

Εφαρμογές ακουστικής και γεωμετρικής προσομοίωσης αιθουσών με τη βοήθεια πλατφόρμας ακουστικής προσομοίωσης προσαρμοσμένης σε σύστημα CAD

Στέλιος Θ. Κουζελέας
PhD Πανεπιστημίου Bordeaux 1, Γαλλία
GRECO, ερευνητικό κέντρο ακουστικής & σύλληψης,
Αρχιτεκτονική σχολή Bordeaux, Γαλλία
stelios_kouzeleas@yahoo.fr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με τη βοήθεια της πλατφόρμας ακουστικής προσομοίωσης « CAD-Acoustic » αναπτυγμένης στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής και προσαρμοσμένης στο σύστημα σχεδιασμού AutoCAD, η εν λόγω μελέτη παρουσιάζει τα ακουστικά αποτελέσματα υπολογισμού (RT60) των αιθουσών Elmia της Σουηδίας και της Όπερας του Bordeaux, σε σύγκριση με ακουστικές μετρήσεις και αποτελέσματα άλλων ακουστικών προγραμμάτων προσομοίωσης (Odeon, Epidaur). Παράλληλα, παρουσιάζει γεωμετρικές προσομοιώσεις της ακουστικής συμπεριφοράς των μοντελοποιημένων αιθουσών, όπως οι 3D αντανάκλασεις των ακουστικών ακτίνων από επιλεγμένες επιφάνειες, η 3D άποψη της τοποθέτησης των υλικών μέσω χρωματισμού επιφανειών, το συνολικό εμβαδόν σε μ2 των επιλεγμένων απορροφ./αντανακλ. επιφανειών και η μεμονωμένη ή μαζική απόδοση των συντελεστών απορρόφησης στις επιφάνειες. Τέλος, με τη βοήθεια του « CAD-Acoustic » τα ακουστικά αποτελέσματα παρουσιάζονται με γραφική σύγκριση σε σχέση με τις βέλτιστες ακουστικές τιμές, παρουσίαση που αποτελεί ένα είδος « αρχιτεκτονικής μετάφρασης των ακουστικών αποτελεσμάτων » λαμβάνοντας υπόψη διάφορα αρχιτεκτονικά στοιχεία.

ABSTRACT

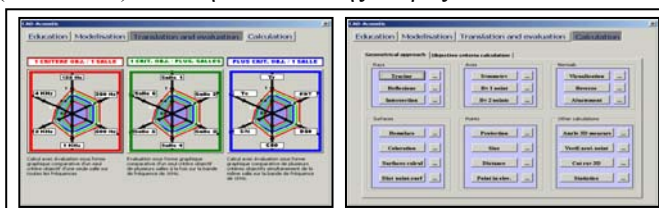
With the aid of the acoustic simulation plate-form named « CAD-Acoustic » which is developed in the context of PhD and adapted on the AutoCAD system, this paper presents the halls acoustic results (RT60) of Elmia (Sweden) and Opera of Bordeaux (France) in relation to acoustic measurements and results of other acoustic simulation software (Odeon, Epidaur). In parallel, it presents geometrical simulations of the modelised halls' acoustic behavior, such as the 3D reflections of the acoustic rays from selected surface, the 3D view of the materials' arrangements through surfaces' coloring, the measurement of the selected absorbing/reflecting surfaces in m2 and the individual or massive absorption coefficients' assignment to the surfaces. Finally, with the aid of « CAD-Acoustic » the acoustic results are compared in a graphic manner in relation to the ideal acoustic rates, a presentation which is a kind of an " architectural translation of the acoustic results " taking into account several architectural elements.

Εισαγωγή

Η πλατφόρμα «CAD-Acoustic» αναπτύχθηκε στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής [1]. Λειτουργεί ως πρόγραμμα ακουστικής και γεωμετρικής προσομοίωσης αιθουσών, προσαρμοσμένο στο σύστημα σχεδιασμού AutoCAD, παρέχοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα μοντελοποίησης και ακουστικού υπολογισμού αιθουσών. Αποτελείται από τέσσερις συνιστώσες, όπως η «παιδαγωγική», η «μοντελοποίηση», η «μετάφραση» και τέλος ο «υπολογισμός».

