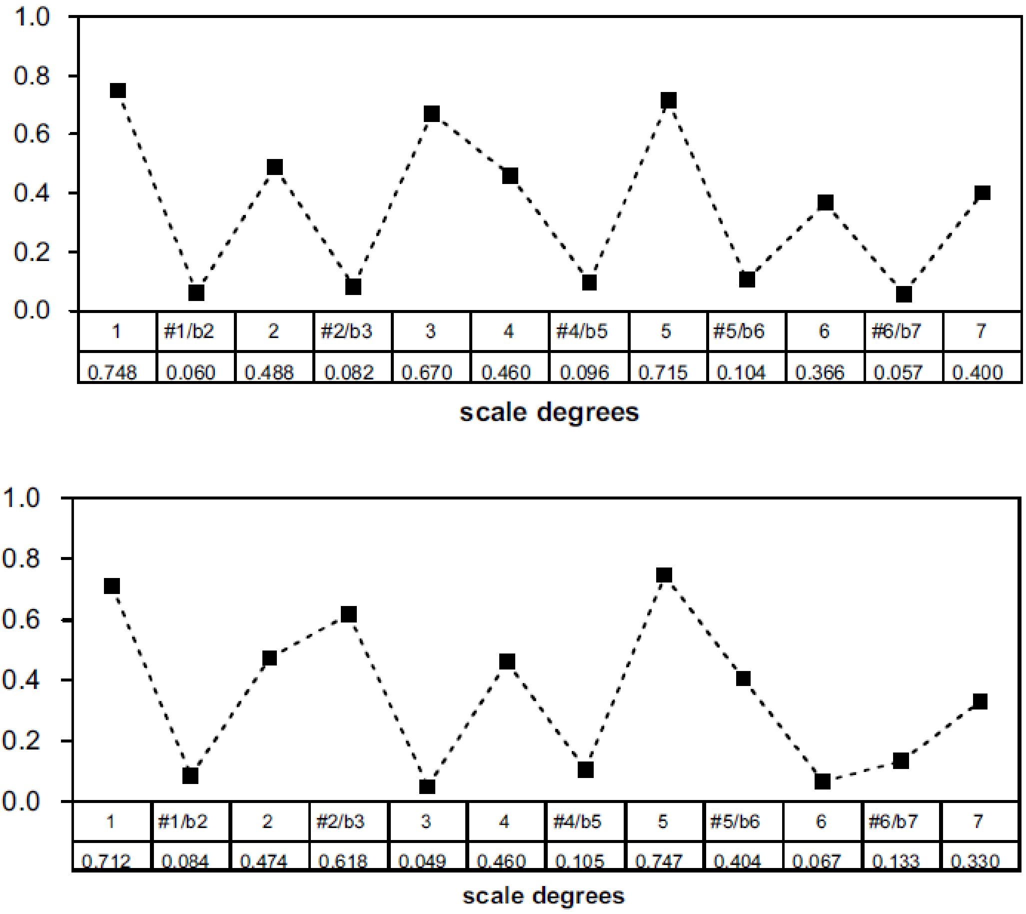
Μία από τις σημαντικότερες έρευνες για τον καθορισμό του πλαισίου της τονικότητας στην τονική μουσική έγινε από τους Krumhansl και Shepard (1979). Τα πειράματά τους έγιναν σε ακροατές με διάφορα επίπεδα μουσικής γνώσης και εμπειρίας, χρησιμοποιώντας την τεχνική του φθόγγου διερεύνησης (probe tone). Οι ακροατές αφού άκουγαν μια ανιούσα και κατιούσα C μείζονα κλίμακα μέχρι και τη νότα του προσαγωγέα, στη συνέχεια παιζόταν άλλη μία νότα, ο φθόγγος διερεύνησης. Έπειτα κάθε ακροατής βαθμολογούσε από 1 (πολύ κακά) έως 7 (πολύ καλά), πόσο ταιριάζει η νότα στην προηγούμενη κλίμακα. Με τον τρόπο αυτό εξετάστηκαν και οι 12 νότες σε μια οκτάβα.

Το πείραμα επαναλήφθηκε από την Krumhansl και τον Kessler (1982) χρησιμοποιώντας την πλήρη μορφή της κλίμακας, ενώ προστέθηκαν και συγχορδίες μια μείζονα, μια ελάσσονα, μια ελαττωμένη και μια μείζονα με 7μ, όπως και οι διαδοχές IV-V-I, II-V-I, VI-V-I. Τα παραπάνω παρουσιάστηκαν και στους δύο τύπους κλιμάκων της τονικής μουσικής. Συνεπώς κατέληξαν σε δύο προφίλ, ένα για το μείζονα και ένα για τον ελάσσονα τρόπο, που περιγράφουν την σχέση του κάθε φθόγγου της χρωματικής σκάλας με την εκάστοτε κλίμακα.



Εικόνα 1.11 Τα γραφήματα των αποτελεσμάτων του πειράματος των Krumhansl/Kessler (1982)

Με παρόμοια σκεπτικό ο David Temperley (2007) μελετά την πιθανότητα ένα φθογγικό σύνολο να ανήκει σε μια τονικότητα, βασισμένος στο κανόνα του Bayes όπου: $P(\text{key}|\text{pcset}) \propto P(\text{pcset}|\text{key})\,P(\text{key})$. Αρχικά εντοπίζει τρεις πιθανότητες: την πιθανότητα ενός συνόλου να ανήκει σε οποιαδήποτε τονικότητα P(key|pcset), όπως αναφέρθηκε παραπάνω, την πιθανότητα εμφάνισης ενός φθογγικού συνόλου σε μια τονικότητα P(pcset|key) και την πιθανότητα αντίληψης μιας τονικότητας P(key). Δεδομένου ότι ένας ακροατής δεν έχει απόλυτη ακοή, τότε όλες οι τονικότητες εξίσου πιθανόν να εμφανιστούν. Ο τύπος σημαίνει ότι η P(key|pcset) είναι ανάλογη της P(pcset|key) και της P(key), δηλαδή αυξάνονται ή μειώνονται με τον ίδιο ρυθμό. Θεωρώντας ίδια την πιθανότητα εμφάνισης κάθε τονικότητας, ο τύπος αλλάζει σε $P(key|pcset) \propto P(pcset|key)$. Εξετάζοντας τα μουσικά αποσπάσματα από το θεωρητικό βιβλίο των Kostka και Payne (2013), καταλήγει επίσης σε δύο προφίλ για το μείζονα και ελάσσονα τρόπο αντίστοιχα.



Εικόνα 1.12 Τα πιθανοτικά προφίλ του Temperley (2007)

Η Krumhansl (2001) εκτός από τις μελέτες για την ιεραρχία των φθόγγικών σχέσεων στην τονική μουσική, κάνει μια πρώτη προσέγγιση και σε ιεραρχίες άλλων συστημάτων, αναφορικά με τις αντιληπτικές τους ιδιότητες. Εφαρμόζει την τεχνική του τόνου διερεύνησης σε κάποια δωδεκάφθογγα αποσπάσματα σε 4 στάδια: πλαίσια 3, 6, 9 και 12 φθόγγων. Ένα γενικό συμπέρασμα που προέκυψε είναι ότι οι ακροατές δε συμπεριλάμβαναν τους φθόγγους που δεν ακούστηκαν μέχρι ένα σημείο στα ατελή δωδεκάφθογγα πλαίσια.

Άλλες ιεραρχίες που διερευνήθηκαν από την Krumhansl, αφορούσαν τονικά ιδιώματα της Βόρειας Ινδίας και του Μπαλί. Παρότι μπορεί ακόμη να μην είναι απόλυτα σαφής η αντίληψη των τονικών ιεραρχιών διαφόρων ιδιωμάτων, η Krumhansl καταλήγει ότι οι ακροατές, γνώστες και μη, μπορούν να κατανοήσουν τις κατάλληλες τονικές ιεραρχίες (tonal hierarchies) ιδιωμάτων από διαφορετικούς πολιτισμούς (Krumhansl, 2001).

2. Περιγραφή Υπολογισμού Τύπου και Θεμελίου μιας Συγχορδίας

Η αναζήτηση της θεμελίου είναι ένα παρακλάδι του πεδίου του σχεδιασμού ενός μοντέλου αρμονικής ανάλυσης, δηλαδή του καθορισμού της αρμονίας μέσα σε μια συλλογή από φθόγγους και συνηχήσεις (Temperley, 2013). Εκτός της θεμελίου, απαιτείται ο εντοπισμός του τύπου μιας συγχορδίας και μια απεικόνιση, η οποία σχετίζεται συνήθως με την τονικότητα. Σε επόμενο στάδιο μελετούνται οι αλλαγές στην αρμονία κι ο διαχωρισμός των συγχορδιακών από τους μη συγχορδιακούς φθόγγους (Temperley, 2013).

Τα περισσότερα μοντέλα, ανεξαρτήτως τρόπου προσέγγισης του ζητήματος, αφορούν την τονική μουσική. Ωστόσο οι παραπάνω παράγοντες της μουσικής ανάλυσης φαίνεται να σχετίζονται τόσο με την τονική όσο και τη μη-τονική. Η ιδιαίτερη περίπτωση της θεμελίου και το πώς αναζητείται περιγράφεται από τα παρακάτω μοντέλα.

2.1 Stack of Thirds - Στοίβα Τριτών

Η στοίβα των τριτών όπως είδαμε και παραπάνω είναι ένας τρόπος διάταξης των φθόγγων, έτσι ώστε να σχηματιστούν οι συγχορδίες του τονικού συστήματος. Η σημασία της είναι καθαρά ιστορική. Πρωτοεμφανίζεται σαν μεθοδολογία στο θεωρητικό έργο του Rameau. Παρά τα προβλήματα σε μεμονωμένες συγχορδίες και σε περισσότερο χρωματικές συγχορδίες, η υλοποίησή του είναι αρκετά ικανοποιητική.

Έτσι μια τρίφωνη συγχορδία για παράδειγμα, μπορεί να εμφανιστεί σε 4 διαφορετικές καταστάσεις ανάλογα με τη φύση των τριτών που την αποτελούν:

1. μείζονα (3Μ+3μ)

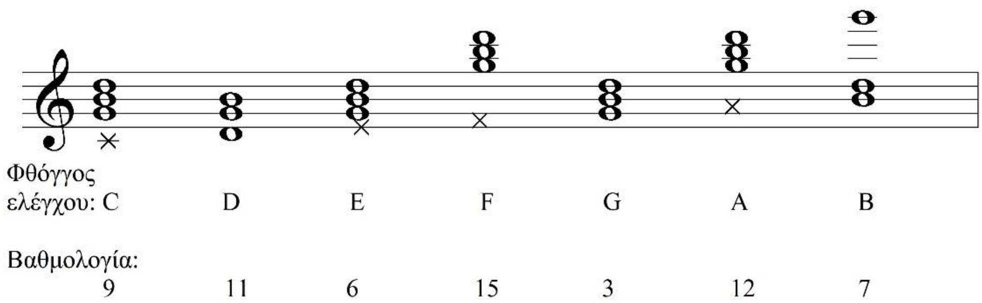
2. ελάσσονα (3μ.+3Μ)

3. ελαττωμένη (3μ+3μ), και

4. αυξημένη (3Μ+3Μ).

Ο Craig Stuart Sapp (2007) περιγράφει αναλυτικά ένα αλγόριθμο, ο οποίος βρίσκει τη δομή της συγχορδίας που χτίζεται με τρίτες πάνω από μια θεμέλιο. Αρχικά μελετά την εύρεση της θεμελίου σε σχέση με τα διατονικά διαστήματα μιας κλίμακας, και όχι τους τυχόν χρωματικούς φθόγγους. Για κάθε δοσμένη συλλογή φθόγγων, αρχικά τις οργανώνει σε τρίτες πάνω από κάθε πιθανή θεμέλιο. Στη συνέχεια θέτει τιμές από 0 έως 6 ανάλογα με τη θέση που έχουν στη στοίβα. Με 0 ορίζεται η ταυτοφωνία, με 1 η 3η, 2 η 5η κ.ο.κ. μέχρι τη 13η που έχει 6. Μπορεί κανείς να θεωρήσει λοιπόν ότι τα αντίστοιχα διαστήματα ταξινομούνται με βάση το θεμέλιο φθόγγο (Sapp, 2007).

Για παράδειγμα, στην περίπτωση μια συνήχησης G, B, D, δοκιμάζει διαδοχικά όλους τους διατονικούς φθόγγους ως πιθανοί θεμέλιοι φθόγγοι (Εικόνα 2.1). Σε κάθε δοκιμή συγκεντρώνεται μια αθροιστική βαθμολογία, που στηρίζεται στις τιμές που εξηγήθηκαν στην παραπάνω παράγραφο. Αν οι νότες βρίσκονται σε κάποια θέση τότε προστίθεται στη συνολική βαθμολογία η τιμή της θέσης. Ο φθόγγος με τη μικρότερη βαθμολογία είναι και η θεμέλιος της συγχορδίας. Ενδεικτικά, κατά τη δοκιμή του C, το άθροισμα των τιμών είναι 2+3+4=9, ενώ του G, που είναι και η θεμέλιος, είναι 0+1+2=3.



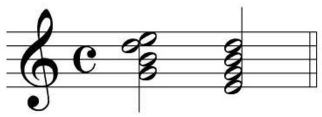
Εικόνα 2.1 Οι βαθμολογίες για κάθε φθόγγο ο οποίος δοκιμάζεται ως ενδεχόμενη θεμέλιος. Το “X” αντιπροσωπεύει την πιθανή θεμέλιο, αν η νότα δεν υπάρχει στη δεδομένη συγχορδία (Sapp, 2007).

Όσο για το χρωματικό επίπεδο, τα πράγματα γίνονται αρκετά πιο σύνθετα. Αρχικά αναγνωρίζει τις τέσσερις πιθανές επιλογές για να κατασκευαστεί μια τρίφωνη συγχορδία. Και τις συμβολίζει χρησιμοποιώντας δενδροδιαγράμματα με κλαδιά που οδηγούν σε δύο ενδεχόμενους συγχορδιακούς φθόγγους. Εκεί εισάγει τον παράγοντα της γωνίας των δύο διόδων προς την επικείμενη 3η, ανάλογα με το αν η 3η είναι μ ή Μ.

Τέλος μελετά ένα σύνολο από χορικά του Bach με πλήθος 3.200 συγχορδιών, αλλάζοντας τη γωνία από 0-80 μοίρες, καταλήγει σε ένα σταθερό ποσοστό λαθών 11-12% στον προσδιορισμό θεμελίου για γωνίες κάτω των 40^o, ενώ τα ποσοστά λαθών αυξάνονται δραματικά μετά τις 60^o.

Κλείνοντας, ο αλγόριθμος που περιγράφει ο Sapp (2007), προλαμβάνει για συγχορδίες που μπορεί να μην εμφανίζεται στην πιο απλή τρίφωνη ή τετράφωνή τους μορφή. Μπορεί να υπάρχουν ξένοι φθόγγοι ως προς τη συγχορδία. Ο αλγόριθμος περιλαμβάνει άλλους τρεις παράγοντες που ενισχύουν την αποτελεσματικότητά του, αναφορικά στο ρυθμό, τη μετρική και την φθογγική ιεραρχία.

Ο ρυθμός σχετίζεται με τη διάρκεια των φθόγγων, ενώ η μετρική με το αν ο φθόγγος είναι σε ισχυρό μέρος του μέτρου ή/ και χτύπου ή όχι. Σχετικά με τη φθογγική ιεραρχία, έτσι ονομάζει το κριτήριο για τον έλεγχο της $9^{ης}$, $11^{ης}$ και κυρίως της $13^{ης}$. Ιδιαίτερα η τελευταία μπορεί να επηρεάσει την ίδια τη συγχορδία, προτείνοντας διαφορετική θεμέλιο. Η Εικόνα 2.2 περιγράφει μια αντίστοιχη περίπτωση σύγχυσης της θεμελίου και δύο πιθανές θεωρήσεις μιας συνήχησης με τους ίδιους φθόγγους.



Εικόνα 2.2 Η συνήχηση G-B-D-E μπορεί να γραφεί είτε ως G μείζονα με 13 είτε ως E ελάσσονα με 7μ.

2.2 Αναπαράσταση General Chord Type (GCT)

Το σύστημα αυτό κωδικοποίησης αρχικά σχεδιάστηκε ως μέσο για την ανάλυση συγχορδιών σε διαφορετικά μουσικά ιδιώματα, στα πλαίσια του conceptual blending, δηλαδή της σύμμειξης εννοιών. Στόχος ήταν να μπορεί να προσαρμοστεί και να αξιοποιηθεί σε μια πολύ μεγάλη γκάμα ιδιωμάτων από το Μεσαίωνα μέχρι τη μουσική του $20^{ου}$ αιώνα, όπως και από την παραδοσιακή και pop μουσική (Kaliakatsos-Papakostas, Zacharakis, Tsougras, Cambouropoulos, 2015).

Στην ουσία του, το σύστημα GCT ταξινομεί οποιαδήποτε συνήχηση φθόγγων, στηριγμένο σε προϋποθέσεις που ορίζει ο χρήστης. Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης καλείται να προσδιορίσει ένα διάνυσμα σύμφωνων και διάφωνων διαστημάτων (ποια διαστήματα είναι σύμφωνα και ποια διάφωνα), καθώς και την κλίμακα και το τονικό κέντρο στα οποία εμφανίζεται η συγχορδία με τη μορφή μιας ιεραρχίας φθόγγων. Με βάση τις παραμέτρους που έχει ορίσει ο χρήστης, ο αλγόριθμος GCT προσδιορίζει τη ‘θεμέλιο’ και τον τύπο της συγχορδίας (Cambouropoulos, Kaliakatsos-Papakostas, Tsougras, 2014).

Πιο αναλυτικά, το διάνυσμα συμφωνία/διαφωνίας αποτελείται από 12 λογικές τιμές (0, 1) που αντιστοιχούν στα 12 διαστήματα μιας οκτάβας. Ο χρήστης σημειώνει ποια είναι σύμφωνα με 1 και τα διάφωνα με 0. Έτσι, για παράδειγμα, ένα διάνυσμα της μορφής [1,0,0,1,1,1,0,1,1,1,0,0] σημαίνει ότι η ταυτοφωνία, οι μικρές και μεγάλες τρίτες, οι καθαρές τέταρτες και πέμπτες και οι μικρές και μεγάλες έκτες είναι σύμφωνα διαστήματα. Αντίστοιχα, οι μικρές και μεγάλες δεύτερες, οι μικρές και μεγάλες έβδομες και το τρίτονο είναι διάφωνα. Άλλα διανύσματα που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα εργασία είναι τα [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1] που θα συμβολίζεται ως GCT_all1 και τα GCT_wt1 και GCT_wt2 που αντιστοιχούν στα [1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0] και [1,0,0,0,1,0,1,0,1,0,0,0]. Περισσότερα για αυτά τα διανύσματα θα συζητηθούν παρακάτω. (βλ. 3. Εφαρμογή των συστημάτων)

Η ιεραρχία φθόγγων έχει να κάνει με τη διάταξη των φθόγγων σε μια κλίμακα με συγκεκριμένη τονική. Μπορεί να είναι μια απλή πεντατονική ή διατονική επτατονική ή μια πιο σύνθετη οκτατονική κλίμακα. Σημειώνεται πρώτα η τονική της κλίμακας και στα δεξιά οι φθόγγοι της κλίμακας. Χρησιμοποιούνται οι αριθμοί 0 έως 11 για κάθε μία φθογγική τάξη με C=0 και B=11. Άρα, για παράδειγμα, μια A ελάσσονα πεντατονική γράφεται 9, [0,3,5,7,10] ή μια οκτατονική E 4, [0,1,3,4,6,7,9,10].

Όσο για τη συγχορδία, οι φθογγικές τάξεις προκύπτουν από την πράξη των αριθμών των MIDI φθόγγων modulo 12. Όσο για τους MIDI φθόγγους είναι δεδομένο ότι C4=60, C#4=61 κοκ, συμπληρώνοντας όλες τις 128 θέσεις από το 0 έως το 127, όπου C4 είναι το λεγόμενο “μεσαίο C”.

Στην ουσία, ο GCT αλγόριθμος βρίσκει το μεγαλύτερο υποσύνολο μιας συγχορδίας το οποίο είναι ‘σύμφωνο’ σύμφωνα με το διάνυσμα συμφωνίας/διαφωνίας που έχει ορίσει ένας χρήστης και θέτει αυτό ως βάση της συγχορδίας του καθορίζοντας έτσι την θεμέλιο και τον τύπο της συγχορδίας. Οι φθόγγοι που είναι διάφωνοι ως προς την βάση της συγχορδίας παρατίθενται στο τέλος, στο δεξί μέρος της συγχορδίας.

