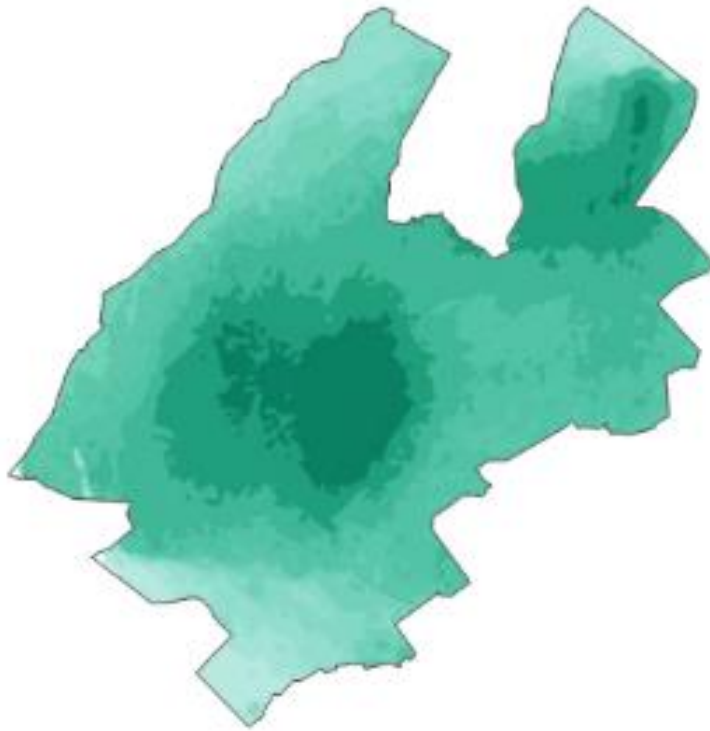




**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

## **Διαδραστική απεικόνιση αστικού ήχου για το διαδίκτυο**



**Διπλωματική Εργασία**

Ευλαλία Καραγιάννη

Αθήνα, Μάρτιος 2019



**NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS**  
SCHOOL OF RURAL AND SURVEYING ENGINEERING  
DEPARTMENT OF SURVEYING - LABORATORY OF CARTOGRAPHY

## **Interactive visualization of urban sound for the internet**



### **Diploma Thesis**

Evlalia Karagianni

Athens, March 2019



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

## Διαδραστική απεικόνιση αστικού ήχου για το διαδίκτυο



### Διπλωματική Εργασία

Ευλαλία Καραγιάννη

#### Επιβλέπων :

Βύρωνας Νάκος

Καθηγητής Ε.Μ.Π

#### Εγκρίθηκε από την Επιτροπή:

Βύρωνας Νάκος

Μαργαρίτα Κόκλα

Ανδριανή Σκοπελίτη

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Λέκτορας Ε.Μ.Π

Διδάκτωρ Ε.Μ.Π

Copyright © Καραγιάννη Ευλαλία, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

«Όλα περνούν κι όλα μένουν,  
αλλά δικό μας είναι το να περνάμε.  
Να περνάμε κάνοντας δρόμους,  
δρόμους πάνω στη θάλασσα.

Αγαπώ τους ανεπαίσθητους κόσμους,  
τους αβαρείς και αβρούς,  
σαν σαπουνόφουσκες.  
Μ' αρέσει να τους βλέπω να ζωγραφίζονται  
από ήλιο και πορφύρα, να πετάνε  
κάτω από το γαλανό ουρανό, να πάλλουν  
κι αμέσως να σπάνε...

Διαβάτη, τα ίχνη σου  
είναι ο μόνος δρόμος και τίποτε άλλο.  
Βαδίζοντας γίνεται  
και γυρίζοντας το βλέμμα πίσω  
φαίνεται το μονοπάτι  
που ποτέ δε θα ξαναπατήσεις.

Διαβάτη δεν υπάρχει δρόμος,  
ο δρόμος γίνεται βαδίζοντας...»

Αντόνιο Ματσάδο

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Ανδριανή Σκοπελίτη για την συνεχή βοήθεια και στήριξη κατά το πέρας της αλλά και κάθε άτομο που άμεσα ή έμμεσα στάθηκε στο πλευρό μου σε όλη την διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών.

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	5
1. Εισαγωγή .....	7
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας .....	8
1.2 Δομή της διπλωματικής εργασίας .....	8
2. Χώρος και Χαρτογραφία.....	9
2.1 Η έννοια του χώρου .....	9
2.2 Σκοπός της Χαρτογραφίας.....	10
3. Διαδικτυακή Χαρτογραφία .....	12
3.1 Διαδίκτυο .....	12
3.2 Εξέλιξη της Χαρτογραφίας .....	13
3.3 Διαδικτυακή Χαρτογραφία.....	16
3.4 Πρότυπα .....	18
3.4.1 Πρότυπα του OGC για την δημοσιοποίηση χαρτών .....	19
3.5 Διαδραστικότητα .....	22
3.5.1 Μορφότυπος GeoJSON.....	24
4. Ήχος.....	26
4.1 Χαρακτηριστικά ήχου.....	26
4.2 Ηχοτοπία: Αναπαράσταση του ηχητικού περιβάλλοντος .....	28
4.2.1 Ηχοτοπία και Τέχνη .....	29
4.3 Θόρυβος και Πόλη.....	31
4.4 Παραδείγματα καταγραφής ήχου στην Χαρτογραφία.....	32
4.4.1 Cities and Memories .....	32
4.4.2 Sound Around You .....	33
4.4.3 Noise Planet.....	34
4.5 Ήχος και Χαρτογραφία.....	36
4.5.1 Ρεαλιστικοί Ήχοι .....	36
4.5.2 Αφηρημένοι Ήχοι .....	36
4.5.3 Απεικόνιση ηχητικών παραμέτρων.....	40
5. Δημιουργία διαδικτυακού χάρτη θορύβου .....	46
5.1 Εισαγωγή.....	46

5.2 Δεδομένα εφαρμογής .....	47
5.2.1 Πηγή και Μορφή Δεδομένων .....	47
5.2.2 Περιοχή μελέτης.....	49
5.3 Επεξεργασία Δεδομένων .....	50
5.4 Οπτικοποίηση Ήχου .....	54
5.4.1 Απεικόνιση Αναλογικών Συμβόλων .....	54
5.4.2 Οπτικοποίηση μοντέλου θορύβου με ζώνες .....	56
5.4.3 Οπτικοποίηση μοντέλου θορύβου με ισαριθμικές καμπύλες ...	58
5.4.4 Απόδοση εκτιμήσεων θορύβου σε επίπεδο Οικοδομικού Τετραγώνου .....	59
5.4.5 Χρήση ήχου .....	60
5.4.6 Τρισδιάστατοι χάρτες.....	62
.....	66
5.4.7 Μετρήσεις απόδοσης Ηχοτοπίου .....	66
5.4.8 Το χρώμα στους χάρτες.....	67
5.6 Τεχνολογία Επεξεργασίας και Απόδοσης .....	70
5.6.1 Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών QGIS.....	70
5.6.2 Εξυπηρετητής χωρικών δεδομένων και χαρτών Geoserver .....	76
5.6.3 Βιβλιοθήκη δημιουργίας χάρτη Leaflet .....	79
5.6.4 Εφαρμογές Noise Capture- Voice Recorder .....	84
5.6.5 Audacity .....	85
5.7 Διαμόρφωση σελίδας με HTML/CSS .....	85
5.8 Παρουσίαση Εφαρμογής .....	87
6. Συμπεράσματα και Προτάσεις .....	91
6.1 Κριτική Αξιολόγηση Διαδικτυακού Χάρτη.....	91
6.2 Μελλοντικές Προεκτάσεις .....	93
Βιβλιογραφία .....	94
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	98

<b>Εικόνα 1:</b> Μοντέλο προγραμματισμού στην πλευρά πελάτη ( <i>client</i> ) και εξυπηρετητή ( <i>server</i> ), <b>Πηγή:</b> Analysis of dissemination methods for remote sensing information in maritime field to support the local government, G.D. Yudha.....	13
<b>Εικόνα 2:</b> Χρονολόγιο σημαντικών εξελίξεων της διαδικτυακής χαρτογραφίας, <b>Πηγή:</b> Review of Web Mapping, B. Veenendaal, M. A. Brovelli, S. Li.....	14
<b>Εικόνα 3:</b> Εποχές της Διαδικτυακής Χαρτογραφίας, <b>Πηγή:</b> Review of Web Mapping, B. Veenendaal, M. A. Brovelli, S. Li.....	15
<b>Εικόνα 4:</b> Το πρότυπο WMS, <b>Πηγή:</b> , Χαρτογραφική σύνθεση & Απόδοση σε ψηφιακό περιβάλλον, Λ. Τσούλος, Λ. Στάμου, Α. Σκοπελίτη.....	20
<b>Εικόνα 5 :</b> Το πρότυπο WFS, <b>Πηγή:</b> Χαρτογραφική σύνθεση & Απόδοση σε ψηφιακό περιβάλλον, Λ. Τσούλος, Λ. Στάμου, Α. Σκοπελίτη.....	21
<b>Εικόνα 6:</b> Αρχείο τύπου SLD στον εξυπηρετητή Geoserver.....	21
<b>Εικόνα 7:</b> Αρχιτεκτονική ιστοσελίδας διαδικτυακού χάρτη, <b>Πηγή:</b> Χωρικά Δεδομένα και Διαδίκτυο- Διαδικτυακές Υπηρεσίες, Ψηφιακή Τεχνολογία και Χαρτογραφική Παραγωγή, Λ. Τσούλος, Α. Σκοπελίτη .....	22
<b>Εικόνα 8:</b> Απεικόνιση Ηχοτοπίου, <b>Πηγή :</b> City sound mapping, <a href="https://gr.pinterest.com/">https://gr.pinterest.com/</a> .....	29
<b>Εικόνα 9:</b> Εικονογράφηση του ήχου από τον Arseny Anraamov, με μοτίβα που χρησιμοποιούνται ως βάση για την παραγωγή ήχου, <b>Πηγή :</b> <a href="https://journal.beoplay.com/journal/2016/2/11/soviet-light-music">https://journal.beoplay.com/journal/2016/2/11/soviet-light-music</a> .....	30
<b>Εικόνα 10:</b> Παγκόσμιος χάρτης ήχου διαδηλώσεων (αριστερά) και φύσης (δεξιά), <b>Πηγή:</b> <a href="https://citiesandmemory.com/">https://citiesandmemory.com/</a> .....	33
<b>Εικόνα 11:</b> Αναδυόμενο παράθυρο σημείου με ενσωματωμένη ηχογράφηση και αξιολόγηση του ήχου, <b>Πηγή:</b> <a href="http://www.soundaroundyou.com/">http://www.soundaroundyou.com/</a> .....	34
<b>Εικόνα 12:</b> Χάρτης καταγραφών της σελίδας Sound Around You σε επίπεδο Αττικής <b>Πηγή:</b> <a href="http://www.soundaroundyou.com/">http://www.soundaroundyou.com/</a> .....	34
<b>Εικόνα 13:</b> Σχέση επιστημονικών εργαλείων του έργου Noise Planet, <b>Πηγή:</b> <a href="http://noise-planet.org/project.html">http://noise-planet.org/project.html</a> .....	35
<b>Εικόνα 14:</b> Χαρτογραφική απεικόνιση μετρήσεων θορύβου στην Αθήνα, <b>Πηγή:</b> <a href="http://noise-planet.org/index.html">http://noise-planet.org/index.html</a> .....	35
<b>Εικόνα 15:</b> Μεταβλητές του αφηρημένου ήχου, <b>Πηγή:</b> Sound and Geographic Visualization, J. Krygier .....	40
<b>Εικόνα 16:</b> Βασικά γραφικά στοιχεία ανάλογα με την γεωμετρία, <b>Πηγή:</b> Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld.....	41
<b>Εικόνα 17:</b> Χρωματικές αποχρώσεις και εντάσεις ανά κατηγορία και υποκατηγορία των πηγών θορύβου, <b>Πηγή:</b> Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld .....	41
<b>Εικόνα 18:</b> Προτεινόμενα σημειακά σύμβολα για τα κυρίαρχα ηχητικά σήματα, <b>Πηγή:</b> Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld.....	42



<b>Εικόνα 19:</b> Οι χρωματικές αποχρώσεις και τα γραμμικά επίπεδα κορεσμού της ηχητικής ενέργειας ανάλογα τις (υπο)κατηγορίες του θορύβου, <b>Πηγή:</b> Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld.....	43
<b>Εικόνα 20:</b> Οι χρωματικές αποχρώσεις και τα βαθμωτά επίπεδα κορεσμού της ηχητικής πίεσης ανάλογα τις (υπο)κατηγορίες του θορύβου, <b>Πηγή:</b> Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld.....	44
<b>Εικόνα 21:</b> Οι ακανόνιστες υφές των σημείων εμφανίζουν μικρό, μεσαίο και ευρύ φάσμα συχνοτήτων, <b>Πηγή:</b> Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld .....	44
<b>Εικόνα 22:</b> Οι μεταβολές της χωρικής εμβέλειας εκφρασμένες με διαφορετικούς μεγέθους και έντασης σχήματα, <b>Πηγή:</b> Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld.....	45
<b>Εικόνα 23:</b> Θαμπωμένες περιοχές που εκδηλώνουν τις οριακές τιμές του θορύβου, <b>Πηγή:</b> Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld .....	45
<b>Εικόνα 24:</b> Το γεωμετρικό σχήμα και οι διαφορετικές εντάσεις δείχνουν χρονικές μεταβολές της ηχητικής ενέργειας, <b>Πηγή:</b> Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld .....	45
<b>Εικόνα 25:</b> Αρχιτεκτονική Διαδικτυακού χάρτη.....	46
<b>Εικόνα 26:</b> Συσχέτιση θεωρητικών και μετρημένων τιμών του δείκτη $L_{den}$ , <b>Πηγή:</b> Αξιολόγηση περιβαλλοντικού θορύβου στο πλαίσιο εφαρμογής της οδηγίας 2002/49/EK για τα πολεοδομικά συγκροτήματα Αθήνας και Θεσσαλονικής-Σερρών, Μελέτη Μ1: Κέντρο Αθήνας , ΥΠΕΚΑ.....	49
<b>Εικόνα 27:</b> Συσχέτιση θεωρητικών και μετρημένων τιμών του δείκτη $L_{night}$ , <b>Πηγή:</b> Αξιολόγηση περιβαλλοντικού θορύβου στο πλαίσιο εφαρμογής της οδηγίας 2002/49/EK για τα πολεοδομικά συγκροτήματα Αθήνας και Θεσσαλονικής-Σερρών, Μελέτη Μ1: Κέντρο Αθήνας , ΥΠΕΚΑ.....	49
<b>Εικόνα 28:</b> Περιοχή μελέτης Δήμων Αθηναίων και Φιλοθέης-Ψυχικού.....	50
<b>Εικόνα 29:</b> Παραδείγματα υψηλής (αριστερά) και χαμηλής(δεξιά) αυτοσυσχέτισης, <b>Πηγή:</b> <a href="https://gisgeography.com/tobler-first-law-of-geography/">https://gisgeography.com/tobler-first-law-of-geography/</a> .....	51
<b>Εικόνα 30:</b> Αναζήτηση γειτονικών σημείων με την μέθοδο IDW, <b>Πηγή:</b> <a href="https://pro.arcgis.com/">https://pro.arcgis.com/</a> .....	52
<b>Εικόνα 31:</b> Παράδειγμα υπολογισμού και επιφάνειας με την μέθοδο IDW, <b>Πηγή:</b> <a href="http://www.gisresources.com/types-of-interpolation-methods_2/">http://www.gisresources.com/types-of-interpolation-methods_2/</a> .....	53
<b>Εικόνα 32:</b> Εφαρμογή της μεθόδου IDW στην περιοχή μελέτης για τις 70 μετρήσεις θορύβου .....	54
<b>Εικόνα 33:</b> Αναλογικά σύμβολα με εκθέτη 0,5(αριστερά) και με την μέθοδο Flannery (δεξιά) <b>Πηγή:</b> Απόδοση θεματικών επιπέδω-Ποσοτικές διαφοροποιήσεις, Θεματική Χαρτογραφία, Β. Νάκος.....	55
<b>Εικόνα 34:</b> Αναπαράσταση σταθμών μέτρησης θορύβου με αναλογικά σύμβολα .....	56
<b>Εικόνα 35:</b> Μοντέλο θορύβου σε ζώνες με Equal Interval (αριστερά) και Natural Breaks (δεξιά) .....	57
<b>Εικόνα 36:</b> Ιστόγραμμα τιμών θορύβου για τις 4 κλάσεις .....	58

<b>Εικόνα 37:</b> Χάρτης μοντέλου θορύβου σε ζώνες στην περιοχή μελέτης .....	58
<b>Εικόνα 38:</b> Χάρτης μοντέλου θορύβου με ισαριθμικές καμπύλες στην περιοχή μελέτης .....	59
<b>Εικόνα 39:</b> Χάρτης εκτιμήσεων θορύβου ανά Οικοδομικό Τετράγωνο.....	60
<b>Εικόνα 40 :</b> Απεικόνιση της διαδικασίας παραγωγής τρισδιάστατων χαρτών, <b>Πηγή:</b> 3D Map Presentation – A Systematic Evaluation of Important Graphic Aspects, C. Haeblerling .....	63
<b>Εικόνα 41:</b> Τρισδιάστατη απεικόνιση μοντέλου ημερήσιου θορύβου προβεβλημένο στο τρισδιάστατο Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους.....	64
<b>Εικόνα 42:</b> Απεικόνιση μοντέλου θορύβου στο τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο εδάφους με επικάλυψη του θεματικού επιπέδου των Οικοδομικών Τετραγώνων.....	65
<b>Εικόνα 43:</b> Τρισδιάστατη Απεικόνιση του μοντέλου του ημερήσιου θορύβου...	65
<b>Εικόνα 44:</b> Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίων και ζώνες εκτίμησεις θορύβου ανά Οικοδομικό Τετράγωνο στον δήμο Φιλοθέης-Ψυχικού .....	66
<b>Εικόνα 45:</b> Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίων και ζώνες εκτίμησεις θορύβου ανά Οικοδομικό Τετράγωνο στον δήμο Αθηναίων .....	66
<b>Εικόνα 46:</b> Ερμηνείες χρωμάτων σε διαφορετικές κουλτούρες, <b>Πηγή:</b> <a href="https://visual.ly/community/infographic/technology/psychology-colour">https://visual.ly/community/infographic/technology/psychology-colour</a> .....	68
<b>Εικόνα 47:</b> Ένταση χρώματος στην κλίμακα HEX, <b>Πηγή:</b> <a href="http://www.0to255.com/921947">http://www.0to255.com/921947</a> .....	68
<b>Εικόνα 48:</b> Παραδείγματα χρωματικών παλλετών σε χάρτες θορύβου, <b>Πηγή:</b> <a href="http://www.coloringnoise.com/theoretical_background/new-color-scheme/">http://www.coloringnoise.com/theoretical_background/new-color-scheme/</a> (αριστερά), <a href="https://maps.bts.dot.gov/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=a303ff5924c9474790464cc0e9d5c9fb">https://maps.bts.dot.gov/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=a303ff5924c9474790464cc0e9d5c9fb</a> .....	69
<b>Εικόνα 49:</b> Τελική επιλογή χρωματικής παλλέτας απεικόνισης θορύβου, <b>Πηγή:</b> <a href="https://coolers.co/">https://coolers.co/</a> .....	70
<b>Εικόνα 50:</b> Ορισμός τύπου χωρικής παρεμβολής και των ιδιοτήτων της σε περιβάλλον QGIS .....	72
<b>Εικόνα 51:</b> Δημιουργία ισαριθμικών καμπυλών σε περιβάλλον QGIS .....	72
<b>Εικόνα 52:</b> Δημιουργία ζωνών θορύβου με μετατροπή του κανονικοποιημένου αρχείου θορύβου σε διανυσματικό, σε περιβάλλον QGIS.....	73
<b>Εικόνα 53:</b> Γενικές ρυθμίσεις για τον τελικό τρισδιάστατο χάρτη στο εργαλείο Qgis2threejs .....	74
<b>Εικόνα 54:</b> Ρυθμίσεις για την τρισδιάστατη επιφάνεια στο εργαλείο Qgis2threejs .....	75
<b>Εικόνα 55:</b> Επιλογή των θεματικών επιπέδων και του τρόπου που θα απεικονίζονται στον χάρτη .....	75
<b>Εικόνα 56:</b> Διαθέσιμα workspaces στον εξυπηρετητή Geoserver .....	76
<b>Εικόνα 57:</b> Επιλογές του είδους δεδομένων που θα αντιστοιχούν σε store του εξυπηρετητή Geoserver.....	77
<b>Εικόνα 58:</b> Τα Layers και Layer Groups που δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της εργασίας στον εξυπηρετητή Geoserver .....	78

<b>Εικόνα 59:</b> Αρχικό μενού περιήγησης στην σελίδα-Επιλογή μεταξύ δισδιάστατων και τρισδιάστατων απεικονίσεων .....	87
<b>Εικόνα 60:</b> Μενού δισδιάστατων (αριστερά) και τρισδιάστατων (δεξιά) χαρτών .....	88
<b>Εικόνα 61:</b> Τελικός χάρτης σταθμών μετρήσεως θορύβου .....	88
<b>Εικόνα 62:</b> Τελικό χάρτης ζωνών έντασης θορύβου .....	89
<b>Εικόνα 63:</b> Τελικός χάρτης της τρισδιάστατης απεικόνισης του ψηφιακού μοντέλου εδάφους και του μοντέλου ημερήσιου θορύβου .....	89
<b>Εικόνα 64:</b> Τελικός χάρτης Τρισδιάστατης απεικόνισης κτιρίων σε ζώνες θορύβου οικοδομικών τετραγώνων .....	90

## **Περίληψη**

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την αναπαράσταση του ήχου ενός αστικού χώρου με την χρήση χαρτογραφικών μεθόδων οπτικοποίησης και διαδραστικότητας σε περιβάλλον διαδικτύου. Η μορφή ενός ηχοτοπίου, δηλαδή του περιβάλλοντος που συγκεντρώνει όλους τους ήχους που αντιλαμβανόμαστε, και η ποιότητα του σε μια πόλη συνδέεται με τα επίπεδα του θορύβου. Για την αναπαράστασή του απαιτείται μια ρεαλιστική απόδοση της φύσης και των διαστάσεων του ηχητικού φαινομένου, με τα οποία οι χρήστες ενός χάρτη δεν είναι εξοικωμένοι.

Για τις ανάγκες του διαδικτυακού χάρτη ήχου στον Δήμο Αθηναίων και Δήμο Φιλοθέης-Ψυχικού, χρησιμοποιούνται ως δεδομένα μετρήσεις έντασης θορύβου και επεξεργάζονται ώστε να διαμορφωθούν τα θεματικά επίπεδα του. Στην συνέχεια διαμορφώνονται χάρτες που αναπαριστούν οπτικά και ηχητικά την ένταση του θορύβου και ευρύτερα τον ήχο της πόλης, εφαρμόζοντας διαδραστικές λειτουργίες στο διαδίκτυο μέσω της γλώσσας JavaScript. Τέλος, δημιουργήθηκε μια ιστοσελίδα HTML που περιλαμβάνει τις πολλαπλές οπτικοακουστικές και τρισδιάστατες αναπαραστάσεις του ήχου στον αστικό χώρο, σε περιβάλλον διαδικτύου.

## **Abstract**

This diploma thesis aims to represent the sound of an urban space by using cartographic methods of visualization and interactivity in an internet environment. The form of soundscape, the environment that collects all the sounds we perceive, and its quality in a city is associated with noise levels. For its representation is required a realistic rendering of nature and dimensions of the sound, with which the users of a map are not familiar.

For the needs of web sound map of the city of Athens and Filothei-Psychiko, noise measurements are used as data and processed to form the layers. Therefore, maps are created to visually and acoustical represent the noise intensity and, more broadly, the sound of the city, by implementing interactive functions on the Internet through Javascript. Finally, an HTML website has been created that includes multiple audiovisual and three-dimensional representations of audio in the urban space, in an online environment.

## 1. Εισαγωγή

Σήμερα δε θα ήταν υπερβολή να πούμε ότι η πλειοψηφία των δραστηριοτήτων μας συνδέεται με τους χάρτες. Από τη μετακίνηση και τον εντοπισμό του προορισμού μας μέσω GPS μέχρι την σύνδεση της τοποθεσίας μας στα social media ως μέσο κοινωνικής προβολής. Οι χάρτες όμως διαχρονικά ήταν χρήσιμοι και γι 'αυτό έχει δημιουργηθεί ένας ξεχωριστός επιστημονικός κλάδος της Γεωγραφίας σε αναφορά τους, η Χαρτογραφία.

Χαρτογραφία είναι η επιστήμη που μελετά τους τρόπους μετάδοσης πληροφοριών, συναρτήσεως της χωρικής διάστασής τους. Δημιουργήθηκε ως απάντηση στην ανάγκη του ανθρώπου να εξηγήσει τον κόσμο από μια αντικειμενική σκοπιά, δηλαδή να ξεπεραστούν τα όρια της ατομικής προσέγγισης της πραγματικότητας. Σύμφωνα με τον Pickles (2004), η χαρτογραφία δεν περιγράφει και εξηγεί απλά τον κόσμο, αλλά **είναι μέρος της αλληλεπίδρασης του κόσμου με εμάς**, περιγράφει δηλαδή τον κόσμο όπως προκύπτει από την περιέργεια του ανθρώπου. Επομένως, σκοπός της είναι η δημιουργία χαρτών που να μπορούν να αποδώσουν πληροφορίες όσο πιο αυθεντικά είναι δυνατόν, στα πλαίσια των κοινωνικών συνθηκών που επικρατούν. Επιτυχημένος χάρτης είναι αυτός που μπορεί να συνδυάζει αποδοτικότερα χαρτογραφικές μεθόδους και αισθητικά κριτήρια προκειμένου να προσεγγιστεί ο σκοπός, αξιοποιώντας τις επιστημονικές εξελίξεις της κάθε εποχής.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και ειδικότερα των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π) η χαρτογραφική παραγωγή, σε ένα μεγάλο της μέρος, έχει μεταφερθεί στο **διαδίκτυο**. Χάρτες που στο παρελθόν ήταν προσβάσιμοι μόνο από λίγους, πλέον είναι δημόσιοι και έτοιμοι για χρήση από οποιονδήποτε το επιθυμεί. Η ευκολότερη δημιουργία των χαρτών, αφήνει χώρο στο να εμβαθύνονται τα ερωτήματα που θέλουμε να αναπαραστήσουμε μέσω ενός χάρτη και στο να επαναξιολογούνται οι μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί σε φαινόμενά που ήδη έχουν χαρτογραφηθεί. Μία τέτοια περίπτωση είναι και ο **ήχος**. Ο θόρυβος, σε αντίθεση με καθαρά γεωγραφικά φαινόμενα όπως ένα ποτάμι ή ένα βουνό, εξαρτάται από όσα συμβαίνουν στον χώρο και τα επίπεδα έντασης του μπορεί να αλλάζουν συνεχώς. **Η περιπλοκότητά του καθιστά αναγκαίες διαδραστικές μεθόδους χαρτογράφησης στο διαδίκτυο**. Αξιοποιώντας την διάδοση των **χαρτών ήχου**, η χαρτογράφηση του θορύβου χρειάζεται τον συνδυασμό οπτικών και ακουστικών πρακτικών ώστε να περιγραφεί ολοκληρωμένα η φύση του ως ένα ηχητικό φαινόμενο

## 1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η αναπαράσταση του ήχου και θορύβου στον αστικό χώρο με την χρήση χαρτογραφικών μεθόδων οπτικοποίησης και διαδραστικότητας σε περιβάλλον διαδικτύου. Συνήθως είναι δύσκολο να κατανοήσουμε τις αυξομειώσεις των τιμών της έντασης του θορύβου, αν κάποιος δεν διαθέτει εξειδικευμένες γνώσεις. Συγκεκριμένα, η δυσκολία βρίσκεται στο να αντιστοιχίσουμε μια αναγραφόμενη τιμή θορύβου, π.χ. 70 ή 80 decibel με το πραγματικό ηχητικό αποτέλεσμα που θα ακούσουμε σε εξωτερικούς χώρους. Η εισαγωγή του ήχου δίνει την παραπάνω ιδιότητα στον χρήστη να ακούσει αυτές τις ποσοτικές διαφοροποιήσεις. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ο σκοπός του χάρτη για την ρεαλιστική απόδοση πληροφοριών. Για την υλοποίηση της εφαρμογής απαιτήθηκαν οι γνώσεις από την Ψηφιακή και Διαδικτυακή Χαρτογραφία.

Ακόμα και σήμερα, η διάδοση των χαρτών ήχου είναι αρκετά περιορισμένη. Έτσι, η αναπαράσταση του θορύβου ή ευρύτερα του ήχου ενός αστικού χώρου αρκείται είτε σε «παραδοσιακές» μορφές οπτικοποίησης είτε και όταν ακόμα ο ήχος υπάρχει, δεν αξιοποιούνται στο έπακρον οι δυνατότητές τους.

## 1.2 Δομή της διπλωματικής εργασίας

Στο Κεφάλαιο 2 αναλύονται βασικές έννοιες του χώρου και της χαρτογραφίας αποτελώντας τον πυρήνα για την εξέλιξη των Γ.Σ.Π. και κατ'επέκταση τις χαρτογραφικές απεικονίσεις.

Στο Κεφάλαιο 3 περιγράφονται τα κυριότερα στοιχεία του διαδικτύου και των προτύπων που χρησιμοποιούνται σε αυτό. Συνδετικός κρίκος του διαδικτύου και της χαρτογραφίας είναι η διαδραστικότητα. Συγκεκριμένα περιγράφεται η διαδραστικότητα μέσω της χρήσης ήχου καθώς και τα είδη των χαρτών ήχου που έχουν καθοριστεί.

Στο Κεφάλαιο 4 αναλύονται τα χαρακτηριστικά του ήχου και του θορύβου. Επίσης εξετάζεται η αναγκαιότητα αναπαράστασης του ηχητικού περιβάλλοντος γύρω μας (ηχοτοπία) και αξιολογούνται υπάρχοντες χάρτες ήχου του αστικού χώρου.

Στο Κεφάλαιο 5 περιγράφεται η εφαρμογή διαδικτυακού χάρτη θορύβου στο αστικό περιβάλλον των δήμων Αθηναίων και Φιλοθέης-Ψυχικού. Αναλύονται οι μέθοδοι οπτικοποίησης τόσο θεωρητικά όσο και εφαρμοσμένα στην περίπτωση της περιοχής μελέτης, ο τρόπος υλοποίησης τους και παρουσιάζεται η τελική σελίδα της εφαρμογής.

Στο Κεφάλαιο 6 αναφέρονται τα συμπεράσματα και οι προβληματισμοί που προέκυψαν κατά την υλοποίηση. Επίσης, προτείνονται μελλοντικές προεκτάσεις για την αναπαράσταση του θορύβου και την συσχέτισή του με τον ήχο.

## 2. Χώρος και Χαρτογραφία

### 2.1 Η έννοια του χώρου

Ως χώρος ορίζεται η χωρίς όρια τρισδιάστατη εκτάση στην οποία γεγονότα και αντικείμενα έχουν σχετική θέση και κατεύθυνση. Σύμφωνα με τον D. Harvey (2005) ο χώρος κατηγοριοποιείται σε τρεις διαστάσεις: τον απόλυτο, τον σχετικό και τον σχεσιακό χώρο.

Ο **απόλυτος** χώρος είναι σταθερός και στα πλαίσια του καταγράφουμε και σχεδιάζουμε γεγονότα. Είναι κυρίως ο χώρος της «εξατομίκευσης» που βρίσκει εφαρμογή σε όλα τα διακριτά και οριοθετημένα φαινόμενα, εμπεριέχοντας και εμάς ως μεμονωμένα άτομα. Κοινωνικά είναι ο χώρος της ιδιωτικής ιδιοκτησίας και άλλων οριοθετημένων γεωγραφικών χαρακτηρισμών όπως κράτη, διοικητικές μονάδες, σχέδια πόλεων και αστικά δίκτυα. Γεωμετρικά είναι ο χώρος του Ευκλείδη και επομένως ο χώρος κάθε είδους κτηματολογίου, χαρτογράφησης και σχεδιασμού.

Η **σχετική διάσταση** του χώρου συνδέεται με το έργο του Einstein και τις μη ευκλείδειες γεωμετρίες που ξεκίνησαν να δημιουργούνται συστηματικά κατά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα. Ο χώρος είναι σχετικός με δύο έννοιες: πρώτον υπάρχουν πολλαπλές γεωμετρίες για να λάβει κάποιος υπόψη του και δεύτερον τα χωρικά πλαίσια εξαρτώνται από τι είναι αυτό που θεωρείται σχετικό και από ποιον. Όταν ο Gauss καθιέρωσε τους κανόνες της μη Ευκλείδειας σφαιρικής γεωμετρίας για να διαχειριστεί τα προβλήματα της ακριβούς τοποθέτησης σε κυρτή επιφάνεια της γης, ταυτόχρονα επιβεβαίωσε τον ισχυρισμό του Euler ότι ένας τέλει σχεδιασμένος χάρτης σε κάθε τμήμα της γης είναι αδύνατος.

Σε μια πιο ευρεία κλίμακα της γεωγραφίας, γνωρίζουμε ότι ο χώρος των σχέσεων των μετακινήσεων φαίνεται και είναι πολύ διαφορετικός από αυτόν των σχέσεων της ιδιωτικής ιδιοκτησίας. Η μοναδικότητα κάθε τοποθεσίας που ορίζεται από οριοθετημένες περιοχές του απόλυτου χώρου δίνει την θέση σε μια πληθώρα από τοποθεσίες που απέχουν ίση απόσταση από ένα ορισμένο σημείο, π.χ. το κέντρο μιας πόλης. Μπορούμε να δημιουργήσουμε τελείως διαφορετικούς χάρτες σχετικών θέσεων διαφοροποιώντας τους ανάλογα τους όρους του κόστους, χρόνου, μέσων μεταφοράς και ακόμα να διαταράξουμε τις χωρικές συνέχειες εξετάζοντας δίκτυα, τοπολογικές σχέσεις κλπ.

Η **σχεσιακή** αντίληψη του χώρου θεωρεί ότι δεν υπάρχει χώρος έξω από τις διαδικασίες που τον ορίζουν. Η σχεσιακή αντίληψη του χωροχρόνου υποδηλώνει μια ιδέα εσωτερικών σχέσεων – οι εξωτερικές επιδράσεις εσωτερικεύονται σε



συγκεκριμένες διαδικασίες (περίπου όπως το μυαλό απορροφά όλη την ύλη της εξωτερικής πληροφορίας και των ερεθισμάτων για να παράγει παράξενα σχήματα σκέψης, συμπεριλαμβανομένων των ονείρων και των φαντασιώσεων, όπως επίσης και τις απόπειρες ορθολογιστικού υπολογισμού). Ένα γεγονός ή πράγμα σε ένα σημείο στο χώρο δεν μπορεί να γίνει κατανοητό προσφεύγοντας μόνο σε ό,τι υπάρχει στο σημείο αυτό. Εξαρτάται από τα πάντα που συμβαίνουν γύρω του.

Στα πλαίσια της έννοιας του χώρου, ως **δημόσιος αστικός χώρος** περιγράφεται το τμήμα της πόλης που ξεφεύγει από τα όρια της ιδιωτικής ιδιοκτησίας, και αποτελεί τον πυρήνα της αλληλεπίδρασης, συνύπαρξης και κοινωνικοποίησης του ανθρώπου. Αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της πλειοψηφίας των δραστηριοτήτων του.

Οι χρήστες επηρεάζουν και επηρεάζονται από το δημόσιο χώρο δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό σχέσεις αλληλεπίδρασης. Ο τρόπος με τον οποίο **αντιλαμβανόμαστε το χώρο πραγματοποιείται μέσω των αισθήσεών μας**, και κυρίως μέσω της όρασης, της ακοής, της όσφρησης και της αφής. Η αντίληψη του χώρου αφορά τη συλλογή, οργάνωση και επεξεργασία των ερεθισμάτων και των πληροφοριών του περιβάλλοντος από τον χρήστη του. Στο σημείο αυτό γίνεται μία διάκριση μεταξύ της αίσθησης και της αντίληψης του χώρου, ωστόσο, στην πράξη τα όρια μεταξύ των δύο είναι δυσδιάκριτα, καθώς είναι δύσκολο να προσδιοριστεί το σημείο όπου τελειώνει η αίσθηση και αρχίζει η αντίληψη (Carmona M., Heath T., Oc T., Tiesdell S ,2003).

## 2.2 Σκοπός της Χαρτογραφίας

Σκοπός της χαρτογραφίας είναι η αναπαράσταση επιφανειών και φαινομένων όσο πιο ρεαλιστικά είναι δυνατόν. Ένας χάρτης δημιουργείται για να μεταδώσει πληροφορίες στους χρήστες του διατηρώντας αντικειμενικότητα στην προσέγγιση. Υλοποιείται και ανταποκρίνεται στην ανάγκη του ανθρώπου να ανακαλύπτει, να περιγράφει και εν τέλει να κατέχει την εποπτεία του χώρου και κόσμου στον οποίο ζει και δραστηριοποιείται, στον χώρο δηλαδή που πραγματοποιούνται όλα τα γεγονότα που τον αφορούν άμεσα και έμμεσα. Σύμφωνα με τον Pickles (2004), η χαρτογραφία δεν περιγράφει και εξηγεί απλά τον κόσμο, αλλά **είναι μέρος της αλληλεπίδρασης του κόσμου με εμάς**, περιγράφει δηλαδή τον κόσμο όπως προκύπτει από την περιέργεια του ανθρώπου. Υπό αυτή την έννοια, ο χάρτης δεν είναι απλά μια αναπαράσταση του κόσμου αλλά μια «επιγραφή» σε αυτόν για το τι του συμβαίνει.

Ο χαρτογράφος πρέπει να ορίσει τα στοιχεία που περιλαμβάνονται και τον τρόπο απεικόνισής τους. Διαχρονικά έχουν αναπτυχθεί χαρτογραφικοί μέθοδοι αναπαράστασης ώστε να αποδίδονται αποτελεσματικότερα ιδιαιτερότητες και χαρακτηριστικά, π.χ. ισοπληθείς χάρτες για συνεχή φαινόμενα, χωροπληθείς χάρτες για διακριτά φαινόμενα κλπ. Ο αριθμός των διαφορετικών ειδών χαρτών

που είναι τεράστιος, ωστόσο εξακολουθούν να απαντάνε σε διαφορετικές θεωρητικές προσεγγίσεις ενός φαινομένου και διαφορετικούς στόχους καταγραφής και αποτύπωσης του. Για την σύνδεση όλων αυτών των διαφορετικών ειδών και σκοπών έχουν διαμορφωθεί χαρτογραφικοί κανόνες και συμβάσεις οι οποίοι ακολουθούνται κατά την δημιουργία των χαρτών, διαμορφώνοντας μια χαρτογραφική γλώσσα επικοινωνίας, ώστε να παραμένουν κατανοητοί προς του χρήστες.

Παρολαυτά σύμφωνα με τον Harley(1989) οι χάρτες εμποτίζονται από την κριτική σκέψη και τις αρχές των ατόμων και κοινωνιών που δημιουργούνται. Είναι προϊόντα γνώσης των προνομιούχων του κόσμου που ταυτόχρονα παράγουν γνώση για τον κόσμο. Άρα με αυτή την λογική οι χάρτες θεωρούνται προϊόντα της εξουσίας που ταυτόχρονα παράγουν εξουσία. Έρχεται σε αντίθεση με την επιστημονική προσέγγιση που κρίνουν τους χάρτες με ιδεαλιστικούς όρους και τους χαρακτηρίζει ως κοινωνικά κατασκευάσματα, δηλαδή ως μέσα έκφρασης εξουσίας (Kitchin, Dodge, 2007). Αυτή η κριτική διαταράσσει την αντικειμενικότητα που θεωρητικά χαρακτηρίζει τους χάρτες και αλλοιώνει συνολικά τον σκοπό της παραγωγής χαρτών.

Ωστόσο, οι σύγχρονες τάσεις της χαρτογραφίας επηρεάζονται από τις τεχνολογικές εξελίξεις και ταυτόχρονα είναι διακριτό κομμάτι τους. Η εξάπλωση της διαδικτυακής χαρτογραφίας σημαίνει μεγαλύτερη πρόσβαση στα χαρτογραφικά προϊόντα και στην διαδικασία παραγωγής τους. Οι όροι του επιστημονικού αντικειμένου αλλάζουν και αυτό επηρεάζει και τους ρόλους του χαρτογράφου και του χρήστη ως προς την διαδικασία. Για παράδειγμα, οι χρήστες μπορούν πολύ πιο εύκολα να μπουν στον ρόλο του παραγωγού ενός χάρτη. Έτσι, οι χάρτες παύουν να είναι προνόμιο των λίγων και ο σκοπός δημιουργίας των χαρτών επηρεάζεται από τις πληροφορίες που θέλουν να μεταδώσουν οι νέοι χρήστες- χαρτογράφοι.

### 3. Διαδικτυακή Χαρτογραφία

#### 3.1 Διαδίκτυο

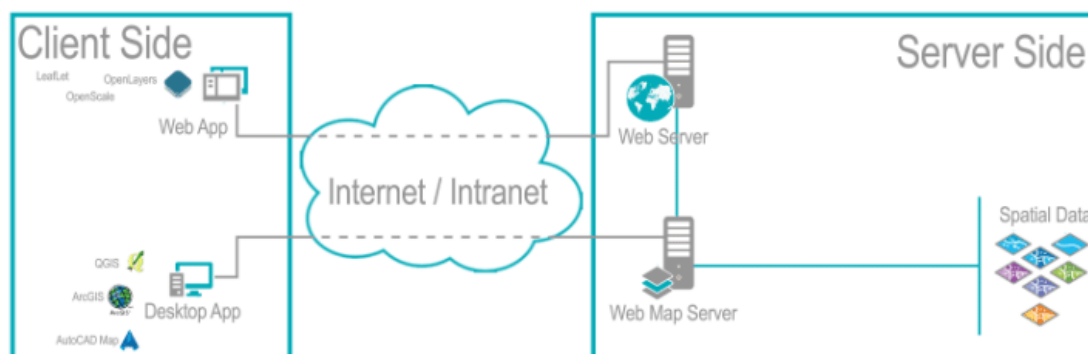
Δίκτυα Υπολογιστών είναι δύο ή περισσότεροι υπολογιστές που συνδέονται μεταξύ τους έτσι ώστε να μεταβιβάζουν ή να ανταλλάσσουν πληροφορίες. Το σύνολο των παγκοσμίως διασυνδεδεμένων υπολογιστών δημιουργεί το **διαδίκτυο**.

Το διαδίκτυο βασίζεται στη συλλογή των πρωτοκόλλων επικοινωνίας TCP/IP. Το TCP(**Transmission Control Protocol**) προσδιορίζει κανόνες ανταλλαγής πληροφοριών στο διαδίκτυο(π.χ. www.) και το IP(**Internet Protocol**) που μεταφέρει τις ανταλλασσόμενες πληροφορίες. Το πρωτόκολλο εξασφαλίζει την διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφόρων τύπων συσκευών και δικτύων. Για την επικοινωνία των επιμέρους υπολογιστών του διαδικτύου έχουν διαμορφωθεί πρωτόκολλα επικοινωνίας, με κυριότερο το **HyperText Transfer Protocol (HTTP)**. Το HTTP χρησιμοποιείται στους φυλλομετρητές του παγκόσμιου ιστού για να μεταφέρει δεδομένα μεταξύ ενός διακομιστή (server) και ενός πελάτη (client). Βασίζεται στην λογική του υπερκειμένου, δηλαδή ένα είδος οργάνωσης εγγράφων που επιτρέπει στον χρήστη να κινείται από το ένα μέρος του κειμένου σε ένα άλλο, μέσω υπερσυνδέσμων. Η HTTP είναι γραμμένη με την γλώσσα σήμανσης HTML, που ορίζει την δομή και το περιεχόμενο της σελίδας. Ένας φυλλομετρητής διαβάζει το έγγραφο HTML, αναγνωρίζει την κάθε ετικέτα λόγω της χαρακτηριστικής ονομασίας, και ερμηνεύει το περιεχόμενο. Τελικά, το περιεχόμενο παρουσιάζεται στην σελίδα που συντέθηκε, χωρίς την αναγραφή ετικετών. Για την δυναμική αναπαράσταση του περιεχομένου αναπτύχθηκαν οι δύο παρακάτω μέθοδοι προγραμματισμού.

Ο **client-side** προγραμματισμός αναφέρεται στις ενέργειες που πραγματοποιούνται από την πλευρά του πελάτη κατά την επικοινωνία πελάτη-εξυπηρετητή. Στην περίπτωση των διαδικτυακών χαρτών πελάτης θεωρείται ο φυλλομετρητής που τρέχει στην συσκευή και έχει πρόσβαση στα τοπικά της αρχεία. Η πιο διαδεδομένη γλώσσα για την συγγραφή σεναρίων από την πλευρά του πελάτη είναι η JavaScript. Το σενάριο JavaScript εκτελείται όταν ο φυλλομετρητής έχει λάβει το αρχείο HTML από τον εξυπηρετητή και έχει μεταφράσει τον κώδικα της γλώσσας. Η εκτέλεση του σεναρίου πραγματοποιείται πριν την φόρτωση της σελίδας στον φυλλομετρητή (Χωρικά Δεδομένα και Διαδίκτυο-Διαδικτυακές Υπηρεσίες). Οι σημαντικότερες βιβλιοθήκες της javascript, προοριζόμενες για τις ανάγκες της διαδικτυακής χαρτογραφίας, είναι η Google Maps API, η OpenLayers και η ανερχόμενη Leaflet. Με τον client-side προγραμματισμό ο χρήστης έχει πλήρη έλεγχο της διαδικασίας, χωρίς να εξαρτάται από τον εξυπηρετητή.

Ο **server-side** προγραμματισμός αναφέρεται σε ενέργειες που πραγματοποιούνται στο περιβάλλον του εξυπηρετητή. Τα σενάρια δημιουργούνται στον εξυπηρετητή ο οποίος διαμορφώνει το αποτέλεσμα σε

πραγματικό, με βάση το αίτημα του πελάτη, σε μορφή HTML. Οι ιστοσελίδες αυτές σε αντίθεση με τις ιστοσελίδες που παράγονται μέσω γλωσσών προγραμματισμού στη πλευρά του πελάτη, δεν περιέχουν κώδικα και ενσωματωμένα σενάρια, παρά μόνο ετικέτες HTML που καθορίζουν τη δομή της σελίδας. Εκτός από τη δημιουργία δυναμικού περιεχομένου, οι γλώσσες προγραμματισμού στη πλευρά του εξυπηρετητή χρησιμοποιούνται ευρέως για τη σύνδεση και επικοινωνία με εξωτερικές Βάσεις Δεδομένων από τις οποίες αντλούν και διαχειρίζονται δεδομένα (Χωρικά Δεδομένα και Διαδίκτυο-Διαδικτυακές Υπηρεσίες).



