

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.7
1.1 Αντικείμενο.....	σελ.7
1.2 Αφορμή.....	σελ.7
1.3 Σκοπιμότητα.....	σελ.8
1.4 Μεθοδολογία.....	σελ.8
2. Ο ΗΧΟΣ ΚΑΙ Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΟ ΧΩΡΟ.....	σελ.9
2.1 Το φυσικό φαινόμενο του ήχου.....	σελ.9
2.2 Η συμπεριφορά του ήχου σε κλειστό χώρο.....	σελ.12
2.2.1 Ανάκλαση.....	σελ.12
2.2.2 Διάχυση.....	σελ.13
2.2.3 Περίθλαση.....	σελ.13
2.2.4 Ηχοαπορρόφηση.....	σελ.14
2.2.5 Αντήχηση – Χρόνος αντήχησης.....	σελ.14
2.2.6 Ηχώ.....	σελ.15
2.2.7 Συντονισμός.....	σελ.15
2.2.8 Πλαταγισμός.....	σελ.16
2.2.9 Εστιασμός.....	σελ.16
3. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΣΥΝΑΥΛΙΩΝ.....	σελ.17
3.1 Πρώτα Παραδείγματα.....	σελ.17
3.2 Νεωτερική Αρχιτεκτονική και Κλασική Θεωρία της Αντήχησης.....	σελ.20
3.3 Σύγχρονες Αρχές Σχεδιασμού.....	σελ.22

4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ RENZO PIANO.....σελ.26	
4.1 Parco della musica.....σελ.26	
4.1.1 Συνολική περιγραφή του συγκροτήματος.....σελ.26	
4.1.2 Ακουστική συμπεριφορά.....σελ.29	
4.1.3 Συμπεράσματα.....σελ.40	
4.2 Αίθουσα Συναυλιών Niccolò Paganini.....σελ.43	
4.2.1 Συνολική περιγραφή του κτιρίου.....σελ.43	
4.2.2 Ακουστική συμπεριφορά.....σελ.46	
4.2.3 Συμπεράσματα.....σελ.48	
4.3 Μουσικός χώρος για την όπερα “Prometeo” του ιταλού συνθέτη Luigi Nono.....σελ.49	
4.3.1 Συνολική περιγραφή της κατασκευής.....σελ.49	
4.3.2 Ακουστική συμπεριφορά.....σελ.50	
4.3.3 Συμπεράσματα.....σελ.51	
5. ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ.52	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.55	
ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....σελ.57	

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Το Αντικείμενο της έρευνας

Η μουσική τέχνη και η μουσική παιδεία αποτελούν σημαντικά στοιχεία πολιτισμικής έκφραση των σύγχρονων κοινωνιών έτσι ώστε η αίγλη που αποδίδεται στη μουσική δημιουργία από την κοινωνία να αντικατοπτρίζεται επίσης στις κτιριακές κατασκευές που στεγάζουν αντίστοιχες δραστηριότητες. Αν τα μουσικά πολιτιστικά δρώμενα αντιμετωπίζονται με διάθεση προβολής, τότε είναι επίσης αναμενόμενο τα κτίρια μουσικής να σχεδιάζονται και να λειτουργούν ως τοπόσημα των πόλεων που τα φιλοξενούν και να θεωρούνται σημαντικά για την ευρύτερη πολιτιστική προβολή της χώρας στην οποία ανήκουν.

Εντούτοις, παρόλο που η αρχιτεκτονική εικόνα ανάλογων κτιρίων μπορεί να συνδέεται με την απαίτηση για πολιτιστική προβολή, η ουσιαστική λειτουργική επιτυχία ενός τέτοιου χώρου επαφίεται στην ακουστική του ποιότητα, έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα να το αντιλαμβανόμαστε ως συνδυασμό της ακουστικής επίλυσης και του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διατύπωση ενός ευρύτερου προβληματισμού για θέματα που αφορούν στην κατασκευή κτιρίων στέγασης μουσικών εκδηλώσεων. Θα παρουσιαστούν παραδειγματικά αίθουσες συναυλιών και θα αντιμετωπιστούν ως αποτέλεσμα της γενικότερης συνθετικής αρχιτεκτονικής τους προσέγγισης, σε συνδυασμό με την απαίτηση για ακουστική καταλληλότητα. *Με την έννοια αυτή η αίθουσα συναυλιών εξετάζεται ως σημαντική πολιτιστική μορφή, που οφείλει να διαθέτει αρχιτεκτονική συγκρότηση με όρους πολιτιστικής προβολής και ταυτόχρονα ως μηχανισμός – κέλυφος που αγκαλιάζει τον ήχο, λειτουργώντας σαν μεγάλο, σε μέγεθος κτιρίου, μουσικό όργανο.*

1.2 Η Αφορμή της έρευνας

Η επαφή με την κλασική μουσική αποτέλεσε την πρώτη αιτία γνωριμίας με τις αίθουσες συναυλιών. Η παρακολούθηση οπτικοακουστικού υλικού με μεγάλους μαέστρους, σολίστες και ορχήστρες που εμφανίζονται σε γνωστές αίθουσες, όπως τη Φίλαρμονική του Βερολίνου, το *Carnegie Hall* της Νέας Υόρκης και το *Concertgebouw* του Άμστερνταμ οδήγησε στην ανάγκη της περεταίρω γνωριμίας με τους χώρους αυτούς και στην απαίτηση μελέτης των συνθηκών συγκρότησής τους.

1.3 Η Σκοπιμότητα της έρευνας

Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό να συμφιλώπει τη γενικότερη αρχιτεκτονική ποιότητα του κτιριακού σχεδιασμού, η οποία είναι απαραίτητη για την επιτυχία της συνολικής κτιριακής οργάνωσης, με την ειδικότερη ακουστική επίλυση. Επιπλέον να αποδείξει ότι η ακουστική επίλυση, η οποία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ποιότητα της ακρόασης, μπορεί να προτείνει εξαιρετικά ισχυρές αρχιτεκτονικές οργανώσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονται από ιδιοτυπία, ενώ ταυτόχρονα διαθέτουν τεχνολογικό ενδιαφέρον και συμβολική ποιότητα.

Σε αίθουσες συναυλιών, όπως αυτές του ιταλού αρχιτέκτονα Renzo Piano, οι οποίες αποτελούν και παραδείγματα ανάλυσης σε αυτή την εργασία, είναι εμφανές ότι η ακουστική συγκρότηση του χώρου αποβαίνει κεντρική οργανωτική ιδέα καθορισμού της σύνθεσης. Πρόκειται για παραδείγματα ευφυούς αρχιτεκτονικής, που μετατρέπουν την ακουστική απαίτηση σε κεντρική συνθετική εκδοχή του σχεδιασμού, δημιουργώντας την ενδιαφέρουσα ενότητα μορφής, ακουστικής λειτουργίας και τεχνικής. *Βασική επιδίωξη της έρευνας, επομένως, είναι να τονιστεί ότι εκτός από τη γενική αρχιτεκτονική λειτουργία ενός κτιρίου υπάρχουν και άλλα επίπεδα λειτουργίας, όπως η ακουστική επίλυση, τα οποία πρέπει να αποτελούν κεντρικά αιτήματα του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού.*

1.4 Η Μεθοδολογία της έρευνας

Η μελέτη χωρίζεται σε τέσσερις ενότητες.

Αρχικά, περιγράφεται το φαινόμενο του ήχου και η συμπεριφορά αυτού σε κλειστό χώρο, προκειμένου να γίνει κατανοητή η ακουστική ανάλυση που ακολουθεί στις επόμενες ενότητες.

Στη δεύτερη ενότητα, προσεγγίζονται ιστορικά τα διαδοχικά στάδια της εξέλιξης του σχεδιασμού της αίθουσας συναυλιών, καταλήγοντας στις σύγχρονες αρχές σχεδιασμού και την παραδειγματική επεξήγηση αυτών, μέσω σύγχρονων κτιρίων αρχιτεκτονικού και ακουστικού ενδιαφέροντος.

Κυρίαρχο αντικείμενο της έρευνας, όμως, αποτελεί η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο σχεδιάστηκαν σημαντικές αίθουσες συναυλιών της σύγχρονης περιόδου, διαδικασία η οποία επιχειρεί να εξηγήσει τη σχέση ανάμεσα στην αρχιτεκτονική και την ακουστική επίλυση. Στην Τρίτη ενότητα, επομένως, παρουσιάζεται η ανάλυση τριών σχεδιαστικών προσεγγίσεων του Renzo Piano, οι οποίες αφορούν σε χώρους στέγασης της μουσικής και υλοποιούνται σε έργα διαφορετικής κλίμακας. Αυτές είναι το συγκρότημα Parco della Musica στη Ρώμη, η αίθουσα συναυλιών Niccolò Paganini στην Πάρμα και ο μουσικός χώρος για την όπερα “Prometeo” του Luigi Nono.

Στο τέταρτο μέρος επιχειρείται η συναγωγή συνολικών συμπερασμάτων και η διατύπωση των βασικών απόψεων της εργασίας.

2. Ο ΗΧΟΣ ΚΑΙ Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΟ ΧΩΡΟ

Η εργασία μελετά την αίθουσα ακρόασης μουσικής, περιλαμβάνοντας την εξελικτική πορεία του σχεδιασμού της, αλλά και την ανάλυση παραδειγμάτων τέτοιων χώρων. Προκειμένου να γίνουν κατανοητά τα επόμενα κεφάλαια, θεωρείται απαραίτητη η σύντομη παρουσίαση του φαινομένου του ήχου, καθώς και της συμπεριφοράς αυτού σε κλειστό χώρο, όπως είναι η αίθουσα συναυλιών.

2.1 Το φυσικό φαινόμενο του ήχου

Ως ήχος ορίζεται η «μηχανική διαταραχή που διαδίδεται μέσα σε ελαστικό μέσο με ορισμένη ταχύτητα και έχει τέτοιο χαρακτήρα, ώστε να μπορεί να διεγείρει το αισθητήριο της ακοής και να προκαλέσει ακουστικό αίσθημα. Η πιο κοινή περίπτωση είναι ο ήχος που διαδίδεται στον ατμοσφαιρικό αέρα»¹.

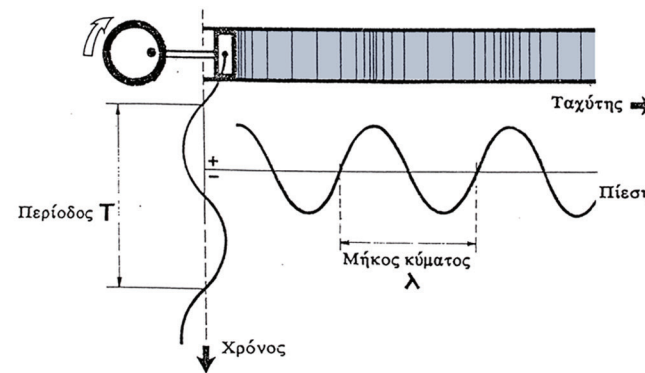
Οι φυσικές ιδιότητες του ήχου συνοψίζονται στην ταχύτητά του c , στην περίοδο T , τη συχνότητα f και το μήκος κύματος λ .

«Ταχύτητα του ήχου, c , είναι η ταχύτητα με την οποία διαδίδονται τα ηχητικά κύματα. Μονάδα μέτρησης είναι το μέτρο ανά δευτερόλεπτο (m/s)»².

«Περίοδος, T , είναι η χρονική διάρκεια ενός κύκλου μεταβολής ενός περιοδικού μεγέθους. Μονάδα μέτρησης είναι το δευτερόλεπτο (s)»³.

Η συχνότητα, f , είναι το αντίστροφο της περιόδου, δηλαδή $f=1/T$ και εκφράζει «το ρυθμό με τον οποίο πάλλονται τα σωματίδια του αέρα»⁴. Ως μονάδα μέτρησης έχει το Hertz (Hz). Το παράδειγμα που ακολουθεί φανερώνει τη σχέση ανάμεσα στη φυσική και τη μουσική: «μια χορδή που πάλλεται 440 φορές σε ένα δευτερόλεπτο θα παράγει στον ακροατή τον υποκειμενικό τόνο της νότας λα»⁵. Αξίζει να σημειωθεί πως «το ακουστικό φάσμα συχνοτήτων (για το ανθρώπινο αυτί) είναι από 20 Hz έως 20 kHz»⁶.

«Μήκος κύματος, λ , ενός ημιτονοειδούς επίπεδου διαδιδόμενου κύματος, είναι η απόσταση ανάμεσα σε δυο μέτωπα του κύματος που έχουν μεταξύ τους διαφορά ίση με μία περίοδο. Μονάδα μέτρησης είναι το μέτρο (m)»⁷.



Εικόνα 2.1

¹ Πρβλ. Ν. Τσινίκας: *Ακουστικός Σχεδιασμός Χώρων*, Θεσσαλονίκη: 1990, σελ.1.

² Ο.π. σελ. 1.

³ Ο.π. σελ. 1.

⁴ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: *Εμβάθυνση στο Σχεδιασμό Χώρων Ακρόασης*, Αθήνα: 1996, σελ. 1-2.

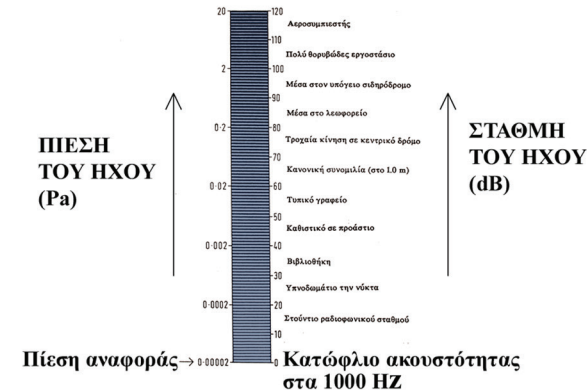
⁵ Πρβλ. Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.2.

⁶ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.1-3.

⁷ Πρβλ. Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.4.

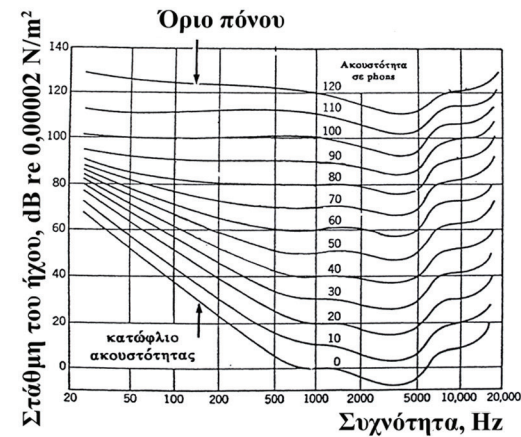
Εκτός των παραπάνω ιδιοτήτων του, ο ήχος εμφανίζει και επιπλέον χαρακτηριστικά, εκ των οποίων τα πιο σημαντικά είναι η ηχητική πίεση και η έντασή της, καθώς και η ακουστότητα.

«*Ηχητική πίεση, p , σε ένα σημείο του ηχητικού πεδίου είναι η διαφορά της στατικής πίεσης του μέσου, από την ολική πίεση που υπάρχει στο σημείο αυτό. Μονάδα μέτρησης είναι το Pascal (Pa)[...] Η στάθμη της ηχητικής πίεσης, L_p , είναι το μέγεθος $L_p=20\log(p/p_0)$, όπου p είναι η ενεργός τιμή της ηχητικής πίεσης και $p_0=0,00002 Pa$ η ηχητική πίεση αναφοράς»⁸ και μετριέται σε decibel (dB).*



Εικόνα 2.2

«*Ακουστότητα είναι η αντίληψη του ήχου υποκειμενικά. Δύο ήχοι της ίδιας στάθμης είναι δυνατόν να μην έχουν την ίδια ακουστότητα, αν ανήκουν σε διαφορετικές συχνότητες»⁹, καθώς η ευαισθησία του οργάνου της ακοής είναι μέγιστη μεταξύ των 3000 Hz και 4000 Hz, ενώ ελαττώνεται στις χαμηλές συχνότητες.*



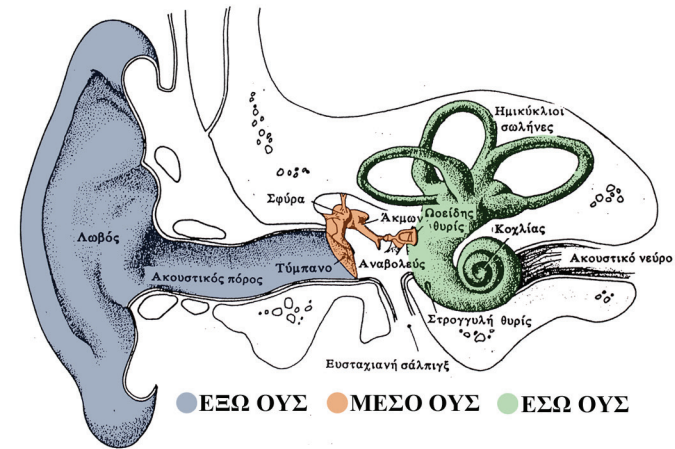
Καμπύλες ισοακουστότητας (γεωμετρικός τύπος ήχων της αυτής ακουστότητας) καθαρών τόνων κατά Fletcher και Munson, 1933.

Εικόνα 2.3

⁸ Πρβλ. Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.5.

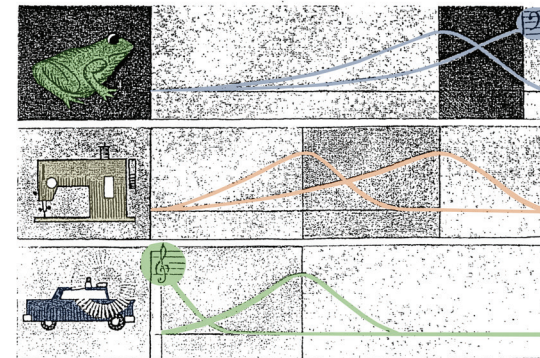
⁹ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.1-9.

Για την καλύτερη κατανόηση, όμως, του κεφαλαίου, παρατίθεται συνοπτικά και η λειτουργία του ανθρώπινου αυτιού. «Το έξω ους συλλέγει τα ηχητικά κύματα, τα οποία μέσω του ακουστικού πόρου μεταφέρονται στο τύμπανο. Τα ηχητικά κύματα προκαλούν δονήσεις στο τύμπανο, οι οποίες ανιχνεύονται από τα οστάρια (σφύρα, άκμονας και αναβολέας) του μέσου ωτός. Οι δονήσεις περνούν μέσω της ωοειδούς θυρίδας στον κοχλία, θέτοντας το υγρό του κοχλία σε κίνηση, γεγονός που προκαλεί τον μετασχηματισμό των ηχητικών κυμάτων σε ηλεκτρικούς παλμούς. Το ακουστικό νεύρο μεταδίδει αυτούς τους παλμούς στον εγκέφαλο, όπου και γίνονται αντιληπτοί σαν ήχος»¹⁰.



Εικόνα 2.4

Τέλος, «αναλόγως της συχνότητας (του ήχου που εκπέμπεται), μια ορισμένη περιοχή της βασικής μεμβράνης (του τυμπάνου) τίθεται σε παλμική κίνηση. Η περιοχή αυτή λέγεται κρίσιμη ζώνη»¹¹ και όσο πιο οξύς είναι ο ήχος, τόσο πιο στενή είναι η κρίσιμη ζώνη. Η κρίσιμη ζώνη σχετίζεται με το φαινόμενο της επικάλυψης, αφού «ο εντονότερος ήχος επικαλύπτει ηχητικά τον ασθενέστερο και ο βαθμός της ηχητικής επικάλυψης εξαρτάται από το βαθμό επικάλυψης των κρίσιμων ζωνών»¹².



Στο διάγραμμα φαίνεται το τμήμα της βασικής μεμβράνης που προσβάλλει ο καθένας από τους τρεις ήχους

Εικόνα 2.5

¹⁰ Πρβλ. <http://www.akoh.gr>.

¹¹ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.1-13.

¹² Ο.π. σελ.1-13.

2.2 Η συμπεριφορά του ήχου σε κλειστό χώρο

Ο ήχος σε κλειστό χώρο εμφανίζει συγκεκριμένη συμπεριφορά. «*Τα ακουστικά φαινόμενα που συναντώνται σε αυτή την περίπτωση είναι η ανάκλαση, η διάχυση, η περίθλαση, η ηχοαπορρόφηση και η αντήχηση, ενώ τα προβλήματα που μπορούν να δημιουργηθούν αφορούν στην ηχώ, το συντονισμό, τον πλαταγισμό και τον εστιασμό*»¹³.

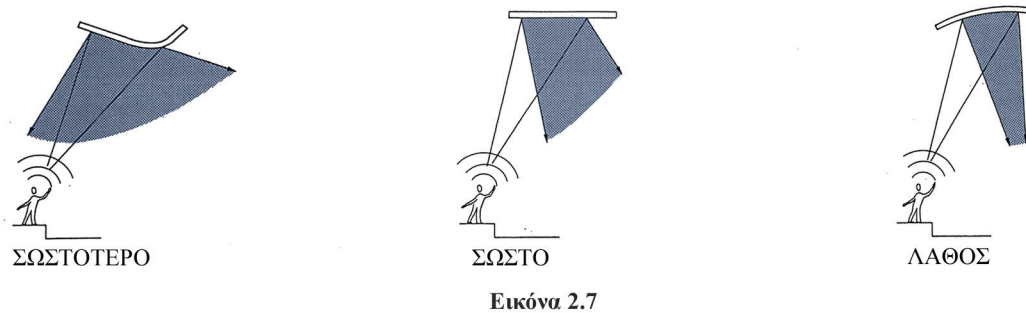
2.2.1 Ανάκλαση

«*Ανάκλαση του ήχου λέγεται το φαινόμενο, κατά το οποίο ένα ηχητικό κύμα που προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια δύο μέσων επιστρέφει από αυτή με γωνία, ως προς την κάθετο, ίση με τη γωνία με την οποία προσπίπτει*»¹⁴.

Στην περίπτωση που η διαχωριστική επιφάνεια είναι κυρτή, προκύπτει η διασπορά του ήχου. Αντίθετα, η κοίλη επιφάνεια οδηγεί σε εστιασμό του ήχου.



ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΑΙΘΟΥΣΩΝ ΑΚΡΟΑΣΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΙΣΧΥΕΙ:



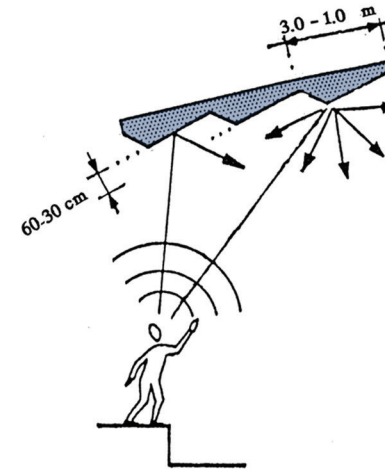
¹³ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-1 ως 2-28.

¹⁴ Πρβλ. Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.18.

2.2.2 Διάχυση

Διάχυση ονομάζεται «ο σκεδασμός μιας ανακλώμενης ηχητικής ακτίνας σε ασθενέστερες ακτίνες τυχαίας κατανομής»¹⁵.

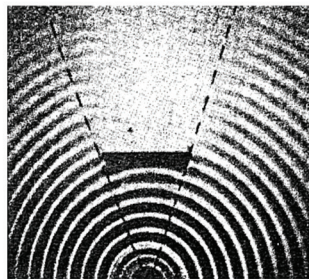
Διάχυση μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση ανομοιομορφων επιφανειών, αλλά και με την απλή εναλλαγή των υλικών.



Εικόνα 2.8

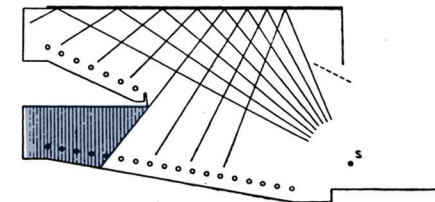
2.2.3 Περίθλαση

«Περίθλαση είναι η αλλαγή της διεύθυνσης ηχοδιάδοσης, που συμβαίνει κοντά σε ασυνέχειες του μέσου διάδοσης. Αποτέλεσμα της περίθλασης είναι η δημιουργία ασαφούς ηχητικής σκιάς.[...] Παράδειγμα ηχητικής σκιάς από περίθλαση είναι οι εξώστες μεγάλου βάθους στις αίθουσες ακροατηρίου όπου ακούγονται μόνο οι χαμηλές συχνότητες»¹⁶.

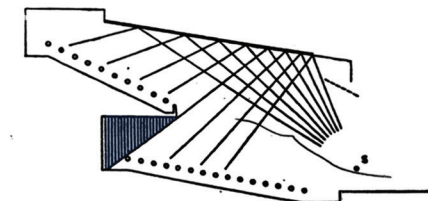


Εικόνα 2.9

Φωτογραφία κυμάτων νερού που προσπίπτουν σε εμπόδιο, δημιουργώντας ένα τραπέζιο ηχητικής σκιάς.



ΒΑΘΥΣ ΕΞΩΣΤΗΣ - ΛΑΘΟΣ



ΑΒΑΘΗΣ ΕΞΩΣΤΗΣ - ΣΩΣΤΟ

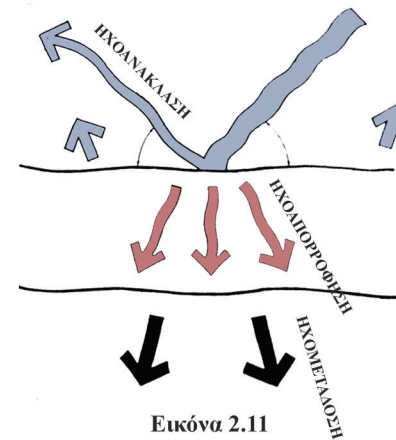
Εικόνα 2.10

¹⁵ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.σελ.2-4.

¹⁶ Πρβλ. Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.23.

2.2.4 Ηχοαπορρόφηση

«Ηχοαπορρόφηση είναι η ιδιότητα των υλικών και αντικειμένων να απορροφούν την ηχητική ενέργεια, μετατρέποντας τη σε άλλη μορφή, συνήθως σε θερμότητα, κατά τη διάδοση του ηχητικού κύματος σε ένα μέσο, ή κατά την πρόσπτωσή του σε μία επιφάνεια»¹⁷.

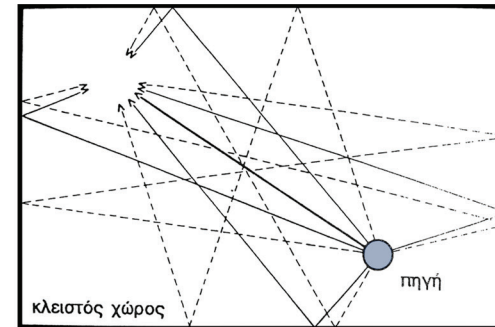


Εικόνα 2.11

2.2.5 Αντήχηση – Χρόνος αντήχησης

«Αντήχηση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο το ηχητικό πεδίο, μέσα σε ένα ολικά ή μερικά κλειστό χώρο, διατηρείται μετά το σταμάτημα της ηχητικής πηγής που το δημιούργησε, και οφείλεται στις πολλαπλές ηχοανακλάσεις που γίνονται στις περατωτικές επιφάνειες του χώρου»¹⁸.

«Χρόνος αντήχησης $R.T.$, ενός ολικά ή μερικά κλειστού χώρου, σε ορισμένη συχνότητα, είναι ο χρόνος που χρειάζεται, μετά το σταμάτημα της ηχητικής πηγής, για να ελαττωθεί η μέση πυκνότητα ηχητικής ενέργειας του χώρου στο 10^{-6} της τιμής της σταθερής κατάστασης με την πηγή σε λειτουργία, με μονάδα μέτρησης το δευτερόλεπτο (s)»¹⁹.



Εικόνα 2.12

Ο χρόνος αντήχησης δίνεται από τον τύπο του *Wallace Clement Sabine*, καθηγητή του πανεπιστημίου του *Harvard*: $R.T.=0,16V/(A+Vx)$ και δηλώνει ότι ο χρόνος αντήχησης μιας αίθουσας είναι ανάλογος του όγκου της και αντιστρόφως ανάλογος της συνολικής της ηχοαπορρόφησης [όπου $R.T.$: χρόνος αντήχησης (s), V : όγκος της αίθουσας (m^3), A : ηχοαπορρόφηση του συνόλου των υλικών της αίθουσας (m^2Sab) και x : ηχοαπορρόφηση του αέρα ανά μονάδα όγκου (m^2Sab/m^3), υπό την προϋπόθεση το ηχητικό πεδίο να είναι διαχυτικό]²⁰.

¹⁷ Πρβλ. Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.20.

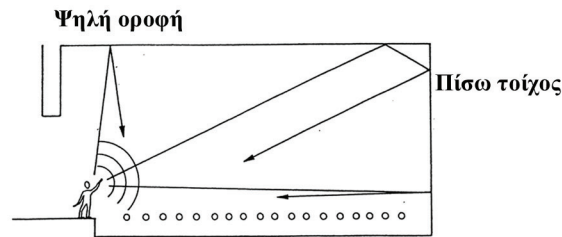
¹⁸ Ο.π. σελ.24.

¹⁹ Ο.π. σελ.24-25.

²⁰ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-10.

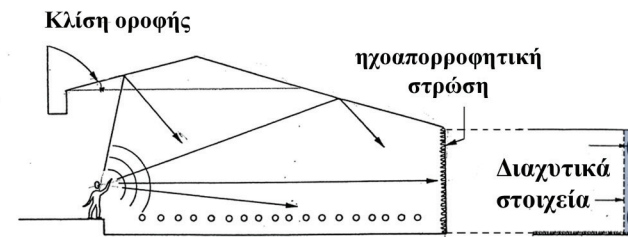
2.2.6 Ηχώ

«Ηχώ είναι μια καθυστερημένη ανάκλαση, σχετικά έντονη, η οποία είναι διακριτή σε σχέση με τον απευθείας ήχο»²¹. «Η παρουσία ηχούς σε ένα χώρο είναι από τα πιο ανεπιθύμητα ακουστικά λάθη σχεδιασμού και το πιο υπεύθυνο για την εξαφάνιση της διαύγειας»²².



ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΗΧΩ

Εικόνα 2.13



ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΟΦΥΓΗΣ ΗΧΟΥΣ

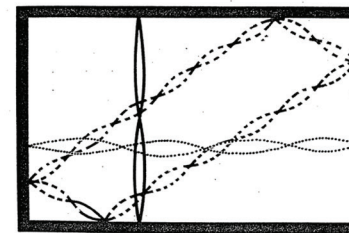
Εικόνα 2.14

2.2.7 Συντονισμός

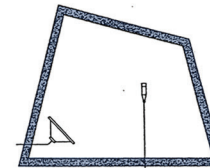
Ο συντονισμός εμφανίζεται σε κλειστό χώρο όταν η συχνότητα του εκπεμπόμενου ήχου είναι ίδια με την ιδιοσυχνότητα κάποιου από τα υλικά του χώρου.

«Η παρουσία μιας συχνότητας συντονισμού σε κλειστό χώρο μειώνει την ακουστική ποιότητα και οδηγεί σε χρωματική αλλοίωση του ήχου»²³. Το φαινόμενο «είναι άμεσα συνδεδεμένο με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του χώρου και το μήκος κύματος του παραγόμενου κάθε φορά ήχου»²⁴.

Η εμφάνιση του φαινομένου του συντονισμού δεν μπορεί να αποτραπεί, παρόλα αυτά, μέσω του σχεδιασμού, μπορούν να αποφευχθούν οι δυσάρεστες συνέπειες, χρησιμοποιώντας, για παράδειγμα ακανόνιστα σχήματα χώρων.



Εικόνα 2.15



Εικόνα 2.16
Τυπική κάτοψη
θαλάμου αντίχρησης

²¹ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-17.

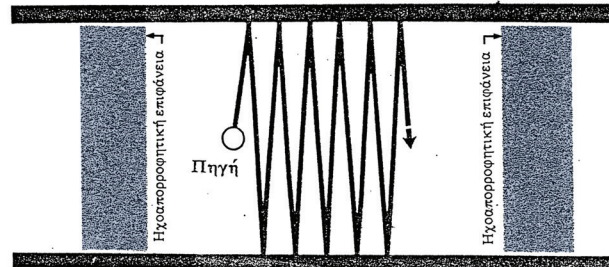
²² Πρβλ. Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.72.

²³ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-13.

²⁴ Πρβλ. Γ. Λεβισιανός, Ν. Παπαδάκος: «Ακουστικός και Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός Θεάτρων: Θέμα απλής συνύπαρξης ή γόνιμης συμβίωσης;», Αθήνα: 2009.

2.2.8 Πλαταγισμός

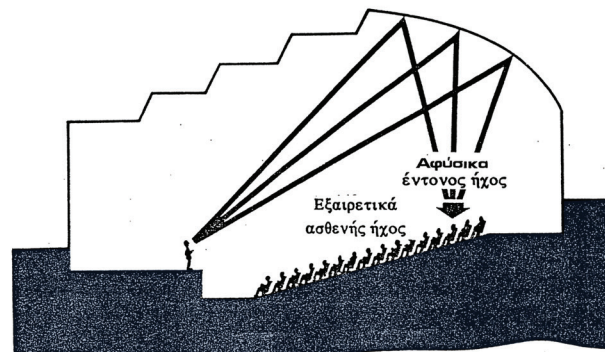
«Πλαταγισμός είναι το αποτέλεσμα μιας επαναλαμβανόμενης ανάκλασης σχετικά υψηλής έντασης και συνοδεύεται από κάποια χρωματική αλλοίωση του ήχου διότι κάποιες συχνότητες αυτού αντιστοιχούν σε συχνότητες συντονισμού του χώρου»²⁵.



Εικόνα 2.17

2.2.9 Εστιασμός

Ο εστιασμός είναι το αποτέλεσμα της συγκέντρωσης του ήχου προς συγκεκριμένο εστιακό σημείο. Η κύρια ανεπιθύμητη συνέπεια αυτού του φαινομένου είναι ο αφύσικα έντονος ήχος που εμφανίζεται στο εστιακό σημείο.



Εικόνα 2.18

²⁵ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-19.

3. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΣΥΝΑΥΛΙΩΝ

3.1 Πρώτα Παραδείγματα

Η ιστορία της αίθουσας συναυλιών έχει πολύ πιο σύντομη διαδρομή από αυτή του χώρου του θεάτρου, η οποία ξεκινάει ήδη στην Ελλάδα της κλασικής περιόδου.

Ως πρώτες αίθουσες ακρόασης μουσικής μπορούν να θεωρηθούν τα σαλόνια των ευγενών – πατρόνων της μουσικής, του 17ου αιώνα, τα οποία συνέβαλαν στη δημιουργία της ορχήστρας δωματίου²⁶. **Επιχειρώντας να συσχετίσουμε την αρχιτεκτονική διαμόρφωση αυτών των χώρων με ακουστικές ποιότητες και με συγκεκριμένα μουσικά ήθη**, θα σχολιάσουμε πως οι βραχείς χρόνοι αντήχησης που προσέφεραν τα σαλόνια, λόγω της αυξημένης ηχοαπορροφητικότητας της επίπλωσής τους, είχε ως αποτέλεσμα τον καθαρό ήχο, στον οποίο στηρίχθηκε η μουσική μπαρόκ, με τη γρήγορη διαδοχή των μουσικών φθόγγων.



Εικόνα 3.1
Σαλόνι ευγενών
17ος αιώνας
Πίνακας του
Adolph Menzel

Η δημιουργία της συμφωνικής ορχήστρας, στα τέλη του 18ου αιώνα, καθώς και η απαίτηση για χώρους μεγαλύτερης χωρητικότητας από τα σαλόνια των ευγενών, οδήγησε στην εμφάνιση των πρώτων αιθουσών στέγασης μουσικών εκδηλώσεων. Οι γνώσεις περί ακουστικής, όμως, είναι ακόμη ανύπαρκτες και η ακουστική επίλυση βασίζεται αποκλειστικά στη διαίσθηση, χρησιμοποιώντας ως πρότυπο τα σαλόνια των ευγενών. Το πρώτο παράδειγμα τέτοιου χώρου αποτελεί η αίθουσα *Altes Gewandhaus*, στη Λειψία, που κατασκευάστηκε το 1780 και φιλοξενούσε 570 άτομα. Η αίθουσα είχε ορθογωνικό σχήμα και πλούσιο διάκοσμο, ο οποίος προσέφερε αυξημένη διάχυση του ήχου, ενώ το ακροατήριο ήταν τοποθετημένο σε δύο ζώνες αντικριστά η μια στην άλλη, καθώς η παρακολούθηση μουσικών εκδηλώσεων είχε έντονα κοινωνικό χαρακτήρα.



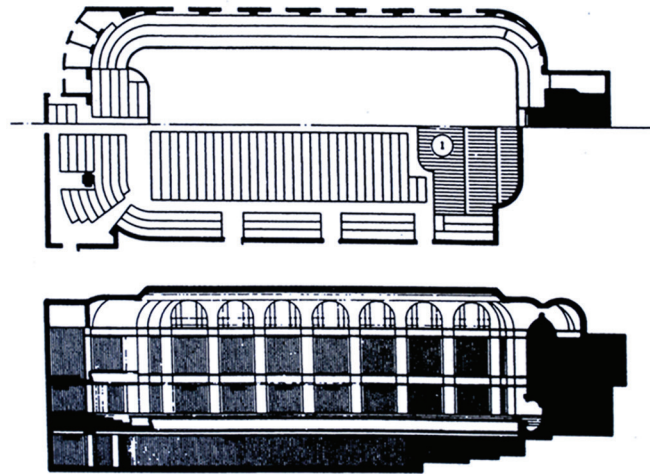
Εικόνα 3.2
Altes Gewandhaus
Λειψία, 1780

²⁶ Η περιγραφή του κεφαλαίου στηρίχθηκε στο κατ' επιλογήν υποχρεωτικό μάθημα του 6ου εξαμήνου, της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Ε.Μ.Π., «Ειδικά Θέματα Τεχνικών Εγκαταστάσεων - Εμβάθυνση στο Σχεδιασμό Χώρων Ακρόασης» της Επίκουρου Καθηγήτριας Α. Σωτηροπούλου, όπως και στο προηγούμενο βιβλίο της ίδιας. Επίσης χρησιμοποιούνται στοιχεία από τα βιβλία: M. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, Λονδίνο: 1993, *Chapter four: The development of the concert hall* και L. Beranek: *Music, Acoustics and Architecture*, Νέα Υόρκη: 1962.

Σταδιακά η μουσική αποκτά μεγαλύτερη δημοσιότητα, αποκτώντας απήχηση στο ευρύ κοινό, γεγονός που υπαγορεύει την ανάγκη για μεγαλύτερες αίθουσες.

Έτσι, το 1886 εγκαινιάζεται στη Λειψία η αίθουσα *Neues Gewandhaus*, χωρητικότητας περίπου 1.560 ατόμων, η οποία, όμως, κατέρρευσε κατά τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Ο χώρος είχε ορθογωνικό σχήμα, σχετικά στενό, το οποίο προσέφερε μεγάλο αριθμό πρώτων πλευρικών ανακλάσεων, αβαθή εξώστη στις τρεις πλευρές της αίθουσας και πληθωρικό διάκοσμο, όπως φατνωματική οροφή και κόγχες με αγάλματα, που εξασφάλιζε τη διάχυση του ήχου. Η εξαιρετική ακουστική ποιότητα της αίθουσας την κατέστησε πρότυπο των μεταγενέστερων αιθουσών, όπως της *Musikvereinssaal*, στη Βιέννη, και του *Concertgebouw*, στο Άμστερνταμ.

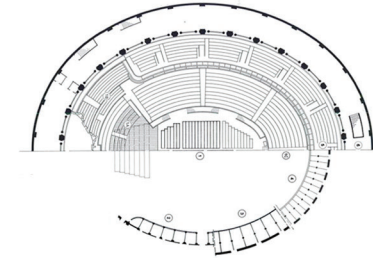
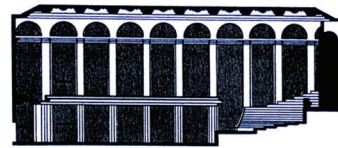
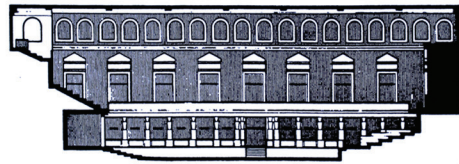
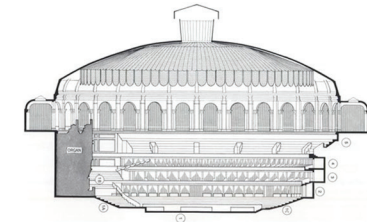
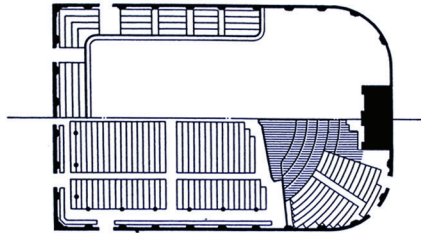
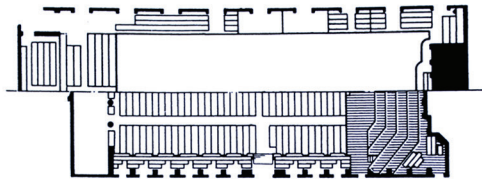
Παραδείγματα της ίδιας περιόδου που αγνόησαν το πρότυπο της αίθουσας *Neues Gewandhaus* απέτυχαν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το *Royal Albert Hall*, στο Λονδίνο, το οποίο είχε ελλειψοειδές σχήμα κάτοψης και τρουλοειδή στέγη στην οροφή, στοιχεία ακατάλληλα για αίθουσες ακρόασης μουσικής.



Εικόνα 3.3.α
Neues Gewandhaus
Κάτοψη και τομή



Εικόνα 3.3.β
Neues Gewandhaus
Εσωτερικός χώρος



Εικόνα 3.4.α
Musikvereinssaal, Βιέννη, 1870
Κάτοψη και τομή

Εικόνα 3.5.α
Concertgebouw, Άμστερνταμ, 1884
Κάτοψη και τομή

Εικόνα 3.6.α
Royal Albert Hall, Λονδίνο, 1871
Κάτοψη και τομή

Εικόνα 3.4.β
Musikvereinssaal, Βιέννη, 1870
Εσωτερικός χώρος

Εικόνα 3.5.β
Concertgebouw, Άμστερνταμ, 1884
Εσωτερικός χώρος

Εικόνα 3.6.β
Royal Albert Hall, Λονδίνο, 1871
Εξωτερική άποψη



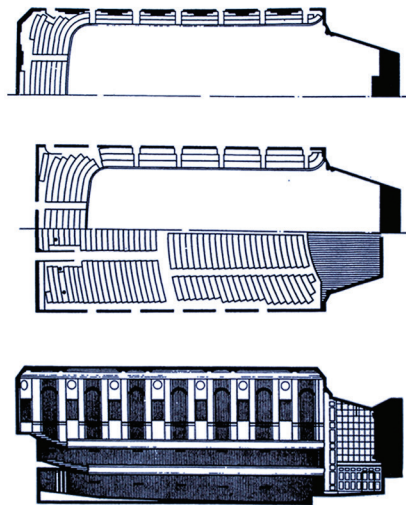
3.2 Νεωτερική Αρχιτεκτονική και Κλασική Θεωρία της Αντήχησης

Στις αρχές του 20ου αιώνα, η έλευση του μοντερνισμού οδηγεί στην κριτική στάση προς τις καθιερωμένες αρχιτεκτονικές μορφές του παρελθόντος.