Πιο συγκεκριμένα, στον GCT αλγόριθμο η διαδικασία που ακολουθείται για τον προσδιορισμό τύπου και θεμελίου μίας συνήχησης είναι η εξής:

1. Βρες όλα τα μέγιστα υποσύνολα τα οποία σχηματίζουν σύμφωνα διαστήματα μεταξύ όλων των φθόγγων.

2. Επίλεξε τα υποσύνολα με το μεγαλύτερο εύρος.

3. Ταξινόμησε τους φθόγγους στην πιο κλειστή θέση,

4. Πρόσθεσε τους διάφωνους φθόγγους που περισσεύουν δεξιά από το επιλεγμένο υποσύνολο,

5. Ο χαμηλότερος φθόγγος είναι η "θεμέλιος",

6. Κάνε μεταφορά στους φθόγγους ώστε ο χαμηλότερος να γίνει 0,

7. Βρες τη θέση της θεμελίου σε σχέση με το δοσμένο τονικό κέντρο.

8. Τέλος

Δίνεται, για παράδειγμα η εξής συνήχηση σε MIDI αριθμούς: 54, 62, 69, 72. Η τονικότητα ας υποθέσουμε ότι είναι η C μείζονα: [0, [0,2,4,5,7,9,11]] και το διάνυσμα σύμφωνων διαστημάτων το [1,0,0,1,1,1,0,1,1,1,0,0]. Οι MIDI αριθμοί μετατρέπονται με mod12 σε [6,2,9,0] και ταξινομούνται με αύξουσα σειρά στο [0,2,6,9].

Το μέγιστο υποσύνολο του οποίου όλα τα διαστήματα είναι σύμφωνα είναι ένα: το [2,6,9]. Δεν υπάρχει άλλο υποσύνολο με τρία στοιχεία το οποίο να είναι σύμφωνο. Τα υπόλοιπα σύμφωνα σύνολα [2,6], [2,9], [6,9] και [0,9] έχουν μόνο δύο στοιχεία και απορρίπτονται(προφανώς τα τρία πρώτα έχουν συγχωνευθεί στο αρχικό). Οι φθόγγοι μπαίνουν στην πιο κλειστή τους μορφή δηλαδή το [2,6,9]. Η νότα 0, θεωρείται επέκταση και προστίθεται μετά το υποσύνολο άρα γίνεται [2,6,9,12]. Κάνοντας μεταφορά ώστε να έχει βάση το 0, το σύνολο παίρνει τη μορφή 2, [0,4,7,10] και πιο αναλυτικά [2, [[0,4,7],[10]]], όπου το 2 είναι η "θεμέλιος", το [0,4,7] ο τύπος της συγχορδίας και [10] η επέκταση (Cambouropoulos, Kaliakatsos-Papakostas, Tsougras, 2014).

Στα πλαίσια της τονικότητας της C μείζονας η συγχορδία που προέκυψε είναι μια τρίφωνη μείζονα με 7μ, δύο ημιτόνια πάνω από το C, δηλαδή στη D. Είναι η διπλή δεσπόζουσα στη C μείζονα.

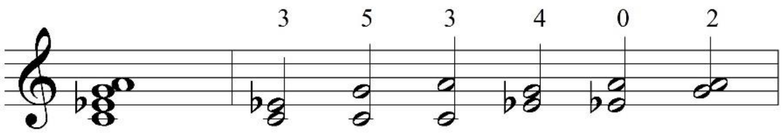
2.3 Ταξινόμηση κατά τον Paul Hindemith

Στο θεωρητικό σύστημα που προτείνει ο Hindemith στο The Craft of Musical Composition (1937/1945), ο συνθέτης οργανώνει ένα τύπο αλγόριθμου που αρχικά βρίσκει τη θεμέλιο σε μια συνήχηση και στη συνέχεια τοποθετεί τη συγχορδία στην αντίστοιχη ομάδα. Εδώ χρησιμοποιείται η προσέγγιση του συνθέτη όπως περιγράφηκε σε προηγούμενη ενότητα (βλ. 1.1 Μουσικολογικές προσεγγίσεις, σ. 4-8) με μια προσαρμογή στη βαθμολόγηση των διαστημάτων από το συγγραφέα, όπως θα δούμε παρακάτω.

Ο συνθέτης βαθμολογεί από 1-5 τα διαστήματα σε ζεύγη των αναστροφών, δηλαδή με 5 την καθαρή 5^{η} και 4^{η}, με 4 τη μεγάλη 3^{η} και μικρή 6^{η}, με 3 τη μικρή 3^{η} και μεγάλη 6^{η}, με 2 τη μεγάλη 2^{η} και μικρή 7^{η} και 1 τη μικρή 2^{η} και μεγάλη 7^{η}. Η ταυτοφωνία και η οκτάβα θεωρούνται ως διπλασιασμοί του ίδιου φθόγγου και δε λαμβάνονται υπόψιν. Όσο για το τρίτονο, αυτό αποτελεί μια ξεχωριστή κατηγορία και παίρνει 0. Χρησιμεύει κυρίως στην ταξινόμηση παρά στην εύρεση της θεμελίου.

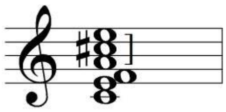
Στη συνέχεια παρατίθενται δύο παραδείγματα εντοπισμού θεμελίου ακολουθώντας τη μεθοδολογία που εξηγήθηκε. Το πρώτο είναι απλούστερο, ενώ το δεύτερο αναδεικνύει κάποιες από τις αδυναμίες και ασάφειες της μεθοδολογίας.

Ενδεικτικά αναλύουμε τη συνήχηση C-Eb-G-A (Εικόνα 2.3). Τα διαστήματα που την αποτελούν είναι τα C-Eb, C-G, C-A, Eb-G, Eb-A και G-A. Το διάστημα με την υψηλότερη βαθμολογία είναι η 5Κ C-G με βαθμολογία 5 και ακολουθούν η 3Μ Eb-G με 4, και 3μ/6Μ C-Eb, C-A. Επίσης υπάρχει και μια 2Μ G-A με 2 και η 4Αυξ Eb-A. Γνωρίζοντας από τη Σειρά ΙΙ ότι θεμέλιος σε μια 5Κ είναι η βάση του διαστήματος, στην προκειμένη περίπτωση θεμέλιος είναι το C. Συνεπώς και θεμέλιος όλης της συγχορδίας είναι το C.



Εικόνα 2.3 Η συνήχηση C-Eb-G-A και τα διαστήματα που την αποτελούν με τις βαθμολογίες τους.

Παρατηρούμε ότι με τη δεδομένη βαθμολόγηση των διαστημάτων, δημιουργούνται αναπόφευκτα ισοβαθμίες. Ένα παράδειγμα από το βιβλίο είναι η συνήχηση C-E-F-A-C#-E (Εικόνα 2.4) με δύο καλύτερα διαστήματα την $4^{η}$ C-F και την $5^{η}$ A-E. Στην περίπτωση αυτή ο συνθέτης επιλέγει την $5^{η}$ αντί της $4^{ης}$, αφού το μπάσο και η θεμέλιός της ταυτίζονται (Hindemith, 1937/1945, σ. 96-97).



Εικόνα 2.4 Η συνήχηση C-E-F-A-C#-E με το σταθερό διάστημα της 5Κ.

Στην παραπάνω συγχορδία η νότα E είναι διπλασιασμένη. Φυσικά σχηματίζει και μία 4Κ με το A. Αφού όμως υπάρχει το αντίστροφο διάστημα της 5Κ, προτιμάται έναντι της 4Κ. Η συνήθης αρχή όμως λέει ότι οι διπλασιασμοί δε λαμβάνονται υπόψιν. Από το γεγονός αυτό αρχίζουν να διαφαίνονται κάποια θολά σημεία στο θεωρητικό σύστημα. Έτσι για την αποφυγή ισοβαθμιών προτείνουμε το ένα εκ των 2 διαστημάτων να παίρνει επιπλέον μισή μονάδα. Αναλυτικότερα οι βαθμολογίες για την υλοποίηση σε αυτή την εργασία γίνονται: 5Κ=5.5, 4Κ=5, 3Μ=4.5, 6μ=4, 3μ=3.5, 6Μ=3, 2Μ=2.5, 7μ= 2, 2μ=1.5, 7Μ=1.

Ένα επιπλέον κριτήριο που θέτει ο συνθέτης για τις ισοβαθμίες είναι αυτό του χαμηλότερου τονικού ύψους. Αν υπάρχουν δύο ή και περισσότερα διαστήματα με την ίδια βαθμολογία τότε επιλέγεται αυτό που βρίσκεται στο χαμηλότερο τονικό ύψος.

Παρόλα αυτά, το σύστημα αυτό έχει δεχτεί αρκετή κριτική. (βλ. Thomson, 1965, 1993; O'Connell, 2011) Δεν μπορούμε να το δεχτούμε εύκολα ως απόλυτα αποτελεσματικό. Όπως φαίνεται και παραπάνω υπάρχουν γκρίζες περιοχές που δεν ερμηνεύονται επαρκώς, ώστε να ταιριάζει και στην τονική μουσική. Μία από αυτές είναι οι διπλασιασμένες νότες. Στο παραπάνω παράδειγμα αν δεν ήταν διπλασιασμένο το E, τότε θα υπήρχαν δύο 4K, C-F και E-A. Στο διάστημα 4K θεμέλιος θεωρείται η ψηλότερη νότα άρα οι θεμέλιοι είναι το F και A αντίστοιχα. Αφού το διάστημα C-F βρίσκεται χαμηλότερα από το άλλο, θεμέλιος της συνήχησης θα ήταν το F.

Ένα άλλο σημείο προβληματισμού είναι οι εναρμόνιοι φθόγγοι. Η γερμανική συγχορδία φερ' ειπείν, έχει παραδοσιακά ως θεμέλιο την οξυμένη 4^{η} βαθμίδα. Ωστόσο στη διάταξη της συγχορδίας υπάρχει το διάστημα 5K, σύμφωνα με το οποίο πάντοτε η συγχορδία θα δίνει ως θεμέλιο την 6^{η} βαθμίδα (Εικόνα 1.2).

Επομένως, ο αλγόριθμος του Hindemith με την αλλαγή στις βαθμολογίες, όπως έχει υλοποιηθεί σε αυτή την εργασία, υπολογίζει την θεμέλιο μιας συνήχησης ως εξής:

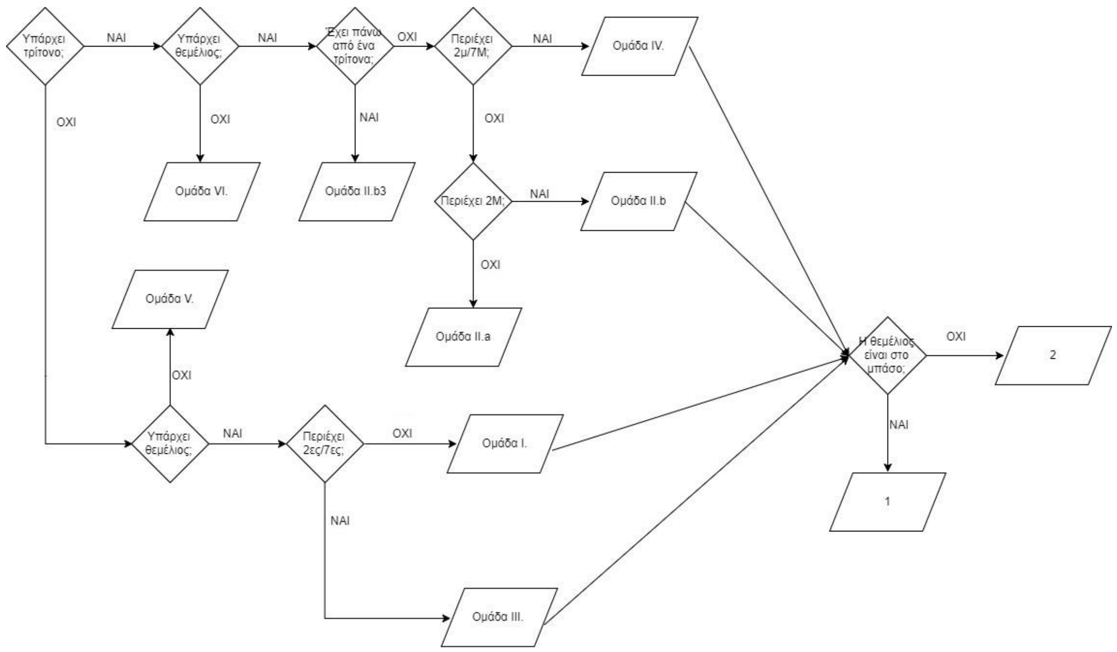
1. Βρες τα διαστήματα με τη μεγαλύτερη βαθμολογία

2. Αν δύο ή περισσότερα ισοβαθμούν, επίλεξε αυτό που βρίσκεται στο χαμηλότερο τονικό ύψος

3. Θεμέλιος του διαστήματος είναι και θεμέλιος της συγχορδίας

Ο Hindemith δε σταματάει εδώ. Συνεχίζει με την ταξινόμηση των συγχορδιών σε 6 ομάδες, βασισμένος στην ύπαρξη ή μη θεμελίου, τη θέση της ως προς το μπάσο, την εμφάνιση ή μη ενός ή και περισσότερων τριτόνων στη συγχορδία και τέλος την εμφάνιση διαστημάτων 2^{ας}/7^{ης}.

Αρχικά ταξινομούνται στις κατηγορίες A και B ανάλογα με το αν υπάρχει τρίτονο. Έπειτα μετά από μια σειρά φίλτρων μπαίνουν στις ομάδες I-VI. Ειδικότερα στην ομάδα II, υπάρχουν 2 υποπεριπτώσεις (a, b), και τέλος άλλες δύο υποομάδες 1 και 2, που εξαρτώνται από το εάν η θεμέλιος βρίσκεται στο μπάσο. Εξαιρετική περίπτωση η ομάδα II.b3, στην οποία ανήκουν συγχορδίες με περισσότερα του ενός τρίτονα. Πιο αναλυτικά η ταξινόμηση σε κάθε ομάδα φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 2.5).



Εικόνα 2.5 Διάγραμμα ροής για την ταξινόμηση στις ομάδες του Hindemith. Σχεδιάστηκε από το συγγραφέα ακολουθώντας την ταξινόμηση που προτείνεται στο *The Craft of Musical Composition* (Hindemith, 1937/1945, σ. 101-103).

Ας πάρουμε σαν παράδειγμα τις δύο συνηχήσεις των Εικόνων 2.3 και 2.4. Στην πρώτη υπάρχει ένα τρίτονο, συνεπώς πηγαίνει στην ομάδα B. Υπάρχει και θεμέλιος, που βρίσκεται στο μπάσο, ενώ υπάρχει και διάστημα 2M. Η συγχορδία C-Eb-G-A ανήκει στην ομάδα B. II.b1. Όσο για την άλλη, δεν υπάρχει τρίτονο, άρα ανήκει στην ομάδα A. Έχουμε επίσης βρει θεμέλιο. Επίσης βλέπουμε μια 2μ στο E-F, ενώ η θεμέλιος δε βρίσκεται στο μπάσο. Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι η συγχορδία ανήκει στην ομάδα A. IV.2.

2.4 Ατονική μουσική θεωρία και σύνολα

Για να αναλυθεί η δωδεκαφθογγική και κατ' επέκταση η ατονική μουσική, αναπτύχθηκε ένα αναλυτικό εργαλείο στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα, η θεωρία των συνόλων. Αρχίζει να σχεδιάζεται σε πρώτη φάση από διάφορους συνθέτες και θεωρητικούς όπως οι Pierre Boulez, Milton Babbit, George Perle, Donald Martino και John Rothgeb. Οι δύο όμως που τη συστηματοποίησαν και οι εργασίες τους θεωρούνται σημείο αναφοράς ήταν οι Allen Forte στο *The Structure of Atonal Music*, 1973 και John Rahn στο *Basic Atonal Theory*, 1980 (Τσούγκρας, 2017).

Μια καινοτομία σε αυτή τη θεωρία είναι η χρήση αφηρημένων εννοιών για το συμβολισμό των φθόγγων. Αξιοποιώντας την αρχή της ισοδυναμίας της οκτάβας (octave equivalence), προκύπτει η φθογγική τάξη (pitch class) που αντιπροσωπεύει κάθε φθόγγο ανεξάρτητα από την οκτάβα που βρίσκεται. Επίσης, ισχύει η εναρμόνια ισοδυναμία (enharmonic equivalence) στην οποία οι εναρμόνιοι φθόγγοι αναγνωρίζονται ως οι νότες της ίδιας φθογγικής τάξης.

Ο λόγος για τον οποίο παρατίθεται αυτή η μουσική θεωρία είναι ότι αποτελεί ένα σπουδαίο εργαλείο κωδικοποίησης και ομαδοποίησης. Δύο σημαντικές παράμετροι της θεωρίας είναι η κανονική διάταξη (normal order) και πρωταρχική μορφή (prime form), που θα επεξηγηθούν πιο αναλυτικά αμέσως μετά. Με την εφαρμογή τους, οι απεικονίσεις των συνηχήσεων βασίζονται μόνο στα διαστήματα που περιέχονται στο φθογγικό σύνολο, χωρίς απαραίτητα να εξαρτώνται από κάποιο φθόγγο αναφοράς.

Υπάρχουν 12 φθογγικές τάξεις όσες και οι υποδιαιρέσεις σε μια οκτάβα, άρα αντιστοιχίζεται σε κάθε μία ένας ακέραιος αριθμός από το 0 έως το 11. Επομένως με μια σταθερή αρίθμηση ορίζονται τα C=0, C#/Db=1, D=2, D#/Eb=3, E=4, F=5, F#/Gb=6, G=7, G#/Ab=8, A=9, A#/Bb=10, B=11. Με τις φθογγικές τάξεις μπορεί πια η μουσική σημειογραφία να μεταγραφεί σε αριθμητική σε ένα βαθμό. (Forte, 1973) Φυσικά οι αριθμοί πάντοτε χρησιμοποιούνταν στη μουσική ήδη από την εποχή της ταμπουλατούρας και του ενάριθμου μπάσου, είτε για το συμβολισμό των νοτών είτε για μουσική ανάλυση. Υπάρχει η δυνατότητα η αρίθμηση να είναι σχετική, άρα κάθε φθόγγος θα μπορούσε να είναι αφετηρία της.

Οι φθογγικές τάξεις μπορεί να είναι στοιχεία σε ένα φθογγικό σύνολο (pitch class set), οι οποίες γράφονται μέσα σε αγκύλες. Έτσι για παράδειγμα το σύνολο [7, 11, 2] περιλαμβάνει τις φθογγικές τάξεις G, B και D. Επίσης ένα σύνολο [0, 2, 5] μπορεί να αντιστοιχεί στις φθογγικές τάξεις C, D, F ή γενικότερα να αντιστοιχεί σε κάθε τέτοια διάταξη φθόγγων ανεξάρτητα από τη μεταφορά, όπως οι D, E, G ή F#, G#, B.

Ο Forte (1973) σημειώνει πως η διάταξη των στοιχείων παίζει ρόλο στη μελέτη των σχέσεων μεταξύ 2 συνόλων. Για αυτό ένα σύνολο ανάγεται σε μια κανονική διάταξη (normal order), που είναι η περισσότερο συνεπτυγμένη μορφή του, δηλαδή αυτή που αυτή που καταλαμβάνει το μικρότερο δυνατό συνολικό διάστημα κατά την διάταξη των μελών του με αύξουσα απόσταση μεταξύ τους από τα αριστερά προς τα δεξιά. Ειδικότερα η καλύτερη κανονική διάταξη ενός φθογγικού συνόλου, ξεκινώντας πάντα από το 0, τότε λέγεται πρωταρχική μορφή (prime form).

Για να βρεθεί η κανονική διάταξη ενός συνόλου ακολουθείται ο εξής αλγόριθμος:

1. Οι φθόγγοι διατάσσονται με τη μορφή κλειστής κλίμακας στην οκτάβα.

2. Επιλέγεται το μεγαλύτερο διάστημα.

3. Το σύνολο διατάσσεται με αφετηρία τον ψηλότερο φθόγγο του μεγαλύτερο διαστήματος.

