

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΗΧΟΤΟΠΙΟΥ¹

Κίμων Παπαδημητρίου,* Στέλιος Κουζελέας**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περιγραφή και μελέτη ενός αστικού ιστού επιτυγχάνεται μέσω της χαρτογραφικής απόδοσης των θέσεων διαφόρων λειτουργιών και δραστηριοτήτων του και της ανάλυσης των σχέσεων που δημιουργούνται μεταξύ τους. Εκτός όμως από τη χωρική διάσταση του αστικού ιστού (η οποία περιγράφεται από γεωγραφικά χαρακτηριστικά), ένα σύνολο συμπληρωματικών ιδιοτήτων του, όπως αυτές που ορίζουν ηχητικά γεγονότα σχετιζόμενα με τις λειτουργίες του χώρου (σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους), είναι ικανό να συμπληρώσει και να πλουτίσει την αντίληψη που διαμορφώνει ένας παρατηρητής ή ένας μελετητής. Η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζει μια εναλλακτική περιγραφή του αστικού περιβάλλοντος, λαμβάνοντας υπόψη την ηχητική του διάσταση, και στηρίζεται στη χαρτογραφική απόδοση του ηχητοπίου που ορίζει ένας τέτοιος χώρος. Η προτεινόμενη διαδικασία χαρτογραφικής παραγωγής (εισαγωγή δεδομένων, επεξεργασία, θεματική απόδοση) για την απόδοση του αστικού ηχοτοπίου περιγράφεται μέσα από ένα παράδειγμα που δημιουργήθηκε σε γραφικό περιβάλλον μοντελοποίησης, χρησιμοποιώντας τιμές που περιγράφουν ποσοτικά και ποιοτικά μια πιθανή ηχητική κατάσταση. Στόχος της εργασίας είναι να οριστεί μια μεθοδολογία αξιοποίησης των ηχητικών πληροφοριών ενός αστικού περιβάλλοντος με μεθόδους γεωγραφικής ανάλυσης. Έτσι δίνεται μια νέα διάσταση στη μελέτη του αστικού περιβάλλοντος συναρτήσει του ηχητικού του τοπίου.

Approche méthodologique de la dimension géographique du paysage sonore urbain

Kimón Papadimitriou, Stelios Kouzeleas

RÉSUMÉ

La description et l'étude du réseau urbain s'obtiennent via la simulation cartographique des positions de ses différentes fonctions et activités, ainsi que via l'analyse des relations qui se créent entre elles. Cependant, à part la dimension spatiale du réseau urbain (qui est décrite par des caractéristiques géographiques), il y a tout un ensemble de propriétés complémentaires de la ville capable de compléter et d'enrichir la perception d'un observateur ou d'un chercheur – propriétés comme celles qui définissent des événements sonores en relation des fonctions de l'espace en périodes de temps données. Cette étude présente une description alternative de l'environnement urbain, prenant en compte sa dimension sonore, et elle se base sur la simulation cartographique du paysage sonore défini par un tel environnement. Le processus proposé de production cartographique (entrée de données, traitement, simulation thématique) afin de simuler le paysage sonore de la ville est décrit via un exemple créé en environnement graphique de modélisation en utilisant des valeurs qui correspondent de manière quantitative et qualitative à une situation sonore probable. L'objectif de l'étude est la définition d'une méthodologie d'exploitation des informations sonores d'une ville en utilisant des méthodes d'analyse géographique. Ainsi, on exploite une nouvelle dimension pour l'étude géographique de la ville en relation de son « paysage sonore » (*soundscape*).

1. Η εργασία αυτή στην αρχική της μορφή παρουσιάστηκε στο 1ο Συνέδριο του περιοδικού *Γεωγραφίες*, Θεσσαλονίκη, 21-30 Οκτωβρίου 2005.

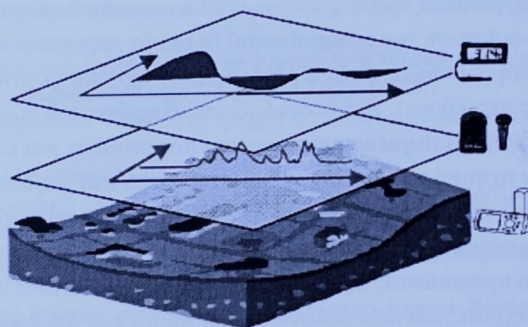
* Τμήμα Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Πολυτεχνική Σχολή, ΑΠΘ, e-mail: paki@topo.auth.gr.

**Τμήμα Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Πολυτεχνική Σχολή, ΑΠΘ, e-mail: stelios_kouzeleas@yahoo.fr.

1. Εισαγωγή

Η μελέτη του αστικού ιστού στηρίζεται παραδοσιακά στη χαρτογραφική απόδοση των θέσεων πολλαπλών δραστηριοτήτων και λειτουργιών του σε σχέση με τις γεωμετρικές μορφές που ορίζει ο γεωγραφικός χώρος και οι ανθρώπινες κατασκευές-δομές. Εκτός όμως από τις συγκεκριμένες μορφές, οι οποίες γίνονται άμεσα αντιληπτές μέσω της όρασης, υπάρχει και ένα σύνολο συμπληρωματικών ιδιοτήτων του χώρου που προσλαμβάνονται από κάποιον παρατηρητή μέσω άλλων αισθήσεων, όπως οι ήχοι, οι μυρωδιές, η θερμοκρασία κ.λπ. Τέτοιες ιδιότητες συμπληρώνουν και πλουτίζουν την περιγραφή του αστικού περιβάλλοντος, δίνοντας μια πιο ολοκληρωμένη άποψη του χώρου (Kouzeleas & Papadimitriou 2006) (Εικ. 1).

Εικόνα 1.
Η αντίληψη που διαμορφώνει ένας παρατηρητής (μελετητής) για κάποιο χώρο εξαρτάται από διάφορα επίπεδα ιδιοτήτων τα οποία γίνονται αντιληπτά είτε από τις αισθήσεις είτε από κατάλληλα όργανα καταγραφής



Ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνεται κάποιος τις ιδιότητες ενός χώρου και η ερμηνεία τους είναι κάτι υποκειμενικό, αφού επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η ευαισθησία του αισθητήριου οργάνου, η προηγούμενη εμπειρία σε αντίστοιχα ερεθίσματα, η σχετική παιδεία για την ερμηνεία του ερεθίσματος κ.ά. Το ζητούμενο λοιπόν είναι να οριστεί ένας μονοσήμαντος τρόπος απόδοσης για τέτοιες ιδιότητες έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αναφορά για τη μελέτη και την ανάλυση του χώρου.

Η συγκεκριμένη εργασία προτείνει την ενσωμάτωση των ηχητικών ιδιοτήτων του περιβάλλοντος στις διαδικασίες περιγραφής, ανάλυσης, σχεδιασμού και διαχείρισης του χώρου με τεχνικές των γεωεπιστημών. Η ηχητική διάσταση του αστικού χώρου αναδεικνύεται χαρτογραφικά μέσω μεθοδολογιών που προτείνονται: α) για τον τρόπο εισαγωγής ηχητικών πληροφοριών που χαρακτηρίζουν το αστικό ηχοτοπίο, β) για την επεξεργασία των δεδομένων με εργαλεία χωρικής ανάλυσης, και γ) για τον καθορισμό και την απόδοση ζωνών με συγκεκριμένα ηχητικά χαρακτηριστικά.