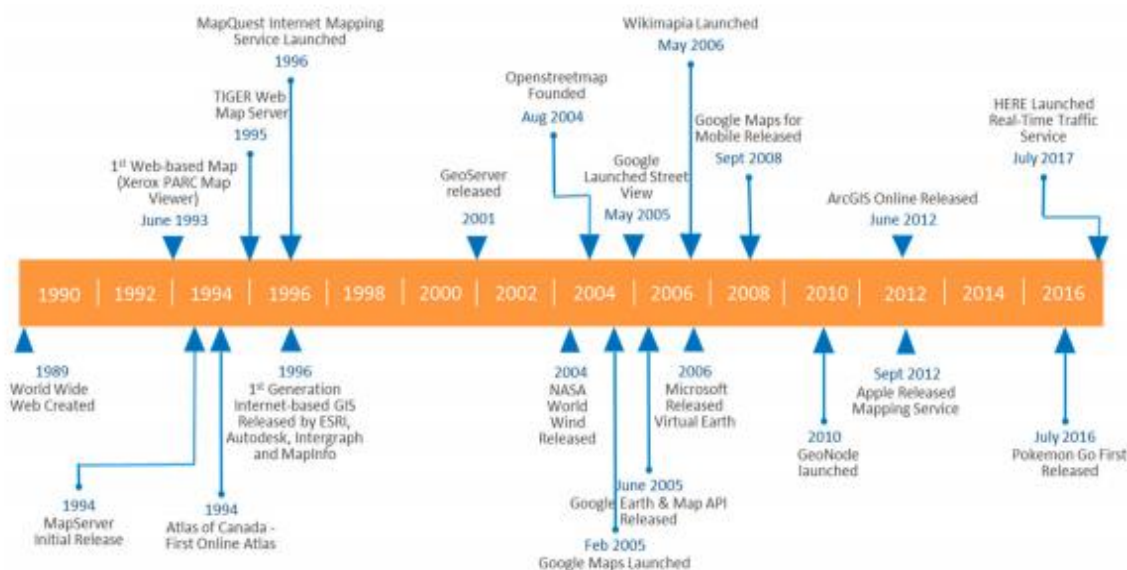
**Εικόνα 1:** Μοντέλο προγραμματισμού στην πλευρά πελάτη (*client*) και εξυπηρετητή (*server*),

**Πηγή:** Analysis of dissemination methods for remote sensing information in maritime field to support the local government, G.D. Yudha

### 3.2 Εξέλιξη της Χαρτογραφίας

Τα τελευταία χρόνια αλληλεπιδρούμε συνεχώς με χάρτες στο διαδίκτυο, ακόμα και αν δε το συνειδητοποιούμε. Η χρήση των smartphones, και γενικότερα των smart τεχνολογιών, σημαίνει ταυτόχρονη και συνεχή πρόσβαση σε διαδικτυακούς χάρτες και γνώση της τοποθεσίας μας όποια στιγμή το χρειαστούμε. Αυτό συνδέεται με τεράστια τεχνολογικά επιτεύγματα από μια σειρά σταδιακών αλλά μεγάλων εξελίξεων της τεχνολογίας και κατ'επέκτασιν της χαρτογραφίας.

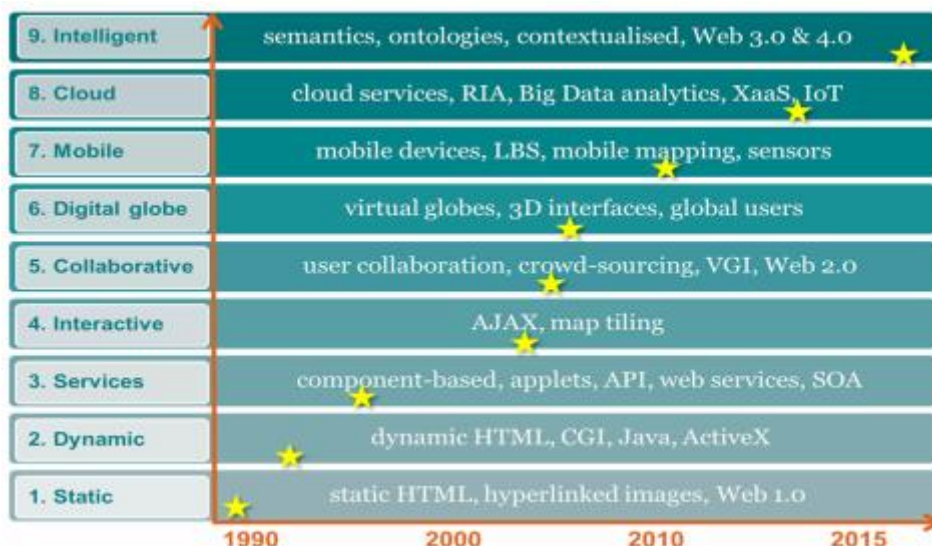
Η ανάπτυξη της διαδικτυακής χαρτογραφίας ξεκίνησε αμέσως μετά της διέλευση του διαδικτύου, πρωτίστως σε μορφή δημοσιευμένων διαδικτυακών χαρτών. Αν και δεν είναι πολύς καιρός από την ενσωμάτωση της διαδικτυακής χαρτογραφίας στη ζωή μας, γίνονται συνεχώς τεράστια βήματα που αλλάζουν τα δεδομένα σχεδίασης και παραγωγής χάρτη. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται διαγραμματικά επαναστατικά επιτεύγματα στην χαρτογραφία του διαδικτύου, που αφορούν μόλις τα τελευταία 20 χρόνια.



**Εικόνα 2:** Χρονολόγιο σημαντικών εξελίξεων της διαδικτυακής χαρτογραφίας, **Πηγή:** *Review of Web Mapping*, B. Veenendaal, M. A. Brovelli, S. Li

Η εξέλιξη της χαρτογραφίας ακολουθεί στενά τα γενικότερα τεχνολογικά επιτεύγματα. Για να μπορέσουμε να ερμηνεύσουμε τις αλλαγές στους χάρτες και τις συνέπειες τους (θετικές ή αρνητικές) πρέπει να κατανοηθεί η ανάπτυξη του διαδικτύου. Ο Παγκόσμιος Ιστός χωρίζεται σε τέσσερις εποχές : από την Web 1.0 έως την Web 4.0, μέχρι σήμερα. Η Web 1.0 εποχή, γνωστή ως Ιστός Υπερκειμένου, ορίζει την εποχή των πρώτων αναγνώσιμων σελίδων. Οι τεχνολογίες HTTP και HTML ήταν τα πρώτα μέσα διάχυσης της διασυνδεδεμένης πληροφορίας. Η Web 2.0 εποχή είναι γνωστή ως ο Κοινωνικός Ιστός αφού πλέον ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει και να δημιουργήσει, να διαμορφώσει και να διαμοιραστεί περιεχόμενο. Η Web 3.0 εποχή, ο Σημασιολογικός Ιστός, επικεντρώνεται στο να επιτύχει την κατανόηση σημασιολογικών δεδομένων από τις συσκευές, με μεγαλύτερο βάθος και χρήση υπάρχοντων σχετικών πληροφοριών. Η Web 4.0 είναι η «έξυπνη» εποχή που υποστηρίζει την λήψη αποφάσεων με τον ίδιο τρόπο όπως το ανθρώπινο μυαλό (Veenendaal B., Brovelli M.A., Li S., 2017).

Με βάση τις εποχές του Ιστού και τα τεχνολογικά βήματα που τις χαρακτηρίζει, διαμορφώθηκαν και εποχές της διαδικτυακής χαρτογραφίας που αξιοποιούν όλα τα παραπάνω.



**Εικόνα 3:** Εποχές της Διαδικτυακής Χαρτογραφίας, **Πηγή:** *Review of Web Mapping*, B. Veenendaal, M. A. Brovelli, S. Li

**Στατική Διαδικτυακή Χαρτογραφία:** Αντιστοιχεί στη Web 1.0 εποχή του διαδικτύου στην οποία οι χάρτες αναπαρίστανται μέσω εικόνες και HTML και εμφανιζόντουσαν με το πάτημα ενός κουμπιού σε ένα υπερσύνδεσμο. Η αρχιτεκτονική του διαδικτυακού χάρτη ακολουθούσε έναν προγραμματισμό από την πλευρά του πελάτη (client-side προγραμματισμό), με πελάτη(client) τον φυλλομετρητή που αλληλεπιδρούσε με έναν εξυπηρετητή και έδινε τα δεδομένα που ζητούσε το αίτημα του πελάτη.

**Δυναμική Διαδικτυακή Χαρτογραφία:** Ως εξέλιξη των παραπάνω χαρτών έρχεται η εισαγωγή των δυναμικών HTML (DHTML) εφαρμογών της Java και αυτοματοποιημένων διαδικασιών στους χάρτες που πλέον εισάγουν τα πρώτα δείγματα διαδραστικότητας. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν αντιστοιχούν στις προτιμήσεις του χρήστη ο οποίος αποκτά έλεγχο του τί βλέπει.

**Υπηρεσίες Διαδικτυακής Χαρτογραφίας:** Για την άμεση διάχυση της χαρτογραφικής πληροφορίας από τους χαρτογραφικούς εξυπηρετητές ξεκίνησε η προτυποποίηση της διεπαφής χρήστη-εξυπηρετητή. Σε αυτό το πλαίσιο δημιουργήθηκαν τα πρότυπα και οι προδιαγραφές της Open Geospatial Consortium (OGC).

**Διαδραστική Διαδικτυακή Χαρτογραφία:** Για την ενίσχυση της διαδραστικότητας του χρήστη με τον χάρτη χρησιμοποιήθηκαν τεχνολογίες για την διαδραστικότητα μεταξύ χρήστη-πελάτη ταυτόχρονα με την διαδραστικότητα του πελάτη-εξυπηρετητή. Για παράδειγμα οι ασύγχρονες διαδικτυακές εφαρμογές (AJAX) επιτρέπουν στον πελάτη να επικοινωνεί ταυτόχρονα με τον εξυπηρετητή και με τον χρήστη. Το αποτέλεσμα είναι ταχύτερες διαδικασίες και δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων από διαφορετικές πηγές (Mashups).

**Συνεργατική (Collaborative) Διαδικτυακή Χαρτογραφία:** Η διαδραστικότητα των χαρτών αύξησε το ενδιαφέρον των χρηστών. Στην νέα αυτή φάση της

χαρτογραφίας, ο χρήστης όχι μόνο ελέγχει το περιεχόμενο που απεικονίζεται κάθε φορά στον χάρτη του, αλλά συμβάλλει στην διαμόρφωση των δεδομένων του, σύμφωνα με τις ανάγκες του. Μία από τις πιο διαδεδομένες προσπάθειες συλλογής εθελοντικών χαρτογραφικών δεδομένων είναι η πρωτοβουλία OpenStreetMap, της οποίας οι χάρτες της χρησιμοποιούνται πλέον καθημερινά για πολλές δραστηριότητες.

Ψηφιακή Σφαίρα (Digital Globe): Οι ψηφιακές σφαίρες εκμεταλλεύονται τις τεχνολογίες των προηγούμενων κατηγοριών ώστε να γενικεύσουν το περιβάλλον που παρέχεται από το κλασσικό δυσδιάστατο περιβάλλον στο τρισδιάστατο. Η γνώση για τα μέρη που παρέχονται από τις ψηφιακές σφαίρες διατίθενται και ενδιαφέρουν κάθε πολίτη, ανεξαρτήτως της τοποθεσίας του.

Κινητή και Location-Based Διαδικτυακή Χαρτογραφία: Μέσω του εντοπισμού (GPS) του κινητού, είναι δυνατή η ταυτοποίηση της τοποθεσίας του χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η τεχνολογία αποτέλεσε την βάση ανάπτυξης εφαρμογών που όλοι χρησιμοποιούμε καθημερινά όπως της πλοήγησης, της αναγνώρισης της κίνησης, της ενημέρωσης του καιρού ανάλογα με την τοποθεσία.

Διαδικτυακή Χαρτογραφία στο Cloud: εστιάζει στην διαθεσιμότητα και επεκτατικότητα αυξανόμενων πληροφοριών. Μια σχετική πτυχή που πρέπει να αναφερθεί σχετικά με την χαρτογράφηση του cloud web είναι το Διαδίκτυο των πραγμάτων (InternetofThings) δηλαδή εκατομμύρια αισθητήρες που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με το Διαδίκτυο . Το IoT παράγει ένα τεράστιο όγκο δεδομένων και το cloud είναι σήμερα ο μόνος τρόπος για την αποτελεσματική αποθήκευση, επεξεργασία και ανάλυση αυτών των δεδομένων . Η τοποθεσία, μαζί με το χρόνο, είναι ένα από τα βασικά σημεία για την ενσωμάτωση των δεδομένων και ως εκ τούτου αναδεικνύεται μια νέα υποκατηγορία εντός του IoT, η "θέση των πραγμάτων"

Intelligent Διαδικτυακή Χαρτογραφία: ενσωματώνει σημασιολογικές τεχνολογίες και «έξυπνα» περιβάλλοντα που παρέχουν περιεχόμενο και γνώση σχετικά με τις πληροφορίες που παρέχονται στον χρήστη και στις εφαρμογές (Veenendaal B., Brovelli M.A, Li S., 2017).

### **3.3 Διαδικτυακή Χαρτογραφία**

#### **Διαδικτυακή Χαρτογραφία**

Διαδικτυακή Χαρτογραφία είναι η διαδικασία σχεδιασμού, υλοποίησης, δημιουργίας και παράδοσης χαρτών στον Παγκόσμιο Ιστό (Neumann, 2007), όμως, απαιτεί επιπροσθέτως γνώσεις στην χαρτογραφική θεωρία. Αυτό σημαίνει ότι διαδικτυακή χαρτογραφία δεν είναι απλά η τήρηση των διαφόρων διαδικτυακών πρωτοκόλλων αλλά χρησιμοποιεί συγκεκριμένα πρωτόκολλα δικτύων. Επίσης σημαίνει ότι οι καινούργιες τεχνολογίες και χαρτογραφικές αρχές είναι απαραίτητες για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό χαρτών στο διαδίκτυο (Veenendaal,2017).

Ένας διαδικτυακός χάρτης διαφέρει αρκετά από τους παραδοσιακούς έντυπους. Το μέσο παρουσίασής τους μπορεί να μην επηρεάζει στην εφαρμογή των βασικών χαρτογραφικών αρχών, αλλάζει όμως τους σκοπούς παραγωγής τους, τον τρόπο θέασης του και το κοινό για το οποίο προορίζεται. Αυτό διαμορφώνει και τα βασικά στοιχεία που θα πρέπει ένας χάρτης να περιέχει ώστε να υπάρξει επιτυχής επικοινωνία με τον χρήστη. Επομένως, τα βασικά στοιχεία είναι : το υπόβαθρο, τα θεματικά επίπεδα και οι διαδραστικές λειτουργίες του.

Το **υπόβαθρο** συνήθως είναι υπάρχοντες διαδικτυακοί χάρτες όπως Google Maps, OpenStreetMap κ.α. Είναι απαραίτητοι για έναν χάρτη γιατί ορίζουν τον γεωγραφικό χώρο στον οποίο πραγματοποιείται η απόδοση της πληροφορίας του χάρτη που θέλουμε να μεταφέρουμε. Μπορεί να μην είναι το κύριο περιεχόμενο αλλά συνήθως μεταφέρει γεωχωρικές πληροφορίες όπως οικοδομικά τετράγωνα, δρόμοι, φυσικά στοιχεία κ.α. , ανάλογα με το είδος του χάρτη. Ταυτόχρονα μπορούν να υπάρχουν πολλαπλά υπόβαθρα που να εναλλάσσονται από τον χρήστη. Τα τελευταία χρόνια οι διαδικτυακοί χάρτες αποτελούνται από μια σειρά εικόνων, τις χαρτογραφικές πινακίδες (map tiles), οι οποίες είναι μια ιεραρχική δομή που συνδέει τον βαθμό μέγενθσης του χάρτη με το πλήθος των πινακίδων που χρησιμοποιούνται για την απόδοση μιας περιοχής. Βασίζονται στην τεχνολογία AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) δηλαδή τεχνικές για την δημιουργία ασύγχρονων διαδικτυακών εφαρμογών. (Τσούλος Λ., Σκοπελίτη, Α., & Στάμου, Λ. ,2015)

Τα **Θεματικά δεδομένα** είναι ουσιαστικά τα στοιχεία, που συνδυασμένα, αποδίδουν το κυρίως θέμα του χάρτη. Είναι το κυριότερο κομμάτι της διαδικτυακής σελίδας αφού αναπαριστούν την θεματολογία και τον σκοπό της δημιουργίας ενός χάρτη. Συνήθως έχουν προκύψει από κάποια επεξεργασία και αποδίδονται πάνω από το υπόβαθρο.

Οι διαδραστικές λειτουργίες του είναι που κάνουν την κύρια διαφορά με οποιονδήποτε άλλο χάρτη. Ενέργειες όπως π.χ. δυναμική αλλαγή κλίμακας, αλλαγή περιοχής χάρτη, αναδυόμενα παράθυρα μετά το πάτημα ενός κουμπιού δίνουν στον χρήστη την αίσθηση ότι έχει τον έλεγχο του χάρτη και κρατάει το ενδιαφέρον του για περιήγηση στο περιβάλλον. Οι λειτουργίες διαδραστικότητας διαμορφώνονται μέσω της JavaScript. Μπορεί να γίνει και με την χρήση ανοιχτών βιβλιοθηκών όπως η Leaflet ή η OpenLayers. (<https://www.e-education.psu.edu/geog585>)

Η χαρτογραφία, πριν συνδεθεί ακόμα με τις τεχνολογικές εξελίξεις του διαδικτύου, ήταν προσβάσιμη μόνο από τους επαγγελματίες που την υλοποιούσαν και τις εταιρίες που την διακινούσαν. Η έλευση του διαδικτύου άλλαξε πολλά και στους χάρτες. Σύμφωνα με τον Peterson (2001) χιλιάδες χάρτες εμφανίζονται καθημερινά στο διαδίκτυο και οι αριθμοί συνεχώς αυξάνονται. Ενώ η διανομή των παραδοσιακών χαρτών ήταν περιορισμένοι σε συγκεκριμένους χρήστες, τουλάχιστον σε μια γεωγραφική περιοχή, οι χάρτες του διαδικτύου είναι προσβάσιμοι από οποιονδήποτε είναι συνδεδεμένος στον Παγκόσμιο Ιστό.



Η εύκολη και φτηνή μεταφορά γεωγραφικών δεδομένων στο διαδίκτυο επιτρέπει την ενσωμάτωση των διαμοιρασμένων πηγών δεδομένων, ανοίγει ευκαιρίες που ξεπερνούν τις ευκαιρίες που έδιναν οι «κλειστές» μέθοδοι αποθήκευσης δεδομένων. Οποιοσδήποτε με ελάχιστη γνώση και διαθέσιμα εργαλεία μπορεί να παρέχει γεωγραφικά δεδομένα. Αυτά τα γεγονότα μπορούν να θεωρηθούν ταυτόχρονα ως πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ενώ επιτρέπεται σε οποιονδήποτε να παράγει χάρτες και μεγαλώνει διακριτά το κοινό τους, επίσης δίνει τα δεδομένα στα χέρια ανεκπαιδευτων ανθρώπων που ενδεχομένως να παραβιάζουν τις χαρτογραφικές και γεωγραφικές αρχές και να παρουσιάζουν προβλήματα κατά την διάρκεια της προετοιμασίας, ανάλυσης και παρουσίασης των γεωγραφικών και χαρτογραφικών δεδομένων.

Οι διαδικτυακοί χάρτες έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να ενημερώνονται συνεχώς, και αν είναι συνδεδεμένοι με γεωβάσεις αυτό μπορεί να γίνεται σε πραγματικό χρόνο. Διαδικτυακοί εξυπηρετητές και φυλλομετρητές είναι διαθέσιμοι προς όλους, αφού επικρατούν ανοιχτού κώδικα λογισμικά. Αυτό σημαίνει ότι σε βασικά τμήματα της διαδικτυακής χαρτοσύνθεσης έχουν πρόσβαση όλοι. Επίσης, μία από τις σημαντικότερες τάσεις είναι η εξάπλωση των «συνεργατικών» χαρτών, δηλαδή εκείνων που η συλλογή των δεδομένων τους γίνεται από εθελοντικό κοινό, που συνειδητά προσφέρει για την ενίσχυση ενός σκοπού.

Βέβαια, υπάρχουν και προβλήματα που αντισταθμίζουν την παραπάνω κατάσταση. Η διαδικτυακή χαρτογραφία παραμένει μια πολύπλοκη διαδικασία παρόλο που είναι πιο ανοιχτή. Κατά την διάρκεια της παραγωγής μπορεί να προκύψουν προβλήματα όπως η δυσκολία εύρεσης των κατάλληλων δεδομένων για τον σκοπό του χάρτη. Ή ακόμα και αν βρεθούν τότε μπορεί να υπόκεινται σε πνευματικά δικαιώματα και να περιορίσουν την αξιοποίησή τους. Τέλος, τα μικρά μεγέθη οθόνης, είτε υπολογιστή είτε κινητού, περιορίζουν την έκταση του χάρτη που ο χρήστης μπορεί να δει συνεχόμενα.

### **3.4 Πρότυπα**

Ως πρότυπο ορίζεται ένα μοντέλο με καθορισμένη μορφή με την οποία πρέπει να ευθυγραμμίζονται όλα τα υπόλοιπα μοντέλα που έχουν τον ίδιο σκοπό και θέλουν να φτάσουν σε ίδια αποτελέσματα. Σε αυτή την λογική βρίσκονται και τα πρότυπα διαδικτύου με τα οποία μειώνεται ο χρόνος και η πολυπλοκότητα των διεργασιών.

Η αποτελεσματική υλοποίηση ενός διαδικτυακού χάρτη απαιτεί την επικοινωνία διαδικτυακών υπηρεσιών (web services) και δεδομένων.

Οι Web Services είναι περιβάλλον εφαρμογών που είναι προσβάσιμες μέσω διαδικτύου, οι οποίες δίνουν δυνατότητα εντοπισμού, ανταλλαγής και απόδοσης δεδομένων, κατανομής εργασιών και αυτοματοποίησης διαδικασιών. Αποφεύγουν ζητήματα εφαρμογών εξαρτημένων από συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα ή σχήμα βάσης δεδομένων και επιτρέπουν

την ανταλλαγή δεδομένων και υπηρεσιών μεταξύ ετερογενών συστημάτων σε δικτυακό περιβάλλον (Τσούλος Λ., Σκοπελίτη Α.).

Η λειτουργία των γεωχωρικών δεδομένων μέσω διαδικτύου βασίζεται σε ένα σύνολο διαφορετικών υπηρεσιών (geospatial web services), οι οποίες παρέχουν στους χρήστες πολλές δυνατότητες. Η παροχή αυτών των δυνατοτήτων πραγματοποιείται μέσω της αξιοποίησης συγκεκριμένων γεωχωρικών προτύπων (Τζελέπης, Κρασσανάκης, & Νάκος, 2014).

### 3.4.1 Πρότυπα του OGC για την δημοσιοποίηση χαρτών

Ο οργανισμός Open Geospatial Consortium (OGC) είναι μία διεθνής εθελοντική κοινοπραξία διαφημιστικών, κυβερνητικών, μη κερδοσκοπικών και ερευνητικών οργανισμών παγκοσμίως που συνεργάζονται για την υλοποίηση ανοιχτών γεωχωρικών προτύπων και υπηρεσιών στο διαδίκτυο (<http://www.opengeospatial.org/>). Οι προδιαγραφές OGC περιγράφουν την μορφή των αιτημάτων για γεωχωρικά δεδομένα και χάρτες και τον τρόπο που αυτά απαντώνται. Κάθε πρότυπο μπορεί να υλοποιήσει πολλές λειτουργίες και να επιστρέψει δεδομένα σε διαφορετικές μορφές. Για παράδειγμα, ένας πελάτης αιτείται συγκεκριμένα δεδομένα μέσω ενός URL από τον φυλλομετρήτη του. Εντός του αιτήματός του περιλαμβάνονται παράμετροι των προτύπων που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των δεδομένων ή του χάρτη που ζητάμε π.χ. μορφότυπος, μέγεθος, θεματικό επίπεδο. Ο εξυπηρετητής θα λάβει το αίτημα, θα το αποκωδικοποιήσει και θα επιστρέψει την ανάλογη απάντηση. Οι πιο γνωστοί εξυπηρετητές που είναι συμβατοί με τα πρότυπα OGC είναι ο Geoserver, ο Map Server, ο QGIS Server και πολλοί άλλοι.

Οι πιο διαδεδομένες προδιαγραφές του OGC είναι : η **Web Map Service (WMS)** που διαμορφώνει αιτήματα λήψης διαδικτυακών χαρτών σε μορφή εικόνας, η **Web Feature Service (WFS)** που διαμορφώνει αιτήματα σε σχέση με γεωγραφικά δεδομένα, η **Style Layer Descriptor (SLD)** για τον ορισμό του συμβολισμού.

Αναλυτικότερα, τα βασικά τους χαρακτηριστικά είναι :

**WMS** : Όπως αναφέρθηκε, ο WMS έχει ως κύριο γνώρισμα του την επιστροφή γεωαναφερμένων χαρτών σε μορφή εικόνας. Το αίτημα GetMap περιλαμβάνει τις εξής παραμέτρους :

VERSION : Έκδοση υπηρεσίας WMS

REQUEST: GetMap (σε αυτή την περίπτωση)

LAYERS : Ονόματα θεματικών επιπέδων των γεωγραφικών δεδομένων που θα αποτελούν τον χάρτη

CRS: Σύστημα Αναφοράς Συντεταγμένων

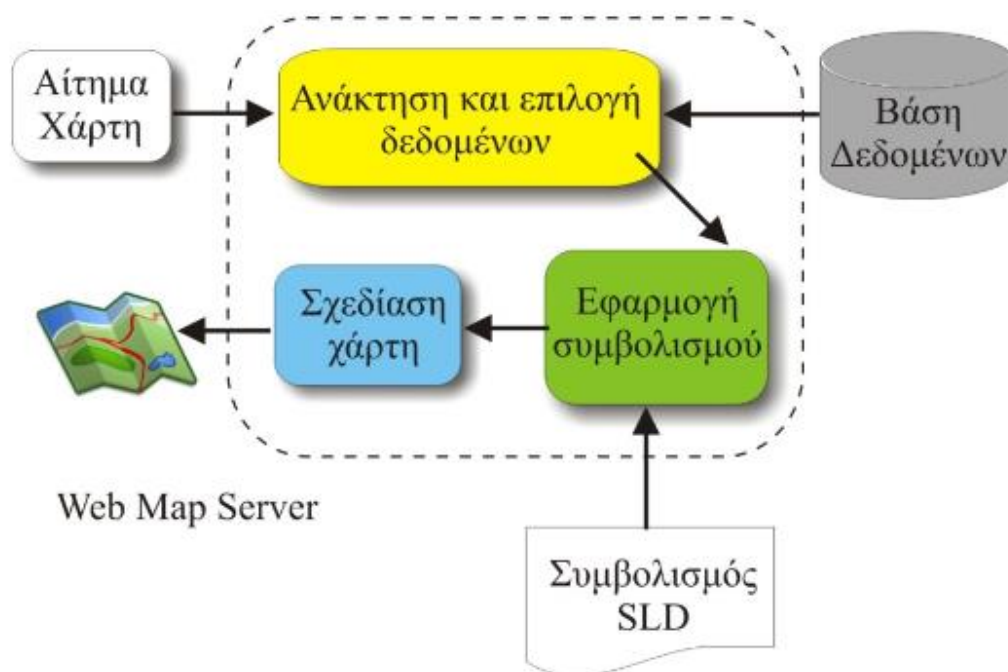
BBOX: minx,miny,maxx,maxy(όρια συντεταγμένων του χάρτη στο ορισμένο crs)

WIDTH: Πλάτος χάρτη σε εικονοστοιχεία οθόνης

HEIGHT: Ύψος χάρτη σε εικονοστοιχεία οθόνης

FORMAT: Μορφότυπος εικόνας(π.χ. PNG,GIF κλπ)

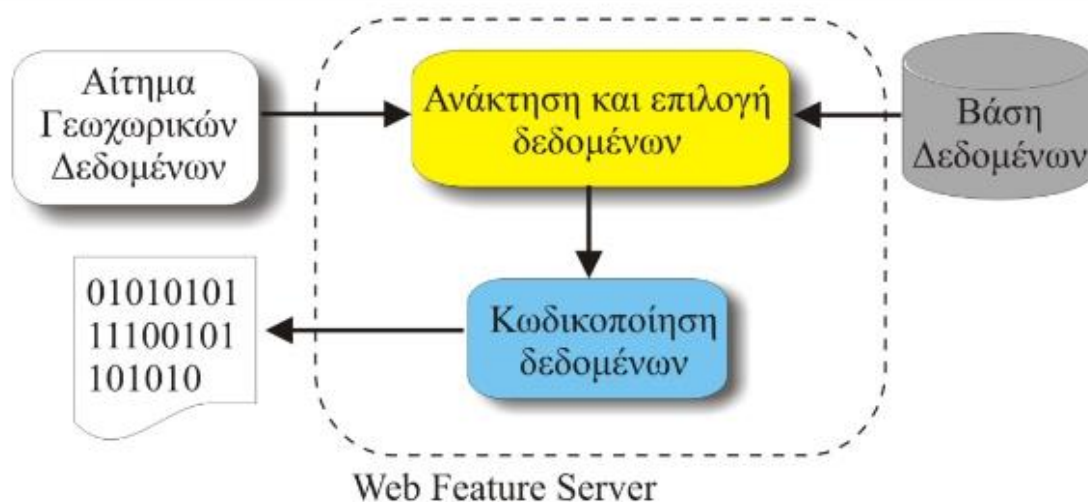
Ο πελάτης αιτείται μέσω μιας διεπαφής HTTP έναν χάρτη στον χωρικό εξυπηρετητή του, ο οποίος επιστρέφει τον χάρτη, σύμφωνα με τις παραμέτρους που ζητήθηκαν, στον φυλλομετρητή



**Εικόνα 4:** Το πρότυπο WMS, **Πηγή:** Χαρτογραφική σύνθεση & Απόδοση σε ψηφιακό περιβάλλον, Λ. Τσούλος, Λ. Στάμου, Α. Σκοπελίτη

Πέρα από το αίτημα GetMap υπάρχει και το αίτημα GetCapabilities που επιστρέφει πληροφορίες για τον εξυπηρετητή π.χ. τα θεματικά επίπεδα, το Σύστημα Αναφοράς κ.α., το αίτημα GetFeatureInfo που επιστρέφει πληροφορίες σχετικά με τις οντότητες για οποιοδήποτε θεματικό επίπεδο και το GetLegendGraphic που επιστρέφει τον συμβολισμό σε μορφή υπομνήματος.

**WFS :** Η υπηρεσία WFS είναι μία μέθοδος διάχυσης γεωγραφικών οντοτήτων στο διαδίκτυο. Όπως και η WMS, έτσι και η WFS αποτελείται από πολλές λειτουργίες. Για παράδειγμα, με την λειτουργία DescribeFeatureType ο πελάτης ζητάει από τον εξυπηρετητή να λάβει τα χαρακτηριστικά των οντοτήτων. Με την λειτουργία GetFeature ζητάει την ανάκτηση δεδομένων ενός θεματικού επίπεδο. Ο εξυπηρετητής λαμβάνοντας το αίτημα, ανακτά τα γεωγραφικά δεδομένα, τα κωδικοποιεί και τα επιστρέφει στον φυλλομετρητή. Η κωδικοποίηση συνήθως γίνεται με την GML η οποία είναι η ειδική έκδοση γλώσσας της XML και έχει οριστεί ώστε να περιγράφει γεωγραφικές οντότητες. Χαρακτηρίζεται από απλότητα και γίνεται εύκολα κατανοητή.



**Εικόνα 5 :** Το πρότυπο WFS, **Πηγή:** Χαρτογραφική σύνθεση & Απόδοση σε ψηφιακό περιβάλλον, Λ. Τσούλος, Λ. Στάμου, Α. Σκοπελίτη

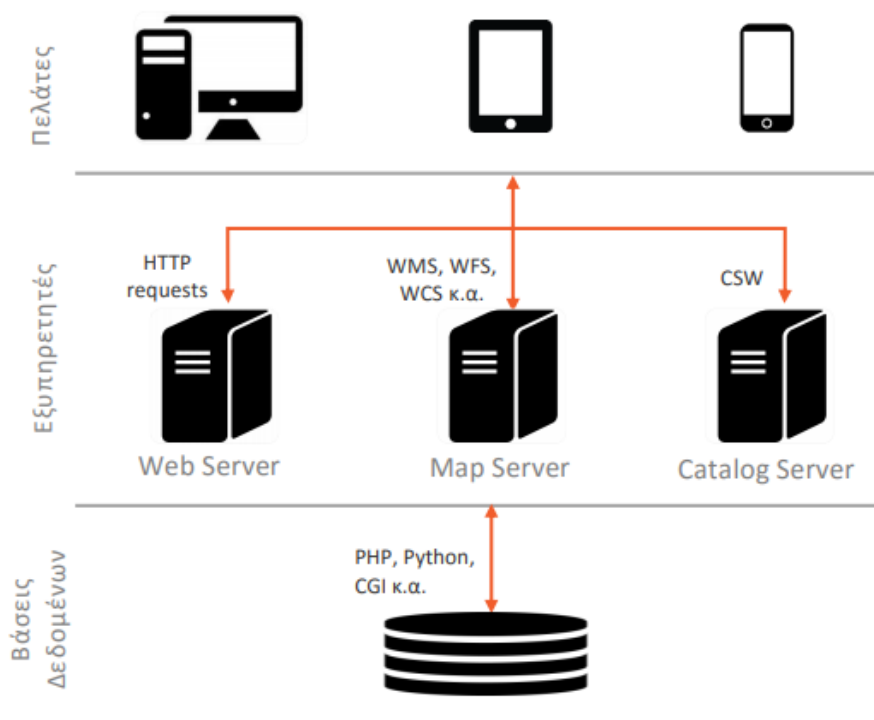
**SLD :** Η SLD είναι ένα πρότυπο γραμμένο σε γλώσσα XML με σκοπό να περιγράψει τον συμβολισμό των θεματικών επιπέδων ενός χάρτη. Χρησιμοποιείται σε διανυσματικά (σημεία, γραμμές, πολύγωνα) και σε κανονικοποιημένα δεδομένα. Μπορούν να οριστούν οι οπτικές μεταβλητές του κλασσικού συμβολισμού όπως η απόχρωση, η ένταση, το μέγεθος είτε για όλες τις οντότητες ενός θεματικού επιπέδου είτε ως προς τιμές ενός χαρακτηριστικού του. Επίσης, ως σύμβολα μπορούν να αξιοποιηθούν και εικόνες σε μορφότυπο .png ή .svg.

```

<NamedLayer>
  <Name>style_1den</Name>
  <UserStyle>
    <Title>A raster style</Title>
    <FeatureTypeStyle>
      <Rule>
        <RasterSymbolizer>
          <Opacity>0.5</Opacity>
          <ColorMap>
            <ColorMapEntry color="#c093a5" quantity="70.3091" label=" 70 dBa" opacity="1"/>
            <ColorMapEntry color="#993e60" quantity="73.356475" label=" 73 dBa" opacity="1"/>
            <ColorMapEntry color="#831740" quantity="76.40385" label=" 76 dBa" opacity="1"/>
            <ColorMapEntry color="#580f2b" quantity="79.451225" label=" 79 dBa" opacity="1"/>
            <ColorMapEntry color="#580f2b" quantity="82.4986" label=" 82 dBa" opacity="1"/>
          </ColorMap>
        </RasterSymbolizer>
      </Rule>
    </FeatureTypeStyle>
  </UserStyle>
</NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>
  
```

**Εικόνα 6:** Αρχείο τύπου SLD στον εξυπηρετητή Geoserver

Η αρχιτεκτονική μιας διαδικτυακής εφαρμογής γίνεται αρκετά περίπλοκη. Ο πιθανός αριθμός τεχνολογιών που υλοποιούν διαδικτυακούς χάρτες είναι τεράστιος. Σύμφωνα με τον Neumann (2008) κάθε προγραμματιστικό περιβάλλον, προγραμματιστική γλώσσα και server-side περιβάλλον μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση διαδικτυακών χαρτών. Σε κάθε περίπτωση, τόσο οι client-side όσο και οι server-side τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Όπως φαίνεται και παρακάτω απαιτούνται τουλάχιστον τρία στοιχεία: ο πελάτης, ο εξυπηρετητής και η βάση δεδομένων.



**Εικόνα 7:** Αρχιτεκτονική ιστοσελίδας διαδικτυακού χάρτη, **Πηγή:** Χωρικά Δεδομένα και Διαδίκτυο-Διαδικτυακές Υπηρεσίες, Ψηφιακή Τεχνολογία και Χαρτογραφική Παραγωγή, Λ. Τσούλος, Α. Σκοπελίτη

Έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνολογίες για να υποστηρίξουν την δομή και κυρίως την λειτουργικότητα ενός διαδικτυακού χάρτη. Οι κυριότερες, όπως φαίνεται και στην εικόνα 7 είναι :

- ο Προγραμματισμός από την πλευρά του πελάτη, συνήθως με την συγγραφή σεναρίων Javascript (client side-javascript)
- ο Ένας Web Map Server που να διαχειρίζεται θεματικά επίπεδα και χάρτες
- ο Θεματικά επίπεδα ή γεωβάσεις

### 3.5 Διαδραστικότητα

Οι χάρτες είναι εκ φύσεως διαδραστικοί. Μπορεί να θεωρηθεί ότι ακόμα και οι πρώτοι χάρτες και χωρικά διαγράμματα που θάβονταν μέσα στην άμμο ή ήταν χαραγμένα σε μια σπηλιά, ήταν διαδραστικοί (Brown, 1949).

Σήμερα ορίζουμε ως χαρτογραφική διαδραστικότητα τον διάλογο μεταξύ ανθρώπου και χάρτη μέσω μιας ηλεκτρονικής συσκευής (Roth, 2011). Σε έναν ψηφιακό χάρτη, η αλληλεπίδραση πραγματοποιείται μέσω χαρτογραφικών συμβόλων και τύπων, υπομνημάτων, μενού, παράθυρα διαλόγου κλπ τα οποία συνθέτουν την υπολογιστική διαδραστική βάση (Peterson, 1995). Είναι σημαντικό για τον χαρτογράφο, να ορίσει τις λειτουργίες της διαδραστικότητας έτσι ώστε να κρατάει σε ενδιαφέρον τον χρήστη και να του προσφέρει πληροφορίες στις οποίες δεν θα είχε πρόσβαση με διαφορετικό τρόπο, όμως δεν πρέπει να ξεπεραστεί ένα όριο στο οποίο η πολυπλοκότητα των λειτουργιών θα δυσκολέψει την κατανόησή του χάρτη.

Ο Peterson (1995) ξεχώρισε ένα σύνολο διαδραστικών εργαλείων όπως το εργαλείο περιήγησης στον χάρτη, μεγένθυσης- σμικρύνσης, ταυτότητας χαρακτηριστικών, επιλογής. Αυτά τα διαδραστικά εργαλεία επιτρέπουν στον χρήστη να δημιουργήσει ένα προσαρμοσμένο χάρτη που να αντιστοιχεί σε ταιριαστές εμπειρίες με τις ανάγκες του.

Η αποδοτικότητα των δυναμικών χαρτών εξαρτάται από τον δημιουργό και από τους χρήστες. Αρχικά, το πόσο κατανοητός είναι συνδέεται με την αντιληπτική ικανότητα του χρήστη και στην εμπειρία του στην αλληλεπίδραση με τέτοιους χάρτες ώστε να ξέρει να αξιοποιήσει τις δυνατότητες που προσφέρουν. Επίσης ο χαρτογράφος πρέπει να επιλέξει τον συμβολισμό (δυναμικές και οπτικές μεταβλητές) ώστε να διευκολύνεται η αναγνωσιμότητα του χάρτη.

Σημαντικά εργαλεία για την αλληλεπίδραση ανθρώπου και χάρτη είναι :

*Αλλαγή κλίμακας (zoom in/zoom out):* Είναι από τα σημαντικότερα και πρωταρχικά εργαλεία στους διαδικτυακούς χάρτες. Η αλλαγή κλίμακας του εύρους της περιοχής που αποδίδεται ουσιαστικά αλλάζει την κλίμακα όλου του χάρτη με αποτέλεσμα να αποδίδονται διαφορετικά επίπεδα λεπτομερειών, ανάλογα με το τι είναι σημαντικό να παρουσιάζεται σε κάθε κλίμακα (χαρτογραφική γενίκευση). Με αυτό το εργαλείο ο χρήστης νιώθει ότι έχει έλεγχο στον χάρτη και στην πληροφορία που παρουσιάζει. Έχει την δυνατότητα να λάβει πληροφορίες για διαφορετικά γεωγραφικά τμήματα μέσα στον ίδιο χάρτη.

*Πλοήγηση:* Η πλοήγηση σε ένα φυσικό περιβάλλον έχει αποσπάσει μεγάλη προσοχή από τους χαρτογράφους και φαίνεται να αποτελείται από αποφάσεις που πραγματοποιούνται σε διανοητικές αναπαραστάσεις (Crampton, 1992). Σε έναν διαδραστικό χάρτη, πλοήγηση για τον χρήστη είναι το σύνολο των αποφάσεων που παίρνει για τους δρόμους που θα ακολουθήσει σε έναν χάρτη.

*Επισήμανση οντοτήτων :* Οι διαδραστικοί χάρτες πολλές φορές συγκεντρώνουν μεγάλο όγκο πληροφοριών μετατρέποντας τον χάρτη σε μία χαοτική αναπαράσταση πολλαπλών δεδομένων. Αποτέλεσμα αυτού είναι ο χρήστης να μην αντιλαμβάνεται τις θέσεις της περιήγησής του μέσα στον χάρτη. Η επισήμανση οντοτήτων, δηλαδή η ανάδειξη στοιχείων του χάρτη όταν ο χρήστης

βρίσκεται σε αυτά, βελτιώνει την αίσθηση κατανόηση της θέσης του στον γεωγραφικό χώρο και των χαρακτηριστικών μιας οντότητας που τον ενδιαφέρει.

*Εμφάνιση πληροφοριών οντοτήτων:* Πολύ βασικό πλεονέκτημα της διαδραστικότητας στους χάρτες είναι η άντληση περισσότερων πληροφοριών για το φαινόμενο ή την γεωγραφία που αναπαρίσταται σε ένα αρμονικό χαρτογραφικό περιβάλλον. Στην πλειονότητα των σημερινών διαδραστικών χαρτών αυτό επιτυγχάνεται με την εμφάνιση αναδυόμενων πλαισίων που περιλαμβάνουν πληροφορίες για οποιοδήποτε στοιχείο/θεματικό επίπεδο είναι κάθε φορά χρήσιμο. Αυτά τα παράθυρα μπορεί να περιλαμβάνουν κείμενο, αριθμητικά δεδομένα, πολυμέσα και οτιδήποτε θεωρηθεί χρήσιμο για την αποδοτικότερη παρουσίαση του χάρτη(Crampton, 2009).

### 3.5.1 Μορφότυπος GeoJSON

Ο μορφότυπος **GeoJSON** είναι μία γεωχωρική μορφή ανταλλαγής δεδομένων βασισμένος στον μορφότυπο JavaScript Object Notation (JSON). Αναπαριστά γεωγραφικές οντότητες, τις ιδιότητες τους, τη γεωμετρία και την περιγραφή τους σε ένα ορισμένο σύστημα αναφοράς. Ένα αντικείμενο GeoJSON υποστηρίζει τις γεωμετρίες : σημείο, γραμμή, πολύγωνο, πολύ-σημεία(MultiPoint), πολύ-γραμμές(MultiLineString), πολύ-πολύγωνα(MultiPolygons) και συλλογές γεωμετριών που να αποτελούνται από διαφορετικές γεωμετρίες. Μπορεί να αποτελείται από μία ορισμένη οντότητα(Feature) ή από πολλές( Feature Collection) και για κάθε μία ορίζεται ο τύπος της γεωμετρίας της και οι συντεταγμένες (<https://tools.ietf.org/html/rfc7946>). Αυτό που κάνει την διαφορά σε ένα geojson αρχείο είναι η λίστα των ιδιοτήτων (properties) που καταγράφει για κάθε οντότητα. Δηλαδή, κάθε αντικείμενο, πέρα από την χωρική πληροφορία, καταγράφει και τις ιδιότητες, που οι τιμές τους είναι αντικείμενα JSON, και ορίζουν τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου. Παρακάτω παρουσιάζεται η μορφή οντότητας, που είναι τμήμα ενός FeatureCollection.

```

    "type": "FeatureCollection",
    "crs": {
      "type": "name",
      "properties": {
        "name":
        "urn:ogc:def:crs:OGC:1.3:CRS84"
      }
    },
    "features": [
      {
        "type": "Feature",
        "properties":
        {
          "data_noise": 74.300000,
          "data_noi_1": 66.500000
        },
        "geometry": {
          "type": "Point",
          "coordinates": [
            23.721160453570739,
            37.951997203584199
          ]
        }
      }
    ]
  
```

Σε έναν διαδραστικό χάρτη είναι χρήσιμη η ενσωμάτωση των δεδομένων που να μπορούν να συμβάλλουν στην διεπαφή του χρήστη μαζί τους. Τα αρχεία geojson έχουν γεωμετρική αναπαράσταση, μπορούν να συμβολιστούν όπως κάθε μορφότυπος γεωχωρικής δομής π.χ.shapfiles και είναι δυνατή η

παρουσίαση πληροφοριών από τις τιμές των ιδιοτήτων τους. Για να γίνει αυτό, μεσολαβεί η γλώσσα javascript που καθορίζει τον τρόπο και τις ιδιότητες των αρχείων που θα είναι ορατές στον χάρτη. Η βιβλιοθήκη Leaflet.js διαχειρίζεται εύκολα και αποδοτικά τα geojson με εξειδικευμένες εντολές εισαγωγής και επεξεργασίας τους.