4. Αν το μεγαλύτερο διάστημα εμφανίζεται περισσότερες από μία φορές, εξετάζονται όλες οι πιθανές διατάξεις και επιλέγεται αυτή που έχει τα μικρότερα διαστήματα από αριστερά προς τα δεξιά.

Έτσι αν έχουμε τους φθόγγους C, G, D, Ab, Eb τους γράφουμε στην κλειστή διάταξη C-D-Eb-G-Ab-C. Το μεγαλύτερο διάστημα είναι η 3M, Eb-G, άρα διατάσσουμε το σύνολο από το G, την ψηλότερη νότα του διαστήματος και γίνεται G-Ab-C-D-Eb. Γράφουμε τις νότες ως στοιχεία φθογγικού συνόλου [7,8,0,2,3]. Για να τους βάλουμε στην κανονική τους διάταξη ξεκινώντας από τη χαμηλότερη, κάνουμε κυκλική μετάταξη των στοιχείων έτσι ώστε το διάστημα ανάμεσα στην πρώτη και τελευταία φθογγική τάξη να είναι το μικρότερο δυνατό, παίρνουμε το [0,2,3,7,8].

Το διάστημα Ab-C, επίσης είναι 3M. Με το C σαν αφετηρία παίρνουμε τη διάταξη C-D-Eb-G-Ab, που γράφεται ως [0,2,3,7,8]. Είναι η ίδια διάταξη με την προηγούμενη, επομένως, δεν συγκρούονται οι δύο διατάξεις.

Για την πρωταρχική μορφή, υπάρχουν κάποια επιπλέον βήματα, αφού βρεθεί η κανονική διάταξη:

5. Βρίσκεται η αναστροφή της κανονικής διάταξης.

6. Επιλέγεται ως καλύτερη κανονική διάταξη (best normal order) όποια από τις παραπάνω έχει τα μικρότερα διαστήματα από τα αριστερά προς τα δεξιά στην ανιούσα διάταξη.

7. Η καλύτερη κανονική διάταξη μεταφέρεται ώστε να αρχίζει από C, ή αλλιώς με αφετηρία το 0.

8. Τέλος, γράφεται ως αριθμητικό σύνολο

Έτσι συνεχίζοντας το παραπάνω παράδειγμα, αναστρέφουμε τα διαστήματα και οι φθόγγοι γίνονται G-Ab-Bb-D-Eb. Η δεύτερη ξεκινά με τα μικρότερα διαστήματα άρα τη μεταφέρουμε στο C και γίνεται C-Db-Eb-G-Ab, δηλαδή [0,1,3,7,8] και στη λίστα του Forte ονομάζεται ως 5-20.

Το συγκεκριμένο σύνολο χρειάζεται επιπλέον προσοχή γιατί υπάρχει άλλος ένας αλγόριθμος ο οποίος υπολογίζει την πρωταρχική μορφή, αυτός του John Rahn. Σχετικά με αυτόν, δίνει διαφορετικά αποτελέσματα μόνο σε 5 σύνολα, τα 5-20, 6-Z29, 6-31, 7-20 και 8-26. Η διαφορά τους φαίνεται να είναι ότι ο μεν Forte τείνει να μικραίνει τους μικρούς αριθμούς, ενώ ο δε Rahn να μικραίνει τους μεγάλους. Στην παρούσα εργασία όμως χρησιμοποιείται ο πρώτος. Αναλυτικά αντιπαραβάλλονται τα 5 σύνολα στον παρακάτω πίνακα.

Αριθμοί συνόλων Forte	Πρωταρχική μορφή Forte	Πρωταρχική μορφή Rahn
5-20	[0 1 3 7 8]	[0 1 5 6 8]
6-Z29	[0 1 3 6 8 9]	[0 2 3 6 7 9]
6-31	[0 1 3 5 8 9]	[0 1 4 5 7 9]
7-20	[0 1 2 4 7 8 9]	[0 1 2 5 6 7 9]
8-26	[0 1 2 4 5 7 9 10]	[0 1 3 4 5 7 8 10]

Πίνακας 2.1

Στην ατονική μουσική θεωρία περιγράφονται επίσης και δύο πράξεις στις οποίες μπορούν να συμμετέχουν τα σύνολα, η μεταφορά (transposition) και η αναστροφή (inversion). Με τη μεταφορά ένα σύνολο μετακινείται κατά x ημιτόνια προς τα πάνω ή προς τα κάτω. Σε κάθε στοιχείο προστίθεται ή αφαιρείται το x. Συμβολίζεται με το T_n, Άρα έχουμε $T_n = (x+n) \bmod 12$. Για παράδειγμα μεταφέρουμε το σύνολο με τις νότες C, C#, E, δηλαδή [0,1,4] μια 3M προς τα πάνω, άρα $T_4[0,1,4] = [(0+4) \bmod 12, (1+4) \bmod 12, (4+4) \bmod 12] = [4,5,8]$. Παίρνουμε λοιπόν τις νότες E, F, G#.

Η αναστροφή συνήθως συνδυάζεται με την προηγούμενη πράξη και μπορεί να αποκαλείται μεταφερμένη αναστροφή (transposed inversion) και συμβολίζεται με το T_nI. Εδώ αφαιρούμε τον x αριθμό των ημιτονίων από κάθε στοιχείο και έχουμε $\mathrm{T}_n\mathrm{I} = (-x+n)\,\mathrm{mod}12$. Εφαρμόζοντας την πράξη με 4 ημιτόνια παίρνουμε $\mathrm{T}_4\mathrm{I}[0,1,4] = [(-0+4)\,\mathrm{mod}12, (-1+4)\,\mathrm{mod}12, (-8+4)\,\mathrm{mod}12] = [4,3,0] = [0,3,4]$. Άρα το C, C#, E, γίνεται C, D#, E.

Συνεπώς σε κάθε σύνολο αντιστοιχούν 24 στοιχεία, 12 για τη μεταφορά και 12 για την αναστροφή. Αναλυτικά η παραπάνω μορφή 3-3 αντιστοιχεί στα σύνολα του Πίνακα 2.2. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις συνόλων όπου κρύβουν συμμετρίες. Αυτό σημαίνει ότι μετά από κάποιες πράξεις είτε μεταφοράς είτε αναστροφής καταλήγουν και πάλι στην αρχική τους μορφή. Τέτοιο είναι το 3-12 [0,4,8], το οποίο παραμένει το ίδιο μετά τις T_0, T_4, T_8 καθώς επίσης και μετά τις T_0I, T_4I, T_8I. Συνεπώς συνολικά αντιστοιχεί σε 4 στοιχεία, τα $\{\{0,4,8\},\{1,5,9\},\{2,6,10\},\{3,7,11\}\}$.

T_0	{0,1,4}	T_0I	{8,11,0}
T_1	{1,2,5}	T_1I	{9,0,1}
T_2	{2,3,6}	T_2I	{10,1,2}
T_3	{3,4,7}	T_3I	{11,2,3}
T_4	{4,5,8}	T_4I	{0,3,4}
T_5	{5,6,9}	T_5I	{1,4,5}
T_6	{6,7,10}	T_6I	{2,5,6}
T_7	{7,8,11}	T_7I	{3,6,7}
T_8	{8,9,0}	T_8I	{4,7,8}
T_9	{9,10,1}	T_9I	{5,8,9}
T_{10}	{10,11,2}	$T_{10}I$	{6,9,10}
T_{11}	{11,0,3}	$T_{11}I$	{7,10,11}

Πίνακας 2.2

2.5 Αντιληπτική θεμέλιος

Ο Richard Purncutt (1997) βασισμένος κυρίως σε δύο έρευνες, αυτή του Terhardt (1982) και των Terhardt, Stoll και Seewann (1982), σχετικές με ένα μοντέλο για τη θεμέλιο και ένα αλγόριθμο που εντοπίζει τις νότες που ξεχωρίζουν σε μια συγχορδία, σχεδιάζει ένα νέο μοντέλο εύρεσης της αντιληπτικής θεμελίου (perceptual root).

Ήδη από μια προηγούμενη έκδοση του αλγορίθμου (Parncutt, 1988), κατέληξε σε μια σειρά από διαστήματα, που ονομάστηκαν διαστήματα υποστήριξης θεμελίου (root-support intervals), τα οποία βαθμολογούνται με κάποια βάρη ανάλογα με τη σημαντικότητά τους. Αναλυτικότερα τα διαστήματα αυτά είναι η ταυτοφωνία (1Κ), η 5Κ, η 3Μ, η 7μ και η 2Μ. Τα βάρη με τη σειρά τους είναι τα 1Κ=1, 5Κ=1/2, 3Μ=1/3, 7μ=1/4 και 2Μ=1/5.

Επομένως, δίνεται μια συγχορδία ως είσοδος και οι φθόγγοι της μεταφέρονται σε ένα δυαδικό διάνυσμα N(p) με 12 τιμές από 0 (C) έως 11 (B), μία για κάθε ημιτόνιο σε μια οκτάβα. Για παράδειγμα, μια C μείζονα συγχορδία θα γραφτεί $N = \{1,0,0,0,1,0,0,1,0,0,0,0\}$. Παράλληλα, τα βάρη τοποθετούνται σε ένα διάνυσμα w(i) πολλαπλασιασμένα με το 10 και στρογγυλοποιημένα, άρα $w = \{10,0,1,0,3,0,0,5,0,0,2,0\}$.

Τα δύο διανύσματα συνδυάζονται και παίρνουμε το γινόμενό τους, δηλαδή στην περίπτωση της C μείζονας τα στοιχεία γίνονται $W(0) = 1\times 10 + 0\times 0 + 0\times 1 + 0\times 0 + 1\times 3 + ...0\times 0 = 10 + 3 + 5 = 18$. Τα υπόλοιπα $W(0) = Nw$, $W(1) = Nw'$, κ.ο.κ.., παράγονται από τον πολλαπλασιασμό με το w, το οποίο κάθε φορά υφίσταται προηγουμένως κυκλική μετάταξη. Έτσι $w' = \{0,10,0,1,0,3,0,0,5,0,0,2\}$, $w'' = \{2,0,10,0,1,0,3,0,0,5,0,0\}$ κ.ο.κ.. Γράφοντας το κάθε διάνυσμα κάτω από το άλλο, σχηματίζεται ένας πίνακας 12x12 ως εξής:

$$w_c = \begin{matrix}
10 & 0 & 2 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 3 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 10 & 0 & 2 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 3 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 10 & 0 & 2 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 3 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 10 & 0 & 2 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 3 \\
3 & 0 & 1 & 0 & 10 & 0 & 2 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 \\
0 & 3 & 0 & 1 & 0 & 10 & 0 & 2 & 0 & 0 & 5 & 0 \\
0 & 0 & 3 & 0 & 1 & 0 & 10 & 0 & 2 & 0 & 0 & 5 \\
5 & 0 & 0 & 3 & 0 & 1 & 0 & 10 & 0 & 2 & 0 & 0 \\
0 & 5 & 0 & 0 & 3 & 0 & 1 & 0 & 10 & 0 & 2 & 0 \\
0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 3 & 0 & 1 & 0 & 10 & 0 & 2 \\
2 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 3 & 0 & 1 & 0 & 10 & 0 \\
0 & 2 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 3 & 0 & 1 & 0 & 10
\end{matrix}$$

και τότε $W = Nw_c$.

Αν προστεθεί η κάθε μία τιμή, όπως παραπάνω, στην ίδια συγχορδία C μείζονα συνεπάγεται ότι $W = \{18,0,3,3,10,6,2,10,3,7,1,0\}$. Οι φθόγγοι της συγχορδίας συγκεντρώνουν τις μεγαλύτερες βαθμολογίες, δηλαδή C (W=18), E και G (W=10). Οι τιμές που ακολουθούν είναι οι φθόγγοι A (W=7) και F (W=6), δηλαδή η σχετική ελάσσονα και η υποδεσπόζουσα της C. Όσο για τις μηδενικές τιμές είναι τα ημιτόνια πάνω και κάτω το C, δηλαδή C# και B.

Το μοντέλο του 1988 καταλήγει σε αυτό τον τρόπο προσδιορισμού θεμελίου. Συνεχίζοντας την έρευνα το 1997, επεκτείνει και προσθέτει επιπλέον βήματα στον αλγόριθμο. Αρχικά κανονικοποιεί τις παραπάνω τιμές. Κάθε μία πολλαπλασιάζεται με μια σταθερά k, έτσι ώστε ο μέσος όρος των τιμών να είναι 10. Σημειώνει, πως ο αριθμός αυτός είναι αυθαίρετος για λόγους ευκολίας. Τέλος, κάθε αριθμός στρογγυλοποιείται στον κοντινότερο ακέραιο. Έτσι παίρνουμε $k = \frac{10}{\overline{W}}$, όπου k η σταθερά και $\overline{W}$ ο μέσος όρος των βαρών του διανύσματος W.

Προφανώς σε κάθε περίπτωση η τιμή του k θα είναι διαφορετική, όπως και οι τιμές στο w, που εξαρτώνται από τους φθόγγους της συνήχησης. Για παράδειγμα, για τη συγχορδία ντο μείζονα το $k \cong 1.9$ και το $W = \{34,0,6,6,19,11,4,19,6,13,2,0\}$, μετά τη στρογγυλοποίηση.

Ο επόμενος παράγοντας είναι η νότα που βρίσκεται στο μπάσο. Ο ίδιος (Parncutt, 1988) υποθέτει ότι το μπάσο έχει την τάση να λειτουργεί και ως αντιληπτική θεμέλιος. Για το λόγο αυτό στο ανανεωμένο μοντέλο που προτείνει, προσθέτει την αυθαίρετη τιμή 20 στη νότα που βρίσκεται στο μπάσο, αφού έχουν υποστεί την κανονικοποίηση. (Parncutt, 1997) Στην ίδια συγχορδία σε ευθεία κατάσταση επιλέγεται το C (W=54) και σε πρώτη αναστροφή το E (W=39).

Τέλος ενσωματώνει τα προφίλ των Krumhansl και Kessler (1982), ώστε να συμπεριλάβει την επιρροή της τονικότητας σε πρώτο επίπεδο στη συγχορδία και στη συνέχεια στην αντιληπτική θεμέλιο. Έτσι τα δύο προφίλ της μείζονας και ελάσσονας ενσωματώνονται στη μεθοδολογία του Parncutt.

Αφαιρεί από κάθε τιμή μια σταθερά, ώστε η μικρότερη τιμή να είναι το 0. Έπειτα τις πολλαπλασιάζει με μια σταθερά, τέτοια ώστε ο μέσος όρος τους να είναι και πάλι

10. Έτσι τα αντίστοιχα προφίλ για το μείζονα και ελάσσονα τρόπο γίνονται: $W_{maj} = \{33,0,10,1,17,15,2,24,1,11,0,5\}$ και $W_{\min} = \{28,3,9,21,3,9,2,17,12,3,8,6\}$.

Το πλήρες μοντέλο ολοκληρώνεται με την πρόσθεση όλων των παραπάνω παραγόντων. Η τιμή με τη μεγαλύτερη βαθμολογία είναι η αντιληπτική θεμέλιος. Σημειώνεται στο σημείο αυτό ότι αν κάποιες μέγιστες τιμές διαφέρουν μεταξύ τους κατά λιγότερο από 5 τότε ενισχύεται η αμφισημία για την εύρεση της αντιληπτικής θεμελίου.

Μετά την περιγραφή του μοντέλου του Parncutt, μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι αν θέλει κανείς να το εφαρμόσει σε μη τονικά ιδιώματα απαιτείται να μη χρησιμοποιηθεί το πλήρες μοντέλο. Τα αποσπάσματα που θα μελετηθούν στην συγκεκριμένη έρευνα ανήκουν σε ιδιώματα και σε στυλ πέρα από το τονικό,

Συχνά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά δύο όροι για τη νότα που προκύπτει από το μοντέλο. Είτε *virtual* (=εικονική) είτε *perceptual* (=αντιληπτική), χωρίς όμως να υπάρχει ουσιαστική διαφορά στην πραγματικότητα. Ο πρώτος χρησιμοποιείται κυρίως αναφορικά με τον Terhardt, ο οποίος χειρίστηκε πειραματικά το ζήτημα της θεμελίου και του συνδυασμού των φθόγγων, ενώ ο δεύτερος εμφανίζεται κυρίως στον Parncutt, που κατά βάση σχεδίασε μοντέλα και διαδικασίες που αναζητούν αυτή τη θεμέλιο.

Η θεωρία για την εικονική θεμέλιο του Terhardt υποθέτει ότι η θεμέλιος μιας συγχορδίας είναι εκείνη που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη συχνότητα μιας κατά προσέγγιση αρμονικής στήλης, που αποτελείται από στοιχεία της συγχορδίας. Τα ίδια τα στοιχεία της συγχορδίας επίσης περιλαμβάνουν διάφορους αρμονικούς. Έτσι η θεμέλιος σε μια συγχορδία ταυτίζεται με την πιο εξέχουσα/σημαντική νότα (=salient pitch), αποτέλεσμα της παράθεσης των παραπάνω συχνοτήτων και αρμονικών. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη θεμέλιο είναι η εξοικείωση του ακροατή με τη μουσική, το μουσικό συντακτικό όπως επίσης και οι αρχές της μουσικής θεωρίας που υπονοούνται (Parncutt, 2009).

Στην προσπάθεια προσέγγισης της αμφισημίας και τονικού υπαινιγμού (tonal implication) ο Parncutt (2009) συνέκρινε δύο προφίλ το αρμονικό[8] και το τονικό. Το

[8] Το αρμονικό προφίλ ταυτίζεται με την προσέγγιση που ακολουθήθηκε σε αυτή την εργασία.

αρμονικό έχει να κάνει με την πιθανότητα του κάθε φθόγγου να είναι θεμέλιος μιας συνήχησης, ενώ το τονικό με την πιθανότητα κάθε φθόγγος να είναι ο φθόγγος της τονικής μιας κλίμακας. Σχετίζεται επομένως άρρηκτα με την έννοια της τονικότητας.

Δέχεται ως δεδομένες τις αντιληπτικές ιδιότητες των δυτικών τρόπων -μείζονα και ελάσσονα- και εφαρμόζει τα προφίλ των Krumhansl/Kessler (1982). Αυτά μεταφράζονται σε 24 τιμές-μέτρα σταθερότητας για κάθε χρωματικό φθόγγο της μείζονας και ελάσσονας. Τέλος μετά από μια σειρά υπολογισμών αθροισμάτων, μέσων όρων και στρογγυλοποίησης των τιμών καταλήγει στο τονικό προφίλ. Όσο για την αμφισημία, υπολογίζεται προσθέτοντας τις 12 τιμές του τονικού προφίλ, διαιρεί με τη μέγιστη και υπολογίζει την τετραγωνική ρίζα του αποτελέσματος. Ο αριθμός που προκύπτει είναι η βαθμολογία της αμφισημίας, με τη τρίφωνη μείζονα να βρίσκεται στη θέση με τη χαμηλότερη αρμονική αμφισημία και βαθμολογία 1,87.

Καταλήγει σε αντίστοιχους δείκτες για όλους τους τύπους μεταφοράς (T_n-Types) όπου μετρούν το βαθμό της αρμονικής και τονικής αμφισημίας και την πιθανή τους συσχέτιση όλα τα τρίφωνα σύνολα του Forte και αναφέρει την εφαρμογή στις υπόλοιπες πρωταρχικές μορφές.

3. Εφαρμογή των συστημάτων

Στο σημείο αυτό, μια σειρά από αποσπάσματα με διαδοχές συνηχήσεων σε διάφορα ιδιώματα θα εξηγηθούν με τη χρήση των παραπάνω μοντέλων και αλγορίθμων. Το πρώτο βήμα για την εξήγηση των συγχορδιών θα είναι η εύρεση της θεμελίου της και ο εντοπισμός των περιπτώσεων αμφισημίας.

Εξαιτίας της αδυναμίας εύρεσης αντιπροσωπευτικών αναλύσεων, τέτοιων ώστε να δίνουν ‘έγκυρες’ απαντήσεις σε ερωτήματα κωδικοποίησης και ταξινόμησης συγχορδιών, θα αξιοποιηθούν τόσο τα αποτελέσματα των αλγορίθμων όσο και αναλυτικές γνώσεις σχετικές με τα ιδιώματα. Τέλος θα παρατεθούν οι GCT αναπαραστάσεις ως πρόταση κωδικοποίησης.