2. Αστικό ηχοτοπίο

Ένα αστικό περιβάλλον μπορεί να περιγραφεί από μια ομάδα ιδιοτήτων οι οποίες το χαρακτηρίζουν και αναφέρονται:

- στο τοπίο (τοπογραφία-κατασκευές)
- στις ανθρώπινες δραστηριότητες και λειτουργίες της κοινωνίας (δομές)
- στις περιβαλλοντικές συνθήκες (ατμόσφαιρα, νερό, έδαφος), και
- στους ήχους του, οι οποίοι είναι αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων και

των λειτουργιών και διαμορφώνονται τόσο από τη μορφολογία του χώρου όσο και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Truax 1984).

Μεταξύ των παραπάνω ιδιοτήτων δημιουργείται μια δυναμική, έτσι ώστε κάθε μία από αυτές εξαρτάται και επηρεάζεται από τις υπόλοιπες (Εικ. 2).

Το σύνολο των ήχων ενός χώρου είναι κυρίαρχος παράγοντας στη διαμόρφωση της αντίληψης που διαμορφώνει ένας παρατηρητής και πολύ περισσότερο κάποιος που μελετάει το χώρο (Granö 1997, Nemeth 1984, Ohlson 1976). Χαρακτηριστικό παράδειγμα για τη σημασία του ήχου στην κατανόηση του χώρου είναι ο τρόπος προσανατολισμού των ατόμων με περιορισμένη όραση. Αλλά ακόμη και κάποιος που είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει όλες του τις αισθήσεις χρησιμοποιεί σε πολλές περιπτώσεις ακουστικά κριτήρια για την κίνησή του (ο επισκέπτης μιας πόλης καθοδηγείται επίσης σύμφωνα με την ύπαρξη ή απουσία συγκεκριμένων ήχων). Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία του ήχου στη διαμόρφωση της αντίληψης ενός παρατηρητή, η μελέτη των ηχητικών ιδιοτήτων του χώρου μπορεί να αξιοποιηθεί για τον πολεοδομικό σχεδιασμό και τη διαχείριση του αστικού περιβάλλοντος (Brown & Muhar 2004).

Από τις αρχές της δεκαετίας του '70 επιχειρείται η επιστημονική περιγραφή των επιδράσεων του θορύβου στον άνθρωπο (U.S. Environmental Protection Agency 1971) και στο αστικό περιβάλλον (Cuniff 1977), καθώς και η ένταξη και προσαρμογή αυτών των παραμέτρων σε νόμους και διαδικασίες λήψης αποφάσεων (U.S. Environmental Protection Agency 1977). Αν εξαιρέσει κανείς τις πιο σύγχρονες μελέτες που έχουν γίνει για το θόρυβο και την επιβλαβή επίδρασή του στον άνθρωπο (Servigne et al. 2000), είναι πολύ μικρότερη –ειδικότερα στην Ελλάδα– η προσοχή που έχει δοθεί στη σημασία του ήχου ως συστατικού του περιβάλλοντος. Μόλις στα τέλη της δεκαετίας του '80 επιχειρείται η εφαρμογή μιας ορολογίας σχετικής με την περιβαλλοντική ακουστική στην Ελλάδα (ΕΛΟΤ 1988). Αντίθετα, σε κοινωνίες με έντονη περιβαλλοντική και οικολογική συνείδηση –όπως ο Καναδάς– από τα μέσα της δεκαετίας του '60 και με τη συμβολή πρωτοποριακών μουσικοσυνθετών γεννιέται ένας νέος κλάδος της οικολογίας, η ακουστική οικολογία, η οποία μελετά το ηχητικό περιβάλλον των οικοσυστημάτων (Truax 1999). Έτσι, για τη μελέτη ενός συστήματος και υπό το πρίσμα της ακουστικής οικολογίας, η έννοια του χώρου (τοπίου) - *landscape*, εμπλουτιζόμενη από τον ήχο - *sound*, επαναπροσδιορίζεται ως ηχοτοπίο - *soundscape* (Schafer 1994). Μέσα στα πλαίσια περιγραφής και μελέτης του χώρου τίθεται το ζήτημα της χαρτογραφικής απόδοσης της ηχητικής του κατάστασης. Καθώς με τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) επιτυγχάνεται η συνδυασμένη επεξεργασία (συνεπεξεργασία) όλων των απαραίτητων πληροφοριών σε ένα ενιαίο χαρτογραφικό περιβάλλον, θεωρούνται το καλύτερο «εργαλείο» για την οπτικοποίηση του ηχοτοπίου, αντιπαραθέτοντας τις μορφές και τις ιδιότητες του φυσικού χώρου στα ηχητικά γεγονότα που τον περιγράφουν (Kang & Servigne 1999).

2.1. Χωροχρονική διάσταση του ηχοτοπίου

Η βασική ιδέα στην οποία στηρίζεται ο προτεινόμενος τρόπος προσέγγισης του ηχοτοπίου μιας πόλης είναι ότι το αστικό τοπίο (δηλαδή τα χαρακτηριστικά που το περιγράφουν σε ένα περιβάλλον μοντελοποίησης) αποτελεί το «σκηνικό» όπου διαδραματίζονται γεγονότα (λειτουργίες-δραστηριότητες) τα οποία γεννούν συγκεκριμένους ήχους (Εικ. 3). Οι ήχοι επηρεάζονται από τις ιδιότητες



Εικόνα 2.

Ο αστικός χώρος ορίζει ένα σκηνικό μέσα στο οποίο δέχεται ερεθίσματα και δραστηριοποιείται ο άνθρωπος

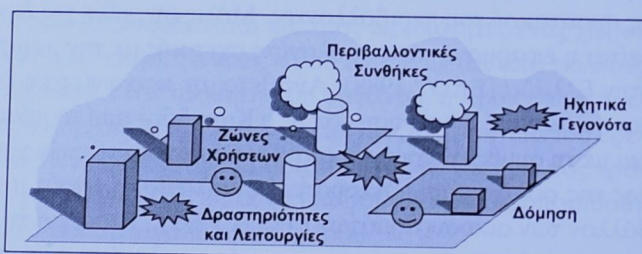
του συγκεκριμένου χώρου (μορφές και υλικά) διαμορφώνοντας το αντίστοιχο ηχοτοπίο (Truax 1984).

Καθώς οι ήχοι είναι αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων και των λειτουργιών ενός συστήματος (Truax 1998), το επίπεδο της χωρικής λεπτομέρειας για τη χαρτογραφική προσέγγιση του αστικού ηχοτοπίου ορίζεται από τις αστικές κλίμακες (μεγαλύτερες από 1:2000) που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των χαρακτηριστικών μιας πόλης. Η διάδοση του ήχου στο αστικό περιβάλλον επηρεάζεται άμεσα από χαρακτηριστικά και ιδιότητες του χώρου όπως η θέση των κτισμάτων (σε σχέση με τις ηχητικές πηγές), που δημιουργούν ηχητικές διόδους (ηχητική διάχυση) ή ηχητικά εμπόδια (ηχητική περίθλαση), τα υλικά κατασκευής των κτισμάτων (ηχητική αντανάκλαση-απορρόφηση), αλλά και από τη θέση της ηχητικής πηγής και την ηχητική της ένταση (Everest 1994). Έτσι, το επίπεδο λεπτομέρειας μπορεί σε ειδικές περιπτώσεις να απαιτήσει χρήση ακόμη μεγαλύτερων κλιμάκων (π.χ. 1:500) για την απόδοση αρχιτεκτονικών στοιχείων που μπορεί να επηρεάζουν την ηχητική διάδοση. Το τελικό κριτήριο για την κλίμακα που θα χρησιμοποιηθεί καθορίζεται από το είδος της μελέτης (π.χ. σε επίπεδο γειτονιάς, τμήμα της πόλης ή σύνολο του αστικού ιστού).