Η «παιδαγωγική» χρησιμοποιείται ως εκπαιδευτικό εργαλείο ακουστικής συμπεριφοράς χώρων μέσω παρουσίασης και διαχείρισης βάσης πολυμέσων ακουστικών δεδομένων. Η «μοντελοποίηση» αφορά αυτοματοποιημένες διαδικασίες και τρόπους μοντελοποίησης αιθουσών με σκοπό στην ακουστική προσομοίωση. Η «μετάφραση» αφορά στην «αρχιτεκτονική μετάφραση» των ακουστικών αποτελεσμάτων μέσω γραφικής σύγκρισης βέλτιστων τιμών λαμβάνοντας υπόψη αρχιτεκτονικά στοιχεία των αιθουσών. Τέλος, ο «υπολογισμός» επιτρέπει τον υπολογισμό ακουστικών κριτηρίων και τον υπολογισμό-σχεδιασμό γεωμετρικών ακουστικών στοιχείων (αντανακλάσεις ήχων, διανομή υλικών, κλπ.). Το «CAD-Acoustic» αναπτύχθηκε σε περιβάλλον AutoCAD με τη βοήθεια των γλωσσών VisualLISP, DCL και Visual BASIC (VBA).

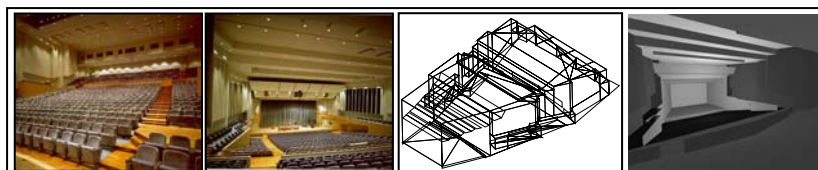
Η μελέτη αφορά σε εφαρμογές των συνιστωσών «υπολογισμός» και «μετάφραση» του «CAD-Acoustic» (Σχ. 1) στην αίθουσα Elmia της Σουηδίας, η οποία χρησιμοποιήθηκε ως μοντέλο αναφοράς στο International Round Robin Test II που οργανώθηκε από το Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) της Γερμανίας (1996-1998) και στην αίθουσα της όπερας του Bordeaux Γαλλίας (GTB).



Σχήμα 1. Συνιστώσες «μετάφραση» & «υπολογισμός», πλατφόρμα «CAD-Acoustic».

1. Παρουσίαση αιθουσών / μοντέλων

Η αίθουσα πολλαπλών χρήσεων Elmia στο Jönköping της Σουηδίας έχει όγκο 11000 μ³ και 1100 θέσεις (Σχ. 2). Το απλοποιημένο μοντέλο της αίθουσας αποτε-



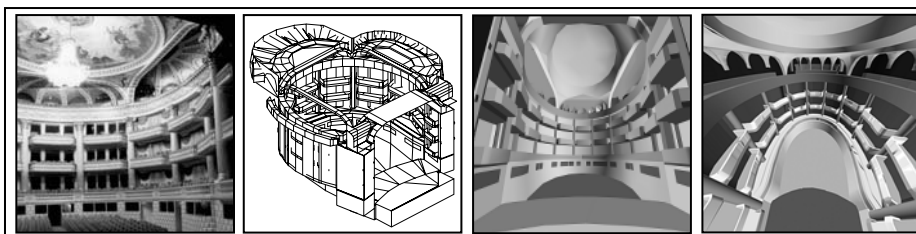
Σχήμα 2. Απόψεις αίθουσας Elmia (Σουηδία) –Φωτογραφίες και μοντέλα AutoCAD

λείται από 170 επιφάνειες συνολικής επιφάνειας 2232 μ². Η απόδοση των υλικών στις επιφάνειες και ο καθορισμός των συντελεστών απορρόφησης Sabine (Πίν. 1), καθορίζονται από το International Round Robin Test II και περιγράφονται λεπτομερειακά στη παρουσίαση του ακουστικού προγράμματος Odeon [2].