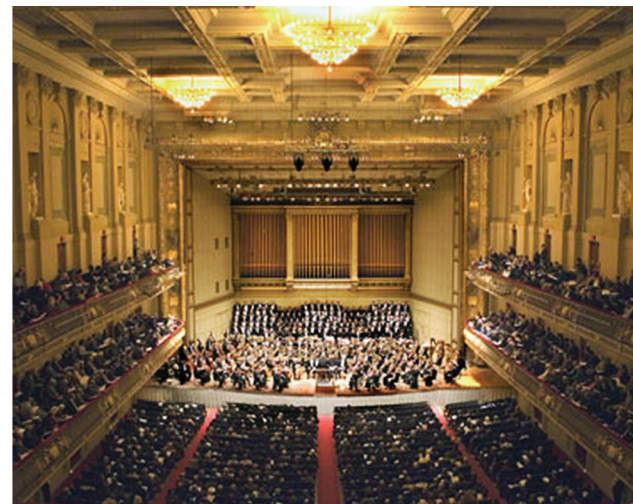
Οι νέες επιλογές που προσφέρει στην κατασκευή το οπλισμένο σκυρόδεμα απελευθερώνει σχεδιαστικά τον αρχιτέκτονα, ο οποίος εγκαταλείπει την τάση αντιγραφής του παρελθόντος, ενώ, ταυτόχρονα, βιώνει την ανάγκη για επιστημονική γνώση της ακουστικής.

Η επιστημονική εξέλιξη στον τομέα του ήχου, αλλά και η εφεύρεση οργάνων για την εξυπηρέτηση ακουστικών μετρήσεων, έδωσε τη δυνατότητα στον *W.C.Sabine*, να πειραματιστεί στο *Sander's Theater* του *Cambridge* της Αμερικής, το οποίο διέθετε καλή ακουστική, και να διατυπώσει την περίφημη «*Κλασική Θεωρία της Αντήχησης*», η οποία εκφράζεται μέσω του τύπου $R.T.=0,16V/(A+Vx)$, που έχει ήδη αναφερθεί.

Το 1900 κατασκευάζεται η αίθουσα της Συμφωνικής της Βοστώνης, η οποία αποτελεί το πρώτο παράδειγμα αίθουσας συναυλιών που βασίστηκε στην επιστημονική γνώση της ακουστικής αιθουσών. Η αίθουσα ακολουθεί τα αρχιτεκτονικά πρότυπα της *Neues Gewandhaus*, εξασφαλίζοντας την εμπειρικά καλή ακουστική επίλυση του παρελθόντος. Η μεγάλη χωρητικότητά της, όμως, η οποία πλησιάζει τα 2.600 άτομα και ξεπερνά κατά πολύ αυτή του προτύπου της, οδήγησε στην ανάγκη για τον υπολογισμό του όγκου της αίθουσας μέσω του τύπου *Sabine*.



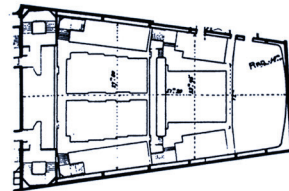
Εικόνα 3.7.α
Συμφωνικής της Βοστώνης
Κάτοψη και τομή



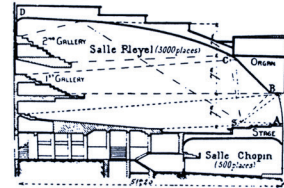
Εικόνα 3.7.β
Συμφωνικής της Βοστώνης
Εσωτερικός χώρος

Εκτός του *W.C. Sabine*, ο οποίος προέβλεψε ότι ο χρόνος αντήχησης δεν είναι το μόνο ακουστικό κριτήριο για το σχεδιασμό της αίθουσας συναυλιών, ως τη δεκαετία του '50, η πλειοψηφία των ειδικών πίστευαν, λανθασμένα, το αντίθετο. Αυτό είχε ως συνέπεια την δημιουργία πρωτότυπων αρχιτεκτονικά και μορφολογικά αιθουσών για την εποχή, με ακατάλληλο όμως ακουστικό αποτέλεσμα.

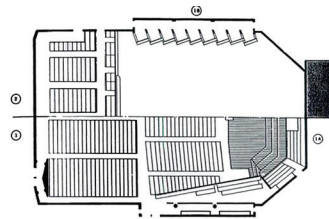
Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η *Salle Pleyel*, στο Παρίσι, του 1927, και το *Royal Festival Hall*, στο Λονδίνο, του 1951. Το κυρίαρχο λάθος στις δυο αίθουσες ήταν η χρήση των αρχών σχεδιασμού αιθουσών για ομιλία, αφού οι απαιτήσεις για τη μουσική είναι διαφορετικές. Το μορφοποιημένο προφίλ της οροφής, επομένως, που χρησιμοποιείται και στα δυο παραδείγματα είναι ακατάλληλο, γιατί προσανατολίζει τον ήχο προς το ηχοαπορροφητικό κοινό, ελαττώνοντας την αντήχηση, ενώ η κάτοψη βεντάλιας στη *Salle Pleyel* και το μεγάλο πλάτος του *Royal Festival Hall* συνεπάγονται την έλλειψη ικανοποιητικών πρώτων πλευρικών ανακλάσεων προς το ακροατήριο.



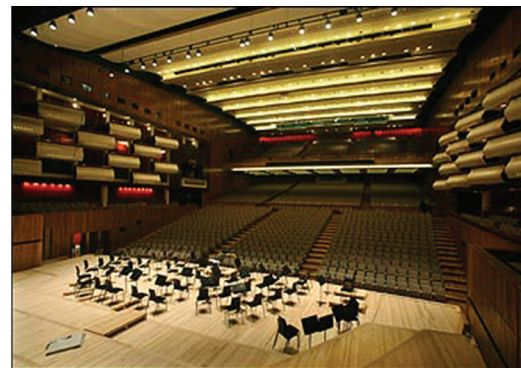
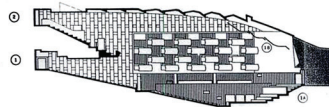
Εικόνα 3.8.α
Salle Pleyel
Κάτοψη και τομή



Εικόνα 3.8.β
Salle Pleyel
Εσωτερικός χώρος



Εικόνα 3.9.α
Royal Festival Hall
Κάτοψη και τομή



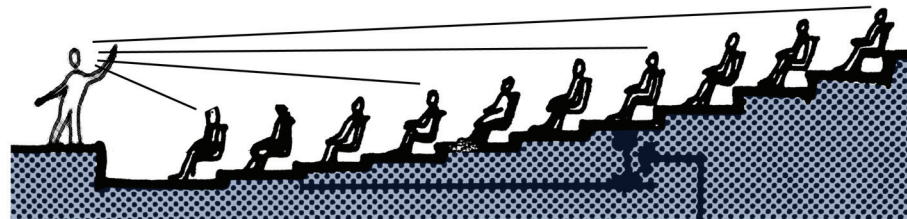
Εικόνα 3.9.β
Royal Festival Hall
Εσωτερικός χώρος

3.3 Σύγχρονες Αρχές Σχεδιασμού

Τη δεκαετία του '50 οι ερευνητές αναζητούν τα κριτήρια της ακουστικής καταλληλότητας για το σχεδιασμό της αίθουσας συναυλιών. Μέσω των παρατηρήσεων στις απόψεις ειδικών, για την ποιότητα του ήχου, που συνέλεξε ο *Leo Beranek*, ειδικός ακουστικής από την Αμερική, και εξέδωσε το 1962, αλλά και της επιστημονικής ανάλυσης του 1971, των *J.Hawkes* και *H.Douglas*, για την υποκειμενική ακουστική εμπειρία των ακροατών, οι ερευνητές κατέληξαν στον προσδιορισμό τόσο των φυσικών ακουστικών κριτηρίων για την ποιότητα του ήχου, όσο και των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών της αίθουσας στέγασης μουσικής. Η σύνδεση των δύο παραπάνω αποτέλεσε στην καθιέρωση των αρχών σχεδιασμού της αίθουσας συναυλιών.

Οι αρχές αυτές συνοψίζονται για το ακροατήριο «στη βελτιστοποίηση του απευθείας ήχου, μέσω της απρόσκοπτης πορείας και της ελαχιστοποίησης της απόστασης ακροατηρίου και ορχήστρας, στην εξασφάλιση άφθονων πρώτων ανακλάσεων, κυρίως πλευρικών, στην ελαχιστοποίηση των ηχοαπορροφητικών υλικών, για την αύξηση του χρόνου αντήχησης, στη βελτιστοποίηση του όγκου, ο οποίος καλείται να είναι μεγάλος, και στην εξασφάλιση επαρκούς βαθμού διάχυσης»²⁷, ενώ για τους μουσικούς «στην παροχή ανακλάσεων προς την ορχήστρα»²⁸.

Για την επίτευξη της απρόσκοπτης πορείας του απευθείας ήχου, χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές, όπως η κλίση του ακροατηρίου και η υπερύψωση της εξέδρας της ορχήστρας.

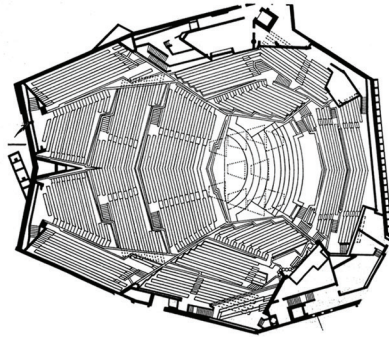


Εικόνα 3.10

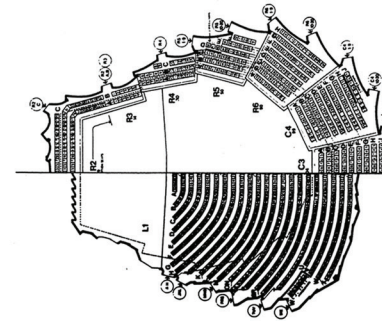
²⁷ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.4-26.

²⁸ Ό.π. σελ.4-50.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ελαχιστοποίηση της απόστασης μεταξύ του ακροατηρίου και της ορχήστρας, εμφανίζονται αίθουσες με σχήμα που διαφέρει από το ορθογωνικό. Έτσι, έχουμε παραδείγματα της διάταξης της έκκεντρης αρένας ή κυκλικής, όπως της αίθουσας της Φιλαρμονικής του Βερολίνου, του 1962, χωρητικότητας 2.200 ατόμων, αλλά και αμφιθεατρικής, όπως η αίθουσα *Roy Thomson*, στο Τορόντο, του 1982, χωρητικότητας 2.800 ατόμων, στις οποίες «ο ήχος φτάνει ζυγισμένος σχεδόν σε όλο το ακροατήριο»²⁹ επιτρέποντας τη φιλοξενία μεγαλύτερου αριθμού ακροατών.



Εικόνα 3.11.α
Φιλαρμονική Βερολίνου
Κάτοψη



Εικόνα 3.12.α
Roy Thomson Hall
Κάτοψη

Εικόνα 3.11.β
Φιλαρμονική Βερολίνου
Εσωτερικός χώρος



Εικόνα 3.12.β
Roy Thomson Hall
Εσωτερικός χώρος

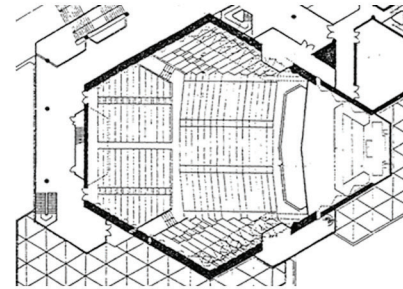


²⁹ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.4-28.

Η ανάγκη για άφθονες πρώτες ανακλάσεις καλύφθηκε με την εφαρμογή ποικίλων τεχνικών, ανάλογα με το σχήμα της κάτοψης.

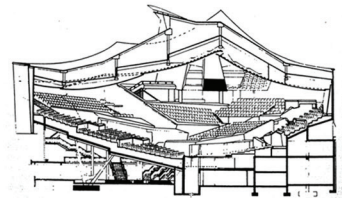
Στην ορθογωνική κάτοψη, λόγω της ανάγκης για αίθουσες μεγαλύτερης χωρητικότητας, που οδηγεί στην αύξηση του πλάτους της αίθουσας και, κατ' επέκταση, στην ανεπάρκεια πλευρικών ανακλάσεων, χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της τοποθέτησης οδοντώσεων στην οροφή.

Για την κάτοψη σε σχήμα βεντάλιας υιοθετήθηκε ο σχεδιασμός του πίσω μέρους της αίθουσας σε σχήμα ανεστραμμένης βεντάλιας, όπως φαίνεται στην αίθουσα *Bach Saal* του κολλεγίου μουσικής *Musashino* στην *Iruma* της Ιαπωνίας, προσφέροντας πολύ καλύτερο αποτέλεσμα.

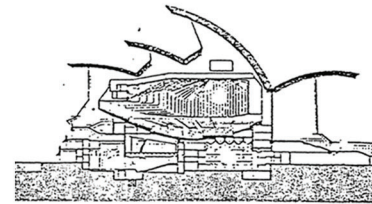


Εικόνα 3.13
Bach Saal
Κάτοψη

Η τεχνική που εφαρμόζεται στις κυκλικές και ημικυκλικές αίθουσες είναι ο τεμαχισμός του ακροατηρίου σε ανισοϋπή επίπεδα, για τη δημιουργία σημαντικών επιφανειών για πλευρικές ανακλάσεις, χειρονομία που γίνεται ιδιαίτερα κατανοητή στις τομές της Φιλαρμονικής του Βερολίνου, αίθουσας κυκλικής κάτοψης, και της Όπερας του Σίδνεϋ, η οποία έχει ημικυκλικό σχήμα.



Εικόνα 3.14.α
Φιλαρμονική
Βερολίνου
Τομή



Εικόνα 3.15.α
Sydney
Opera House
Τομή



Εικόνα 3.14.β
Φιλαρμονική
Βερολίνου
Εσωτερικός χώρος



Εικόνα 3.15.β
Sydney
Opera House
Εσωτερικός χώρος

Παρόλα αυτά, σε περιπτώσεις αιθουσών με κεκλιμένο το επίπεδο του ακροατηρίου, ανεξαρτήτως του σχήματος της κάτοψης, υπάρχει και η λύση της κλίσης, κατά 20 με 30 μοίρες, των πλευρικών παρειών τους, στοιχείο που υιοθετείται στην αίθουσα *Bach Saal* του κολλεγίου μουσικής *Musashino*.



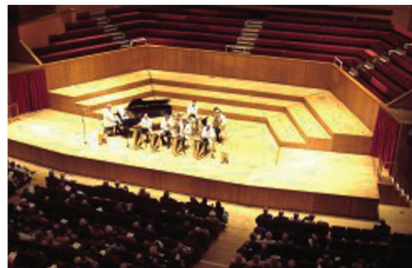
Εικόνα 3.16
Bach Saal
Εσωτερική άποψη

Επίσης, η εκούσια εισαγωγή ηχοαπορροφητικών στοιχείων δε συνίσταται, ενώ επιβάλλεται η χρήση διάχυσης σε εκτεταμένες ανακλαστικές επιφάνειες, με την οροφή της αίθουσας *Beethovenhalle*, η οποία κατασκευάστηκε στη Βόννη το 1959, να αποτελεί την πιο ριζοσπαστική έκφραση τοποθέτησης διαχυτικών στοιχείων.



Εικόνα 3.17
Beethovenhalle
Άποψη της
διαχυτικής οροφής

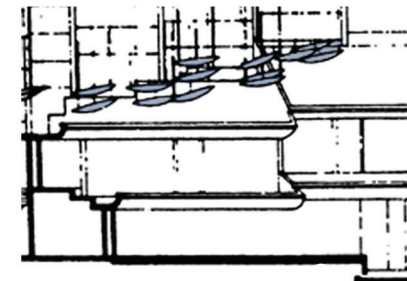
Τέλος, για την ικανοποίηση των ανακλαστικών απαιτήσεων προς τους μουσικούς στην ορχήστρα, χρησιμοποιούνται είτε οι επιφάνειες της περιβάλλουσας της ορχήστρας, όπως στην αίθουσα *Fairfield*, στο *Croydon* του Λονδίνου, είτε, σε περίπτωση ανεπάρκειας αυτών, υπερκείμενοι της σκηνής αναρτημένοι ανακλαστήρες, όπως στην αίθουσα συναυλιών *Roy Thomson*, του Τορόντο.



Εικόνα 3.18
Croydon Fairfield Halls
Ανακλαστικό περιβάλλον σκηνής



Εικόνα 3.19.α
Roy Thomson Hall
Ανακλαστήρες πάνω από τη σκηνή



Εικόνα 3.19.β
Roy Thomson Hall
Τομή σκηνής και
αναρτημένων ανακλαστήρων

4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ RENZO PIANO

4.1 Parco della musica, Ρώμη, Ιταλία, 1992-2002

4.1.1 Συνολική περιγραφή του συγκροτήματος

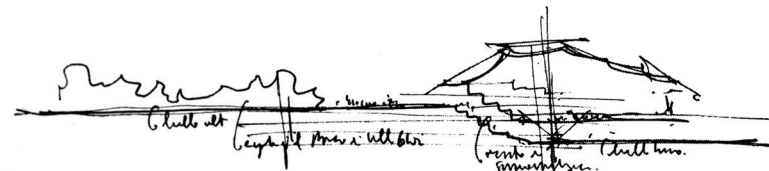
Το *Parco della Musica*, στη Ρώμη, φιλοξενεί ένα πολυλειτουργικό συγκρότημα αφιερωμένο στη μουσική, σχεδιασμένο από τον *Renzo Piano*, το οποίο εμπλουτίζει την ήδη τεράστια πολιτιστική κληρονομιά της πόλης.³⁰

Λόγω του πυκνού ιστορικού κέντρου της Ρώμης, για την κατασκευή ενός έργου της τέτοιας κλίμακας απαιτήθηκε μια προαστιακή περιοχή. Η τοποθεσία που επιλέχθηκε βρίσκεται ανάμεσα στις όχθες του Τίβερη και το λόφο *Parioli*, μεταξύ του Ολυμπιακού Χωριού και του σταδίου *Flaminio* και παρείχε το πλεονέκτημα της διαχείρισης μαζικών μετακινήσεων κοινού, λόγω των υποδομών που προϋπήρχαν. Τέλος, η επιλογή της περιοχής συνδέεται με την προσπάθεια συνολικότερης τοπιακής ανάπλασης, η οποία θα έδινε την ευκαιρία για την εξομάλυνση του αστικού κενού που υπήρχε ανάμεσα στην περιοχή *Parioli* και στο Ολυμπιακό Χωριό, ενώ η κατασκευή του συγκροτήματος είχε στόχο να την αναδείξει ως εκλεπτυσμένο πολιτιστικό πόλο υπερτοπικής χρήσης, που θα εξυπηρετεί τόσο τα πολιτιστικά δρώμενα, όσο και τις απαιτήσεις της καθημερινής ζωής. Θεωρήθηκε πως οι δραστηριότητες που θα διεξάγονται στο *Parco della Musica* για την πρόωθηση του πολιτισμού, θα το καταστήσουν μηχανή ανάπτυξης στο σχέδιο επαναπροσδιορισμού της πόλης.



Εικόνα 4.1

- Parco della Musica
- Villa Glori
- Λόφος Parioli
- Στάδιο Flaminio
- Ολυμπιακό Χωριό



Εικόνα 4.2

³⁰ Η περιγραφή και ανάλυση του συγκροτήματος στηρίχθηκε τόσο στα βιβλία Peter Buchanan: *Renzo Piano Building Workshop: complete works*, Λονδίνο: 2000 και Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002, στις εργασίες των M. Colaprico: «*Auditorium Parco della Musica*» και G. Araneo, A. Farina and A. Frova: «*Study of Acoustical Properties in Santa Cecilia Concert Hall in Rome*», στις επίσημες ιστοσελίδες του αρχιτέκτονα Renzo Piano, του σύμβουλου ακουστικής Helmut A. Müller και του συγκροτήματος Parco della Musica, όσο και στην προσωπική ανάλυση σχεδίων και εικόνων του συγκροτήματος.

Το αστικό κενό μεταξύ των δυο γειτονικών περιοχών καλύφθηκε από ένα πάρκο περίπου 30.000 τετραγωνικών μέτρων, όπου φυτεύτηκαν 400 δένδρα, αποτελώντας στοιχείο σύνδεσης του σταδίου *Flaminio* και της πλούσιας σε βλάστηση περιοχής *Villa Glori*. Βασική προτεραιότητα στο συνολικό σχεδιασμό (αρχιτεκτονικό και αστικό) του συγκροτήματος αποτέλεσε η μουσική. Προκειμένου ο σχεδιασμός να προσφέρει τη μέγιστη δυνατή ηχοαπομόνωση, αλλά και ευελιξία, χωρίς να θυσιάσει η ακουστική ποιότητα, οι τρεις αίθουσες συναυλιών δεν ενσωματώθηκαν σε ένα κτίριο, αλλά αποτέλεσαν τρεις ξεχωριστές κατασκευές, που ενώνονται μέσω ενός ενιαίου χώρου υποδοχής. Οι τρεις αίθουσες, οι οποίες περιβάλλονται από κελύφη που θυμίζουν τεράστια μουσικά κουτιά και συνθέτουν την «Πόλη της Μουσικής», φαίνονται να αιωρούνται πάνω από τη φύτευση. Το σύνολο κορυφώνεται συμμετρικά τοποθετημένο γύρω από τεχνητό λόφο, που έχει σχεδιαστεί ως υπαίθριο αμφιθέατρο, χωρητικότητας 3.000 ατόμων.