Θεωρώντας ότι ο χαρακτήρας ενός αστικού χώρου, όπως τον αντιλαμβανεται ένας παρατηρητής, ακολουθεί τις μεταβολές της ηχητικής του διάστασης (Arkette 2004), η μελέτη του αστικού ηχοτοπίου λαμβάνει υπόψη, πέρα από τη χωρική του διάσταση, τις χρονικές διακυμάνσεις που μπορεί να παρουσιάζει (Εικ. 4) και οι οποίες διαμορφώνουν το χαρακτήρα του αστικού περιβάλλοντος στις συγκεκριμένες χρονικές περιόδους.

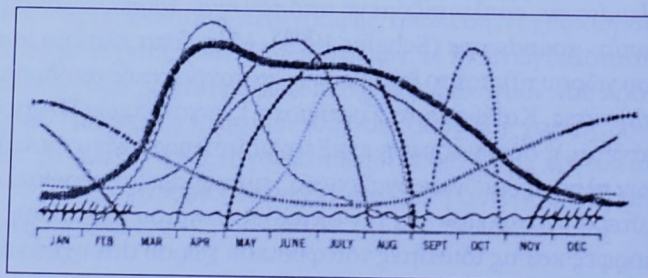
Εικόνα 3.

Το αστικό ηχοτοπίο διαμορφώνεται από το συνδυασμό των ιδιοτήτων των ηχητικών γεγονότων και των χαρακτηριστικών του χώρου



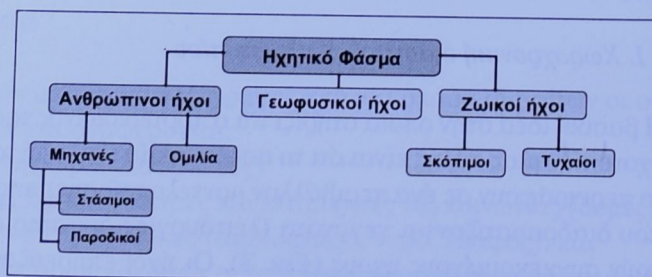
Εικόνα 4.

Παράδειγμα της διακύμανσης ηχητικών γεγονότων κατά τη διάρκεια ενός έτους (Wrightson 1999)



Εικόνα 5.

Σχηματικός διαχωρισμός των ήχων ενός περιβάλλοντος σε θεματικές κατηγορίες ανάλογα με την προέλευσή τους



Σύμφωνα με την οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντολογικού θορύβου (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο & Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ε.Ε. 2002), ο οποίος είναι στοιχείο της περιγραφής του ηχοτοπίου, η ημέρα, το βράδυ και η νύχτα προτείνονται ως χαρακτηριστικές χρονικές περίοδοι μετρήσεων θορύβου. Τα δε χαρακτηριστικά του θορύβου που λαμβάνονται υπόψη στην ευρωπαϊκή και ελληνική νομοθεσία είναι ο χώρος στον οποίο υπάρχει ο θόρυβος, η ώρα της ημέρας, η διάρκεια της έκθεσης στον ήχο και ο τύπος του θορύβου (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ε.Ε. 1986).

Η διαμόρφωση της ηχητικής κατάστασης σε σχέση με το χρόνο βασίζεται στην εποχικότητα και τη διάρκεια των δραστηριοτήτων και των λειτουργιών που γεννούν ήχους. Έτσι, ορίζονται αντιπροσωπευτικοί κύκλοι (θεωρητικά επαναλαμβανόμενοι) σύμφωνα με τους ρυθμούς μιας πόλης, οι οποίοι μπορεί να είναι:

- ωριαίοι (π.χ. σχολικά διαλείμματα κάθε 45', διερχόμενο λεωφορείο κάθε 5', κύμα οχημάτων κάθε 1' κ.λπ.)
- ημερήσιοι (π.χ. ωράριο λειτουργίας καταστημάτων, ώρες αιχμής σε δρόμους, κόσμος σε πλατείες κ.λπ.)
- εβδομαδιαίοι (π.χ. ημέρες λειτουργίας σχολείων, αγοράς, τελετές σε εκκλησίες, λαϊκές αγορές κ.ά.)
- μηνιαίοι ή ετήσιοι (π.χ. μεγάλες γιορτές, φεστιβάλ, εκθέσεις, εποχιακές συνήθειες κατοίκων κ.λπ.).

2.2. Ιδιότητες του ηχοτοπίου

Το ηχητικό φάσμα ενός ηχοτοπίου (Εικ. 5) μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρία μέρη ανάλογα με την προέλευση των ήχων (Cage et al. 2004):

- τους ανθρωπογενείς ήχους (anthrophony), που οφείλονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες και μπορεί να παράγονται είτε από μηχανήματα και συσκευές είτε από την ομιλία·
- τους βιολογικούς ήχους (biophony), που δημιουργούν οι ζωντανοί οργανισμοί του περιβάλλοντος (όπως πουλιά, ζώα, έντομα κ.ά.)· και
- τους ήχους γεωφυσικής προέλευσης (geophony), που παράγονται από το φυσικό περιβάλλον (όπως ο αέρας, το νερό που κυλάει κ.λπ.) εξαιτίας των φυσικών φαινομένων και της μορφολογίας του χώρου.

Λαμβάνοντας υπόψη την παραπάνω ποιοτική (και όχι ποσοτική) κατηγοριοποίηση ήχων στο ηχοτόπιο, το αστικό ηχητικό περιβάλλον προσδιορίζεται από τον τρόπο συμμετοχής των επιμέρους ηχητικών κατηγοριών, καθώς σε τυχαίες θέσεις μπορεί να ακούγονται συνδυασμοί ήχων διαφορετικής προέλευσης (Boubezari & Coelho 2004).

Όσο για την ποσοτική προσέγγιση ιδιοτήτων του ήχου, το επίπεδο ηχητικής πίεσης (sound pressure level, SPL ή Lp) είναι μια πολύ βασική ποσοτική παράμετρος προσδιορισμού του ήχου, η οποία σχετίζεται γενικότερα με την ηχητική ένταση και ειδικότερα με τη στιγμιαία ατμοσφαιρική πίεση σε ένα σημείο. Η μέτρηση του SPL βασίζεται στη χρήση μικροφώνου και σε ειδικές συσκευές ηχομέτρων και μετριέται σε decibel (dB) – 0-120 dB η ευαισθησία του ανθρώπινου αυτιού (Σκαρλάτος 2003).