Πίνακας 1. Θέση και συντελεστές απορρόφησης υλικών μοντέλου αίθουσας Elmia

Υλικό	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Ξύλινο δάπεδο (σκηνή,σκαλιά,πλατεία)	0.15	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06
Ξύλινοι τοίχοι & μέρη τοίχων μπαλκον.	0.21	0.09	0.08	0.07	0.16	0.23
Καθίσματα μπροστινής πλατείας	0.45	0.60	0.73	0.80	0.75	0.64
Καθίσματα πίσω πλατείας	0.50	0.66	0.80	0.88	0.83	0.70
Τοίχοι μη στίλβωμ. ξύλου,ανακλασ/ρες	0.20	0.12	0.06	0.04	0.07	0.10
Συμπαγές πλαστικό (control room)	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06
Ανακλαστήρες (πάνω από σκηνή)	0.12	0.10	0.04	0.03	0.03	0.02
Τοίχοι ταβανιού	0.20	0.15	0.10	0.08	0.04	0.02

Η αίθουσα της Όπερας του Bordeaux (Grand Théâtre de Bordeaux-GTB) της Γαλλίας έχει όγκο 5227 μ³ (σκηνή κλειστή) και 1200 θέσεις (Σχ. 3). Το απλοποιημένο μοντέλο της αίθουσας αποτελείται από 1784 επιφάνειες. Η απόδοση



Σχήμα 3. Απόψεις της όπερας του Bordeaux Γαλλίας – Φωτογραφία & μοντέλα.

των υλικών στις επιφάνειες καθώς και ο καθορισμός των συντελεστών απορρόφησης Sabine περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα 2 [3].

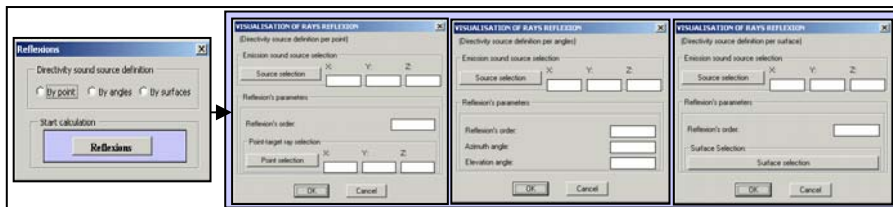
Πίνακας 2. Θέση και συντελεστές απορρόφησης υλικών μοντέλου όπερας Bordeaux

Υλικό	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Ξύλινα καλύμματα (Πίσω/πάνω τοίχοι)	0.33	0.27	0.24	0.17	0.17	0.14
Υφασμα σε γύψο (οροφή)	0.11	0.09	0.07	0.04	0.04	0.05
Μπετόν (δοκάρια οροφής)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Υφασμάτινα καθίσματα σε ξύλο	0.15	0.30	0.37	0.43	0.40	0.38
Ξύλινο δάπεδο (τελευτ. ορόφου)	0.03	0.04	0.08	0.12	0.12	0.20
Γυαλί (Παράθυρα πλατείας ισογ.)	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
Δάπεδο σε δοκάρια (προσκήνιο)	0.15	0.10	0.05	0.04	0.04	0.04

2. Εφαρμογές γεωμετρικής ακουστικής προσομοίωσης

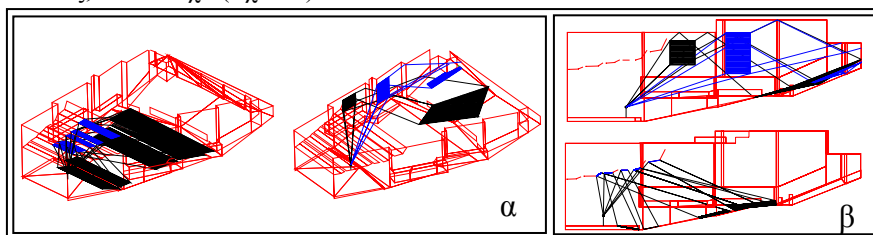
Με τη βοήθεια της συνιστώσας «Υπολογισμός» - «Γεωμετρική προσέγγιση» του «CAD-Acoustic» υπάρχει η δυνατότητα τρισδιάστατης προσομοίωσης των αντανακλάσεων των ηχητικών ακτίνων από πηγή ήχου προς επιλεγμένες επιφάνειες. Αυτή η προσομοίωση επιτυγχάνεται μέσω τριών διαφορετικών προσεγγίσεων. Η πρώτη συνίσταται στο καθορισμό της κατευθυντικότητας των ηχητικών ακτίνων από την πηγή σε σχέση με το καθορισμό ενός τρισδιάστατου σημείου της αίθουσας, η δεύτερη σε σχέση με το καθορισμό δύο γωνιών στο χώρο («αζιμούθιο», «ύψος») και τέλος η τρίτη προσέγγιση σε σχέση με την επιλογή επιφανειών (Σχ. 4).