Εικόνα 4.3

Τοπογραφικό σχέδιο

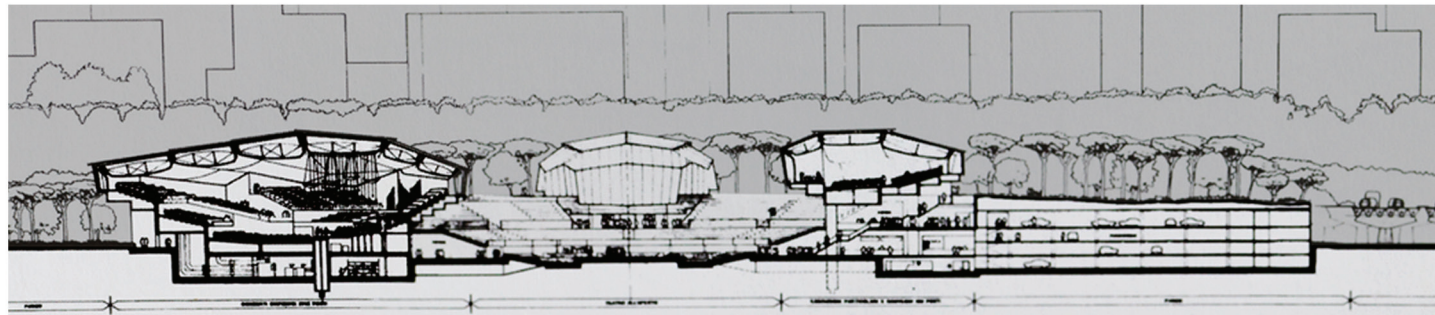


Εικόνα 4.4

Εξωτερική άποψη του συγκροτήματος

Εικόνα 4.5

Τομή συγκροτήματος



Κατά την ανοικοδόμηση στη Ρώμη, συχνά έρχονται στην επιφάνεια αρχαιολογικά ερείπια. Έτσι, και στις ανασκαφές για τη θεμελίωση των κτιρίων του *Parco della Musica* βρέθηκαν ερείπια ρωμαϊκής πόλης του 6ου π.Χ. αιώνα, τα οποία καθυστέρησαν την κατασκευή και οδήγησαν στην αναδιοργάνωση του συγκροτήματος, με στόχο την ενσωμάτωσή τους στο γενικό σχέδιο. Αυτό επιτεύχθηκε με την αλλαγή της κλίσης των γωνιών μεταξύ των αξόνων των τριών αιθουσών, προκειμένου να συμπεριληφθεί μουσείο για τα ρωμαϊκά ευρήματα.

Το συγκρότημα, παρόλα αυτά, περιλαμβάνει και επιπλέον χώρους. Εκτός του αρχαιολογικού μουσείου, υπάρχει και μουσείο μουσικών οργάνων, ενώ φιλοξενούνται επίσης τρία μουσικά studio και ένα θεατρικό, για τις πρόβες και τις ηχογραφήσεις των καλλιτεχνών. Επιπλέον, στεγάζονται χώροι γραφείων, καθώς και εξειδικευμένη βιβλιοθήκη, η οποία καλύπτει τις ανάγκες της Ακαδημίας Μουσικής της *Santa Cecilia*, που έχει ως έδρα το *Parco della Musica*, αλλά και βιβλιοπωλείο. Τέλος, το συγκρότημα περιλαμβάνει και χρήσεις αναψυχής, όπως εστιατόριο και μπαρ, και μεγάλο κήπο.



Εικόνα 4.6 Ανασκαφή ρωμαϊκής πόλης



Εικόνα 4.7 Ερείπια ρωμαϊκής πόλης

Εικόνα 4.8

Οργάνωση των τριών όγκων γύρω από το υπαίθριο αμφιθέατρο



4.1.2 Ακουστική συμπεριφορά των αιθουσών συναυλιών

Καθεμία από τις τρεις αίθουσες συναυλιών, σχεδιασμένη με την ιδέα του κτιρίου ως μεγάλου μουσικού οργάνου, έχει διαφορετικό μέγεθος και τα δικά της ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Κατασκευάστηκαν με στόχο την ικανοποίηση των αναγκών κάθε είδους μουσικής και είναι αποτέλεσμα της εμπειρίας του παρελθόντος στον τομέα της ακουστικής, σε συνδυασμό με τη βοήθεια από τους συνθέτες *Luciano Berio* και *Pierre Boulez* και τον σύμβουλο ακουστικής *Helmut Müller*, ο οποίος, στο τελευταίο στάδιο σχεδιασμού, πραγματοποίησε μια σειρά ακουστικών πειραμάτων σε προπλάσματα μεγάλης κλίμακας, προκειμένου να ελεγχθεί η ανακλαστική συμπεριφορά των αιθουσών.



Εικόνα 4.9

Πρόπλασμα



Εικόνα 4.10

Πρόπλασμα



Εικόνα 4.11

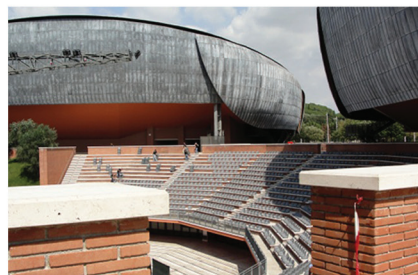
Πρόπλασμα

Αυτά τα τεράστια μουσικά κουτιά έχουν διαχωριστεί τόσο αρχιτεκτονικά, όσο και λειτουργικά, προκειμένου να διευκολυνθεί η ηχομόνωσή τους. Τα εξαιρετικά μεγάλα κελύφη που περικλείουν τις αίθουσες περιλαμβάνουν δυο στοιχεία, το εσωτερικό, που είναι κατασκευασμένο από σκυρόδεμα, επενδυμένο με τούβλο, και το εξωτερικό, που αποτελείται από φέροντα στοιχεία επικολητής ξυλείας με μεταλλικούς συνδέσμους, επικαλυμμένα με φύλλα μολύβδου, προσφέροντας, έτσι, εξαιρετική ηχομόνωση, ενώ τα υλικά που χρησιμοποιούνται παραπέμπουν στην αρχιτεκτονική ρωμαϊκή παράδοση. «Στο εσωτερικό, ο θόρυβος, όπως αυτός του κλιματιστικού εξοπλισμού, παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, χάρη στα ακουστικά φίλτρα στις πόρτες, τους διαδρόμους και κατά μήκος των αγωγών αέρα»³¹.



Εικόνα 4.12

Επικάλυψη μολύβδου



Εικόνα 4.13

Κελύφη



Εικόνα 4.14

Στοιχεία κελύφους

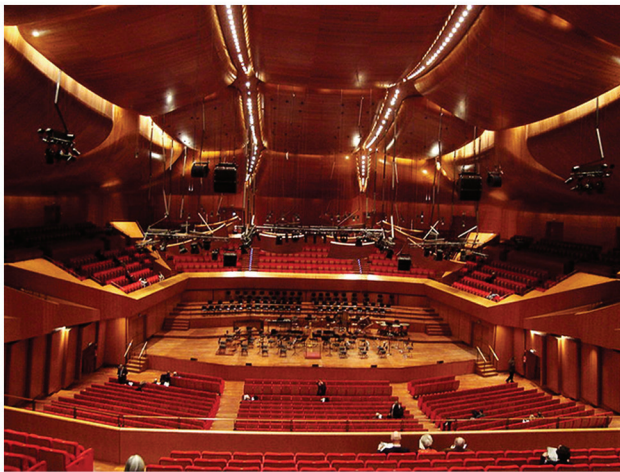
³¹ Πρβλ. G. Araneo, A. Farina and A. Frova: «*Study of Acoustical Properties in Santa Cecilia Concert Hall in Rome*», Μετάφραση.

Αίθουσα Santa Cecilia

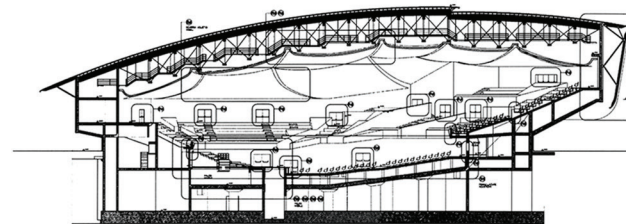
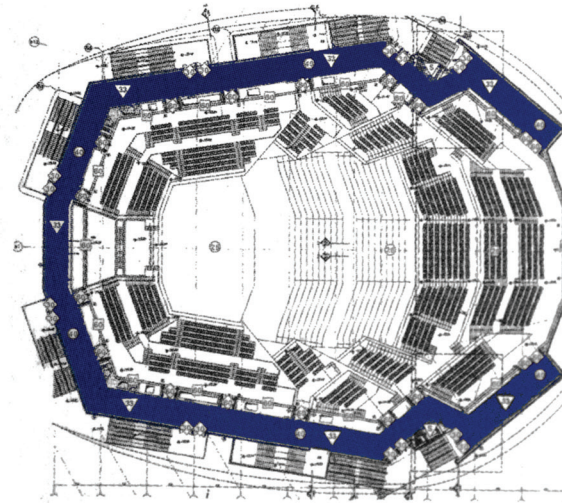
Πρόκειται για τη μεγαλύτερη από τις τρεις αίθουσες, και μια από τις μεγαλύτερες αίθουσες συναυλιών του κόσμου, με χωρητικότητα 2.800 ατόμων, η οποία πλησιάζει το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο χωρητικότητας (max=3.000 άτομα) προκειμένου να εξασφαλίζεται η φυσική ακουστική, και ονομάστηκε έτσι προς τιμήν της προστάτιδας-αγίας της μουσικής.

Η αίθουσα προορίζεται για συμφωνική μουσική, καθώς πληροί τις προδιαγραφές για την υποδοχή μεγάλης ορχήστρας και χορωδίας, προσφέροντας χώρο για 250 μουσικούς, σε σκηνή 334 τετραγωνικών μέτρων, αλλά και λόγω του χρόνου αντήχησης της αίθουσας, ο οποίος είναι 2,2 δευτερόλεπτα στις μεσαίες συχνότητες, αφού «ο βέλτιστος χρόνος αντήχησης στις μεσαίες και υψηλές συχνότητες για την κλασική μουσική κυμαίνεται από 1,5 έως και 2,2 δευτερόλεπτα, ανάλογα με τον όγκο της αίθουσας»³². Μπορεί, επίσης, να φιλοξενήσει και άλλες εκδηλώσεις, όπως μουσική δωματίου ή σύγχρονη μουσική, προσφέροντας εξίσου καλές συνθήκες ακουστικής.

Ο μεγάλος όγκος της αίθουσας, αγγίζει τα 33.000 κυβικά μέτρα και βρίσκεται στο όριο, προκειμένου ο χώρος να έχει την κατάλληλη φυσική ακουστική συμπεριφορά, καθώς «σε μεγαλύτερη αίθουσα ο ήχος θα καλυπτόταν από ηχώ στις τελευταίες σειρές των καθισμάτων»³³, αλλά και οι ακροατές να μη βρίσκονται σε μεγαλύτερη από 40 μέτρα απόσταση από τη σκηνή.



Εικόνα 4.15.α Αίθουσα Santa Cecilia - Εσωτερικός χώρος



Εικόνα 4.15.β Αίθουσα Santa Cecilia - κάτοψη και τομή

³² Πρβλ. Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.78.

³³ Πρβλ. Renzo Piano: *The Renzo Piano: logbook*, Λονδίνο: 1997, σελ.232, Μετάφραση.

Οι μέγιστες διαστάσεις της αίθουσας είναι 77 μέτρα στο μήκος και 54 μέτρα στο πλάτος. Το σχήμα της ακολουθεί τη λογική της έκκεντρης αρένας, με το πλάτος της αίθουσας να είναι μικρότερο στη μεριά της σκηνής και να διευρύνεται στη μεριά του καθιστικού χώρου, ενώ το ακροατήριο, εκτός από την πλατεία που βρίσκεται αντικριστά με τη σκηνή και περιλαμβάνει 1.000 καθίσματα, τεμαχίζεται σε κεκλιμένα ανισοϋπή επίπεδα γύρω από τη σκηνή. Ο χειρισμός αυτός «προσφέρει το πλεονέκτημα της ελαχιστοποίησης της απόστασης ακροατών και ορχήστρας»³⁴, ενώ ταυτόχρονα «εξασφαλίζει θέα προς την ορχήστρα, απαλλαγμένη από το προκαθήμενο κοινό, κάτι που επιτείνει την αίσθηση εγγύτητας προς τα δρώμενα»³⁵.

Η διάταξη αυτή αποτελεί φόρο τιμής στην αίθουσα της Φιλαρμονικής του Βερολίνου του Hans Scharoun, ο οποίος ήταν ο πρώτος που τόλμησε την τοποθέτηση της ορχήστρας στο κέντρο του ακροατηρίου, επιδιώκοντας μια πιο ενεργή σχέση ανάμεσα στους μουσικούς και το ακροατήριο, μετατρέποντας τον ακροατή σε συμμετοχο.

Από ακουστικής άποψης η τοποθέτηση των επιπέδων σε διαφορετικά ύψη οδηγεί στην εξασφάλιση άφθονων πρώτων ανακλάσεων, «απαλείφοντας τις πλευρικές παρειές του χώρου και χρησιμοποιώντας τις κατακόρυφες βαθμίδες που δημιουργούνται ως δευτερεύουσες επιφάνειες για πλευρικές ανακλάσεις»³⁶.

Ο σχεδιασμός της αίθουσας, παρόλα αυτά, είναι απαιτητικός, ειδικά όσον αφορά στη διατήρηση της ομοιομορφίας σε ολόκληρη την περιοχή του ακροατηρίου. Ο καθιστικός χώρος της πλατείας δεν οργανώνεται οριζόντια, αλλά σε κεκλιμένο επίπεδο, για την εξασφάλιση πλούσιου απευθείας ήχου, ενώ απουσιάζουν οι εξώστες, προκειμένου να αποφευχθεί η δημιουργία ηχητικής σκιάς. Επίσης, τα καθίσματα είναι επενδυμένα με υλικό μέτριας απορροφητικότητας, «έτσι ώστε η διαφορά της ηχοαπορρόφησης, με ή χωρίς κοινό, να μην είναι πολύ μεγάλη»³⁷.



Εικόνα 4.16 Santa Cecilia - Χώρος ακροατηρίου



Εικόνα 4.17 Santa Cecilia - Περιοχή πλατείας

³⁴ Πρβλ. Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.65.

³⁵ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.4-29.

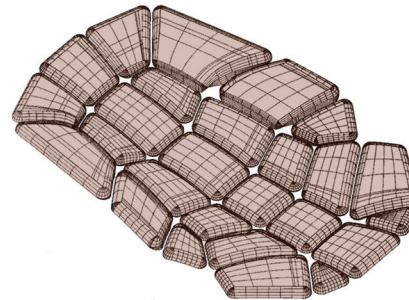
³⁶ Ο.π. σελ.4-35.

³⁷ Πρβλ. G. Araneo, A. Farina and A. Frova: στο προηγούμενο, Μετάφραση.

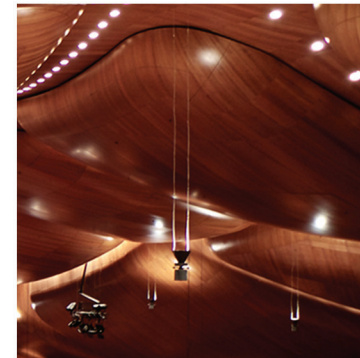
«Ο εγγενής περιορισμός μιας τέτοιας αίθουσας είναι ότι ο απευθείας ήχος πίσω από την ορχήστρα δε φτάνει ζυγισμένος, λόγω της κατευθυντικότητας των μουσικών οργάνων»³⁸. Για την επίλυση του προβλήματος, ο Renzo Piano εφαρμόζει στο σχεδιασμό της οροφής την ιδιαίτερη, μορφολογικά, ιδέα της επικάλυψής της με 26 κυρτά κελύφη από ξύλο αμερικάνικης κερασιάς, επιφάνειας 180 τετραγωνικών μέτρων το καθένα, προκειμένου να επιτευχθεί η διάχυση του ήχου προς όλες τις κατευθύνσεις της αίθουσας. Τα ξύλινα κελύφη λειτουργούν, επομένως, ως διαχυτές, «που μεταφέρουν τον ήχο της ορχήστρας πίσω από αυτήν, καθώς και εμπρός»³⁹, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν τη φιλοξενία των συστημάτων φωτισμού και εξαερισμού. Οι τοίχοι της αίθουσας είναι επίσης ελαφρώς κυρτοί, διασφαλίζοντας, μαζί με την οροφή, τη διάχυση του ήχου.



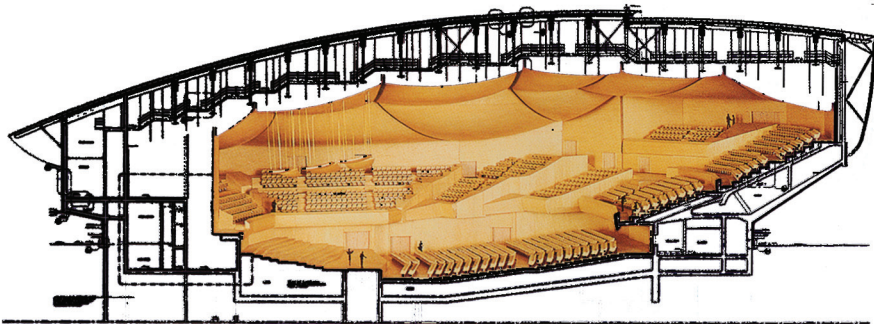
Εικόνα 4.18 Αίθουσα Santa Cecilia - Οροφή



Εικόνα 4.19 Ψηφιακό σχέδιο οροφής



Εικόνα 4.20 Κελύφη οροφής



Εικόνα 4.21 Πρόπλασμα σε τομή



Εικόνα 4.22 Εφαρμογή ξύλου σε στέρεο υπόστρωμα

³⁸ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.4-27.

³⁹ Ο.π. σελ.4-27.

Το μεγαλύτερο τμήμα της αίθουσας (πάτωμα, τοίχοι, οροφή) είναι επικαλυμμένο με ξύλο αμερικάνικης κερασιάς, κολλημένο σε στερεό υπόστρωμα, αφού «η λεπτή ξύλινη επένδυση απορροφά τις χαμηλές συχνότητες»⁴⁰. Αντίθετα, η σκηνή κατασκευάζεται από ευλύγιστες σανίδες πάνω από κενό χώρο, προκειμένου «να ενισχυθεί ο ήχος των κοντραμπάσων και των τσέλων, οργάνων που στηρίζονται στο δάπεδο μέσω μεταλλικών ακίδων»⁴¹. Επίσης, γίνεται χρήση εξέδρας με βαθμίδες για την ορχήστρα, «ώστε τα αδύνατα όργανα να μην επισκιάζονται από τα προκαθήμενά τους»⁴². Το κέλυφος της ορχήστρας αποτελείται από ανακλαστικές επιφάνειες που δημιουργούν πλάτη για τους μουσικούς, αφήνοντας το άνω μέρος ανοικτό, και οι οποίες χρησιμεύουν στην επιστροφή του ήχου προς την ορχήστρα, προκειμένου οι μουσικοί να «ακούν τον εαυτό τους, ο ένας τον άλλο, αλλά και το σύνολο του ήχου στην αίθουσα»⁴³. Σε αυτό συνεισφέρουν επίσης η ελαφριά κλίση στο άνω τμήμα των στηθαίων των εξωστών που περιβάλλουν την ορχήστρα, καθώς και οι 12 ανακλαστήρες που αναρτώνται από πάνω της.

Για την αποφυγή ηχητικών προβλημάτων, ο *Renzo Piano* χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο κυρτές, διαχυτικές επιφάνειες. Καταφέρνει, με αυτό τον τρόπο, την αποφυγή της ηχούς πίσω από τα τελευταία καθίσματα, αλλά και του εστιασμού, ο οποίος εμφανίζεται κατά την πρόσπτωσή του σε κοίλες επιφάνειες. Τέλος, στην αντιμετώπιση του πλαταγισμού του ήχου, βοηθάει το σχήμα της κάτοψης, όπου αποφεύγονται οι παραλληλίες μεταξύ αντικριστών παρειών.



Εικόνα 4.23

Ανακλαστικό κέλυφος σκηνής



Εικόνα 4.24

Ανακλαστήρες πάνω από τη σκηνή



Εικόνα 4.25

Αναρτηση ανακλαστήτων από την οροφή

⁴⁰ Πρβλ. L. Beranek: *Concert Halls and Opera Houses: Music, Acoustics and Architecture*, Νέα Υόρκη: 2004, σελ.502, Μετάφραση.

⁴¹ Ο.π. σελ.503, Μετάφραση.

⁴² Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.4-52.

⁴³ Ο.π. σελ.4-50.

Αίθουσα Sinopoli

Η δεύτερη σε μέγεθος αίθουσα, χωρητικότητας 1.200 ατόμων, πήρε το όνομά της από τον Ιταλό συνθέτη και μαέστρο *Giuseppe Sinopoli*.

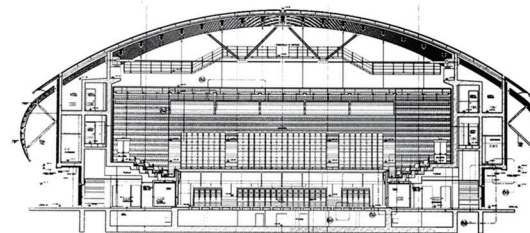
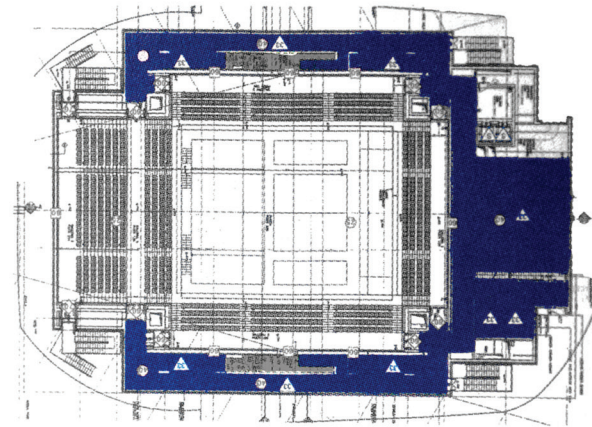
Κύριο χαρακτηριστικό της είναι ο εξαιρετικά ευέλικτος χώρος, στοιχείο που παραπέμπει στην αίθουσα συναυλιών του *Lingotto*, έργο του *Renzo Piano*, που ολοκληρώθηκε το 1995. Η ευελιξία αυτή αφορά σε τρεις παραμέτρους της αίθουσας: τη χωρητικότητα, τις διαστάσεις της σκηνής και την ακουστική, οι οποίες προσφέρουν τη δυνατότητα για τροποποιήσεις μέσα σε δευτερόλεπτα, χάρη στην τοποθέτηση αυτόματου συστήματος, παρέχοντας μηχανική ακουστική ευελιξία. Έτσι, επιτρέπεται η αλλαγή του μεγέθους της σκηνής, της χορωδίας, της ορχήστρας, αλλά και του ακροατηρίου, σε συνάρτηση με τον αριθμό των μουσικών και την ακουστική συμπεριφορά που απαιτείται κάθε φορά.