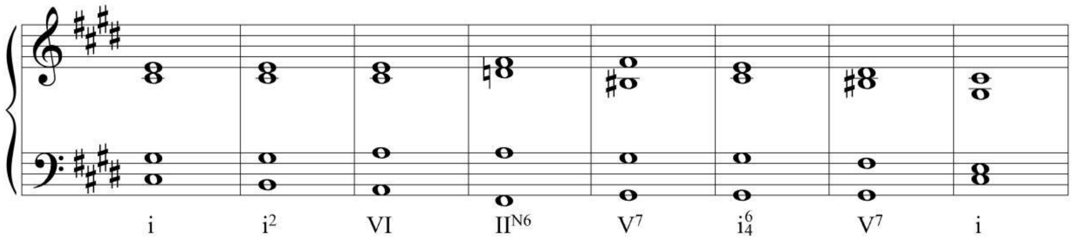
Ειδικότερα, τα συστήματα που χρησιμοποιούνται είναι η αναπαράσταση General Chord Type (GCT), το σύστημα της αντιληπτικής θεμελίου του Parncutt, αυτό της μουσικής θεωρίας του Hindemith και ο αλγόριθμος του Forte για τις πρωταρχικές μορφές (prime forms) των φθογγικών συνόλων (pitch class set), όπως περιγράφονται στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Τα παραδείγματα επιλέχθηκαν από ένα μεγάλο εύρος ιδιωμάτων κυρίως της μουσικής των αρχών του 20^{ου} αιώνα. Αγγίζουν πεδία της τονικής με απλές και ακραίες λειτουργικές σχέσεις, νεοτονική, ατονική και τζαζ αρμονία. Επίσης γίνεται αναφορά και σε μια πιο ειδική περίπτωση της ιμπρεσιονιστικής αρμονίας, που είναι οι συγχορδίες της ολοτονικής κλίμακας.

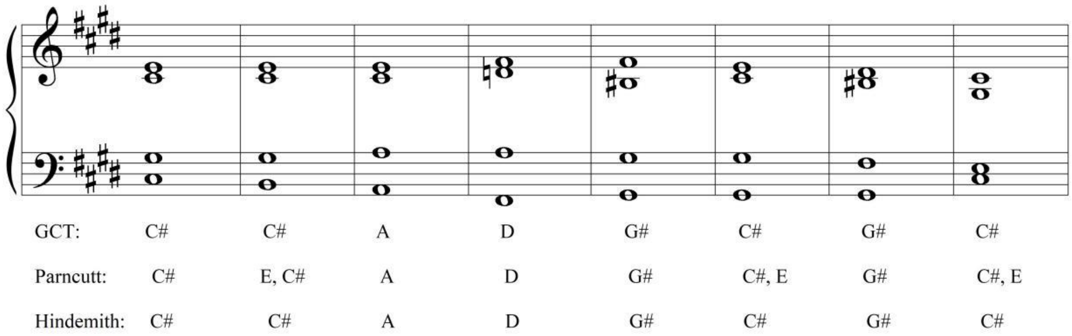
3.1 Τονική μουσική

3.1.1 Εφαρμογές σε Beethoven και Liszt.

Αρχικά τα συστήματα θα εφαρμοστούν σε ένα αμιγώς τονικό πλαίσιο, ώστε να μελετηθούν οι αρχές λειτουργίας τους. Εξάλλου κάποια από αυτά σχεδιάστηκαν πλήρως για αυτό το σκοπό. Παρακάτω βρίσκονται σε αναγωγή από το συγγραφέα τα πρώτα 5 μέτρα από τη σονάτα No. 14 Op. 27 No.2 του Beethoven . Από κάτω γράφεται με ρωμαϊκά σύμβολα η αρμονική ανάλυση του αποσπάσματος. Η τονικότητα είναι η c# ελάσσονα. Ενδεικτικά στο μ.4 υπάρχει μια ναπολιτάνικη συγχορδία που λύνεται στη δεσπόζουσα μεθ’ εβδόμης. Αυτή επεκτείνεται για τα επόμενα δύο μέτρα μέσω της ποικιλματικής $I^{6/4}$ και κάνει τέλεια πτώση στο μ.8 της αναγωγής.



Εικόνα 3.1 Sonata No.14. op. 27 no.2 Ludwig van Beethoven. Αναγωγή και αρμονική ανάλυση των μέτρων 1-5.[9]



Εικόνα 3.2 Sonata No.14. op. 27 no.2 Ludwig van Beethoven. Εντοπισμός των θεμελίων των συγχορδιών με χρήση τριών διαφορετικών μοντέλων.

Είναι γνωστό ότι στην τονική μουσική η ελάσσονα κλίμακα συμπεριλαμβάνει τη φυσική, την αρμονική και τη μελωδική της εκδοχή. Για τις αναλύσεις με το GCT χρησιμοποιήθηκε η φυσική ελάσσονα [0, 2, 3, 5, 7, 8, 10]. Η αρμονική [0, 2, 3, 5, 7, 8, 11] περιέχει το διάστημα 2Αυξ μεταξύ 8 και 10, που ενδεχομένως να δημιουργήσει προβλήματα σε περιπτώσεις που δεν οξύνεται ο προσαγωγέας ή οξύνεται και ο $6^{ος}$

9 Η αναγωγή είναι αρμονική αλλά όχι ρυθμική. Οι συγχορδίες που είναι με μισά στο μουσικό κείμενο έχουν αλλάξει σε ολόκληρα, μ.3-4 και 5-6 της αναγωγής, για ευκολότερη ανάγνωση.

φθόγγος, όπως στη μελωδική ελάσσονα. Με τη φυσική ως αντιπροσωπευτική κλίμακα και οι δύο περιπτώσεις ελάσσονας κλίμακας συγκαταλέγονται. Το γεγονός ότι ο φθόγγος του προσαγωγέα εμφανίζεται σε μια συγχορδία δεν συγκρούεται δραματικά με τις ιεράρχηση που προτείνει η φυσική ελάσσονα και όπως θα δούμε παρακάτω δεν υπάρχει ζήτημα μη καθορισμού συγχορδιών που περιλαμβάνουν τον προσαγωγέα.

Στο παράδειγμα παρατηρούμε ότι τα τρία μοντέλα ταυτίζονται και εντοπίζουν τις ίδιες θεμέλιους με την αρχική ανάλυση (Εικόνα 3.1). Υπενθυμίζεται ότι το μοντέλο του Parncutt που χρησιμοποιείται σε αυτή την εργασία δεν περιλαμβάνει τα προφίλ των Krumhansl και Kessler, για το λόγο αυτό και σημειώνονται οι δύο φθόγγοι με τη μεγαλύτερη βαθμολογία, το C# και το E.

Η κωδικοποίηση του GCT απεικονίζει τόσο το σωστό τύπο των συγχορδιών, όπως μείζονες, ελάσσονες κ.α., και τις θεμέλιους, όσο και τις συγκεκριμένες βαθμίδες της κλίμακας. Για παράδειγμα, η II^N είναι μια μείζονα συγχορδία σε α' αναστροφή, που χτίζεται πάνω ένα διατονικό ημιτόνιο ψηλότερα από την τονική. Αφού η τονική είναι 0, η βαθμίδα ένα ημιτόνιο ψηλότερα είναι το 1, επομένως [1, 0 4 7] είναι η II^N. Προσοχή όμως στο γεγονός ότι η συγχορδία βρίσκεται πάντα σε α' αναστροφή. Στη συγκεκριμένη αναπαράσταση δεν κωδικοποιείται το ποια νότα βρίσκεται στο μπάσο στην εκάστοτε περίπτωση, παρόλο που ο τύπος είναι σωστός.

Σε αντίθεση με τους ρωμαϊκούς αριθμούς, δεν μπορούμε να απεικονίσουμε τις αναστροφές με το GCT. Ωστόσο η εισαγωγή ενός συμβόλου αναστροφής στις αναπαραστάσεις GCT, θα μπορούσε να υλοποιηθεί σχετικά εύκολα (βλ. 4.1 Επισκόπηση των αποτελεσμάτων, σ. 63). Πιο λεπτομερή στοιχεία της μουσικής επιφάνειας και μουσικής υφής φυσικά δεν αντιπροσωπεύονται ούτε με τους ρωμαϊκούς αριθμούς. Η κωδικοποίηση της υφής σε συνδυασμό με αυτή της αρμονίας θα ανοίξουν νέες προοπτικές για την υπολογιστική μουσική.

Από την άλλη, υπάρχουν ήδη επιπλέον τρόποι που περιγράφουν την αρμονική πληροφορία, όπως οι πρωταρχικές μορφές του Forte ή τα διαστηματικά διανύσματα (interval vectors)[10]. Τα διαστηματικά διανύσματα περιέχουν αντίστοιχα χρήσιμη αλλά αφαιρετική και σχετικά δύσκολα διαχειρίσιμη πληροφορία (ως τονικό αναλυτικό εργαλείο), ενώ οι πρωταρχικές μορφές δεν περιέχουν πληροφορίες όπως τις λειτουργικές σχέσεις σε μια κλίμακα ή τους τύπους τονικών συγχορδιών, όπως η μείζονα και η ελάσσονα. Για παράδειγμα, οι τελευταίες (μείζονα και ελάσσονα) ανήκουν στην ίδια ομάδα 3-11 [0 3 7]. Επίσης και η μείζονα με 7μ, μια συγχορδία με σημαντική λειτουργία για την τονική μουσική ομαδοποιείται με την ημιελαττωμένη στη μορφή 4-27 [0 2 5 8], μια συγχορδία που αντίθετα εμφανίζεται αρκετά πιο σπάνια. Με το συμβολισμό αυτό, ένας αναλυτής δεν παίρνει την πλήρη εικόνα για τη θέση της κάθε συγχορδίας στο κομμάτι. Συνεχόμενες διαδοχές συνηχήσεων [0 3 7], δεν έχουν νόημα στην τονική μουσική, δίχως κάποιο πλαίσιο αναφοράς. Από την άλλη, μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική είναι η αξιοποίηση των κανονικών διατάξεων (normal orders) για την ανάλυση, κατά τις οποίες, περιπτώσεις όπως ο διαχωρισμός της μείζονας από την ελάσσονα συγχορδία είναι σαφής.

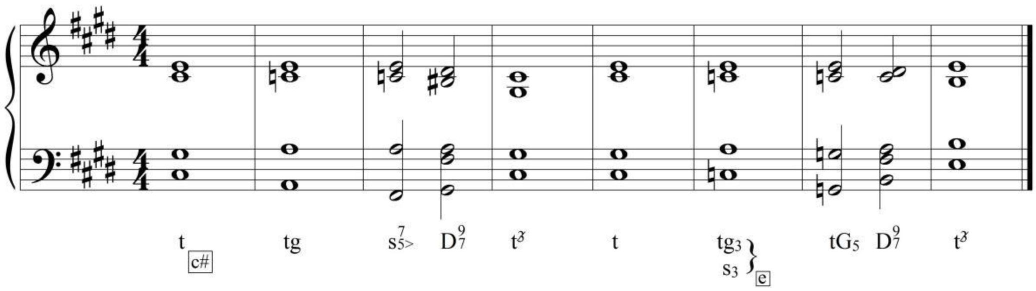
PCs	Forte prime forms	GCT	GCT-all_1
1 4 8	3-11 [0 3 7]	[0, 0 3 7]	[0, 0 3 7]
1 4 8 11	4-26 [0 3 5 8]	[0, 0 3 7 10]	[7, 0 3 5 8]
1 4 9	3-11 [0 3 7]	[8, 0 4 7]	[8, 0 4 7]*
2 6 9	3-11 [0 3 7]	[1, 0 4 7]	[1, 0 4 7]*
0 6 8	3-8 [0 2 6]	[7, 0 4 10]	[5, 0 2 6]
1 4 8	3-11 [0 3 7]	[0, 0 3 7]	[0, 0 3 7]
0 3 6 8	4-27 [0 2 5 8]	[7, 0 4 7 10]	[11, 0 3 6 8]*
1 4 8	3-11 [0 3 7]	[0, 0 3 7]	[0, 0 3 7]

Πίνακας 3.1

Στη συνέχεια εξετάζεται η αναγωγή των μ. 1-8 από το έργο *Il Penseroso* του Franz Liszt από το Années de pèlerinage II, S.161. Στο απόσπασμα αυτό οι

[10] "Τα διαστηματικά διανύσματα είναι ο διατεταγμένος κατάλογος του διαστηματικού περιεχομένου ενός φθογγικού συνόλου, δηλαδή το σύνολο όλων των διαστηματικών τάξεων (interval class) που μπορούν να σχηματιστούν ανάμεσα στις φθογγικές τάξεις ενός συνόλου" (Τσούγκρας, 2017, σ. 5).

συγχορδίες είναι απλές με τρεις έως και πέντε φωνές χωρίς αλλοιώσεις. Το διαφορετικό σε αυτή την περίπτωση είναι η χρήση πιο ακραίων λειτουργικών συνδέσεων. Τέτοια σημεία ενδιαφέροντος είναι η μετατροπία από τη c# ελάσσονα στη e ελάσσονα και λιγότερο αναμενόμενες συγχορδίες όπως η tg: στην ελάσσονα κλίμακα, η VI βαθμίδα είναι μείζονα, ωστόσο επιλέγεται η ελάσσονα αντιπαράλληλη της τονικής, δηλαδή η ελάσσονα εκδοχή της VI βαθμίδας.



Εικόνα 3.3 *Il Penseroso.* Franz Liszt. Αναγωγή των μ. 1-8 και αρμονική ανάλυση με τη χρήση λειτουργικής σημειογραφίας (Tsougras, 2012)

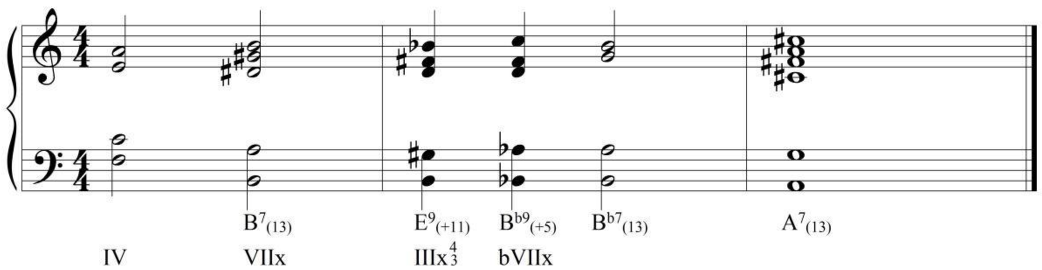
Εικόνα 3.4 *Il Penseroso.* Franz Liszt. Αναγωγή των μ. 1-8. Εντοπισμός των θεμελίων των συγχορδιών με χρήση τριών διαφορετικών μοντέλων. Στο Parncutt (1997) χρησιμοποιείται και με τον παράγοντα της βαρύτητας στο μπάσο.

Παρατηρούμε ότι όλα τα συστήματα συμφωνούν μεταξύ τους σε κάθε συγχορδία, αλλά και με τη δοσμένη ανάλυση. Υπάρχει μόνο μία συγχορδία όπου η ανάλυση θεωρεί ως θεμέλιο το F# αντί για το A. Αυτή είναι η 3^{η} συγχορδία με νότες F#-A-C-E. Ο Τσούγκρας (2012) διαβάζει τη συγχορδία ως ελάσσονα υποδεσπόζουσα με 7μ κι χαμηλωμένο 5ο φθόγγο, δηλαδή είναι η λεγόμενη ημιελαττωμένη. Τα μοντέλα αναζητούν μια 5Κ μεταξύ άλλων φθόγγων της συγχορδίας, που υπάρχει στο A-E. Στο GCT είναι η A-C-E το μέγιστο σύμφωνο υποσύνολο, στο Hindemith εκεί εντοπίζεται η 5Κ, ενώ κατά τον Parncutt σε αυτή συγκεντρώνονται τα διαστήματα υποστήριξης θεμελίου 5Κ και 3Μ (A-E και A-C) έναντι της 7μ (F#-E).

Αν συμπεριληφθεί και η βαθμολογία βαρύτητας στη νότα του μπάσου, οι τιμές παραμένουν ίδιες, εκτός από δύο περιπτώσεις: την προηγούμενη συγχορδία που προκύπτει ως θεμέλιος η νότα στο μπάσο, δηλαδή το F#, και στην συγχορδία β' αναστροφής λίγο πριν το τέλος του αποσπάσματος, που προκύπτει το G, η θεμέλιος που υπονοεί τη λειτουργία της συγχορδίας ως δεσπόζουσα.

3.1.2 Εφαρμογή στη τζαζ του Bill Evans.

Το επόμενο παράδειγμα είναι η αναγωγή του Peri's Scope του Bill Evans και ειδικότερα των μ. 14-16. Η ανάλυση (Εικόνα 3.5) έχει γίνει από τον Jack Reilly στο βιβλίο του *The Harmony of Bill Evans* (1993). Περιγράφει συνοπτικά το χαρακτήρα της αρμονίας με τετράφωνες συγχορδίες χωρίς $5^{η}$ με προσθήκη $9^{ης}$, $11^{ης}$ και $13^{ης}$, ενώ στο συγκεκριμένο απόσπασμα χρησιμοποιεί μια σειρά δευτερεύουσες δεσπόζουσες. Να σημειωθεί ότι όντως δεν είναι εμφανής η τονικότητα, καθώς το απόσπασμα είναι αρκετά χρωματικό και δεν υπάρχει σαφής πτώση.



Εικόνα 3.5 *Peri's Scope*. Bill Evans μ. 14-16 με ανάλυση του Jack Reilly. (1993)

Εικόνα 3.6 *Peri's Scope*. Bill Evans μ. 14-16. Από κάτω δίνονται οι θεμέλιοι που προκύπτουν από τα αντίστοιχα συστήματα

Στην πρώτη συγχορδία, τα τρία συστήματα συγκλίνουν στο F ως θεμέλιο της τετράφωνης μείζονας με 7M. Εν μέρει φαίνεται απλή περίπτωση, ωστόσο εσωτερικά μπορεί κανείς να διαβάσει δύο τρίφωνες συγχορδίες τη F-A-C και A-C-E. Η $2^{η}$ και $6^{η}$ συγχορδία έχουν την ίδια ιδιαιτερότητα και στην ανάλυση του John Rilley περιγράφονται ως μείζονες με $13^{η}$. Επίσης και στις δύο λείπει ο $5^{ος}$ φθόγγος, άρα με βάση την 5Κ μεταξύ $13^{ου}$ και $3^{ου}$ φθόγγου, σχηματίζονται οι εξής ελάσσονες συγχορδίες G#-B-D# και F#-A-C# αντίστοιχα. Στην 3η και 4η συγχορδία κρύβεται μια αυξημένη συγχορδία Bb-D-F#, η οποία είναι συμμετρική και φυσικά είναι σημείο αμφισημίας. Όσο για την $5^{η}$ δεν έχει τη δομή μιας συμβατικής τονικής συνήχησης αφού αποτελείται από τους φθόγγους G, Ab, Bb.

Έτσι συνοψίζουμε τρεις περιπτώσεις συνηχήσεων στο συγκεκριμένο παράδειγμα:
1. τετράφωνες συγχορδίες χτισμένες με τρίτες, που εξαρτώνται από τη διάταξη και το πλαίσιο

2. συγχορδίες που περιέχουν μια συμμετρική συγχορδία και

3. συνηχήσεις που χτίζονται με άλλα διαστήματα, εκτός $3^{ων}$.

Τα διανύσματα που προκύπτουν κατά τον Parncutt φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

19	4	11	1	**14**	**26**	3	4	4	**21**	9	3
0	11	7	**14**	11	7	1	6	**21**	**16**	3	**21**

4	10	**19**	7	16	0	**20**	11	**19**	1	**21**	**21**
19	7	**21**	7	9	7	**20**	7	**23**	0	**23**	7
10	7	0	11	4	1	6	**14**	**16**	3	**17**	0
7	**14**	11	7	1	6	**21**	**16**	3	**21**	0	11

Πίνακας 3.2 Τα διανύσματα των συγχορδιών για το απόσπασμα από το *Peri's Scope*. Με έντονα γράμματα σημειώνονται οι φθόγγοι της συνήχησης, και σε αυτή την περίπτωση έχουν τις μεγαλύτερες βαθμολογίες. Υπάρχουν τετράφωνες και πεντάφωνες συγχορδίες.