Η επιλογή των επιφανειών δύναται να είναι μεμονωμένη ή μαζική ενώ ο αριθμός των αντανακλάσεων απεριόριστος (όριο μνήμης και ταχύτητας του υπολογιστή).



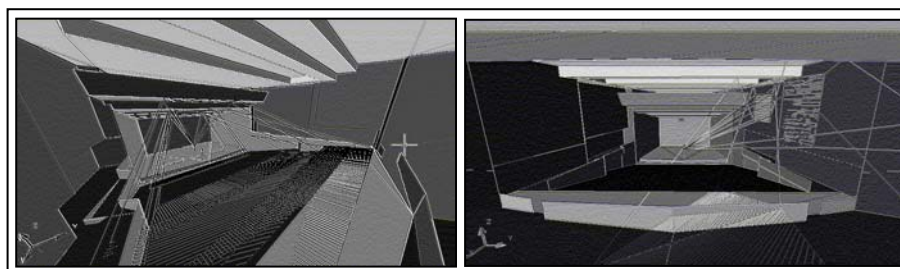
Σχήμα 4. Τρόποι 3D προσομοίωσης ηχητικών ακτίνων από πηγή («CAD-Acoustic»)

Ο σχεδιασμός των αντανακλώμενων ακτίνων ήχου ορίζεται αυτόματα από τις επιφάνειες στις οποίες καταλήγει η ηχητική ακτίνα από τη πηγή (Σχ. 5α), πράγμα που σημαίνει ότι τα σημεία στα οποία καταλήγουν οι αντανακλώμενες ακτίνες από την ηχητική πηγή προς τις επιλεγμένες ανακλαστικές επιφάνειες δεν βρίσκονται, φυσικά, πάντα στο ίδιο επίπεδο επιφάνειας (Σχ. 5β). Στην αίθουσα Elmia παρατηρούμε ότι οι ανακλαστήρες πάνω από τη σκηνή αντανακλούν τον ήχο στο μπροστινό μέρος της πλατείας ενώ οι πλάγιοι ανακλαστήρες στο πίσω μέρος της πλατείας, αντίστοιχα (Σχ. 5-6).



Σχήμα 5. Τρισδιάστατες προσομοιώσεις αντανάκλασης ηχητικών ακτίνων από πηγή μέσω ανακλαστήρων σκηνής ή πλευρικών τοίχων – Elmia («CAD-Acoustic»)

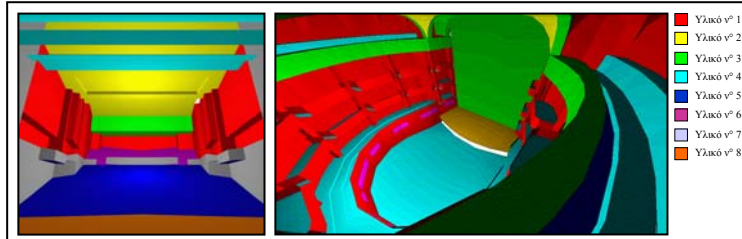
Η δυνατότητα τρισδιάστατης φωτορεαλιστικής προσομοίωσης των επιφανειών της αίθουσας με ταυτόχρονη γραμμική προσομοίωση των αντανακλάσεων των ηχητικών ακτίνων και επιλογή διαγράμμισης των επιφανειών κατάληξης των αντανακλώμενων ακτίνων καθίσταται ένα ισχυρό εργαλείο βοήθειας κατά τη διάρκεια της αρχιτεκτονικής και ακουστικής σύλληψης της αίθουσας (Σχ. 6).