Λαμβάνοντας υπόψη το SPL σε συνδυασμό με την κατηγοριοποίηση των ήχων ανάλογα με την προέλευσή τους, η κάθε θέση του ηχοτοπίου μπορεί να πε-

ριγράφεται από τέσσερις ακουστικές παραμέτρους (μία ποσοτική και τρεις ποιοτικές) σύμφωνα με την εξής σχέση:

$$H = E * (A + B + \Gamma) \quad (1)$$

όπου H είναι η τιμή που περιγράφει το ηχοτοπίο, E το επίπεδο της ηχητικής πίεσης και A, B, Γ οι τιμές που δηλώνουν την ύπαρξη ανθρωπογενών, βιολογικών ή γεωφυσικών ήχων αντίστοιχα. Χρησιμοποιώντας το σύνολο των παραπάνω τιμών για κάθε θέση του χώρου, προκύπτει η δυνατότητα για μια νέα ταξινόμηση του αστικού περιβάλλοντος σύμφωνα με αυτά τα χαρακτηριστικά του ηχοτοπίου.

2.3. Χαρτογράφηση του ηχοτοπίου

Ένα πλήθος μελετών ακουστικών μετρήσεων στο αστικό περιβάλλον δημιουργήσαν και συνεχίζουν να δημιουργούν πρότυπα ISO που σχετίζονται μεταξύ άλλων με μετρήσεις ακουστικών παραμέτρων (ακουστική πίεση, ηχητικές πηγές κ.ά.), καθορισμό θορύβων και ιδανικών ακουστικών συνθηκών κ.λπ. (ISO 1994).

Η πιο διαδεδομένη χαρτογράφηση ηχητικών πληροφοριών είναι αυτή των χαρτών θορύβου. Ειδικά λογισμικά προσομοίωσης και χαρτογράφησης θορύβου, στηριζόμενα στη τεχνολογία των ΣΓΠ, προβλέπουν το ηχητικό πεδίο και χαρτογραφούν θορύβους του εξωτερικού περιβάλλοντος με κάθε είδους ηχητική πηγή (αστικό περιβάλλον, οδική κυκλοφορία, σιδηρόδρομος, βιομηχανία, ψυχαγωγικές δραστηριότητες, αεροδρόμια), δημιουργώντας μέχρι και στρατηγικούς χάρτες θορύβου για πολεοδομικά συγκροτήματα-πόλεις (IMMI software 2006, CADNA Software 2006), σύμφωνα με τις απαιτήσεις ευρωπαϊκών κοινοτικών οδηγιών (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο & Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ε.Ε. 2002).

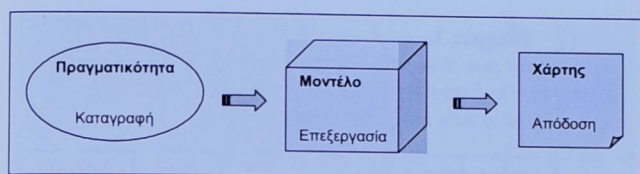
Η προτεινόμενη διαδικασία για τη χαρτογραφική απόδοση των ηχητικών χαρακτηριστικών δεν αποτελεί απλώς ένα ακόμη είδος οπτικοποίησης του θορύβου, αλλά μια μεθοδολογία για τη συνδυασμένη καταγραφή και αξιοποίηση των ποιοτικών και ποσοτικών ιδιοτήτων του αστικού ηχοτοπίου με τεχνικές της γεωπληροφορικής, ώστε να επιτυγχάνεται η εισαγωγή, επεξεργασία και θεματική απόδοση αυτών των ιδιοτήτων.

Η χαρτογραφική απόδοση του αστικού ηχοτοπίου περιγράφεται μέσα από ένα παράδειγμα πειραματικού (εικονικού) ηχοτοπίου που δημιουργήθηκε στο γραφικό περιβάλλον μοντελοποίησης GrassGIS (GRASS 2006), χρησιμοποιώντας τιμές που περιγράφουν ποσοτικά και ποιοτικά μια πιθανή ηχητική κατάσταση.

2.3.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Ο σύγχρονος τρόπος παρακολούθησης και μελέτης περιβαλλοντικών φαινομένων με την αξιοποίηση τεχνολογιών και μεθόδων της γεωπληροφορικής αποτελείται από τρία επίπεδα (Shade & Walkowski 2005) (Εικ. 6):

- το χαμηλότερο επίπεδο συνίσταται σε ένα δίκτυο αισθητήρων (των οποίων οι θέσεις μπορεί να αλλάζουν – κινούμενοι) και το οποίο καταγράφει παρατηρήσεις (δεδομένα) για το φαινόμενο·
- το υψηλότερο επίπεδο ορίζεται από το είδος της εφαρμογής (χρήστες) και αφορά στον τρόπο απόδοσης των ζητούμενων πληροφοριών· και
- το ενδιάμεσο επίπεδο χρησιμοποιείται για τη ζεύξη των άλλων δύο. Το επίπεδο αυτό αφορά στην επεξεργασία των δεδομένων με χρήση (δυναμικών)

**Εικόνα 6.**

Αρχιτεκτονική τριών επιπέδων για την παρακολούθηση και μελέτη περιβαλλοντικών φαινομένων:

- α) καταγραφή δεδομένων (καταγραφή),
 β) εισαγωγή και επεξεργασία (μοντελοποίηση),
 γ) απόδοση (οπτικοποίηση)

χωρο-χρονικών μοντέλων, καθώς υπάρχει μια συνεχής εισαγωγή δεδομένων μέσω του δικτύου καταγραφής (όπως, για παράδειγμα, οι χάρτες καιρικής πρόβλεψης), με σκοπό οι πληροφορίες που δίνονται να είναι διαρκώς σύμφωνες με τις τρέχουσες συνθήκες.

2.3.2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η διαδικασία εισαγωγής αφορά στην απόδοση ποσοτικών και ποιοτικών ηχητικών ιδιοτήτων (τιμές SPL και κατηγορίες ήχων) σε θέσεις όπου δημιουργούνται χαρακτηριστικά ηχητικά γεγονότα (π.χ. αγορά, πάρκα, δρόμους). Σχετικά με τις μετρήσεις των ποσοτικών ηχητικών ιδιοτήτων, και ειδικότερα της ηχητικής στάθμης, αυτή μπορεί να μετρηθεί είτε με σύγκριση και συνδυασμό άλλων ηχητικών πιέσεων της ατμόσφαιρας είτε με δίκτυο μικροφώνων (Jacobsen 2001). Ο καθορισμός των ποιοτικών ηχητικών χαρακτηριστικών όπως περιγράφηκαν στηρίζεται στην ταυτοποίηση της προέλευσης των ηχητικών γεγονότων (Μνιέστρης et al. 2006) και την επεξεργασία των ηχογραφήσεων με ειδικά λογισμικά ακουστικής επεξεργασίας, προς καθορισμό, μεταξύ άλλων, της φύσης και της συχνότητας του ήχου (National Instruments 2006).

Οι καταγραφές για την περιγραφή αυτών των ιδιοτήτων μπορούν να γίνονται σε συνδυασμό με τον εντοπισμό του γεωγραφικού στίγματος κατά μήκος διαδρομών ή σε όλη την έκταση μιας περιοχής (όπως στις τοπογραφικές οδεύσεις), δημιουργώντας τελικά ένα σύνολο σημείων με τιμές που περιγράφουν το ηχοτοπίο (Papadimitriou & Kouzeleas 2005). Για το σκοπό αυτόν μπορεί να χρησιμοποιείται διάταξη φορητών συσκευών με ηχόμετρο (SPL) και δέκτη GPS (Παπαδημητρίου & Κουζελέας 2005). Η διαδικασία μπορεί να επαναλαμβάνεται ώστε να καλυφθεί κάθε χρονική περίοδος που ενδιαφέρει.