Στην πρώτη συγχορδία το F έχει τη μεγαλύτερη τιμή με κάποια διαφορά από τις υπόλοιπες, ενώ οι δεύτερες τιμές διαφέρουν ελάχιστα μεταξύ τους. Στις 2η, 3η, 4η και 6η συγχορδίες υπάρχουν ισοβαθμίες. Χωρίς την ύπαρξη του τονικού πλαισίου, δηλαδή των προφίλ των Krumhansl/Kessler (1982) που ενισχύει κάποιες βαθμίδες της κλίμακας είναι δύσκολο να καταλήξει κανείς σε συμπεράσματα. Επίσης οι συμμετρίες και η απουσία του διαστήματος της 5ης από την "πραγματική" θεμέλιο επηρεάζουν αυτές τις βαθμολογίες. Αν συμπεριλάβουμε τον υπολογισμό της νότας στο μπάσο τότε οι απαντήσεις γίνονται αρκετά πιο σαφείς.

Όπως φαίνεται και στο απόσπασμα υπάρχουν δύο προτάσεις για κάποιες συγχορδίες που αντιστοιχούν στις δύο ίσες τιμές των διανυσμάτων του Πίνακα 3.2. Στις συγχορδίες με 13η είναι αναμενόμενο ότι η θεμέλιος θα είναι είτε η "κανονική" θεμέλιος είτε η 13η. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι συνηχήσεις που περιέχουν την αυξημένη συγχορδία. Στην 3η δίνονται οι νότες B κι Bb. Η πρώτη εύκολα μπορεί να επιλεχθεί κυρίως ως θεμέλιος της B μείζονα. Από την άλλη η D-F#-Bb είναι πιθανόν να έχει και τους τρεις φθόγγους ως θεμέλιο, τυχαίνει όμως το Bb να συγκεντρώνει 1 και 2 μονάδες περισσότερες από τα F# και D αντίστοιχα.

Από την άλλη, στη συνήχηση Bb-Ab-D-F#-C, η οποία διαφέρει μόνο στο C από την προηγούμενη, το σύστημα του Parncutt καταλήγει στις Bb και Ab. Το Bb σχετίζεται με την αυξημένη και μάλλον προκύπτει αυθαίρετα αντί τα D και F#, πιθανόν λόγω των τρίτονων D-Ab και F#-C. Αν θεωρήσουμε το Ab ως θεμέλιο, μπορεί κανείς να διατάξει τους φθόγγου ως εξής: Ab-C-D(Ebb)-F#(Gb)-Bb. Είναι μια μείζονα με χαμηλωμένη 5η, με 7μ και 9M.

Γνωρίζουμε ότι στο συγκεκριμένο παράδειγμα οι θεμέλιοι συνήθως βρίσκονται στη φωνή του μπάσου. Με την εφαρμογή της επέκτασης της φωνοδήγησης, δηλαδή την ενίσχυση της νότας στο μπάσο, παίρνουμε τις σωστές απαντήσεις από το μοντέλο του Parncutt. Είναι ενδιαφέρον ότι σε τέτοια ακραία τονικά περιβάλλοντα διατηρούνται κάποιες αρχές όπως ότι το μπάσο είναι φορέας της αρμονίας.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι στο τονικό σύστημα συγχορδίες, μείζονες συνήθως, όταν υφίστανται αλλοίωση του 5ου φθόγγου αλλά και όταν έχουν έστω 5 φωνές (9η), η θεμέλιος χάνει τη δύναμή της. Οι υπόλοιποι φθόγγοι της συγχορδίας αποκτούν βαρύτητα και νέες δομές, εξηγήσιμες από την τονική αρμονία, και προκύπτουν με μια απλή αλλαγή της διάταξης των φθόγγων είτε με τη χρήση αναστροφών είτε όχι.

Με το μοντέλο του Hindemith παίρνουμε προβληματικά αποτελέσματα. Πρέπει κανείς να αναζητά κυρίως διαστήματα 5Κ, άρα όπου εμφανίζεται 5Κ, δηλαδή τις συγχορδίες 1, 2, 3 και 6 η εύρεση της θεμελίου είναι προφανής. Από τη στιγμή όμως όπου η 5η από τη δεδομένη θεμέλιο δεν υπάρχει, αντικαθίσταται από την άλλη μεταξύ 13ου και 3ου φθόγγου. Για την 4η συγχορδία που ανήκει στην ομάδα IV, μιας και περιέχει ένα τρίτονο, αλλά και μια τρίφωνη αυξημένη, αναγκαστικά επιλέγεται το Bb, ως ο χαμηλότερός της φθόγγος. Τέλος στην 5η το διάστημα της 3μ G-Bb, δίνει τη θεμέλιο G.

PCs	Forte prime forms	GCT	GCT-all_1
0 4 5 9	4-20 [0 1 5 8]	[5,0 4 7 11]	[4,0 1 5 8]
3 8 9 11	4-Z29 [0 1 3 7]	[8,0 3 7 13]	[8,0 1 3 7]
2 6 8 10 11	5-26 [0 2 4 5 8]	[11,0 3 7 11 21]	[6,0 2 4 5 8]
0 2 6 8 10	5-33 [0 2 4 6 8]	[2,0 4 8 10 18]	[6,0 2 4 6 8]
7 8 10	3-2 [0 1 3]	[7,0 3 13]	[7,0 1 3]
1 6 7 9	4-Z29 [0 1 3 7]	[6,0 3 7 13]	[6,0 1 3 7]

Πίνακας 3.3

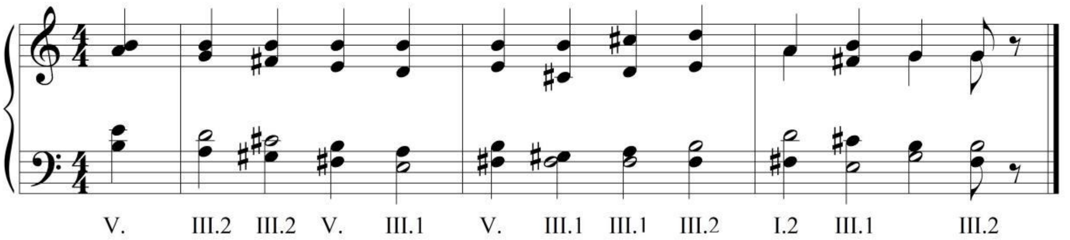
Αναφορικά με το GCT, απαιτούνται δύο επιπλέον δεδομένα, εκτός των συγχορδιών. Δίνεται λοιπόν ότι η κλίμακα είναι η C μείζονα, όπως θεωρεί και η ανάλυση του Jack Reilly και το διάνυσμα συμφωνίας/διαφωνίας [1,0,0,1,1,1,0,1,1,1,0,0] που επιλέγεται κυρίως για τα κυρίως τονικά ιδιώματα.

Εδώ υπάρχει ξανά η σύγχυση με το $13^{ο}$ φθόγγο. Στις συγχορδίες 2, 5 και 6 εντοπίζεται ο 13ος φθόγγος, αλλά με διαφορετική θεμέλιο και πάλι εξαιτίας τις απουσίας της 5Κ από τον τονικό φθόγγο. Όσο για αυξημένες συγχορδίες, στην 3η συγχορδία εντοπίζει το υποσύνολο B-D-F# και στην 4η μόνο το D-F#, και οι υπόλοιπες νότες προστίθενται στα δεξιά. Δηλαδή η μεν γράφεται [11 [0,3,7],[11,21]] και η δε [2 [0,4],[8,10,18]].

Πιθανολογικά πολύπλοκες συγχορδίες όπως αυτές του παραδείγματος, με προσθήκη $13^{ης}$ και χωρίς $5^{η}$, μάλλον έχουν τον τονικό φθόγγο-θεμέλιο στο μπάσο. Τα διάφορα εγχειρίδια αρμονίας, όπως του Piston (1987) και των Kostka και Payne (2013) μιλούν για τις συγχορδίες με $9^{η}$, $11^{η}$ και $13^{η}$, κυρίως δεσπόζουσες και μόνο σε ευθεία κατάσταση. Μόνο στην περίπτωση της V^{9}, γίνεται λόγος για αναστροφές σε σπάνιες περιπτώσεις α’ ή γ’ αναστροφή, αρκεί να διατηρείται η σχετική θέση της 9ης με τη θεμέλιο. Πιθανές λύσεις θα είχαν να κάνουν με την ενίσχυση της νότας του μπάσου ή και των φθόγγων της δεδομένης κλίμακας.

3.2 Νεοτονική μουσική: Paul Hindemith

Το παρακάτω παράδειγμα είναι τα 3 πρώτα μέτρα του τραγουδιού *Un Cygne* από τα *6 chanson* για μικτή χορωδία του Paul Hindemith. Οι συγχορδίες δεν μπορούν να εξηγηθούν με βαθμίδες τις τονικής αρμονίας. Περιστασιακά μπορεί να εμφανιστούν συγχορδίες από τρίτες, αλλά πλέον χρησιμοποιούνται με τελείως διαφορετική λειτουργία.



Εικόνα 3.7 *Un Cygne, Six Chansons.* Paul Hindemith, μ. 1-3 Αρμονική ανάλυση κατά το θεωρητικό σύστημα του συνθέτη.

Η ανάλυση έγινε από τον συγγραφέα με τη μεθοδολογία που προτείνει ο συνθέτης, χωρίς όμως να γίνει η αντίστοιχη ανάλυση σε βάθος. Τα σύμβολα συμβολίζουν τις ομάδες, στις οποίες χωρίζει τις συνηχήσεις η θεωρία του Hindemith. Οι φθόγγοι χωρίς γέμισμα είναι οι θεμέλιοι των συγχορδιών. Το απόσπασμα ξεκινά με συγχορδίες των ομάδων V και III.2 και οδηγεί τη φράση σε συγχορδίες III.1, ενώ πιο αραιά εμφανίζονται συγχορδίες της III.2 και μία της I.2. Ουσιαστικά το απόσπασμα μεταβαίνει από τις πιο ασταθείς και διάφωνες αρμονικά σε περισσότερο σταθερές.

Στις περιπτώσεις όπου οι συγχορδίες ανήκουν την ομάδα V, το B είναι απλά διπλασιασμένος φθόγγος και μένουν καθαρές δομές με $4^{\text{ες}}$. Στην ακολουθία τέτοιων δομών με $4^{\text{ες}}$ εντάσσονται και αυτές της ομάδας III.2, στις οποίες το B στη σοπράνο, έχει ρόλο ισοκράτη. Ο ισοκράτης καταλήγει σε μια συγχορδία στο $3^{\text{ο}}$ χτύπο του μ. 2 με συνήχηση σε $3^{\text{ες}}$ (III.1). Βλέποντας τα διαστήματα που αποτελούν αυτή τη συγχορδία, εντοπίζονται ακόμη και δύο $5^{\text{ες}}$ καθαρές. Άρα αναφορικά με τη θεμέλιό της, επιλέγεται το F# του μπάσου που τη σχηματίζει με το C# της σοπράνο, λόγω της θέσης του στο μπάσο. Στη συνέχεια, οι συγχορδίες αλλάζουν χαρακτήρα και εναλλάσσονται δομές με $3^{\text{ες}}$ και $4^{\text{ες}}$, όπως. Η D μείζονα (I.2) στο $3^{\text{ο}}$ μέτρο.

Στα πρώτα μέτρα του αποσπάσματος βλέπουμε ένα ισοκράτη B στη σοπράνο, ενώ στο μπάσο υπάρχει μια κατιούσα κίνηση του πεντάχορδου από το B στο E. Γνωρίζουμε ότι η νότα E είναι το τονικό κέντρο του αποσπάσματος (Williams, 1997), ωστόσο η κλίμακα δεν είναι σαφής. Εξαιτίας της εμφάνισης των G και G# είναι πιθανόν να είναι τόσο E δώριος όσο και E μιξολύδιος. Επειδή απαιτείται να γίνει η εισαγωγή μιας κλίμακας για την ανάλυση, ειδικά στο GCT, επιλέχθηκε ο E μιξολύδιος τρόπος. Η επιλογή στηρίζεται στη μελωδική πορεία του μπάσου στο πρώτο μέτρο. Είναι πιθανότερο οι συγχορδίες $4^{\text{ων}}$ να κατασκευάστηκαν αρχίζοντας από το μπάσο, παρά με αρχή τη φωνή της άλτο. Παραδοσιακά ο μπάσος είναι ο φορέας της αρμονίας. Υφολογικά να σημειωθεί ότι το διάστημα της 5Κ ή η αναστροφή της η 4Κ εμφανίζεται συστηματικά ως δομικό στοιχείο όλων των συγχορδιών, εκτός από τη συνήχηση G-Bb στο μ. 3.

Εικόνα 3.8 *Un Cygne, Six Chansons*. Paul Hindemith, μ. 1-3.

Στην Εικόνα 3.8 φαίνονται οι προτεινόμενες θεμέλιοι που δίνουν τα τρία μοντέλα. Όπως αναμενόταν, το μοντέλο Hindemith εντοπίζει τις ίδιες θεμέλιους που σημειώνονται και στην ανάλυση. Οι τρίφωνες συγχορδίες με 4Κ, ως συμμετρικές δεν έχουν ξεκάθαρη θεμέλιο, ενώ στις λοιπές συνηχήσεις υπερισχύει το διάστημα της 5Κ/4Κ.

Αναφορικά με το μοντέλο του Parncutt, παρατηρεί κανείς ότι σε λίγες μόνο συγχορδίες υπάρχουν οι ίδιες θεμέλιοι με το Hindemith. Πέρα από τις 3 συγχορδίες της ομάδας V που δεν έχουν θεμέλιο, μόνο στην 3^{η}, 10^{η} και 13^{η} συνήχηση συμβαδίζει με το Hindemith.

4	3	9	0	**21**	4	3	6	0	**23**	0	**17**
9	3	**21**	4	10	6	0	**27**	0	**19**	4	**17**
0	**24**	4	3	13	0	**23**	4	**17**	6	3	**23**
4	3	6	0	**23**	0	**17**	4	3	9	0	**21**
6	3	**23**	0	**24**	4	3	13	0	**23**	4	**17**
4	3	6	0	**23**	0	**17**	4	3	9	0	**21**
0	**24**	4	3	13	0	**23**	4	**17**	6	3	**23**
1	**14**	**26**	3	4	4	**21**	9	3	**19**	4	11
6	3	**20**	0	**26**	0	**17**	11	3	9	4	**21**
1	0	**26**	0	4	4	**14**	9	3	**14**	4	10
4	**17**	6	3	**23**	0	**24**	4	3	13	0	**23**

7	3	0	4	7	1	0	**19**	0	4	0	**14**
7	3	4	4	9	1	**14**	**19**	3	4	0	**21**

Πίνακας 3.4

Ο Πίνακας 3.4 περιέχει τα διανύσματα με τις τιμές από το μοντέλο του Parncutt. Οι έντονοι αριθμοί είναι οι τιμές των φθόγγων της συγχορδίας. Σε 4 μόνο διανύσματα η υψηλότερη τιμή διαφέρει σημαντικά, δηλαδή περισσότερες από 5 μονάδες και αυτά αφορούν τη 2η, 8η, 9η και 10η συγχορδία. Το όριο των 5 μονάδων θέτει ο Parncutt μετά την εφαρμογή και των τριών παραμέτρων του συστήματός του: τις βαθμολογίες των διαστημάτων υπεροχής, του μπάσου και των προφίλ Krumhansl/Kessler (Parncutt, 1997). Η υπάρχουσα εγγύτητα των βαθμολογιών, επομένως συνεπάγεται την αμφισημία των συγχορδιών.

Φυσικά, το μοντέλο δεν έχει σχεδιαστεί για χρήση στα σύγχρονα μουσικά ιδιώματα, για το λόγο αυτό οι επιλογές των θεμελίων μοιάζουν αυθαίρετες. Αν συμπεριλάβουμε τον παράγοντα της φωνοδήγησης στο μπάσο, οι θεμέλιοι του Parncutt, αρχίζουν να συμπίπτουν με αυτές του Hindemith σε μεγαλύτερο βαθμό. Αφού η υπεροχή ενός φθόγγου έναντι των υπόλοιπων στην κάθε συγχορδία είναι πολύ μικρή, συνεπάγεται ότι η νότα στο μπάσο θα εμφανίζεται ως θεμέλιος σε κάθε περίπτωση.

Σύμφωνα με τη θεωρία συνόλων του Forte, προκύπτουν οι πρωταρχικές μορφές του Πίνακα 3.5. Εξαιτίας των πολλών συγχορδιών σε 4ες εμφανίζεται η 3-9 [0, 2, 7] είτε μόνη της είτε ως υποσύνολο των 4-22 [0, 2, 4, 7] και 4-23 [0, 2, 5, 7], καθώς επίσης και τα σύνολα 4-20 [0,1,5,8], 3-4 [0,1 5] και 3-11 [0,3,7]. Με μια γρήγορη ματιά εύκολα διακρίνεται ένα μπλοκ εναλλαγών στις μορφές 3-9, 4-22 και 4-23, το οποίο τη συνέχεια εμπλουτίζεται με τις 4-20, 3-4 και 3-11.

Μπορούμε να το συσχετίσουμε με την κίνηση των ομάδων V και III προς τις III και I. Η ειδοποιός διαφορά των δύο είναι ότι η ανάλυση με αυτά τα σύνολα δε λαμβάνει υπόψιν το χαρακτήρα των συνηχήσεων. Κατά το Hindemith, η συγχορδία με 4ες διαφέρει από τη συνεπτυγμένη της μορφή [0,2,7]. Η διάταξη επηρεάζει το ύφος και το χρώμα της εκάστοτε συγχορδίας. Ωστόσο αντίστροφα, αν μεταφέραμε τις μορφές στις ομάδες του Hindemith θα είχαμε μια εναλλαγή μεταξύ ομάδας III και IV.

Μια τέτοια προσέγγιση που δε θα αντιπροσώπευε σε ικανοποιητικό βαθμό το χαρακτήρα του αποσπάσματος.

Τέλος βλέπουμε πώς λειτουργεί το GCT στο απόσπασμα. Αρχικά επιλέγουμε την κλίμακα E μιξολύδιο, δηλαδή 4, [0,2,4,5,7,9,10]. Όσο για το διάνυσμα συμφωνίας/διαφωνίας προκύπτει ένας προβληματισμός. Ο συνθέτης δεν αντιμετώπιζε τη διαφωνία όπως στην τονική μουσική. Αντίθετα, διαφωνούσε με τον όρο και τοποθετεί τα διαστήματα σε σειρά με βαθμολογίες, ξεκινώντας από την 5Κ και 4Κ και καταλήγει στη 2μ και 7Μ, ανάλογα με την αρμονική τους ισχύ. (βλ. 1.1 Μουσικολογικές προσεγγίσεις)

Και σε αυτή την περίπτωση δοκιμάστηκαν 2 τύποι διανυσμάτων συμφωνίας/ διαφωνίας, το [1,0,0,1,1,1,0,1,1,1,0,0] που ορίζει την ταυτοφωνία, τις 3^{ες} μικρές και μεγάλες, 4^{ες} και 5^{ες} καθαρές και 6^{ες} μικρές και μεγάλες ως σύμφωνα διαστήματα και το [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1] που ορίζει όλα τα διαστήματα σύμφωνα. Ενδεχομένως ένα διάνυσμα του οποίου οι τιμές δεν είναι δυαδικές, αλλά δωδεκαδικές [11] να ανταποκρίνεται καλύτερα από αυτά που εξετάστηκαν, μια υπόθεση που θα ήταν αντικείμενο περαιτέρω έρευνας. Αναλυτικότερα σημειώνονται όλα τα GCT, καθώς επίσης οι φθογγικές τάξεις και οι πρωταρχικές μορφές του Forte στον Πίνακα 3.5.

Από το πρώτο διάνυσμα παίρνουμε κυρίως τρίφωνες ή τετράφωνες συγχορδίες 4^{ων} που γράφονται ως [0, 5, 10] και [0, 5, 10, 15] αντίστοιχα. Όντως η απεικόνιση στις τρίφωνες είναι ίδια με τη μουσική γραφή, οι τετράφωνες όμως μόνο βασισμένες στο μουσικό κείμενο δεν είναι προφανές ότι είναι τέτοιες.

Όσο για τις άλλες συγχορδίες, το GCT τείνει να σχηματίζει μια βάση με τρίφωνες μείζονες ή ελάσσονες με προσθήκη ενός φθόγγου. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις εισαγωγής επιπλέον φθόγγου, μία με τη προσθήκη 14^{ης}, δηλαδή 2^{η}, στο GCT [3, 0 4 7 14] και μία 17^{ης}, ή αλλιώς 4^{η}, στο [7, 0 3 7 17]. Τέλος, στο απόσπασμα υπάρχουν άλλες δύο συνηχήσεις, μία που χτίζεται επάνω σε τρίτες και η απάντηση για τη θεμέλιο είναι σχετικά απλή και η τελευταία συγχορδία, στην οποία δίνεται βάρος στην 5η B - F#.