Σχήμα 6. Τρισδιάστατες φωτορεαλιστικές προσομοιώσεις αντανάκλασης ηχητικών ακτίνων - «CAD-Acoustic»

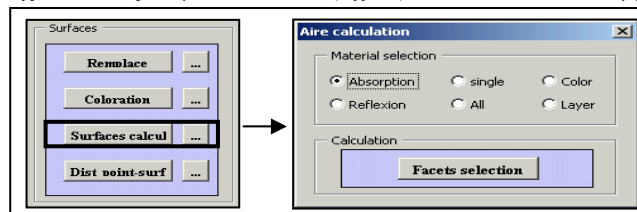
Λόγω της προσαρμογής του «CAD-Acoustic» σε περιβάλλον AutoCAD, η τρισδιάστατη άποψη της τοποθέτησης των υλικών μέσω χρωματισμού επιφανειών (Σχ. 7) επιτυγχάνεται με την επιλογή «surfaces coloration» της συνιστώσας

«υπολογισμός», η οποία επιτρέπει το μεμονωμένο ή μαζικό αυτόματο χρωματισμό των επιφανειών της αίθουσας ανά αποδιδόμενο σ' αυτές υλικό.



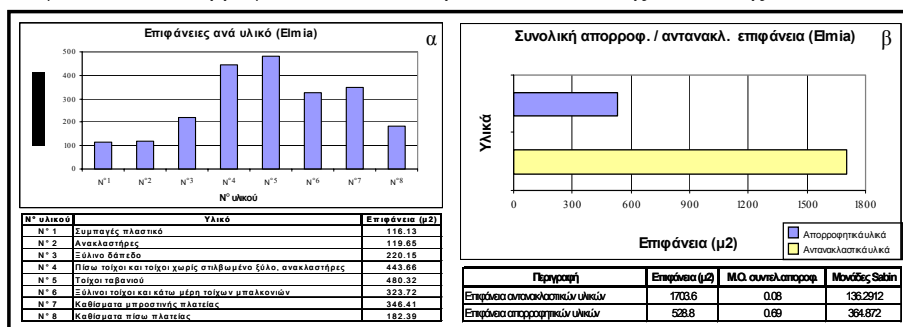
Σχήμα 7. Τρισδιάστατες φωτορεαλιστικές προσομιώσεις τοποθέτησης των υλικών μέσω χρωματισμού επιφανειών (Αριστερά : Elmia, δεξιά : GTB) - «CAD-Acoustic»

Το «CAD-Acoustic» επιτρέπει, μεταξύ άλλων, τον υπολογισμό του συνολικού εμβαδόντος σε μ2 των επιλεγμένων απορροφ./αντανακλ. επιφανειών μέσω επιλογής ενός ή όλων των απορροφ./ αντανακλ. αποδιδόμενων υλικών σε επιφάνειες, και μέσω επιλογής των υλικών ανά χρώμα ή διαφάνεια (layer) (Σχ. 8). Τα αποτελέσματα μπορούν να αποδοθούν γραφικά με συγκρίσεις εμβαδόντων επιφανειών της αίθουσας σε μ2 ανά υλικό (Σχ.9α) και ανά συνολικό εμβαδόν



Σχήμα 8. Επιλογές υπολογισμού εμβαδόντος επιφανειών- («CAD-Acoustic»)

απορροφ/κών και αντανακλ/κών επιφανειών με παράλληλη παρουσίαση του μέσου όρου των συντελεστών απορρόφησης και τις αντίστοιχες μονάδες Sabin (Σχ. 9β). Από τις συγκρίσεις αυτές παρατηρούμε στην αίθουσα Elmia ότι ενώ η συνολική επιφάνεια των απορροφ. υλικών είναι περίπου το 1/3 της συνολικής αντανακλα-

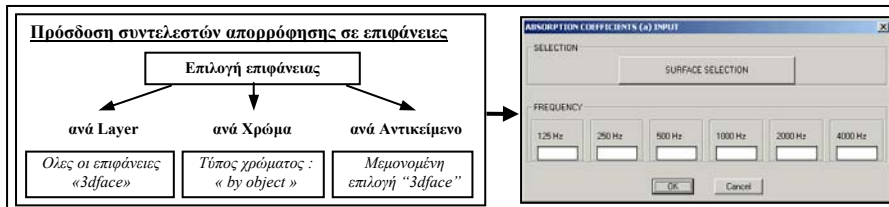


Σχήμα 9. Γραφική σύγκριση εμβαδόντων επιφανειών- («CAD-Acoustic»)

στικής επιφάνειας, παρ'όλα αυτά οι μονάδες Sabin των απορροφ. επιφανειών είναι περίπου 3 φορές μεγαλύτερες των αντίστοιχων μονάδων των αντανακλ. επιφανειών, πληροφορίες πάντοτε χρήσιμες στην ακουστική διευθέτηση της αίθουσας.