## 4. Ήχος

Ήχος ορίζεται ως η διαταραχή της πίεσης του αέρα που φτάνει στα αισθητήρια όργανα της ακοής και τα διεγείρει προκαλώντας το ακουστικό αίσθημα. Οι μεταβολές της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα διαδίδονται μέσω ηχητικών κυμάτων.

Τα ηχητικά κύματα είναι μηχανικά κύματα, που μπορούν να διαδοθούν σε οποιαδήποτε κατάσταση ύλης όπως υγρό, στερεό και αέριο, όχι όμως το κενό. Τα σωματίδια, διαμέσου των οποίων διαδίδονται τα ηχητικά κύματα, ταλαντώνονται στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.

Για την ύπαρξη του ήχου χρειάζονται τα παρακάτω τρία :

- ο ένα ταλαντούμενο σώμα, δηλαδή ένα αντικείμενο που θα **δημιουργήσει** τις διαταραχές του ατμοσφαιρικού αέρα. Αυτό συνήθως χαρακτηρίζεται ως πηγή του ήχου
- ο ένα ελαστικό μέσο που είναι ικανό να διαδώσει τα ηχητικά κύματα. Κυρίαρχα τέτοιο μέσο είναι ο αέρας, αλλά υπάρχουν και άλλα όπως το νερό
- ο ένα όργανο αποδοχής, δηλαδή κάτι που μπορεί να «μεταφράσει» τα κύματα σε μια εμπειρία που μπορεί να κατανοήσει. Τέτοιο όργανο είναι το αυτί.

### 4.1 Χαρακτηριστικά ήχου

Ακούμε καιρό πριν να δούμε. Ξεκινάμε αργά να φιλτράρουμε τους ήχους που ακούμε για να εστιάσουμε τα μάτια μας σε συγκεκριμένα αντικείμενα αντί να ατενίσουμε/ακούσουμε/νιώσουμε/μυρίσουμε τα «πάντα» με όλες τις αισθήσεις μας (Ackermann, 1990). Η αίσθηση της ακοής είναι υποκειμενική και κάθε άνθρωπος αντιλαμβάνεται διαφορετικά τις πιέσεις που προκαλούν τα ηχητικά κύματα. Έχει διαφορετικές προτιμήσεις και ανοχές στους ήχους που παράγονται στην πόλη, στην ομιλία και στην μουσική. Ο ήχος αποτελείται από **αντικειμενικές** και **υποκειμενικές** ποσότητες. Αντικειμενικές ποσότητες είναι εκείνες που μετριούνται με επιστημονικές μεθόδους όπως η **ένταση** και η **συχνότητα**. Υποκειμενικές ποσότητες είναι όσες αντιλαμβάνεται και αξιολογεί ο άνθρωπος χωρίς της μεσολάβηση επιστημονικών οργάνων, όπως είναι η **ακουστότητα** που συνδέεται με την ένταση, ο **τόνος** που συνδέεται με την συχνότητα και η **χροιά** που συνδέεται με τις αρμονικές που διαμορφώνουν την βασική συχνότητα. Αντικειμενικές ποσότητες, όπως είναι η ένταση και η συχνότητα και ο συνδυασμός τους (φάσμα), μετρούνται μόνο από ανάλογους επιστημονικούς ανιχνευτές.

Αναλυτικότερα για τις αντικειμενικές ποσότητες του ήχου :

**Η ένταση** είναι η ενέργεια που μεταφέρει το ηχητικό κύμα ανά μονάδα επιφάνειας και ανά μονάδα χρόνου. Όσο πιο μεγάλη είναι η ένταση τόσο περισσότερο

ενισχύεται ο ήχος που ακούμε. Η ένταση μετριέται στο S.I. σε  $W/m^2$ . Η ελάχιστη ένταση που γίνεται αντιληπτή στο ανθρώπινο αυτί αντιστοιχεί σε  $10^{-12} W/m^2$ . Για να μπορούμε να κατανοούμε το σύνολο των ηχητικών εντάσεων, δημιουργήθηκε μια κλίμακα μέτρησης της ισχύος που προσεγγίζει την ανθρώπινη αντίληψη, η κλίμακα *decibel*. Η κλίμακα *decibel* (dBa) είναι λογαριθμική και εκφράζει την διαφορά της στάθμης έντασης ενός ήχου με την ελάχιστη αντιληπτική ένταση ( $10^{-12}$ ). Για κάθε διπλασιασμό της ηχητικής έντασης παρατηρείται μια αύξηση 3dBa του ηχητικού επιπέδου, δηλαδή ο διπλασιασμός των 60 dBa δεν είναι 120 dBa αλλά 63 dB. Θεωρητικά, το όριο αντοχής του ανθρώπινου αυτιού σε ένταση ήχου είναι 120dBa. Τέτοιοι (και υψηλότεροι) ήχοι είναι ο ήχος ενός πολυβόλου, μια θορυβώδης συναυλία ή η απογείωση ενός αεροπλάνου. Η κυκλοφοριακή κίνηση είναι περίπου 80-90 dBa. Η ένταση ήχου πάνω από τα 70 dBa αρχίζει να θεωρείται «βλαβερή» για την υγεία ενώ η συνεχής έκθεση σε ήχους μεγαλύτερους από 90 dBa μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας.

**Η συχνότητα** είναι ο αριθμός των ταλαντώσεων (παλμικών δονήσεων) που κάνει η πηγή του ήχου ανά δευτερόλεπτο. Μετριέται σε Hertz (Hz). Όσο πιο μεγάλη είναι η συχνότητα του ήχου, τόσο πιο οξύς είναι ο ήχος. Ο άνθρωπος μπορεί να ακούσει ήχους μεταξύ 20 Hz και 20000 Hz. Οι ήχοι που βρίσκονται πάνω ή κάτω αυτού του εύρους λέγονται υπόηχοι. Βέβαια όταν εκτιθέμεθα σε μεγάλες συχνότητες τότε το συχνοτικό εύρος που αντιλαμβανόμαστε μπορεί να μεγεθυνθεί.

Οι υποκειμενικές ποσότητες :

**Ο τόνος** συνδέεται άμεσα με την συχνότητα και καθορίζει πόσο οξύς ή βαρύς είναι ένας ήχος. Το ύψος βασίζεται στην θεωρία της χορδής σύμφωνα με την οποία το ύψος καθορίζεται από: το πάχος, το μήκος και την τάση της χορδής. Όσο πιο μεγάλη σε μήκος και πάχος είναι μια χορδή τόσο μικρότερη συχνότητα παράγεται. Αντίστοιχα, όσο μειώνεται το μήκος και το πάχος αυξάνεται η συχνότητα.

**Η ακουστικότητα** συνδέεται με την ένταση. Καθορίζει πόσο ισχυρός ή αδύναμος είναι ένας ήχος. Εξαρτάται πολύ από την ακοή κάθε ανθρώπου γιατί διαφορετικά άτομα μπορεί να ακούν ήχους ίδιας έντασης με διαφορετική ακουστικότητα.

**Η χροιά** είναι το χαρακτηριστικό που κάνει ήχους να ξεχωρίζουν όταν έχουν ίδια ακουστικότητα και τόνο. Δηλαδή, οι ήχοι που παράγονται από δύο διαφορετικά μουσικά όργανα και παίζουν την ίδια νότα στην ίδια ένταση, ξεχωρίζουν λόγω της χροιάς τους. Η χροιά είναι που περιγράφει την ξεχωριστή φωνή κάθε ανθρώπου.

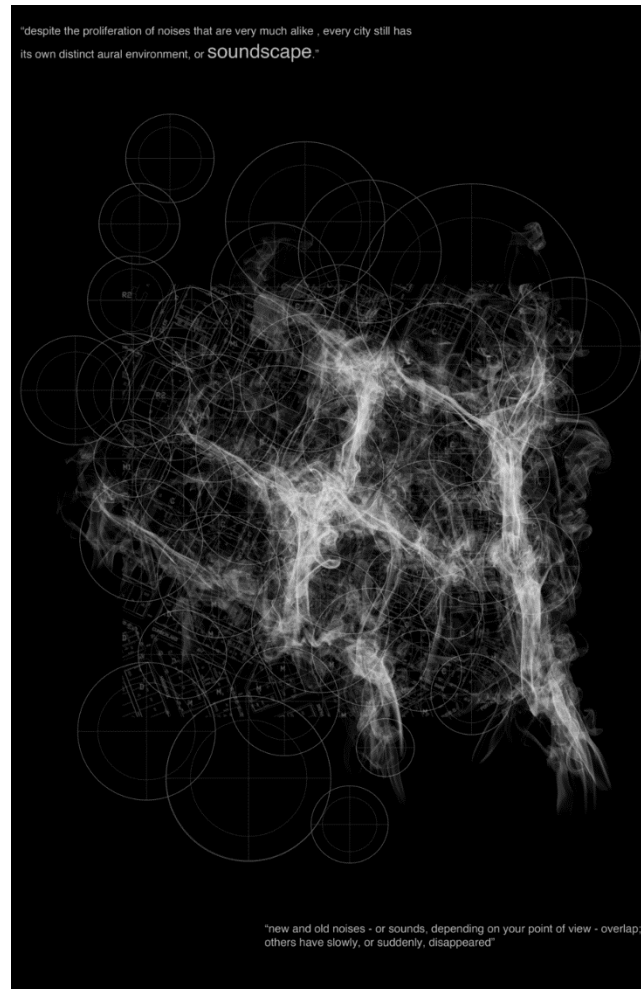
## 4.2 Ηχοτοπίο: Αναπαράσταση του ηχητικού περιβάλλοντος

Ο **ήχος** βρίσκεται παντού γύρω μας είτε ζούμε σε αγροτικό είτε σε αστικό περιβάλλον. Αποτελεί βασική παράμετρο του χώρου και του χρόνου, αν σκεφτούμε ότι ακούμε διαφορετικούς ήχους αν μετακινηθούμε σε περιοχές με άλλα χωρικά χαρακτηριστικά (π.χ. σε περιοχές με διαφορετικά υψόμετρα) ή σε διαφορετικές χρονικές περιόδους (π.χ. στον 20<sup>ο</sup> και στον 21<sup>ο</sup> αιώνα). Ταυτόχρονα έχει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση των εμπειριών μας αφού έχουμε την τάση να συνδέουμε συγκεκριμένους ήχους με αναμνήσεις. Επειδή ο ήχος είναι μια θεμελιώδη ιδιότητα της φύσης και επειδή μπορεί να επηρεαστεί δραστικά από μια σειρά ανθρώπινων δραστηριοτήτων, είναι εκπληκτικό το πώς δεν θεωρείται παγκοσμίως **ως ένα μέτρο των σχέσεων μεταξύ ανθρώπου και φύσης**.

Για να μπορέσει να εκτιμηθεί η σημασία του ήχου στους χώρους που ζει και δραστηριοποιείται ο άνθρωπος δημιουργήθηκε ο όρος **soundscape**. Ως **Soundscape** ορίζεται το κομμάτι του πολύπλοκου συνολικού περιβάλλοντος που συγκεντρώνει όλους τους ήχους που είναι αντιληπτοί από τον άνθρωπο, σε αλληλεπίδραση με τον χώρο. Σε ελεύθερη μετάφραση μπορούμε να το χαρακτηρίσουμε ως ηχοτοπίο (Παρπαρούση Γ.,2015). Περιγράφει φαινόμενα και συμβάντα **με τον τρόπο που τα ακούμε και όχι με τον τρόπο που τα βλέπουμε**. Μία φυσικά όμοια πράξη μπορεί να δημιουργήσει διαφορετικά συναισθήματα και αποτελέσματα όταν μόνο την βλέπουμε ή όταν μόνο την ακούμε. Σύμφωνα με τον Schafer (1994), το ηχοτοπίο μας επιτρέπει να ακούσουμε τον χαρακτήρα, την πολυπλοκότητα και τις αλλαγές του κόσμου γύρω μας μέσω του ήχου. Ο όρος «ηχοτοπίο» μπορεί, επίσης, να αναφέρεται σε μια ηχογράφηση ή μια «εκτέλεση/ παρουσίαση» των ήχων που δημιουργούν την αίσθηση βίωσης ενός συγκεκριμένου ακουστικού περιβάλλοντος, ή συνθέσεις που δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας ηχογραφημένους ήχους ενός ακουστικού περιβάλλοντος, είτε σε συνδυασμό με άλλου είδους μουσική (<https://en.wikipedia.org/wiki/Soundscape>).

Τα ηχοτοπία δε κλείνονται σε διοικητικά σύνορα όπως η οργάνωση των σύγχρονων πόλεων. Ο τρόπος διάδοσης του ήχου ορίζει μια νέα άποψη γεωγραφίας στις κοινότητες του soundscape στην οποία τα όρια του προσωπικού χώρου καθενός τίθεται συνεχώς υπό αμφισβήτηση. Αντιθέτως, καθορίζονται από τις πράξεις και τις αλληλεπιδράσεις του ανθρώπου με τον κόσμο.

Σε μια προσπάθεια να κάνει πιο κατανοητή την έννοια του *soundscape*, ο Schafer (1994) πρότεινε δύο μορφές ασκήσεων : τον «καθαρισμό» της ακοής μας και τους ηχητικούς περιπάτους (*soundwalks*). Η έκφραση «καθαρισμός ακοής» αντιστοιχεί στην έννοια της ενεργής ακοής. Για παράδειγμα, το να παραμείνουμε σιωπηλοί ώστε να ακούσουμε όλους τους ήχους γύρω μας. Είναι μια πρακτική για να παρατηρήσουμε το πόσο ήχο «συμβαίνουν» γύρω μας χωρίς να γίνονται συνειδητά αντιληπτοί. Μας βοηθάει να καταλάβουμε βαθύτερα το ηχοτοπίο που υπάρχει γύρω μας αλλά αδυνατούμε να παρατηρήσουμε.



**Εικόνα 8:** Απεικόνιση Ηχοτοπίου, **Πηγή :** *City sound mapping*, <https://gr.pinterest.com/>

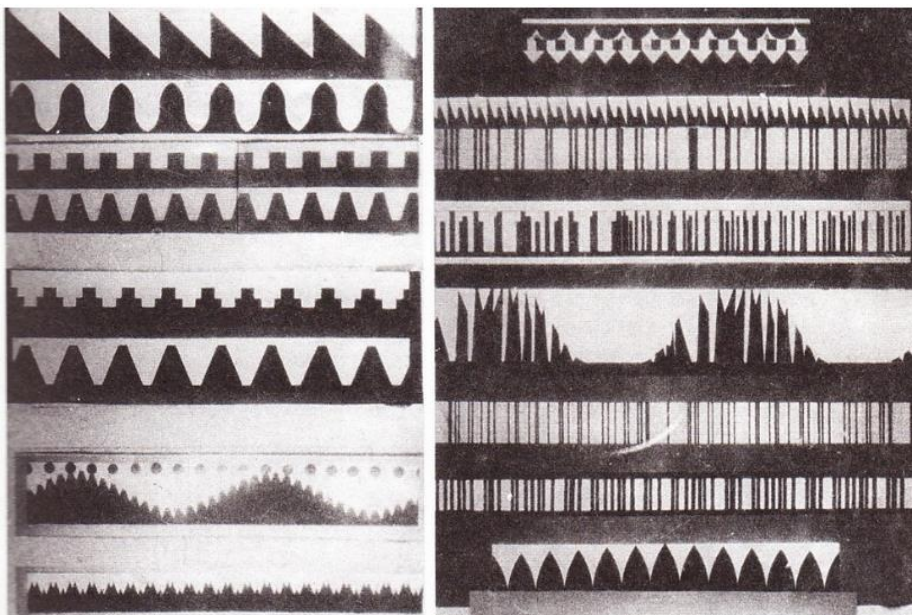
Οι ηχητικοί περίπατοι επεκτείνουν αυτή την λογική, βάζοντας τον ακροατή να κατανοήσει μεγαλύτερα μέρη του ηχοτοπίου μέσω της διαρκούς κίνησης και της ταυτόχρονης ακοής.

#### 4.2.1 Ηχοτοπίο και Τέχνη

Η αντίληψη ενός ηχοτοπίου θεωρείται ως μια προσωπική διαδικασία που εξαρτάται από τις εμπειρίες, το κοινωνικό και πολιτιστικό υπόβαθρο κάθε ατόμου (Farina, 2014). Ο άνθρωπος, στην προσπάθειά του να βρει πως συνδέονται αναμνήσεις και συναισθήματα με συγκεκριμένους ήχους, επιχειρεί να εξερευνήσει και να ανακαλύψει το ηχοτοπίο γύρω του μέσα από αναπαραστάσεις, ακόμα και καλλιτεχνικές. Στην συνέχεια ακολουθούν παραδείγματα καλλιτεχνικών προσεγγίσεων των ηχοτοπίων.

Ο **Arseny Avraamov** (1886–1944), σοβιετικός συνθέτης, αναπαριστά τμήματα της πόλης μέσα από μουσικούς ήχους. Στο έργο του «Symphony Of Factory Sirens» δημιουργεί μια συμφωνία για την πόλη με μουσικά όργανα τους ήχους

των εργοστασίων, ψιθύρους, φωνές, τραγούδια εργατών, κόρνες, σιρήνες και όσα θεώρησε εκείνος ότι συστήνουν την μελωδία της πόλης. (<https://journal.beoplay.com/journal/2016/2/11/soviet-light-music>)



**Εικόνα 9:** Εικονογράφηση του ήχου από τον Arseny Avraamov, με μοτίβα που χρησιμοποιούνται ως βάση για την παραγωγή ήχου. **Πηγή :** <https://journal.beoplay.com/journal/2016/2/11/soviet-light-music>

Το 2018 **μια ομάδα γιαπωνέζων αρχιτεκτόνων** δημιούργησε ένα φανταστικό «ηχοτοπίο». Για αυτό τον σκοπό χρησιμοποιήθηκε ένα γυαλί-μετατροπέας ήχου, το οποίο αποτελείται από δύο στρώσεις γυαλιού και ανάμεσα τους υπάρχει μια στρώση ενός ειδικού γυαλιού. Όταν ηχητικά κύματα φτάνουν σε αυτό το γυαλί τότε τους μετατρέπει σε καθαρούς, όμορφους ήχους.

Όταν περπατάς στον χώρο που είναι τοποθετημένα, τότε δημιουργείται ένα πολυποίκιλο ηχοτοπίο, το οποίο γίνεται διαφορετικά αντιληπτό ανάλογα από την θέση που βρίσκεσαι (<https://www.designboom.com/architecture/mandai-architects-sound-generating-glass-soundscape-installation-06-22-2018/>).

Τέλος, στην Αθήνα έχει δημιουργηθεί ένα project με τίτλο **«Soundscapes Landscapes / Ριζωμα II»**. Παροτρύνει τους ενδιαφερόμενους να βγουν στην πόλη για έναν ηχητικό περίπατο, να ακούσουν προσεκτικά τους ήχους που παράγει η πόλη και να τους ηχογραφήσουν.

Για τις ανάγκες του, έχει δημιουργηθεί μία εφαρμογή κινητού για τις ηχογραφήσεις, και διαδικτυακούς χάρτες που αποθηκεύει την τοποθεσία και το ηχητικό αρχείο. Σύμφωνα με το site της σελίδας πρόκειται για ένα πρότζεκτ στη διατομή τέχνης, τεχνολογίας, έρευνας του ήχου και καταγραφής του ήχου στο πεδίο (field recording), που επιτελεί ταυτόχρονα και άνοιγμα προς την

ανθρωπολογία-κοινωνιολογία της πόλης, μέσα από συνεντεύξεις και αφηγήσεις ζώης, ηχοτοπία, συνθέσεις και ποίηση (<https://www.onassis.org/el/initiatives/onassis-stegi/medea-electronique>).

### 4.3 Θόρυβος και Πόλη

**Θόρυβος** είναι οι ήχοι που προκαλούνται από μη περιοδικές μεταβολές της πίεσης του αέρα και χαρακτηρίζει κάθε ενοχλητικό ηχητικό ερέθισμα. Κρίνεται επικίνδυνος για την υγεία του ανθρώπου προκαλώντας σωματικές και ψυχολογικές παρενέργειες και προβλήματα στην ακοή. Για παράδειγμα, οι ερευνητές Matthews και Cannon σε εργαστηριακή έρευνα διαπίστωσαν ότι πολύ λιγότεροι άνθρωποι έδειχναν διάθεση να βοηθήσουν κάποιον συνάνθρωπο τους, όταν στο περιβάλλον επικρατούσαν επίπεδα θορύβου 85 dB σε αντίθεση με όταν επικρατούσαν επίπεδα θορύβου κάτω από 65 dB (TEE,2014).

Οι κυριότερες πηγές θορύβου είναι τα μέσα συγκοινωνίας ή μεταφοράς όπως τα οχήματα, τα λεωφορεία τα φορτηγά και οι σιδηρόδρομοι, οικοδομικές εργασίες, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, χώροι διασκέδασης και ψυχαγωγίας και μερικές οικιακές συσκευές. Ωστόσο, η λήψη μέτρων από τις αρχές δεν επαρκούν όπως έχει δείξει η πραγματικότητα. Η σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος, απαιτεί τη συνειδητοποίηση και την εγρήγορση όλων μας, ασχέτως με το αν διαμένουμε στα μεγάλα αστικά κέντρα ή όχι. Διότι οι έρευνες δείχνουν πως η συντριπτική πλειοψηφία όλων μας (σε διεθνές επίπεδο) είναι εκτεθειμένη στην ηχορύπανση(TEE, 2014).

Για την μέτρηση του θορύβου έχουν δημιουργηθεί οι δείκτες L. Ο δείκτης  $L_{den}$  μετρά τον ημερήσιο θόρυβο για ένα 24ωρο. Υπολογίζεται από τον τύπο:

$$L_{den} = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right) \right)$$

Ο δείκτης  $L_{night}$  αφορά τον θόρυβο από τις 22:00 έως τις 06:00. Ο δείκτης  $L_{day}$  τον θόρυβο από τις 06:00 έως τις 18:00 και ο  $L_{evening}$  τον θόρυβο από τις 18:00 έως τις 22:00.

Η νομοθεσία καθορίζει τα 50 dB(A) σαν ανώτατο όριο σε αστικές περιοχές και για εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε επαφή με κατοικημένα κτίσματα τα 45 dB(A), μετρημένα εντός του κατοικημένου κτίσματος με πόρτες και παράθυρα ανοικτά. Στην Αθήνα συναντάμε σχεδόν διπλάσια επίπεδα θορύβου μέσα σε σπίτια και γραφεία, εξαιτίας της ανεξέλεγκτης ηχορύπανσης από εργοστάσια, κέντρα διασκέδασης, αυτοκινητόδρομους, μοτοποδήλατα με παράνομες εξατμίσεις κλπ.

Σύμφωνα με το ΥΠΕΧΩΔΕ ποσοστό μεγαλύτερο του 60 % του πληθυσμού της Αθήνας και του Πειραιά, ζει με απαράδεκτα υψηλές στάθμες κυκλοφοριακού θορύβου. Οι στάθμες θορύβου αιχμής κυμαίνονται από: 90 - 100 dB(A), όλες τις

ημέρες ακόμα και τις νύχτες, στις σημαντικές αρτηρίες της πρωτεύουσας. Η κατάσταση αυτή οφείλεται ουσιαστικά στην οδική κυκλοφορία και κατά κύριο λόγο στα δίκυκλα (Μοτοποδήλατα - Μοτοσικλέτες).

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια αποτύπωσης των ηχοτοπίων των μεγάλων αστικών κεντρών με σκοπό τον επανασχεδιασμό του χώρου για ένα ποιοτικότερο ηχητικό περιβάλλον. Γι' αυτό τον σκοπό αξιοποιούνται οι δείκτες θορύβου  $L_{den}$  και  $L_{night}$ . Τα δεδομένα της επεξεργασίας είναι κάποιες πηγές ή μετρήσεις ήχου και θορύβου που με χρήση χωρικών παρεμβολών γενικεύονται στον χώρο (ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., 2002).

Επομένως αντιλαμβανόμαστε ότι οι ήχοι που συναποτελούν ένα κυρίως αστικό χώρο είναι ταυτόσημοι με αυτού του θορύβου. Είναι σημαντικό να μπορέσουν να αποτυπωθούν οι φυσικές και ανθρώπινες συμπεριφορές που δημιουργούν τα ηχοτοπία για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε τις διαστάσεις του χώρου(ηχητικές και χωρικές) στον οποίο ζούμε και είμαστε τμήμα τους. Ο συνδυασμός χαρτών ήχου με «παραδοσιακές» μεθόδους απεικόνισης καταφέρνει να μεταδώσει την χωρική υπόσταση με την πραγματική του θορύβου, δηλαδή το πώς ακούγεται. Εν τέλει, η διάδοση των χωρικών και ηχητικών χαρτών μπορεί να αποτελέσει την αρχή για μια συνολική αλλαγή ολόκληρου του περιβάλλοντος που ζούμε ώστε να γίνει πιο «όμορφο στα αυτιά μας».

#### 4.4 Παραδείγματα καταγραφής ήχου στην Χαρτογραφία

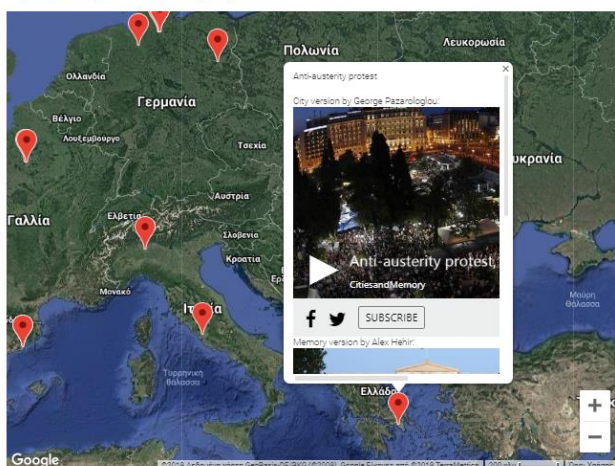
Οι μέχρι τώρα προσπάθειες αποτύπωσης του ηχητικού περιβάλλοντος μπορούν να προσφέρουν πολλά στην συζήτηση της αποτύπωσής τους και να εγείρουν το ενδιαφέρον για επεκτάσεις τους.

##### 4.4.1 Cities and Memories

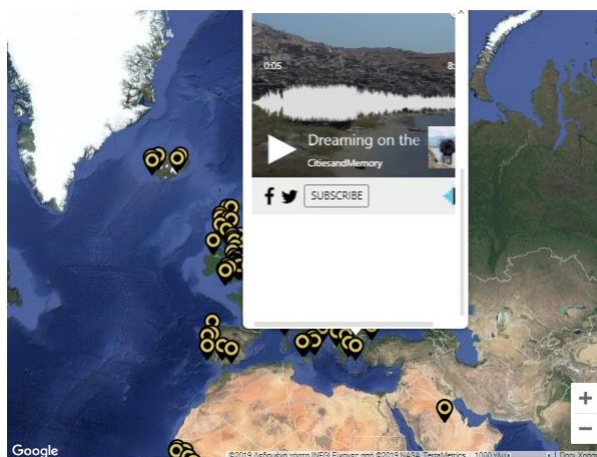
Η σελίδα **Cities and Memory** (<https://citiesandmemory.com/>) είναι μία συλλογή από ηχητικούς χάρτες που τα δεδομένα τους συλλέγονται συνεργατικά από όλο τον κόσμο και με μεγάλη ποικιλία θεμάτων αναπαράστασης. Το αποτέλεσμα για κάθε θέμα είναι ένας παγκόσμιος χάρτης με ηχογραφήσεις πεδίου και μίξεις ήχου. Οι χάρτες της σελίδας είναι δέκα και η θεματολογία τους ποικίλει. Για παράδειγμα υπάρχει χάρτης ήχου φύσης, χάρτης ήχου για τα μέσα μεταφοράς, χάρτης ήχου διαδηλώσεων κ.α.. Αυτοί οι χάρτες απεικονίζουν σημεία που αντιστοιχούν σε τοποθεσίες στον κόσμο που είναι σημεία αναφοράς ενός ήχου. Για κάθε θέση, μπορείς να πατήσεις στο σημείο και να αναδυθεί ένα παράθυρο με δύο συνδέσμους αρχείων ήχου. Το πρώτο είναι η πρωτότυπη ηχογράφηση που έγινε σε αυτή την τοποθεσία (city version) και το δεύτερο είναι ένα μουσικό κομμάτι με βάση την ηχογράφηση (memories version).

Η λογική είναι ότι ο πρώτος ήχος καταγράφει την πραγματικότητα σε έναν συγκεκριμένο τόπο, ενώ ο δεύτερος είναι μια αφηρημένη προσέγγιση του πρώτου (άρα και του ίδιου του τόπου) για το πώς θα ήταν κάπου αλλού και/ή κάπου διαφορετικά.

Explore the global sound map of protests



Global sound map of nature



**Εικόνα 10:** Παγκόσμιος χάρτης ήχου διαδηλώσεων (αριστερά) και φύσης (δεξιά), **Πηγή:** <https://citiesandmemory.com/>

Στα δεδομένα μπορεί να συνεισφέρει οποιοσδήποτε ενδιαφέρεται είτε με τις δικές του ηχογραφήσεις είτε με την μίξη των ηχογραφήσεων. Επίσης κάθε χρήστης μπορεί να ακούσει ή να κατεβάσει όλα τα κομμάτια ήχου ως playlist δωρεάν.

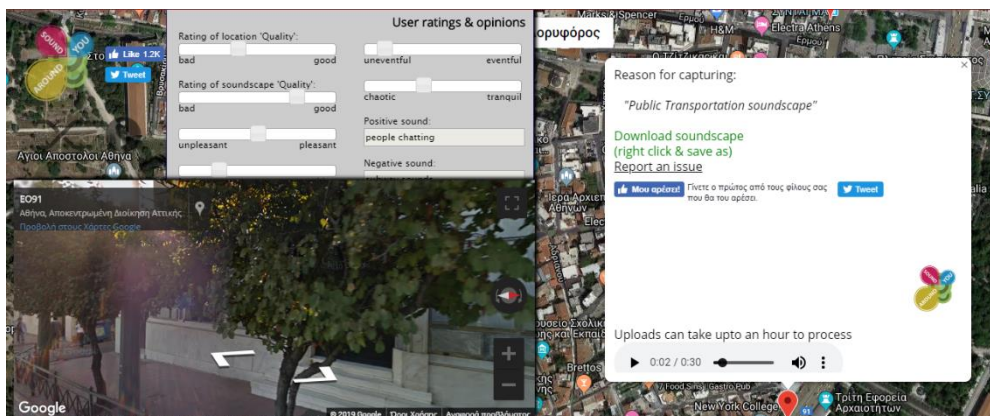
Ως υπόβαθρό χρησιμοποιούνται οι Google Maps. Πέρα από τα σημεία ενδιαφέροντος δεν υπάρχει κάποια παραπάνω πληροφορία στον χάρτη. Επίσης, η θέση στην οποία αναδύεται το παράθυρο με τον ήχο, σε οποιαδήποτε κλίμακα, κρύβει τα υπόλοιπα σημεία με αποτέλεσμα τον αποπροσανατολισμό του χρήστη στην αλλαγή της επιλογής του και στην ευρύτερη δυσκολία στην περιήγηση. Τέλος, στον χάρτη διαδηλώσεων υπάρχει οργάνωση των δεδομένων ανα κατηγορία των ηχογραφήσεων χωρίς όμως να είναι σε μορφή χάρτη.

#### 4.4.2 Sound Around You

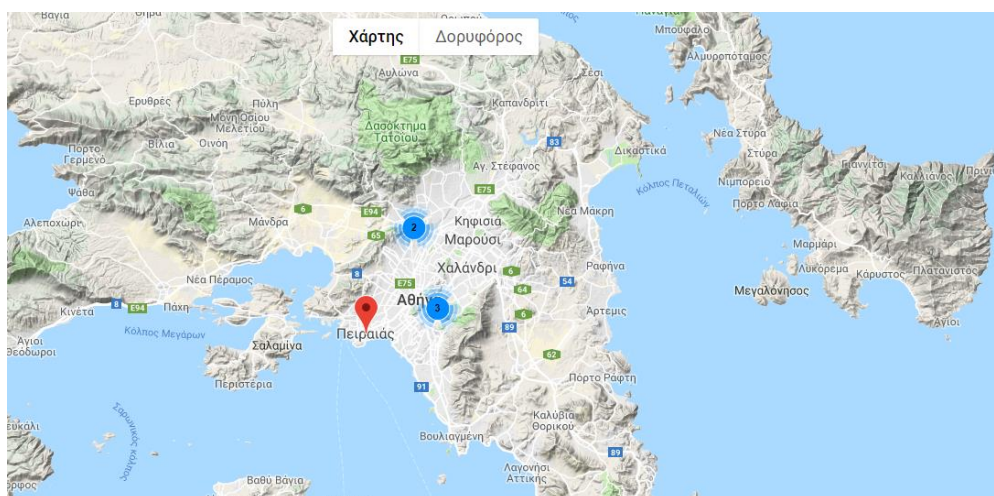
Η Sound Around You (<http://www.soundaroundyou.com/>) είναι μια ιστοσελίδα ενός παγκόσμιου χάρτη ήχου που παρουσιάζει ηχογραφήσεις πεδίων και έχει δημιουργηθεί από το Ερευνητικό Κέντρο Ηχητικής και Ακουστικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου του Salford με σκοπό να ενημερώσει για το πόσο μας επηρεάζουν τα ηχοτοπία μας στα οποία ζούμε.



Απεικονίζει τις τοποθεσίες των ηχογραφήσεων ως σημεία. Όταν πατάς ένα σημείο τότε αναδύεται ένα παράθυρο με την μπάρα αναπαραγωγής ήχου, ο χάρτης Google Maps σε street view και ένα ερωτηματολόγιο και ένα σχόλιο, σχετικά με το ηχοτοπίο, από εκείνον που κατοχύρωσε το αρχείο ήχου. Ενδιαφέρον είναι ότι σε μικρές κλίμακες ως υπόβαθρο χρησιμοποιείται ο χάρτης εδάφους της Google Maps ενώ σε μεγάλες ο χάρτης δορυφόρου με ετικέτες δρόμων και περιοχών, δίνοντας έμφαση στον αστικό ιστό. Αρχεία ήχου μπορεί να καταχωρήσει οποιοσδήποτε ενδιαφέρεται να συνεισφέρει στην διάδοση του εγχειρήματος.



**Εικόνα 11:** Αναδύομενο παράθυρο σημείου με ενσωματωμένη ηχογράφιση και αξιολόγηση του ήχου, **Πηγή:** <http://www.soundaroundyou.com/>



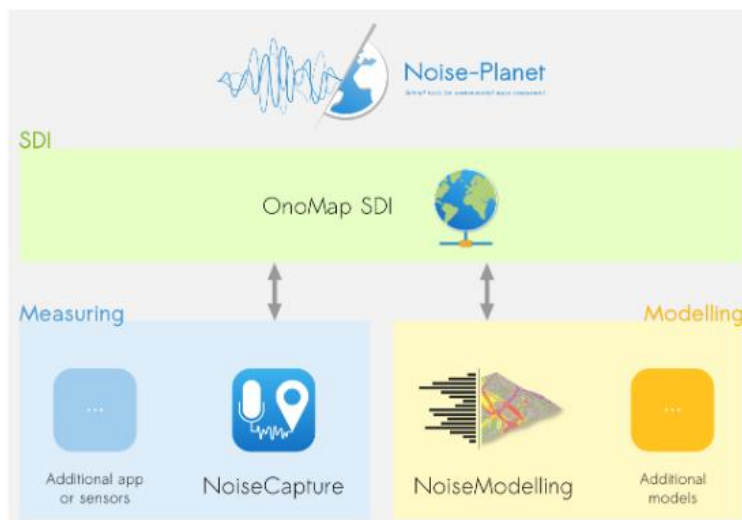
**Εικόνα 12:** Χάρτης καταγραφών της σελίδας Sound Around You σε επίπεδο Αττικής **Πηγή:** <http://www.soundaroundyou.com/>

#### 4.4.3 Noise Planet

Σ'αυτή την περίπτωση επιλέχθηκε ένας χάρτης θόρυβου (<http://noise-planet.org/>). Πρόκειται για ένα project που δημιουργεί ένα παγκόσμιο περιβάλλον εργασίας για την συλλογή, την μοντελοποίηση και την εκτίμηση

μετρήσεων περιβαλλοντικού θορύβου. Αποτελείται από τρία μέρη :Το project αποτελείται από τα εξής 3 μέρη:

- ✓ την Υποδομή Χωρικών Δεδομένων OnoMap
- ✓ τις μετρήσεις
- ✓ την μοντελοποίηση

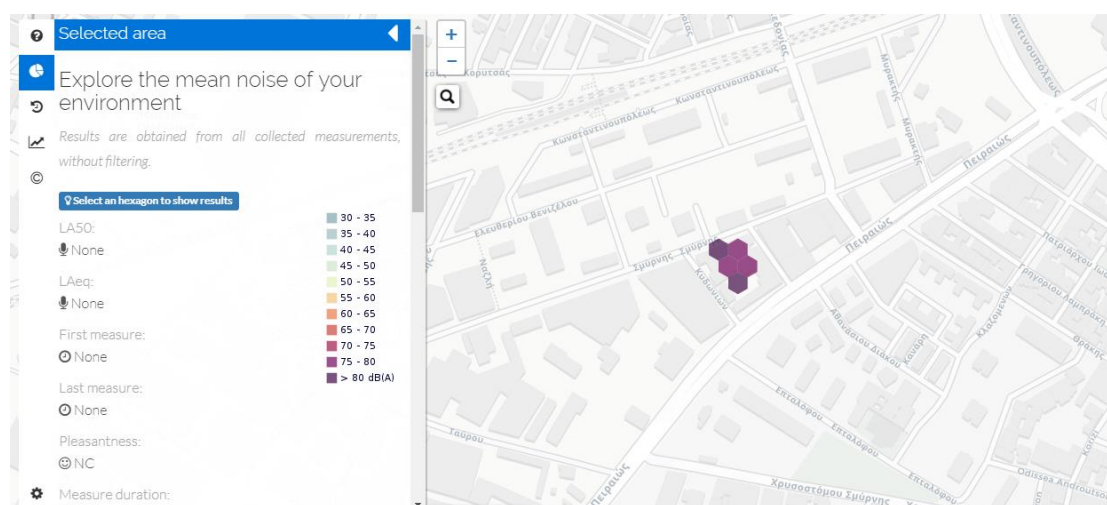


**Εικόνα 13:** Σχέση επιστημονικών εργαλείων του έργου Noise Planet, **Πηγή:** <http://noise-planet.org/project.html>

Ο χάρτης αποτυπώνει σταθμούς μέτρησης (σημεία) σε πολυγωνική μορφή που εκφράζουν μετρημένες εντάσεις θορύβου σε decibel. Όποιος θέλει να τα χρησιμοποιήσει έχει την δυνατότητα να τα κατεβάσει δωρεάν. Έχουν αναφορά σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά στην Ελλάδα τα δεδομένα είναι περιορισμένα μιας και δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη εφαρμογή.

Υπάρχει το μενού το οποίο περιέχει το υπόμνημα κατάταξης των περιοχών έντασης θορύβου. Με την επιλογή κάποιας οντότητας, συμπληρώνονται τα πεδία που φαίνονται στην φωτογραφία (LA50, L<sub>Aeq</sub>, πρώτη μέτρηση, τελευταία μέτρηση, επίπεδο ευχαρίστησης, διάρκεια μέτρησης).

Το υπόμνημα και το μενού δίνουν πολύ αναλυτικές οδηγίες αναβαθμίζοντας την εμπειρία κατανόησης του θορύβου αλλά λείπει το στοιχείο του ήχου που θα μπορούσε να ηχογραφηθεί ταυτόχρονα με την μέτρηση της έντασης σε dBa.



**Εικόνα 14:** Χαρτογραφική απεικόνιση μετρήσεων θορύβου στην Αθήνα, **Πηγή:** <http://noise-planet.org/index.html>

## 4.5 Ήχος και Χαρτογραφία

Υπάρχουν πολλές πλευρές που μπορούν να συνεισφέρουν στην κατανόηση του ήχου ως μέσο απεικόνισης δεδομένων. Ακουστικές και ψυχολογικές οπτικές παρέχουν πληροφορίες για ψυχολογικά και αντιληπτικά στοιχεία της ακοής (Truax 1984, Handel 1989). Μία περιβαλλοντική ή γεωγραφική οπτική του ήχου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξετάσει τις καθημερινές μας εμπειρίες με τον ήχο και να εξερευνήσει πώς αυτοί οι πειραματικοί ήχοι μπορούν να εφαρμοστούν σε γεωγραφική οπτικοποίηση (Schafer 1977, 1985). Καταλαβαίνοντας πώς ο ήχος και η μουσική χρησιμοποιούνται σε μη-δυτικές κουλτούρες μπορεί να ανανεώσει την κατανόηση της επικοινωνίας μας με τον ήχο. Πολλές από τις διαφορετικές οπτικές έχουν συνενωθεί στις ευρύτερες σπουδές του ήχου για την αναπαράσταση δεδομένων. Για αυτό το περιεχόμενο χρησιμοποιούνται τόσο ρεαλιστικοί όσο και αφηρημένοι ήχοι.

### 4.5.1 Ρεαλιστικοί Ήχοι

Η Φωνητική αφήγηση είναι μια προφανής και σημαντική χρήση του ρεαλιστικού ήχου. Λεπτομέρειες σχετικά με την ψυχολογική, αντιληπτική και γνωστική πλευρά του λόγου είναι γνωστές από έρευνες που έχουν γίνει στο παρελθόν και οι κινηματογραφικές σπουδές έχουν προσφέρει λεπτομέρειες στην φύση και εφαρμογή της φωνητικής αφήγησης.

Μία άλλη χρήστη του ήχου είναι τα ηχητικά μηνύματα ή αλλιώς μιμητικά εικονίδια ήχου. Τα ηχητικά μηνύματα είναι ήχοι που μοιάζουν με βιωματικό ήχο, δηλαδή προσεγγίζουν μία ενέργεια με έναν γνώριμο προς εμάς ήχο. Για παράδειγμα, έχει προστεθεί ένας ήχος (ήχος thunk) που όταν ένα αρχείο σέρνεται στο κάδο ανακύκλωσης του υπολογιστή, τότε αναπαράγεται.

### 4.5.2 Αφηρημένοι Ήχοι

Οι αφηρημένοι ήχοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενδείξεις ώστε να προειδοποιήσουν ή να κατευθύνουν την προσοχή του χρήστη ή μπορούν να αποδοθούν σε πραγματικά δεδομένα. Τα πρώτα πειράματα του Pollack και Ficks (1954) ήταν επιτυχημένα ώστε να αποκαλύψουν την ιδιότητα του ήχου στο να αναπαριστά πολυδιάστατα δεδομένα. Ο Yeung (1980) ανακάλυψε τον ήχο ως μέσο αναπαράστασης των πολυδιάστατων, που είναι συνηθισμένα στην χημεία, αφότου βρήκε κάποιες γραφικές μεθόδους που είναι κατάλληλες για την παρουσίαση δεδομένων. Σχεδίασε ένα πείραμα στο οποίο επτά χημικές παράμετροι αντιστοιχούσαν σε επτά παραμέτρους του ήχου: δύο με το ύψος, μία με την ένταση, την απόσβεση, την κατεύθυνση, την διάρκεια και το διάκενο. Τα υποκείμενα του πειράματος (επαγγελματίες χημικοί) ήταν ικανοί να καταλάβουν τα διαφορετικά μοτίβα των αναπαραστάσεων του ήχου και να κατατάξουν σωστά τις χημικές ουσίες, με 90% ακρίβεια πριν την προπόνηση και 98% μετά την προπόνηση. Η μελέτη του Yeung είναι σημαντική γιατί αποκαλύπτει

πως έμπειροι χρήστες με κίνητρο μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν σε πολύπλοκες ακουστικές παρουσιάσεις.

Η γεωγραφική αναπαράσταση δεδομένων με την βοήθεια αφηρημένων ήχων βασίζεται σε ιδιότητες του ήχου όπως η ένταση, το ύψος, η διάρκεια κλπ. Ο όρος “μεταβλητές” χρησιμοποιείται κατά σύμβαση και δεν σημαίνει ότι τα στοιχεία του ήχου είναι τελείως διαχωρισμένα το ένα με το άλλο. Αφηρημένα στοιχεία του ήχου αλληλεπιδρούν και επηρεάζονται μεταξύ τους ( Lunney and Morrison 1990, Kramer and Ellison 1992). Παρολ' αυτά οι ηχητικές παράμετροι, όπως και οι οπτικές, υπηρετούν τον καθορισμό των αρχικών σχεδιαστικών επιλογών και μπορούν να υπηρετήσουν μία βιώσιμη εκκίνηση της συνεργασίας ήχου και εικόνας (Krygier, 1994).

Οι **μεταβλητές** του αφηρημένου ήχου είναι :

*Τοποθεσία (location)*: η τοποθεσία του ήχου στον δισδιάστατο ή τρισδιάστατο χώρο. Η τοποθεσία είναι ανάλογη της τοποθεσίας του δισδιάστατου επιπέδου του χάρτη. Απαιτεί στερεοφωνική ή τρισδιάστατη παρουσίαση του ήχου. Δισδιάστατοι και τρισδιάστοι ήχοι επιτρέπουν την χαρτογράφηση αριστερά/δεξιά, πάνω/κάτω και (στις τρεις διαστάσεις) εμπρός/πίσω. Η τοποθεσία μπορεί να αντιπροσωπεύει ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα. Για παράδειγμα, ένας δισδιάστατος στερεοφωνικός χάρτης ήχου μπορεί να χρησιμοποιήσει την τοποθεσία ώστε να προσανατολίσει την προσοχή σε μια συγκεκριμένη περιοχή του γραφικού χάρτη όπου γίνεται η ταχύτερη αλλαγή χωρικών δεδομένων στην πάροδο του χρόνου.