Εκτός των κινητών στοιχείων που προαναφέρθηκαν, η ευελιξία της αίθουσας ενισχύεται με τις προσαρμοζόμενες επιφάνειες της οροφής, οι οποίες μπορούν να κινούνται κατακόρυφα, αυξομειώνοντας τον συνολικό όγκο της αίθουσας και επιτρέποντας την ελεγχόμενη μεταβολή του χρόνου αντήχησής της. Με αυτό τον τρόπο, η αίθουσα προσαρμόζεται σε ποικίλες ακουστικές απαιτήσεις, προσφέροντας ικανοποιητικά αποτελέσματα σε εκδηλώσεις διαφορετικού χαρακτήρα, όπως συναυλίες κλασικής και σύγχρονης μουσικής, αλλά και χορευτικές παραστάσεις.

Εικόνα 4.26.α
Αίθουσα *Sinopoli*
Εσωτερικός χώρος



Ο χώρος, ακολουθώντας τα πρότυπα των κλασικών αιθουσών του 19ου αιώνα, είναι ορθογωνικής κάτοψης, λύση περισσότερο ασφαλής για την ακουστική απόδοση, καθώς έχει το πλεονέκτημα των άφθονων πλευρικών ανακλάσεων, χωρίς τον ταυτόχρονο απαιτητικό σχεδιασμό της κάτοψης της έκκεντρης αρένας, δίνοντας εντελώς ορθοκανονικό αποτέλεσμα, αισθητικά πιο λιτό και διακριτικό, σε σχέση με τη μεγάλη αίθουσα. Οι διαστάσεις της αίθουσας είναι 48 μέτρα μήκος επί 34 μέτρα πλάτος, κρατώντας τη μέγιστη απόσταση ακροατηρίου και μουσικών μικρότερη των 40 μέτρων, ενώ η σκηνή που στεγάζει η αίθουσα έχει επιφάνεια 142 τετραγωνικών μέτρων, προσφέροντας τη δυνατότητα φιλοξενίας 80 μουσικών.



Εικόνα 4.26.β Αίθουσα *Sinopoli* - Κάτοψη και τομή

Ο χώρος του ακροατηρίου οργανώνεται σε δύο ομάδες. Καταρχάς, υπάρχει πλατεία, η οποία αποτελείται από κινητά, κεκλιμένα επίπεδα, που επιτρέπουν την αυξομείωση της χωρητικότητας, αλλά και την απρόσκοπτη πορεία του απευθείας ήχου. Περιμετρικά της πλατείας, εξελίσσεται στοά, αντί εξωστών, η οποία διαθέτει στην πάνω πλευρά καθιστικό χώρο, στοχεύοντας στην αποφυγή της δημιουργίας της ηχητικής σκιάς που εμφανίζεται κάτω από βαθείς εξώστες, «όπου ο ήχος περιθλάται ικανοποιητικά μόνο στις πολύ χαμηλές συχνότητες»⁴⁴. Η στοά, στο επίπεδο της πλατείας, πληρώνεται με ξύλινες επιφάνειες, οι οποίες εξασφαλίζουν άφθονες πρώτες ανακλάσεις, κυρίως πλευρικές, ενώ φέρει περιμετρικά στα στηθαία, ελαφρώς κεκλιμένες επιφάνειες, οι οποίες βοηθούν στην ικανοποίηση της ίδιας ακουστικής αρχής.



Εικόνα 4.27

Χώρος ακροατηρίου



Εικόνα 4.28

Ανακλαστικές επιφάνειες στηθαίων

Η σκηνή τοποθετείται σε εσοχή που δημιουργούν οι πλευρικοί τοίχοι της αίθουσας, αντικριστά από το ακροατήριο, και είναι ελαφρώς υπερυψωμένη, για την απρόσκοπτη ορατότητα του ακροατή. Περιστασιακά, τοποθετείται σε αυτή εξέδρα με διαβαθμίσεις, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκδήλωσης που φιλοξενείται. Το ακουστικό της κέλυφος αποτελείται από ξύλινες επιφάνειες περιμετρικά της σκηνής, αλλά και από ξύλινους ανακλαστήρες που αναρτώνται από πάνω της, για την επιστροφή του ήχου προς την ορχήστρα.



Εικόνα 4.29

Αίθουσα Sinopoli - Κέλυφος ορχήστρας

⁴⁴ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-7.

Η διάχυση του ήχου στην αίθουσα αυτή επιτυγχάνεται μέσω των 124 ελαφρώς κυρτών ξύλινων πανέλων της οροφής, η οποία εκτείνεται οριζόντια και ακολουθεί την οργάνωση της κάτοψης. Η διαχυτική ικανότητα της αίθουσας ενισχύεται μέσω των τοίχων της, οι οποίοι είναι επικαλυμμένοι με τούβλο, τοποθετημένο εσκεμμένα κατά ανομοιογενή τρόπο, λειτουργώντας ως διαχυτής, πράγμα που συμβαίνει «στην περίπτωση ανεπάρκειας των στοιχείων διάχυσης και σε χώρους μικρών διαστάσεων, κυρίως με παράλληλες πλευρές»⁴⁵.

Η αποφυγή ακουστικών προβλημάτων και σε αυτή την περίπτωση επιτυγχάνεται με τη βοήθεια διαχυτικών μέσων, κυρτών και μη, τα οποία αποτρέπουν στην εμφάνιση ηχούς και συντονισμού. Επίσης, παρόλο που η αίθουσα έχει ορθογωνικό σχήμα, το οποίο παρέχει παράλληλες επιφάνειες όπου μπορεί να εμφανιστεί πλαταγισμός, οι επιφάνειες αυτές καλύπτονται από το διαχυτικά τοποθετημένο τούβλο, έτσι ώστε να αποτρέπεται η επαναλαμβανόμενη ανάκλαση του ήχου.

Η ευελιξία της αίθουσας, όπως προαναφέρθηκε, στηρίζεται στη μεταβλητότητα του όγκου της αίθουσας. Παρόλα αυτά, χρησιμοποιούνται και δευτερεύοντα ακουστικά στοιχεία, που συμβάλουν στην αλλαγή του χρόνου αντήχησής της. Καταρχάς, υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης επιπλέον κυρτών επιφανειών, κατασκευασμένων από συμπαγές ξύλο κερασιάς, περιμετρικά στους τοίχους της αίθουσας, πληθαίνοντας τα μέσα διάχυσης του ήχου, με αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου αντήχησης. Αντίθετα, σε περιπτώσεις που απαιτείται μικρότερος χρόνος αντήχησης, τοποθετούνται στους τοίχους υφασμάτινες επιφάνειες, οι οποίες αυξάνουν την ηχοαπορρόφηση.



Εικόνα 4.30

Ακροατήριο και διαχυτική οροφή

Εικόνα 4.31

Επικάλυψη τοίχων με τούβλο, ανομοιόμορφα τοποθετημένο



Εικόνα 4.32

Ανάρτηση επιπλέον διαχυτικών στοιχείων



Εικόνα 4.33

Τοποθέτηση ηχοαπορροφητικού υλικού



⁴⁵ Πρβλ. Δ. Ευθυμιάτος: *Ακουστική και Κτιριακές Εφαρμογές*, Αθήνα: 2007, σελ.140.

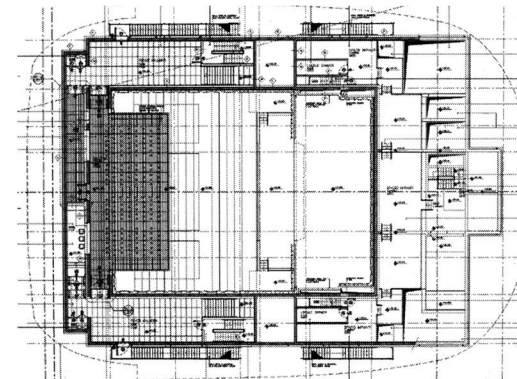
Αίθουσα Petrassi

Η αίθουσα πήρε το όνομά της από το σύγχρονο Ιταλό συνθέτη *Goffredo Petrassi*, μετά το θάνατό του το 2003.

Πρόκειται για τη μικρότερη σε μέγεθος αίθουσα, χωρητικότητας 750 ατόμων, η οποία περιλαμβάνει, επίσης, έναν εντελώς ευέλικτο χώρο, χρησιμοποιώντας ορισμένες από τις καινοτόμες λύσεις που υιοθετήθηκαν στο *IRCAM (Institut de Recherche et Coordination d'Acoustique et Musique)*, στο Παρίσι, και προέκυψαν από τη συνεργασία ανάμεσα στην αρχιτεκτονική, τα μαθηματικά, την ακουστική και τη μουσική. Οι καινοτομίες αυτές αφορούν σε πτυσσόμενες επιφάνειες, οι οποίες επιτρέπουν την τροποποίηση της αίθουσας ως προς τη μορφή και τον όγκο, μέσω του κινητού δαπέδου, της κινητής οροφής και της ικανότητας μεταβολής της ακουστικής ικανότητας των τοίχων, με μηχανικά και όχι ηλεκτρονικά μέσα. Υπάρχει, επομένως, η δυνατότητα προσαρμογής της ακουστικής ικανότητας της αίθουσας, σε μεγάλο εύρος, ικανοποιώντας την πραγματοποίηση εκδηλώσεων ποικίλου χαρακτήρα, όπως κλασικής μουσικής, όπερας, μουσικής jazz, θεατρικών και χορευτικών παραστάσεων, αλλά και προβολών σε οθόνη.

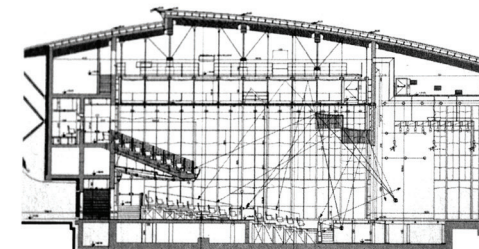
Επίσης ορθογωνικής κάτοψης και με τη σκηνή αντικριστά από το ακροατήριο, η αίθουσα αυτή διαθέτει μεταβαλλόμενο χρόνο αντήχησης, από 1,5 έως 2 δευτερόλεπτα, χρόνος που ανταποκρίνεται τόσο σε θεατρικές παραστάσεις, όσο και σε εκδηλώσεις κλασικής μουσικής, και διαστάσεις 20 επί 23 μέτρων, παρέχοντας εγγύτητα μεταξύ ακροατών και καλλιτεχνών.

Εικόνα 4.34.α Αίθουσα Petrassi - Κάτοψη και τομή



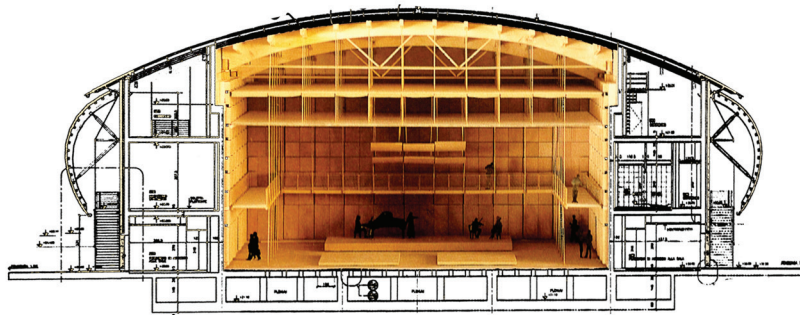
Εικόνα 4.34.β

Αίθουσα Petrassi - Εσωτερικός χώρος



Η αίθουσα προσφέρει τη δυνατότητα δημιουργίας εσοχής για την ορχήστρα, εμπρός και κάτω από τη σκηνή, με την αντικατάσταση των τριών πρώτων σειρών των καθισμάτων, προκειμένου να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των παραστάσεων της όπερας.

Η σκηνή είναι εξοπλισμένη με τρόπο που να επιτρέπει την εύκολη αλλαγή τόσο του μεγέθους της, όσο και των σκηνικών της, μέσω του πύργου σκηνής που διαθέτει. Τα πλευρικά πετάσματά της μπορούν να περιστρέφονται κατά ενενήντα μοίρες, για τη δημιουργία προσκήνιου με κουρτίνες, το οποίο αποτελεί διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ σκηνής και ακροατηρίου και εξυπηρετεί τις παραστάσεις όπερας και θεάτρου, ενώ, όταν παραμερίζονται πλευρικά, αφήνουν τη σκηνή ανοιχτή προς το κοινό, για εκδηλώσεις άλλου είδους, όπως αυτές της μουσικής.



Εικόνα 4.35
Πρόπλασμα σε τομή
Σκηνή

Η επιλογή στέγασης παραστάσεων όπερας οδηγεί τον Renzo Piano στην υιοθεσία μερικών στοιχείων που έχουν ως αφετηρία την αίθουσα του Baroque λυρικού θεάτρου. Αυτά συνοψίζονται στην «τοποθέτηση της ορχήστρας μπροστά και κάτω από τη σκηνή, στη χρήση προσκήνιου και στο σχεδιασμό σκηνής μεγάλης έκτασης»⁴⁶, η οποία στην προκειμένη περίπτωση είναι επιφάνειας 173 τετραγωνικών μέτρων, μεγαλύτερη από αυτή της αίθουσας Sinopoli.

Τα καθίσματα της πλατείας αναπτύσσονται σε κεκλιμένο επίπεδο, για πλούσιο απευθείας ήχο, αλλά και για την καλύτερη οπτική επαφή του κοινού με τους ηθοποιούς ή τους τραγουδιστές της όπερας, ενώ πάνω από τα πίσω καθίσματα της πλατείας προβάλλεται εξώστης εκατόν ενενήντα δύο καθισμάτων, ο οποίος, ενώ είναι σχετικά βαθύς ($H \leq D \leq 2H$), είναι αποδεκτός, αφού «η στερεά γωνία υποδοχής του καθυστερημένου ήχου κάτω από τον εξώστη περιορίζεται από την απέναντι ηχοαπορροφητική σκηνή»⁴⁷.



Εικόνα 4.36 Περιοχή ακροατηρίου

⁴⁶ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.4-60.

⁴⁷ Ό.π. σελ.4-74

Το ακουστικό κέλυφος της σκηνης αποτελείται περιμετρικά από σύνολο ξύλινων ανακλαστικών επιφανειών, αλλά και 9 κινητές ανακλαστικές επιφάνειες που αναρτώνται στον πύργο σκηνης της, προκειμένου να εξασφαλιστεί η μεταφορά του ήχου σε όλη τη σκηνή, διαδικασία που εξυπηρετεί τόσο την όπερα, όσο και τις διαφόρων ειδών μουσικές εκδηλώσεις.

Το μετωπικό άνοιγμα της σκηνης είναι διευρυμένο «εισάγοντας στο χώρο αρκετό από τον όγκο του πύργου σκηνης»⁴⁸, στοιχείο που συμβάλει στην ευελιξία της αίθουσας. Εμπρός και πάνω από τη σκηνή, χρησιμοποιούνται δύο σειρές επίσης ξύλινων ανακλαστήρων, οι οποίοι στοχεύουν στην «παροχή πρώτων ανακλάσεων (από τους τραγουδιστές) προς το ακροατήριο, αλλά και προς την ορχήστρα»⁴⁹.

Η αίθουσα, στο μεγαλύτερο τμήμα της, είναι επικαλυμμένη με ξύλο. Οι τοίχοι, ομοίως με το κέλυφος της σκηνης, καλύπτονται από ξύλινες επίπεδες και κυρτές επιφάνειες, τόσο για την επίτευξη πλήθους πρώτων πλευρικών ανακλάσεων, αλλά και για λόγους διάχυσης του ήχου κατά τις μουσικές εκδηλώσεις. Το πάτωμα είναι σε όλο του το μήκος ξύλινο, ενώ τα καθίσματα είναι επενδυμένα με υλικό μέτριας απορροφητικότητας.

Η οροφή αποτελείται από 90 επιφάνειες, ελαφρώς κυρτές, που οργανώνονται οριζόντια και τοποθετούνται εναλλάξ σε πλέγμα τετραγώνων, για τη διασπορά του ήχου σε όλο το χώρο. Κάτω από αυτές βρίσκεται ένας σκελετός που συμπίπτει με αυτόν του πλέγματος, ο οποίος συγκρατεί αδιαφανή, ηχοαπορροφητικά πετάσματα, που εξυπηρετούν στη μείωση του χρόνου αντήχησης, για την περίπτωση φιλοξενίας θεατρικών παραστάσεων.

Προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος αντήχησης, αλλά και για την αποφυγή ηχούς, κατά τις θεατρικές παραστάσεις, προσφέρεται η δυνατότητα τοποθέτησης υφασμάτινων επιφανειών μεγάλης ηχοαπορροφητικότητας περιμετρικά στους τοίχους της αίθουσας. Σε αντίθετη περίπτωση, η ηχώ και ο εστιασμός αποφεύγονται με τη χρήση κυρτών διαχυτικών επιφανειών σε όλο το εύρος της αίθουσας. Ομοίως με την αίθουσα *Sinopoli*, το φαινόμενο του πλαταγισμού αποτρέπεται, παρόλο το ορθγωνικό σχήμα της αίθουσας, μέσω της χρήσης διαχυτικών στοιχείων στους πλευρικούς τοίχους.



Εικόνα 4.37

Ακουστικό κέλυφος σκηνης



Εικόνα 4.38

Ηχοαπορροφητική οροφή

⁴⁸ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.5-4.

⁴⁹ Ο.π. σελ.4-72

4.1.3 Συμπεράσματα

Ο *Renzo Piano* ως βασική ιδέα για το έργο του συγκροτήματος *Parco della Musica*, είχε το σχεδιασμό μιας «πόλης» αφιερωμένης στη μουσική, όπου τα κτίρια λειτουργούν ως μουσικά όργανα, όχι για να παράγουν μουσική, αλλά για να φιλοξενούν την εκτέλεση και την ακρόασή της.

Μέσω της πολιτιστικής περιοχής που διαχειρίστηκε αρχιτεκτονικά, επιδίωξε τον εμπλουτισμό του αστικού χώρου, προσφέροντας εκ νέου στην πόλη την ανεπανάληπτη ιστορική ποιότητα του ρωμαϊκού παρελθόντος. Αντιμετωπίζοντας με ευαισθησία το αστικό κενό που κλήθηκε να συμπληρώσει, ο αρχιτέκτονας υιοθετεί την κεντρική ιδέα προσδιορισμού ενός συνθετικού και λειτουργικού τοπίου, το οποίο διαμορφώνεται με πρωταγωνιστές τα τρία ασύμμετρα κελύφη των αιθουσών συναυλιών, που οργανώνονται σαν γιγάντια γλυπτά στη φύση, με σκηνικό υπόβαθρο τη φύτευση του πάρκου.

Ο συνολικός σχεδιασμός του συγκροτήματος αποπνέει τη θέση του *Renzo Piano* ότι «η μουσική είναι η πιο άυλη αρχιτεκτονική που μπορεί να υπάρξει. Είναι απίστευτο το πόσες ομοιότητες υπάρχουν ανάμεσα στη διαδικασία παραγωγής της μουσικής και της αρχιτεκτονικής. Και οι δυο έχουν μια πρωταρχική δομή και στη συνέχεια προχωρούν προς τη λεπτομέρεια»⁵⁰.

Η αρχιτεκτονική του *Parco della Musica* παρουσιάζει την προσπάθεια μετατροπής του άυλου σε ορατό, θίγοντας, ταυτόχρονα, το πρόβλημα της απεικόνισης μιας τέχνης εξορισμού ανεικονικής, της μουσικής. «Στη νέα σχεδιαστική προσέγγιση του *Renzo Piano*, το θέμα εναρμονίζεται με έντονη ευαισθησία με την αξία της μεταφοράς στην αρχιτεκτονική, χρησιμοποιώντας την ως ιδρυτική πράξη των δομικών αρχών»⁵¹.

Οι τρεις αίθουσες, επομένως, μπορούν να παρομοιαστούν με σώματα βιολιών σε αναμονή, αποπνέοντας έντονη δυναμικότητα, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούν την εικόνα δοχείων των οποίων η λειτουργία αντικατοπτρίζεται στη μορφή τους, χωρίς να αφήνουν ερωτηματικά για τη χρήση τους. Η ποιητική του αρχιτέκτονα στο συγκεκριμένο έργο φαίνεται να εγκαταλείπει την τεκτονική, διαρθρωτική έννοια του κτιρίου ως συνένωση μερών, για τη διαμόρφωση όγκων που επεκτείνονται πάνω από το περιεχόμενο τους, με κύριο και ολοκληρωμένο παράδειγμα την αίθουσα *Santa Cecilia*, όπου ο συνολικός εσωτερικός χώρος ορίζεται μέσω της δυναμικής και ταυτόχρονα εκφραστικής χειρονομίας της οροφής της.

⁵⁰ Πρβλ. *Renzo Piano Building Workshop: Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002, σελ.17, Μετάφραση.

⁵¹ Ο.π. σελ.11, Μετάφραση.

Περνώντας στην κλίμακα της αίθουσας, το κοινό στοιχείο που χαρακτηρίζει τα τρία κτίρια είναι το εξωτερικό τους περίβλημα, κέλυφος, το οποίο αρχιτεκτονικά αποτελεί μια μορφή – μεταφορά, που καλείται να απεικονίσει την άυλη ιδέα της μουσικής, ενώ ακουστικά χρησιμεύει στην ηχητική απομόνωση του εσωτερικού από τους θορύβους της πόλης.

Βασική ιδέα, επίσης, αποτέλεσε η ξύλινη κατασκευή τόσο στο σκελετό του κελύφους, όσο και στο εσωτερικό των αιθουσών. Η σπουδαιότητα του ξύλου δεν περιορίζεται στον προφανή λόγο της υπόμνησης μουσικών οργάνων, λόγω της υλικότητάς τους. Η ακουστική του καταλληλότητα είναι εξίσου σημαντική, καθώς, μέσω της ανακλαστικής του συμπεριφοράς, συμβάλει στην ελαχιστοποίηση της ηχοαπορρόφησης, και για τον λόγο αυτό, όπως έχει προαναφερθεί, το μεγαλύτερο τμήμα των τριών αιθουσών είναι καλυμμένο με ξύλο αμερικάνικης κερασιάς.