3. Εφαρμογές ακουστικού υπολογισμού

Το « CAD-Acoustic », μέσω αλγόριθμου VisualLISP, δίνει τη δυνατότητα ατομικής ή μαζικής απόδοσης συντελεστών απορρόφησης σε ομαδοποιημένες επιφάνειες ανά διαφάνεια (layer), χρώμα ή ατομικό αντικείμενο (entity) (Σχ. 10).



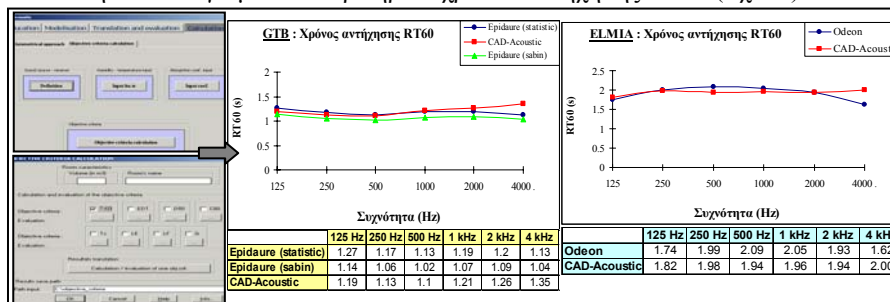
Σχήμα 10. “Πρόσδοση συντελεστών απορρόφησης ανά επιλογή επιφανειών” - διάγραμμα & μερική άποψη της εφαρμογής επικοινωνίας - « CAD-Acoustic » [4].

Άποψη του εν λόγω αλγόριθμου VisualLISP (Σχ. 11) καθώς επίσης και αριθμός αλγορίθμων και εφαρμογών σε VisualLISP, προσαρμοσμένοι στο « CAD-Acoustic » οι οποίοι αυτοματοποιούν μεθόδους μοντελοποίησης αιθουσών για ακουστική προσομοίωση περιγράφονται σε ερευνητική εργασία [4].

```
(defun e:SAISIR_COEF (/ ...)
  (setf what_next 3) (if (< (setf id (load_dialog ...
    (action_tile ...)
    (setf what_next (start_dialog))
    (cond (if (= 2 what_next)
      (progn (initget 1 "Object COLOR Layer")
        (setf choice (getkeyword "<Object/Color/Layer>:"))
        (if (= choice "Color") (setf ...
          (if (= choice "Layer") (setf ...
            (if (= choice "Object") (setf ... ) ) )
        (if (= choice "Color")
          (progn (setf ent (ssget "X" (list ...) (repeat num
            (setf lista (entget (ssname ...) (setf count 10) ...
              (setf list ... (append ...)
              (setf count (+ count)))
              (setf list ... (append ...)
              (setf list ... (append ...)
              (setf count_fac (+ count_fac) ) ) )
          (if (= choice "Layer") ...
            (if (= choice "Object") ...
              (unload_dialog id)
              SOMMETS PLUS COEF )
  Gives variable with total corners facettes cordonates with absorption coefficients
```

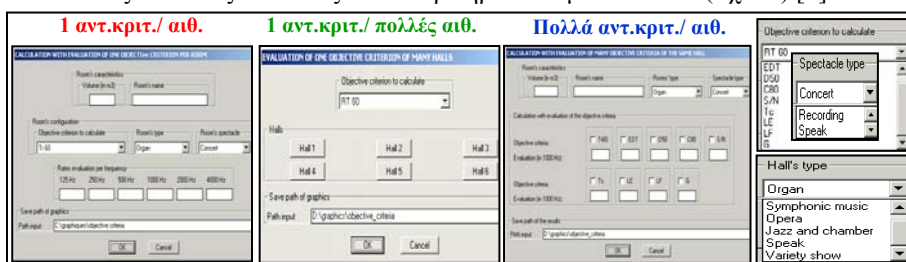
Σχήμα 11. Άποψη αλγορίθμου σε VisualLISP που επιτρέπει την απόδοση συντελεστών απορρόφησης σε ομαδοποιημένες επιφάνειες – « CAD-Acoustic » [4].