Στο παράδειγμα που χρησιμοποιείται (Εικ. 7) θεωρείται ότι ένας κινούμενος παρατηρητής κατέγραψε τιμές για την ηχητική ένταση (SPL), τιμές που περιγράφουν την ύπαρξη ή απουσία ήχων (1 ή 0) από ανθρώπινες ή βιολογικές δραστηριότητες και εξαιτίας φυσικών φαινομένων (γεωφυσικοί ήχοι) και το στίγμα σε 15 σημεία (S1-S15) κατά μήκος μιας διαδρομής.

2.3.3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Με βάση το εύρος των τιμών, για κάθε μία από τις τέσσερις περιγραφικές ιδιότητες, στο σύνολο της πειραματικής περιοχής, τα 15 σημεία κατατάσσονται σε 8 διαφορετικές κατηγορίες που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες ακουστικές συνθήκες (Πίν. 1).

Η ταξινόμηση περιγράφεται με ένα σύνθετο κωδικό ο οποίος προκύπτει από την αύξουσα ταξινόμηση των μέγιστων τιμών SPL που καταγράφηκαν για κάθε κατηγορία ήχων (1: μικρότερη από 55 dB, 2: 55-65 dB, 3: 65-75 dB, 4: 75-85 dB και 5: μεγαλύτερη από 85 dB) και την αύξουσα σειρά κατάταξης των αθροισμάτων $A+B+Γ$, έχοντας θέσει για τους ανθρωπογενείς ήχους $A=100$, για

Πίνακας 1.

Κατηγοριοποίηση με βάση τις ιδιότητες που περιγράφουν το πειραματικό ηχοτοπίο.
Λαμβάνεται υπόψη η τιμή της έντασης (SPL) και η ύπαρξη
των ανθρωπογενών, βιολογικών και γεωφυσικών ήχων

a/a	Κατηγορία	Παρουσία ήχων			Ένταση	Σημεία
	(κωδικός)	A: ανθρωπογενών	B: βιολογικών	Γ: γεωφυσικών	(max SPL)	(κωδικός)
1	1/5 (001-5)	Όχι (0)	Όχι (0)	Ναι (1)	85+ dB	S9
2	2/4 (010-4)	Όχι (0)	Ναι (1)	Όχι (0)	85 dB	S5, S10
3	3/4 (011-4)	Όχι (0)	Ναι (1)	Ναι (1)	85 dB	S1, S8, S15
4	4/3 (100-3)	Ναι (1)	Όχι (0)	Όχι (0)	75 dB	S4, S7, S13
5	5/3 (101-3)	Ναι (1)	Όχι (0)	Ναι (1)	75 dB	S3, S6, S12, S14
6	6/1 (110-1)	Ναι (1)	Ναι (1)	Όχι (0)	55 dB	S2
7	7/4 (111-4)	Ναι (1)	Ναι (1)	Ναι (1)	85 dB	S11

τους βιολογικούς B=10 και για τους γεωφυσικούς Γ=1 (δηλαδή 1: 001, 2: 010, 3: 011, 4: 100, 5: 101, 6: 110 και 7: 111). Έτσι, για παράδειγμα, η κατηγορία με κωδικό 5/3 αναφέρεται σε ηχητική στάθμη μέχρι 75 dB που δημιουργείται από συνδυασμό ήχων ανθρωπίνης και γεωφυσικής προέλευσης.

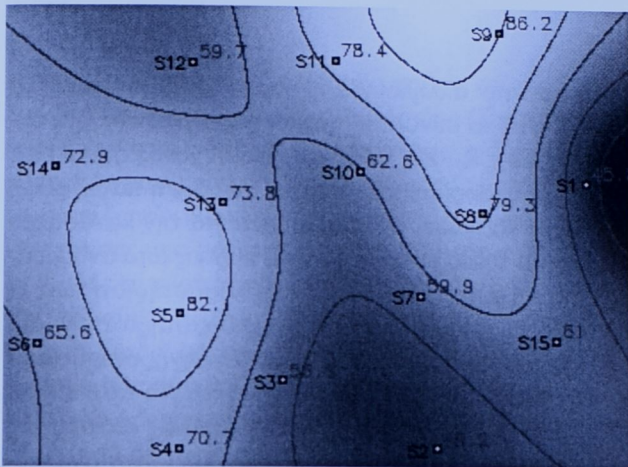
Ο υπολογισμός των τιμών SPL στον ενδιαμέσο χώρο μεταξύ των σημείων γίνεται με παρεμβολή (Εικ. 7). Κατά τη διαδικασία παρεμβολής για την περιγραφή της προέλευσης των ήχων (ανθρωπίνων, βιολογικών και γεωφυσικών) λαμβάνεται υπόψη και η τιμή SPL, ως παράγοντας διαμόρφωσης (τάση) των τιμών (GRASS, 2005).

2.3.4. ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Η προτεινόμενη μεθοδολογία περιγραφής του αστικού ηχοτοπίου στηρίζεται στη δημιουργία περιοχών οι οποίες οριοθετούν περιοχές της πόλης με όμοια ηχητικά χαρακτηριστικά. Σκοπός αυτής της χαρτογράφησης είναι ο καθορισμός θεματικών ζωνών οι οποίες αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες ακουστικές συνθήκες (κατ' αντιστοιχία των ζωνών χρήσης γης που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες δραστηριότητες).

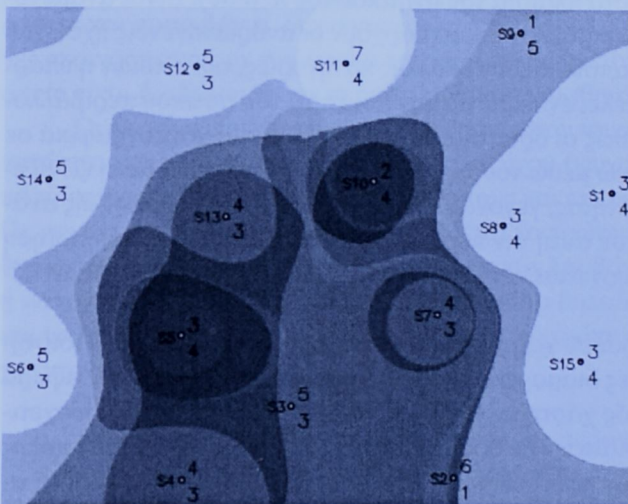
Θέτοντας ως χαρακτηριστικές τιμές των θεματικών κατηγοριών όπως ορίστηκαν στον παραπάνω πίνακα, και σε σχέση με τις διακυμάνσεις των τιμών στις ενδιαμέσες θέσεις, ορίζονται σύνολα σημείων (ζώνες) με κοινά ηχητικά χαρακτηριστικά (Εικ. 8).