Όσον αφορά στο εσωτερικό των τριών αιθουσών, παρατηρείται μια έντονη διαφοροποίηση ανάμεσα στη μεγαλύτερη, *Santa Cecilia*, και τις δυο μικρότερες. Η αίθουσα *Santa Cecilia* αποτελεί την πιο άμεση αναφορά στη χωρική εφεύρεση του *Hans Scharoun* με την κάτοψη της έκκεντρης αρένας, και αντιπροσωπεύει κάτι εντελώς καινοτομικό στην αρχιτεκτονική του *Renzo Piano*, ο οποίος κατά κύριο λόγο σε ανάλογες αίθουσες υιοθετεί την ορθογωνική κάτοψη, όπως και στις αίθουσες *Sinopoli* και *Petrassi*. Η διάταξη αυτή ορίζει ένα κοινωνικό αιτούμενο σχεδιασμού, σύμφωνα με το οποίο ο ακροατής τοποθετείται σε ένα ισορροπημένο κοινωνικό περιβάλλον, με έκδηλα τα στοιχεία δημοκρατικού χειρισμού, αντίθετα από τα ορθογωνικά σχήματα, που «υπαινίσσονται για το ακροατήριο κάποιο βαθμό μειωμένης προτεραιότητας»⁵².

Η μεγάλη αίθουσα, με την πολύπλοκη κάτοψή της, αποτελεί παράδειγμα οργανικής ενότητας και αποδεικνύει πειστικά τη δυνατότητα συνύπαρξης χώρου και μουσικής. Τόσο η σχέση του ακροατηρίου με τους μουσικούς, όσο και των ακροατών μεταξύ τους, προσφέρει νέα δυναμική στην αίθουσα, πιο άτυπη, η οποία, κατά τον *Scharoun*, αναζητά τις ρίζες της σε υπαίθριες εκδηλώσεις, «όπου ο κόσμος μαζεύεται σε κύκλο, κατά άτυπο τρόπο, για να ακούσει μουσική»⁵³.

Η οργανική ανάπτυξη της αίθουσας, με τα ανισοϋνή επίπεδα, τις κυρτές επιφάνειες στους τοίχους περιμετρικά και τα 26 κελύφη της οροφής, θα μπορούσε να αποτελεί παράδειγμα σχεδιασμού από το εσωτερικό προς το εξωτερικό, αφού η αρχιτεκτονική των εσωτερικών καμπυλών αποτελεί μικρογραφία του εξωτερικού περιβλήματος της αίθουσας, προκύπτοντας από την ίδια γεωμετρία.

Αντίθετα, οι δυο μικρότερες αίθουσες, προκειμένου να προσφέρουν τη μεγαλύτερη δυνατή ευελιξία, διατηρώντας τη φυσική ακουστική, χωρίς τη χρήση ηλεκτρονικών μέσων, χειρισμό που θα επέτρεπε το διαχωρισμό μορφής και ακουστικής, προσαρμόζονται στο κέλυφος χωρίς η μορφή του εσωτερικού, η οποία ακολουθεί πιο ορθογωνικά πρίσματα, να αλληλεπιδρά με αυτή του κελύφους.

⁵² Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου, στο προηγούμενο, σελ.4-38.

⁵³ Πρβλ. Μ. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, Λονδίνο: 1993, σελ.91, Μετάφραση.

Αναλύοντας σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις αίθουσες, προκύπτουν επιπλέον συμπεράσματα για το πώς η ακουστική επίλυση καθορίζει τις αρχιτεκτονικές ποιότητες στις τρεις αίθουσες του *Renzo Piano*. Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της προσπάθειας αποτελεί ο χειρισμός των υλικών επικάλυψης των τοίχων, με τρόπο που να εξυπηρετεί τις ακουστικές ανάγκες τις κάθε αίθουσας. Ακόμη και στις δυο ευέλικτες αίθουσες, η τοποθέτηση επιπλέον στοιχείων, για τη μεταβλητότητα του χρόνου αντήχησης, αποτελεί τμήμα του σχεδιασμού των αιθουσών και όχι μετέπειτα προσθήκη.

Στις αίθουσες *Santa Cecilia* και *Petrassi*, παρατηρείται η επένδυσή τους από κυρτές ξύλινες επιφάνειες, στοιχεία που συνδυάζουν την ανάγκη για τη διάχυση του ήχου με την κατάλληλη ακουστική συμπεριφορά του ξύλου, ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί μια πιο ζεστή ατμόσφαιρα τόσο για τους μουσικούς, όσο και για το ακροατήριο. Η αίθουσα *Santa Cecilia* διακρίνεται, επίσης, από την εξαιρετικής μορφολογίας οροφή, η οποία ανταποκρίνεται στις ακουστικές απαιτήσεις, ενώ αποδίδει με τις καμπύλες της έντονα την αίσθηση της τρισδιάστατης ποιότητας.

Αντίθετα, η οροφή στην αίθουσα *Petrassi*, όταν φιλοξενεί θεατρικές παραστάσεις καλύπτεται από πλέγμα αδιαφανούς, ηχοαπορροφητικού υλικού, που κρύβει τη διαχυτική κατασκευή της οροφής και το σύστημα φωτισμού, αποδίδοντας στην αίθουσα πιο μοντέρνο χαρακτήρα, ο οποίος συνάδει με την ιδέα της ευελιξίας, αλλά και της ποικιλίας στο είδος των εκδηλώσεων που στεγάζει.

Στην αίθουσα *Sinopoli*, παρόλο που η οροφή και το κέλυφος της σκηνής φέρουν ξύλινη επικάλυψη, οι τοίχοι, που καλύπτονται από τούβλο ανομοιογενώς τοποθετημένο, στοχεύουν ακουστικά στη διάχυση του ήχου, ενώ μορφολογικά η αίθουσα αποκτά πιο ανάλαφρη αίσθηση, με παραπομπές στις ρίζες της ρωμαϊκής αρχιτεκτονικής.

Π4.2 Αίθουσα Συναυλιών Niccolò Paganini, Πάρμα, Ιταλία, 1997-2001

4.2.1 Συνολική περιγραφή του κτιρίου

Η αίθουσα συναυλιών *Niccolò Paganini* κατασκευάστηκε στο εσωτερικό του εγκαταλελειμμένου βιομηχανικού συγκροτήματος παραγωγής ζάχαρης *Eridania*, στην Πάρμα της Ιταλίας, το οποίο χτίστηκε το 1899 και τέθηκε εκτός λειτουργίας το 1968⁵⁴. Βρίσκεται κοντά στο ιστορικό κέντρο, σε πάρκο της πόλης, το οποίο περιλαμβάνει ποικίλη φύτευση, ενώ μετά την εκπόνηση του έργου προστέθηκαν επιπλέον φυτά, όπως κέδροι, βελανιδιές και πλατάνια.

Το έργο του *Renzo Piano* εκπροσωπεί την πιο σημαντική παρέμβαση του αστικού ανασχεδιασμού της περιοχής, η οποία αποτελεί τμήμα ενός μεγαλύτερου προγράμματος αστικών αναπλάσεων που προτείνει την επανάχρηση της βιομηχανικής ζώνης της πόλης, διατηρώντας τα πιο σημαντικά αρχιτεκτονικά της στοιχεία, με την προσθήκη νέων χρήσεων τοπικής, αλλά και υπερτοπικής σημασίας. Η προσπάθεια αυτή πραγματοποιήθηκε από το Δήμο της Πάρμα, με στόχο την ενίσχυση του συστήματος των δημόσιων πολιτιστικών χώρων, μέσω δομών που χαρακτηρίζονται από έντονη αισθητική και λειτουργικότητα, κίνηση που τοποθετεί την πόλη ανάμεσα στις καλύτερα μουσικά εξοπλισμένες πόλεις της Ιταλίας.



Εικόνα 4.39
■ Ιστορικό κέντρο
■ Αίθουσα Niccolò Paganini

Εικόνα 4.39



Εικόνα 4.40

Το παλιό εργοστάσιο ζάχαρης



Εικόνα 4.41

Το βιομηχανικό συγκρότημα στο πάρκο

⁵⁴ Η περιγραφή και ανάλυση της αίθουσας στηρίχθηκε τόσο στο βιβλίο *Renzo Piano Building Workshop: Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002, στις εργασίες των L. Tronchin and V. Tarabusi: «*Auditoria and dismissed structures: the acoustical design*» και A. Radu «*Form and Space Abstraction in Architectural Rehabilitation of Industrial Buildings*», στις επίσημες ιστοσελίδες του αρχιτέκτονα Renzo Piano, του σύμβουλου ακουστικής Helmut A. Müller, του Teatro Regio και του Fondazione Renzo Piano, όσο και στην προσωπική ανάλυση σχεδίων και εικόνων της αίθουσας.

Στη δυνατότητα μετατροπής του εργοστασίου σε αίθουσα συναυλιών συνέβαλαν κυρίως τρεις παράγοντες. Καταρχάς, ο κύριος όγκος του κτιρίου, όπου τοποθετούνται οι λειτουργίες που είναι αφιερωμένες στη μουσική, δηλαδή το φουαγιέ και η αίθουσα, χωρητικότητας 780 ατόμων με τη σκηνή, έχει διαστάσεις που πληρούν τα κριτήρια ακουστικής καταλληλότητας. Επίσης, το πάρκο ως περιβάλλον χώρος της αίθουσας είχε ως αποτέλεσμα την απλοποίηση των απαιτήσεων για ηχομόνωση του εσωτερικού από το εξωτερικό. Τέλος, η προέκταση του κτιρίου στα ανατολικά επιτρέπει τη φιλοξενία των επιπλέον απαραίτητων λειτουργιών, όπως υπηρεσίες και γραφεία, βεστιάριο, μπαρ, τεχνικούς χώρους, καμαρίνια και αίθουσες για πρόβα.

Για την αποκατάσταση του εργοστασίου *Eredira* απαιτήθηκε μια σειρά δομικών ενεργειών, προκειμένου να διατηρηθεί η μορφολογία του βιομηχανικού κτιρίου με την ταυτόχρονη αντικατάσταση των παλιών υλικών, που ήταν πλέον ακατάλληλα από μηχανικής άποψης.

Κατασκευάστηκαν νέα θεμέλια από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ οι τοίχοι ενισχύθηκαν με σκυρόδεμα και οι τριώροφες όψεις κατασκευάστηκαν εξ αρχής.

Το έργο περιλάμβανε την κατάργηση των εγκάρσιων τοίχων του κύριου όγκου και την αντικατάστασή τους από τρεις μεγάλους γυάλινους τοίχους, προκειμένου να διασφαλιστεί η διαφάνεια, καθ' όλο το μήκος των 90 μέτρων του κτιρίου, δημιουργώντας ένα είδος «τηλεσκοπικής» ορατότητας προς το πάρκο. Ακόμη και κατά τη διάρκεια των συναυλιών, υπάρχει θέα προς το πάρκο από κάθε σημείο της αίθουσας ή του φουαγιέ, θέτοντας νέα λειτουργία στα βοτανικά στοιχεία του περιβάλλοντος χώρου, καθώς η σκηνή αποκτά φυσικό σκηνικό.

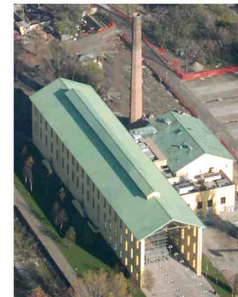
Επίσης, κατασκευάστηκαν εκ νέου τα δικτυώματα της οροφής, τα οποία έχουν την ικανότητα αντοχής του επιπλέον βάρους των ακουστικών στοιχείων που αναρτώνται από αυτό, εκτός αυτού της στέγης.

Τα μορφολογικά στοιχεία του νέου κτιρίου, επομένως, περιλαμβάνουν τους δυο διαμήκεις τοίχους, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από τα υφιστάμενα παράθυρα με τα χαμηλά τόξα, τη δίρριχτη στέγη και τα δικτυώματα που τη στηρίζουν, καθώς και τα τεράστια μετωπικά ανοίγματα από γυαλί, που αποτελούν τα εγκάρσια όρια του κτιρίου.



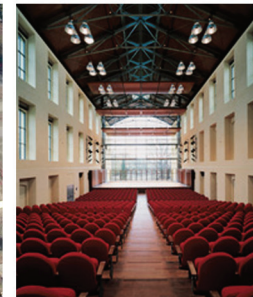
Εικόνα 4.42

Αποκατάσταση κελύφους



Εικόνα 4.43

Κέλυφος



Εικόνα 4.44

Διαφάνεια



Εικόνα 4.45

Μορφολογία νέου κτιρίου

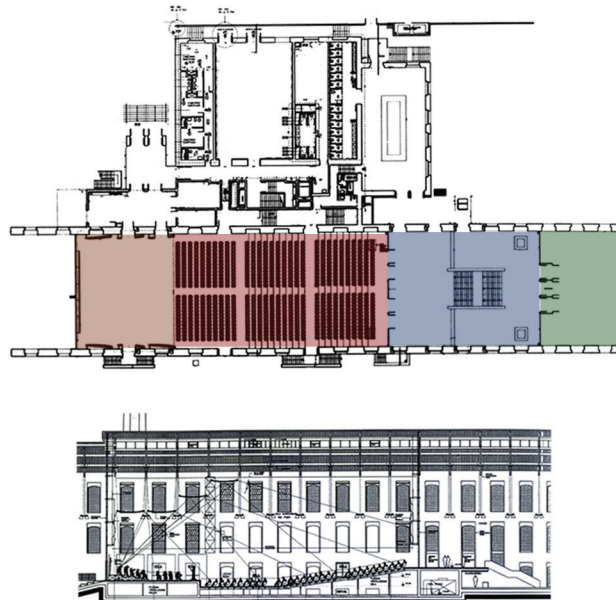
Η κίνηση του κοινού στο κτίριο έχει ως αφετηρία τη νότια πλευρά του, όπου συναντά στεγασμένο υπαίθριο χώρο που οδηγεί στο εσωτερικό, περνώντας τον πρώτο γυάλινο τοίχο. Συνεχίζοντας, εισέρχεται στο φουαγιέ, το οποίο αναπτύσσεται σε δυο επίπεδα και οδηγεί, μέσω του δεύτερου γυάλινου τοίχου, στην αίθουσα συναυλιών. Αυτή καταλήγει μέσω καθοδικής πορείας στη σκηνή, η οποία τοποθετείται στο βόρειο άκρο και κοντά στον τρίτο γυάλινο τοίχο, προσφέροντας αρκετό χώρο για μουσικές ομάδες με μεγάλη ορχήστρα, αλλά και χορωδία.

Η επιτυχής ένταξη του κτιρίου στον περιβάλλοντα χώρο ολοκληρώνεται με τη φροντίδα του φωτισμού και της φύτευσης.

Καταρχάς, οι δυο μεγάλοι γυάλινοι τοίχοι, στα μέτωπα του κτιρίου, δημιουργούν, μέσω του φυσικού φωτισμού, μια σχέση συνέχειας μεταξύ του εσωτερικού χώρου του κτιρίου και του πάρκου. Την ίδια σχεδιαστική λογική ακολουθεί και ο τεχνητός φωτισμός, καθώς χρησιμοποιούνται, τόσο εξωτερικά, όσο και εσωτερικά, φωτιστικά που οργανώνονται κατά όμοιο τρόπο και αποδυναμώνουν ακόμα περισσότερο το ασθενές όριο των γυάλινων τοίχων.

Ο φωτισμός του πάρκου στοχεύει κυρίως στην απόδοση κατεύθυνσης προς την είσοδο της αίθουσας, με δυο παράλληλες σειρές φωτιστικών, στοιχείο που συνεχίζεται και στο εσωτερικό του κτιρίου με φωτιστικά αναρτημένα από τα δικτυώματα, κατά μήκος του χώρου, προσφέροντας την αίσθηση της συνέχειας και της ροής.

Τέλος, η φύτευση περιμετρικά του κτιρίου έχει επιλεγεί με ιδιαίτερη προσοχή, προκειμένου να εξασφαλιστεί το ενδιαφέρον σκηνικό για το ακροατήριο της αίθουσας.



Εικόνα 4.46 Αίθουσα *Niccolò Paganini* - Κάτοψη και τομή



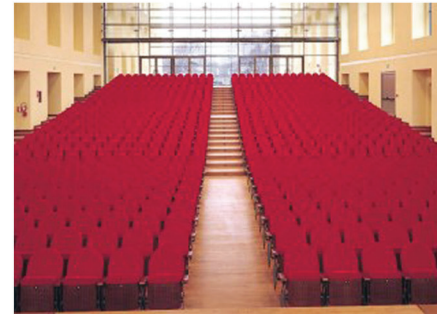
Εικόνα 4.47

Φωτισμός

4.2.2 Ακουστική συμπεριφορά

Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στην ακουστική της αίθουσας, η οποία, παρά τα μεγάλα ανοίγματα που έχει το βιομηχανικό κέλυφος, προσφέρει υψηλά επίπεδα ηχομόνωσης σε σχέση με τον εξωτερικό χώρο. Η μορφή του κτιρίου έχει υποβληθεί σε προσεκτική ανάλυση για να εξασφαλιστεί στο μέγιστο η ακουστική ποιότητα στην εκτέλεση έργων συμφωνικής μουσικής, ενώ η τεχνολογία που χρησιμοποιείται και αφορά στη ακουστική αποτελεί θεμελιώδη πτυχή της δομής του. Ο σύμβουλος ακουστικής του έργου είναι, όπως και στο *Parco della Musica*, ο *Helmut Müller*.

Η αίθουσα, ορθογωνικής κάτοψης, έχει συνολικό μήκος 45 μέτρων, διατηρώντας τη μέγιστη απόσταση ακροατή – ορχήστρας μικρότερη των 40 μέτρων. Τα καθίσματα, σχεδιασμένα από το *Renzo Piano*, έχουν κατασκευαστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται, από άποψη ηχοαπορρόφησης, η διαφορά μεταξύ άδειας και γεμάτης αίθουσας, και οργανώνονται με μικρή κλίση που ευνοεί την ορατότητα προς τη σκηνή από κάθε σημείο της αίθουσας και τον απευθείας ήχο προς όλους τους ακροατές, χωρίς να περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός εξώστη.



Εικόνα 4.48

Περιοχή ακροατηρίου

Το κέλυφος της σκηνής αποτελείται από 6 κυρτές ξύλινες επιφάνειες εκατέρωθεν αυτής, που στοχεύουν στην επιστροφή του ήχου προς τους μουσικούς, αλλά και σε «γυάλινα, περιστρεφόμενα ανακλαστικά στοιχεία»⁵⁵, που αναρτώνται από το γυάλινο τοίχο που βρίσκεται πίσω από την ορχήστρα και στοχεύουν στο ίδιο αποτέλεσμα.

Η ορχήστρα χωρίζεται σε διαβαθμισμένα επίπεδα, ώστε τα αδύνατα όργανα να μην επισκιάζονται από τα προκαθήμενά τους, ενώ, πίσω από τη σκηνή, τοποθετείται σειρά ξύλινων, περσίδων, οι οποίες εξουδετερώνουν τις αντανακλάσεις των ειδώλων των μουσικών στον γυάλινο τοίχο.



Εικόνα 4.49

Κέλυφος ορχήστρας



Εικόνα 4.50

Γιάλινοι ανακλαστήρες



Εικόνα 4.51

Περσίδες

⁵⁵ Πρβλ. Müller-BBM: *Acoustic Venues*, σελ.8, Μετάφραση.

Οι πρώτες ανακλάσεις φτάνουν στο ακροατήριο μέσω ξύλινων κυρτών επιφανειών, αναρτημένων μπροστά και πάνω από τη σκηνή, αλλά και μέσω των πλευρικών τοίχων.

Τα ανοίγματα του τριώροφου κελύφους πληρώνονται με διπλά υαλοπετάσματα, για ηχομονωτικούς λόγους, και το μεγάλο πλήθος τους δρα διαχυτικά στις εκτεταμένες ανακλαστικές επιφάνειες των πλευρικών τοίχων, «βελτιώνοντας την ομοιογένεια του ήχου, με τη συνεχή αλλαγή των γωνιών εκτροπής του»⁵⁶.

Η οροφή, στηριζόμενη σε δικτυώματα, αποτελείται από «απορροφητικές επιφάνειες, προκειμένου να περιοριστεί η αντήχηση στο επιθυμητό επίπεδο»⁵⁷, αλλά και για την αποφυγή του πλαταγισμού της «δίρριχτης στέγης», ο οποίος συνεπάγεται τη δημιουργία ηχούς. Τόσο τα δικτυώματα της οροφής, όσο και τα φωτιστικά στοιχεία που αναρτώνται από αυτά, έχουν και διαχυτική λειτουργία.

Τέλος, για την αποφυγή της ηχούς στα τελευταία καθίσματα του ακροατηρίου, τοποθετούνται γυάλινα, περιστρεφόμενα στοιχεία στον ίδιο υλικού τοίχο πίσω από το ακροατήριο, αντιμετωπίζοντας μέσω της διάχυσης, το ηχητικό πρόβλημα.



Εικόνα 4.52

Κέλυφος ορχήστρας



Εικόνα 4.53

Οροφή και στοιχεία διάχυσης



Εικόνα 4.54

Ηχοαπορροφητική οροφή και στοιχεία διάχυσης

⁵⁶ Πρβλ. Ιστοσελίδα: Fondazione Renzo Piano, Μετάφραση.

⁵⁷ Πρβλ. Müller-BBM: Acoustic Venues, σελ.8, Μετάφραση.

4.2.3 Συμπεράσματα

Η αίθουσα *Niccolò Paganini* αποτελεί ένα καινοτόμο και ταυτόχρονα τολμηρό παράδειγμα επανάχρησης βιομηχανικού κελύφους, καθώς, παρόλο που σε μια τέτοια διαδικασία συχνά αποδίδονται καλλιτεχνικής φύσης χρήσεις, αυτές έχουν ένα χαρακτήρα πιο σύγχρονο και πειραματικό. Στην προκειμένη περίπτωση ο *Renzo Piano* καλείται να εναρμονίσει το κέλυφος της παλιάς βιομηχανίας με τις συγκεκριμένες και απαιτητικές ακουστικές λύσεις της κλασσικής μουσικής.