Με τη βοήθεια της συνιστώσας «Υπολογισμός» (« CAD-Acoustic ») υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμού του κριτηρίου χρόνου αντήχησης RT60 (Σχ. 12).



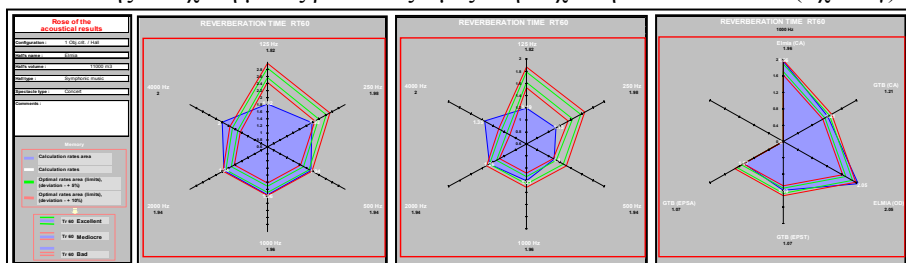
Σχήμα 12. Συγκρίσεις υπολογισμών RT60 των αιθουσών Elmia / GTB με το «CAD-Acoustic» σε σχέση με τα αποτελέσματα των προγραμμάτων Epidauré, Odeon

Με τη βοήθεια της συνιστώσας «Μετάφραση» (Σχ. 1-αριστερά) οι τιμές του ακουστικού υπολογισμού συγκρίνονται γραφικά με βέλτιστες τιμές βιβλιογραφίας λαμβάνοντας υπόψη αρχιτεκτονικά στοιχεία, όπως ο όγκος του χώρου, ο τύπος του θεάματος (συναυλία, εγγραφή, ομιλία) και η διαμόρφωση του θεάματος (όργανο, συμφωνική ορχήστρα, όπερα, τζαζ, κλπ.). Η εν λόγω «αρχιτεκτονική μετάφραση» των ακουστικών αποτελεσμάτων αφορά σε τρεις διαφορετικούς τύπους μετάφρασης και παρουσίας αποτελεσμάτων, όπως ένα κριτήριο ανά μία αίθουσα, ένα κριτήριο ανά πολλές αίθουσες και τέλος πολλά κριτήρια ανά μία αίθουσα (Σχ. 13) [5].



Σχήμα 13. Τύποι «αρχιτεκτονικής μετάφρασης» ακουστικών αποτελεσμάτων

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η «αρχιτεκτονική μετάφραση» των δύο αιθουσών αφορά τη σύγκριση των RT60 καθεμίας αίθουσας (στις συχνότητες 125Hz – 4kHz) με τις βέλτιστες τιμές βιβλιογραφίας (Σχ. 14 α-Elmia, β-GTB), καθώς επίσης και στη σύγκριση των τιμών υπολογισμού RT60 διαφορετικών προγραμμάτων ακουστικής σε σχέση με τις βέλτιστες τιμές στη συχνότητα των 1000 Hz (Σχ. 14 γ).



Σχήμα 14. Παρουσίαση «αρχιτεκ/νικής μετάφρασης» ακουστικών αποτελεσμάτων

Στις πρώτες δύο συγκρίσεις παρατηρούμε ότι οι τιμές υπολογισμού των RT60 με το «CAD-Acoustic» (μπλέ επιφάνεια) βρίσκονται στα όρια των βέλτιστων τιμών (πράσινα όρια : απόκλιση 5% από βέλτιστες τιμές, κόκκινα όρια : απόκλιση 10%) όσον αφορά στις μεσαίες συχνότητες. Στις συχνότητες των 125 Hz και 4 kHz οι τιμές υπολογισμού βρίσκονται εκτός ορίων των βέλτιστων τιμών κι αυτό διότι οι βέλτιστες τιμές υπολογίζονται για τις μεσαίες και μόνο συχνότητες, ενώ για τις υπόλοιπες συχνότητες οι τιμές υπολογίζονται κατά προσέγγιση. Στη τρίτη σύγκριση (δεξιά), παρατηρούμε ότι οι τιμές υπολογισμού των RT60 των ακουστικών προγραμμάτων στη συχνότητα 1 kHz βρίσκονται στα όρια των βέλτιστων τιμών.