Οι ιδιότητες των ενδιαμέσων σημείων περιγράφονται με τις χρωματικές διαβαθμίσεις που προκύπτουν από το συνδυασμό των τριών χαρτογραφικών επιπέδων για τους ανθρωπογενείς, βιολογικούς και γεωφυσικούς ήχους. Το κόκκινο χρώμα (μεσαία διαβάθμιση του γκρι, S4, S7, S13) δηλώνει ύπαρξη ήχων από ανθρωπίνες δραστηριότητες, το πράσινο (ανοιχτό γκρι, S1, S8, S15), γεωφυσικούς ήχους και το μπλε (σκούρο γκρι, S5, S10) βιολογικούς. Τα ενδιαμέσα χρώματα (τόνοι γκρι) αντιστοιχούν σε ενδιαμέσες καταστάσεις (συνδυασμούς των τριών επιμέρους κατηγοριών). Για την απόδοση των ακουστικών συνθηκών, λαμβάνοντας υπόψη και την ηχητική στάθμη, γίνεται τριδιάστατη απόδοση, ορίζοντας ως τρίτη διάσταση την κατηγοριοποίηση της ηχητικής στάθμης (Εικ. 9).



Εικόνα 7.

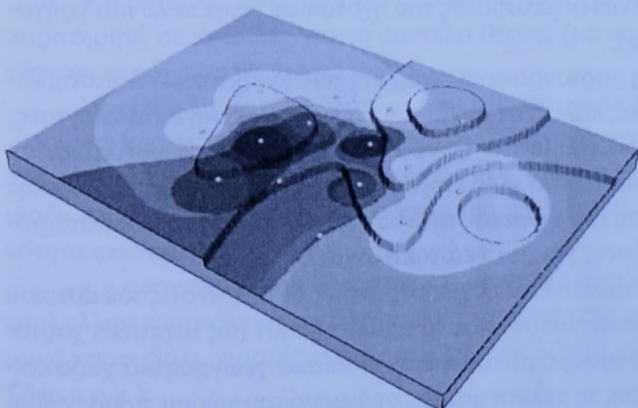
Οι τιμές σε επιλεγμένες θέσεις (S1-S15) που καλύπτουν την πειραματική περιοχή χρησιμοποιούνται για την απόδοση τιμών στα ενδιάμεσα σημεία μέσω διαδικασιών παρεμβολής. Δεξιά από κάθε σημείο εμφανίζεται η τιμή που του αποδόθηκε σε dB. Οι ανοιχτοί τόνοι αντιστοιχούν σε υψηλές ενώ οι σκούροι σε χαμηλές τιμές SPL (οι καμπύλες ηχητικής στάθμης είναι ανά 10 dB)



Εικόνα 8.

Δημιουργία θεματικών περιοχών (ζωνών) με βάση τις ηχητικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν περιοχές της πόλης. Σε κάθε σημείο φαίνεται ο κωδικός του (S1-S15) και η περιγραφή της κατηγορίας στην οποία ανήκει (επάνω δεξιά είναι το πρώτο συνθετικό του κωδικού, το οποίο περιγράφει την προέλευση των ήχων, και κάτω δεξιά είναι το δεύτερο συνθετικό, το οποίο περιγράφει την ένταση)

Είναι αναμενόμενο ότι για διαφορετικές χρονικές περιόδους προκύπτουν διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις του χώρου, οι οποίες διαφοροποιούνται τόσο χρωματικά όσο και μορφολογικά (ανάγλυφο). Η εναλλαγή των διαδοχικών χαρτογραφήσεων αποδίδει τις χρονικές διακυμάνσεις του ηχοτοπίου.



Εικόνα 9.

Δημιουργία πολυδιάστατου θεματικού χάρτη που αποδίδει την παρουσία ανθρώπινων, βιολογικών και γεωφυσικών ήχων (διαβαθμίσεις του γκρι) σε συνδυασμό με τις κατηγορίες ηχητικής στάθμης (υψομετρικά επίπεδα)

3. Συμπεράσματα

Το ηχοτοπίο διαμορφώνεται από την αλληλουχία ηχητικών στιγμιότυπων. Το κάθε ηχητικό στιγμιότυπο αποτελεί το σύνολο ηχητικών γεγονότων σε μια δεδομένη χρονική στιγμή (ή περίοδο). Καθώς κάθε ηχητικό γεγονός σχετίζεται άμεσα με μια δραστηριότητα ή λειτουργία του αστικού χώρου, η καταγραφή και μελέτη του ηχοτοπίου μπορεί να δώσει συμπεράσματα για την κατάσταση του χώρου σε μια πόλη. Το αστικό τοπίο διαμορφώνεται κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες και οι ήχοι είναι συνέπεια αυτών των δραστηριοτήτων. Η μεταβολή (εξέλιξη) του αστικού χώρου εξαρτάται από τις δραστηριότητες αυτές, οπότε ο ρυθμός μεταβολής του ηχοτοπίου (συγκριτικά γρηγορότερος από αυτόν του τοπίου) μπορεί να αποτελέσει έναν επιπλέον δείκτη για τις επερχόμενες αλλαγές που αφορούν στις αστικές δομές, τις χρήσεις και τις λειτουργίες (π.χ. η εμφάνιση ενός ηχητικού πόλου έλξης μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας δραστηριότητας στα πλαίσια του ηχητικού του πεδίου). Είναι αναμενόμενο ότι σε ένα αστικό περιβάλλον θα κυριαρχούν οι ανθρωπογενείς ήχοι, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι απουσιάζουν οι άλλες κατηγορίες, των οποίων η ύπαρξη ενδεχομένως να αποτελεί ένδειξη για την ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος (Zlatar 2003). Συνήθως οι δραστηριότητες αποδίδονται χαρτογραφικά σε συγκεκριμένες θέσεις, ενώ μέσω του ηχητικού πεδίου τους ορίζεται η ζώνη επίδρασης μιας δραστηριότητας, γεγονός που αλλάζει τα κριτήρια χωρικής ανάλυσης (το ηχητικό πεδίο σε αυτή την περίπτωση διευκολύνει την οπτικοποίηση της δυναμικής που δημιουργείται μεταξύ διαφορετικών δραστηριοτήτων και θέτει μια νέα τοπολογία).

Ο ορισμός ενός τρόπου χαρτογραφικής απόδοσης των ηχητικών ιδιοτήτων του χώρου όπως αυτές διαμορφώνονται στο αστικό περιβάλλον δεν αφορά μόνο στη δημιουργία ενός χάρτη με ηχητικές στάθμες, αλλά και στο συσχετισμό των ηχητικών καταστάσεων με δραστηριότητες και λειτουργίες μιας πόλης (μέσα από τον ορισμό της προέλευσης κάθε ήχου), δηλαδή την ηχητική (ή ακουσματική) ταυτοποίηση του αστικού χώρου. Η ηχητική ταυτότητα προσδιορίζεται με τη μελέτη αντιπροσωπευτικών περιοχών μιας πόλης (ζωνών) οι οποίες σχετίζονται είτε με έντονα ηχητικά γεγονότα (αγορά, διασταυρώσεις δρόμων κ.λπ.) είτε με ήπια (κατοικίες, πάρκα κ.λπ.). Μέσα από αυτό το πρίσμα επιτρέπεται μια πιο ολοκληρωμένη περιγραφή του χώρου και των χωροχρονικών μεταβολών που υφίσταται, όπως η κινητικότητα ανθρώπων ή οχημάτων, καθώς και η ανάδειξη ζωνών χρήσης και λειτουργίας που επιδρούν στο ηχητικό τοπίο (είναι εύκολα κατανοητό ότι οι μεταβολές του ηχοτοπίου είναι πολύ πιο γρήγορες από αυτές του τοπίου).