*Ένταση (loudness)*: το μέγεθος του ήχου. Η ένταση μετριέται σε decibel (dB) και υπονοεί ποσοτική διαφοροποίηση. Ο μέσος άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί ήχους 1 decibel, διαφοροποιήσεις έντασης ανά 3 decibel και μπορεί να αντέξει μέχρι 100 db (η ένταση ενός αεροπλάνου που απογειώνεται). Προσπαθούμε να αποφύγουμε χάρτες με πολύ υψηλές τιμές dB. Η ένταση εκ φύσεως είναι ποσοτική έννοια και για αυτό κρίνεται κατάλληλη για να αναπαριστά ποσοτικά δεδομένα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπονοήσει κατεύθυνση ή μπορεί να μεταβάλλεται με το χρόνο για να αναπαραστήσει ποσοτική αλλαγή των δεδομένων με την πάροδο του χρόνου (πχ., για να προειδοποιήσει σε σημαντικά αλλά σπάνια φαινόμενα). Είναι γνωστό ότι οι άνθρωποι συχνά χάνουν την αίσθηση του συνεχόμενου ήχου (Buxton, 1990). Για παράδειγμα, παρόλο που το βουητό του ανεμιστήρα ενός υπολογιστή παύει να ακούγεται σύντομα αφού ενεργοποιηθεί, ακόμα και μια ελαφριά δόνηση του ανεμιστήρα μπορεί να γίνει αντιληπτή. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναπαρασταθούν πληροφορίες όπου οι ήσυχτοι τόνοι αναπαριστούν μία σταθερή κατάσταση και κάθε δόνηση αναπαριστά τις αλλαγές.

*Ύψος (pitch)*: η υψηλή ή χαμηλή συχνότητα ενός ήχου. Η συχνότητα είναι έντονα διακριτή μεταβλητή ήχου και είναι μία από τις αποτελεσματικότερες μορφές διαφοροποίησης της κλίμακας τάξης με ήχο. Η αίσθηση του ύψους ποικίλει από

άνθρωπο σε άνθρωπο. Η δυτική μουσική έχει καθιερώσει μία κλίμακα 8 οκτάβων όπου η κάθε μία αποτελείται από 12 τόνους, οι ακραίοι τόννοι όμως είναι δύσκολο να ξεχωριστούν. Κατά μέσο όρο, οι άνθρωποι μπορούν να καταλάβουν εύκολα 48 με 60 τόνους σε 4 ή 5 οκτάβες, και αυτό υπονοεί ότι το ύψος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναπαραστήσει πάνω από μία μεταβλητή σε μια ακουστική παρουσίαση (Yeung, 1980). Η χαρτογράφηση με την χρήση τόννων είναι κατάλληλη σε ποσοτικά δεδομένα. Επίσης, η τονικότητα μπορεί να υποδείξει κατεύθυνση, δηλαδή ένας αυξανόμενος τόννος αναπαριστά ανοδική κίνηση. Τόννοι υψηλής και χαμηλής οξύτητας χρησιμοποιούνται για κάποια απόδοση, πιθανότατα για μια δεύτερη μεταβλητή όπως οι διαφοροποιήσεις στην ποιότητα των δεδομένων. Κάθε δωδέκατος τόννος έχει το ίδιο χρώμα και μπορεί να αναπαριστήσει ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα (Weber 1992). Επομένως το ύψος του ήχου χρησιμοποιείται για να αναπαραστήσει ποσοτικά δεδομένα, και κυρίως κλίμακα τάξεως. Μπορεί να προστεθεί ο χρόνος, συναρτήσει του ύψους, και να δημιουργηθεί ένα γράφημα ήχου που να καταγράφει τις αλλαγές της τάξης των δεδομένων, στην πάροδο του χρόνου.

*Καταγραφή (register)*: είναι η σχετική τοποθεσία ενός τόννου σε ένα δοσμένο εύρος τόννων. Η καταγραφή περιγράφει την τοποθεσία ενός τόννου ή ενός αριθμού τόννων σε ένα εύρος διαθέσιμων τόννων. Είναι μία γενικότερη περίπτωση τονικότητας, όπου μπορούν να καθοριστούν ομάδες με υψηλές, μεσαίες ή χαμηλές καταγραφές, και ταυτόχρονα η καθεμία διατηρεί το σύνολο των τόννων. Μπορεί να προστεθεί στο ύψος ως μια ευρύτερη διάκριση των δεδομένων τάξεως.

*Ηχώχρωμα (timbre)*: είναι η γενική επικρατούσα ποιότητα του ήχου. Περιγράφει τον «χαρακτήρα» του ήχου και προσδιορίζεται καλύτερα από τους ήχους διαφορετικών οργάνων, δηλαδή ο μπρούτζινος ήχος της τρομπέτας, ο βαθύς ήχος 19 του τσέλου, ο φωτεινός ήχος της φλογέρας. Το ηχώχρωμα δείχνει ποιοτικές διαφοροποιήσεις (Risset & Wessel 1982, Kramer & Ellison 1991). Για παράδειγμα, ο μπρούτζινος ήχος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναπαρασταθούν αστικά φαινόμενα, ενώ ένας ή γλυκός για αγροτικά φαινόμενα. Τέτοια παραδείγματα εφιστούν την προσοχή στην υποβλητική φύση του ήχου.

Ήχος και εικόνα μαζί (στατική ή κινούμενη) δημιουργούν περιεχόμενο και συναίσθημα, όχι απαραίτητα ρεαλιστικά αλλά σύμφωνα με συμβάσεις που έχουν αναπτυχθεί στον χρόνο και ενδεχομένως αγκαλιάστηκε από δημιουργούς και κινηματογραφικό κοινό. Προυπάρχοντα μοντέλα μουσικής, φωνής και ηχητικών εφέ δοκιμάστηκαν, υιοθετήθηκαν και συνεχίζουν να αναπτύσσονται. Οι πιθανότητες του ήχου ή των εικόνων να ενισχύσουν, να συμπληρώσουν ή να αντικρούσουν το άλλο για τις ανάγκες της αφήγησης είναι σχεδόν απεριόριστες και δύσκολο να αριθμηθούν.







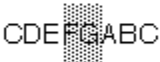




















*Διάρκεια (duration)*: το χρονικό διάστημα που ένας ήχος ακούγεται (ή δεν ακούγεται καθόλου). Αναφέρεται στον χρόνο αναπαραγωγής ενός

μεμονωμένου ήχου (ή της σιωπής) και μπορεί να αναπαραστήσει ποσοτικά δεδομένα μέσα σε αυτή την διάρκεια. Η σιωπή πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την διάρκεια για τον διαχωρισμό της διάρκειας σε διαφορετικούς ήχους (Yeung 1980). Είναι εκ φύσεως κατάλληλη για ποσοτικά δεδομένα.

*Ρυθμός μεταβολής (rate of change)*: είναι η σχέση μεταξύ της διάρκειας και της σιωπής στον χρόνο. Ο ρυθμός μεταβολής είναι κυρίως συνάρτηση των διαφόρων διαρκειών του ήχου (ή της σιωπής) σε μια σειρά από διατεταγμένους ήχους και μπορεί να αναπαραστήσει αρμονικές και μη αλλαγές σε φαινόμενα.

*Διάταξη (order)*: είναι η αλληλουχία των ήχων στην πάροδο του χρόνου. Η διάταξη στους ήχους που παρουσιάζονται μπορεί να είναι «φυσιολογική», όπως η μετάβαση από ένα χαμηλό σε ένα υψηλό ύψος. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να είναι εύκολο να εντοπιστούν γενικά μοτίβα στα δεδομένα που αναπαριστούνται με τις ακουστικές μεταβλητές όπως η ένταση και η τονικότητα. Η «φυσική διάταξη» των ήχων μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να αναπαρασταθεί η «αταξία» των δεδομένων. Για παράδειγμα, εάν η φυσική διάταξη αντιστοιχίζεται σε μια χρονολογική σειρά, κάθε μη διατεταγμένος ήχος μπορεί να αναγνωρισθεί ως ένδειξη ότι τα δεδομένα είναι εκτός χρονολογικής σειράς.

*Μεγιστοποίηση/Ελαχιστοποίηση (attack/decay)*: είναι ο χρόνος που παίρνει ώστε ένας ήχος να φτάσει στο μέγιστο/ελάχιστο του. Η μεγιστοποίηση ενός ήχου είναι ο χρόνος που χρειάζεται ώστε ένας ήχος να φτάσει συγκεκριμένο μέγεθος έντασης, ενώ ελαχιστοποίηση είναι ο χρόνος που χρειάζεται ώστε ένας ήχος να σιωπήσει. Η μεγιστοποίηση θεωρείται πολύ πιο επιτυχημένη ώστε να μεταφέρει πληροφορίες από ότι η ελαχιστοποίηση (Lunney and Morrison, 1990). Η μεγιστοποίηση/ελαχιστοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει το εύρος των δεδομένων μιας μεταβλητής. Το ύψος μπορεί να δείχνει την μέση τιμή εισοδήματος σε μια χώρα και η μεγιστοποίηση/ελαχιστοποίηση για το εύρος των τιμών που κινείται το φαινόμενο. Μια άλλη εφαρμογή της συγκεκριμένης μεταβλητής θα μπορούσε να αφορά στην απεικόνιση των διαφορετικών ρυθμών ανάπτυξης ή ύφεσης μιας χώρας.

THE ABSTRACT SOUND		VARIABLES	
		Nominal Data	Ordinal Data
<b>LOCATION:</b> The location of a sound			
<b>LOUDNESS:</b> The magnitude of a sound			
<b>PITCH:</b> The highness or lowness			
<b>REGISTER:</b> The relative location of a pitch in a given range of pitches			
<b>TIMBRE:</b> The general prevailing quality or characteristic of a sound			
<b>DURATION:</b> The length of time a sound is (or isn't) heard			
<b>RATE OF CHANGE:</b> The varying of the duration of a sound over time			
<b>ORDER:</b> The sequence of sounds over time			
<b>ATTACK/DECAY:</b> The time it takes a sound to reach its maximum/minimum			

Εικόνα 15: Μεταβλητές του αφηρημένου ήχου, Πηγή: *Sound and Geographic Visualization*, J. Krygier

#### 4.5.3 Απεικόνιση ηχητικών παραμέτρων

Ο άνθρωπος, στην προσπάθειά του να κατανοήσει άγνωστα προς αυτόν ζητήματα χρησιμοποιεί γραφικές αναπαραστάσεις για να τα περιγράψει και να ανταλλάξει νοητικές έννοιες (Scaife and Rogers 1996). Η δημιουργία οπτικών μεταφορών για πληροφορίες που απεικονίζουν δομές του πραγματικού κόσμου, στοχεύει στην εμφάνιση προτύπων, στην ενίσχυση της γνώσης και της δημιουργίας ιδεών όπου θα επιτρέψουν την ανακάλυψη νέων στοιχείων, την λήψη αποφάσεων και την τελική ερμηνεία τους (Card et al. 1999, Ware 2004). Αυτές οι αρχές καθορίζουν τα στοιχεία που λείπουν για τη σύνδεση της διαφοροποιημένης γνώσης του ηχητικού περιβάλλοντος. Η εμφάνιση του ήχου σε ποικίλλα και διαφορετικά μεταξύ τους φαινόμενα μπορεί να επιτρέψει την οπτική χρήση της ακουστικής πληροφορίας και την διάθεση ενός κοινού επιπέδου επικοινωνίας (Kornfeld, 2011).

Για την απεικόνιση ακουστικών πληροφοριών είναι αναγκαία η διεπιστημονική επιλογή μεθόδων και παραμέτρων που θα αποδίδουν ρεαλιστικά όλα τα στοιχεία που τις περιγράφουν. Κάθε παράμετρος περιγράφει μια συγκεκριμένη

όψη μιας ακουστικής κατάστασης. Αν και βασίζονται σε ένα συγκεκριμένο υπόβαθρο, η σύνταξη και ο συνδυασμός τους προετοιμάζουν μια ολοκληρωμένη άποψη για τη σημασία του περιβαλλοντικού ήχου.

Σύμφωνα με τον Kornfeld (2011) η λίστα που ακολουθεί περιγράφει τα χαρακτηριστικά του ήχου που πρέπει να οριστούν για την ορθή οπτικοποίησή του και ο προτεινόμενος συμβολισμός που να ανταποκρίνεται σε αυτά:

**Γεωμετρικό σχήμα του ήχου :** Το φυσικό σχήμα του ήχου είναι ένα κύμα που ταξιδεύει μέσω του αέρα. Εξ' αιτίας των μεγάλων κλιμάκων, απλοποιείται σε ένα απλό γεωμετρικό σχήμα, δηλαδή σημείο, γραμμή ή πολυγωνική περιοχή ανάλογα με τις χωρικές διαστάσεις του.



**Εικόνα 16:** Βασικά γραφικά στοιχεία ανάλογα με την γεωμετρία, **Πηγή:** Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld

**Πηγή ήχου :** Οι περιβαλλοντικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης εντοπίζουν μεγάλες πηγές ήχου που είναι υπεύθυνες για τα υψηλά επίπεδα θορύβου (EU 2002). Οι περιγραφές στις έρευνες των ηχοτοπίων επίσης σχετίζονται με συγκεκριμένες πηγές (Schafer 1977). Μπορούν να οριστούν κατηγορίες και υποκατηγορίες των πηγών του ήχου, ανάλογα με το περιεχόμενο του φαινομένου. Η πηγή ήχου αναπαρίσταται από την γραφική μεταβλητή της χρωματικής απόχρωσης, η οποία είναι κατάλληλη για ονομαστικές κλίμακες (Bertin 1974). Έτσι επιτρέπεται η ποιοτική σύγκριση διαφορετικών πηγών.



**Εικόνα 17:** Χρωματικές αποχρώσεις και εντάσεις ανά κατηγορία και υποκατηγορία των πηγών θορύβου, **Πηγή:** Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld

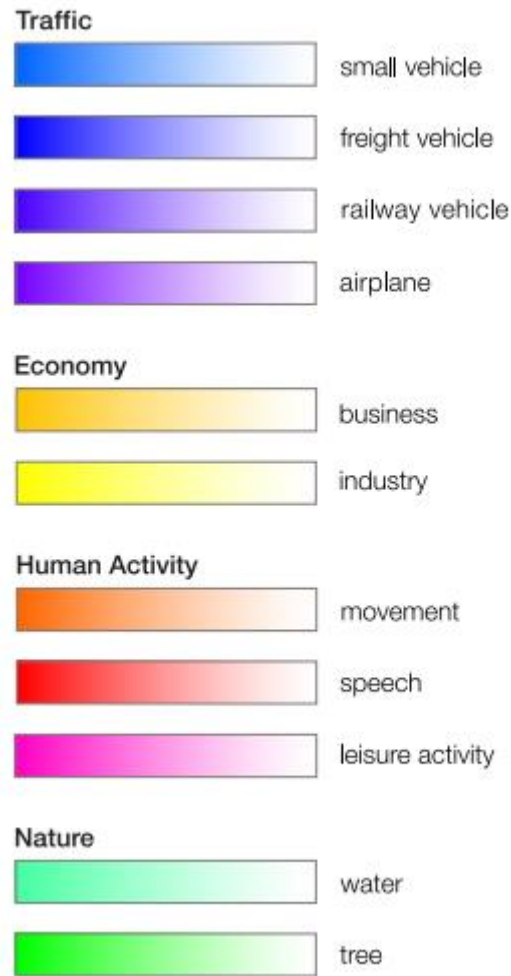


**Κυρίαρχο σήμα ήχου :** Οι πηγές ήχου που σκιαγραφούν το ηχητικό περιβάλλον εκφράζονται ως σήματα ήχου. Τα κυρίαρχα σήματα ήχου είναι αυτά που υπερτερούν των υπολοίπων (Schafer 1977). Η ακουστική αντίληψη των κυρίαρχων σημάτων και η ερμηνεία των αντίστοιχων συμβόλων τους είναι υποκειμενική. Επομένως επιλέγονται εικόνες ως σύμβολα που να χαρακτηρίζουν την κάθε κατηγορία.



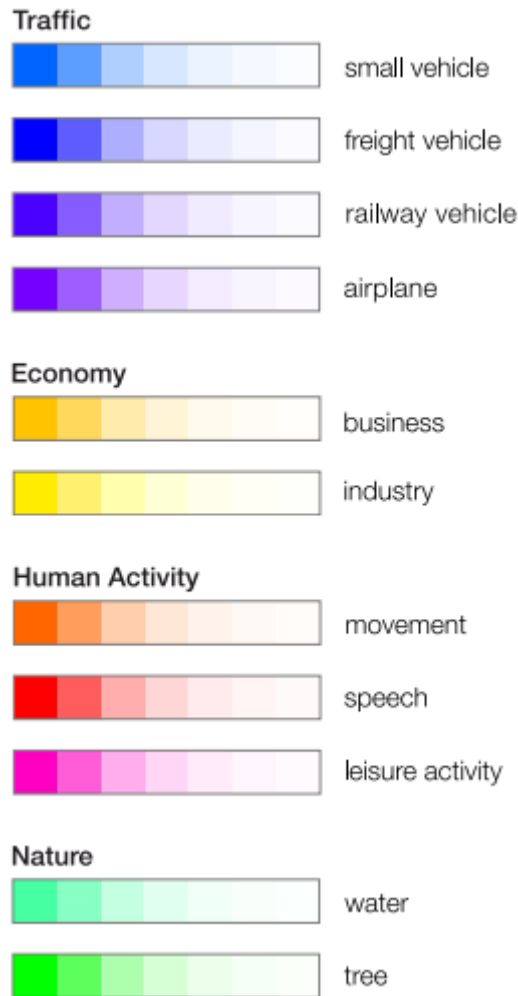
**Εικόνα 18:** Προτεινόμενα σημειακά σύμβολα για τα κυρίαρχα ηχητικά σήματα, **Πηγή:** *Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters*, A. L. Kornfeld

**Ηχητική ενέργεια :** Η γεωμετρική διάδοση του ήχου υπολογίζει την εκπεμπόμενη ηχητική ενέργεια από μία πηγή. Είναι χρήσιμο ως ένα γραμμικό μέτρο για την ανίχνευση της έντασης του ήχου που συγκεντρώνει όλη την εισερχόμενη ηχητική ενέργεια σε μια συγκεκριμένη θέση. Για να εκφράσουμε την γραμμική ηχητική ενέργεια χρησιμοποιούμε την μεταβλητή του κορεσμού (Morrison 1974). Ο κορεσμός συνδυαστικά με την απόχρωση εκφράζει την ηχητική ενέργεια ανά διαφορετική πηγή ήχου.



**Εικόνα 19:** Οι χρωματικές αποχρώσεις και τα γραμμικά επίπεδα κορεσμού της ηχητικής ενέργειας ανάλογα τις (υπο)κατηγορίες του θορύβου, **Πηγή:** *Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters*, A. L. Kornfeld

**Επίπεδο ηχητικής πίεσης :** Το επίπεδο της ηχητικής πίεσης σε μια λογαριθμική κλίμακα Decibel (dB) χρησιμεύει ως ένας δείκτης θορύβου. Για παράδειγμα , οι ευρωπαϊκές περιβαλλοντικές οδηγίες υπολογίζουν τα μακροπρόθεσμα επίπεδα ηχητικής πίεσης (EU 2002). Αν και, σύμφωνα με την Ε.Ε. , η χαρτογράφηση του θορύβου είναι προτυποποιημένη, τα χρωματικά θέματα που χρησιμοποιούνται για για την παρουσίαση της ηχητικής πίεσης διαφέρουν και εκλείπουν τα ελκυστικότερα σχέδια (Working Group on the Assessment of Exposure to Noise 2008).



**Εικόνα 20:** Οι χρωματικές αποχρώσεις και τα βαθμωτά επίπεδα κορεσμού της ηχητικής πίεσης ανάλογα τις (υπο)κατηγορίες του θορύβου, **Πηγή:** Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld

**Φάσμα συχνοτήτων :** Μία πηγή θορύβου εκπέμπει κύματα διαφορετικών συχνοτήτων, μετρημένων σε Hertz (Hz). Ως φάσμα συχνοτήτων ορίζεται η κατανομή της ηχητικής ενέργειας με βάση την συχνότητα. Το φάσμα οπτικοποιείται μέσω της γραφικής μεταβλητής της υψής.



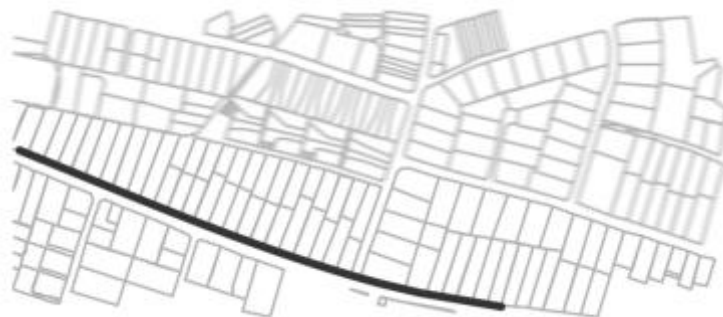
**Εικόνα 21:** Οι ακανόνιστες υφές των σημείων εμφανίζουν μικρό, μεσαίο και ευρύ φάσμα συχνοτήτων, **Πηγή:** Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters, A. L. Kornfeld

**Χωρική Εμβέλεια :** Κατά τις μελέτες των ηχοτοπίων συχνά χαρτογραφείται η χωρική έκταση ή η έκταση ενός ηχητικού φαινομένου (Schafer 1977). Η χωρική εμβέλεια συνδέεται με την ακουστική αντίληψη ενός ήχου και συνήθως καθορίζεται από γεωγραφικές συντεταγμένες. Επομένως, κωδικοποιείται με τις μεταβλητές μεγέθους και της έντασης (MacEachren 1992).



**Εικόνα 22:** Οι μεταβολές της χωρικής εμβέλειας εκφρασμένες με διαφορετικού μεγέθους και έντασης σχήματα, **Πηγή:** *Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters*, A. L. Kornfeld

**Οριακή τιμή θορύβου :** Υπάρχουν περιφερειακά, εθνικά και διεθνή όρια στις τιμές του θορύβου που είναι τόσο προτάσεις όσο και διατάξεις από τον νόμο. Για παράδειγμα, οι διαταραχές του ύπνου ξεκινούν από τα 40 dB (WHO 2009). Η οριακή τιμή θορύβου απαιτεί μια εμφανή κωδικοποίηση με την οποία να υπογραμμίζεται η συνάφεια περιοχών ως προς τον θόρυβό τους. Το θάμπωμα περιοχών κατευθύνει αμέσως την προσοχή μας σε αυτές τις περιοχές.



**Εικόνα 23:** Θαμπωμένες περιοχές που εκδηλώνουν τις οριακές τιμές του θορύβου, **Πηγή:** *Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters*, A. L. Kornfeld

**Ρυθμός :** Ο ήχος είναι ένα φαινόμενο τεσσάρων διαστάσεων και υπόκειται σε χωροχρονικές αλλαγές. Έρευνες ηχοτοπιών αξιοποιούν αυτό το χαρακτηριστικό, με το να περιγράφουν τις πηγές θορύβου από την άποψη του ρυθμού τους (Schafer 1977). Η οπτικοποίηση του ρυθμού είναι ένα γεωμετρικό σημειακό σύμβολο, χωρισμένο σε περιοχές, όπως και ο ρυθμός πρόκειται για ένα χωροχρονικά διακριτό φαινόμενο. Κάθε περιοχή είναι και σε διαφορετική ένταση απόχρωσης τονίζοντας τις ποσοτικές διαφοροποιήσεις του.



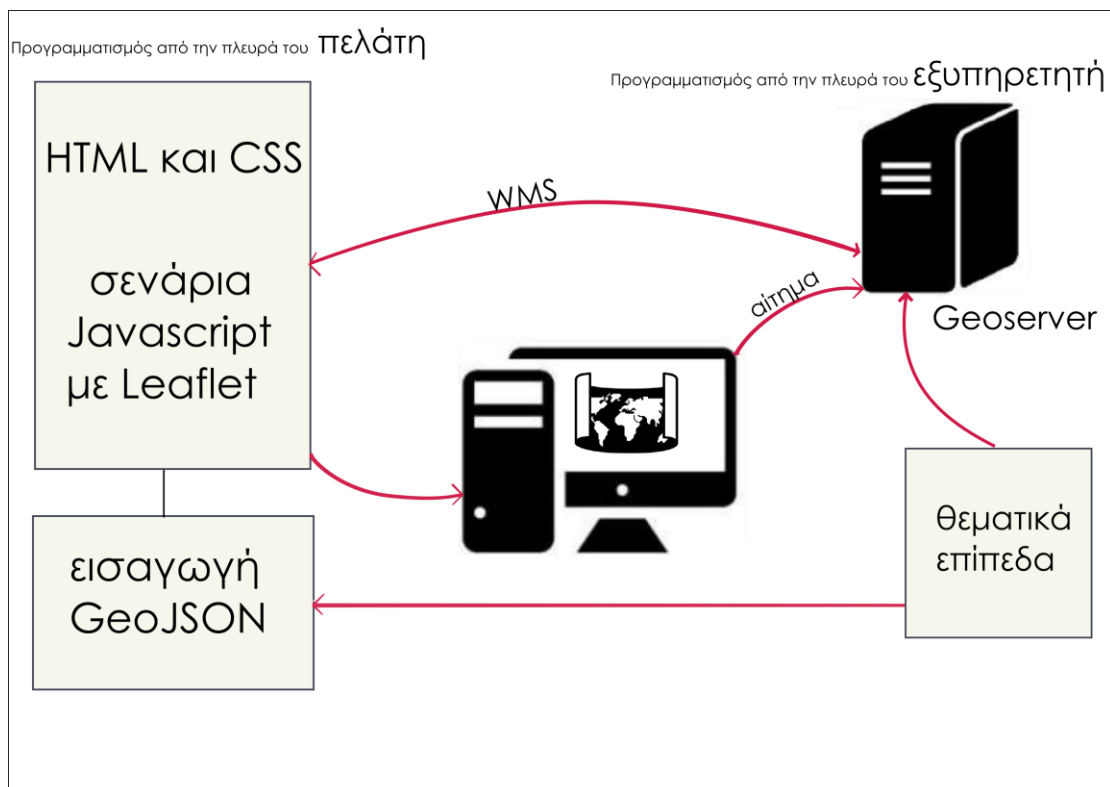
**Εικόνα 24:** Το γεωμετρικό σχήμα και οι διαφορετικές εντάσεις δείχνουν χρονικές μεταβολές της ηχητικής ενέργειας, **Πηγή:** *Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters*, A. L. Kornfeld

## 5. Δημιουργία διαδικτυακού χάρτη θορύβου

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα παρουσιαστούν ο σκόπος, οι μέθοδοι και το τελικό αποτέλεσμα της χαρτογραφικής αποτύπωσης του θορύβου στο αστικό περιβάλλον των Δήμων Αθηναίων και Φιλοθέης-Ψυχικού ακολουθώντας τις χαρτογραφικές αρχές οπτικοποίησης ενός φαινομένου αλλά και αξιοποιώντας τις δυνατότητες της διαδραστικότητας στους σύγχρονους διαδικτυακούς χάρτες.

### 5.1 Εισαγωγή

Η εφαρμογή πραγματοποιεί την χαρτογράφηση ενός ηχητικού φαινομένου, αυτό του θορύβου, συγκεντρώνοντας όλα τα αποτελέσματα των επιμέρους χαρτών σε διαδικτυακή σελίδα. Σκοπός της είναι με αυτή την παρουσίαση ο αστικός ήχος και οι διαστάσεις του να μπορούν να γίνουν κατανοητοί χωρίς καμία προαπαιτούμενη γνώση και μέσω αυτού να ενισχυθεί η κατανόηση του ανθρώπου για το περιβάλλον γύρω του. Για την υλοποίησή του, χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλοί μέθοδοι οπτικοποίησης ποσοτικών δεδομένων και, στα πλαίσια του σκοπού της, θεωρήθηκε αναγκαία η δημιουργία ενός χάρτη ήχου στο μόνο μέσο που ένας χάρτης μπορεί να διαμοιραστεί, το διαδίκτυο.



Εικόνα 25: Αρχιτεκτονική Διαδικτυακού χάρτη

Για την υλοποίηση του διαδικτυακού χάρτη χρησιμοποιήθηκε τόσο ο προγραμματισμός από την πλευρά του πελάτη (client side) όσο και από την πλευρά του εξυπηρετητή (server side). Ο πελάτης στέλνει αίτημα στον διαδικτυακό εξυπηρετητή (web server) για να λάβει την ιστοσελίδα που επιθυμεί

με μορφή HTTP. Κατά τον **προγραμματισμό από την πλευρά του πελάτη** διαμορφώθηκε η μορφή της σελίδας μέσω της HTML και της CSS και γράφτηκαν σενάρια σε γλώσσα Javascript χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη Leaflet. Με την Javascript γράφτηκαν σενάρια στα οποία ορίστηκαν οι διαδραστικές λειτουργίες που θέλουμε να έχει ο χάρτης και ταυτόχρονα εισήγαγαν αρχεία μορφότυπου GeoJSON. Αυτά τα σενάρια εκτελούνται στον υπολογιστή την στιγμή που ο φυλλομετρητής λάβει την απάντηση του αίτηματος από τον εξυπηρετητή. Για τον **προγραμματισμό από την πλευρά του εξυπηρετητή**, «ανεβαίνουν» αρχεία στον εξυπηρετητή Geoserver και δημοσιεύονται. Ο φυλλομετρητής (πελάτης) στέλνει αίτημα στον Geoserver, στο οποίο περιέχεται η υπηρεσία WMS, για την λήψη χαρτών από τα αρχεία που βρίσκονται στον εξυπηρετητή.

Για την επεξεργασία και παρουσίαση των δεδομένων, το βασικότερο ρόλο είχε το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π) QGIS, ο εξυπηρετητής Geoserver και η Javascript με την εξειδικευμένη χαρτογραφική βιβλιοθήκη Leaflet. Τα αρχικά δεδομένα εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν στο QGIS, ορίστηκε ο συμβολισμός τους, δημοσιεύτηκαν μέσω του Geoserver και τέλος μέσω της Javascript ορίστηκαν οι λειτουργίες που διαμόρφωσαν τον διαδικτυακό χάρτη αλλά και, σε κάποιες περιπτώσεις, η διαδραστικότητα και ο συμβολισμός.

## 5.2 Δεδομένα εφαρμογής

Κατά την κατασκευή ενός χάρτη, ένας από τους κυριότερους πρώτους προβληματισμούς είναι η ορθή επιλογή και συλλογή των χαρτογραφικών δεδομένων.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στις χαρτογραφικές εφαρμογές προκύπτουν από παρατηρήσεις και μετρήσεις στοιχείων, φαινομένων, διεργασιών που ανταποκρίνονται στον πραγματικό κόσμο. Οι πηγές των δεδομένων μπορεί να αντιστοιχούν σε απλές καταγραφές με το «μάτι», ή απογραφές στατιστικών στοιχείων (π.χ. ΕΛΣΤΑΤ). Όμως, για την διασφάλιση της ποιότητας της γεωγραφικής πληροφορίας συνίσταται η χρήση δεδομένων που έχουν προκύψει από γεωδαιτικές, φωτογραμμετρικές ή τηλεπισκοπικές μεθόδους ή άλλες αξιόπιστες διαδικασίες συλλογής.

Σε κάθε περίπτωση, ο χαρτογράφος πρέπει να εκτιμά τόσο την ακρίβεια και ποιότητα των δεδομένων όσο και την χρησιμότητά τους για την απόδοση του εκάστοτε φαινομένου.

### 5.2.1 Πηγή και Μορφή Δεδομένων

Τα απαραίτητα δεδομένα για την εφαρμογή είναι οι θέσεις των σταθμών μέτρησης θορύβου με καταγραφές του σε decibel.

Η πηγή των δεδομένων είναι οι μετρήσεις και η επεξεργασία που υλοποιήθηκαν κατά την διενέργεια της μελέτης του ΥΠΕΧΩΔΕ **«Αξιολόγηση Περιβαλλοντικού Θορύβου στο πλαίσιο εφαρμογής της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ για τα Πολεοδομικά**

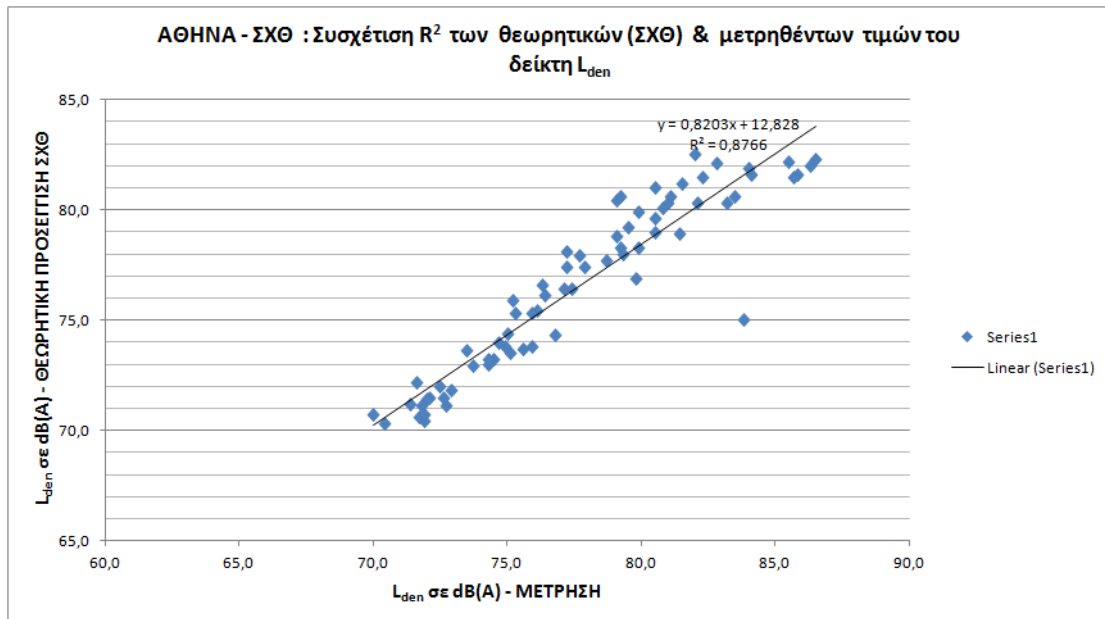
**Συγκροτήματα Αθήνας & Θεσσαλονίκης / Σερρών. Μελέτη Μ1: Κέντρο Αθήνας»,** με σκοπό την αξιολόγηση των επιπτώσεων στο ακουστικό περιβάλλον των δήμων Αθηναίων και Φιλοθέης- Ψυχικού.

Στα πλαίσια της μελέτης εκπονήθηκε μετρητικό πρόγραμμα καταγραφής της υφιστάμενης κατάστασης του περιβαλλοντικού θορύβου στην άμεση περιοχή με παρουσίαση ωριαίας ανάλυσης των δεικτών θορύβου **L<sub>den</sub>, L<sub>day</sub>, L<sub>evening</sub>, L<sub>night</sub>**, (βάσει των απαιτήσεων της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ), **L<sub>eq</sub>(24ωρών), L<sub>10</sub>(18ωρ), L<sub>1</sub>, L<sub>10</sub> & L<sub>50</sub>**, που καλύπτουν όλες τις τυχόν διαφορετικές πηγές περιβαλλοντικού θορύβου στους πλέον πλησιέστερους ευαίσθητους δέκτες/πηγή σε **70 διαφορετικές θέσεις** που καλύπτουν όλο το εύρος της περιοχής μελέτης. Οι θέσεις του προγράμματος μετρήσεων επιλέχθηκαν, ώστε στις καταγραφές να ελαχιστοποιείται - κατά το δυνατόν - η επήρεια τυχόν αντιθρουβικής προστασίας η θορύβου περιβάλλοντος, που θα επηρέαζαν την καταγραφή.

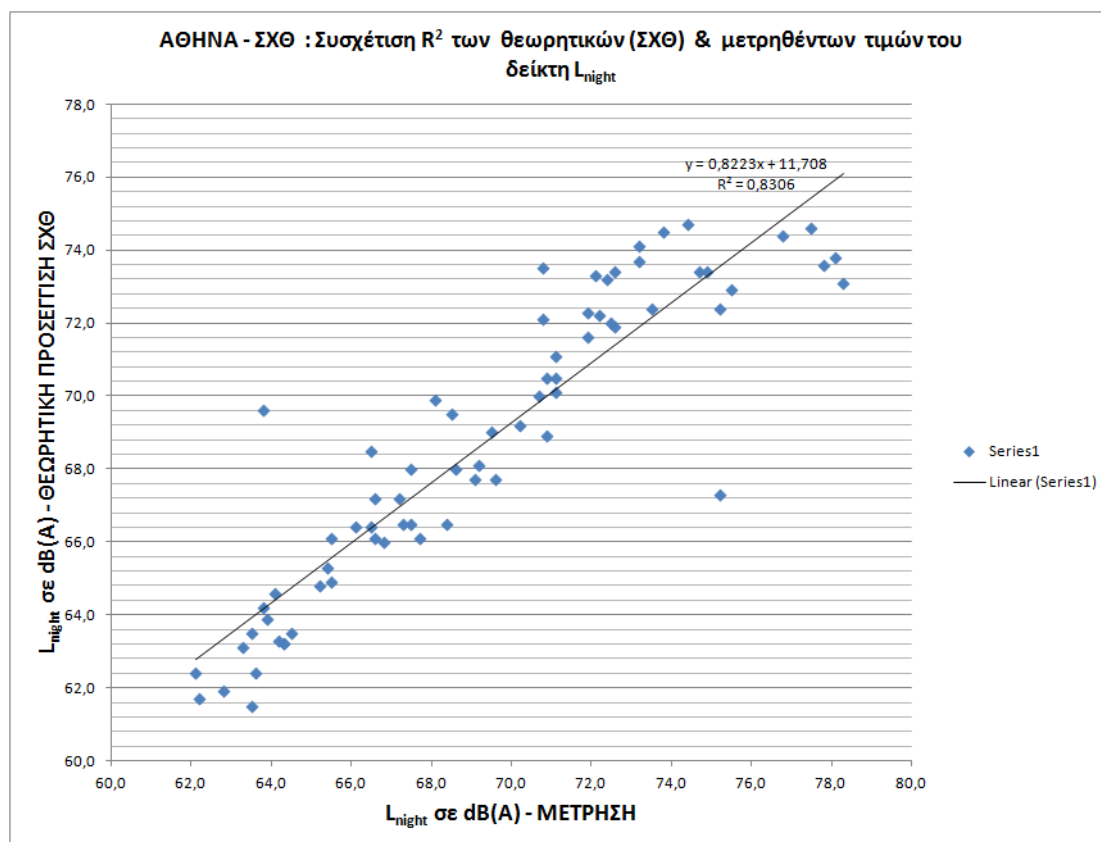
Ο μετρολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη παρουσιάζεται συνοπτικά παρακάτω:

- Α.**Ολοκληρωτικά ηχόμετρα(Στατιστικοί αναλυτές ακριβείας τύπου Ι)
- Β.**Οληκληρωτικό ηχόμετρο(Στατιστικός αναλυτής ακριβείας τύπου ΙΙ)
- Γ.** Διατάξεις καταγραφής παντός καιρού
- Δ.**Έξι σταθμοί 24ωρων μετρήσεων
- Ε.** Λογισμικά επεξεργασίας και διαχείρισης μετρήσεων θορύβου.

Με την χρήση του λογισμικού CadnaA υπολογίστηκε η θεωρητική-ιδανική τιμή των δεικτών **L<sub>den</sub> & L<sub>night</sub>** στις 70 επιλεγμένες θέσεις. Στον πίνακα στη συνέχεια δίνονται οι μετρημένες και θεωρητικές τιμές των δεικτών **L<sub>den</sub> & L<sub>night</sub> στο σύνολο των 70 θέσεων καταγραφής** με αναφορά στην διαφορά που προέκυψε για κάθε θέση και δείκτη θορύβου.



**Εικόνα 26:** Συσχέτιση θεωρητικών και μετρημένων τιμών του δείκτη  $L_{den}$ . **Πηγή:** Αξιολόγηση περιβαλλοντικού θορύβου στο πλαίσιο εφαρμογής της οδηγίας 2002/49/ΕΚ για τα πολεοδομικά συγκροτήματα Αθήνας και Θεσσαλονίκης-Σερρών, Μελέτη Μ1: Κέντρο Αθήνας, ΥΠΕΚΑ



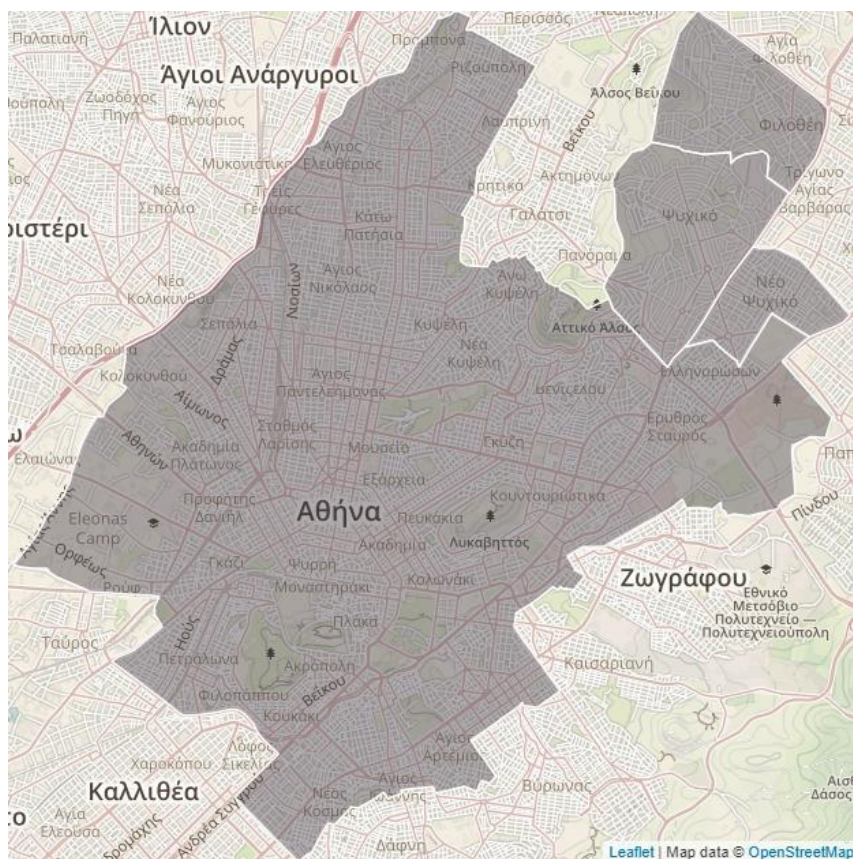
**Εικόνα 27:** Συσχέτιση θεωρητικών και μετρημένων τιμών του δείκτη  $L_{night}$ . **Πηγή:** Αξιολόγηση περιβαλλοντικού θορύβου στο πλαίσιο εφαρμογής της οδηγίας 2002/49/ΕΚ για τα πολεοδομικά συγκροτήματα Αθήνας και Θεσσαλονίκης-Σερρών, Μελέτη Μ1: Κέντρο Αθήνας, ΥΠΕΚΑ

Οι συσχετίσεις των θεωρητικών τιμών με των μετρημένων είναι αρκετά ψήλες τόσο για τον δείκτη  $L_{den}$  όσο και για τον δείκτη  $L_{night}$ . Έτσι είναι εξασφαλισμένη η αξιοπιστία των μετρήσεων και η συμβατότητά με τις πραγματικές συνθήκες.

### 5.2.2 Περιοχή μελέτης

Η εφαρμογή πραγματοποιείται για τους δήμους Αθηναίων και Φιλοθέης-Ψυχικού.





Εικόνα 28: Περιοχή μελέτης Δήμων Αθηναίων και Φιλοθέης-Ψυχικού

Ο **Δήμος Αθηναίων** είναι ο μεγαλύτερος δήμος της Ελλάδας, σύμφωνα με την καταγραφή του 2011, με πληθυσμό 664.046 μόνιμους κατοίκους. Χαρακτηριστικό του κέντρου της Αθήνας είναι οι μεγάλες εντάσεις decibel(dBa) όπου οι κάτοικοι της Αθήνας εκτίθενται ακόμα και σε όλη την διάρκεια της ημέρας και ξεπερνάνε τα 65 dBa. Το φαινόμενο παρατηρείται στους μεγαλύτερους οδικούς άξονες του κέντρου. Πιο έντονα παρουσιάζεται στην λεωφόρο **Αλεξάνδρας** και η λεωφόρος **Κηφισίας** από το ύψος της Κατεχάκη μέχρι το τρίγωνο Μιχαλακοπούλου - Φιδειπίδου – Μεσογείων όπου η ένταση του θορύβου ξεπερνάει τα 80 dBa.

Ο **Δήμος Φιλοθέης-Ψυχικού** δημιουργήθηκε, ως συνένωση των Δήμων Ψυχικού, Νέου Ψυχικού και Φιλοθέης, το 2010 και έχει πληθυσμό 26.968 μόνιμους κατοίκους. Αν και χαρακτηρίζεται από αραιή δόμηση και μεγάλες εκτάσεις πρασίνου, η γειτνίαση του με τις λεωφόρους Κηφισίας και Μεσογείων αυξάνουν τα επίπεδα της ηχορύπανσης, κυρίως λόγω της αυξανόμενης κίνησης των οχημάτων.

### 5.3 Επεξεργασία Δεδομένων

Για την χαρτογραφική απόδοση του θορύβου ήταν αναγκαία η μετάβαση από τις σημειακές μετρήσεις θορύβου σε ένα συνεχές μοντέλο. Η δημιουργία του μοντέλου έγινε με την διαδικασία της χωρικής παρεμβολής.

**Χωρική παρεμβολή** είναι η διαδικασία εκτίμησης της τιμής ενός χαρακτηριστικού ενός στοιχείου σε θέσεις που δεν ανήκουν στο δείγμα, με την χρήση των τιμών

σε θέσεις των σταθερών στοιχείων του δείγματος. Από την χωρική παρεμβολή παράγεται ένα ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας όπου μοντελοποιεί την διαφοροποίηση της τιμής του συγκεκριμένου στοιχείου δημιουργώντας μια συνεχή επιφάνεια. Πρακτικά, η παραγόμενη επιφάνεια έχει προσδιοριστεί με την χρήση των καταλληλότερων μαθηματικών συναρτήσεων και αλγορίθμων.

Η επιλογή του καταλληλότερου αλγορίθμου παρεμβολής εξαρτάται από τα επίπεδα ακρίβειας που μπορεί να επιφέρει στον προσδιορισμό της τιμής.

Σύμφωνα με τον πρώτο νόμο της Γεωγραφίας (νόμος Tobler): **«Όλα τα αντικείμενα είναι συσχετισμένα μεταξύ τους αλλά τα πιο κοντινά είναι περισσότερο συσχετισμένα από ότι τα μακρινά»**. Στις περιπτώσεις της χωρικής ανάλυσης, το παραπάνω θεώρημα μπορεί να ερμηνευτεί ως εξής : «Σημεία/φαινόμενα που γειτνεύουν γεωγραφικά τείνουν να έχουν παρόμοιες τιμές». Με βάση τον πρώτο νόμο της γεωγραφίας έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι ανάλυσης χωρικών δεδομένων όπου λαμβάνεται υπόψη αυτή η τάση γειτονικών παρατηρήσεων να μοιάζουν. Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι είναι αυτές που ελέγχουν την ύπαρξη χωρικής εξάρτησης ή χωρικής αυτοσυσχέτισης σε μια ποσοτική μεταβλητή. (Καλογήρου, 2015)

**Αυτοσυσχέτιση** είναι ο βαθμός όπου ένα χωρικό στοιχείο τείνει να έχει όμοια τιμή με τα γεωγραφικά γειτονικά του. Επομένως, **χαμηλή αυτοσυσχέτιση** είναι ότι γειτονικά χωρικά στοιχεία έχουν αποκλίνουσες τιμές, ενώ **υψηλή αυτοσυσχέτιση** ότι έχουν όμοιες τιμές.