4. Συμπεράσματα

Η πλατφόρμα «CAD-Acoustic» προσαρμοσμένη σε περιβάλλον προγράμματος

μοντελοποίησης, εκτός της λειτουργίας ως εκπαιδευτικού εργαλείου ακουστικής συμπεριφοράς χώρων και μέσου βοήθειας μοντελοποίησης για ακουστική προσομοίωση, παρέχει τη δυνατότητα υπολογισμού ακουστικών κριτηρίων και γεωμετρικών προσομοιώσεων της ακουστικής συμπεριφοράς.

Μερικές από τις ακουστικές και γεωμετρικές εφαρμογές του « CAD-Acoustic » :

- Γραμμική και φωτορεαλιστική προσομοίωση αντανάκλασεων σε σχέση με επιλεγμένη-ες επιφάνεια-ες.
- Μαζική ή μεμονωμένη απόδοση υλικών και συντ. απορροφ/σης σε επιφάνειες.
- Προσομοίωση και ομαδοποίηση υλικών ανά χρώμα.
- Υπολογισμός και σύγκριση συνολικών ή μεμονομένων απορροφητικών ή αντανάκλαστικών επιφανειών.
- «Αρχιτεκτονική μετάφραση» ακουστικών αποτελεσμάτων.
- Υπολογισμός ακουστικών κριτηρίων.

Οι συγκεκριμένες εφαρμογές καθίστανται ένα εργαλείο βοήθειας ακουστικής διευθέτησης κατά τη διάρκεια της αρχιτεκτονικής σύλληψης ακουστικού χώρου, ενώ επιτρέπουν κατά κύριο λόγο σε αρχιτέκτονες ή φοιτητές αρχιτεκτονικής, με γνώσεις ακουστικής ή μη, να εκτιμήσουν τα ακουστικά αποτελέσματα με σκοπό την αποδοτικότερη συνεργασία με απαραίτητους συμβούλους ακουστικής.

Οι εν λόγω εφαρμογές επιτρέπουν κατά δεύτερο λόγο σε συμβούλους ακουστικής, μεταξύ άλλων, τον υπολογισμό ακουστικών κριτηρίων, δίνοντας τη δυνατότητα ελέγχου λειτουργίας ακουστικών επιφανειών μέσω προσομοίωσης, αυτόματης προσαρμογής και αλλαγής της γεωμετρίας των επιφανειών του χώρου, σύγκρισης αποτελεσμάτων, σε μια πλατφόρμα ανοιχτή στη προσαρμογή άλλου ισχυρού κώδικα προγραμματισμού ακουστικού υπολογισμού και προσαρμοσμένη σ'ένα ισχυρό περιβάλλον προσομοίωσης και μοντελοποίησης.

5. Αναφορές

[1] Kouzeleas, S., “Développement d'un outil d'aide en simulation acoustique architecturale adaptable à un système de modélisation CAO”, Διδακτορική διατριβή N° 2642, Πανεπιστήμιο Bordeaux 1, Γαλλία, 2002

[2] The ODEON home page <http://www.odeon.dk> , επίσκεψη Μάρτιος 2004

[3] Semidor, C., “Relations entre architecture et qualité acoustique : contribution à la caractérisation acoustique d'un lieu d'écoute”. Διδακτορική διατριβή d'état N° 1460, σελ. 211-213, Πανεπιστήμιο Paul Sabatier, Toulouse, Γαλλία, 1999

[4] Kouzeleas, S., “Computational processes of a hall cad modelisation for acoustic simulation according to accepted geometry format via acoustic software”. 1st International Conference “From Scientific Computing to Computational Engineering” (1st IC-SCCE), 8-10 September 2004, Athens, Greece, 2004

[5] Kouzeleas, S., Semidor, C., “Architectural translation of the acoustical simulation results”. Institute of Acoustics, subject : Auditorium Acoustics: Historical and contemporary design and performance, Imperial College, Proceedings: Vol. 25 - Part 4 - 2002 - ISBN 1 901656 47 0, 19-21 July 2002, London, England, 2002