[11] Πιθανόν να έχει τη μορφή 0, 1, 2, ... 9, t, e, όπου t=ten (δέκα), e=eleven (έντεκα).

PCs	Forte prime forms	GCT	GCT_all1
4 9 11	3-9 [0 2 7]	[7 ,0 5 10]	[5, 0 2 7]
2 7 9 11	4-22 [0 2 4 7]	[3, 0 4 7 14]	[3, 0 2 4 7]
1 6 8 11	4-23 [0 2 5 7]	[4, 0 5 10 15]	[2, 0 2 5 7]
4 6 11	3-9 [0 2 7]	[2, 0 5 10]	[0, 0 2 7]
2 4 9 11	4-23 [0 2 5 7]	[7, 0 5 10 15]	[5, 0 2 5 7]
4 6 11	3-9 [0 2 7]	[2, 0 5 10]	[0, 0 2 7]
1 6 8 11	4-23 [0 2 5 7]	[4, 0 5 10 15]	[2, 0 2 5 7]
1 2 6 9	4-20 [0 1 5 8]	[10, 0 4 7 11]	[9, 0 1 5 8]
2 4 6 11	4-22 [0 2 4 7]	[7, 0 3 7 17]	[7, 0 3 5 7]*
2 6 9	3-11 [0 3 7]	[10, 0 4 7]	[10, 0 4 7]*
1 4 6 11	4-23 [0 2 5 7]	[9, 0 5 10 15]	[7, 0 2 5 7]
7 11	[0 4]	[3, 0 4]	[3, 0 4]
6 7 11	3-4 [0 1 5]	[7, 0 7 13]	[2, 0 1 5]

Πίνακας 3.5

Η πιο συνήθης δομή είναι η 0 5 10 ή 0 5 10 15. Το αποτέλεσμα αυτό δημιουργεί ένα ερώτημα αναφορικά με τα σύμφωνα και διάφωνα διαστήματα. Είναι αντιπροσωπευτικό το διάνυσμα συμφωνίας/διαφωνίας που επιλέχθηκε; Η θέση του Hindemith απέναντι σε αυτό το διαχωρισμό δε δίνει λύση στο ερώτημα. Αρχικά, ο Hindemith δεν αποδέχεται τον όρο συμφωνία και διαφωνία και προτιμά τον όρο *ένταση*. Οι βαθμολογίες στη Σειρά ΙΙ συνεπάγονται μια διαβάθμιση της έντασης στη συνήχηση άρα οι λογικές τιμές 0 και 1, δεν ανταποκρίνονται απόλυτα στο νεοτονικό ιδίωμα.

Δεδομένου ότι οι 2^{ες} και 7^{ες}, καθώς επίσης και τα αυξημένα και ελαττωμένα διαστήματα, είναι διάφωνα, η εναρμόνια ισοδυναμία προκαλεί άλλο ένα ζήτημα. Ένα διάστημα 7^{ης} ελαττωμένο μπορεί να γραφεί και ως 6μ. Δημιουργείται το ερώτημα για το εάν είναι διάφωνο ή όχι και πώς θα εισαγόταν στο διάνυσμα συμφωνίας/διαφωνίας.

Ο καθορισμός θεμελίου σε συμμετρικές συνηχήσεις λειτουργεί κυρίως ως σύμβαση. Εξαιτίας της κατασκευής και της αμφισημίας τους, μια θεμέλιος δεν έχει ουσιαστικό αρμονικό ρόλο. Συμμετρικές συνηχήσεις μπορεί να σχηματιστούν κυρίως με τα εξής διαστήματα: 3μ, 3Μ και 4Κ. Συνηχήσεις με 2[ες] είναι αρκετά πιο τραχείς και συνήθως αντιμετωπίζονται ως cluster, ενώ στην παρούσα εργασία δε μελετώνται. Το τρίτονο χωρίζει την οκτάβα ακριβώς στη μέση, επομένως δύο διαδοχικά τρίτονα επαναφέρουν την χαμηλότερα νότα στην οκτάβα. Η 3μ σχηματίζει ελαττωμένες συγχορδίες είτε τρίφωνες είτε τετράφωνες. Η 3Μ σχηματίζει μόνο τρίφωνες αυξημένες, ενώ μπορούν τοποθετηθούν διαδοχικά δώδεκα 4Κ μέχρι να εμφανιστεί ξανά η αρχική νότα.

3.3 Ατονική μουσική

3.3.1 Εφαρμογή σε Webern.

Το επόμενο απόσπασμα είναι πλήρως ατονικό, χωρίς κάποια υπόνοια τονικότητας. Είναι αρκετά αυθαίρετο να αναζητούμε θεμέλιο με τους ίδιους όρους. Η γραφή είναι οριζόντια και οι συνηχήσεις προκύπτουν από τις μιμήσεις μεταξύ των γυναικείων και αντρικών φωνών.

Μελετώντας το απόσπασμα με αλγορίθμους για την τονική μουσική παρατηρούμε μια ταύτιση σε μεγάλο βαθμό στις θεμέλιους που προκύπτουν, τόσο μεταξύ του GCT και του Hindemith, όσο και στο μοντέλο του Parncutt. Με τις επιλογές αυτές των θεμέλιων, σαφώς ενισχύεται το διάστημα της 5Κ. Αυτό όμως δε συνεπάγεται ότι οι συγκεκριμένες συγχορδιακές δομές βασίζονται σε αυτό. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι περιπτώσεις των συγχορδιών που δεν έχουν θεμέλιο. Στον Parncutt υπάρχει μεγάλη αμφισημία σε μία τρίφωνη αυξημένη και μία τρίφωνη ελαττωμένη, στις οποίες συνειδητά ο Hindemith δεν ορίζει θεμέλιο.

Εικόνα 3.9 Entflieht auf leichten Kähnen, op. 2. Anton Webern μ. 2-5. Με το (?) σημειώνεται η αδυναμία επιλογής κάποιας θεμελίου λόγω μεγάλης συμμετρίας. Με Ø σημειώνεται η περίπτωση όπου συνειδητά ο Hindemith δεν εντοπίζει θεμέλιο στη συνήχηση, και συνεπώς ανήκει στην ομάδα V ή VI.

Η αναπαράσταση GCT με το συμβατικό διάνυσμα συμφωνίας εντοπίζει, όπως αναμενόταν, τρίφωνες συνηχήσεις ή τρίφωνες με προσθήκη ενός επιπλέον μη σύμφωνου φθόγγου. Από την άλλη, όμως, αν συγκρίνουμε τις πρωταρχικές μορφές του Forte με το GCT_all1, η βάση της αναπαράστασης (το τμήμα από το δεύτερο αριθμό και εξής) ταυτίζεται με μια κανονική διάταξη (normal order). Ο πρώτος αριθμός ("θεμέλιος") μπορεί να συγκριθεί με τον αριθμό της πράξης της μεταφοράς, με δεδομένο το C=0.

PCs	Forte prime forms	GCT	GCT_all1
2 5 9 11	4-27 [0 2 5 8]	[2, 0 3 7 9]	[9, 0 2 5 8]
0 4 6 10	4-25 [0 2 6 8]	[0, 0 4 6 10]	[4, 0 2 6 8]
2 7 11	3-11 [0 3 7]	[7, 0 4 7]	[7, 0 4 7]*
0 4 8	3-12 [0 4 8]	[0, 0 4 8]	[0, 0 4 8]
1 5 9 10	4-19 [0 1 4 8]	[10, 0 3 7 11]	[9, 0 1 4 8]
4 5 9	3-4 [0 1 5]	[5, 0 4 11]	[4, 0 1 5]
4 6 7 10	4-12 [0 2 3 6]	[4, 0 3 6 14]	[4, 0 2 3 6]
2 6 7 11	4-20 [0 1 5 8]	[7, 0 4 7 11]	[6, 0 1 5 8]
1 2 8 10	4-Z15 [0 1 4 6]	[10, 0 3 4 10]	[8, 0 2 5 6]*
0 4 9	3-11 [0 3 7]	[9, 0 3 7]	[9, 0 3 7]
1 8 10	3-7 [0 2 5]	[10, 0 3 10]	[8, 0 2 5]
4 7 10	3-10 [0 3 6]	[4, 0 3 6]	[4, 0 3 6]
2 6 8 11	4-27 [0 2 5 8]	[11, 0 3 7 9]	[6, 0 2 5 8]
1 5 8 9	4-19 [0 1 4 8]	[1, 0 4 7 8]	[5, 0 3 4 8]*
0 5 9	3-11 [0 3 7]	[5, 0 4 7]	[5, 0 4 7]*
1 5 7 10	4-27 [0 2 5 8]	[10, 0 3 7 9]	[5, 0 2 5 8]
3 7 10 11	4-19 [0 1 4 8]	[3, 0 4 7 8]	[7, 0 3 4 8]*
2 8 10 11	4-12 [0 2 3 6]	[8, 0 3 6 14]	[8, 0 2 3 6]
2 5 9 10	4-20 [0 1 5 8]	[10, 0 4 7 11]	[9, 0 1 5 8]

Πίνακας 3.6

Στους Πίνακες 3.1, 3.3, 3.5 και 3.6 παρατίθενται οι πρωταρχικές μορφές του Forte και τα GCT_all1. Με αστερίσκο (*) είναι σημειωμένες οι αναπαραστάσεις που είναι διαφορετικές από τις πρωταρχικές μορφές. Στο τονικό απόσπασμα βλέπουμε αποκλίσεις σε δύο κύρια σημεία: η τρίφωνη μείζονα, [0,4,7], η οποία αντιστοιχεί στο σύνολο 3-11 [0,3,7], ίδιο με την τρίφωνη ελάσσονα και η μείζονα με 7μ. [0,4,7,10], που ανήκει στο 4-27 [0,2,5,8], σαν την ημιελαττωμένη, δηλαδή ελαττωμένη με 7μ.

Προτείνεται να γίνει μια αναλυτικότερη μελέτη που συγκρίνει όλες τις πρωταρχικές μορφές με τα αντίστοιχα GCT_all1. Με το τρόπο αυτό, αφού βρεθούν όλα τα σημεία διαφοράς μεταξύ τους, είναι δυνατόν να επεκταθεί έτσι ώστε η εφαρμογή του GCT σε ατονικά ιδιώματα να είναι πιο επαρκής. Ακόμη, ενδιαφέρουσα θα ήταν η σύγκριση κανονικών διατάξεων με το GCT_all1, καθώς η έκταση της εργασίας δεν επιτρέπει μια τέτοια σύγκριση, τόσο των πρωταρχικών μορφών όσο και των πολυπληθέστερων κανονικών διατάξεων.

3.3.2 Ολοτονική κλίμακα.

Το τελευταίο απόσπασμα είναι από τη Σπουδή Op. 56, No. 4 του Alexander Scriabin. Το σημείο αυτό είναι ατονικό δίχως κάποιο συγκεκριμένο τονικό κέντρο. Τα πρώτα 4 μέτρα φαίνεται να βασίζονται πάνω σε συγχορδίες από τις δύο ολοτονικές κλίμακες. Είναι δύσκολο να καθοριστεί το συγκεκριμένο ιδίωμα, γιατί χρησιμοποιείται αποσπασματικά σε διάφορα έργα συνθετών, χωρίς κοινούς προκαθορισμένους κανόνες.

Εικόνα 3.10 Etude Op. 56 No. 4, Alexander Scriabin Αναγωγή από το συγγραφέα των μέτρων 1 - 4 σε συγχορδίες της ολοτονικής κλίμακας. Έχουν αφαιρεθεί οι φθόγγοι με κινήσεις ημιτονίου στη μελωδία.

Ο Kostka (2005) παραθέτει μια σειρά από συνηχήσεις που προκύπτουν από την ολοτονική κλίμακα και έχουν εμφανιστεί περιστασιακά σε διάφορα τονικά πλαίσια. Οι συγχορδίες της Εικόνας 3.11, με το συμβολισμό του GCT γράφονται ως εξής:

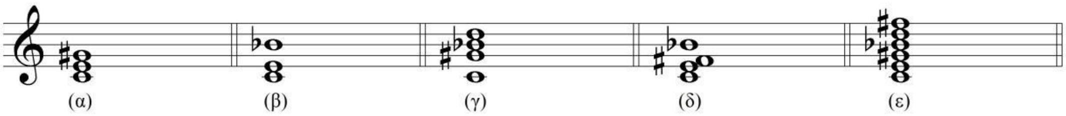
(α) [0 4 8]

(β) [0 4 10]

(γ) [0 8 10 14]

(δ) [0 4 6 10]

(ε) [0 4 8 10 14 18].



Εικόνα 3.11 Συγχορδίες της ολοτονικής κλίμακας από τονικά ιδιώματα.

Η ολοτονική κλίμακα χτίζεται με τη διαδοχή φθόγγων σε απόσταση τόνου. Για παράδειγμα με αφετηρία το C, προκύπτει η C-D-E-F#-G#-A#-C. Υπάρχουν 2 διαφορετικές κλίμακες που σε συνδυασμό περιλαμβάνουν και τους 12 χρωματικούς φθόγγους. Το διαστηματικό διάνυσμά της είναι το <060603>, εμφανίζονται δηλαδή οι διαστηματικές τάξεις 2, 4 και 6. Σε διαστήματα μεταφράζεται σε 2Μ, 3Μ και 4αυξ. Υποθέτουμε λοιπόν ότι αρμονικά διαστήματα 2μ, 3μ, 4Κ, 5Κ, 6Μ, 7Μ δε θα εμφανίζονται συχνά σε ένα τέτοιο ιδίωμα και οι φθόγγοι που τα σχηματίζουν πιθανόν να είναι ξένοι στη συγχορδία.

Αρμονικά, η ολοτονική κλίμακα προσφέρει σχετικά περιορισμένο υλικό. Είδαμε παραπάνω τους τύπους συγχορδιών που εμφανίζονται σε τονικά πλαίσια και εμφανώς, όπως είναι γραμμένες σχετίζονται με τη στήλη των 3^{ων}. Αν μετρήσουμε τις πρωταρχικές μορφές, υποσύνολα τις ολοτονικής, υπάρχουν 4 με αριθμό μελών 3, 3 με αριθμό μελών 4, και 1 με αριθμό μελών 5 και 6. Δηλαδή 9 πρωταρχικές μορφές στο σύνολο.

Στην αναζήτηση μιας αντιπροσωπευτικής αναπαράστασης των συγχορδιών αυτών, θεωρούμε δύο διανύσματα συμφωνίας διαφωνίας ένα που περιλαμβάνει όλα τα πιθανά διαστήματα [1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0] και ένα που δεν περιέχει τις 2M/7μ [1,0,0,0,1,0,1,0,1,0,0,0] και ελέγχουμε τις συγχορδίες με αυτά και τα ονομάζουμε GCT_wt1 και GCT_wt2, αντίστοιχα. Η εισαγωγή του διανύσματος GCT_wt2 προέκυψε μετά την εφαρμογή του GCT_wt1. Το GCT_wt1 έδινε όμοια αποτελέσματα με το GCT_all1, επομένως θεωρήθηκε σκόπιμο να ελεγχθεί το απόσπασμα και με ένα ελαφρώς διαφορετικό διάνυσμα.

Οι συγχορδίες του αποσπάσματος είναι μεν κυρίως τετράφωνες και πεντάφωνες, και σε κάθε περίπτωση δεν υπάρχουν οι γνωστές τρίφωνες αυξημένες συγχορδίες ή αλλιώς [0 4 8]. Να σημειωθεί ότι η τελευταία συγχορδία του αποσπάσματος δεν ανήκει εξ ολοκλήρου στην ολοτονική κλίμακα, αλλά περιλαμβάνεται λόγω της πορείας της μελωδική φράσης, στο παραπάνω απόσπασμα. Για μία ακόμη φορά παρατηρούμε την ταύτιση του GCT_all1 με τον αλγόριθμο του Forte. Παρακάτω, στο διάνυσμα wt1, η κωδικοποίηση είναι όμοια με την κωδικοποίηση Forte και GCT_all1.

PCs	Forte prime forms	GCT_all1	GCT_wt1	GCT_wt2
3 5 9 11	4-25 [0 2 6 8]	[3, 0 2 6 8]	[3, 0 2 6 8]	[5, 0 6 10 16]
1 3 7 9 11	5-33 [0 2 4 6 8]	[7, 0 2 4 6 8]	[7, 0 2 4 6 8]	[3, 0 4 8 10 18]
0 2 6 8	4-25 [0 2 6 8]	[0, 0 2 6 8]	[0, 0 2 6 8]	[2, 0 6 10 16]
0 2 4 6 10	5-33 [0 2 4 6 8]	[10, 0 2 4 6 8]	[10, 0 2 4 6 8]	[2, 0 4 8 10 14]
5 7 9 11	4-21 [0 2 4 6]	[5, 0 2 4 6]	[5, 0 2 4 6]	[5, 0 4 6 14]
1 3 5 7 11	5-33 [0 2 4 6 8]	[10, 0 2 4 6 8]	[11, 0 2 4 6 8]	[3, 0 4 8 10 14]
3 5 7 11	4-24 [0 2 4 8]	[3, 0 2 4 8]	[3, 0 2 4 8]	[3, 0 4 8 14]
1 5 8 11	4-27 [0 2 5 8]	[5, 0 3 6 8]	[11, 0 2 6 9]	[1, 0 4 10 19]

Πίνακας 3.7

Στην τελευταία στήλη παρατηρούμε καθαρότερα τις δομές συγχορδιών με 3M. Τα GCT_wt2 ομοιάζουν με τις “τονικές” συνηχήσεις της ολοτονικής που παραθέτει ο Kostka (2005). Στην απεικόνισή τους γράφονται έχοντας υπόψιν τη στήλη με 3ες. Παρόλα αυτά η απεικόνιση αυτή δεν είναι απόλυτα αυστηρή, γιατί βλέπουμε ότι αναπόφευκτα υπάρχουν διαστήματα 2ας στις περισσότερες συνηχήσεις. Μόνο η τρίφωνη αποτελείται πλήρως από 3Μ.

Παρατηρούμε 2 συνηχήσεις που δε συμβολίζονται με τον ίδιο τρόπο, ωστόσο ανήκουν στην ίδια ομάδα αφού μπορούν να μεταγραφούν σε αυτήν. Η [0 6 10 16] ανάγεται στη συνήχηση (δ), αφού και οι δύο ανήκουν στο ίδιο σύνολο 4-25 [0 2 6 8]. Η άλλη είναι η [0 4 6 14] που αντιστοιχεί στη (γ) και σύνολο 4-21 [0 2 4 6].

Τα διαστήματα 2ας αποφεύγονται σε αρμονική διάταξη, ιδίως στις χαμηλότερες θέσεις της συνήχησης και εμφανίζονται συνήθως με τη μορφή 7μ, 9Μ κ.ο.κ.. Είναι δόκιμο λοιπόν να προτιμηθεί το wt2. Το μειονέκτημά του είναι ότι αφού δε λαμβάνει υπόψιν τις 2Μ, τότε οι αναπαραστάσεις ξεπερνούν τις περισσότερες φορές την οκτάβα με όρους όπως το 14, 16 και 18. Αντιληπτικά όμως δεν υπάρχει ξεκάθαρη απάντηση σχετικά με το πώς είναι πιθανό να ομαδοποιούνται τέτοιου τύπου συγχορδίες.

Σε σχέση με τις θεμέλιους/φθόγγους αναφοράς που προκύπτουν στο GCT_wt2 βρίσκονται στις νότες F, Eb, D και Db. Το σημείο αναφοράς είναι η βάση C στη χρωματική κλίμακα. Όσο για το GCT_wt1, καταλήγει στις ίδιες θεμελίους (C, Eb, F, G, Bb) με το GCT_all1 με εξαίρεση την 6^{η} συγχορδία (Bb και B). Δε φαίνεται να υπάρχει κάποια κρυμμένη σχέση των φθόγγων αναφοράς, ωστόσο θα ήταν δυνατόν να γίνει μια εκτενέστερη μελέτη τους.