**Εικόνα 29:** Παραδείγματα υψηλής (αριστερά) και χαμηλής(δεξιά) αυτοσυσχέτισης, **Πηγή:** <https://gisgeography.com/tobler-first-law-of-geography/>

### Είδη Χωρικής Παρεμβολής

Υπάρχουν δύο σημαντικές κατηγορίες χωρικής παρεμβολής : η ντετερμινιστική και η γεωστατιστική.

Η **ντετερμινιστική** μέθοδος δημιουργεί την επιφάνεια από τα μετρημένα σημεία χρησιμοποιώντας μοντέλα. Όμως δεν προσδιορίζει την ακρίβεια των εκτιμήσεων. Η **γεωστατιστική** μέθοδος δημιουργεί την επιφάνεια από τις αυτοσυσχετίσεις μεταξύ των μετρημένων σημείων με στατιστικά μοντέλα. Έτσι παρέχεται τόσο η επιφάνεια όσο και η ακρίβεια της εκτίμησης, αυξάνοντας όμως την πολυπλοκότητα της επεξεργασίας.

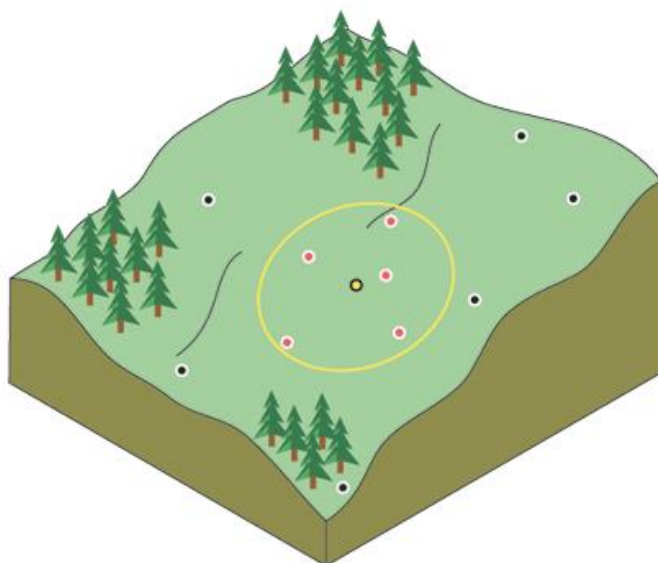
Οι ντετερμινιστικοί μέθοδοι χωρίζονται σε δύο επιπλέον υποκατηγορίες: τις **τοπικές** (local estimation) και τις **συνολικές** (global estimation). Οι τοπικές μέθοδοι υπολογίζουν την τιμή του ζητούμενου χαρακτηριστικού χρησιμοποιώντας μόνο τα άμεσα γειτονικά σημεία του δείγματος, δημιουργώντας ένα μοντέλο μόνο στην υποπεριοχή των επιλεγμένων σημείων. Τέτοιες μέθοδοι είναι ο Nearest Neighbours (από την δημιουργία πολυγώνων Thiessen προκύπτει ο τριγωνισμός Delaunay και το Ακανόνιστο Δίκτυο Τριγώνων-TIN), Inverse Distance Weighted-IDW και η μέθοδος Splines.

Τέλος, διακρίνονται σε **ακριβείς** (exact) και **προσεγγιστικές** (approximate) μεθόδους. Οι ακριβείς μέθοδοι δημιουργούν εκτιμήσεις που προσεγγίζουν τις αρχικές παρατηρήσεις και έχουν εξασφαλισμένη ακρίβεια και αξιοπιστία. Οι προσεγγιστικές μέθοδοι αντιθέτως, δεν προσεγγίζουν τα αρχικά δεδομένα του δείγματος είναι όμως ιδιαίτερα χρήσιμες όταν το φαινόμενο που μοντελοποιείται απαιτεί πιο εξομαλοποιημένη παρουσίαση, χωρίς δηλαδή απότομες διαφοροποιήσεις τιμών.

Η μέθοδος της **Αντίστροφης Απόστασης με βάρη(IDW)** είναι μία από τις πιο διαδεδομένες και εύχρηστες μεθόδους παρεμβολής. Βασίζεται στην θεώρηση ότι η τιμή του χαρακτηριστικού του ζητούμενου σημείου επηρεάζεται περισσότερο από τα γειτονικά σημεία, παρά από όσα απέχουν πολύ. Δηλαδή τα άμεσα γειτονικά σημεία έχουν περισσότερο βάρος στο μαθηματικό μοντέλο. Πρόκειται για μία ντετερμινιστική, ακριβής και τοπική μέθοδο.

Τα βάρη είναι αντιστρόφως ανάλογα με την δύναμη της απόστασης. Δηλαδή, όσο αυξάνεται η απόσταση του ζητούμενου σημείου με ένα σημείο του δείγματος, τόσο μειώνεται η τιμή του βάρους που του αποδίδεται (Burrough 1986; Watson 1992).

Η μορφή της μεθόδου IDW είναι :



**Εικόνα 30:** Αναζήτηση γειτονικών σημείων με την μέθοδο IDW, **Πηγή:** <https://pro.arcgis.com/>

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i * Z(x_i) = \frac{\sum_{i=1}^N z(x_i) / |r - r_i|^p}{\sum_{j=1}^N 1 / |r - r_j|^p}$$

όπου:

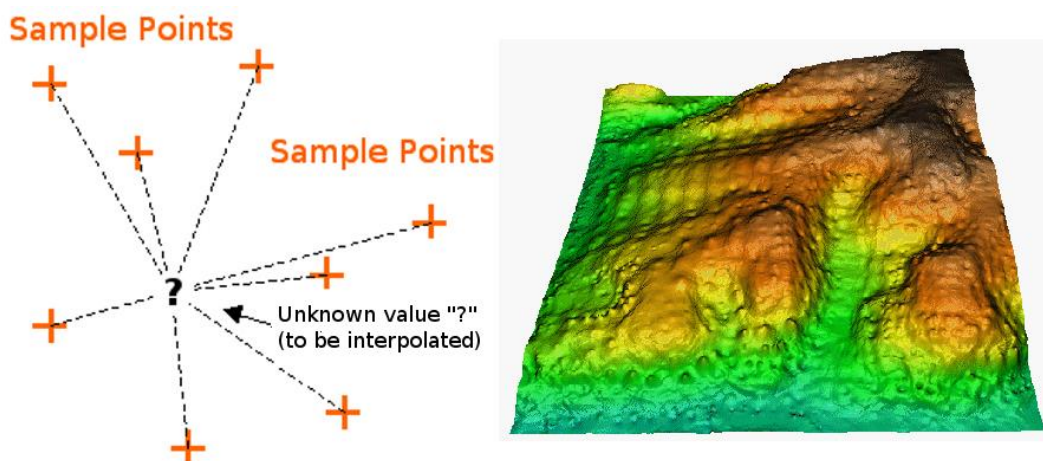
$Z(x_0)$  : η τιμή της μεταβλητής που θέλουμε να προσδιορίσουμε στην θέση  $x_0$

$N$ : ο αριθμός των σημείων του δείγματος που θα χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της τιμής της μεταβλητής

$\lambda_i$ : η συνάρτηση βάρους του κάθε σημείου που είναι ίση με 1

$Z(x_i)$ : η γνωστή τιμή του ζητούμενου χαρακτηριστικού στην θέση  $i$

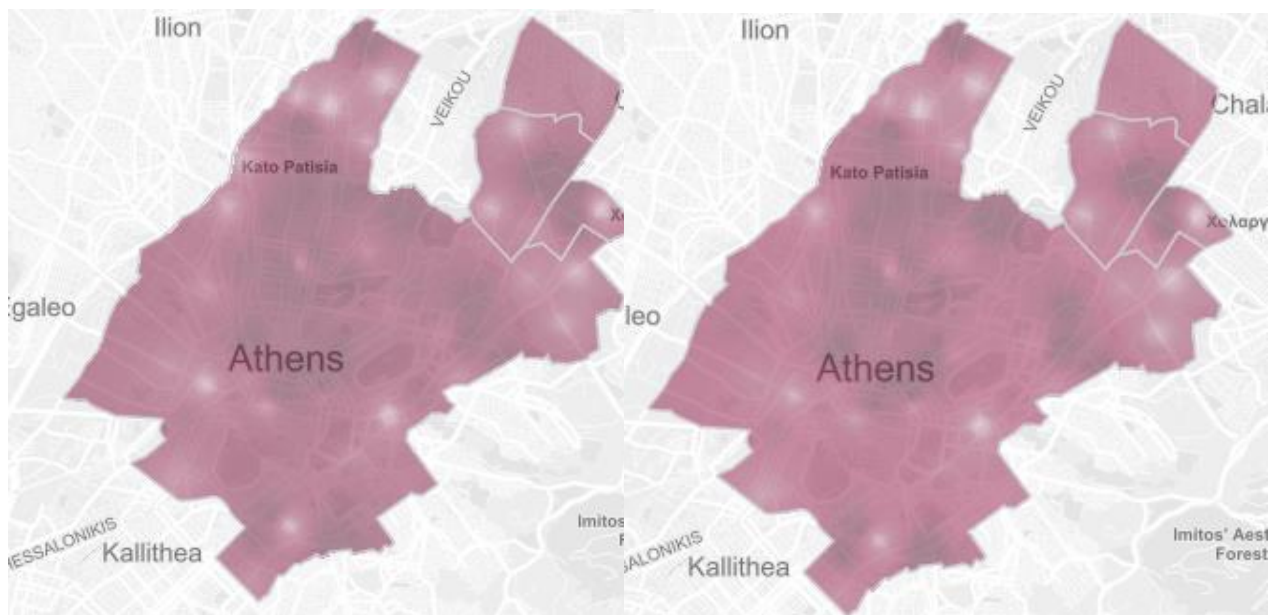
Η τιμή  $p$  είναι συνήθως  $p=2$ .



**Εικόνα 31:** Παράδειγμα υπολογισμού και επιφάνειας με την μέθοδο IDW, **Πηγή:** <http://www.gisresources.com/types-of-interpolation-methods 2/>

Βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι είναι δυνατό να προσδιορίσει μεγάλες αλλαγές αναγλύφου, όπως είναι ένας απότομος γκρεμός. Σε τμήματα που είναι συγκεντρωμένα πολλά σημεία είναι εγγυημένη η ποιοτική απόδοση του μοντέλου.

Όμως πολλές φορές η μέθοδος έχει την τάση να δημιουργεί τοπικά ακρότατα στα σημεία που έχουμε την πληροφορία, αντί να περιγράφει με ρεαλιστικότητα την περιοχή όπως υποδεικνύεται από τα δεδομένα.



Εικόνα 32: Εφαρμογή της μεθόδου IDW στην περιοχή μελέτης για τις 70 μετρήσεις θορύβου

## 5.4 Οπτικοποίηση Ήχου

Για την δημιουργία ενός επιτυχημένου χάρτη είναι σημαντικό να ορίζεται με σαφήνεια η ακριβής γεωγραφική θέση των αντικειμένων που απεικονίζονται και οι σχέσεις (ποσοτικές ή ποιοτικές) που υπάρχουν μεταξύ των δεδομένων (Νάκος, 2006). Στην χαρτογραφία, είναι κρίσιμη η οπτικοποίηση των δεδομένων, δηλαδή η επιλογή των συμβόλων, εργαλείων που θα αναπαραστήσουν ένα φαινόμενο κάνοντας το κατανοητό προς τον χρήστη. Η σύγχρονη χαρτογραφική οπτικοποίηση συμπεριλαμβάνει την ψηφιακή χαρτογραφία και τα γραφικά στοιχεία υπολογιστή. Όσο αφορά την ποιότητα, είναι αξιοσημείωτη η αλλαγή της οπτικής αναπαράστασης σε σχεδόν πραγματικό χρόνο που οδηγεί σε καλύτερη κατανόηση των χωρικών αντικειμένων. Σχετικά με την ποσότητα, υπάρχει η δυνατότητα ταχύτερης και φθηνότερης παραγωγής ενός μεγάλου εύρους διαφόρων χαρτογραφικών προϊόντων (Taylor, 1994; Kraak and Ormeling, 2003).

### 5.4.1 Απεικόνιση Αναλογικών Συμβόλων

Για την αναπαράσταση ποσοτικών δεδομένων, χρησιμοποιούμε τις οπτικές μεταβλητές κατάταξης: το **μέγεθος**, η **ένταση** και η **πληρότητα**. Για ποσοτικές διαφοροποιήσεις, η πιο αποδοτική οπτική μεταβλητή κρίνεται το μέγεθος, χρησιμοποιώντας συνήθως το σύμβολο του κύκλου. Τα αναλογικά σύμβολα μεταβάλλονται αναλογικά με κριτήριο την τιμή των δεδομένων σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική τοποθεσία. Για τον αναγνώστη του χάρτη σημαίνει το εξής απλό : όσο πιο μεγάλο είναι το σύμβολο τόσο μεγαλύτερη τιμή υπάρχει στην θέση αυτή.

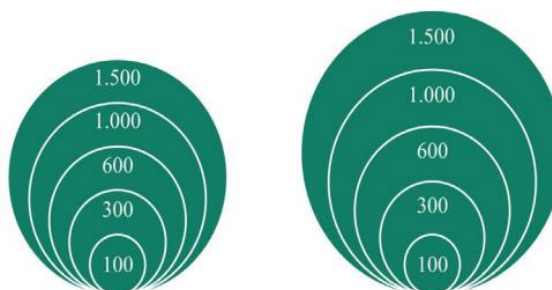
Η μεθοδολογία υπολογισμού του μεγέθους του συμβόλου βασίζεται στην ιδιότητα της ανθρώπινης αντίληψης ότι για σχήματα όπως ο κύκλος η οπτική

σύγκριση των μεγεθών γίνεται με βάση το εμβαδόν. Η ακτίνα ενός ζητούμενου κύκλου υπολογίζεται με βάση την αναλογία των εμβαδών των κύκλων ως προς τις τιμές των αντίστοιχων δεδομένων (Νάκος):

$$\frac{\pi r_i^2}{\pi r_L^2} = \frac{v_i}{v_L} \Rightarrow r_i = \left( \frac{v_i}{v_L} \right)^{0.5} \times r_L$$

Έχει παρατηρηθεί πως στην ανθρώπινη αντίληψη υπάρχει τάση υποεκτίμησης του μεγέθους των μεγαλύτερων κύκλων της σύνθεσης. Με πειραματικές μεθόδους αποδείχθηκε ότι το μεταδιδόμενο αποτέλεσμα είναι ακριβέστερο αν η μαθηματική κλιμάκωση των μεγεθών αντικατασταθεί από μία «αντιληπτική» κλιμάκωση, την μέθοδο Flannery (Flannery, 1971).

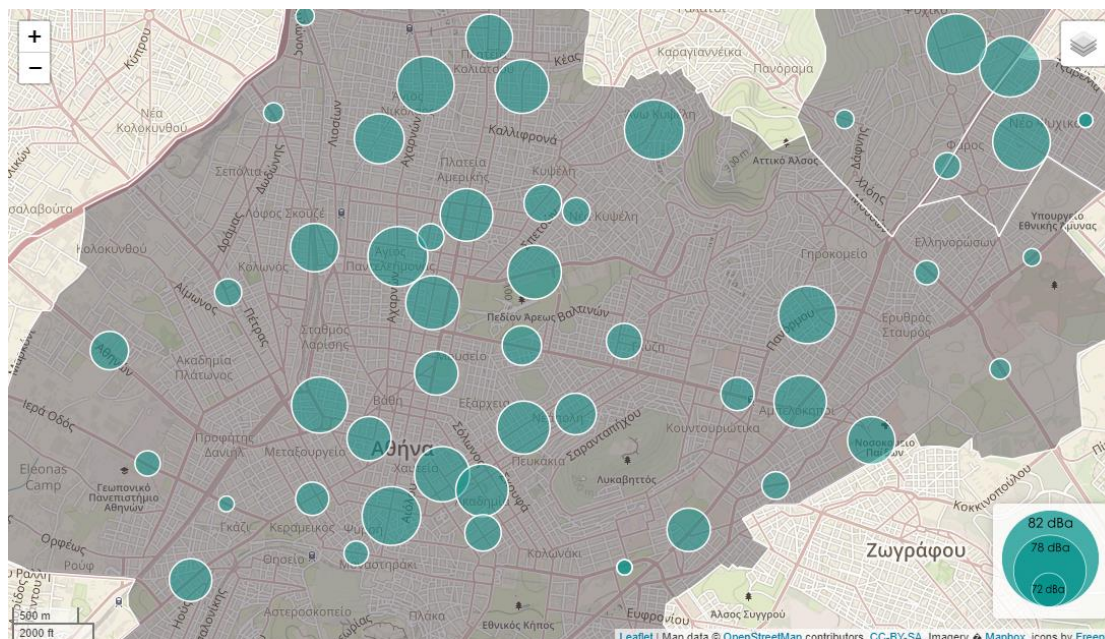
Στον προηγούμενο τύπο, αντί για εκθέτη 0,5 αντικαθιστάμε με 0,57 με αποτέλεσμα όσο πιο αυξάνονται οι τιμές του φαινομένου, τόσο μεγαλύτερη είναι οι κύκλοι που προκύπτουν από την δεύτερη μαθηματική σχέση.



**Εικόνα 33:** Αναλογικά σύμβολα με εκθέτη 0,5 (αριστερά) και με την μέθοδο Flannery (δεξιά) **Πηγή:** Απόδοση θεματικών επιπέδων- Ποσοτικές διαφοροποιήσεις, Θεματική Χαρτογραφία, Β. Νάκος

Τα αναλογικά σύμβολα επιλέγονται γιατί βοηθούν στην επικοινωνία του χάρτη με τον χρήστη κάνοντας τον χάρτη πιο «ελκυστικό» και κατανοητό. Όμως, πολλές φορές δημιουργούν έναν χαστικό τελικό αποτέλεσμα λόγω των συχνών επικαλύψεων των συμβόλων.

Για την εργασία, επιλέχθηκαν τα αναλογικά σύμβολα για την αναπαράσταση στους σταθμούς μέτρησης θορύβου ώστε να αναπαρασταθεί ο μετρημένος θόρυβος σε dΒα κατά απόλυτη τιμή. Τα αναλογικά σύμβολα κρίθηκαν κατάλληλα γιατί θέλαμε να αναπαρασταθούν με διαφορετικό σύμβολο όλες οι απόλυτες τιμές των δεδομένων.



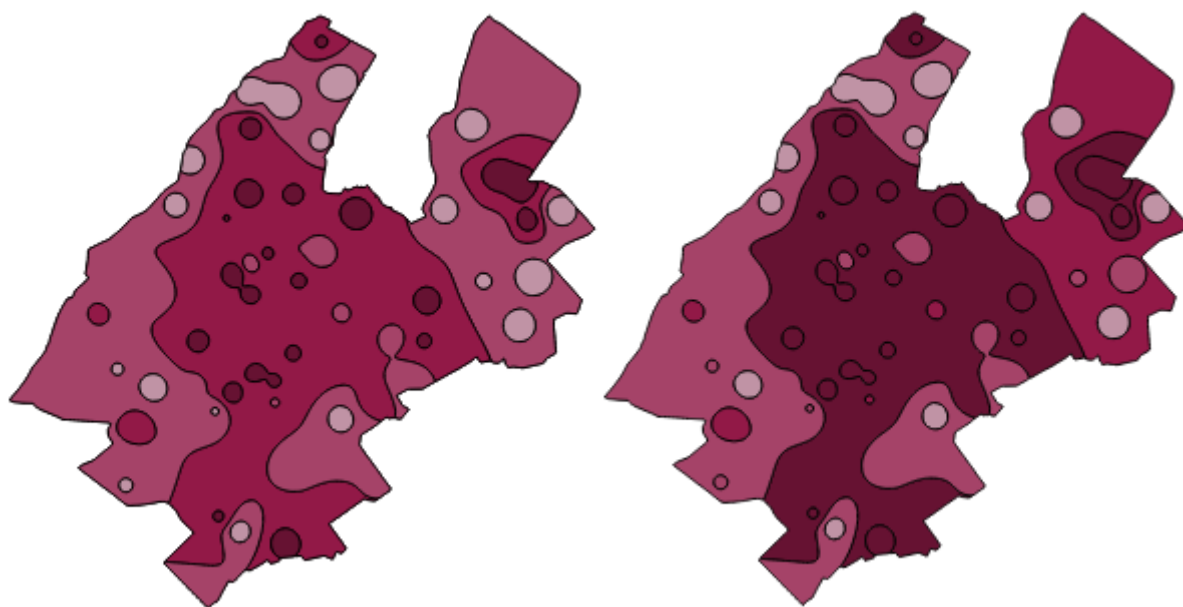
**Εικόνα 34:** Αναπαράσταση σταθμών μέτρησης θορύβου με αναλογικά σύμβολα

Με τα αναλογικά σύμβολα αντιλαμβανόμαστε αμέσως τις περιοχές που συγκεντρώνονται οι σταθμοί με την υψηλότερη ένταση θορύβου. Οι περιοχές που αντιστοιχούν στις πιο «θορυβώδεις» μετρήσεις βρίσκονται στο Σύνταγμα, το Μοναστηράκι, την Ακαδημία, την Ομόνοια, δηλαδή σε κάποιους από τους πιο πολυσύχναστους δρόμους του αστικού ιστού της Αθήνας.

#### 5.4.2 Οπτικοποίηση μοντέλου θορύβου με ζώνες

Σε σχέση με την δημιουργία ζωνών τίθεται το θέμα του εύρους των τιμών. Έχουν αναπτυχθεί διάφοροι μέθοδοι επιλογής του, βασισμένοι σε μαθηματικές σχέσεις όπως η Manual Interval, Defined Interval, Equal Interval, Geometrical Interval, Quantile, Natural Breaks, Standard deviation με πιο διαδεδομένες τις **Equal Interval** και **Natural Breaks**. Η equal Interval χωρίζει το εύρος των τιμών του χαρακτηριστικού σε ισόποσα υπο-εύρη. Ανάλογα με τον αριθμό των κλάσεων που θα οριστούν, Για παράδειγμα για το εύρος 0-200 με ορισμένες τέσσερις κατηγορίες θα έχουμε τις εξής κλάσεις :0-50, 51-100, 101-150, 151-200. Όπως

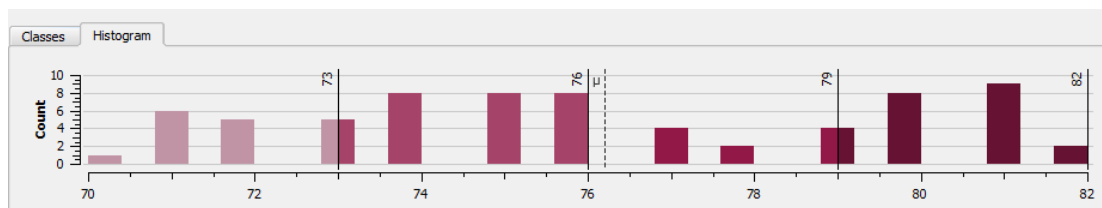
φαίνεται, τα σημεία αλλαγής κλάσης μπορεί να υπολογιστούν πολύ εύκολα. Η Natural Breaks, που έχει προκύψει από τον ομώνυμο αλγόριθμο, ομαδοποιεί τα δεδομένα σύμφωνα με μια προϋπάρχουσα «ομαδοποίησή» τους. Δηλαδή ομαδοποιεί δεδομένα που οι τιμές του χαρακτηριστικού τους συγκλίνουν και η μετάβαση στην επόμενη κατηγορία γίνεται όταν μεγαλώνουν οι διαφορές στην τιμή. Ανάλογα με την μέθοδο που επιλέγεται προκύπτουν διαφορετικές ζώνες και επομένως αποκλίσεις στην τελική οπτικοποίηση του χάρτη. Ο καλύτερος, στατιστικά, αριθμός κλάσεων είναι 4-6. Παρακάτω συγκρίνονται οι μέθοδοι Equal Interval και Natural Breaks σε παράδειγμα με ίδια δεδομένα και αριθμό κλάσεων.



**Εικόνα 35:** Μοντέλο θορύβου σε ζώνες με Equal Interval (αριστερά) και Natural Breaks (δεξιά)

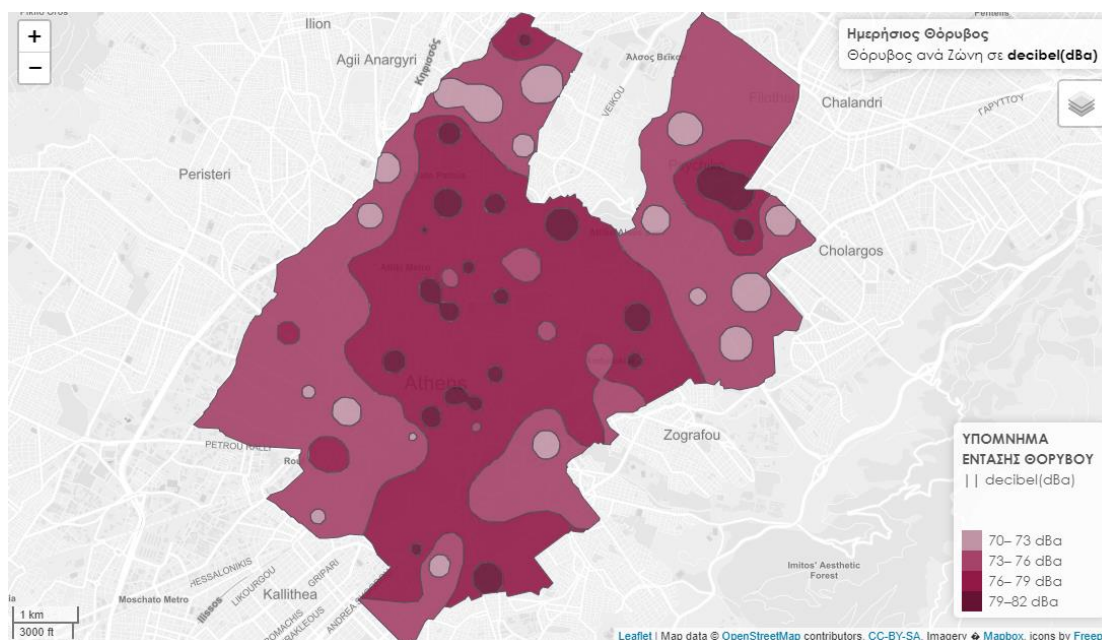
Στην παρούσα εργασία δημιουργήθηκε χάρτης ζωνών για την ένταση του θορύβου. Με αυτόν τον χάρτη μπορούμε να αντιληφθούμε την πληροφορία του θορύβου για συγκεκριμένα εύρη, δηλαδή βλέπουμε τις διαφοροποιήσεις των τιμών και πώς αυτές εντάσσονται στον χώρο. Το εύρος των τιμών είναι από 70 dBa μέχρι 82,5 dBa. Οι κλάσεις επιλέχθηκαν με βάση την ακουστική αντίληψη του ανθρώπου. Ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί την αλλαγή της έντασης του θορύβου ανά 3 dBa. Γι' αυτό δημιουργήθηκαν τέσσερις κλάσεις με την μέθοδο Equal Interval. Παρουσιάζεται το ιστόγραμμα των ζωνών θορύβου, δηλαδή η γραφική απεικόνιση της συχνότητας εμφάνισης μιας τιμής ανά κλάση.





Εικόνα 36: Ιστόγραμμα τιμών θορύβου για τις 4 κλάσεις

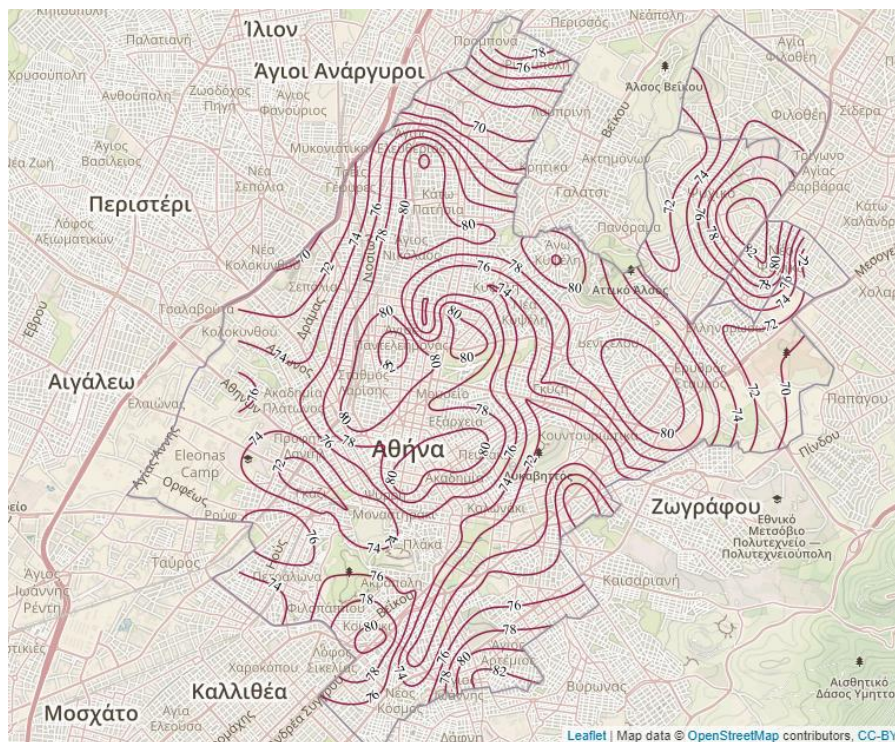
Ακολουθεί η τελική διαμόρφωση του χάρτη έντασης θορύβου σε ζώνες.



Εικόνα 37: Χάρτης μοντέλου θορύβου σε ζώνες στην περιοχή μελέτης

### 5.4.3 Οπτικοποίηση μοντέλου θορύβου με ισარიθμικές καμπύλες

Η παραγωγή των ισარიθμικών χαρτών βασίζεται στην κατασκευή καμπύλων κατά μήκος των οποίων η τιμή του φαινομένου παραμένει σταθερή. Για την ισარიθμική απεικόνιση προβάλλεται στο επίπεδο μια κατάλληλη σειρά από ισαπέχουσες οριζόντιες τομές της επιφάνειας. Οι τομές έχουν την μορφή καμπυλών και η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ τους ονομάζεται ισοδιάσταση. (Κάτσιος, Τσάτσαρη, 2014).



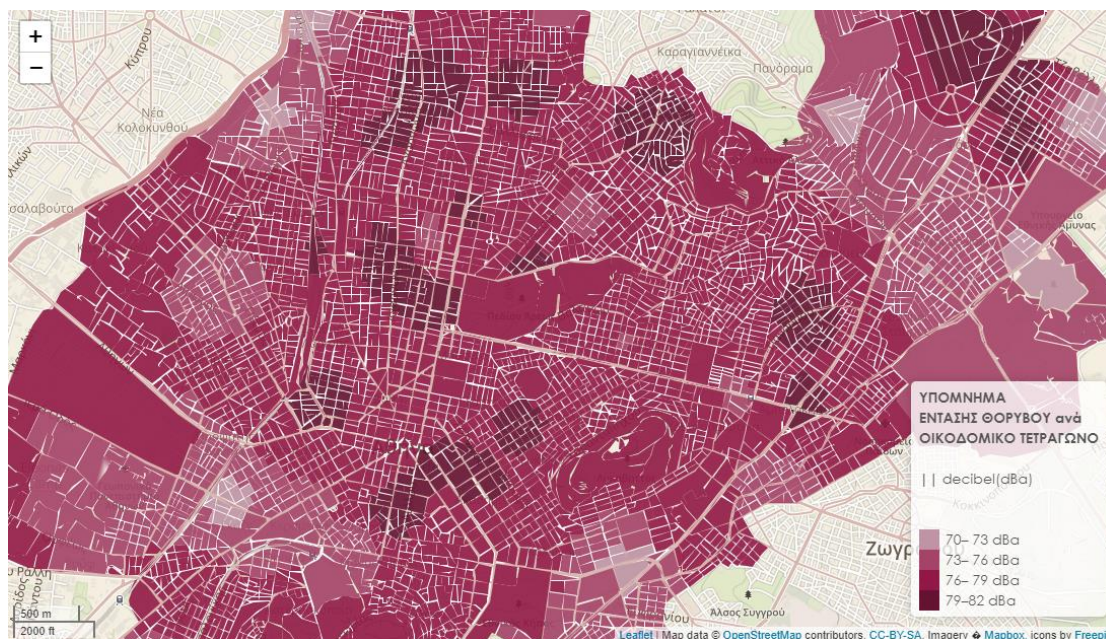
Εικόνα 38: Χάρτης μοντέλου θορύβου με ισარიθμικές καμπύλες στην περιοχή μελέτης

Ο θόρυβος αναπαραστάθηκε με την μέθοδο των ισარიθμικών καμπυλών ώστε ο χρήστης να έχει την δυνατότητα να γνωρίζει την τιμή του θορύβου σε κάθε περιοχή του χάρτη, και να μπορούν να ανιχνευτούν γρήγορα οι μεγάλες διαφοροποιήσεις τιμών. Για παράδειγμα, στις περιοχές που συσσωρεύονται πολλές καμπύλες, οι τιμές του θορύβου αλλάζουν συνεχώς.

#### 5.4.4 Απόδοση εκτιμήσεων θορύβου σε επίπεδο Οικοδομικού Τετραγώνου

**Χωροπληθείς χάρτες** είναι οι θεματικοί χάρτες που χρησιμοποιούνται για να αναπαριστήσουν την γεωγραφική κατανομή ενός στατιστικού συνήθως φαινομένου σε ένα σύνολο περιοχών μέσω διαφορετικών εντάσεων. Πρακτικά, οπτικοποιούν τις διαφοροποιήσεις ενός φαινομένου σε μια γεωγραφική περιοχή. Είναι από τους πιο διαδεδομένους θεματικούς χάρτες και παράγονται ακόμα και από άτομα χωρίς εμπειρία στην χαρτοσύνθεση ή τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.

Είναι κατάλληλοι για φαινόμενο που έχουν αναφορά σε διοικητικές ή γεωγραφικές επιφάνειες(οικοδομικά τετράγωνα, δήμους, χώρες). Συνήθως αναπαριστούν πληθυσμιακά, κοινωνικοοικονομικά ή πολιτικά δεδομένα σε μορφή ποσοστών, αναλογιών ή μέσων όρων. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συνεχή φαινόμενα που οι πληροφορίες τους δεν εξαρτώνται από τα όρια μιας περιοχής. Τέτοια φαινόμενα είναι τα φυσικά, όπως οι θερμοκρασίες.



**Εικόνα 39:** Χάρτης εκτιμήσεων θορύβου ανά Οικοδομικό Τετράγωνο

Ο χάρτης εκτιμήσεων θορύβου ανά Οικοδομικό Τετράγωνο δημιουργήθηκε για να μεταφέρει την πληροφορία του ήχου μέσα σε μία από τις κυριότερες δομές του αστικού ιστού, τα οικοδομικά τετράγωνα. Το γεγονός ότι το φαινόμενο αναπαρίσταται εντός αυτών των ορίων κάνει πιο συγκεκριμένα για κάθε χρήστη για επίπεδα θορύβου που τον επηρεάζουν. Αρκεί μόνο να εντοπίσει τα οικοδομικά τετράγωνα στα οποία περνάει τον περισσότερο χρόνο που θα του επιστρέψει την κατηγορία. Οι ομαδοποιήσεις των τιμών του φαινομένου έγιναν με την ίδια λογική με αυτές των ζωνών θορύβου.

#### 5.4.5 Χρήση ήχου

Οι **χάρτες ήχου** (Sound Maps) είναι ψηφιακοί χάρτες που περιγράφουν ένα ηχητικό περιβάλλον σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Οι χάρτες ήχου περιγράφουν φαινόμενα και μεταβλητές που για να μπορέσουν να μεταφέρουν ολοκληρωμένες πληροφορίες στον χρήστη πρέπει να αξιοποιήσουν αισθήσεις και αντιληπτικές ικανότητες του ανθρώπου που δεν υπήρχαν στην «παραδοσιακή» χαρτογραφία.

Μέχρι τώρα, οι χάρτες ήχου έχουν κατηγοριοποιηθεί στους εξής (Thulin, 2018):

- ο ήχος ως χάρτης(sound-as-map): είναι βασισμένος στον πλούτο των χωρικών πληροφοριών που υπάρχουν μέσω της ακοής. Η οπτική

αναπαράστασή του κρίνεται δευτερεύουσα ή και τελείως περιττή για την χαρτογράφηση ενός ηχοτοπίου. Τέτοιος χάρτης μπορεί να είναι μια μουσική μελωδία που δεν προσεγγίζει την μορφή του με την κλασσική έννοια, αλλά μέσω της σχέσης της με τις ακουστικές πτυχές του χώρου αποτελεί μία «ομιλική» μορφή χάρτη

- ο ήχος μέσα στον χάρτη (sound-into-maps): χρησιμοποιεί τις ήχητικές τεχνολογίες για την παραγωγή χάρτη. Σε αυτή την περίπτωση ο ήχος χρησιμοποιείται ως ένα εργαλείο που τίθεται στην υπηρεσία της ακριβούς οπτικής αναπαράστασης.
- ο χάρτης μέσα στον ήχο (map-into-sound): Κάποια τμήματα του χάρτη είναι ηχητικά. Ο κύριος σκοπός της ακουστικότητας σε αυτό τον χάρτη δεν είναι να αναπαραστήσει ήχους σε θέσεις που πραγματοποιήθηκαν αλλά προσεγγίζει τον ήχο ως μια πολύτιμη μέθοδος για την μεταφορά πολλών πληροφοριών που δημιουργούν τον χάρτη
- ο χάρτης ήχου (maps-of-sound): Πρόκειται για τους χάρτες που προσπαθούν να αναπαραστήσουν μόνο οπτικά ένα ηχητικό φαινόμενο. Συνήθως ακολουθούνται χαρτογραφικοί κανόνες αναπαράστασής τους. Τέτοιοι χάρτες είναι και οι χάρτες θορύβου
- ο χάρτες ήχους ως διεπαφή (maps-of-sound-as-interface): Χρησιμοποιούν τον χάρτη όχι μόνο για την οπτική αναπαράσταση του ήχου, αλλά και ως ένα οδηγό του χρήστη στην ακουστική του εμπειρία. Περιγράφουν ηχοτοπία με συνδυασμό ηχητικών και ακουστικών παραμέτρων. Αυτοί οι χάρτες δημιουργούνται με σκοπό να είναι περισσότερα από απλά έγγραφα ήχων, είναι διεπαφές για την αποκάλυψη σχέσεων μεταξύ ανθρώπων, τόπων και ήχων.

Τα τελευταία χρόνια εμφανίζονται νέοι χάρτες ήχου που επιδιώκουν να συνδυάσουν τον ήχο με την διαδικτυακή χαρτογραφία. Είναι χάρτες που παρουσιάζουν σημεία στον χάρτη ως τοποθεσίες. Συνήθως αναφέρονται σε ήχους που περιγράφουν τον αστικό χώρο σε πόλεις ανά τον κόσμο. «Πατώντας» πάνω στα σημεία εμφανίζεται ένας σύνδεσμος που σε οδηγεί συνήθως σε εξωτερική σελίδα που θα μπορείς να ακούσεις το ηχητικό αρχείο .

Σύμφωνα με τον Krygier (1994), οι **ακουστικές μεταβλητές** θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να **προσθέσουν επιπλέον χωρικές μεταβλητές** σε ένα ήδη πολύπλοκο χάρτη ως εναλλακτική λύση από την εμφάνιση πολλαπλών παρατιθέμενων μονο μεταβλητών χαρτών. Σε αυτή την λογική οι παραπάνω χάρτες εμπλουτίζουν το περιεχόμενό τους με τα αρχεία ήχου. Ο ήχος ακολουθεί το «μήνυμα» που οι οπτικές μεταβλητές μεταδίδουν στους χρήστες για το φαινόμενο **χωρίς όμως να προσπαθεί να το ερμηνεύσει από μόνος του**. Ουσιαστικά δεν μπορεί να περιγράψει ολοκληρωμένα την ηχητική εμπειρία στον χώρο.

Οι χάρτες χρειάζονται, όχι μόνο να μεταφέρουν εκτιμήσεις για τον ήχο, αλλά να θεωρείται ότι συμβάλλουν στην κυκλοφορία των ήχων, αποκαλύπτοντας και εκτελώντας σχέσεις μεταξύ ανθρώπων και τόπων μέσω της ακρόασης, της

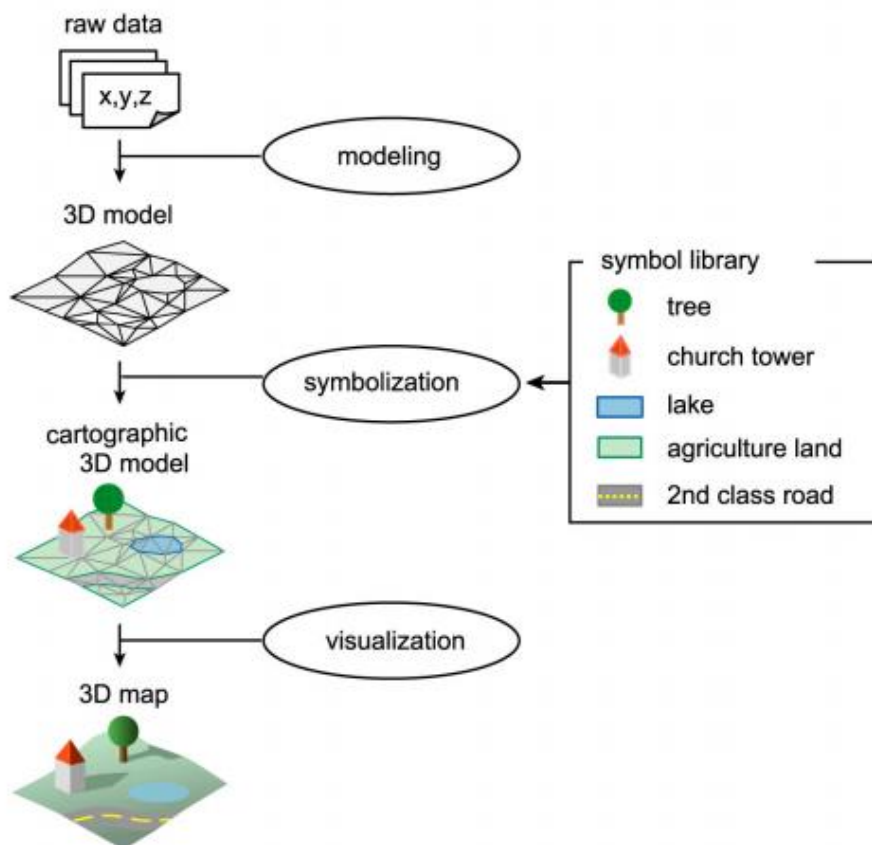
ηχογράφησης και της παραγωγής ήχου (Thulin, 2018). Η σύνδεση ήχων και χαρτών πρέπει να αποδώσει ένα όσο το δυνατόν ρεαλιστικό αποτέλεσμα της σύνθετης «γεωγραφίας» του ηχητικού περιβάλλοντος.

Στα πλαίσια της εργασίας, για την προσέγγιση των χαρτών ήχου έγιναν ηχογραφήσεις στο κέντρο της Αθήνας. Στην συνέχεια, συνδέθηκαν με τις ζώνες έντασης του θορύβου της περιοχής μελέτης με την χρήση της γλώσσας Javascript. Πολλές φορές δυσκολευόμαστε να συνδέσουμε μια αναγραφόμενη τιμή θορύβου σε dBa με την πραγματική της υπόσταση. Είτε γιατί **δεν κατανοούμε το σύστημα μέτρησής τους είτε γιατί δυσκολευόμαστε να «θυμηθούμε» πως ένας ήχος ή οι διαφοροποιήσεις στην έντασή τους όντως ακούγονται**. Με την εισαγωγή του ήχου στον χάρτη, και όχι ως ένα επιπρόσθετο κομμάτι του, ο χρήστης αντιλαμβάνεται πως πραγματικά ακούγεται η ηχητική πληροφορία που του μεταδίδεται, χωρίς να περιορίζεται σε μια αναγραφόμενη τιμή.

#### **5.4.6 Τρισδιάστατοι χάρτες**

Μέχρι τώρα έχουν περιγραφεί δυσδιάστατοι τρόποι απεικόνισης, με την βοήθεια των οπτικών μεταβλητών. Τα δεδομένα των τρισδιάστατων χαρτών είναι τριών διαστάσεων, έχοντας την παραπάνω z υψομετρική διάσταση. Μια τρισδιάστατη επιφάνεια μπορεί να περιγράψει ένα φυσικό φαινόμενο του πραγματικού κόσμου, όπως το ανάγλυφο μιας περιοχής ή μπορεί να περιγράψει ένα εννοιολογικό θέμα, όπως οι πληθυσμοί σε μια περιοχή.

Το πρώτο βήμα για την διαδικασία σχεδιασμού μιας τρισδιάστατης απεικόνισης είναι η μοντελοποίηση των δεδομένων. Τα αρχικά δεδομένα αναλύονται και επεξεργάζονται ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τρισδιάστατο. Επόμενο βήμα είναι ο ορισμός συμβολισμού. Πρέπει να επιλεγεί με προσοχή είτε πρόκειται για τοπογραφικό είτε για θεματικό χάρτη, για να μην δημιουργηθεί πρόβλημα στην κατανόησή τους από τον χρήστη. Τελευταίο βήμα είναι η οπτικοποίηση. Επιλέγονται οι παράγοντες που θα βρίσκονται στον τρισδιάστατο χάρτη, μαζί με το μοντέλο (C. Haeblerling, 2002).