Παρατηρούμε, λοιπόν, τρεις άξονες σχεδιασμού του κτιρίου, οι οποίοι διακρίνονται μέσω των υλικών που επιλέγονται. Ο πρώτος άξονας αφορά στο βιομηχανικό χαρακτήρα και εκφράζεται μέσω του σκυροδέματος και του τούβλου στο κέλυφος, ο δεύτερος ακολουθεί τις ακουστικές απαιτήσεις και εμφανίζεται με τη χρήση του ακουστικά κατάλληλου ξύλου και, τέλος, ο τρίτος σχετίζεται με την ιδέα της διαφάνειας του κτιρίου και αποδίδεται με τους τρεις γυάλινους τοίχους.

Βασική ιδέα του έργου αποτελεί η διαφάνεια κατά μήκος του κτιρίου. ***Ο Renzo Piano επιχειρεί μέσω ιδιοτήτων όχι φυσικών, αλλά άυλων, ιδιοτήτων του πνεύματος και του χώρου, να κάνει αισθητή την αναλογία ανάμεσα στην αρχιτεκτονική και τη μουσική, η οποία αποτελεί τέχνη άυλη και ανεικονική.*** Χειριζόμενος τη διαφάνεια και τον φωτισμό ως εργαλεία σχεδιασμού, στοχεύει στη δημιουργία ενός συνεχώς μεταβαλλόμενου σκηνικού, το οποίο επηρεάζεται από το φως, τον καιρό, την εποχή, αλλά και τον άνθρωπο.

Η υλική στιβαρότητα του προϋπάρχοντος κελύφους διαλύεται μέσω της δυναμικής χειρονομίας του αρχιτέκτονα, ο οποίος με την τοποθέτηση των γυάλινων μετώπων εξυπηρετεί απόλυτα τη ζητούμενη διαφάνεια, τροφοδοτώντας την αίθουσα με άπλετο φως και πράσινο.

Σχετικά με την ακουστική, η ορθογωνική κάτοψη του κτιρίου προσέφερε μια λύση ακουστικά ασφαλή, ενώ ο *Renzo Piano* την εκμεταλλεύτηκε με σύνεση, προσαρμόζοντάς το μήκος της με τρόπο που οι αναλογίες της αίθουσας να πληρούν τις ακουστικές προϋποθέσεις και χρησιμοποιώντας το χώρο που μένει για τη στεγασμένη υπαίθρια είσοδο και το φουαγιέ.

Τα στοιχεία που αναρτώνται, σύμφωνα με τις ακουστικές απαιτήσεις, έρχονται σε συνάρτηση με τις δυο βασικές επιδιώξεις του αρχιτέκτονα.

Όσον αφορά στο προϋπάρχον κέλυφος, οι ξύλινες ανακλαστικές επιφάνειες που τοποθετούνται, προσαρμόζονται πλήρως στο χώρο, χωρίς να αλλοιώνουν το βιομηχανικό χαρακτήρα του κτιρίου. Επίσης, η ακουστική επένδυση της οροφής, δεν παραποιεί την προϋπάρχουσα μορφολογία, αλλά επιτρέπει τη διατήρηση της, παρόλη την προβληματική ακουστικά συμπεριφορά της δίρριχτης στέγης.

Εκτός αυτών, όμως, προκειμένου να επιτευχθεί η απρόσκοπτη είσοδος του φωτός στο κτίριο και να εξασφαλιστεί η επιθυμητή διαφάνεια, τοποθετούνται ανακλαστικά στοιχεία από γυαλί, αναρτημένα στους γυάλινους εγκάρσιους τοίχους, στοιχεία που ενσωματώνονται πλήρως με τις σχεδιαστικές απαιτήσεις.

4.3 Μουσικός χώρος για την όπερα “Prometeo” του ιταλού συνθέτη Luigi Nono Βενετία και Μιλάνο, Ιταλία, 1983-1984

4.3.1 Συνολική περιγραφή της κατασκευής

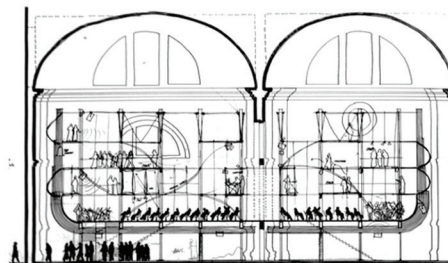
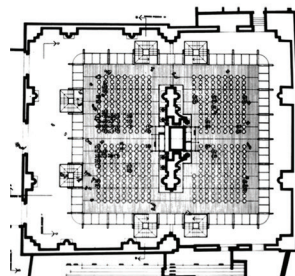
Το 1983 ο *Renzo Piano* κλήθηκε να σχεδιάσει ένα χώρο μουσικής για την όπερα “*Prometeo*” του ιταλού συνθέτη *Luigi Nono*⁵⁸.

Στόχος του έργου ήταν η κατασκευή, αποκλειστικά για αυτή την όπερα, ενός χώρου μουσικής, που θα επαναπροσδιορίζει την έννοια και την οργάνωση της όπερας. Η ιδέα ήταν αποτέλεσμα της συνεργασίας του *Renzo Piano* με τους *Luigi Nono*, *Claudio Abbado*, *Massimo Cacciari* και *Emilio Vedova* και αποτελεί εξαιρετικό παράδειγμα της άρρηκτης σύνδεσης αρχιτεκτονικής και μουσικής. Η κατασκευή στήθηκε πρώτη φορά στον εσωτερικό χώρο της εκκλησίας San Lorenzo, στη Βενετία, ενώ ακολούθησε το εγκαταλελειμμένο εργοστάσιο του *Ansaldo*, στο Μιλάνο.

Η περιοχή του ακροατηρίου, χωρητικότητας 400 ατόμων, τοποθετείται στο κέντρο της ξύλινης όπερας – κιβωτού, χωρισμένο σε ομάδες με διαφορετικό προσανατολισμό, ενώ οι μουσικοί κινούνται περιμετρικά, χωρισμένοι σε τρία επίπεδα διαφορετικού ύψους. Η ιδέα στηρίζεται στην αλληλεπίδραση της μουσικής με το χώρο, καθώς η μουσική αναδύεται από σημεία που διαρκώς αλλάζουν. Εν μέρει, το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω ηλεκτρονικών μέσων, όμως χρειαζόταν επίσης οι μουσικοί να μετακινούνται, καθ’ όλη τη διάρκεια της παράστασης, κατά μήκος των διαδρόμων και των σκαλών.

Ο σχεδιασμός, επομένως, απαιτούσε μια κατασκευή που ταυτοχρόνως θα εξυπηρετούσε ως σκηνή, σκηνικό, χώρος για την ορχήστρα, αλλά και ως ηχητικό κοντί.

Η κατασκευή του *Renzo Piano*, με την τοποθέτηση του ακροατηρίου στο κέντρο και τους μουσικούς να βρίσκονται στην περίμετρο, αποτελεί απόηχο του «*Γερμανικού Περίπτερου της Διεθνούς Έκθεσης Οσάκα, στην Ιαπωνία, το 1970, έργο που υλοποιήθηκε σύμφωνα με τις επιταγές του μουσουργού K.Stockhausen*»⁵⁹.



Εικόνα 4.55
Κάτοψη και τομή της κατασκευής για την όπερα “Prometeo”

Εικόνα 4.56
Το εσωτερικό της κατασκευής για την όπερα “Prometeo”



⁵⁸ Η περιγραφή και ανάλυση της κατασκευής στηρίχθηκε τόσο στα βιβλία Peter Buchanan: *Renzo Piano Building Workshop: complete works*, Λονδίνο: 1993, Renzo Piano: *The Renzo Piano: logbook*, Λονδίνο: 1997 και Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002, στο άρθρο του Stefan Beyst: «*luigi nono: il prometeo*», όσο και στην προσωπική ανάλυση σχεδίων και εικόνων της κατασκευής.

⁵⁹ Πρβλ. Α. Σωτηροπούλου, στο προηγούμενο, σελ.6-5

Το έργο ήταν απαιτητικό και ιδιαίτερα περίπλοκο. Κατά το σχεδιασμό της κατασκευής τέθηκε από το μαέστρο, *Claudio Abbado*, το ζήτημα της διεύθυνσης των μουσικών, καθώς, υπό τις απαιτήσεις του μουσικού έργου, ήταν δύσκολο να είναι ορατός από όλα τα μέλη της ορχήστρας και της χορωδίας ταυτόχρονα. Το πρόβλημα λύθηκε με την επινόηση συστήματος, με το οποίο μπορούσε να διευθύνει μέσω οθονών τοποθετημένων σε στρατηγικά σημεία.

Όσον αφορά στην κατασκευή, αυτή αποτελείται από δομικά στοιχεία προκατασκευασμένης επικολλητής ξυλείας και πανέλα κόντρα πλακέ, θυμίζοντας ημιτελή σκελετό πλοίου. Η εντύπωση αυτή ενισχύεται από την υπερύψωση της κατασκευής σε μεταλλικά στηρίγματα, ώστε από κάτω να τοποθετηθεί το φουαγιέ.

Η επιλογή του ξύλου ως κύριο υλικό της κατασκευής δεν έγινε αποκλειστικά για λόγους ακουστικής, αλλά εξυπηρέτησε επίσης σκοπούς κατασκευαστικούς, αφού το ξύλο ήταν εύκολο να λυγίσει, να μεταφερθεί και να τοποθετηθεί και, λόγω του μεγάλου μεγέθους του έργου, υιοθετήθηκαν ορισμένες τεχνικές της ναυπηγικής επιστήμης.

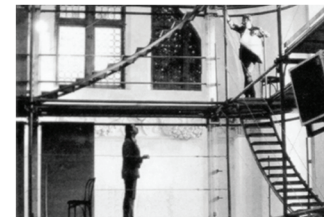
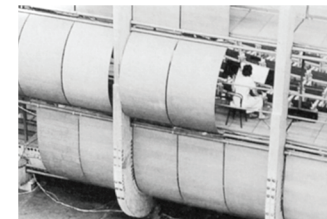
Τα καμπύλα στοιχεία επικολλητής ξυλείας χρησιμοποιούνται ως δοκάρια για το υπερυψωμένο δάπεδο, ενώ καθώς καμπυλώνονται προς τα πάνω, μετατρέπονται σε υποστυλώματα των εξωτερικών τοίχων της εγκατάστασης. Σε αυτό το σκελετό, τοποθετείται σύστημα χαλύβδινων ράβδων, όπου στηρίζονται οι επενδύσεις από κόντρα πλακέ, οι διάδρομοι και οι σκάλες.

Η δυνατότητα της συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης της κατασκευής επιτρέπει τη μεταφορά του έργου και την εγκατάστασή του σε ποικίλους χώρους.

4.3.2 Ακουστική συμπεριφορά

Από ακουστικής άποψης, η υπερύψωση της εγκατάστασης, την έφερε πιο κοντά τόσο στο θριγκό της εκκλησίας, ο οποίος λόγω των διακοσμητικών στοιχείων που διαθέτει προσφέρει έντονη διάχυση του ήχου, όσο και στους θόλους της οροφής, οι οποίοι παρέχουν περαιτέρω ανακλαστικές επιφάνειες.

Η τελική ακουστική συμπεριφορά ρυθμίζεται μέσω των προσαρμοζόμενων πανέλων από κόντρα πλακέ, τα οποία τοποθετούνται στους απαραίτητους συνδυασμούς, με την εναλλαγή επίπεδων και καμπύλων επιφανειών, προσφέροντας ευελιξία και προσαρμοστικότητα, στοιχείο απαραίτητο στην παράμετρο της εγκατάστασής του σε διαφορετικούς κάθε φορά χώρους.



Εικόνα 4.57

4.3.3 Συμπεράσματα

Ο *Renzo Piano* σε αυτό το έργο έρχεται αντιμέτωπος με την εφήμερη αρχιτεκτονική, ενώ ταυτόχρονα καλείται να σχεδιάσει στη λογική της κατασκευής, η οποία καταργεί την έως τότε μορφή του κτιρίου της όπερας και αποτελεί πλέον ενεργό στοιχείο της παράστασης, καθώς γίνεται ένα με τα μουσικά όργανα.

Η κατασκευή, με μορφή παρόμοια με σκελετό πλοίου, σχεδιάστηκε στη λογική του ηχητικού κουτιού, το οποίο αποκτά δυναμική και συμμετέχει στο μουσικό έργο. Η αντιμετώπισή της ως μουσικό όργανο εμφανίζεται πάλι στο σχεδιασμό του αρχιτέκτονα, ο οποίος χειρίζεται τον ξύλινο σκελετό ως σώμα βιολιού, από όπου προκύπτει ο ήχος. Η εγκατάσταση αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα της άρρηκτης σχέσης αρχιτεκτονικής και μουσικής, καθώς η πρώτη αποτελεί συνθετικό στοιχείο στη μουσική του συγκεκριμένου έργου, του οποίου το τελικό μουσικό αποτέλεσμα προκύπτει από την αλληλεπίδρασή χώρου και ήχου.

Η δυνατότητα εγκατάστασης της κατασκευής σε ποικίλους χώρους, θα μπορούσε να μεταφράζεται στον χειρισμό της ως μονάδα που δεν αλληλεπιδρά με το εκάστοτε περιβάλλον. Αντίθετα προς αυτό, ο *Renzo Piano* σχεδιάζει την πλήρωση του σκελετού της κατασκευής κατά τρόπο που να δημιουργεί οπτικές φυγές προς το κτίριο που την φιλοξενεί, εκπληρώνοντας τόσο τις ακουστικές απαιτήσεις, όσο και την ανάγκη προσαρμογής και συσχέτισης της κατασκευής με το εκάστοτε περιβάλλον της.

Ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο της μορφολογίας της κατασκευής αποτελεί η τοποθέτηση του ακροατηρίου στο κέντρο. Η συμβολή του τρισδιάστατου χώρου στη μουσική σύνθεση ενδυναμώνεται, αφού οι ήχοι διανέμονται τόσο στον οριζόντιο, όσο και στον κατακόρυφο άξονα και προσεγγίζουν τον ακροατή από κάθε πιθανή διεύθυνση.

Προκύπτει, έτσι, η δημιουργία ηχοτοπίου, λόγω της κυριαρχίας της κίνησης του ήχου στο χώρο, μέσω της κίνησης των μουσικών, αλλά και των ηχείων που τοποθετούνται στην κατασκευή, καλώντας τον ακροατή να βιώσει το περιβάλλον του μέσω της ακοής. Επίσης, η ποικιλία των πηγών από όπου προκύπτει ο ήχος, προσφέρει ένα αποτέλεσμα πολυφωνικό και στερεοφωνικό.

Παρόλα αυτά, διακρίνονται και άλλα στοιχεία που προβάλλονται μέσω αυτού του έργου.

Καταρχάς, παρατηρείται η συνεργασία αρχιτεκτονικής και μουσικής στο βωμό της τέχνης, η οποία στηρίζεται στο συνδυασμό επιστήμης και τέχνης. Επίσης, ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι να επισημανθεί η αμφίδρομη επίδραση αρχιτεκτονικής – μουσικής στη συνθετική διαδικασία. Παρατηρούμε ότι όπως ο *Renzo Piano*, στο σχεδιασμό χώρων φιλοξενίας μουσικών εκδηλώσεων, έχει τη μουσική σαν κύριο άξονα σχεδιασμού, έτσι και ο *Luigi Nono*, στο συγκεκριμένο έργο, παράγει μουσική σε εξάρτηση με το χώρο.

Συμπεραίνεται, επομένως, η εξέλιξη της σχέσης των δύο τομέων, με το τελικό μουσικό αποτέλεσμα να παύει να εξαρτάται αποκλειστικά από τους μουσικούς και τις ακουστικές συνθήκες, αλλά ο χώρος και οι ποιότητες που προκύπτουν από το σχεδιασμό του να προσφέρουν εξίσου στη μουσική εμπειρία.

5. ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η επιλογή των συγκεκριμένων παραδειγμάτων, από το σύνολο των έργων του ιταλού αρχιτέκτονα για τη στέγαση μουσικών εκδηλώσεων, προκύπτει από δύο βασικές απαιτήσεις.

Καταρχάς, επιλέχθηκαν *έργα διαφορετικής κλίμακας*, με σκοπό να εξετασθεί ο τρόπος με τον οποίο ο *Renzo Piano* διαχειρίζεται τα διαφορετικά μεγέθη υπό την ίδια κυρίαρχη σχεδιαστική προσέγγιση, αυτή της κατασκευής ως μεγάλο μουσικό όργανο.

Η δεύτερη απαίτηση αφορά στις *διαφορετικές αρχιτεκτονικές και ακουστικές συνθήκες σχεδιασμού* του κάθε παραδείγματος, αφού στο *Parco della Musica* ο αρχιτέκτονας καλείται να σχεδιάσει εξολοκλήρου ένα μουσικό συγκρότημα, επιλέγοντας ο ίδιος το μορφολογικό και το ακουστικό του αποτέλεσμα, στην Πάρμα, αναλαμβάνει την επανάχρηση βιομηχανικού κελύφους, τοποθετώντας στην ήδη υπάρχουσα κτιριακή δομή την αίθουσα συναυλιών, που απαιτεί σταθερές συνθήκες ακουστικής, ενώ, τέλος, η κατασκευή για την όπερα “*Prometeo*” του *Luigi Nono* αποτελεί ένα έργο εφήμερου χαρακτήρα, του οποίου η ακουστική θα πρέπει να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις του εκάστοτε χώρου που το φιλοξενεί.

Βασική επιδίωξη του Renzo Piano στα τρία παραδείγματα της εργασίας αποτελεί η αντιμετώπισή τους ως μουσικά όργανα που, αντί να παράγουν μουσική, στόχο έχουν την ικανοποιητική φιλοξενία της εκτέλεσης και της ακρόασής της.

Στο παράδειγμα της Ρώμης, ο αρχιτέκτονας αποδίδει στις τρεις αίθουσες μορφή που παραπέμπει σε μουσικό όργανο επιδιώκοντας τη δημιουργία του λειτουργικού τοπίου που θα πληρώσει με εξαιρετικές ποιότητες το αστικό κενό της περιοχής. Παρατηρείται, λοιπόν, η ξεκάθαρη πρόθεση του *Renzo Piano* να δηλώσει τη λειτουργία των αιθουσών στην εξωτερική τους μορφή, προβάλλοντας με απόλυτη σαφήνεια το σκοπό τους, καθώς και η προσπάθεια απεικόνισης της ιδέας της μουσικής, χρησιμοποιώντας την έννοια της μεταφοράς ως σχεδιαστικό εργαλείο.

Αντίθετα, η χρήση της αίθουσας συναυλιών *Niccolò Paganini*, λόγω του προϋπάρχοντος κελύφους, δε γίνεται αντιληπτή από την εξωτερική μορφή της, αλλά μέσω του τρόπου με τον οποίο ο αρχιτέκτονας χειρίζεται τη διαφάνεια της κατασκευής, αφού οι περαστικοί έχουν ορατότητα προς το εσωτερικό της αίθουσας.

Το παράδειγμα του χώρου για την όπερα “*Prometeo*” αποτελεί πρωτότυπη ιδέα συνεργασίας μουσικής και αρχιτεκτονικής και η μορφή του αντανακλά αυτή ακριβώς την ιδέα, δηλαδή την κατασκευή - δοχείο που προορίζεται για τη φιλοξενία του ήχου, αλλά και τη συμμετοχή αυτού στο τελικό μουσικό αποτέλεσμα.

Ένα άλλο συμπέρασμα, στο οποίο καταλήγει κανείς μελετώντας τα τρία αυτά έργα, είναι ότι ο ιταλός αρχιτέκτονας, παρόλο που σε ορισμένες περιπτώσεις ακολουθεί την απλή αρχιτεκτονικά σχεδιαστική λύση, δεν αποφεύγει σε άλλες να τολμήσει την προσέγγιση που δε μένει φυλακισμένη στην ιδανική της μορφή, σχεδιάζοντας με εργαλείο την ιδιορρυθμία της.

Έτσι, ενώ οι αίθουσες *Sinopoli* και *Petrassi*, προκειμένου να ικανοποιήσουν την ανάγκη για ακουστική ευελιξία, σχεδιάζονται με τη συμβατική, ορθογωνική κάτοψη, η οποία αποτελεί απόηχο του παρελθόντος, ο μουσικός χώρος για την όπερα “*Prometeo*” αποτελεί ιδανικό παράδειγμα του σχεδιασμού που έρχεται σε ρήξη με την ιδανική του μορφή, αφού ο *Renzo Piano* αντιστρέφει τη διάταξη της παραδοσιακής αίθουσας για όπερα, τοποθετώντας τη δράση στην περίμετρο, ικανοποιώντας τις ιδιότυπες απαιτήσεις του μουσικού έργου.

Παρατηρείται, επίσης, ποικιλία στον τρόπο αντιμετώπισης του ακροατηρίου, ως προς τη σημασία του και τους όρους συμμετοχής του στις διάφορες εκδηλώσεις.

Καταρχάς, στην αίθουσα *Santa Cecilia*, το άτομο τοποθετείται περιμετρικά της ορχήστρας, λειτουργώντας σε ένα δημοκρατικό πλαίσιο, με έντονο το αίσθημα της συμμετοχής στα δρώμενα. Αντίθετα, στις ορθογωνικές αίθουσες *Sinopoli*, *Petrassi* και *Niccolò Paganini*, ο χώρος του ακροατηρίου τοποθετείται απέναντι από τα δρώμενα, δείχνοντας, πιθανώς, την αντιμετώπισή του ως δευτερεύουσας σημασίας στοιχείο των μουσικών εκδηλώσεων. Τέλος, στο μουσικό χώρο για την όπερα “*Prometeo*”, το κοινό αποκτά, αναμφισβήτητα, κεντρικό ρόλο, γίνεται ένα με τα τεκταινόμενα, γεγονός που καθιστά σαφή την αυξημένη σημασία που του αποδίδει ο συνθέτης του έργου.