4. Συμπεράσματα-Παρατηρήσεις

Στην εργασία αυτή αρχικά έγινε μια μουσικολογική επισκόπηση για την έννοια της συγχορδίας και τα συστατικά από τα οποία κατασκευάζεται. Τέτοια είναι η θεμέλιος, τα διαστήματα και η σειρά με την οποία τοποθετούνται. Η εύρεση της θεμελίου δεν ήταν και δεν είναι μια προφανής διαδικασία, ήδη από την εποχή του Rameau, μέχρι τον Hindemith και τον Schoenberg. Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν ιστορικά είχαν να κάνουν είτε με τη διαίρεση μιας χορδής και τη σειρά των αρμονικών στην αρμονική στήλη, είτε με την αναζήτηση του πιο σύμφωνου-σταθερού διαστήματος, είτε απλά μια κωδικοποίηση αφαιρετικού χαρακτήρα.

Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε ο ήχος ως φυσικό φαινόμενο, με αναφορά σε έννοιες όπως οι απλοί και σύνθετοι ήχοι καθώς και η αρμονική στήλη. Επίσης έγινε μια προσέγγιση στα φαινόμενα που προκύπτουν στη συνήχηση δύο ή περισσότερων ήχων, όπως η συμφωνία και η διαφωνία, το διακρότημα, η τραχύτητα ή η αρμονικότητα.

Παρουσιάστηκε μια ανάγκη για κωδικοποίηση και κατηγοριοποίηση των συνηχήσεων, και αναπτύχθηκε ιδιαίτερα η έννοια της θεμελίου μιας συγχορδίας. Επιπλέον, συζητήθηκε μια αντιληπτική προσέγγιση για τη συνήχηση, ιδίως για τη σχέση των φθόγγων με την τονικότητα και τέθηκε ένας περαιτέρω προβληματισμός για μη τονικά ιδιώματα.

Τα επόμενα δύο κεφάλαια αφορούσαν την περιγραφή συστημάτων υπολογισμού του τύπου και της θεμελίου μιας συγχορδίας και την εφαρμογή τους σε διαφορετικά μουσικά πλαίσια.

4.1 Επισκόπηση των αποτελεσμάτων

Με δεδομένο ότι σημαντικό συστατικό της κωδικοποίησης είναι μια νότα πάνω στην οποία είναι ‘χτισμένη’ μια συγχορδία, προκύπτει η ερώτηση για το ποια νότα θα είναι αυτή. Εξετάστηκαν λοιπόν συγχορδίες σε αποσπάσματα διάφορων μουσικών ιδιωμάτων, κυρίως των αρχών του 20^{ου} αιώνα. Έγινε η αναζήτηση της θεμελίου με 3 διαφορετικά μοντέλα, αυτό της αντιληπτικής θεμελίου του Parncutt, τη μεθοδολογία του Hindemith και την αναπαράσταση GCT, καθώς επίσης εφαρμόστηκε η αναπαράσταση με τις πρωταρχικές μορφές του Forte, ως ένα παραπλήσιο εργαλείο κωδικοποίησης.

Τα παραδείγματα που εξετάστηκαν ανήκαν σε τέσσερα διαφορετικά αρμονικά ιδιώματα: τα τονικά Beethoven, Liszt και τζαζ, το νεοτονικό Hindemith, ατονικό Webern και το ολοτονικό Scriabin. Στο απόσπασμα του Beethoven οι συγχορδίες ήταν απλές του τύπου τονική σε ευθεία κατάσταση ή σε αναστροφή (I, I^6, $I^{6/4}$), δεσπόζουσα με 7μ (V^7) ή ναπολιτάνικη δεύτερη (II^N). Στο απόσπασμα του Liszt επίσης υπήρχαν αντίστοιχα μείζονες ή ελάσσονες τονικές συγχορδίες σε χρωματικό περιβάλλον με χρήση δανεισμένων συγχορδιών καθώς και μετατροπία σε άλλη τονικότητα. Όσο για το τζαζ απόσπασμα υπήρχαν κυρίως συγχορδίες χωρίς 5^{η} και με προσθήκη 13^{ης}.

Τα τρία μοντέλα εντοπίζουν ικανοποιητικά τις θεμέλιους στα τονικά παραδείγματα, καθώς επίσης αναμενόμενες δομές συγχορδιών, όπως μείζονες, ελάσσονες ανεξάρτητα από την αναστροφή τους. Επιπλέον το GCT αφού δίνει τόσο τη δομή όσο και τη θεμέλιο, παίρνουμε πληροφορίες και για την κάθε βαθμίδα, άρα και λειτουργία στην κλίμακα. Να σημειωθεί ότι για να γίνει πετυχημένα η ανάλυση με το GCT ήταν απαραίτητο να χωριστεί το απόσπασμα που περιείχε μετατροπία (βλ. 3.1.1 Εφαρμογές σε Beethoven και Liszt., σ. 43-45) σε δύο μέρη με τις διαφορετικές κλίμακες, όπου θα φαίνονται πιο καθαρά οι εκάστοτε λειτουργίες. Από την άλλη φαίνεται η αδυναμία των πρωταρχικών μορφών της θεωρίας φθογγικών συνόλων να απεικονίσουν τους διαφορετικούς τύπους συγχορδιών καθώς και τις λειτουργίες τους μέσα στην τονικότητα.

Στο τζαζ απόσπασμα συζητήθηκε η αμφισημία εξαιτίας του διαστήματος της 5Κ μεταξύ 3^{ου} και 13^{ου}, και της απουσίας 5^{ου} φθόγγου. Δεν είναι ξεκάθαρη η επιλογή του ενός (η θεμέλιος της ανάλυσης) έναντι του άλλου θεμέλιου φθόγγου (ο 13^{ος} φθόγγος). Γίνεται σαφής η ανάγκη για ενίσχυση της νότας του μπάσου ιδίως σε συγχορδίες με πολλά μέλη. Όπως έχουμε αναφέρει, όταν στο μοντέλο της αντιληπτικής θεμελίου λαμβάνονται όλοι οι παράγοντες υπόψιν τότε το μπάσο φέρει μεγάλο βάρος, γεγονός που ξεκαθαρίζει τέτοια ζητήματα αμφισημίας. Μια άλλη εναλλακτική είναι η ενίσχυση φθόγγων της κλίμακας ως πιο πιθανών επιλογών θεμελίων. Αν ένας φθόγγος δεν ανήκει στην κλίμακα, όπως το F#, τότε να παίρνει αρνητική βαθμολογία στην επιλογή της θεμελίου. Αυτό καλύπτεται από τα προφίλ Krumhansl/Kessler στην αντιληπτική θεμέλιο.

Από τις απεικονίσεις του GCT απουσιάζει η αναστροφή, πράγμα που λαμβάνεται υπόψιν στα τονικά ιδιώματα. Μια πτωτική β' αναστροφή ή μια vi βαθμίδα σε α' αναστροφή συνήθως δεν έχουν τον ίδιο χαρακτήρα και λειτουργία με τις ευθείες καταστάσεις τους. Θα ήταν δυνατόν να αναπαριστάται στο GCT με κάποιο τρόπο η νότα που βρίσκεται στο μπάσο αν δεν είναι ο τονικός φθόγγος. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει αμφισημίες σε πιο ακραία τονικά ιδιώματα, όπου οι κανόνες της τονικής αρμονίας γίνονται πιο ελαστικοί, όπως οι αναστροφές σε πεντάφωνες και εξάφωνες συγχορδίες, στις οποίες αναπόφευκτα θα απουσιάζουν κάποιοι φθόγγοι, αν γράφονται σε τετράφωνη μορφή.

Μια πρόταση είναι η εισαγωγή ενός γράμματος α, β, γ κ.ο.κ., το οποίο θα επισημαίνει ποια νότα της αναπαράστασης βρίσκεται στο μπάσο, αντίστοιχα με τους ρωμαϊκούς αριθμούς που χρησιμοποιούνταν στη Βρετανία για την αρμονική ανάλυση (Parncutt, 1997). Για παράδειγμα η [0,0 4 7]γ είναι η β' αναστροφή της μείζονας τονικής. Η εύρεση της χαμηλότερης νότας στη συνήχηση είναι αρκετά απλή διαδικασία. Αρκεί να συγκριθούν οι αριθμοί MIDI μεταξύ τους και ο χαμηλότερος είναι προφανώς και το χαμηλότερο τονικό ύψος, δηλαδή η νότα στο μπάσο. Όσο για τα γράμματα, κάνουν ευκολότερη την ανάγνωση της αναπαράστασης, χωρίς να την επιβαρύνουν με επιπλέον αριθμούς.

Το άλλο ιδίωμα ήταν το νεοτονικό του Paul Hindemith, στο οποίο υπήρχαν συμμετρικές συγχορδίες, κυρίως τύπου quartal, χωρίς λειτουργικές σχέσεις όπως στο τονικό ιδίωμα, αλλά με την υπόνοια ενός μιξολύδιου τρόπου σε E και μια επιπλέον βαρύτητα στο φθόγγο B, την $5^{η}$ της κλίμακας. Το GCT εντόπισε τις δομές των 4ων, αλλά και άλλες όπου ήταν κρυμμένες, ενώ η ανάλυση του Hindemith αποτελεί μάλλον το βασικό σημείο αναφοράς για το αρμονικό περιεχόμενο. Κατά τον Parncutt, εμφανίστηκαν αρκετά προβλήματα αμφισημίας, λόγω συμμετριών και μη ύπαρξης λειτουργικότητας. Η ανάλυση κατά φθογγικά σύνολα μπορεί να καταλήγει σε ενδιαφέρουσες προσεγγίσεις, ωστόσο δεδομένης της άμεσης σύνδεσης του συνθέτη με τη μουσική του θεωρία, πιθανόν να οδηγεί σε λανθασμένες προτιμήσεις.

Η υφή του Webern στο παραπάνω απόσπασμα είναι αντιστικτική και οι συνηχήσεις προέρχονται από την οριζόντια κίνηση των φωνών. Δύσκολα εντοπίζεται κάποια ένδειξη τονικότητας ή τονικού κέντρου. Τα “τονικά” μοντέλα δίνουν όμοια αποτελέσματα για τη θεμέλιο. Φυσικά όμως δεν ταιριάζει η “τονική” προσέγγιση με τη λογική της ατονικής μουσικής. Σημαντικές ομοιότητες εμφανίζουν οι πρωταρχικές μορφές με τα GCT_all1, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε μια αναλυτικότερη συγκριτική παρουσίαση των δύο.

Τέλος μένει το απόσπασμα του Scriabin, που αν και γενικά ατονικό, υπάρχει χρήση συνηχήσεων που παράγονται από τις ολοτονικές κλίμακες. Δεν είναι εύκολο να συμβολιστούν οι συγχορδίες με τα υπάρχοντα αναλυτικά μέσα, αναφορικά με την ολοτονική κλίμακα. Η ιεραρχία των φθόγγων είναι αρκετά αβέβαιη, εξαιτίας του συμμετρικού της χαρακτήρα. Εξετάζοντάς τις συγχορδίες του αποσπάσματος αυτού στο GCT με δύο διαφορετικά διανύσματα συμφωνίας/διαφωνίας, προκύπτουν απεικονίσεις βασισμένες σε 2ες, όμοιες με τις πρωταρχικές μορφές, και σε 3ες που παρουσιάζουν ενδιαφέρον καθώς οργανώνουν τις ολοτονικές συγχορδίες με πρωτότυπο τρόπο που προσεγγίζει την μορφή τέτοιων σπάνιων συγχορδιών στο τονικό σύστημα.

4.2 Γενικά συμπεράσματα

Αμφισημία εμφανίζεται σε μια πληθώρα περιπτώσεων. Όσο προστίθενται στοιχεία σε ένα ερέθισμα τόσο πιο δύσκολα μπορεί να τοποθετηθεί σε μια κατηγορία. Βρίσκεται σε μια γκρίζα ζώνη ανάμεσα σε δύο ή και περισσότερες κατηγορίες. Αντίστοιχα όσο αυξάνονται οι επιπλέον νότες, τόσο αλλοιώνεται και ο χαρακτήρας της συγχορδίας. Αν είναι λίγες, όπως οι sus2 και sus4, add2 κοκ ή με 7μ, ακόμη μπορούν να ομαδοποιηθούν στις ευρύτερες ομάδες των τρίφωνων συγχορδιών. Αν αρχίσουν να μετατρέπονται σε cluster ή ψηλές πεντάφωνες και εξάφωνες συγχορδίες, τα πράγματα γίνονται αρκετά πολύπλοκα.

Μπορεί κανείς να υποθέσει την αμφισημία όταν οι τιμές των διανυσμάτων του Parncutt έχουν πολύ μικρές αποκλίσεις, ενώ το αντίθετο συμβαίνει όταν κάποιες τιμές προεξέχουν από τις υπόλοιπες. Ενδεχομένως μια βαθμολογία για την αμφισημία, ή γενικότερα τη σταθερότητα και αστάθεια μιας συνήχησης βάσει του πλαισίου στο οποίο ανήκει να ανοίξει νέους δρόμους στη μουσική ανάλυση και κωδικοποίηση συγχορδιών.

4.2.1 Συμμετρικές συγχορδίες.

Μελετώντας τις επιμέρους περιπτώσεις αμφισημίας, βλέπουμε αρχικά τις συμμετρικές συγχορδίες. Οι συμμετρικές συγχορδίες, όπως η τρίφωνη αυξημένη, στις αναστροφές τους δεν αλλάζουν αναφορικά με τα διαστήματα που περιέχουν άρα δεν τοποθετούνται εύκολα σε κάποια διαφορετική αντιληπτική κατηγορία. Θα πρέπει να παίξουν ρόλο η τονικότητα και η φωνοδήγηση, αναφορικά με νότες που κινούνται με διατονικά ημιτόνια ή ξένους φθόγγους που λύνονται αργότερα, για το συμβολισμό της. Σε μη τονικά πλαίσια οι κανόνες της φωνοδήγησης όμως δεν είναι ίδιοι (π.χ. ανυπαρξία προσαγωγέα, παράλληλες κινήσεις, κ.α.).

Για παράδειγμα μια αυξημένη C μπορεί να μεταβεί στην επόμενη συγχορδία με πολλούς τρόπους, ακόμη και σε αμιγώς τονικά πλαίσια. Αρχικά οποιοσδήποτε φθόγγος μπορεί να γίνει προσαγωγέας άρα να καταλήξει σε τρεις διαφορετικές τρίφωνες -ελάσσονες ή και μείζονες- τη A, τη F και τη Db/C#. Ακόμη μπορεί ένας ή δύο φθόγγοι να παραμείνουν σταθεροί και να οδηγηθεί σε μια τελείως διαφορετική συγχορδία, π.χ. μείζονα ή ελάσσονα. Ή από την άλλη, αν ο μεσαίος φθόγγος της συνήχησης μείνει σταθερός, ο ψηλότερος ανέβει ένα ημιτόνιο και ο χαμηλότερος κατέβει ένα ημιτόνιο, τότε προκύπτει μια συγχορδία με 4^{ες}.

Τα υπόλοιπα είδη συμμετρικών συγχορδιών σαν αυτές με 4^{ες} ή 5^{ες} επίσης εμφανίζουν δυσκολίες σε αναστροφή. Ωστόσο αν αλλάξει η διάταξη των φθόγγων τότε η εκάστοτε συγχορδία αλλάζει πλήρως εικόνα. Για παράδειγμα, μια συγχορδία 5^{ων} (quintal) μπορεί να γραφεί ως sus2. Λαμβάνοντας ξανά υπόψιν την φωνοδήγηση, ίσως να προκύπτει μια ικανοποιητική λύση. Ιδίως στη συγκεκριμένη συγχορδία είναι δυσκολότερο να θεωρήσουμε τις κινήσεις ημιτονίου στις υπόλοιπες φωνές σημαντικές, γιατί αφορά κυρίως τους μελωδικούς κανόνες της τονικής μουσικής.

Επομένως υπάρχουν δύο επιλογές, είτε επιλέγουμε αυθαίρετα το μπάσο σαν νότα αναφοράς και κωδικοποιούμε τα επάλληλα διαστήματα, είτε θα πρέπει να συμπεριλάβουμε και το πλαίσιο γύρω από τη συγχορδία, ώστε να δούμε ποια νότα είναι σημαντικότερη μελωδικά και κατά συνέπεια να επιλεχθεί η θεμέλιος.

Ίσως ο πιο σημαντικός παράγοντας για τη αναπαράσταση πλήρως συμμετρικών συγχορδιών είναι ο καθορισμός του περιβάλλοντος στο οποίο τοποθετούνται. Προτείνεται λοιπόν η εξέταση του τύπου των συγχορδιών σε σχέση με την προηγούμενη, την επόμενη ή και τις δύο συγχορδίες. Πράγμα που αγγίζει το πεδίο του διαχωρισμού ροών.

4.2.2 Σύμφωνα και Διάφωνα Διαστήματα ως Εργαλείο Κωδικοποίησης.

Όταν εμφανίζεται στη συνήχηση το διάστημα της 5Κ, κάποια τα συστήματα έχουν την τάση να το θέτουν ως το πιο σημαντικό στη συγχορδία. Τόσο ως προς το πιο σύμφωνο διάστημα μετά την οκτάβα όσο κι η χρήση του στις δομές της τονικής μουσικής, αναπόφευκτα έχει εξέχουσα θέση σε κάποια από τα παραπάνω μοντέλα. Ενδεικτικά, ο Parncutt θεωρεί πιο σημαντικές τις 5Κ, έπειτα τις 3Μ κ.ο.κ., όπως επίσης και ο Hindemtih. Από την άλλη, στο GCT με το τονικό διάνυσμα οι 5^{ες} και οι 3^{ες} είναι εξίσου σημαντικές και στη στοίβα τριτών, δεν παίζει μεγάλο ρόλο. Σε άλλα ιδιώματα όπου εξ ορισμού το αποφεύγουν, όπως το ολοτονικό, χρειάζεται η επιλογή ενός άλλου αντίστοιχα σημαντικού διαστήματος.

Συγκρίνοντας, γενικότερα τη λογική των σύμφωνων διαστημάτων, στα συστήματα υπάρχουν δύο προσεγγίσεις: είτε θα χωρίζονται σε μόνο σύμφωνα και μόνο διάφωνα είτε τα διαστήματα θα ταξινομούνται με βάση το βαθμό “συμφωνίας” τους. Ο Parncutt επιλέγει την ιεραρχία 1Κ, 5Κ, 3Μ, 7μ, 2Μ ενώ ο Hindemith 5Κ/4Κ, 3Μ/6μ, 3μ/6Μ, 2Μ/7μ, 2μ/7Μ, 4Α.

Στο τονικό διάνυσμα του GCT τα διαστήματα είναι είτε σύμφωνα είτε διάφωνα. Θέτοντας μια ταξινόμηση στα διαστήματα ίσως δώσει μια νέα προοπτική στην κωδικοποίηση με βάση τα διαστήματα. Για παράδειγμα, το τονικό διάνυσμα [1,0,0,1,1,1,0,1,1,1,0,0] πιθανόν να γίνει [11,0,1,6,8,9,4,10,5,7,3,2] ή μια παρόμοια διάταξη για τα τονικά ή και άλλα ιδιώματα. Βέβαια μια τέτοια μετατροπή πιθανόν να κάνει τον αλγόριθμο αρκετά πολύπλοκο και δύσκολο στην υλοποίηση και αξιολόγησή του.

Γενικότερα, η αναπαράσταση GCT είναι όντως αρκετά ευέλικτη σε μια μεγάλη γκάμα ιδιωμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται σε μεγάλο βαθμό χάρη στο διάνυσμα συμφωνίας/διαφωνίας. Μελετήθηκαν τέσσερα διαφορετικά διανύσματα στα διάφορα ιδιώματα, αυτό της τονικής [1,0,0,1,1,1,0,1,1,1,0,0], αυτό με ίσους ιεραρχικά τους 12 φθόγγους [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1] και δύο τύποι για τα διαστήματα της ολοτονικής, [1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0] και [1,0,0,0,1,0,1,0,1,0,0,0]. Η επιλογή του πιο λειτουργικού διανύσματος για ένα ιδίωμα δεν είναι προφανής, αλλά τα διαστηματικά διανύσματα (interval vectors) των κλιμάκων ίσως βοηθούν στην επιλογή αυτή.