**Εικόνα 40 :** Απεικόνιση της διαδικασίας παραγωγής τρισδιάστατων χαρτών, **Πηγή:** 3D Map Presentation – A Systematic Evaluation of Important Graphic Aspects, C. Haeblerling

Γεωγραφικές πληροφορίες αναπαριστούμενες τρισδιάστατα ενισχύουν στους χρήστες τη κατανόηση των χωρικών σχέσεων μεταξύ των οντοτήτων επειδή αποτελούν μια πιο ρεαλιστική και πιο κοντινή ματιά στα φυσικά τοπία, απλοποιώντας την πληροφορία δημιουργώντας μια πιο αφηρημένη ματιά για τον κόσμο (Haeblerling, 2004). Ταυτόχρονα και ο συμβολισμός μπορεί να γίνει πιο κατανοητός, αφού αυξάνεται το εύρος των επιλογών οπτικοποίησης. Η ανάγνωση του χάρτη γίνεται ταχύτερα, χωρίς να χρειάζεται να ανατρέχει συνέχεια στο υπόμνημα.

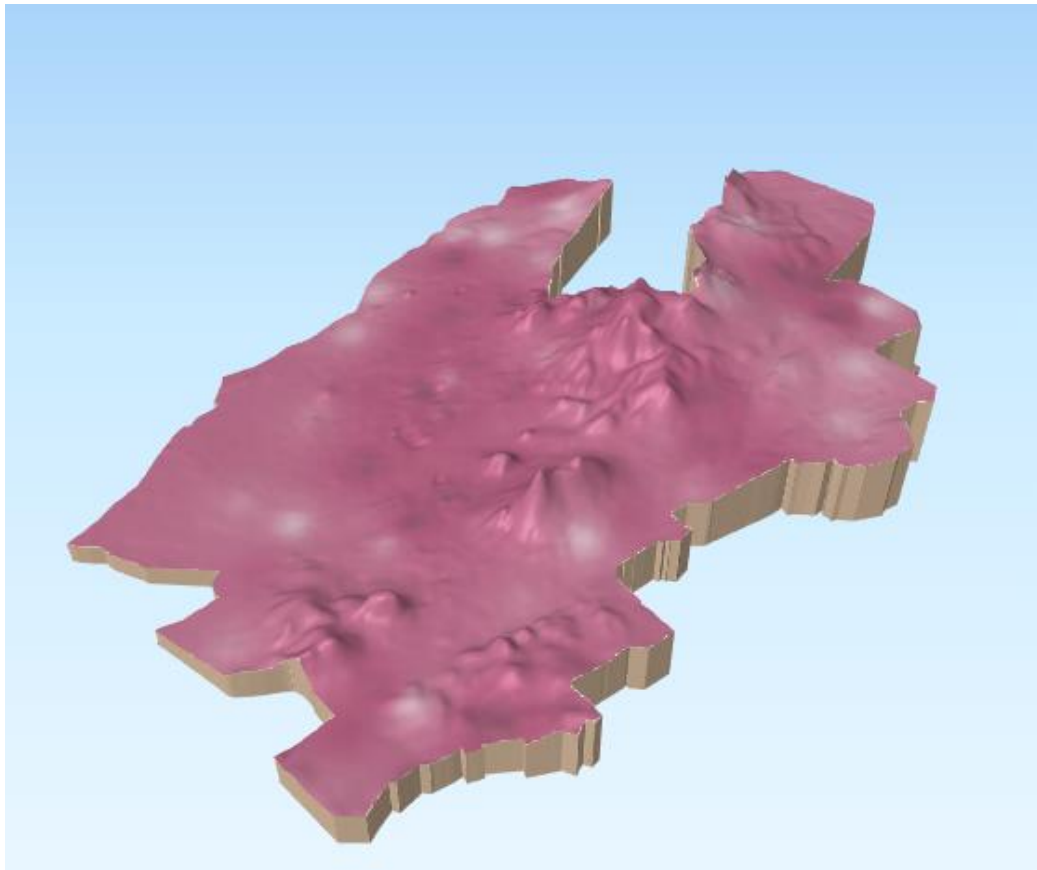
Αναλυτικότερα, στον συμβολισμό μιας τρισδιάστατης επιφάνειας πρέπει να προσέξουμε τα εξής :

**Θέση :** ένα πολύ σημαντικό στοιχείο της τρισδιάστατης απεικόνισης είναι οι πληροφορίες σχετικά με την γεωγραφική θέση του αντικειμένου. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να λαμβάνονται είτε με την αριθμητική αναγραφή των συντεταγμένων τους είτε με την σχετική θέση των στοιχείων του χάρτη ως προς ένα χαρτογραφικό υπόβαθρο

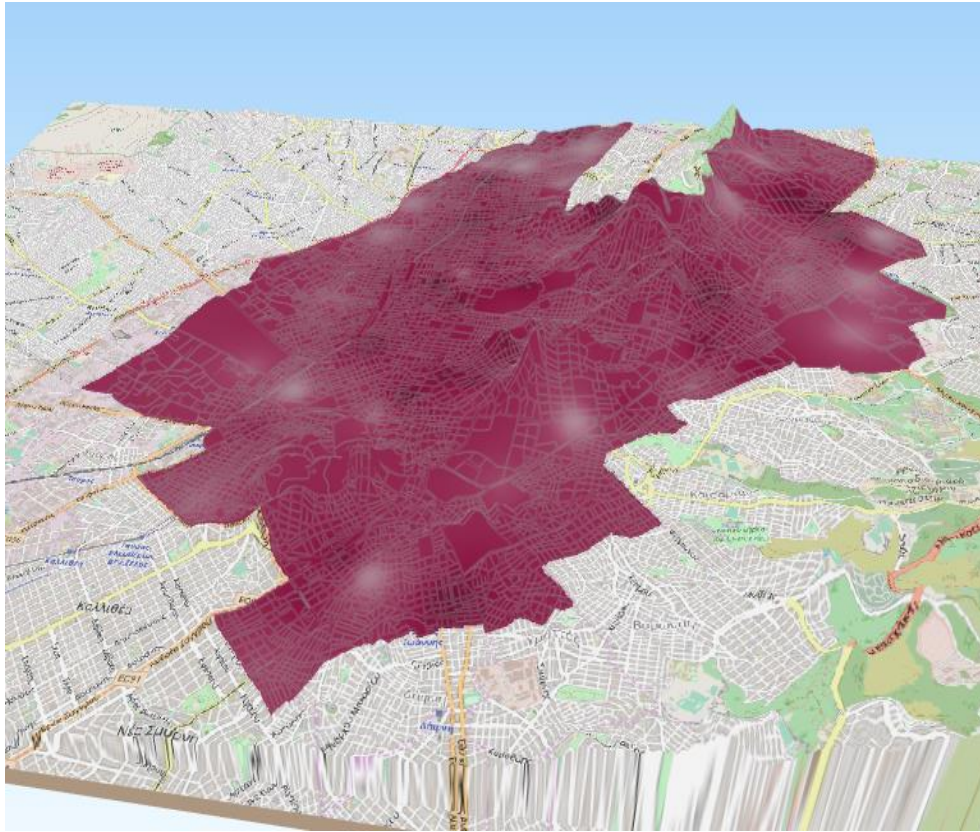
**Μέγεθος:** Αφορά κυρίως το μέγεθος την τρίτης διάστασης και εξαρτάται από τους παραμέτρους που θα της ορίσουμε. Η κάθετη υπερβολή (vertical exaggeration) όσο μεγαλώνει τόσο πιο αναλογικά μεγαλύτερη είναι και η Τρίτη διάσταση.

Απόχρωση και φωτεινότητα : η επιλογή της απόχρωσης και της φωτεινότητας είναι σημαντική για κάθε χάρτη. Έτσι και σε ένα τρισδιάστατο η επιλογή πρέπει να γίνει με γνώμονα την ανάδειξη του φαινομένου.

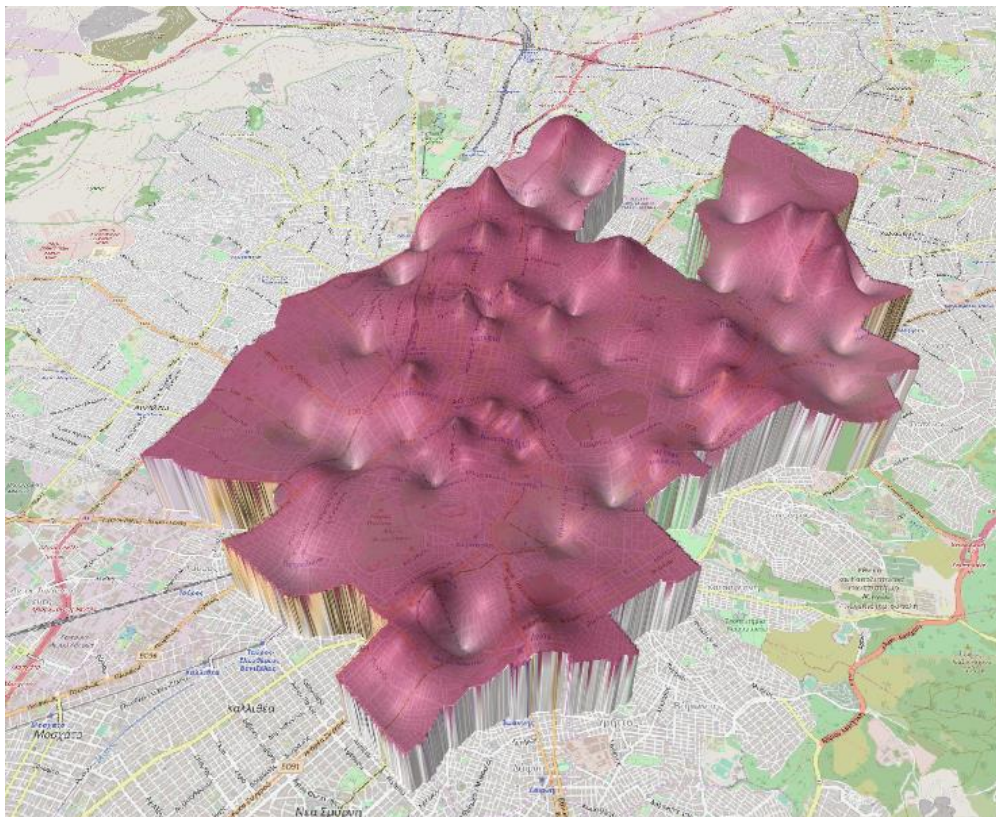
Τα τελευταία χρόνια είναι πολύ διαδεδομένοι οι τρισδιάστατοι χάρτες πόλης, όπου τρίτη διάσταση είναι το ύψος των κτιρίων. Δημιουργούν αίσθηση περιήγησης και βοηθούν στην καλύτερη αντίληψη του χώρου.



**Εικόνα 41:** Τρισδιάστατη απεικόνιση μοντέλου ημερήσιου θορύβου προβλεπμένο στο τρισδιάστατο Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους

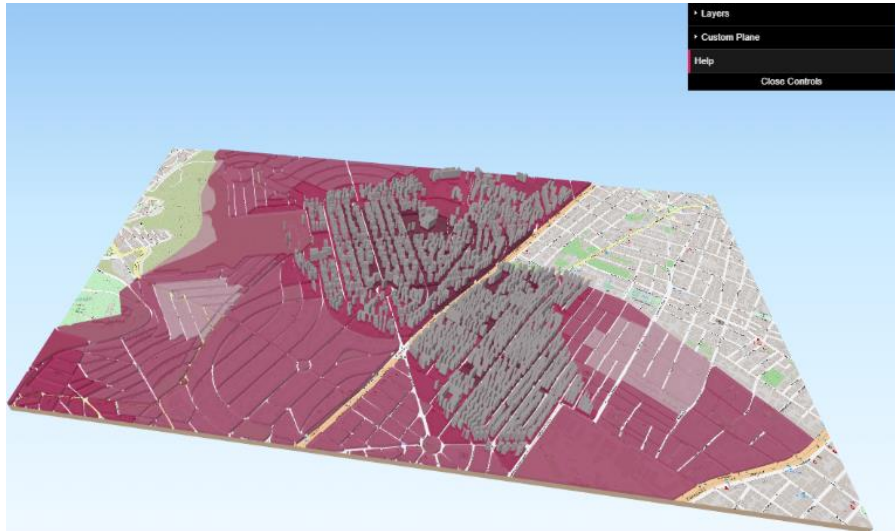


**Εικόνα 42:** Απεικόνιση μοντέλου θορύβου στο τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο εδάφους με επικάλυψη του θεματικού επιπέδου των Οικοδομικών Τετραγώνων

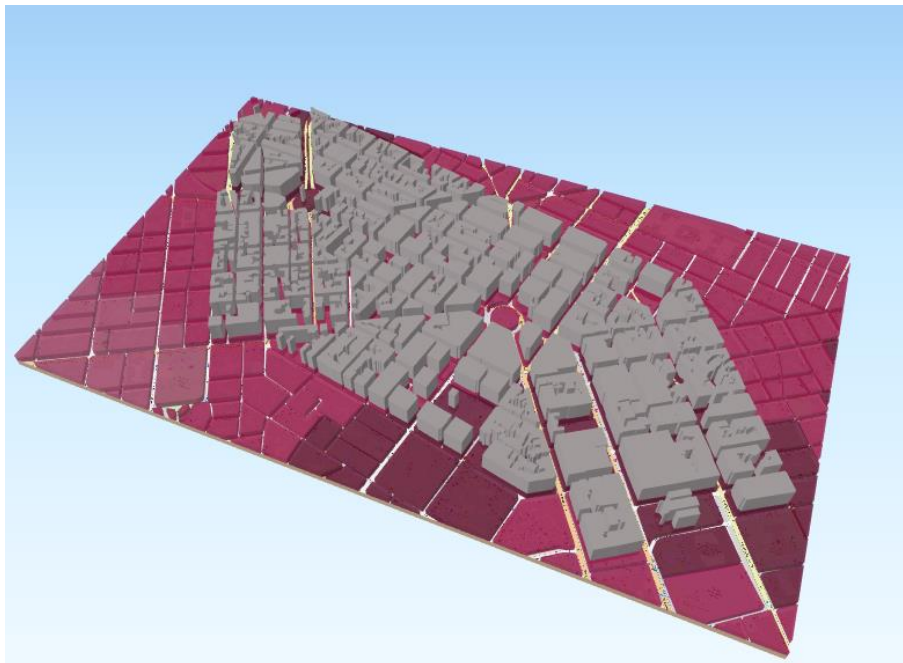


**Εικόνα 43:** Τρισδιάστατη Απεικόνιση του μοντέλου του ημερήσιου θορύβου





**Εικόνα 44:** Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίων και ζώνες εκτίμησεις θορύβου ανά Οικοδομικό Τετράγωνο στον δήμο Φιλοθέης-Ψυχικού



**Εικόνα 45:** Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίων και ζώνες εκτίμησεις θορύβου ανά Οικοδομικό Τετράγωνο στον δήμο Αθηναίων

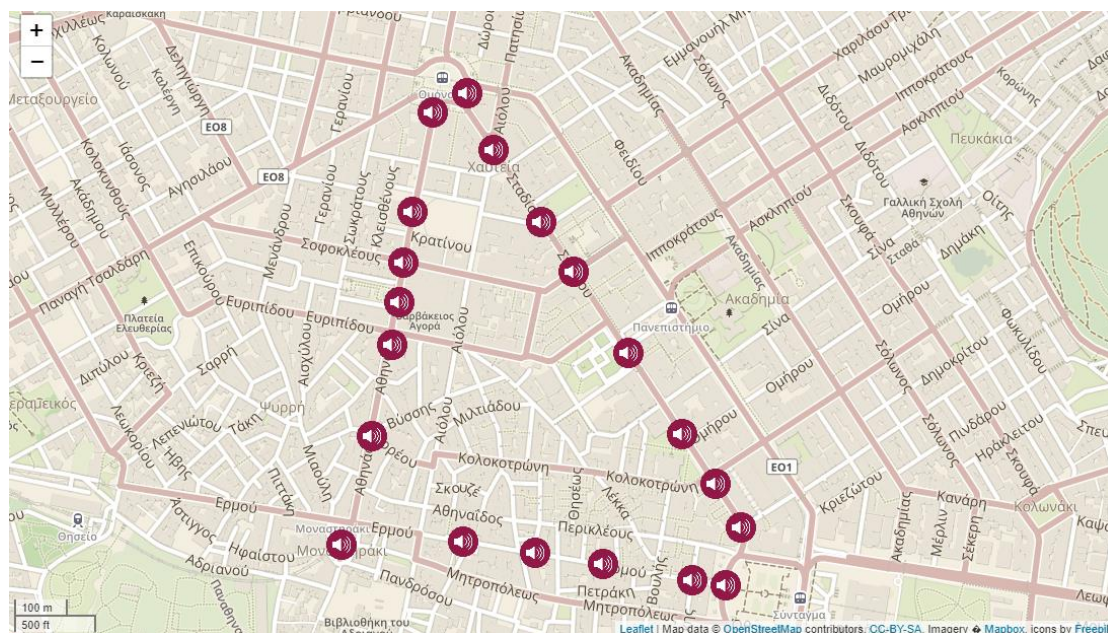
#### 5.4.7 Μετρήσεις απόδοσης Ηχοτοπίου

Η απόδοση του ηχοτοπίου ολοκληρώνεται με τις ποιοτικές καταγραφές των ήχων του αστικού χώρου, δηλαδή την καταγραφή των διαφορετικών ήχων που συλλογικά αποτελούν το ηχητικό περιβάλλον. Με αυτό τον τρόπο συνδέεται ο οριοθετημένος γεωγραφικός χώρος με τους άνευ ορίων ήχους που μαζί διαμορφώνουν το συνολικότερο περιβάλλον στο οποίο υπάρχει ο άνθρωπος.

Στα πλαίσια της εργασίας, πραγματοποιήθηκαν ηχητικές καταγραφές στον αστικό χώρο της περιοχής μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, εντός του εμπορικού τριγώνου στις οδούς Αθηνάς- Ερμού- Σταδίου. Το αποτέλεσμα ήταν αρκετά διαφοροποιημένες μεταξύ τους ηχογραφήσεις ανά οδό, με εκείνες στις οδούς

Αθηνάς και Σταδίου να κυριεύονται από τον θόρυβο οχημάτων ενώ στην Ερμού, ως πεζοδρομημένη οδός συζητήσεις και μουσικές. Αυτός ο τελευταίος χάρτης καταφέρνει να δέσει την επιστημονική προσέγγιση του ηχοτοπίου με αυτή της πραγματικότητας που βιώνουμε οι ίδιοι.

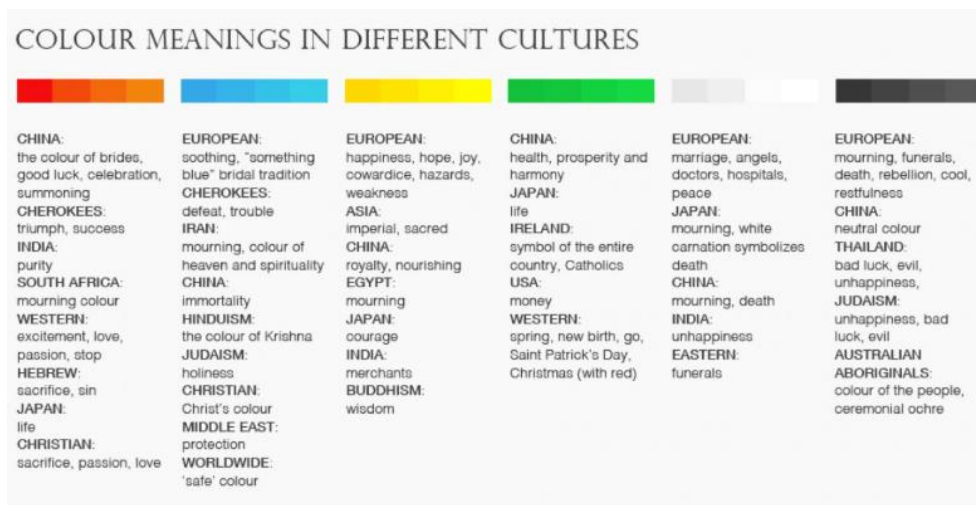
#### 5.4.8 Το χρώμα στους χάρτες



**Χρώμα** είναι το φαινόμενο της φυσικής μετατροπής του φωτός από τα αντικείμενα, όπως την παρατηρεί το ανθρώπινο μάτι και την επεξεργάζεται ο εγκέφαλος. Το χρώμα μας βοηθά να διακρίνουμε τα αντικείμενα, δηλαδή διαφοροποιεί οπτικά αντικείμενα που κατά τα άλλα είναι όμοια. Εδώ θα πρέπει να επισημανθεί ότι η εντύπωση που δίνει το χρώμα ενός αντικειμένου **εξαρτάται** από το χρώμα των **γειτονικών αντικειμένων** (περιβάλλον) με τα οποία συγκρίνεται (ταυτόχρονη αντίθεση) (Στάμου, 2016).

Σκοπός της χαρτογραφίας είναι να απεικονίσει το φαινόμενο στο οποίο αναφέρεται ώστε οι πληροφορίες που μεταδίδει να ερμηνευτούν σωστά από τους μελλοντικούς χρήστες. Το χρώμα παίζει σημαντικό ρόλο στην οπτικοποίηση ενός φαινομένου και επομένως στην επικοινωνία μεταξύ χάρτη και χρήστη. Ο άνθρωπος αυθόρμητα αντιστοιχίζει κάποια φαινόμενα, γεωγραφικά και μη, με συγκεκριμένα χρώματα. Στην χαρτογραφία, στηριζόμενη σε αυτό, έχουν δημιουργηθεί κάποιες χαρτογραφικές συμβάσεις, δηλαδή απευθείας συνδέσεις φαινομένων με αποχρώσεις. Τέτοια παραδείγματα είναι τα υδάτινα στοιχεία με το μπλε, η βλάστηση με το πράσινο, το καφέ για το ανάγλυφο. Βέβαια το χρώμα δε παύει να είναι υποκειμενικό. Κάθε χρώμα μπορεί να δημιουργεί διαφορετικά συναισθήματα ανά άνθρωπο ανάλογα με τις προσωπικές τους και τα αισθήματα που του έχουν προκαλέσει. Ταυτόχρονα, διαφορετικές

κουλτούρες και πολιτισμοί δίνουν και διαφορετικές ερμηνείες στα αισθήματα που τους προκαλεί το χρώμα.

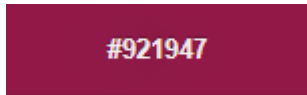


**Εικόνα 46:** Ερμηνείες χρωμάτων σε διαφορετικές κουλτούρες, **Πηγή:** <https://visual.ly/community/infographic/technology/psychology-colour>

Με την αλλαγή του μέσου απεικόνισης αλλάζει και το πώς τα αντιλαμβανόμαστε. Το ίδιο συμβαίνει και στο διαδίκτυο. Για παράδειγμα, ένα κείμενο διαβάζεται πιο δύσκολα διαδικτυακά, οπότε για να διατηρηθεί η οπτική ισορροπία του, πρέπει να επιλεγθούν με προσοχή οι αποχρώσεις του υποβάθρου και της γραμματοσειράς.

Για τους σκοπούς των διαδικτυακών ιστοσελίδων έχουν δημιουργηθεί ειδικές παλλέτες με δημοφιλέστερη την web safe palette. Η web safe palette αποτελείται από 216 ασφαλή για το διαδίκτυο χρώματα, που έχουν επιλεγεί ώστε να μπορούν να εμφανίζονται ίδια για όλα τα λογισμικά και τους φυλλομετρητές. Ενώ έχουν δημιουργηθεί πιο εξελιγμένες και πλήρεις παλλέτες, η web safe palette εξακολουθεί να πλεονεκτεί αφού αποτελεί μια ασφαλή επιλογή που καλύπτει όλες τα πιθανές συσκευές, οθόνες κλπ που μπορεί να έχει ο χρήστης.

Τα ασφαλή για το διαδίκτυο χρώματα δεν έχουν ονόματα, αλλά συνήθως χρησιμοποιείται ένας δεκαεξαψήφιος κωδικός που αποτελείται από τρεις δυάδες χαρακτήρων που αντιστοιχούν στα τρία χρώματα RGB (Red-Green-Blue) Για παράδειγμα το #921947 αντιστοιχεί σε μια ένταση του βιολετί.

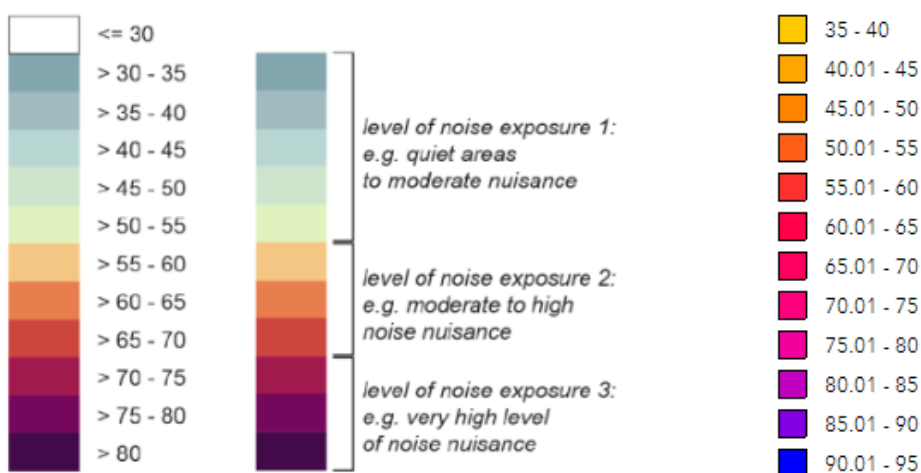


**Εικόνα 47:** Ένταση χρώματος στην κλίμακα HEX, **Πηγή:** <http://www.0to255.com/921947>

Η χαρτογραφική αναπαράσταση του θορύβου δεν είναι μια ιδιαίτερα γνωστή διαδικασία. Αν και τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει ο σχεδιασμός τους σε όλες τις μεγάλες πόλεις της Ευρώπης, χρειάζονται πολλά βήματα για την διάδοση

τους και **ακόμα περισσότερο για την ταύτιση του φαινομένου του θορύβου με χρώματα και γραφικούς συμβολισμούς** στην χαρτογραφία αλλά κυρίτερα στην «συνείδηση» του ανθρώπου. Αυτό δυσκολεύει τις επιλογές για την καλύτερη δυνατή επικοινωνία μεταξύ χάρτη και ανθρώπου.

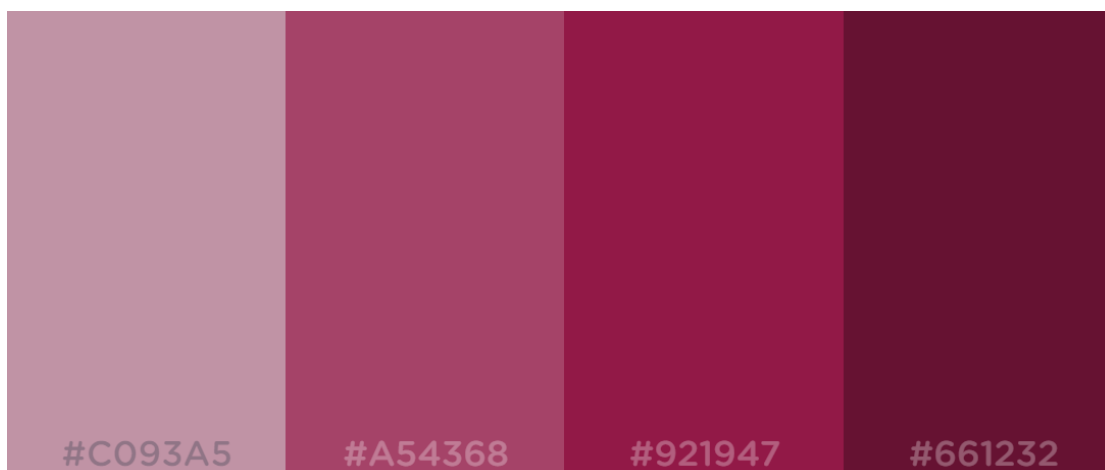
Η ένταση του θορύβου συνήθως καλύπτει ένα μεγάλο εύρος σε decibel ξεκινώντας από τις ήσυχες περιοχές με περίπου 30 dBa μέχρι τις πιο θορυβώδεις αστικές περιοχές με ένταση μεγαλύτερη των 80 dBa. Σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται αποκλίνουσες αποχρώσεις, δηλαδή δύο αντίθετες αποχρώσεις που χρησιμοποιούνται για τον συμβολισμό αποκλίνων τιμών. Παρακάτω φαίνονται παραδείγματα χρωματικών παλλετών σύγχρονων χαρτών θορύβου.



**Εικόνα 48:** Παραδείγματα χρωματικών παλλετών σε χάρτες θορύβου. **Πηγή:** [http://www.coloringnoise.com/theoretical\\_background/new-color-scheme/](http://www.coloringnoise.com/theoretical_background/new-color-scheme/) (αριστερά), <https://maps.bfs.dot.gov/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=a303ff5924c9474790464cc0e9d5c9fb> (δεξιά)

Τα δεδομένα του θορύβου που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μικρού εύρους τόσο για τον ημερήσιο όσο και για τον νυχτερινό θόρυβο. Έτσι δε χρειαζόταν η χρήση της «διπλής» παλλέτας επειδή τα επίπεδα της έντασης αγγίζουν στο σύνολό τους τις «βλαβερές» τιμές. Σύμφωνα με Ευρωπαϊκή μελέτη για τους χάρτες θορύβου (<http://www.carreteros.org/explotacion/2012/6.pdf>), τα επίπεδα θορύβου που είναι ανώτερα των 65 dBa κρίνονται προβληματικά τόσο για την ενόχληση όσο και για τα προβλήματα υγείας που μπορεί να προκαλέσουν. Γι' αυτό για 69 και άνω decibel χρησιμοποιούνται σκούρο κόκκινες και βιολετό αποχρώσεις που να τονίζουν την επικινδυνότητα του υψηλού θορύβου.

Οι αποχρώσεις που επιλέχθηκαν είναι τέσσερις, όσες και οι ζώνες θορύβου. Για την υψηλότερη τιμή επιλέχθηκε μία σκούρα βιολετί απόχρωση και για τις μικρότερες πιο ανοιχτές εντάσεις του βιολετί και του μπορντό. Οι σελίδες Colors (<https://colors.co/>) και 0to255 (<http://www.0to255.com/>) χρησιμοποιήθηκαν για την σύγκριση διάφορων αποχρώσεων και εντάσεων.



**Εικόνα 49:** Τελική επιλογή χρωματικής παλέτας απεικόνισης θορύβου, **Πηγή:** <https://coolors.co/>

Στην σελίδα 0to255 έχεις την δυνατότητα να βλέπεις ταυτόχρονα κάθε απόχρωση με κάθε της πιθανή ένταση. Στο Coolors μπορείς να δεις μαζί όλα τα χρώματα που επιλέγεις και βοήθησε στην σύγκριση και την τελική επιλογή.

## 5.6 Τεχνολογία Επεξεργασίας και Απόδοσης

### 5.6.1 Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών QGIS

Το QGIS είναι ένα ελεύθερο και ανοιχτού κώδικα πρόγραμμα γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (Σ.Γ.Π.) όπου διαχειρίζεται, επεξεργάζεται, αναλύει και οπτικοποιεί γεωγραφικά δεδομένα. Το QGIS δημιουργήθηκε στις αρχές του 2002 ως μέρος του συνολικότερου έργου της **Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)**, μιας μη κερδοσκοπικής και μη κυβερνητικής οργάνωσης με σκοπό την διάδοση της συνεργατικής ανάπτυξης των ανοιχτών γεωχωρικών δεδομένων και προγραμμάτων. Εν γένει, προάγει μία συνολικότερη κουλτούρα ανοιχτής πρόσβασης και διαχείρισης της τεχνολογίας, προερχόμενη από αλλά και προοριζόμενη για τον χρήστη.

Βασίζεται στην C++ και πέρα από τις προσαρμοσμένες βιβλιοθήκες εργαλείων και ιδιοτήτων που περιέχει, μας δίνει πρόσβαση στη SQLite, GDAL, GRASS GIS, PostGIS που μας παρέχουν πρόσβαση σε επιπρόσθετους μορφότυπους δεδομένων. Είναι διαθέσιμο σε πολλά λειτουργικά συστήματα συμπεριλαμβανομένων των Mac OS X, Linux, Unix και Microsoft Windows. Τα τελευταία χρόνια είναι διαθέσιμη και εφαρμογή QGIS για κινητά με δυνατότητα βασικών επεξεργασιών χωρικών δεδομένων.

Οι διαθέσιμες εκδόσεις ανανεώνονται και βελτιώνεται συνεχώς, από εθελοντές προγραμματιστές που απαρτίζουν κύριο μέρος του προσωπικού του προγράμματος. Κάθε χρήστης μπορεί να αναφέρει πιθανά σφάλματα που

εντοπίζουν στο πρόγραμμα. Αν ακόμα είναι γνώστης της C++ μπορεί να αναπτύξει τα δικά του πρόσθετα εργαλεία, να διορθώσει υπάρχοντα και όλα τα αποτελέσματα να είναι διαθέσιμα στους υπόλοιπους χρήστες. Τέλος, υποστηρίζει την γλώσσα προγραμματισμού Python, δίνοντας την δυνατότητα επέκτασης της βασικής λειτουργικότητας και της συγγραφής σεναρίων για την αυτοματοποίηση των λειτουργιών.

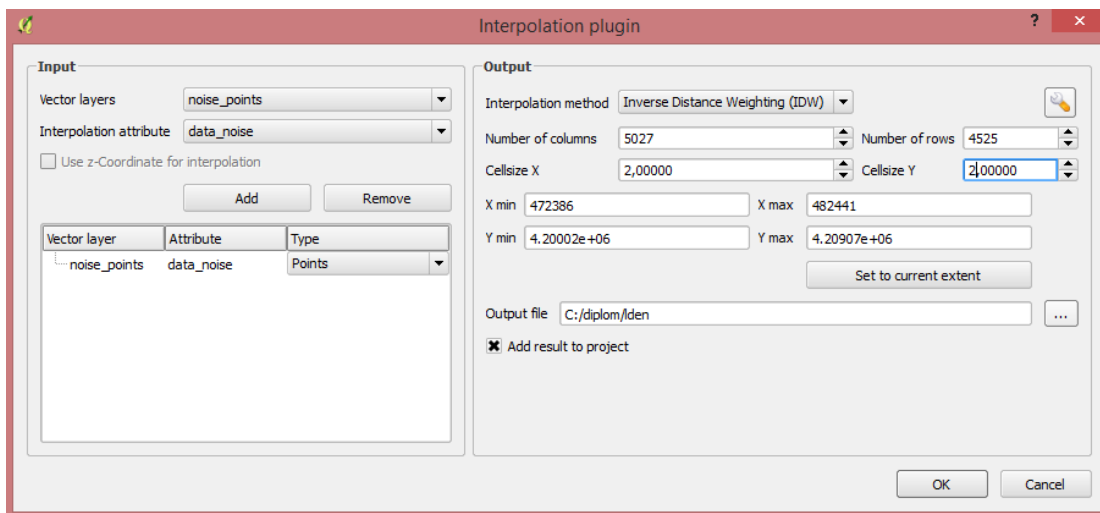
Στο λογισμικό μπορεί να εισαχθούν **διανυσματικά(vector)**, **κανονικοποιημένα(raster)** ή και περιγραφικά δεδομένα και μετά από όποια επεξεργασία να διαμορφωθεί ο τελικός χάρτης όπου μπορεί να εξαχθεί και να δημοσιευτεί. Αναλυτικότερα, τα διανυσματικά δεδομένα είναι αποθηκευμένα ως *shapfiles* με γεωμετρία είτε σημειακή είτε γραμμική είτε πολυγωνιακή. Στον πίνακα χαρακτηριστικών τους είναι αποθηκευμένα γεωγραφικές και περιγραφικές πληροφορίες. Τα κανονικοποιημένα δεδομένα είναι ουσιαστικά πίνακες με στήλες και γραμμές. Κάθε φαντίο αναπαριστά μια γεωγραφική περιοχή και η τιμή κάθε φαντίου αναπαριστά κάποιο χαρακτηριστικό. Συνήθως χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση συνεχών επιφανειών.

Για την διαμόρφωση των χαρτών απεικόνισης του θορύβου ήταν απαραίτητη η επεξεργασία των αρχικών δεδομένων *μορφότυπου .txt* που περιέχουν τις περιγραφικές πληροφορίες: ημερήσιος θόρυβος **L<sub>den</sub>** και νυχτερινός θόρυβος **L<sub>night</sub>** σε decibel. Περιέχουν επίσης τις θέσεις των σταθμών σε **γεωγραφικές συντεταγμένες** στο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς *E.Γ.Σ.Α '87*. Για την επεξεργασία επιλέχθηκε το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών **QGIS** λόγω της ιδιότητας του ως ελεύθερο λογισμικό ανοικτού κώδικα αλλά και λόγω της προσιτότητας του ως πρόγραμμα.

Αρχικά τα δεδομένα εισάγοντα ως *.csv* από το ειδικό παράθυρο διαλόγου «*Add Delimited Text Layer*» στο οποίο μπορεί να δημιουργηθεί θεματικό επίπεδο αντιστοιχίζοντας τις συντεταγμένες *x* και *y* με τις αντίστοιχες στήλες των γεωγραφικών συντεταγμένων του αρχείου. Το αποτέλεσμα είναι ένα θεματικό επίπεδο **σημειακής γεωμετρίας μορφότυπου shapfile** που διατηρεί όλες τις αρχικές του περιγραφικές πληροφορίες. Για τις ανάγκες της διαδραστικότητας των τελικών χαρτών θέλουμε τα σημειακά δεδομένα να αποθηκευτούν και ως **geojson**. Για αυτό τον λόγο δημιουργείτε ένα δεύτερο αρχείο ίδιας πληροφορίας (γεωμετρία και ιδιότητες) σε μορφή *geojson*.

Επόμενο βήμα είναι η μοντελοποίηση του θορύβου για την δημιουργία μιας συνεχής επιφανείας σε όλη την περιοχή μελέτης. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα έχει επιλεγθεί η μέθοδος παρεμβολής **IDW**.

Το θεματικό επίπεδο *data\_noise* αντιστοιχεί στον δείκτη **L<sub>den</sub>**. Η διαδικασία υλοποιήθηκε για τον ημερήσιο και νυχτερινό θόρυβο.

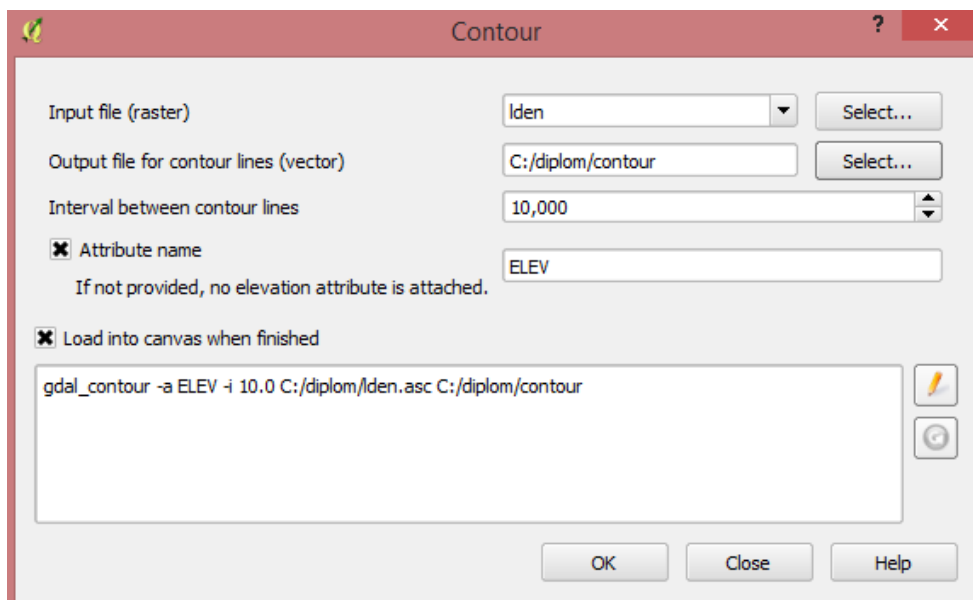


**Εικόνα 50:** Ορισμός τύπου χωρικής παρεμβολής και των ιδιοτήτων της σε περιβάλλον QGIS

Η τελική μορφή του μοντέλου προέκυψε με την προσαρμογή της επιφάνειας στα όρια της περιοχής μελέτης με το εργαλείο «Raster/Extraction/Clipper».

Με βάση τα αποτελέσματα των επιφανειών έγιναν δύο περαιτέρω επεξεργασίες. Η εξαγωγή ισαριθμικών καμπύλων της ένταση του θορύβου και η εξαγωγή ζωνών θορύβου.

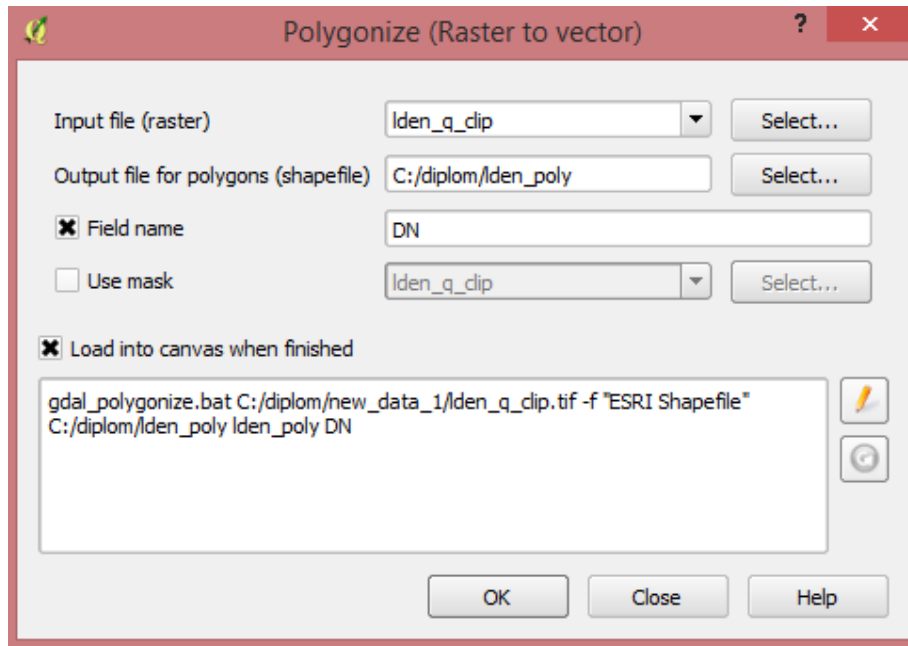
Για την πρώτη περίπτωση, ορίστηκε η ισοδιάσταση σε 2 dba για το πεδίο του ημερήσιου θορύβου.



**Εικόνα 51:** Δημιουργία ισαριθμικών καμπυλών σε περιβάλλον QGIS

Για την δεύτερη επεξεργασία, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Raster to polygon για να μετατρέψει το αρχείο raster πολυγωνικής γεωμετρίας μορφότυπου

shapfile. Τα πολύγωνα-ζώνες δημιουργήθηκαν με βάση το χαρακτηριστικό του θορύβου και κάθε πολύγωνο αντιπροσωπεύει ένα εύρος στην τιμή του.



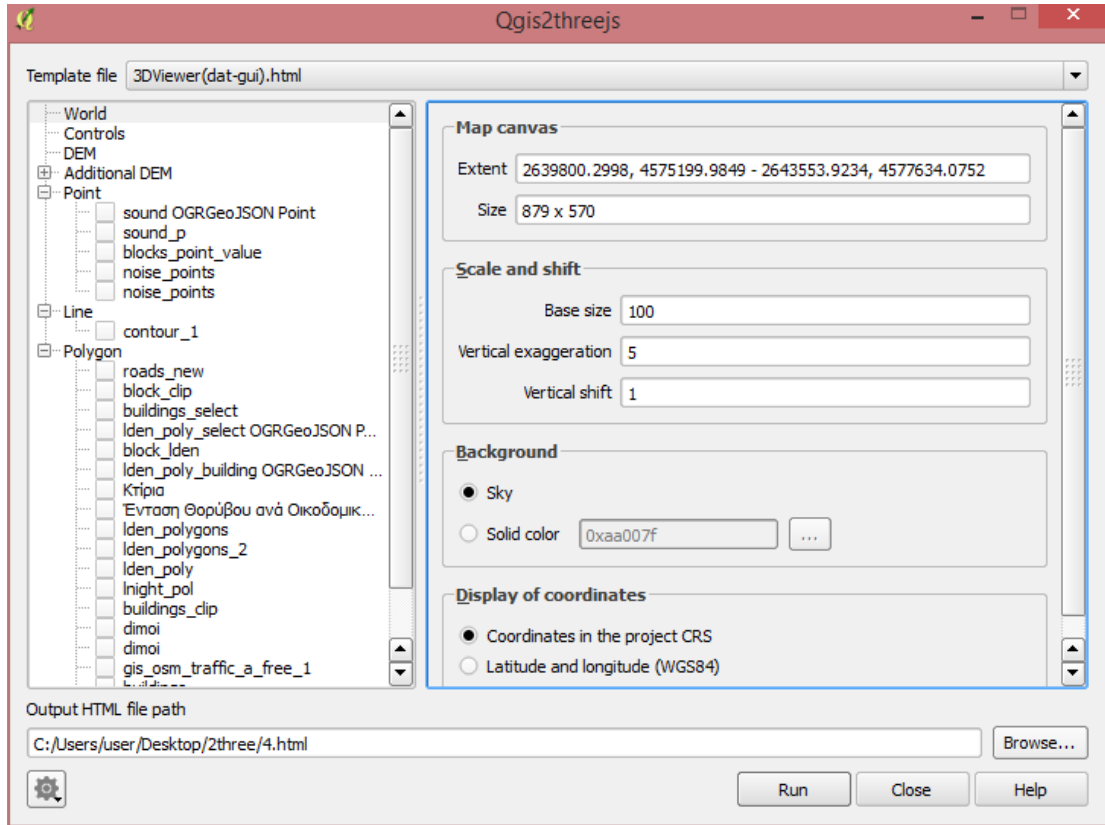
**Εικόνα 52:** Δημιουργία ζωνών θορύβου με μετατροπή του κανονικοποιημένου αρχείου θορύβου σε διανυσματικό, σε περιβάλλον QGIS

Η ίδια διαδικασία έγινε και για το μοντέλο του νυχτερινού θορύβου. Τα πολύγωνα οπτικοποιήθηκαν με διαβάθμιση της έντασης της απόχρωσης που επιλέχθηκε σε προηγούμενη ενότητα, ως προς το γνώρισμα του θορύβου

Με τον τρόπο αυτό είναι διακρίτες οι τέσσερις διαφορετικές ζώνες θορύβου. Για αισθητικούς σκοπούς, συγχώνευτηκαν όσα γειτονικά πολύγωνα ανήκουν στην ίδια ζώνη με το εργαλείο Merge.