Ο Renzo Piano, σε πολλές αίθουσές του, χειρίζεται τις ακουστικές απαιτήσεις με σκοπό η τεχνική λύση να διοχετεύεται σε μια εκφραστική αρχιτεκτονική πρόταση. Η ακουστική επίλυση αποτελεί πηγή έμπνευσης που οδηγεί σε αποτελέσματα ιδιαίτερης πλαστικότητας, χαρίζοντας στις αίθουσες γλυπτικό ενδιαφέρον. Αυτό ο αρχιτέκτονας το επιτυγχάνει, κατά κύριο λόγο, μέσω του σχεδιασμού των εσωτερικών επιφανειών των αιθουσών.

Το πιο εντυπωσιακό παράδειγμα αποτελεί η οροφή της αίθουσας *Santa Cecilia*, με τα 26 κελύφη, της οποίας η μορφολογία χαρακτηρίζεται από θαυμάσιας ποιότητας αρχιτεκτονική, ενώ ταυτόχρονα εκπληρώνει και την απαίτηση για τη διάχυση του ήχου. Ο αρχιτέκτονας χειρίζεται με όμοιο τρόπο τους τοίχους των αιθουσών του *Parco della Musica*, επενδύοντας τους είτε με κυρτές, είτε με ανώμαλες επιφάνειες, στοχεύοντας στην ικανοποίηση της ακουστικής καταλληλότητας, προσφέροντας ταυτόχρονα ιδιαίτερης μορφολογίας αποτελέσματα, όπως αυτό των τοίχων της αίθουσας *Sinopoli*, με το ανομοιογενώς τοποθετημένο τούβλο.

Η κατασκευή για την όπερα “*Prometeo*”, επίσης, υπό την απαίτηση ποικιλίας επιφανειών στην πλήρωση του σκελετού της, για λόγους διάχυσης, χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή κενού και πλήρους, επίπεδου και κυρτού, προσφέροντας ένα δημιουργικό αποτέλεσμα.

Όσον αφορά στα υλικά που χρησιμοποιεί ο *Renzo Piano* στα τρία έργα, παρατηρείται σε αρκετές περιπτώσεις η διάθεση πειραματισμού. Αυτό παρατηρείται, όχι τόσο στην αίθουσα *Sanata Cecilia* και την κατασκευή της όπερας “*Prometeo*”, που χρησιμοποιεί ως κύριο υλικό το ξύλο, αλλά στις υπόλοιπες.

Καταρχάς, στην αίθουσα *Sinopoli* χειρίζεται το τούβλο στους τοίχους της αίθουσας με τρόπο ανομοιόμορφο, προκειμένου να αυξήσει τη διαχυτική του συμπεριφορά, αποφεύγοντας το ευθυγραμμισμένο, πιο λείο αποτέλεσμα.

Στην αίθουσα *Petrassi*, η οποία κατά κύριο λόγο επενδύεται με ξύλο, ο αρχιτέκτονας τοποθετεί στην οροφή ηχοαπορροφητικό, αδιαφανές υλικό, καλύπτοντας τα διαχυτικά της στοιχεία, προκειμένου, στις περιπτώσεις που απαιτείται μικρότερος χρόνος αντήχησης, να δώσει στην αίθουσα ένα πιο σύγχρονο χαρακτήρα, αφού η αίθουσα στεγάζει ποικίλες εκδηλώσεις, όχι αποκλειστικά κλασικού χαρακτήρα.

Τέλος, στην αίθουσα *Niccolò Paganini* επιχειρείται η ενσωμάτωση των ακουστικών στοιχείων στο χαρακτήρα του βιομηχανικού κελύφους. Έτσι, οι πλευρικοί τοίχοι δεν επενδύονται, αφού το πλήθος των ανοιγμάτων που διαθέτουν προσφέρει την απαιτούμενη διάχυση του ήχου, ενώ στους γυάλινους τοίχους αναρτώνται στοιχεία διάχυσης του ίδιου υλικού, προκειμένου να εξασφαλιστεί η συνολική διαφάνεια του κτιρίου.

Διακρίνεται, λοιπόν, ποικιλία στην αρχιτεκτονική ποιητική του Renzo Piano, ο οποίος, μέσω της αρχιτεκτονικής, όσο και της ακουστικής και τεχνικής αντίληψης που διαθέτει, έχει την ικανότητα να διακρίνει και να αξιοποιεί το κύριο ενδιαφέρον, αρχιτεκτονικό ή ακουστικό, της κάθε περίπτωσης.

Σε ορισμένα παραδείγματα, επομένως, η ακουστική αποτελεί σχεδιαστικό οδηγό, προσφέροντας εξαιρετικής μορφολογίας αποτελέσματα, με κύριο αντιπρόσωπο την οροφή της αίθουσας *Santa Cecilia*. Αντίθετα, σε άλλες περιπτώσεις, όπως στην αίθουσα *Niccolò Paganini*, η ακουστική επίλυση προσαρμόζεται και ενσωματώνεται στη γενική σχεδιαστική προσέγγιση, με τρόπο που τα ακουστικά στοιχεία της αίθουσας να ικανοποιούν τις ποιοτικές απαιτήσεις που υπαγορεύει η κεντρική ιδέα της σύνθεσης.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρατηρείται, επιπλέον, στον διαφορετικό τρόπο με τον οποίο βιώνει ο ακροατής το χώρο στις αίθουσες του *Parco della Musica* και την αίθουσα *Niccolò Paganini*, από τη μία, και στην κατασκευή της όπερας “*Prometeo*”, από την άλλη.

Οι τέσσερις πρώτες αίθουσες, προσεγμένα σχεδιασμένες, μέσω της μορφολογίας τους, στοχεύουν στη διακριτική συνοδεία της μουσικής εμπειρίας, μέσω των οπτικών ερεθισμάτων του περιβάλλοντος που προσφέρουν, το οποίο πληροί τόσο τις τεχνικές, όσο και τις αισθητικές απαιτήσεις. Ο χώρος, παρόλα αυτά, σε αυτές τις περιπτώσεις δεν μπορεί να γίνει αντιληπτός μόνο με την αίσθηση της ακοής.

Αντίθετα, η κατασκευή της όπερας “*Prometeo*”, προσφέρει στον ακροατή, μια πρωτόγνωρη εμπειρία, αφού το κοινό καλείται να βιώσει τις τρεις διαστάσεις του χώρου μέσω της μουσικής, η οποία τον προσεγγίζει από ποικίλες διευθύνσεις, καθιστώντας την ακοή το κυρίαρχο εργαλείο για την ανάγνωση τόσο του ήχου, όσο και του χώρου.

Συνοψίζοντας, ο *Renzo Piano*, στα έργα του που αφορούν σε στέγαση της μουσικής, ξεδιπλώνει τη σχεδιαστική του ικανότητα, η οποία δεν υποτάσσεται απλώς στις ακουστικές αρχές, αλλά, κάθε φορά, αναπτύσσεται μέσω διαφορετικών τεχνικών σχεδιασμού, στοιχείο που φανερώνει την τεχνική κατάρτηση του αρχιτέκτονα.

Χειρίζεται ποικιλοτρόπως τόσο το εξωτερικό των αιθουσών, έχοντας ως άξονα την ιδέα του κτιρίου ως μουσικό όργανο, όσο και το εσωτερικό, φροντίζοντας τον όγκο της αίθουσας, την κάτοψή της και τα υλικά της, ώστε να ικανοποιούν τόσο την αρχιτεκτονική ποιότητα, όσο και την ακουστική καταλληλότητα της αίθουσας. Στόχος του αρχιτέκτονα είναι ο σχεδιασμός των διάφορων αιθουσών, οι οποίες διαθέτουν εξίσου καλές συνθήκες ακουστικής, να αποκτά άμεση σχέση με τις τεχνικές τους απαιτήσεις. Βλέπουμε, λοιπόν, το σύγχρονο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό να επηρεάζεται άμεσα από τη γνώση της ακουστικής, η οποία παύει, πλέον, να αποτελεί εξαναγκασμό, αλλά χρήσιμο εργαλείο σχεδιασμού στο χέρι του αρχιτέκτονα, οδηγώντας σε εξαιρετικά αρχιτεκτονικά αποτελέσματα.

Τέλος, η σταδιακή πρόοδος της σχέσης αρχιτεκτονικής και μουσικής, η οποία παρατηρείται σε έργα όπως η κατασκευή για την όπερα “*Prometeo*”, όπου γίνεται εμφανής η τομή των δύο αντικειμένων, υπόσχεται ενδιαφέρουσες εξελίξεις στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό αιθουσών στέγασης της μουσικής, ενώ τα παθητικά συστήματα ακουστικής μεταβλητότητας που τοποθετεί ο *Renzo Piano* στις αίθουσες *Sinopoli* και *Petrassi* προσφέρουν νέες κατευθύνσεις στον τομέα της πολυλειτουργικότητας και της ευελιξίας της αίθουσας συναυλιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Ευθυμιάτος, Διονύσιος: *Ακουστική και Κτιριακές Εφαρμογές*, Αθήνα: Παπασωτηρίου Εκδόσεις, 2007
2. Τσινίκας, Νίκος: *Ακουστικός Σχεδιασμός Χώρων*, Θεσσαλονίκη: University Studio Press, 1990
3. Σωτηροπούλου, Αλεξάνδρα: *Εμβάθυνση στο Σχεδιασμό Χώρων Ακρόασης*. Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1996
4. Barron, Michael: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: Taylor & Francis, 1993
5. Beranek, Leo: *Music, Acoustics and Architecture*, New York: John Wiley & Sons, 1962
6. Buchanan, Peter: *Renzo Piano Building Workshop: complete works*, London: Phaidon, 2000
7. Cavanaugh William and Wilkes Joseph: *Architectural Acoustics: Principles and Practice*, Canada: John Wiley and Sons, 1999
8. Long, Marshall: *Architectural Acoustics*, Amsterdam: Elsevier Academic Press Publications, 2006
9. Piano, Renzo: *The Renzo Piano: logbook*, Λονδίνο: Thames and Hudson, 1997
10. Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: Lybra Imagine, 2002

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

11. Λεβισιανός Γεώργιος και Παπαδάκος Νικόλαος: «*Ακουστικός και Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός Θεάτρων: Θέμα απλής συνύπαρξης ή γόνιμης συμβίωσης;*», Διάλεξη 2009/8, Αθήνα: 2009
12. Araneo G., Farina A. and Frova A.: «*Study of Acoustical Properties in Santa Cecilia Concert Hall in Rome*» (<http://pcfarina.eng.unipr.it/Public/Papers/225-SaggiatoreMusicale-2006.pdf>)
13. Colaprico M.: «*Auditorium Parco della Musica*» (<http://www.scribd.com/doc/6747689/Auditorium-Parco-Della-Musica>)
14. Radu A. «*Form and Space Abstraction in Architectural Rehabilitation of Industrial Buildings*» (<http://www.ce.tuiasi.ro/~bipcons/Archive/171.pdf>)
15. Tronchin L. and Tarabusi V.: «*Auditoria and dismissed structures: the acoustical design*» (<http://www.wseas.us/e-library/conferences/corfu2004/papers/488-319.pdf>)

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

16. <http://www.rpbw.com>
17. http://www.muellerbbm.de/start_en.mbbm
18. <http://d-sites.net/english/nono.htm>
19. <http://www.akoh.gr>
20. <http://www.auditorium.com/>
21. <http://www.teatroregioparma.org/>
22. <http://rpf.ice.spill.net/>
23. <http://www.youtube.com/watch?v=kUjrEo32nDI>
24. <http://www.youtube.com/watch?v=DBIF60iEAV8>

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

- Εικόνα 2.1: Α. Σωτηροπούλου: *Εμβάθυνση στο Σχεδιασμό Χώρων Ακρόασης*, Αθήνα: 1996, σελ. 1-2.
Εικόνα 2.2: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.1-8.
Εικόνα 2.3: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.1-9.
Εικόνα 2.4: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.1-11.
Εικόνα 2.5: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.1-13.
Εικόνα 2.6: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-2.
Εικόνα 2.7: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-3.
Εικόνα 2.8: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-4.
Εικόνα 2.9: Ν. Τσινίκας: *Ακουστικός Σχεδιασμός Χώρων*, Θεσσαλονίκη: 1990, σελ.23.
Εικόνα 2.10: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-7.
Εικόνα 2.11: Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.20
Εικόνα 2.12: Ν. Τσινίκας: στο προηγούμενο, σελ.24
Εικόνα 2.13: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-18.
Εικόνα 2.14: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-18.
Εικόνα 2.15: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-14.
Εικόνα 2.16: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-16.
Εικόνα 2.17: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-19.
Εικόνα 2.18: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.2-23.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

- Εικόνα 3.1: http://en.wikipedia.org/wiki/Chamber_music
Εικόνα 3.2:
<http://ak-heimatgeschichte.mitterfels-online.de/joomla/index.php/schwarzes-brett/geschichtliche-ereignisse/131-denkwuerdige-ereignisse-april>
Εικόνα 3.3.α: Μ. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.78
Εικόνα 3.3.β: http://germanhistorydocs.ghi-dc.org/sub_imglst.cfm?startrow=11&sub_id=164§ion_id=10
Εικόνα 3.4.α: Μ. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.72
Εικόνα 3.4.β: <http://www.xarj.net/2008/vienna-philharmonic-musikverein-austria-photo-video/>
Εικόνα 3.5.α: Μ. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.75
Εικόνα 3.5.β: https://www.db.com/csr/en/art_and_music/het_concertgebouw.html
Εικόνα 3.6.α: L. Beranek: *Music, Acoustics and Architecture*, New York: 1962, σελ.238-239
Εικόνα 3.6.β: http://el.wikipedia.org/wiki/Royal_Albert_Hall

- Εικόνα 3.7.α: M. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.79.
Εικόνα 3.7.β: <http://www.concierge.com/travelguide/boston/seeanddo/18777>
Εικόνα 3.8.α: M. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.82,83.
Εικόνα 3.8.β: <http://www.bouygues-batiment-ile-de-france.com/>
Εικόνα 3.9.α: M. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.87.
Εικόνα 3.9.β: <http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/1552992/Royal-Festival-Hall-ready-for-new-start.html>
Εικόνα 3.10: M. Long: *Architectural Acoustics*, Amsterdam: 2006.
Εικόνα 3.11.α: M. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.96.
Εικόνα 3.11.β: http://www.artisansofleisuretraveler.com/blog/2009/09/classical_music_a_central_europe_tradition.php
Εικόνα 3.12.α: M. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.106.
Εικόνα 3.12.β:
http://www.artecconsultants.com/03_projects/performing_arts_venues/roy_thomson_hall/images/roy_thomson_hall_photo02.html
Εικόνα 3.13: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.4-34.
Εικόνα 3.14.α: M. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.96.
Εικόνα 3.14.β: http://pianofortephilia.blogspot.gr/2010_11_01_archive.html
Εικόνα 3.15.α: Α. Σωτηροπούλου: στο προηγούμενο, σελ.4-35.
Εικόνα 3.15.β: <http://eosem.weebly.com/sydney-opera-house.html>
Εικόνα 3.16: <http://www.orgelbau-klais.com/m.php?tx=136>
Εικόνα 3.17:
http://www.monumente-online.de/09/04/sonderthema/architektur_50er_jahre_design_beethovenhalle_bonn_landtag_hannover.php?seite=2
Εικόνα 3.18: http://www.newfoxtrotserenaders.co.uk/concerts_past.htm
Εικόνα 3.19.α: M. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.107
Εικόνα 3.19.β: M. Barron: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, London: 1993, σελ.106

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

- Εικόνα 4.1: google earth
Εικόνα 4.2: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
Εικόνα 4.3: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
Εικόνα 4.4:
<http://www.conessiononi.biz/website/applications/la-console-studer-vista-9-allauditorium-parco-della-musica.html?lang=en>
Εικόνα 4.5: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
Εικόνα 4.6: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
Εικόνα 4.7: <http://www.panoramio.com/photo/6668309>

- Εικόνα 4.8: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Parco_della_musica.jpg
- Εικόνα 4.9: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.10: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.11: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.12:
http://www.allposters.com/-sp/Auditorium-Parco-Della-Musica-Rome-1997-2002-Detail-of-Roof-and-External-Staircase-Posters_i7178140_.htm
- Εικόνα 4.13: <http://dreamingrealist.co.uk/2011/08/01/when-in-rome-auditorium-parco-della-musica/>
- Εικόνα 4.14: <http://romatuttigg.blogspot.gr/2010/04/auditorium-parco-della-musica-2.html>
- Εικόνα 4.15.α: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sala_Santa_Cecilia.JPG
- Εικόνα 4.15.β: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.16: <http://www.auditorium.com/>
- Εικόνα 4.17: <http://www.flickr.com/photos/28839988@N02/5770533751/sizes/l/in/photostream/>
- Εικόνα 4.18: http://it.wikipedia.org/wiki/File:Santa_cecilia_2800.jpg
- Εικόνα 4.19: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.20:
<http://www.google.gr/imgres?q=sala+santa+cecilia&start=108&hl=el&biw=1503&bih=630&tbn=isch&tbnid=N00bTCSQ68fiVM:&imgrefurl=http://www.urbain-trop-urbain.fr/rome-vibratoire/&docid=bgujn5V-Kd9wNM&imgurl=http://www.urbain-trop-urbain.fr/wp-content/uploads/2010/12/Les-panneaux-de-cerisier-de-la-Sala-Santa-Cecilia.jpg&w=1024&h=1024&ei=RDSgT8WTEIajgwe8l8X8DQ&zoom=1&iact=hc&vpx=999&vpy=273&dur=752&hovh=225&hovw=225&tx=98&ty=127&sig=101269698926250833050&page=5&tbnh=138&tbnw=151&ndsp=29&ved=1t:429,r:27,s:108,i:125>
- Εικόνα 4.21: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.22: <http://www.youtube.com/watch?v=DBlF60iEAV8>
- Εικόνα 4.23: <http://www.romadailynews.it/2010/12/gala-viennese-apre-lanno-nuovo-allauditorium/7284>
- Εικόνα 4.24: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=566500>
- Εικόνα 4.25: <http://www.galinsky.com/buildings/parcodellamusica/index.htm>
- Εικόνα 4.26.α: <http://www.auditorium.com/en/auditorium/spazi-sale/sala-sinopoli>
- Εικόνα 4.26.β: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.27: <http://www.accordions.com/index/squ/archives/0911/roland/before.htm>
- Εικόνα 4.28: <http://www.galinsky.com/buildings/parcodellamusica/index.htm>
- Εικόνα 4.29: <http://www.accordions.com/index/squ/archives/0911/roland/before.htm>
- Εικόνα 4.30: <http://www.auditorium.com/en/auditorium/spazi-sale/sala-sinopoli>
- Εικόνα 4.31: <http://www.galinsky.com/buildings/parcodellamusica/index.htm>
- Εικόνα 4.32: <http://win.claudiosantori.it/fotografie/2005/auditorium/auditorium.asp>
- Εικόνα 4.33: http://v-accordionfestival.com/media_foto_2010.php
- Εικόνα 4.34.α: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.34.β: <http://www.jemolo.com/alta/imgpi82.jpg>

- Εικόνα 4.35: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.36: <http://www.auditorium.com/en/auditorium/spazi-sale/sala-petrassi>
- Εικόνα 4.37: <http://www.smdibiasio.it/auditorium.htm>
- Εικόνα 4.38: <http://www.jemolo.com/alta/imgpi82.jpg>
- Εικόνα 4.39: google earth
- Εικόνα 4.40: http://www.teatroregioparma.org/auditorium/auditorium_immagini.htm
- Εικόνα 4.41: http://www.teatroregioparma.org/auditorium/auditorium_immagini.htm
- Εικόνα 4.42: <http://www.parmaitaly.com/auditorium.html>
- Εικόνα 4.43: <http://www.parmaitaly.com/auditorium.html>
- Εικόνα 4.44:
http://www.google.gr/imgres?q=auditorium+paganini&um=1&hl=el&client=firefox-a&sa=N&rls=org.mozilla:en-US:official&biw=1503&bih=630&tbn=isch&tbnid=kB6VsmyrQJ0omM:&imgrefurl=http://washingtondcjazznetwork.ning.com/events/parma-jazz-festival-may-58th&docid=5dgY0ntXDKeL-M&imgurl=http://api.ning.com/files/mcORnnVxMf11z56bKmFO0tuK5QzTQmJleSiPE94HIvGtceLP9SYK7*rOocean51S3mOIdaURSL*6cOB3p5aK6*Ygs7JaDPqg9/AuditoriumPaganini.jpg&w=250&h=355&ei=NpmhT9rHMPcItwfu_5n2Bw&zooom=1&iact=hc&vpx=291&vpy=249&dur=159&hovh=268&hovw=188&tx=112&ty=146&sig=101269698926250833050&page=1&tbnh=130&tbnw=102&start=0&ndsp=23&ved=1t:429,r:9,s:0,i:82
- Εικόνα 4.45: http://www.teatroregioparma.org/auditorium/auditorium_immagini.htm
- Εικόνα 4.46: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.47: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.48: <http://www.parmacultura.it/it-it/luoghi/auditoriumpaganini.aspx>
- Εικόνα 4.49: <http://www.bonatti.it/Projects/Auditorium-Niccolo-Paganini-Parma>
- Εικόνα 4.50: <http://www.mimoa.eu/projects/Italy/Parma/Auditorium%20Paganini>
- Εικόνα 4.51: http://www.teatroregioparma.org/auditorium/auditorium_immagini.htm
- Εικόνα 4.52: http://www.teatroregioparma.org/auditorium/auditorium_immagini.htm
- Εικόνα 4.53:
<http://catalog.iguzzini.com/projects.aspx?channel=7941be20-5aea-402a-8697-27da84550034&area=732f690b-5cb0-4da1-9689-f45354f40043>
- Εικόνα 4.54: <http://parma.arounder.com/en/theatre/theaters/auditorium-paganini-stage.html>
- Εικόνα 4.55: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.56: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002
- Εικόνα 4.57: Renzo Piano Building Workshop: *Architecture and Music*, Μιλάνο: 2002