Αφού συχνά θεωρείται δεδομένη η συμμετρία και ισοδυναμία στις αναστροφές των διανυσμάτων, θα μπορούσε το διάνυσμα συμφωνίας/διαφωνίας να συμπτυχθεί σε 6 θέσεις από 12, θυμίζοντας έτσι περισσότερο τα διαστηματικά διανύσματα. Ωστόσο, ένα διάνυσμα με 12 θέσεις να έχει κάποια πλεονεκτήματα που δεν έχουν ανακαλυφθεί ακόμη. Παρατηρήθηκε ότι όταν η $3^{η}$ θέση είναι 1, δηλαδή όταν οι 2Μ είναι “σύμφωνες”, τότε είναι λιγότερο σημαντικές οι υπόλοιπες τιμές. Τα διανύσματα της μορφής [1,0,1,x,x,x,x,x,x,x,x,x] και πιθανότατα [1,1,1,x,x,x,x,x,x,x,x,x], με τις 2μ “σύμφωνες”, τείνουν στα ίδια αποτελέσματα με το GCT_all1. Για παράδειγμα, ένα διάνυσμα του τύπου [1,0,0,1,1,1,0,1,1,1,1,1] να λειτουργούσε στο τζαζ ιδίωμα όπου πολύ συχνά οι κύριες συγχορδίες είναι τετράφωνες με $7^{η}$, χωρίς να συμπεριλαμβάνονται οι $2^{ες}$.

Η εισαγωγή της τονικότητας φαίνεται να επηρεάζει κυρίως τα τονικά ιδιώματα, ωστόσο δεν έγινε εκτενής έρευνα για αυτό τον παράγοντα. Θα ήταν δυνατόν να δίνονται βαθμοί ενίσχυσης των φθόγγων που ανήκουν στη δοσμένη τονικότητα. Με τον τρόπο αυτό δε θα προέκυπταν αμφισημίες σε πλαίσια που μπορούν να οριστούν όπως η τζαζ ή το νεοτονικό ιδίωμα. Στα ατονικά όπου δεν υφίσταται ιεραρχία δεν έχει σημαντικό ρόλο ο παράγοντας της τονικότητας.

Γενικότερα η έννοια της θεμελίου δε φαίνεται να έχει την ίδια σημασία στα διάφορα ιδιώματα. Εκτός της καθαρά τονικής μουσικής, ακραίας και μη, στη τζαζ η θεμέλιος έχει σημαντικό ρόλο. Η δυσκολία που προκύπτει οφείλεται στο πλήθος των φωνών των συγχορδιών και οι περίπλοκες αναστροφές. Επίσης ο Hindemith χρησιμοποιεί τη θεμέλιο σε μεγάλο βαθμό στη θεωρία του, παρόλα αυτά, κάποιες φορές η μεθοδολογία του δε συμβαδίζει με τα ήδη υπάρχοντα μοντέλα. Στο ατονικό ιδίωμα, η εύρεση της θεμελίου φυσικά μοιάζει ανούσια διαδικασία. Είναι σχετικά αμφίβολη η επιλογή ενός φθόγγου αναφοράς που δεν επιλέγεται αυθαίρετα, μόνο για την κάλυψη των αναγκών της κωδικοποίησης.

Μιλώντας για την ατονική μουσική, δεν υπάρχει ιεραρχία στους φθόγγους, άρα το σημαντικότερο διάστημα είναι και το μικρότερο της δυτικής μουσικής, δηλαδή η 2μ. Η αναπαράσταση GCT ταυτίζεται σε αρκετά μεγάλο βαθμό με τα αποτελέσματα του αλγορίθμου Forte. Η κύρια διαφορά τους είναι ότι το GCT απεικονίζει τους τύπους αναστροφής σε κάποιες περιπτώσεις, που υπάγονται στις διάφορες πρωταρχικές μορφές (διαφορετικές κανονικές διατάξεις για την ίδια πρωταρχική μορφή). Από την άλλη, κατά το Forte μπορούν να απεικονιστούν σαφώς τα πιθανά διαστήματα που αποτελούν τη συνήχηση, χωρίς την ανάγκη για κάποιο σημείο αναφοράς. Ενδεχομένως, η ανάλυση σε επίπεδο κανονικών διατάξεων να λειτουργεί αποτελεσματικότερα από τις πρωταρχικές φόρμες.

Οι φθόγγοι αναφοράς στο GCT μπορεί να είναι παραπλανητικοί. Σχετίζονται κυρίως με τη μουσική επιφάνεια, καθώς περιλαμβάνουν τους πραγματικούς φθόγγους του μουσικού κειμένου. Σίγουρα όμως μπορούν να βοηθήσουν στην ανάδειξη όμοιων συνόλων, τα οποία δομούνται βάσει των διάφορων χρωματικών φθόγγων στην οκτάβα. Αντίστοιχα, όπως δύο μείζονες συγχορδίες, ακούγονται όμοια, αλλά η μία μπορεί να ξεκινά από E και η άλλη από A.

«Σύμφωνα με τις θεωρίες Gestalt, κάποια στοιχεία είναι σταθερά, και τα πιο ασταθή έλκονται από τα σταθερά. Στη μουσική, φθόγγοι και συγχορδίες, δημιουργούν την ανάγκη να κινηθούν ή να λυθούν σε πιο σταθερά στοιχεία ενός συστήματος»[12] (Krumhansl, 2001, σ. 283). Σε ένα τονικό σύστημα πιθανόν να αντιστοιχούμε τη συμφωνία, διαστημάτων και συγχορδιών, στα σταθερά και τη διαφωνία στα ασταθή. Υπάρχουν όμως διαφορετικά συστήματα στη μουσική, στα οποία γνωρίζουμε λίγα για τους κανόνες που τα διέπουν.

Η συνεργασία μεταξύ μουσικής και στατιστικής ανάλυσης καθώς και των αντιληπτικών ιδιοτήτων των κάθετων συνηχήσεων είναι δυνατόν να οδηγήσει σε σημαντικές παρατηρήσεις. Η προσέγγιση αυτής της εργασίας κάλυψε ζητήματα κωδικοποίησης, που θα βοηθήσουν την ανάλυση τονικών και μη ιδιωμάτων, προσπαθώντας να αξιοποιήσει τόσο τη μουσική θεωρία, όσο και αντιληπτικές αρχές

[12] “According to Gestalt theory, certain elements are stable, others unstable with dynamic forces that draw them to more stable elements. In music, unstable elements, tones and chords, create a need to move toward or resolve to more stable elements in the system” (Krumhansl, 2001, σ. 283).

με την αξιολόγηση και σύγκριση υπολογιστικών μοντέλων για την εύρεση θεμελίου και κωδικοποίηση ομάδων φθόγγων.

Αναφορές

Baltzer, R. A. (n.d.). Entry 'Johannes de Garlandia.' In *Grove Music Online*. Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com:80/subscriber/article/grove/music/14358.

von Békésy, G. (1943/1949). Über die Resonanzkurve und die Abklingzeit der verschiedenen Stellen der Schneckentrennwand. *Akustiche Zeitschrift, 8,* 66–76; translated as: On the resonance curve and the decay period at various points on the cochlear partition. *Journal of the Acoustical Society of America, 21,* 245–254.

von Békésy, G. (1960). *Experiments in hearing*. New York: McGraw-Hill.

Bernstein, D. W. (2007). Nineteenth-century harmonic theory. In Christensen, T. (Ed.) *The Cambridge History of Western Music Theory* (pp. 778-811). Cambridge University Press.

Bregman, A. S. (1990). *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound.* Cambridge, MA: MIT Press.

Γιάννου, Δ. (2007). *Ιστορία της Μουσικής: Σύντομη Γενική Επισκόπηση.* Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Cambouropoulos, E. (2010). The Musical Surface: Challenging Basic Assumptions. *Musicae Scientiae*, 131-147.

Cambouropoulos, E., Kaliakatsos-Papakostas, M., & Tsougras, C. (2014). An Idiom-independent Representation of Chords for Computational Music Analysis and Generation. Proceedings of the *Joint 11th Sound and Music Computing Conference (SMC) and 40th International Computer Music Conference (ICMC)*. Athens, Greece.

Cambouropoulos E. (2015) The Harmonic Musical Surface and Two Novel Chord Representation Schemes. In Meredith. D. (Ed.), *Computational Music Analysis,* (pp.31-56), Springer.

Cazden, N. (1945). Musical consonance and dissonance: A cultural criterion. *Journal of Aesthetics and Art Criticism, 4*(1), 3–11.

Dahlhaus, C. (n.d.). Entry on 'Harmony.' In Grove Music Online. Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com:80/subscriber/article/grove/music/50818.

Darwin, C. J. (2005). Pitch and auditory grouping. In C. J. Plack, A. J. Oxenham, R. Fay, & A. N. Popper (Eds.), *Pitch: Neural coding and perception* (pp. 278-305). New York, NY: Springer Verlag.

Day, A. (1845). *A treatise on harmony*. London: Harrison.

Demany, L., & Ramos, C. (2005). On the binding of successive sounds: perceiving shifts in nonperceived pitches. *Journal of the Acoustical Society of America*, *117*, 833-841.

Deutsch, D. (2013a). Grouping Mechanisms in Music. In D. Deutsch (Ed.), *Psychology of Music* (pp. 183-248). Amsterdam: Elvesier.

Deutsch, D. (2013b). The Processing of Pitch Combinations. In D. Deutsch (Ed.), *Psychology of Music* (pp. 249-325). Amsterdam: Elvesier.

Deutsch, D. et al. (n.d.). Entry on 'Psychology of Music.' In *Grove Music Online*. Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/42574pg2.

Deutsch, D., & Roll, P. L. (1974). Error patterns in delayed pitch comparison as a function of relational context. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 1027-1034.

Forte, A. (1973). *The Structure of Atonal Music*. New Haven, CT: Yale University Press.

de Garlandia, J. (1972) *De Mensurabili Musica*. Reimer. E. (ed.), Wiesbaden: Steiner. (Original work published c. 1240).

Greenwood, D. D. (1961). Critical bandwidth and the frequency coordinates of the basilar membrane. *Journal of the Acoustical Society of America*, *33*(4), 1344–1356.

Grove Music Online (n.d.). Entry on 'Chord.' Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/05671.

Grove Music Online (n.d.). Entry on 'Fundamental bass.' Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/10388.

Helmholtz, H. L. F. (1954). *On the sensations of tone* (A. J. Ellis, Trans.). New York, NY: Dover. (Original work published 1885)

Hindemith, P. (1945). *The Craft of Musical Composition*. (A. Mendel, Trans.). New York: Associated Music Publishers, Inc. (Original work published 1937)

Hubbard, T. L., & Datteri, D. L. (2001). Recognizing the component tones of a major chord. *American Journal of Psychology, 114*(4), 569-589.

Huron, D. (1989). Voice denumerability in polyphonic music of homogenous timbres. *Music Perception*, *6*, 361-382.

Huron, D. (2001) Tone and Voice: A Derivation of the Rules of Voice-Leading from Perceptual Principles. *Music Perxeption*, *19*(1), 1-64.

Hyer, B. (n.d.). Entry 'Tonality.' In *Grove Music Online*. Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/28102.

Kaliakatsos-Papakostas M., Katsiavalos A., Tsougras C., Campouropoulos E. (2014). Harmony in the Polyphonic Songs of Epirus: Representations, Statistical Analysis and Generation. Proceedings of the *4th International Workshop on Folk Music Analysis (FMA).* Istanbul, Turkey.

Kaliakatsos-Papakostas M., Zacharakis A., Tsougras C., Campouropoulos E. (2015). Evaluating the General Chord Type Representation in Tonal Music and Organising GCT Chord Labels in Functional Chord Categories. Proceedings of the *16th International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR)*. Malaga, Spain.

Kostka, S. (2005). *Materials and Techniques of Twentieth-Century Music*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Kostka, S., Payne, D., & Almén B. (2013). *Tonal Harmony with an Introduction to Twentieth-Century Music*. New York: McGraw-Hill.

Krumhansl, C. L. (2001). *Cognitive foundations of musical pitch.* Oxford: Oxford University Press.

Krumhansl, C. L., & Kessler, E. J. (1982). Tracing the Dynamic Changes in Perceived Tonal Organization in a Spatial Representation of Musical Keys. *Psychological Review*, *89*, 334-368.

Krumhansl, C., & Shepard, R. (1979). Quantification of the hierarchy of tonal functions within a diatonic context. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 579-594.

Lester, J. (2007). Rameau and eighteenth-century harmonic theory. In Christensen, T. (Ed.) *The Cambridge History of Western Music Theory* (pp. 753-777), Cambridge University Press.

Locke, S. & Kellar, L. (1973). Categorical Perception in a non-Linguistic Mode. *Cortex*, *9*, 355-369.

Moore, B. C. J., Glasberg, B. R., & Peters, R. W. (1985). Relative dominance of individual partials in determining the pitch of complex tones. *Journal of the Acoustical Society of America*, *77*, 1853-1860.

de la Motte, D. (1998). *Αρμονία: Η Θεωρία και η Πρακτική της, σε Διάφορες Εποχές και Στυλ.* Αθήνα: ΝΑΣΟΣ-EDNAintertranspublishers. (Έκδοση Πρωτότυπου 1993)

Μπούμπας, Ν. (2015). *Ομοιότητα Συγχορδιών: Μουσικολογικές, Αντιληπτικές και Υπολογιστικές Προσεγγίσεις.* (Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

O'Connell, K. (2011). Hindemith's voices. *The Musical Times*, *152*(1915), 3-18. Retrived January 23, 2017, from http://www.jstor.org/stable/23039710.

Ortmann, O. (1940). An Analysis of Paul Hindemith's "Unterweisung im Tonetz". *Bulletin of the American Musicological Society*, *4*, 26-28. Retrived January 23, 2017, from http://www.jstor.org/stable/829363.

Oxenham, A. J. (2013). The Perception of Musical Tones. In D. Deutsch (Ed.), *Psychology of Music* (pp. 1-33). Amsterdam: Elsevier.

Palisca, C. P. (n.d.). Entry 'Zarlino, Gioseffo.' In *Grove Music Online*. Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/30858.

Palisca, C. P. & Moore, B. C. J. (n.d.). Entry 'Consonance.' In *Grove Music Online*. Retrived from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/06316.

Parncutt, R. (1988). Revision of Terhardt's psychoacoustical model of the root(s) of a musical chord. *Music Perception*, *6*, 65-94.

Parncutt, R. (1989). *Harmony: A Psychoacoustical Approach*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Parncutt, R. (1997). A Model of the Perceptual Root(s) of a Chord Accounting for Voicing and Prevailing Tonality. In *Music, Gestalt, and Computing* (Vol. 1317, Lecture Notes in Computer Science, pp. 181-199). Berlin: Springer.

Parncutt, R. (2009). Tonal implications of harmonic and melodic Tn-Types. In T. Klouche & T. Noll (Eds.), *Mathematics and Computation in Music* (pp. 124-139). Berlin Heidelberg: Springer.

Persichetti, V. (1961). *Twentieth-Century Harmony: Creative Aspects and Practice*. New York: W. W. Norton & Company

Piston, W. (1987). *Harmony* (2nd ed.). London, England: Norton. (Original work published 1948)

Plomp, R., Wagenaar, W. A., & Mimpen, A. M. (1973). Musical Interval Recognition with Simultaneous Tones. *Acustica*, *29*, 101-109.

Rahn, J. (1980). *Basic Atonal Theory*. New York: Schirmer Books.

Rameau, J.-P. (1722) *Traité de l'harmonie éduite à ses principes naturels*. Paris: Ballard.

Reilly, J. (1993). *The Harmony of Bill Evans*. New York, NY: Unichrom Ltd.

Roeder, J. (n.d.). Entry 'Set (ii).' In *Grove Music Online*. Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/25512.

Rushton, J. (n.d.). Entry 'Root (ii).' In *Grove Music Online*. Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/23804.

Sadler, G. & Christensen, T. (n.d.). Entry ‘Rameau, Jean-Philippe.’ In *Grove Music Online*. Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/22832.

Sapp, C. S. (2007). Computational Chord-Root Identification in Symbolic Musical Data: Rationale, Methods, and Applications. *Computing in Musicology: Tonal Theory for the Digital Age*, *15*, 99-119.

Schubert, G. (n.d.). Entry ‘Hindemith, Paul.’ In Grove Music Online. Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/13053.

Σπυρίδης, Χ. (2005). *Φυσική και Μουσική Ακουστική.* Αθήνα: Εκδόσεις Grapholine.

Temperley, D. (1997). *An Algorithm for Harmonic Analysis. Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, *15*(1), 31-68.

Temperley, D. (2008) The Tonal Properties of Pitch-Class Sets: Tonal Implication, Tonal Ambiguity, and Tonalness. *Computing in Musicology: Tonal Theory for the Digital Age*, *15*, 24–38.

Temperley, D. (2013). Computational Models of Music Cognition. In D. Deutsch (Ed.), *Psychology of Music* (pp. 327-368). Amsterdam: Elsevier.

Terhardt, E. (1974). Pitch, consonance, and harmony. *The Journal of Acoustical Society of America*, *55*, 1061-1069.

Terhardt, E. (1979). Calculating Virtual Pitch. *Hearing Research*, *1*, 155-182.

Terhardt, E. (1982). Die psychoakustischen Grundlagen der musikalischen Akkordgrundtöne und deren algoritmischen Bestimmung. In C. Dahlhaus & M.Krause (Eds.), *Tiefenstruktur der Musik*. Berlin: Techincal University of Berlin.

Terhardt, E. Stoll, G., & Seewann, M. (1982). Algorithm for extraction of pitch and pitch salience from complex tonal signals. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 71, 679-688.

The Oxford Companion to Music (n.d.). Entry ‘fundamental bass.’ Retrived from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/opr/t114/e2731.

The Oxford Companion to Music (n.d.). Entry ‘root, root position.’ Retrived from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/opr/t114/e5742.

Thomson, W. (1965). Hindemith's Contribution to Music Theory. *Journal of Music Theory*, *9*(1), 52-71. Retrieved January 23, 2017, from http://www.jstor.org/stable/843149

Thomson, W. (1993). The Harmonic Root: A Fragile Marriage of Concept and Percept. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, *10*(4), 385-415. Retrived September 18, 2015, from http://www.jstor.org/stable/40285580

Tsougras, C. (2012). Chromatic Third Relation, Symmetrical Octave Division and Paths in Pitch Space: Analytical Study of Franz Liszt’s Il Penseroso. *Quaderni dell’ Istituto Liszt*, *12*, 91-122.

Τσούγκρας, Κ. (2017). Θεωρία Φθογγικών Συνόλων. Σημειώσεις για το μάθημα *Μεθοδολογία της Μουσικής Ανάλυσης ΙΙ*. Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.

Vassilakis, P. N. (2005). Auditory Roughness as a Means of Musical Expression. *Selected Reports in Ethnomusicology: Perspectives in Systematic Musicology*, 12, 119-124.

Vernon, P. E. (1934). Auditory perception. I. The Gestalt approach. II. The evolutionary approach. *British Journal of Psychology*, *25*, 123-139; 265-283.

Whittall, A. & Latham, A. (n.d.). Entry ‘inversion.’ In *The Oxford Companion to Music*. Retrieved from http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/opr/t114/e3461.

Williams, J. K. (1997). *Theories and Analyses of Twentieth-Century Music*. Fort Worth Harcourt Brace & Company.

Zarlino, G. (1558). *Le istitutioni harmoniche*. Venice: Franceschi.

Παράρτημα

1. Στην εργασία αυτή τα διαστήματα συμβολίζονται με τον αριθμό και τη συντομογραφία του τύπου του διαστήματος:

1=διάστημα πρώτης, 2=δευτέρας, 3=τρίτης, 4=τέταρτης, 5=πέμπτης κ.ο.κ.

μ=μικρό, Μ=μεγάλο, ελατ.=ελαττωμένο, αυξ.=αυξημένο, Κ=καθαρό κ.λπ.

π.χ. το 4Κ=διάστημα τετάρτης καθαρό.

2. Οι συγχορδίες όπως και οι νότες συμβολίζονται με τα λατινικά γράμματα:

C=ντο, D=ρε, E=μι, F=φα, G=σολ, A=λα, B=σι.

3. Οι μείζονες κλίμακες συμβολίζονται με τα κεφαλαία γράμματα και οι ελάσσονες με τα μικρά.

4. Η αναπαράσταση GCT θα γράφεται στη συνεπτυγμένη μορφή [βάση, τύπος+επέκταση], π.χ. [0, 0 4 7 10].

5. Διανύσματα συμφωνίας/διαφωνίας:

GCT= [1,0,0,1,1,1,0,1,1,1,0,0]

GCT_all1= [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1]

GCT_wt1= [1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0]

GCT_wt2= [1,0,0,0,1,0,1,0,1,0,0,0]

6. Άλλες συντομογραφίες:

PCs=pitch classes (φθογγικές τάξεις), μ.=μέτρο