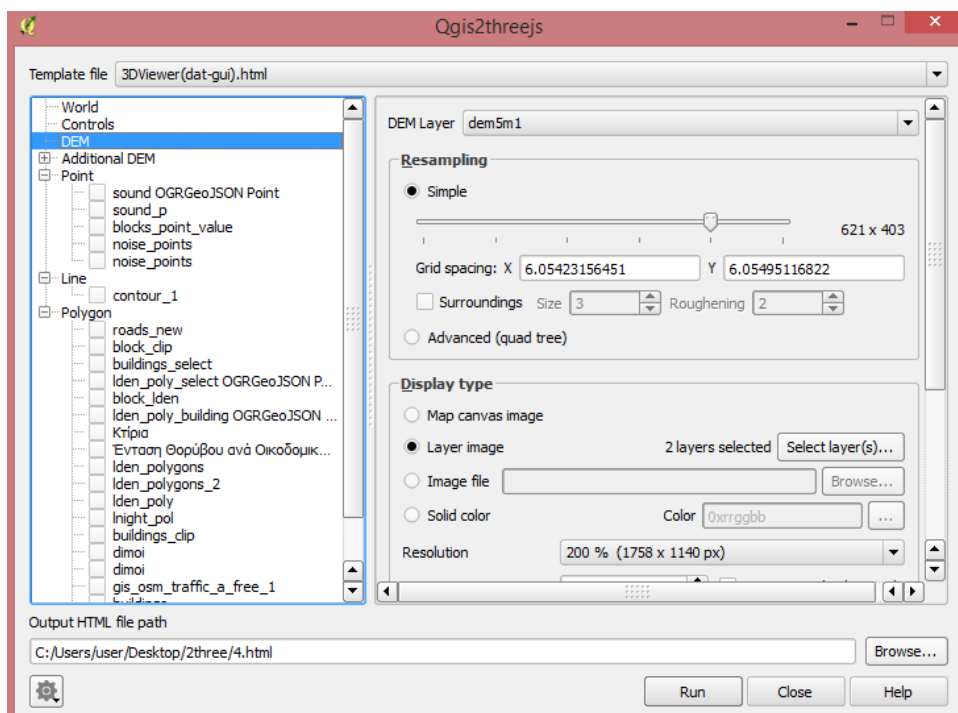


Το εργαλείο **qgis2threejs** είναι ένα εργαλείο του QGIS που αποδίδει θεματικά επίπεδα σε τρισδιάστατη μορφή. Όταν εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου πρέπει να οριστούν οι εξής πληροφορίες: World, Controls, DEM, Additional DEM και τα διανυσματικά επίπεδα που υπάρχουν ήδη στο περιβάλλον εργασίας. Για την επίτευξη μιας αποτελεσματικής οπτικά τρισδιάστατης επιφάνειας οι **απαραίτητες ρυθμίσεις είναι:**



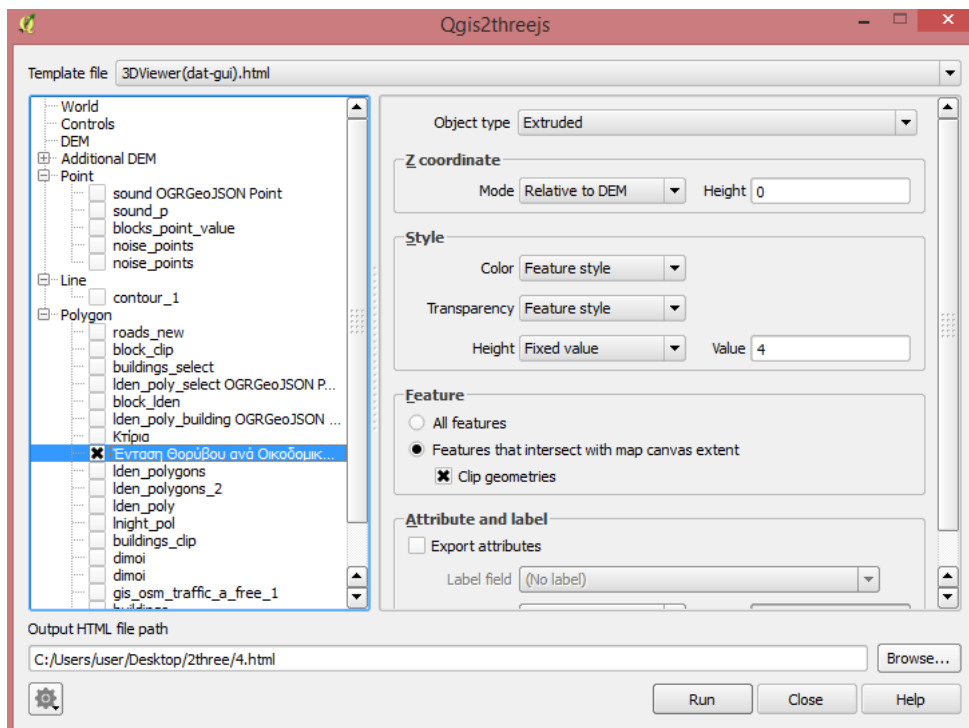
**Εικόνα 53:** Γενικές ρυθμίσεις για τον τελικό τρισδιάστατο χάρτη στο εργαλείο Qgis2threejs

Γενικές ρυθμίσεις της παραγόμενης τρισδιάστατης επιφάνειας. Συγκεκριμένα ορίζεται η κάθετη υπερβολή (vertical exaggeration) που κάνει περισσότερο ή λιγότερο 'αιχμηρή' την τρίτη διάσταση, η απόσταση από την βάση του χάρτη (base size), το μέγεθος του χάρτη κλπ.



**Εικόνα 54:** Ρυθμίσεις για την τρισδιάστατη επιφάνεια στο εργαλείο Qgis2threejs

Ορισμός της επιφάνειας, δηλαδή ορισμός του κανονικοποιημένου αρχείου που θα αναπαρασταθεί τρισδιάστατα. Αντίστοιχα μπορεί να οριστεί και η επιπλέον (additional) επιφάνεια που θα τοποθετηθεί πάνω από την πρώτη.



**Εικόνα 55:** Επιλογή των θεματικών επιπέδων και του τρόπου που θα απεικονίζονται στον χάρτη

Επιλογή των θεματικών επιπέδων που θα απεικονίζονται και με ποιον τρόπο. Είτε θα επικαλύπτει το επιλεγμένο DEM (overlay) είτε θα μοιάζει εξωθημένο (extruded)

ως προς κάποιο χαρακτηριστικό του θεματικού επιπέδου και την τιμή του σε κάθε οντότητα π.χ. τρισδιάστατα σημεία, γραμμές, πολύγωνα

Λαμβάνοντας αυτά υπόψη δημιουργήθηκαν οι τρισδιάστατες επιφάνειες το ψηφιακό μοντέλο τους, είτε τα μοντέλα ημερήσιου και νυχτερινού θορύβου. Σκοπός αυτής της αναπαραστάσης είναι μια ρεαλιστική αίσθηση του φαινομένου, χωρίς παραπάνω επεξηγήσεις για ότι αναπαριστά.

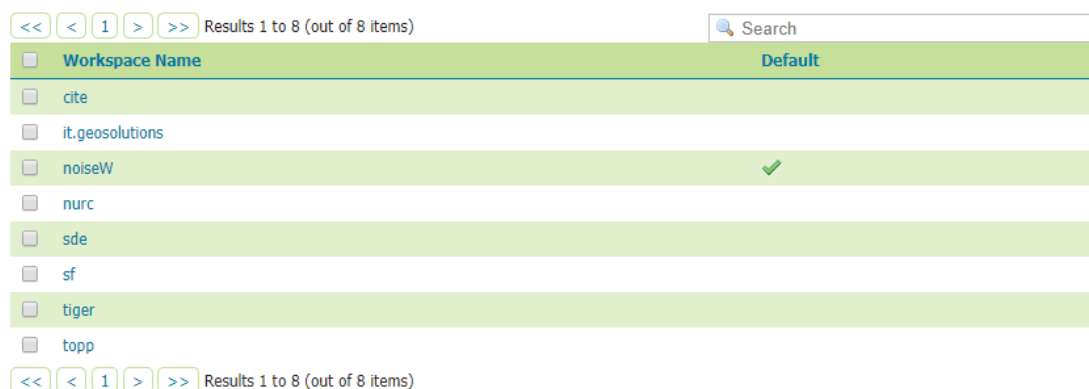
### 5.6.2 Εξυπηρετητής χωρικών δεδομένων και χαρτών Geoserver

Ο **Geoserver** είναι Ελεύθερο Λογισμικό/Λογισμικό Ανοιχτού Κώδικα γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού Java και αποτελεί ένα εξυπηρετητή γεωχωρικών δεδομένων και χαρτών στον οποίο είναι δυνατή η προβολή, η επεξεργασία και η δημοσίευση **χωρικών δεδομένων** και **χαρτών**.

Χρησιμοποιεί τα ανοιχτά πρότυπα της Open Geospatial Consortium(OGC) όπως Web Map Service(WMS), Web Feature Service(WFS), Web Coverage Service(WCS), Style Layer Descriptor(SLD), Geography Markup Language(GML) όπως έχουν αναλυθεί και νωρίτερα κ.α.

Η οργάνωση των δεδομένων στον Geoserver είναι η εξής: Κάθε layer αντιστοιχεί σε ένα θεματικό επίπεδο που πρόκειται να δημοσιευτεί και είναι συνδεδεμένο με μια πηγή δεδομένων. Η κάθε πηγή δεδομένων είναι ορισμένη σε διαφορετικό store. Όλα τα παραπάνω είναι ομαδοποιημένα σε ένα κοινό workspace.

Πρώτο βήμα πριν οποιαδήποτε επεξεργασία είναι η δημιουργία του **workspace**, δηλαδή η δημιουργία ενός εικονικού χώρου που συγκεντρώνει και ομαδοποιεί όλα τα δεδομένα. Αφού του δοθεί ένα μοναδικό όνομα, πρέπει να οριστούν και οι υπηρεσίες που θα υποστηρίζει, όπως WMS,WFS κ.α., ώστε να ορισθούν οι λειτουργίες θα μπορούν να συμβούν στο περιβάλλον του.



**Εικόνα 56:** Διαθέσιμα workspaces στον εξυπηρετητή Geoserver

Στην εικόνα φαίνονται τα διαθέσιμα workspaces. Το noiseW, που είναι ορισμένο και ως προεπιλεγμένο, είναι αυτό που δημιουργήθηκε για την εργασία.

Στην συνέχεια για την δημιουργία ενός **store** επιλέγουμε το είδος των δεδομένων που θέλουμε να εισάγουμε, δηλαδή αν θα είναι διανυσματικά ή κανονικοποιημένα και στην συνέχεια τον μορφότυπό της πηγής των δεδομένων:

### New data source

Choose the type of data source you wish to configure

#### Vector Data Sources

- Directory of spatial files (shapefiles) - Takes a directory of shapefiles and exposes it as a data store
- GeoPackage - GeoPackage
- PostGIS - PostGIS Database
- PostGIS (JNDI) - PostGIS Database (JNDI)
- Properties - Allows access to Java Property files containing Feature information
- Shapefile - ESRI(tm) Shapefiles (\*.shp)
- Web Feature Server (NG) - Provides access to the Features published a Web Feature Service, and the ability to perform transactions on the server (when supported / allowed).

#### Raster Data Sources

- ArcGrid - ARC/INFO ASCII GRID Coverage Format
- GeoPackage (mosaic) - GeoPackage mosaic plugin
- GeoTIFF - Tagged Image File Format with Geographic information
- Gtopo30 - Gtopo30 Coverage Format
- ImageMosaic - Image mosaicking plugin
- WorldImage - A raster file accompanied by a spatial data file

#### Other Data Sources

- WMS - Cascades a remote Web Map Service
- WMTS - Cascades a remote Web Map Tile Service

**Εικόνα 57:** Επιλογές του είδους δεδομένων που θα αντιστοιχούν σε store του εξυπηρετητή Geoserver

Για τα διανυσματικά δεδομένα, η πηγή μπορεί να οριστεί ως ένα κατάλογος δεδομένων (directory), ως μια βάση δεδομένων (database), ένας εξυπηρετητής (server) ή ένα μεμονωμένο αρχείο. Για τα κανονικοποιημένα δεδομένα μπορεί να είναι μεμονωμένα αρχεία διαφορετικών μορφοτύπων. Αν θέλουμε να εργαστούμε στο ίδιο workspace τότε πρέπει να επιλέξουμε μοναδικά ονόματα για κάθε store. Τέλος, ο Geoserver μπορεί να ορίσει ως πηγή δεδομένων μόνο αρχεία που είναι αποθηκευμένα στον φάκελο data\_dir που βρίσκεται στον κατάλογο εγκατάστασής του ή σε άλλη θέση που ορίζεται από τον χρήστη.

Για τη δημοσίευση των δεδομένων πρέπει να δημιουργηθεί η δομή **layer** ή **layer group**. Ένα θεματικό επίπεδο (layer) συνδέεται με μια πηγή δεδομένων και την δημοσιεύει. Ένα σύνολο θεματικών επιπέδων δημιουργεί έναν χάρτη με βάση την δομή layer group. Για όλα τα αρχεία ορίστηκε το γεωδαιτικό σύστημα ΕΓΣΑ'87(EPGS:2100). Τα layers και layer groups που δημιουργήθηκαν είναι :

The image shows two screenshots of the Geoserver web interface. The top screenshot displays three Layer Groups under the 'Workspace' section: 'Map\_Iden', 'Noise\_Points', and 'Map\_Lnight', all with a 'noiseW' store. The bottom screenshot shows a list of 8 Layers with columns for Type, Title, Name, Store, Enabled, and Native SRS.

Type	Title	Name	Store	Enabled	Native SRS
	contour_clip	noiseW:contour_clip	con_iden	✓	EPSG:2100
	Iden_q_clip	noiseW:Iden_q_clip	Iden	✓	EPSG:2100
	lnight_clip	noiseW:lnight_clip	Lnight	✓	EPSG:2100
	noise_all_d	noiseW:noise_all_d	noise_all_d	✓	EPSG:2100
	noise_multi	noiseW:noise_p_night	noise_p_night	✓	EPSG:2100
	noise_points	noiseW:noise_points	new_data_1_data_dir	✓	EPSG:2100
	orio	noiseW:orio	new_data_1_data_dir	✓	EPSG:2100
	dimoi	noiseW:perioxi_meletis	perioxi_meletis	✓	EPSG:2100

**Εικόνα 58:** Τα Layers και Layer Groups που δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της εργασίας στον εξυπηρετητή Geoserver

Τα τρία layer groups δημιουργήθηκαν από συνδυασμούς layer ώστε να διαμορφωθεί ένας χάρτης. Οι χάρτες Map\_Iden και Map\_Lnight αποτελούνται από τα μοντέλα ημερήσιου και νυχτερινού θορύβου αντίστοιχα και από τα διοικητικά όρια της περιοχής μελέτης. Ο χάρτης Noise\_Points περιλαμβάνει τους σταθμούς μέτρησις θορύβου και τα διοικητικά όρια της περιοχής μελέτης. Σε κάθε layer group επιλέγεται η διάταξη των επιπέδων και ο συμβολισμός που εφαρμόζεται.

Ο συμβολισμός των θεματικών επιπέδων βασίζεται στο πρότυπο SLD της OGC. Τα αρχεία τύπου sld είναι βασισμένα στην γλώσσα επισήμανσης xml που χαρακτηρίζεται από την απλότητά της και την χρησιμότητά της στο να περιγράψει δομές δεδομένων. Έτσι και τα τύπου sld είναι ευανάγνωστα και εύκολο στην προσαρμογή τους στις ανάγκες του κάθε χάρτη. Για κάθε θεματικό επίπεδο δημιουργήθηκε και ένα αρχείο τύπου sld. Για τα διανυσματικά δεδομένα διαμορφώνονται στα στοιχεία της απόχρωσης, για το «γέμισμα»(fill) και για το περίγραμμα(stroke), τα μεγέθη τους(size), η αδιαφάνεια(opacity), η γραμματοσειρά(font) είτε για όλες τις τιμές του επιπέδου είτε ως προς κάποιο χαρακτηριστικό του. Χρήσιμες ήταν και οι επιλογές φίλτρων εντός των κανόνων συμβολισμού ώστε να επιλεγεί κάποιο χαρακτηριστικό ενός επιπέδου για συμβολισμό ή οι συγκριτικοί τελεστές. Για παράδειγμα, για την δημιουργία των αναλογικών συμβόλων επιλέχθηκε το φίλτρο `<ogc:PropertyName>data_noise</ogc:PropertyName>` δηλαδή οι τιμές του θορύβου και ο τελεστής `<ogc:PropertyIsEqualTo>` με το οποίο μπορείς να δώσεις διαφορετικές τιμές στις μεταβλητές, όπως το μέγεθος, για κάθε οντότητα του θεματικού επιπέδου.

### 5.6.3 Βιβλιοθήκη δημιουργίας χάρτη Leaflet

Η Leaflet (<https://leafletjs.com/>) είναι μία ανοιχτού κώδικα βιβλιοθήκη Javascript, σχεδιασμένη για να δημιουργεί εφαρμογές διαδικτυακών χαρτών. Υποστηρίζει πλατφόρμες επιτραπέζιων και φορητών υπολογιστών, αξιοποιώντας την HTML5 και την CSS3 σε σύγχρονους φυλλομετρητές, συνεχίζοντας όμως να είναι διαθέσιμη και σε πιο παλιούς. Είναι απλή, χωρίς να απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις στην Javascript. Ταχύτατη στην χρήση, αφού μπορεί να καταφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα μόνο με λίγες γραμμές κώδικα. Εύληπτη και εύκολα κατανοητή.

Είναι μικρή αλλά καλύπτει όλα τα αναγκαία στοιχεία ενός σύγχρονου διαδικτυακού χάρτη, ενισχύοντας το περιεχόμενό της συνεχώς με νέες επεκτάσεις. Όπως αναγράφεται και στην σελίδα της βιβλιοθήκης: *«Η Leaflet δεν προσπαθεί να κάνει τα πάντα για όλους. Εστιάζει στο να κάνει τα βασικά πράγματα να λειτουργούν τέλεια»*. Έχει πολύ αναλυτικό API και μια σειρά ολοκληρωμένων παραδειγμάτων χαρτών που βοηθούν στην κατανόηση. Για όλους τους παραπάνω λόγους μπαίνει πολύ συχνά στην σύγκριση με την Open Layers, η οποία διαθέτει ένα τεράστιο εύρος εντολών και εργαλείων.

Μέσω της βιβλιοθήκης οπτικοποιούνται διανυσματικά δεδομένα, κανονικοποιημένα και διανυσματικά δεδομένα. Υποστηρίζει τους εξής μορφότυπους : **GeoJSON**, **TopoJSON**, **KML**, **CSV**. Οι υπηρεσίες WMS υποστηρίζονται μέσω της εντολής TileLayer.WMS που συνήθως χρησιμοποιείται για να καλέσει μία WMS υπηρεσία μέσω ενός εξυπηρετητή. Οι υπηρεσίες WFS δεν καλούνται άμεσα, μόνο μέσω πρόσθετων λειτουργιών.

Στην εργασία η βιβλιοθήκη Leaflet χρησιμοποιήθηκε ως μέσο σύνδεσης όλων των δεδομένων και επεξεργασιών που έχουν αναλυθεί μέχρι τώρα. Συνδέει δηλαδή τα αρχεία που παρήχθησαν στο QGIS, και που αργότερα τους δόθηκε ένας τρόπος απεικόνισης στο Geoserver με τον οποίο και δημοσιεύτηκαν, με τον φυλλομετρητή. Διαμορφώνει το περιβάλλον στο οποίο θα αναπαρασταθούν, εμπλουτίζοντάς τα με ιδιότητες διεύθυνσης για την παρουσία τους στο διαδίκτυο, κάνοντας διαδραστική την εμπειρία του διαδικτυακού χάρτη. Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε είναι η 1.3.4.

Το περιβάλλον αποτελείται από το υπόβαθρο και τα θεματικά επίπεδα που έχουν δημιουργηθεί. Η Leaflet (client-side λογισμικό) ως πελάτης ζητάει από τον Geoserver τα θεματικά επίπεδα που θέλει να απεικονίσει, μέσω της WMS. Η διαδραστικότητα πραγματοποιήθηκε μέσω των εντολών που αναλύονται αργότερα.

Πρώτο βήμα είναι ο ορισμός του κέντρου του υποβάθρου

```
center: [ 37.9920, 23.7415 ],  
zoom: 13
```

Ως υπόβαθρο ορίστηκαν οι grayscale, outdoors, dark χάρτες της OpenStreetMap με URL= <https://api.tiles.mapbox.com/v4/{id}/{z}/{x}/{y}.png> και ένα μοναδικό id για κάθε είδος.

Με την εντολή L.control προστέθηκε η αριθμητική κλίμακα :

```
L.control.scale().addTo(mymap);
```

Στην συνέχεια, καλέστηκαν τα layers που έχουν δημοσιευτεί στο εξυπηρετητή Geoserver μέσω της υπηρεσίας wms. Ενδεικτικά :

```
var wmsLayer1 =  
L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/noiseW/wms", {  
    layers: 'noiseW:Map_1den',  
    format: 'image/png',  
    transparent: true  
}).addTo(mymap);
```

Οι δυνατότητες που προσφέρουν τα αρχεία μορφότυπου geojson είναι αξιοσημείωτες για την απόδοση διαδραστικών διαδικτυακών χαρτών. Η εισαγωγή και αξιοποίησή τους κρίθηκε απαραίτητη. Παρακάτω φαίνεται ο τρόπος εισαγωγής των σταθμών μέτρησης θορύβου μορφής geojson εμπριέχοντας βασικές ιδιότητες της φύσης των geojson :

```
L.geoJson(geojson, {  
    onEachFeature: onEachFeature,  
    pointToLayer: function (feature, latlng) {  
        return L.circleMarker(latlng, geojsonstyle);  
    }  
}).addTo(mymap);
```

Αναλυτικότερα για κάθε στοιχείο, η λειτουργία pointToLayer, για κάθε γεωγραφικό πλάτος και μήκος(latlng) ενός σημείου, επιστρέφει τον συμβολισμό που του έχουμε ορίσει. Σε αυτή την περίπτωση μέσω του geojsonstyle:

```
var geojsonstyle = {  
    radius: 6,  
    fillColor: "#A51748",  
    color: "#000",  
    dashArray: '3',  
    weight: 1,  
    opacity: 0,  
    fillOpacity: 0  
};
```

Η επιλογή onEachFeature είναι μία συνάρτηση που καλείται ανά οντότητα πριν ακόμα προστεθεί το αρχείο geojson στον χάρτη. Όπως φαίνεται, ορίζεται, ως μεταβλητή, το περιεχόμενο ενός αναδυόμενου παραθύρου που θα μας δίνει την

αριθμητική τιμή μιας περιγραφικής ιδιότητας όπως του θορύβου σε μια συγκεκριμένη οντότητα, σύμφωνα με την τιμή του πεδίου του θορύβου(`feature.properties.data_noise`). Η λειτουργία του αναδυόμενου παραθύρου ενεργοποιείται όταν γίνεται «κλικ» σε κάθε σημείο.

```
function onEachFeature(feature, layer) {
  var popupContent = "<p> Ημερήσιος θόρυβος: "+
    feature.properties.data_noise + " dBa</p>";
```

```
  if (feature.properties && feature.properties.popupContent)
    {popupContent += feature.properties.popupContent;}
  layer.bindPopup(popupContent);
}
```

Αξιοποιήθηκε στους χάρτες του ημερήσιου και νυχτερινού θορύβου με χρήση αναλογικών συμβόλων και στον χάρτη θορύβου ανά οικοδομικό τετράγωνο. Όπως είναι κατανοητό, η επιλογή `onEachFeature` είναι πολύ σημαντική για την διαδραστικότητα στην λήψη πληροφοριών και κατ'επέκταση του χάρτη.

Στην εφαρμογή ορίστηκε λειτουργία «επισήμανσης» (`highlighting`) των πολυγώνων όταν ο κέρσορας «αιωρείται» πάνω από κάποιο πολύγωνο. Εφαρμόστηκε στους χάρτες ζωνών θορύβου και θορύβου ανά οικοδομικό τετράγωνο. Κάθε φορά που βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο πολύγωνο τότε αυτό αλλάζει απόχρωση, αδιαφάνεια και μέγεθος περιγράμματος. Με το `e.target` μας επιστρέφεται το στοιχείο από το οποίο η λειτουργία ενεργοποιείται, δηλαδή το πολύγωνο στο οποίο βρίσκεται ο κέρσορας. Σε αυτό το στοιχείο εκχωρείται ο νέος συμβολισμός «επισήμανσης».

```
function highlightFeature(e) {
  var layer = e.target;
  layer.setStyle({
    weight: 4,
    color: '#3d3d3d',
    fillOpacity: 0.6
  });
  if (!L.Browser.ie && !L.Browser.opera && !L.Browser.edge)
  {
    layer.bringToFront();
  }
}
```

Επίσης, το πολύγωνο πρέπει να ξανααποκτήσει τον προκαθορισμένο συμβολισμό όταν ο κέρσορας μετακινηθεί σε επόμενο πολύγωνο.

```
function resetHighlight(e) {
  geojson.resetStyle(e.target);
}
```



Τέλος, για να αντιστοιχηθούν με τις λειτουργίες *mouseover* και *mouseout* του αρχείου *geojson* :

```
layer.on({
  mouseover: highlightFeature,
  mouseout: resetHighlight
});
```

Για την εισαγωγή του ήχου εξετάστικαν διάφορες εκδοχές που κατέληξαν στα παρακάτω βήματα. Το αποτέλεσμα είναι ότι όταν κέρσορας τοποθετείτε σε οποιοδήποτε πολύγωνο ζώνης θορύβου, τότε ξεκινάει η αναπαραγωγή ήχου, αντίστοιχης έντασης με εκείνη που αναπαριστά. Όταν ο κέρσορας απομακρυνθεί από αυτό, τότε ο ήχος σταματάει. Για την ολοκλήρωση αυτής της λειτουργικότητας χρησιμοποιήθηκαν οι εξής εντολές :

Στην αρχή του σεναρίου δημιουργήθηκε ένα αντικείμενο *audio*, στο οποίο όμως δεν ορίστηκε κάποιο περιεχόμενο ή κάποιο ηχητικό αρχείο.

```
var audio = document.createElement('audio');
```

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε η λειτουργία *SoundStyle* στην οποία, ανάλογα με την τιμή του θορύβου, εγχωρείτε στο αντικείμενο *audio* μία πηγή ηχητικού αρχείου. Το *props.DN* αντιστοιχεί στο χαρακτηριστικό *DN* (που είναι ο ημερήσιος θόρυβος) των *properties* του αρχείου *geojson* των πολυγώνων. Τέλος, αφού έχει καταταχθεί στην κατηγορία που ανήκει, ξεκινάει η αναπαραγωγή αυτού του αρχείου ήχου (*audio.play*). Τα αρχεία ήχου είναι 4, όσες και οι ζώνες, και είναι αποθηκευμένα στον ίδιο φάκελο προορισμού με αυτό του *JavaScript* αρχείου.

```
function SoundStyle(props) {
  if( props.DN < 73 ) {
    audio.src = 'sound/streets73.mp3';
  }else if ( props.DN <= 76 ) {
    audio.src = 'sound/streets76.mp3';
  }else if( props.DN <= 79 ) {
    audio.src = 'sound/streets79.mp3';
  }else if( props.DN <= 82 ) {
    audio.src = 'sound/streets.mp3';
  }
  audio.play();
};
```

Μετά τον ορισμό της παραπάνω λειτουργίας, πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος ώστε να ενεργοποιείτε, όταν ο κέρσορας σύρετε πάνω από κάθε πολύγωνο. Για αυτό τον σκοπό αξιοποιήθηκαν οι ήδη ορισμένες λειτουργίες **highlightFeature** και **resetHighlight**.

Για την αναπαραγωγή του ήχου:

```
function highlightFeature(e) {
  var layer = e.target;
  ...
```

```
SoundStyle(layer.feature.properties);
}
```

Για την παύση του ήχου :

```
function resetHighlight(e) {
    geojson.resetStyle(e.target);
    audio.pause();
}
```

Τέλος, οι παραπάνω λειτουργίες πρέπει να ισχύουν για κάθε οντότητα και να αντιστοιχηθούν με τα «συμβάντα» mouseover και mouseout( όταν ο κέρσορας βρίσκεται και φεύγει από κάποιο συγκεκριμένο σημείο του χάρτη). Έτσι διαμορφώθηκε η λειτουργία onEachFeature ώστε να καλύπτει τις παραπάνω απαιτήσεις και συμπεριλήφθηκε στον ορισμό του αρχείου geojson κατά την εισαγωγή του, όπως ακριβώς εξηγήθηκε και παραπάνω :

```
function onEachFeature(feature, layer) {
    layer.on({
        mouseover: highlightFeature,
        mouseout: resetHighlight
    });
}
```

Το geojson αρχείο τελικά εισάγεται στον χάρτη :

```
geojson=L.geoJson(poly_lden, {
    onEachFeature:onEachFeature,
    style:style
}).addTo(mymap);
```

Η προσθήκη του υπομνήματος έγινε με δύο διαφορετικούς τρόπους. Στην περίπτωση των ζωνών θορύβου που διαμορφώθηκε μέσω σεναρίων javascript, ενώ στις υπόλοιπες καλέστηκε ένα WMSgetLegend από τον εξυπηρετητή Geoserver.

```
var legend = L.control({position: 'bottomright'});
legend.onAdd = function (mymap) {
    var div = L.DomUtil.create('div', 'info legend');
    div.innerHTML += "...";
    ...
return div;
};
legend.addTo(mymap);
```

Για το υπόμνημα που καλείται από τον Geoserver :

```
div.innerHTML += "<img
src='http://localhost:8080/geoserver/wms?REQUEST=GetLegen
```

```
dGraphic&VERSION=1.0.0&FORMAT=image/png&WIDTH=20&HEIGHT=20&LAYER=noiseW:lden_q_clip' > "
```

Τα στοιχεία της υπηρεσίας είναι :

Είδος του Request: **GetLegendGraphic**

Έκδοση: **1.0.0**

Τύπος αρχείου: image/png

Διαστάσεις: **WIDTH=20&HEIGHT=20**

Layer Αναφοράς: **lden\_q\_clip**

Για το υπόμνημα των ζωνών θορύβου ορίζουμε τα στοιχεία :

```
grades = [70,73,76,79], οι τιμές του υπομνήματος  
labels = [ '<strong> ΥΠΟΜΝΗΜΑ <br>ΕΝΤΑΣΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ  
</br></strong> || decibel(dBa)<br> </br> ' ], ο τίτλος του υπομνήματος
```

```
labels.push(' <i style="background:' + getColor(from + 1) +  
'"></i> ' + from + (to ? '&ndash;' + to + ' dBa' : '&ndash;82  
dBa' )); τα εύρη των τιμών
```

```
Έτσι div.innerHTML= labels.join(' <br>');
```

#### 5.6.4 Εφαρμογές Noise Capture- Voice Recorder

Οι εφαρμογές Noise Capture και Voice Recorder χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό την ηχογράφηση θορύβου σε αστικό χώρο προκειμένου να συμμετέχουν στην διαδραστική αναπαραγωγή ήχου. Πρόκειται για καθημερινούς ήχους που συντελούν το ηχητικό τοπίο όσων ζουν ή δραστηριοποιούνται σε ένα μεγάλο αστικό ιστό όπως οι δήμοι της περιοχής μελέτης. Η χρήση ρεαλιστικού ήχου συνοδεύει την εμπειρία αναπαραστάσης του θορύβου και ενδυναμώνει τις αισθήσεις μας έτσι ώστε να κατανοήσουμε βαθύτερα την αλληλοσύνδεση του με τον αστικό χώρο.

Η Noise Capture είναι μέρος του συνολικότερου project της Noise Planet. Μέσω της εφαρμογής μπορείς να μετρήσεις τον θόρυβο σε decibel και τον χρόνο μέτρησης, να καταγράψεις την τοποθεσία σου και να αξιολογήσεις πόσο ευχάριστοι ή δυσάρεστοι ήταν οι ήχοι. Στην συνέχεια έχεις την δυνατότητα να δημοσιεύσεις τα αποτελέσματά σου στους Κοινοτικούς Χάρτες (Community Maps), χάρτες που δείχνουν crowd-sourcing δεδομένα σε παγκόσμιο επίπεδο. Τέλος, παρέχεται ένα ελεύθερου κώδικα λογισμικό που μοντελοποιεί τον θόρυβο.

Η ηχογράφηση έγινε μεσημβρινές ώρες σε κεντρικό οδικό δίκτυο. Με την εφαρμογή Voice Recorder έγινε η ηχογράφηση ενώ με την Noise Capture μετρήθηκαν τα decibel σε 81,8 και οι καταγεγραμμένες θέσεις σε γεωγραφικές συντεταγμένες. Η ηχογράφηση και η μέτρηση της έντασης έγιναν ταυτόχρονα.

### 5.6.5 Audacity

Το Audacity είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα για την ηχογράφιση και επεξεργασία του ήχου'.

Το αρχείο ήχου που μετρήθηκε με τις εφαρμογές κινητού ήταν 81,8 dBa. Χρησιμοποιήθηκε για την ζώνη θορύβου 79-82 dBa. Για να αποκτήσουμε το ίδιο αρχείο, και για τις υπόλοιπες ζώνες πρέπει να μειωθούν τα decibel. Αυτό υλοποιήθηκε με το εργαλείο κανονικοποίησης έντασης ήχου του προγράμματος Audacity.

### 5.7 Διαμόρφωση σελίδας με HTML/CSS

Για την διαμόρφωση της δομής και της εμφάνισης της ιστοσελίδας της χαρτογραφικής εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν οι γλώσσες HTML και CSS αντίστοιχα. **HTML** (HyperText Markup Language ή Γλώσσα Σήμανσης Υπερκειμένου) είναι μία γλώσσα σήμανσης για την οργάνωση πληροφοριών που δεν ακολουθούν ένα γραμμικό τρόπο παράθεσης. Με το όρο «υπερκείμενο» εννοείται ένα μη γραμμικό κείμενο που δημιουργεί διακλαδώσεις και επιτρέπει την επιλογή στον αναγνώστη, με καλύτερη ανάγνωση μέσω μιας διαδραστικής οθόνης. Πρόκειται για μια σειρά από κομμάτια κειμένου που συνδέονται με links και καθένα προσφέρει διαφορετικό μονοπάτι στον αναγνώστη (Nelson, 1965).

Η HTML αποτελείται από τα στοιχεία που περιέχονται μέσα σε <> και αποκαλούνται tags(ετικέτες). Υπάρχουν οι ετικέτες έναρξης , όπως <head>, και οι ετικέτες λήξης, όπως </head> που δηλώνουν την έναρξη και λήξη του στοιχείου. Ενδιάμεσα των ετικετών, παρατίθεται το περιεχόμενο έχει σε μορφή κώδικα.

Ένας φυλλομετρητής διαβάζει το έγγραφο HTML, αναγνωρίζει την κάθε ετικετὰ λόγω της χαρακτηριστικής ονομασίας, και ερμηνεύει το περιεχόμενο. Τελικά, το περιεχόμενο παρουσιάζεται στην σελίδα που συντέθηκε, χωρίς την αναγραφή ετικετών. Σε διαφορετικούς φυλλομετρητές μπορεί το αποτέλεσμα να διαφέρει.

Οι κύριες ετικέτες της html είναι :

- ο Η ετικέτα <html> δηλώνει στον φυλλομετρητή ότι πρόκειται για αρχείο που περιέχει πληροφορία σε HTML. Αντίστοιχα, η </html> ότι η πληροφορία αυτή ολοκληρώθηκε.
- ο Με το στοιχείο <head> ξεκινά το πρώτο μέρος του αρχείου. Σε αυτό το έγγραφο περιέχονται ετικέτες όπως η <title> για τον τίτλο του εγγράφου , η <style> για την εμφάνιση στοιχείων, η <meta> για τα μεταδεδομένα του εγγράφου.
- ο Με το στοιχείο <body> ξεκινά το κύριο μέρος του αρχείου, που έχει το περιεχόμενο του εγγράφου. Ότι υπάρχει εντός αυτής της ετικέτας είναι και ότι εμφανίζεται στον φυλλομετρητή. Ενσωματώνονται και σενάρια γραμμένα σε javascript που προσδίδουν διαδραστικότητα στην συμπεριφορά της σελίδας.

Στην σελίδα που διαμορφώθηκε, η ετικέτα <head> αποτελείται από :

- ο τον τίτλο του εγγράφου
- ο τα μεταδεδομένα του εγγράφου
- ο την εμφάνιση τμημάτων της σελίδας όπως :

```
<style>#map { height:100vh;width: 80vw;position:absolute;
right:0;cursor: pointer;}
```

συνδέσμους εξωτερικών φύλλων εμφάνισης όπως:

```
<link rel="stylesheet" href="mystyle.css" type="text/css">
```

σενάρια για τον καθορισμό javascripts από την πλευρά του πελάτη(client-side)

```
<script
src=https://unpkg.com/leaflet@1.3.4/dist/leaflet.js
</script>
```

Η ετικέτα <body> περιέχει το περιεχόμενο και αποτελεί το μεγαλύτερο τμήμα του εγγράφου αφού συγκεντρώνει οτιδήποτε θέλουμε να εμφανιστεί στον φυλλομετρητή, συμπεριλαμβανομένων των εντολών της javascript. Αρχικά η σελίδα είναι «χωρισμένη» σε δύο μέρη, το main και το menu. Αυτό γίνεται με το στοιχείο <div> που δημιουργεί διακριτές περιοχές στην σελίδα.

Το **main** ορίζει τον χώρο παρουσίασης της χαρτοσύνθεσης, και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος στην οθόνη. Είναι το τμήμα που διαμορφώνονται οι χάρτες μέσω των σεναρίων της javascript(leaflet).

Το **menu** είναι ένας χώρος που περιέχει τον κατάλογο των χαρτών σε μορφή accordion, μια από τις πιο διαδεδομένες μορφές περιεχομένων στην html. Κάθε επιμέρους τμήμα του menu αποτελείται από τον τίτλο αυτού που θέλει να δείξει και τη σύνδεσή του με άλλο html αρχείο. Ενδεικτικά :

```
<h3> Σταθμοί Μετρήσεων Θορύβου </h3>
```

```
<div
```

```
<p><a href="file:///C:\example_all\Noise_Points.html">Σταθ
μοί Μετρήσεων Θορύβου </a></p> </div>
```

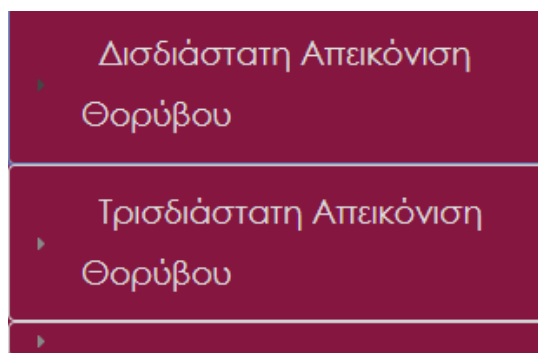
Για τις ανάγκες της σελίδας, έχουν διαμορφωθεί πολλάπλα έγγραφα .html που καθένα, στο τμήμα main αποτελείται από διαφορετικές εντολές, εστί ώστε να προκύψουν όλοι οι χάρτες που θα οπτικοποιούν το φαινόμενο του ήχου. Για κάθε έγγραφο, όλες οι υπόλοιπες πληροφορίες παράμενουν ίδιες, συμπεριλαμβανομένου και το menu. Το αποτέλεσμα είναι ότι κάθε φορά που θα επιλέγεται και θα καλείται από το menu ένας διαφορετικός χάρτης, θα ανανεώνεται μόνο το περιεχόμενο του main. Αυτό δίνει στον χρήστη μια συνολική εικόνα της εφαρμογής και επιταχύνει τον χρόνο περιήγησης στην σελίδα.

Πέρα από την σωστή οπτικά δομή, πρέπει να οριστεί και ο τρόπος εμφάνισης του αρχείου. Αυτό γίνεται με την **CSS** (Cascading Style Sheets ή Διαδοχικά Φύλλα Ύφους), μια γλώσσα υπολογιστή που καθορίζει την εμφάνιση ενός εγγράφου που είναι γραμμένο με γλώσσα σήμανσης. Με την CSS μπορεί να οριστεί η απόχρωση, η στοίχιση, το μέγεθος, η γραμματοσειρά κλπ και οτιδήποτε άλλο χρειάζεται και την αισθητική αναβάθμιση της σελίδας.

### 5.8 Παρουσίαση Εφαρμογής

Οι ενέργειες που προηγήθηκαν οδήγησαν στην διαμόρφωση της σελίδας περιήγησης στο χάρτες απεικόνισης του αστικού ήχου. Παρακάτω παρουσιάζεται η δομή της σελίδας .

Όταν η σελίδα φορτώνει, εμφανίζεται το αρχικό μενού μορφής ακορντεόν που χωρίζει τους χάρτες σε δισδιάστατους και τρισδιάστατους.



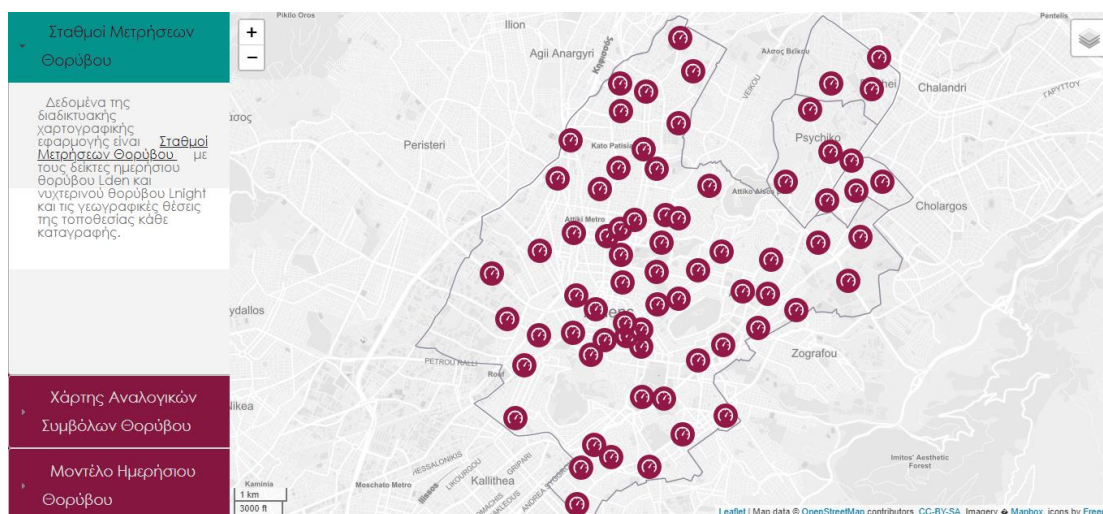
**Εικόνα 59:** Αρχικό μενού περιήγησης στην σελίδα-Επιλογή μεταξύ δισδιάστατων και τρισδιάστατων απεικονίσεων

Κάθε επιλογή οδηγεί σε ένα νέο περιβάλλον που αποτελείται από το τμήμα του μενού, με τις επιλογές προβολής των χαρτών (menu) και από το τμήμα που προβάλλεται ο χάρτης (main). Το μενού κάθε κατηγορίας είναι:

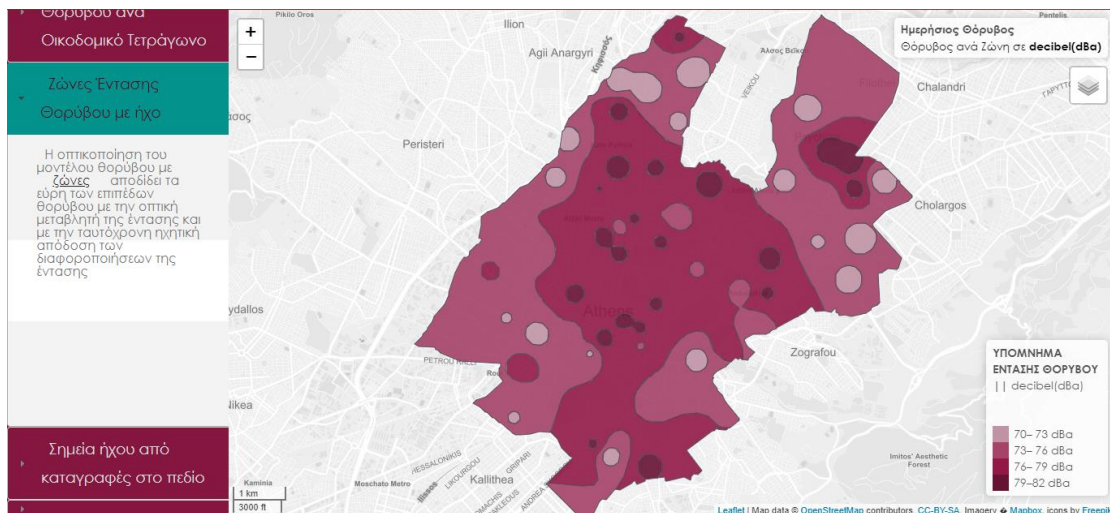


**Εικόνα 60:** Μενού διςδιάστατων (αριστερά) και τρισδιάστατων (δεξιά) χαρτών

Οι χάρτες των αναλογικών συμβόλων, των ζωνών έντασης θορύβου ανά Οικοδομικό Τετράγωνο και των ζωνών με ήχο έχουν την δυνατότητα απόδοσης πληροφοριών για την ένταση του θορύβου σε dBa, πατώντας πάνω στο θεματικό επίπεδο αναφοράς. Στον τελευταίο χάρτη ήχου, όπως αναφέρθηκε, όταν ο κέρσορας βρίσκεται πάνω από κάποιο πολύγωνο(ζώνη) τότε ξεκινά η αναπαραγωγή του αρχείου ήχου που αναλογεί. Η διαδραστικότητα των χαρτών βοηθάει τον χρήστη να αντλήσει πρόσθετες πληροφορίες και αποτελεί κίνητρο για την παραπάνω περιήγησή του στους χάρτες.