Η περιγραφή και η χαρτογραφική απόδοση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και λειτουργιών μιας πόλης, σε συνδυασμό με την ηχητική διάστασή τους, εμπλουτίζονται με τον καθορισμό των ζωνών επίδρασης (με ακουστικά πλέον κριτήρια), γεγονός που προσθέτει νέες παραμέτρους στις διαδικασίες χωρικής ανάλυσης (η οπτικοποίηση του ηχητικού πεδίου κάθε λειτουργίας ή δραστηριότητας θέτει τις προϋποθέσεις για μια νέα τοπολογία).

Με τη μέθοδο που προτείνεται οι χωροχρονικές διακυμάνσεις του αστικού ηχοτοπίου μπορούν να αποτυπωθούν και να αξιοποιηθούν (ως θεματικά χαρτογραφικά επίπεδα) σε συνδυασμό με άλλα παραδοσιακά γεωγραφικά χαρακτηριστικά, για την κατανόηση, τη μελέτη και το σχεδιασμό του χώρου, προσεγγίζοντάς τον από μια «οπτική» γωνία που αποκαλύπτει την ακουστική του διάσταση.

4. Προοπτικές

Η ύπαρξη χαρτών για το θόρυβο καθώς επίσης και για την τυπολογία οικοτόπων και τον αστικό και περιαστικό χώρο (Πετροπούλου 2004) βοηθά στον εντοπισμό περιοχών ιδιαίτερου ακουστικού ενδιαφέροντος για κάθε είδους εφαρμογή, που μπορούν να στηρίζουν προτάσεις για εναλλακτικές δραστηριότητες, ορισμού ζωνών ειδικών ακουστικών συνθηκών και επαναπροσδιορισμό των ζωνών χρήσης γης, βάσει του τρόπου διάχυσης και λειτουργίας του ήχου.

Με τη χαρτογράφηση του ηχοτοπίου δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για την υλοποίηση εφαρμογών πλοήγησης με χρήση ηχητικών κριτηρίων, δηλαδή κίνηση σε διαδρομές όπου ισχύουν συγκεκριμένες ηχητικές συνθήκες. Αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν είτε από άτομα με προβλήματα όρασης (τα οποία απαιτούν ειδικές ηχητικές συνθήκες για την κίνηση και τον προσανατολισμό τους), είτε γενικότερα για περιηγήσεις με θέμα τον ήχο, όπως είναι η μουσική στους δρόμους ή διάφορα σημαντικά ηχητικά γεγονότα σε μια πόλη (π.χ. παζάρια, καταρράκτες και σιντριβάνια, συγκεντρώσεις πουλιών κ.ά.). Τέτοιου είδους εφαρμογές περιγράφονται με την έννοια του ηχητικού περιπάτου «soundwalk», κάτι το οποίο είναι διαδεδομένο σε περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένες χώρες.

Οι εφαρμογές δεν περιορίζονται μόνο στον τουρισμό, αλλά δίνεται η δυνατότητα για τη μελέτη της επίδρασης του ήχου (ψυχολογία που δημιουργούν κάποιες ηχητικές καταστάσεις) σε κατοίκους και επισκέπτες (Hiramatsu 2003). Ως συνέπεια αυτής της δυνατότητας τίθεται το ερώτημα κατά πόσο μπορεί να διαμορφωθεί (ή βελτιωθεί) το αστικό ηχοτοπίο, λαμβάνοντας κατάλληλα μέτρα ή κάνοντας ηχητικές παρεμβάσεις. Κατά πόσο δηλαδή μπορεί να σχεδιαστεί και να δημιουργηθεί ένα ηχοτοπίο με παρόμοιο τρόπο όπως εφαρμόζεται η αρχιτεκτονική τοπίου (Hedfors 2003).

Ως επόμενοι στόχοι τίθενται:

- η διερεύνηση τρόπων λεπτομερέστερης περιγραφής ενός ηχοτοπίου·
- η πιλοτική δοκιμασία της μεθοδολογίας σε πραγματικό περιβάλλον (αστικό-περιαστικό)·
- η μελέτη της χωροχρονικής εξέλιξης του ηχοτοπίου σε επιλεγμένες περιοχές·
- η σύγκριση και ο συσχετισμός των χαρακτηριστικών του ηχοτοπίου με παραδοσιακά γεωγραφικά χαρακτηριστικά που περιγράφουν ένα χώρο·
- η προσομοίωση του ηχοτοπίου ενός αστικού ιστού σε ένα δυναμικό περιβάλλον μοντελοποίησης με μετρήσεις πραγματικού χρόνου· και
- η ανάλυση καταγραφών σε πραγματικό χρόνο και η καθοδήγηση του παρατηρητή σε κρίσιμες για το μοντέλο θέσεις (με σκοπό είτε την καταγραφή είτε την περιήγηση σε ένα χώρο).

Παράλληλα με τους στόχους που τίθενται, κρίνονται σκόπιμα τα εξής:

- η προσπάθεια εντοπισμού χαρακτηριστικών ηχητικών γεγονότων-καταστάσεων που περιγράφουν τη γεωγραφία μητροπολιτικών ελληνικών αστικών ιστών και η συσχέτισή τους με χρήσεις γης, ανθρώπινες δραστηριότητες, εποχικότητα φαινομένων κ.λπ.·
- η αναγνώριση, η σύγκριση και θεματική ομαδοποίηση (κατηγοριοποίηση) ελληνικών πόλεων ανάλογα με τα ηχητικά τους χαρακτηριστικά (π.χ. πατρινό καρναβάλι, γιορτές παλιάς πόλης στην Ξάνθη, Δεκαπενταύγουστος στην Τήνο κ.ο.κ.)·
- η θέσπιση αντικειμενικών κριτηρίων θεματικής ταξινόμησης του χώ-

ρου με βάση τις περιγραφικές ιδιότητες του ηχοτοπίου, ο προσδιορισμός δεικτών ποιότητας του ήχου και η εξέλιξη των μεθόδων απόδοσής τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Arkette, S. (2004), «Sounds Like City», *Theory, Culture & Society*, 21(1): 159-168, London / Thousand Oaks / New Delhi: Sage.
- Boubezari, M., Coelho, J. L. B. (2004), «The Limit of Audibility as a Perceptive Criterion for Qualitative Maps», *Proceedings of Acoustica 2004*, Guimarães, Portugal, 1-8.
- Brown, A. L., Muhrar, A. (2004), «An Approach to the Acoustic Design of Outdoor Space», *Journal of Environmental Planning and Management*, 47: 827-842.
- CADNA Software (2006), *Environmental Noise*, electronic document: www.datakustik.de.
- Cage, S., Ummand, P., Shortridge, A., Qi, J., Jella, P. K. (2004), *Using GIS to Develop a Network of Acoustic Environmental Sensors*, ανακοίνωση στο ESRI International User Conference, San Diego, California, 9-13 Αυγούστου.
- Cuniff, P. F. (1977), *Environmental Noise Pollution*, New York: John Wiley & Sons.
- ΕΛΟΤ (1988), *Ακουστική: «Ορολογία περιβαλλοντικής ακουστικής»*, ΕΛΟΤ 556.02 / 7-7-1988, ΤΕ 2/ΟΕ5.
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο & Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ε.Ε. (2002), «Οδηγία 2002/49/ΕΚ περί αξιολόγησης και διαχείρισης του περιβαλλοντικού θορύβου», *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, L 189/12 / 18-7-2002.
- Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ε.Ε. (1986), «Οδηγία 1986/188/ΕΟΚ/12-5-86 περί επιτρεπτής στάθμης θορύβου σε χώρους εργασίας», *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, L 137 / 24-05-1986, σ. 0028-0034.
- Everest, F. A. (1994), *The Master Handbook of Acoustics*, γ' έκδ., TAB Books.
- Granö, J. G. (1929/1997), *Pure Geography*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- GRASS Development Team (2006), *Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software*, ITC-irst, Trento, Italy, <http://grass.itc.it>.
- GRASS Development Team (2005), *GRASS 6.0 Users Manual*, ITC-irst, Trento, Italy, electronic document: http://grass.itc.it/grass60/manuals/html_grass60/.
- Hedfors, P. (2003), *Site Soundscapes, Landscape Architecture in the Light of Sound*, διδακτορική διατριβή, Dept. Of Landscape Planning Ultuna, Uppsala, Sweden.
- Hiramatsu, K. (2003), «The Idea of Soundscapegraphy and Its Description of Old Town of Kyoto with Gion Festival», *Proceedings of the International Symposium, World Forum for Acoustic Ecology*, Melbourne, Australia.
- IMMI software (2006), *Noise Prediction & Noise Mapping*, electronic document: www.woelfel.de/wms/noise/immi/immi.htm.
- ISO (1994), *Acoustics Determination of Sound Power Levels of Noise Sources. Engineering Method in an Essentially Free Field or a Reflecting Plane*, ISO 3744.
- Jacobsen, F. (2001), *State of the Art of Sound Intensity and Its Measurement and Applications*, ανακοίνωση στο International Congress of Acoustics, Rome.
- Jason, C. R. (2004), *Collection and Analysis of Natural Sounds Data in National Parks*, Harris Miller Miller & Hanson Inc., <http://www.hmmh.com/>.
- Kang, M. A., Servigne, S. (1999), «Animated Cartography for Urban Soundscape Information, CM-GIS '99», *Proceedings of the 7th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems*, Kansas City, 2-6 Νοεμβρίου.
- Kouzeleas, S., Papadimitriou, K. (2006), «Real-Time Remote 3D Digitizing and Modelling, Communicating Space(s)», *Proceedings, 24th eCAADe Conference*, University of Thessaly, Volos, 6-9 Σεπτεμβρίου, σ. 128-131.
- McGregor, I., Crerar, A., Benyon, D., Macaulay, C. (2002), «Soundfields and Soundscapes: Reifying Auditory Communities», *Proceedings of the 2002 International Conference of Auditory Display*, Kyoto, 2-5 Ιουλίου.
- Μνιέστρης, Α., Παντίης, Ι., Κουτσοδημάκης, Χ., Βαλσαμάκης, Ν. (2006), «Έρευνα και μελέτη ελληνικών ηχοτοπίων», ανακοίνωση στο συνέδριο Ακουστική 2006, Ελληνικό Ινστιτούτο Ακουστικής, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Ηράκλειο Κρήτης, 18-19 Σεπτεμβρίου.
- National Instruments (2006), *Noise, Vibration, Acoustic, and Audio Analysis*, www.ni.com.
- Nemeth, D. (1984), «Prolegomenon to a Geographic Study on the Subjective Quality of Inner-City Space», *Cheju National Univ. Academic Journal*, Korea, 19: 151- 162.
- Ohlson, B. (1976), «Sound Fields and Sonic Landscapes in Rural Environments», *Fennia*, 148: 33-45.

- Παπαδημητρίου, Κ., Κουζελέας, Σ. (2005), *Περιγραφή ενός συστήματος για την μοντελοποίηση και προσομοίωση χωρικών χαρακτηριστικών σε πραγματικό χρόνο*, ανακοίνωση στο 1ο πανελλήνιο συνέδριο «Πολεοδομία, χωροταξία και περιφερειακή ανάπτυξη. Σύγχρονες τάσεις - νέοι ερευνητές», Βόλος, 12-14 Μαΐου.
- Πετροπούλου, Χ. (2004), «Οικοτοπική και κοινωνικοοικονομική προσέγγιση του αστικού χώρου στη μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας και του Μεξικού», *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου*, Μυτιλήνη, 14-17 Οκτωβρίου.
- Papadimitriou, K., Kouzeleas, S. (2005), *A Method for Real-Time Spatial Analysis of Sound via Modeling in a CAD Environment Based on Acoustical Measurements*, ανακοίνωση στο 14th European Colloquium on Theoretical and Quantitative Geography, Tomar, Portugal, 9-13 Σεπτεμβρίου.
- Σκαρλάτος, Δ. (2003), *Εφαρμοσμένη ακουστική*, Πάτρα: Φιλομάθεια.
- Schade, S., Walkowski, A. C. (2005), *Five Revolutions in Geoinformatics Caused by Geo-Sensor Networks*, ανακοίνωση στο διεθνές συνέδριο GIS Visions 2005, Ostrava.
- Schafer, R. M. (1994), *The Soundscape. Our Sonic Environments and the Tuning of the World*, Rochester, VT: Destiny Books.
- Servigne, S., Kang, M. A., Laurini, R. (2000), *Mapping City Noise. GIS for Urban Soundscape: From Static Maps to Animated Cartography*, ανακοίνωση στο UCE 2000, International Conference on Decision Making in Urban and Civil Engineering, Lyon.
- Truax, B. (1984), *Acoustic Communication*, New Jersey: Ablex.
- Truax, B. (1998), «Models and Strategies for Acoustic Design», *Proceedings*, «Stockholm Hey Listen!» Conference, Royal Swedish Academy of Music, Stockholm, 9-13 Ιουνίου, σ. 8-16.
- Truax, B. (1999), *Handbook of Acoustic Ecology*, β' έκδ. (εκδοχή CD-ROM), Burnaby: Cambridge Street Publishing.
- U.S. Environmental Protection Agency (1971), *Effects of Noise on People*, NTID 300.7, NTIS Document No. PB-206723.
- U.S. Environmental Protection Agency (1977), *Toward a National Strategy for Noise Control*.
- Wrightson, K. (1999), «An Introduction to Acoustic Ecology», *Journal of Electroacoustic Music*, τ. 12, March, http://www.sonicartsnetwork.org/main_index.html.
- Zlatar, M. (2003), *Aural Limbo Space as a Sonic Interactive Interface*, διδακτορική διατριβή, Parsons School of Design, New School University, New York.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά τον κ. Ανδρέα Μνιέστη, επίκουρο καθηγητή του Τμήματος Μουσικών Σπουδών του Ιονίου Πανεπιστημίου, επιστημονικό υπεύθυνο του ερευνητικού προγράμματος με τίτλο «Μελέτη των ελληνικών ηχοτοπίων» (Πυθαγόρας / ΕΠΕΑΕΚ), ο οποίος μέσα από τη συνεργασία του με τον Κίμωνα Παπαδημητρίου έδωσε την αφορμή για τη διερεύνηση χαρτογραφικών μεθόδων του ηχοτοπίου στο πλαίσιο της ακουστικής οικολογίας.