**Εικόνα 61:** Τελικός χάρτης σταθμών μετρήσεως θορύβου

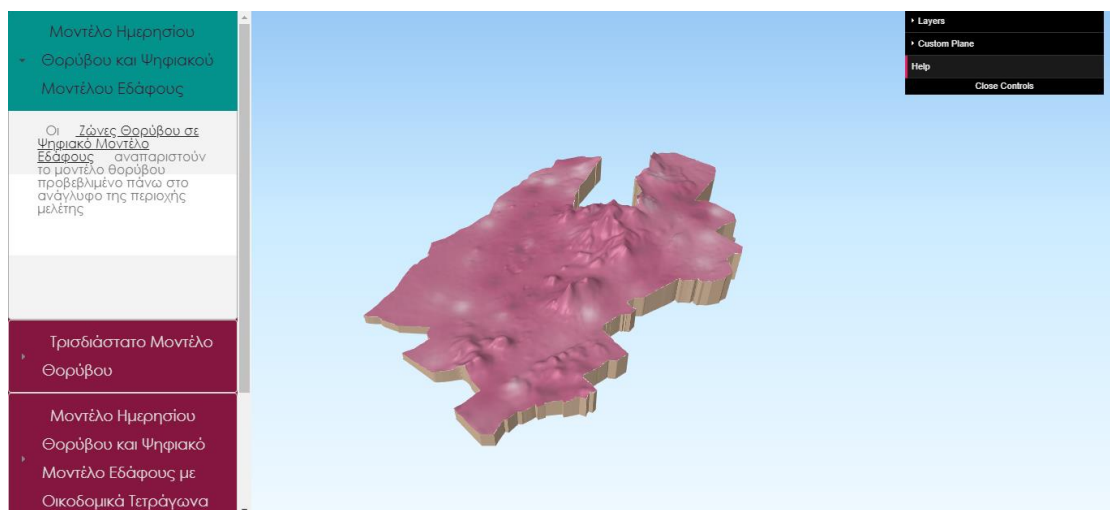


**Εικόνα 62:** Τελικό χάρτης ζωνών έντασης θορύβου

Και στα δύο είδη απεικονίσεων, ο χώρος που καταλαμβάνει το μέρος του μενού και το μέρος του χάρτη είναι το ίδιο.

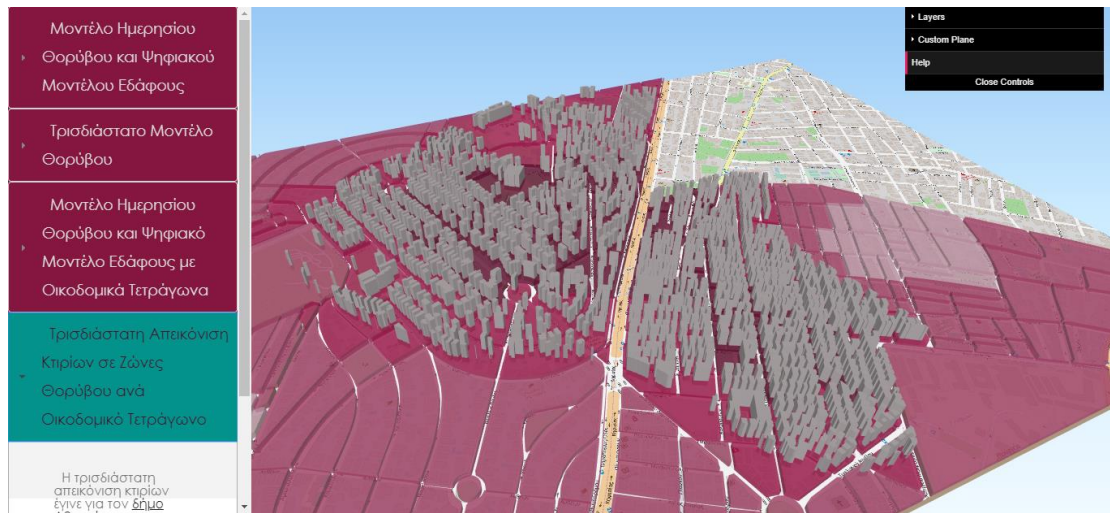
Η επιλογή κάθε tab του μενού ακορντεόν ανοίγει το μέρος του κείμενου. Εκεί βρίσκονται οι σύνδεσμοι που αντιστοιχούν στον κάθε τίτλο. Όλοι οι χάρτες της δισδιάστατης απεικόνισης έχουν την δυνατότητα επιλογής υποβάθρου από τρεις χάρτες της OpenStreetMap και των θεματικών επιπέδων που θα εμφανίζονται.

Οι τρισδιάστατοι χάρτες έχουν ένα μενού επιλογών για τα θεματικά επίπεδα της απεικόνισης όπως διαμορφώθηκε στο plugin 2threeargisjs. Μπορείς να επιλέξεις ποια επίπεδα θα εμφανίζονται και σε τι επίπεδο διαφάνειας. Τα θεματικά επίπεδα κρατάνε την ονομασία που είχαν στο QGIS.



**Εικόνα 63:** Τελικός χάρτης της τρισδιάστατης απεικόνισης του ψηφιακού μοντέλου εδάφους και του μοντέλου ημερήσιου θορύβου





**Εικόνα 64:** Τελικός χάρτης Τρισδιάστατης απεικόνισης κτιρίων σε ζώνες θορύβου οικοδομικών τετραγώνων

## 6. Συμπεράσματα και Προτάσεις

### 6.1 Κριτική Αξιολόγηση Διαδικτυακού Χάρτη

Θέμα της διπλωματικής εργασίας είναι η αναπαράσταση του θορύβου στον αστικό χώρο. Στα πλαίσια της υλοποίησης του δημιουργήθηκαν διαδικτυακοί χάρτες θορύβου που συνδυάζουν χαρτογραφικές μεθόδους οπτικοποίησης με σκοπό μια ρεαλιστική και αντικειμενική απόδοση του φαινομένου, που να μπορεί να ανταποκριθεί στις διαστάσεις του θορύβου. Πρόκειται για ένα ηχητικό φαινόμενο που ο χρήστης δεν είναι εξοικειωμένος με τον τρόπο παρουσίασής του.

Κατά την δημιουργία του χάρτη λήφθηκαν υπ'όψη τα χαρακτηριστικά του αστικού χώρου της περιοχής μελέτης (Δήμων Αθηνών και Φιλοθέης-Ψυχικού). Είναι περιοχές, κυρίως ο δήμος Αθηναίων, αρκετά πυκνοκατοικημένες με κεντρικούς δρόμους να τις διαπερνούν και να έχουν υψηλή κινητικότητα ακόμα και την νύχτα, συγκριτικά με την συνολική κυκλοφορία. Σε συνδυασμό με τον μεγάλο συνωστισμό, είτε από κατοίκους είτε από τουρίστες, προκύπτει μια περιοχή με έντονα ρυπογόνο ηχητικό περιβάλλον. Αυτές οι συνθήκες ζωής δημιουργούν σωματικά προβλήματα, όπως ακοής, κόπωσης κλπ, αλλά επηρεάζουν και την ψυχολογία του ατόμου αφού, συνδυαστικά με τους γρήγορους ρυθμούς ζωής στις σύγχρονες πόλεις, διαμορφώνουν ένα αγχωτικό ηχητικό-και κατ'επέκταση αστικό- περιβάλλον.

Ταυτόχρονα, ο άνθρωπος έχει την ανάγκη να συνδυάζει τοποθεσίες με τους ήχους που συναποτελούν τον κόσμο του. Η τάση αυτή φαίνεται από μια σειρά προσπαθειών, διαδικτυακών και μη, που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια με σκοπό να γίνει ηχογράφηση, συλλογή και παρουσίαση αυτών των ήχων σε μια προσπάθεια να εξερευνηθεί το ηχοτοπίο της πόλης μας.

Για την αποτύπωση του θορύβου χρησιμοποιήθηκαν προγράμματα ΕΛ/ΛΑΚ. Αποδεικνύεται ότι οι δυνατότητες παραγωγής χαρτών με μηδενικά κόστη είναι μεγάλες, όσο ο αριθμός των προγραμμάτων εμπλουτίζονται συνεχώς και πληθαίνουν, και μπορούν να φέρουν τελικά προϊόντα που να ανταποκριθούν σε ουσιαστικές ανάγκες και καθημερινά προβλήματα. Η αρχική επεξεργασία έγινε στο πρόγραμμα QGIS που κατάφερε επαρκώς να ανταποκριθεί στις αναλύσεις που έγιναν. Η βιβλιοθήκη Leaflet της Javascript είναι πολύ προσιτή σε κάποιον που δεν έχει επαφή με την γλώσσα, με αναλυτικά έγγραφα και ολοκληρωμένα παραδείγματα χαρτών. Όμως έχει περιορισμένες δυνατότητες στην ενσωμάτωση πολυμέσων, όπως ο ήχος, βίντεο σε αντίθεση με την βιβλιοθήκη OpenLayers που έχει διαθέσιμο και το περισσότερο υλικό. Τέλος, ο εξυπηρετητής Geoserver είναι φιλικός σε χρήση, με γρήγορο απόδοση συμβολισμών στα θεματικά επίπεδα και δυνατότητα προεπισκόπησης των χαρτών.

Τέλος, όπως αναφέρθηκε χρησιμοποιήθηκε ο προγραμματισμός και από την πλευρά του πελάτη και από την πλευρά του εξυπηρετητή. Ο προγραμματισμός από την πλευρά του πελάτη δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να ορίσει ο ίδιος την μορφή και τις ιδιότητες του χάρτη και πλεονεκτεί ως προς τα επίπεδα διαδραστικότητας που ενσωματώνονται στο αποτέλεσμα. Ο προγραμματισμός από την πλευρά του εξυπηρετητή είναι κατάλληλος για μεγάλο όγκων δεδομένων, σε αντίθεση με αυτόν του πελάτη, και ιδιαίτερα για ενημέρωσεις των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Όμως, για τις ανάγκες της θεματικής χαρτογραφίας προτιμάται ο προγραμματισμός από την πλευρά του πελάτη όπου ο δημιουργός διατηρεί τον έλεγχο του αποτελέσματος και αξιολογεί τις αλλαγές που πρέπει να γίνουν για την αποτελεσματικότητά του.

### **Συμπεράσματα**

Ο διαδικτυακός χάρτης που διαμορφώθηκε συνδυάζει επιτυχώς μία ποικιλία χαρτογραφικών μεθόδων απόδοσης. Το φαινόμενο του ήχου της πόλης αναπαρίσταται τόσο με παραδοσιακές μεθόδους οπτικοποίησης, όπως την απόδοση των ποσοτικών διαφοροποιήσεων των επιπέδων θορύβου, με την οπτική μεταβλητή της έντασης, όσο και με την εισαγωγή ήχου για την ηχητική αντίληψη των ίδιων διαφοροποιήσεων και ευρύτερα την καταγραφή του ηχοτοπίου. Οι λειτουργίες της διαδραστικότητας ενός χάρτη, όπως η αλλαγή κλίμακας, η επισήμανση οντοτήτων κατά το πέρασμα του κέρσορα και η λήψη αριθμητικών τιμών παράλληλα με την προβολή ενός συμβόλου συμπλήρωσαν το οπτικό αποτέλεσμα και ενίσχυσαν τις πληροφορίες που μεταδίδονται στον χρήστη.

Ο χάρτης σχεδιάστηκε όχι μόνο για την γνωστοποίηση των επιπέδων θορύβου στην περιοχή μελέτης αλλά γενικότερα για να επαναορίσει την σχέση του ανθρώπου με το ηχοτοπίο. Η πολυδιάστατη απεικόνιση του ήχου και θορύβου της πόλης μπορεί να βοηθήσει στην ενημέρωση του ανθρώπου για τις συνθήκες θορύβου στις περιοχές που μένει, εργάζεται και δραστηριοποιείται, και στην συνειδητοποίηση από πλευρά του της πραγματικής κατάστασης του προβλήματος μπορούν να τον βοηθήσουν να οραματιστεί ένα αρμονικό ηχοτόπιο, χωρίς την ταύτιση των ήχων με τον θόρυβο και ότι το προκαλεί.

### **Προβληματισμοί**

Από την αρχή της επεξεργασίας είχε δημιουργηθεί ο προβληματισμός για την απόδοση των αρχικών δεδομένων των σταθμών μέτρησης του θορύβου. Τα σημεία που μας δόθηκαν ήταν 70, δηλαδή αρκετά λίγα για να μπορέσουν να διαθέσουν την πληροφορία θορύβου σε όλη την περιοχή μελέτης. Για την μεγαλύτερη πυκνότητα δεδομένων θα μπορούσε να ηχογραφηθούν και να συμπεριληφθούν στις μετρήσεις νέα αρχεία. Προφανώς η ακρίβεια δεν θα άγγιζε αυτή των επαγγελματικών οργάνων αλλά θα καλύψει περιοχές που δεν περιέχουν καμία μέτρηση. Εναλλακτική λύση είναι η αναζήτηση δεδομένων από σελίδες που συλλέγουν εθελοντικά χαρτογραφικά δεδομένα.

Η μέθοδος χωρικής παρεμβολής IDW που χρησιμοποιήθηκε έχει την τάση να δημιουργεί κυκλικές ζώνες γύρω από τις μετρήσεις των σημείων, με ίδια τιμή με εκείνες. Το αποτέλεσμα δεν είναι ρεαλιστικό και μπορεί να δημιουργεί λάθος εκτιμήσεις. Η μέθοδος Kriging πιθανώς να είχε καλύτερα αποτελέσματα, αφού ως γεωστατιστική μέθοδος δίνει μέτρο σφάλματος στις άγνωστες τιμές. Επίσης, για την μοντελοποίηση του θορύβου έχουν δημιουργηθεί εξειδικευμένα προγράμματα, στα οποία η τελική επιφάνεια υπολογίζεται συνάρτησε και άλλων μεταβλητών όπως το ανάγλυφο, το αστικό τοπίο κλπ.

Οι τρισδιάστατες επιφάνειες δημιουργήθηκαν στο εργαλείο του QGIS 2threeqgis.js. Οι επιλογές που δίνει το εργαλείο είναι περιορισμένες και οι διαδικασίες χρονοβόρες. Για παράδειγμα, η τρισδιάστατη απεικόνιση του μοντέλου θορύβου (με συντεταγμένη Z τις τιμές του θορύβου) δεν ήταν ικανοποιητική. Οι χαμηλότερες τιμές παρουσιάζονταν ως βαθουλώματα εντός της υπόλοιπης επιφάνειας. Σε συνδυασμό με τα μικρά εύρη τιμών του θορύβου (70 dbA έως 82,5dbA για τον ημερήσιο, 60dbA έως 72dbA για τον νυχτερινό) ήταν δύσκολο να βρεθεί ένας τρόπος να διακριθούν οι διαφοροποιήσεις των τιμών στο ύψος. Οι τελευταίες εκδόσεις του QGIS προσφέρουν ενσωματωμένη λειτουργία τρισδιάστατης απεικόνισης των δεδομένων, που κρίνεται ότι είναι ανάλογη του αντίστοιχου εργαλείου του ArcGis, επομένως θα ήταν θεμιτός ο πειραματισμός με αυτό.

## 6.2 Μελλοντικές Προεκτάσεις

Τα προβλήματα του θορύβου δεν ανήκουν μόνο σε μια μητροπολιτική περιοχή της πόλης αλλά επεκτείνονται σε κάθε μέρος που εδρεύει ο σύγχρονος τρόπος ζωής. Θα ήταν χρήσιμη η επέκταση μεθόδων οπτικοποίησης που χρησιμοποιήθηκαν σε μεγαλύτερο μέρος του λεκανοπεδίου Αττικής και την αξιολόγηση του ηχοτοπίου σε μεγαλύτερη έκταση.

Οι μετρήσεις θορύβου πραγματοποιήθηκαν σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο και επομένως οι εκτιμήσεις που προέκυψαν από αυτές δεν μπορούν να λάβουν υπόψη τις συνεχείς αλλαγές του αστικού τοπίου. Με την μόνιμη τοποθέτηση των οργάνων μέτρησης στις θέσεις αυτές θα μπορούσε να γίνεται συνεχής ενημέρωση των δεδομένων θορύβου σε πραγματικό χρόνο.

Τέλος, θα ήταν ενδιαφέρουσα η προσαρμογή της σελίδας στις ανάγκες μιας κινητής εφαρμογής. Βέβαια, για να αποκτήσει περισσότερο νόημα πρέπει να συνδιαμορφωθεί με λογισμικά ηχογράφησης ήχων και θορύβων, και απόδοσης τους σε χάρτη.

## Βιβλιογραφία

- Ackerman, D.** (1990). *A Natural History of the Senses*
- Brauen, H. G.** (2011). *Toward Interactive Audiovisual Cartography: Motivations, Design Strategies, and Methods*
- Brown, Lloyd A.** (1949). *The Story of Maps*
- Card, S.K., Mackinlay, J.D., Shneiderman, B.** (1999). *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*
- Carmona, M., Heath, T., Oc T., Tiesdell, S.** (2003). *Urban Spaces-Public Places: The Dimensions of Urban Design*
- Cartwright, W.** (2003). *Maps on the Web, Maps and the Internet*
- Certeau, M.** (1984). *The practice of everyday life, Chapter VII-Walking in the City*
- Crampton, J. W.** (2009). *Progress in Human Geography* pp. 91–100, *Cartography: maps 2.0*
- Farina, A.** (2014). *Soundscape Ecology*
- Flannery, J. J.** (1971). *The relative effectiveness of some common graduated point symbols in the presentation of quantitative data*
- Gaffuri, J.** (2012). *Toward web mapping with vector data*
- Haeberling, C.** (2002). *3D Map Presentation – A Systematic Evaluation of Important Graphic Aspects*
- Harley, J. B.** (1989). *Deconstructing the Map*
- Harvey, D.** (2004). *Space as a key of word*
- Jenny, B., Jenny, H., Räber, S.** (2008). *Map design for the Internet*
- Kekou, E., Marangoni, M.** (2010). *A New Sense of City through Hearing and Sound*
- Kitchin, R., Dodge, M.** (2007). *Progress in Human Geography* pp. 331–344, *Rethinking maps*
- Kornfeld, A.L., Schiewe, J., Dykes, J.** (2010). *Audio Cartography: Using Color to Envision Sound*
- Kornfeld, A.L., Schiewe, J., Dykes, J.** (2011). *Audio Cartography: Visual Encoding of Acoustic Parameters*
- Kraak, M. J., Brown, A.** (2001). *Web Cartography: Developments and Prospects*
- Kraak, M. J., Ormeling, F.** (2003). *Cartography: Visualization of Geospatial Data*

- Kramer, G.** (1994). *An Introduction to Auditory Display*
- Kramer, G., Ellison S.** (1992). *Audification: The Use of Sound to Display Multivariate Data*
- Krygier, J.B.** (1994). *Visualization in modern cartography* 149- 166, *Sound and geographic visualization*
- Lunney, D., Morrison, R.** (1990). *Auditory Presentation of Experimental Data*
- MacEachren, A.M.** (1992). *Visualizing Uncertain Information*
- Neumann, A.** (2008). *Web Mapping and Web Cartography*, *Encyclopedia of GIS*
- Peterson, M. P.** (1995). *Interactive and Animated Cartography*
- Peterson, M. P.** (2003). *Maps and the Internet*
- Pickles, J.** (2004). *A history of spaces: cartographic reason, mapping and the geo-coded world*
- Pollack, I., Ficks, L.** (1954). *Information of Elementary Multidimensional Auditory Displays*, *Journal of the Acoustical Society of America* Vol. 6, pp. 155-158
- Robinson, A., Morrison, J., Muehrcke, P., Kimerling, A., Guptil, S.** (1995). *Elements of Cartography*
- Roth, R. E.** (2012). *Cartographic Interaction Primitives: Framework and Synthesis*
- Scaife, R., Rogers, Y.** (1996). *External Cognition: How Do Graphical Representations Work?*
- Schafer, R.M.** (1994). *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*
- Taylor, D. R. F.** (1994). *Cartographic visualization and spatial data handling*, *Advances in GIS Research* pp. 16–28
- Thulin, S.** (2018). *Sound Maps Matter: Expanding Cartophony*
- Veenendaal, B., Brovelli, M.A., Li ,S.** (2017). *Review of Web Mapping: Eras, Trends and Directions*
- Walker, B. N., Kramer, G.** (2004). *Ecological Psychoacoustics and Auditory Displays: Hearing, Grouping, and Meaning Making*
- Ware, C.** (2004). *Information Visualization: Perception of Design*
- Yeung, E.** (1980). *Pattern Recognition by Audio Representation of Multivariate Analytical Data*

**Αλεβιζάκης, Α.** (2014). Διαδραστικός ηχητικός χάρτης σε περιβάλλον διαδικτύου - Εφαρμογή: Χάρτης Θορύβου της πόλης της Βέροιας

**Ανδρακάκου, Μ.** (2017). Διαδικτυακοί χάρτες αστικών διαδρομών πολιτιστικής κληρονομιάς

**Αυδίκος, Β.** (2015). Ο χώρος ως σχέση: μεθοδολογικές προσεγγίσεις και πλαίσιο έρευνας

**Καλογήρου, Σ.** (2015). Χωρική Ανάλυση Μεθοδολογία και εφαρμογές με τη γλώσσα R

**Καρούτσου, Ό.** (2010). Δημόσιος Αστικός Χώρος - Αντιληπτικές Προσεγγίσεις

**Κάτσιος, Ι., Τσάτσαρης, Α.** (2014). Διαλέξεις Θεματικής Χαρτογραφίας

**Κλάδης, Δ.** (2016). CARTO TOOLS – Διαδικτυακή εφαρμογή παροχής χαρτογραφικών υπηρεσιών

**Λάμπρου, Μ.** (2017). Το χρώμα και οι χρωματικοί συνδυασμοί στο web design και τη διαδικτυακή χαρτογραφία. Εφαρμογή κατάλληλων χρωματικών συνδυασμών σε διαδικτυακό χάρτη

**Νάκος, Β.** (2006). Γραφισμός και Χαρτογραφία: Αρχές Οπτικοποίησης

**Παρπαρούση, Γ.** (2015). Εξερευνώντας ένα ηχοτοπίο

**Σκοπελίτη, Α., Στάμου, Λ., Αντωνίου, Β., Κασελίμη, Μ., Καρκάλου, Ε., Τσούλος, Λ.** (2016). Ορθές πρακτικές για διαδικτυακές χαρτογραφικές εφαρμογές

**Στάμου, Λ.** (2016). Θεωρία χρώματος & χρωματικά μοντέλα, Χαρτογραφία I

**ΤΕΕ** (2014). Το πρόβλημα της Αστικής Ηχορύπανσης – Η σημασία των Τεχνικών Πρόληψης στην Πηγή, κατά την Διάδοση, στον Αποδέκτη και ο ρόλος του Καταναλωτή

**Τζελέπης, Ν., Κρασανάκης, Β., Νάκος, Β.** (2014). Αξιοποίηση Ελεύθερου Λογισμικού/Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ) για τη Δημιουργία Διαδικτυακών Χαρτών στην Εκπαίδευση

**Τσούλος, Λ., Σκοπελίτη, Α.** (2019). Χωρικά Δεδομένα και Διαδίκτυο- Διαδικτυακές Υπηρεσίες, Ψηφιακή Τεχνολογία και Χαρτογραφική Παραγωγή

**Τσούλος, Λ., Σκοπελίτη, Α., Στάμου, Λ.** (2015). Χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση σε ψηφιακό περιβάλλον

**Υ.Π.Ε.ΚΑ.** (2014). Αξιολόγηση Περιβαλλοντικού Θορύβου στο πλαίσιο εφαρμογής της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ για τα Πολεοδομικά Συγκροτήματα Αθήνας & Θεσσαλονίκης / Σερρών. Μελέτη Μ1: Κέντρο Αθήνας

## Βιβλιογραφία Ιστοσελίδων

Open Geospatial Consortium. *Standards*. Ανάκτηση από:  
<http://www.opengeospatial.org/docs/>

Internet Engineering Task Force. *The GeoJSON Format*. Ανάκτηση από:  
<https://tools.ietf.org/html/rfc7946>

Wikipedia. *Soundscape*. Ανάκτηση από:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Soundscape>

Kirn, P. *Sound Matters*. Ανάκτηση από:  
<https://journal.beoplay.com/journal/2016/2/11/soviet-light-music>

Itaya, M. Mandai architects' installation uses sound-generating glass to emit nature's noise. Ανάκτηση από:  
<https://www.designboom.com/architecture/mandai-architects-sound-generating-glass-soundscape-installation-06-22-2018/>

Στέγη Γραμμάτων και Τεχνών. *Soundscapes Landscapes ΡΙΖΩΜΑ II/ ΓΚΑΖΙ, ΚΕΡΑΜΕΙΚΟΣ, ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ*. Ανάκτηση από:  
<https://www.onassis.org/el/initiatives/onassis-stegi/medea-electronique>

Cities and Memories. Ανάκτηση από: <https://citiesandmemory.com/>

Sound Around You. Ανάκτηση από: <http://www.soundaroundyou.com/>

Noise planet. Ανάκτηση από: <http://noise-planet.org/>

Leaflet. Overview Tutorials Docs Download Plugins . Ανάκτηση από  
<http://leafletjs.com/>.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Χάρτης συνεχούς μοντέλου θορύβου

```

<body>
<div id="main" name="main">

    <div id="map">
    <script>

        var mbAttr = 'Map data &copy; <a
href="http://openstreetmap.org">OpenStreetMap</a> contributors,
' + '<a href="http://creativecommons.org/licenses/by-
sa/2.0/">CC-BY-SA</a>, ' +
'Imagery <a href="http://mapbox.com">Mapbox</a>' + ', icons
by <a href="http://www.flaticon.com/">Freepik</a>'
        mbUrl =
'https://api.tiles.mapbox.com/v4/{id}/{z}/{x}/{y}.png?access_t
oken=pk.eyJ1IjoibzJicGlja2luIiwiaSI6ImNpbXUyMzNldTAyNTF1cmtrZX
dnbWZycDIifQ.JdYE50MBxDn1fdZtVFYXZw';

        var outdoors = L.tileLayer(mbUrl, {id:
'mapbox.outdoors', attribution: mbAttr}),
        dark = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.dark',
attribution: mbAttr}),
        grayscale = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.light',
attribution: mbAttr});

        var mymap = L.map('map', {
center: [ 37.9920, 23.7415],
zoom: 13,
layers: [outdoors, grayscale, dark]
});

        L.control.scale().addTo(mymap);

        var baseLayers = {
            "Dark": dark,
            "Outdoors": outdoors,
            "Grayscale": grayscale
        };

        // χάρτης για τον ημερήσιο θόρυβο
        var wmsLayer1=
L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/noiseW/wms", {
layers: 'noiseW:Map_lden',
format: 'image/png',
transparent: true
}).addTo(mymap);

        var
wmsLayer5=L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/noi
seW/wms", {
layers: 'noiseW:orio',

```

```

        format: 'image/png',
        transparent: true
    }).addTo(mymap);

    var overlays = {
        "Συνεχής απεικόνιση ημερήσιου θορύβου":wmsLayer1
    };

    L.control.layers(baseLayers, overlays, {position:
'topright'}).addTo(mymap);

var legend = L.control({position: 'bottomright'});

legend.onAdd = function (mymap) {

    var div = L.DomUtil.create('div', 'info legend');

    div.innerHTML += "<img
src='http://localhost:8080/geoserver/wms?REQUEST=GetLegendGraphic&VERSION=1.0.0&FORMAT=image/png&WIDTH=20&HEIGHT=20&LAYER=noiseW:lden_q_clip'>";
    div.title="Υπομνιμα"
    return div;
};

legend.addTo(mymap);

</script>
</div>
</div>

```

### Χάρτης αναλογικών συμβόλων μετρήσεων θορύβου

```

<body>
<div id="main" name="main">

    <div id="map">

        <script>

            var mbAttr = 'Map data &copy; <a
href="http://openstreetmap.org">OpenStreetMap</a> contributors,
' + '<a href="http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/">CC-BY-SA</a>, ' +
'Imagery <img alt="Mapbox logo" data-bbox="245 740 265 755" /> <a href="http://mapbox.com">Mapbox</a>' + ', icons
by <a href="http://www.flaticon.com/">Freepik</a>'

            mbUrl =
'https://api.tiles.mapbox.com/v4/{id}/{z}/{x}/{y}.png?access_token=pk.eyJ1IjoibzJicGlja2luIiwiaSI6ImNpbXUyMzNldTAyNTF1cmtrZXdnbWZycDIifQ.JdYE50MBxDn1fdZtVFYXZw';

var outdoors = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.outdoors',
attribution: mbAttr}),
    dark = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.dark',
attribution: mbAttr})

```

```

var mymap = L.map('map', {
    center: [ 37.9920, 23.7415 ],
    zoom: 14,
    layers: [outdoors, dark]
});

L.control.scale().addTo(mymap);

var baseLayers = {
    "Dark": dark,
    "Outdoors": outdoors
};

// αναλογικά σύμβολα
var
wmsLayer4=L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/noi
seW/wms", {
    layers: 'noiseW:noise_all_d',
    format: 'image/png',
    transparent: true
}).addTo(mymap);

var
wmsLayer5=L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/noi
seW/wms", {
    layers: 'noiseW:orio',
    format: 'image/png',
    transparent: true
}).addTo(mymap);

var
wmsLayer6=L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/noi
seW/wms", {
    layers: 'noiseW:perioxi_meletis',
    format: 'image/png',
    transparent: true
}).addTo(mymap);

// ορίζουμε το περιεχόμενο της λειτουργίας onEachFeature
//δημιουργούμε μεταβλητή του περιεχομένου του popup-αποτελείται από
κείμενο και ιδιότητα του geojson

function onEachFeature(feature, layer) {
    var popupContent = "<p> Ημερήσιος θόρυβος: " +
        feature.properties.data_noise +
        "
        dBa</p>";

    if (feature.properties
        feature.properties.popupContent) {
        popupContent +=
        feature.properties.popupContent;
    }

    layer.bindPopup(popupContent);
}

```

```

}

//χαρακτηριστικά style για το pointToLayer
var geojsonstyle = {
radius: 6,
fillColor: "#A51748",
color: "#000",
dashArray: '3',
weight: 1,
opacity: 0,
fillOpacity: 0
};

L.geoJson(geojson, {
onEachFeature: onEachFeature,
pointToLayer: function (feature, latlng) {
return L.circleMarker(latlng, geojsonstyle);
}
}).addTo(mymap);

var overlays = {
"Περιοχή Μελέτης": wmsLayer6,
"Κλιμάκωση διαβαθμισμένου εύρους Θορύβου":wmsLayer4
};

L.control.layers(baseLayers, overlays, {position:
'topright'}).addTo(mymap);

var legend = L.control({position: 'bottomright'});

legend.onAdd = function (mymap) {

var div = L.DomUtil.create('div', 'info legend');

div.innerHTML = "<img src='\\points_day.jpg' >";
return div;
};

legend.addTo(mymap);

</script>

</div>
</div>

```

### **Χάρτης Ισαριθμικών Καμπυλών Θορύβου**

```

<body>
<div id="main" name="main">

<div id="map">
<script>

var mbAttr = 'Map data &copy; <a
href="http://openstreetmap.org">OpenStreetMap</a> contributors,
' + '<a href="http://creativecommons.org/licenses/by-
sa/2.0/">CC-BY-SA</a>, ' +
'Imagery <img alt="Mapbox logo" data-bbox="146 865 165 880" /> <a href="http://mapbox.com">Mapbox</a>' + ', icons
by <a href="http://www.flaticon.com/">Freepik</a>'

```

```

        mbUrl =
        'https://api.tiles.mapbox.com/v4/{id}/{z}/{x}/{y}.png?access_t
oken=pk.eyJ1IjoibzJicGlja2luIiwiaSI6ImNpbXUyMzNldTAyNTF1cmtrZX
dnbWZycDIifQ.JdYE50MBxDn1fdZtVFYXZw';

        var outdoors = L.tileLayer(mbUrl, {id:
        'mapbox.outdoors', attribution: mbAttr}),
        dark = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.dark',
attribution: mbAttr});

        var mymap = L.map('map', {
        center: [ 37.9920, 23.7415],
zoom: 13,
        layers: [outdoors, dark]
        });

        L.control.scale().addTo(mymap);

        var baseLayers = {
        "Dark": dark,
        "Outdoors": outdoors
        };

//ζώνες θορύβου
var
wmsLayer3=L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/noi
seW/wms", {
        layers: 'noiseW:contour_clip',
        format: 'image/png',
        transparent: true
    }).addTo(mymap);

var
wmsLayer5=L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/noi
seW/wms", {
        layers: 'noiseW:orio',
        format: 'image/png',
        transparent: true
    }).addTo(mymap);

var overlays = {
        "Ίσουψείς καμπύλες θορύβου": wmsLayer3,
        "Όριο Περιοχής Μελέτης": wmsLayer5
    };

```

```

        L.control.layers(baseLayers, overlays, {position:
'topright'}).addTo(mymap);

        </script>
    </div>

</div>

```

### Χάρτης ζωνών έντασης θορύβου

```

<body>
<div id="main" name="main">
<div id="map">
<script>

var audio = document.createElement('audio');

var mbAttr = 'Map data &copy; <a
href="http://openstreetmap.org">OpenStreetMap</a> contributors,
' + '<a href="http://creativecommons.org/licenses/by-
sa/2.0/">CC-BY-SA</a>,' + ' Imagery<a
href="http://mapbox.com">Mapbox</a>' + ', icons by <a
href="http://www.flaticon.com/">Freepik</a>'
mbUrl=
'https://api.tiles.mapbox.com/v4/{id}/{z}/{x}/{y}.png?access_t
oken=pk.eyJ1IjoibzJicGlja2luIiwiaSI6ImNpbXUyMzNldTAyNTF1cmtrZX
dnbWZycDIifQ.JdYE50MBxDn1fdZtVFYXZw';

var outdoors = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.outdoors',
attribution: mbAttr}),
    dark = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.dark',
attribution: mbAttr}),
    grayscale = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.light',
attribution: mbAttr});

var mymap = L.map('map', {
    center: [ 37.9920, 23.7415],
    zoom: 13,
    layers: [outdoors, grayscale, dark]
});

L.control.scale().addTo(mymap);

var info = L.control();

info.onAdd = function (map) {
    this._div = L.DomUtil.create('div', 'info');
    this.update();
    return this._div;
};

info.update = function (props) {
    this._div.innerHTML = '<h4>Ημερήσιος Θόρυβος</h4>' +
    (props ?
        '<b>' + props.DN + ' dBa</b><br />'
        : 'Θόρυβος ανά Ζώνη σε <strong> decibel (dBa)
</strong>');
};
info.addTo(mymap);

```

```

        var baseLayers = {
            "Dark": dark,
            "Outdoors": outdoors,
            "Grayscale": grayscale
        };

        function getColor(d) {
            return d > 79 ? '#661232' :
                d > 76 ? '#921947' :
                d > 73 ? '#a54368' :
                d > 69 ? '#c093a5' :
                '#FFEDA0';
        }
        //style των πολυγωνων lden
        function style(feature) {
            return {
                weight: 1,
                opacity: 1,
                color: '#59505f',
                dashArray: '',
                fillOpacity: 0.9,
                fillColor:
getColor(feature.properties.DN)
            };
        };
        function SoundStyle(props) {
            if( props.DN < 73 ) {
                audio.src = 'sound/streets73.mp3';
            }else if ( props.DN <= 76 ) {
                audio.src = 'sound/streets76.mp3';
            }else if( props.DN <= 79 ) {
                audio.src = 'sound/streets79.mp3';
            }else if( props.DN <= 82 ) {
                audio.src = 'sound/streets.mp3';
            }
            audio.play();
        };

        function onEachFeature(feature, layer) {
            var popupContent = "<p> Ο ημερήσιος θόρυβος είναι "
+
                feature.properties.DN + " dBa</p>";

            if (feature.properties
feature.properties.popupContent) {
                popupContent
feature.properties.popupContent;
            }

            layer.bindPopup(popupContent);
        }

        function highlightFeature(e) {
            var layer = e.target;

            layer.setStyle({
                weight: 4,
                color: '#3d3d3d',
                dashArray: '',
                fillOpacity: 0.6

```

```

    });
    if (!L.Browser.ie && !L.Browser.opera &&
!L.Browser.edge) {
        layer.bringToFront();
    }
    info.update(layer.feature.properties);
    SoundStyle(layer.feature.properties);
}

var geojson;
function resetHighlight(e) {
    geojson.resetStyle(e.target);
    audio.pause();
    info.update();
}

function zoomToFeature(e) {
    map.fitBounds(e.target.getBounds());
}

function onEachFeature(feature, layer) {
    layer.on({
        mouseover: highlightFeature,
        mouseout: resetHighlight,
        click: zoomToFeature
    });
}

geojson=L.geoJson(poly_lden,{
    onEachFeature:onEachFeature,
    style:style
}).addTo(mymap);

var overlays = {

};

L.control.layers(baseLayers, overlays, {position:
'topright'}).addTo(mymap);

var legend = L.control({position: 'bottomright'});

legend.onAdd = function (map) {
    var div = L.DomUtil.create('div', 'info
legend'),
        grades = [70,73,76,79],
        labels = ['<strong> ΥΠΟΜΝΗΜΑ <br>ΕΝΤΑΣΗΣ
ΘΟΡΥΒΟΥ </br></strong> || decibel(dBa)<br> </br> ',
        from, to;

    for (var i = 0; i < grades.length; i++) {
        from = grades[i];
        to = grades[i + 1];

        div.innerHTML += '<b>Legend Title</b><br>'
    }
}

```



```

        labels.push(
            '<i style="background: ' +
getColor(from + 1) + "'></i> ' +
            from + (to ? '&ndash;' + to + ' dBa'
: '&ndash;82 dBa')));
        }

        div.innerHTML = labels.join(' <br>');
        return div;
    };

    legend.addTo(mymap);

</script>

</div>

</div>

```

### **Χάρτης εκτιμήσεων Θορύβου ανά Ο.Τ. :**

```

<body>
<div id="main" name="main">

    <div id="map">

        <script>
            var audio = document.createElement('audio');

var      mbAttr      =      'Map      data      &copy;      <a
href="http://openstreetmap.org">OpenStreetMap</a> contributors,
'      +      '<a      href="http://creativecommons.org/licenses/by-
sa/2.0/">CC-BY-SA</a>, ' +
            'Imagery <img alt="Mapbox logo" data-bbox="215 528 235 542" /> <a href="http://mapbox.com">Mapbox</a>' + ' ,
icons by <a href="http://www.flaticon.com/">Freepik</a>'

mbUrl
=
'https://api.tiles.mapbox.com/v4/{id}/{z}/{x}/{y}.png?access_t
oken=pk.eyJ1IjoibzJicGlja2luIiwiaSI6ImNpbXUyMzNldTAyNTF1cmtrZX
dnbWZycDIifQ.JdYE50MBxDn1fdZtVFYXZw';

var outdoors      = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.outdoors',
attribution: mbAttr}),
dark      = L.tileLayer(mbUrl, {id: 'mapbox.dark', attribution:
mbAttr});

            var mymap = L.map('map', {
                center: [ 37.9920, 23.7415],
                zoom: 14,
                layers:[outdoors,dark]
            });

            L.control.scale().addTo(mymap);

            var baseLayers = {
                "Dark": dark,
                "Outdoors": outdoors
            };

```

```

        // get color
function getColor(d) {
    return d > 79 ? '#661232' :
           d > 76 ? '#921947' :
           d > 73 ? '#a54368' :
           d > 69 ? '#c093a5' :
           '#a54368';
}
//style των πολυγωνων lden
function style(feature) {
    return {
        weight: 1,
        opacity: 1,
        color: 'a69cac',
        dashArray: '',
        fillOpacity: 0.9,
        fillColor:
getColor(feature.properties.RASTERVALU)
    };
};
function SoundStyle(props) {
    if( props.RASTERVALU < 73 ) {
        audio.src = 'sound/streets73.mp3';
    }else if ( props.RASTERVALU <= 76 ) {
        audio.src = 'sound/streets76.mp3';
    }else if( props.RASTERVALU <= 79 ) {
        audio.src = 'sound/streets79.mp3';
    }else if( props.RASTERVALU <= 82 ) {
        audio.src = 'sound/streets.mp3';
    }
    audio.play();
};

function highlightFeature(e) {
    var layer = e.target;

    layer.setStyle({
        weight: 2,
        color: '#3d3d3d',
        dashArray: '',
        fillOpacity: 0.6
    });

    if (!L.Browser.ie && !L.Browser.opera &&
!L.Browser.edge) {
        layer.bringToFront();
    }
    SoundStyle(layer.feature.properties);
}

var geojson;
function resetHighlight(e) {
    geojson.resetStyle(e.target);
    audio.pause();
}

function onEachFeature(feature, layer) {
    var popupContent = "<p> Ο θόρυβος του Οικοδομικού
Τετραγώνου είναι " +

```

```

        feature.properties.RASTERVALU + "
dBa</p>";
        if (feature.properties &&
feature.properties.popupContent) {
            popupContent +=
feature.properties.popupContent;
        }
        layer.bindPopup(popupContent);
        layer.on({
            mouseover: highlightFeature,
            mouseout: resetHighlight
        });
    }
    geojson=L.geoJson(blocks, {
        style:style,
        onEachFeature:onEachFeature
    }).addTo(mymap);

    var legend = L.control({position: 'bottomright'});

    legend.onAdd = function (map) {
        var div = L.DomUtil.create('div', 'info
legend'),
            grades = [70,73,76,79],
            labels = ['<strong> ΥΠΟΜΝΗΜΑ <br>ΕΝΤΑΣΗΣ
ΘΟΡΥΒΟΥ ανά<br> ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ</br> </br></strong> ||
decibel(dBa)<br> </br> '],
            from, to;

        for (var i = 0; i < grades.length; i++) {
            from = grades[i];
            to = grades[i + 1];

            div.innerHTML += '<b>Legend Title</b><br>'

            labels.push(
                '<i style="background: ' +
getColor(from + 1) + "'></i> ' +
from + (to ? '&ndash;' + to + ' dBa'
: '&ndash;82 dBa')');
        }

        div.innerHTML = labels.join(' <br>');
        return div;
    };

    legend.addTo(mymap);

    L.control.layers(baseLayers, {position:
'topright'}).addTo(mymap);

</script>
</div>

</div>

```

## Χάρτης Καταγραφής Ηχοτοπίου

```

<body>
<div id="main" name="main">

    <div id="map">

        <script>
            var audio = document.createElement('audio');

            var mbAttr = 'Map data &copy; <a
href="http://openstreetmap.org">OpenStreetMap</a> contributors,
' + ' <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-
sa/2.0/">CC-BY-SA</a>, ' +
' Imagery <a href="http://mapbox.com">Mapbox</a>' + ', icons
by <a href="http://www.flaticon.com/">Freepik</a>'
            mbUrl =
'https://api.tiles.mapbox.com/v4/{id}/{z}/{x}/{y}.png?access_t
oken=pk.eyJ1IjoibzJicGlja2luIiwiaSI6ImNpbXUyMzNldTAyNTF1cmtrZX
dnbWZycDIifQ.JdYE50MBxDn1fdZtVFYXZw';

            var outdoors = L.tileLayer(mbUrl, {id:
'mapbox.outdoors', attribution: mbAttr});

            var mymap = L.map('map', {
                center: [ 37.9801, 23.7306 ],
                zoom: 16,
                layers:[outdoors]
            });

            L.control.scale().addTo(mymap);

            var baseLayers = {
                "Outdoors": outdoors
            };

            var geojsonMarkerOptions = {
                radius: 8,
                fillColor: "#921947",
                color: "#000",
                weight: 1,
                opacity: 1,
                fillOpacity: 0.8
            };

            function SoundStyle(props) {
                if( props.id == 1 ) {
                    audio.src = 'sound/ερμου νικης.mp3';
                } else if ( props.id == 2 ) {
                    audio.src = 'sound/συνταγμα .mp3';
                } else if( props.id == 3 ) {
                    audio.src = 'sound/Σταδίου αρχή.mp3';
                } else if( props.id == 4 ) {
                    audio.src = 'sound/Σταδίου πλαίσιο.mp3';
                } else if( props.id == 5 ) {
                    audio.src = 'sound/Σταδίου παλια Βουλή.mp3';
                }
            }
        </script>
    </div>
</div>

```

```

}else if( props.id == 6 ) {
    audio.src = 'sound/σταδιου πλατεια.mp3';
}else if( props.id == 7 ) {
    audio.src = 'sound/σταδιου Πεσματζόγλου.mp3';
}else if( props.id == 8 ) {
    audio.src = 'sound/Σταδίου Γεωργίου Σταύρου.mp3';
}else if( props.id == 9 ) {
    audio.src = 'sound/Σταδίου Χαυτεία.mp3';
}else if( props.id == 10 ) {
    audio.src = 'sound/Ομόνοια.mp3';
}else if( props.id == 11 ) {
    audio.src = 'sound/αρχη αθηνας.mp3';
}else if( props.id == 12 ) {
    audio.src = 'sound/πλατεια κοτζια.mp3';
}else if( props.id == 13 ) {
    audio.src = 'sound/Σοφοκλέους και Αθηνάς.mp3';
}else if( props.id == 14 ) {
    audio.src = 'sound/ψαραγορα.mp3';
}else if( props.id == 15 ) {
    audio.src = 'sound/κρεαταγορά.mp3';
}else if( props.id == 16 ) {
    audio.src = 'sound/αθηνας και Καραμάνου.mp3';
}else if( props.id == 17 ) {
    audio.src = 'sound/Μοναστηράκι.mp3';
}else if( props.id == 18 ) {
    audio.src = 'sound/καπνικαρεα .mp3';
}else if( props.id == 19 ) {
    audio.src = 'sound/ερμου ευαγγελιστριας.mp3';
}else if( props.id == 20 ) {
    audio.src = 'sound/ερμου κορναρου.mp3';
}
audio.play() ;
};

var geojson;
function highlightFeature(e) {
    var layer = e.target;

    if (!L.Browser.ie && !L.Browser.opera &&
!L.Browser.edge) {
        }
        SoundStyle(layer.feature.properties);
    }

function resetHighlight(e) {
    geojson.resetStyle(e.target);
    audio.pause();
}

function onEachFeature(feature, layer) {
    layer.on({
        mouseover: highlightFeature,
        mouseout: resetHighlight
    });
}
}

```

```
var icon = L.icon({
  iconUrl: "Audio-2-512.png",
  iconSize: [30, 30]
});

var geojson=L.geoJson(sound_points, {
  onEachFeature: onEachFeature,
  pointToLayer: function (feature, latlng) {
    return L.marker(latlng, {icon: icon});
  }
}).addTo(mymap);

</script>
</div>

</div>
```

### Μενού Μορφής Accordion

```
<div id="menu" >

  <div id="accordion">

    <h3> Σταθμοί Μετρήσεων Θορύβου </h3>

    <div

      <p>Δεδομένα της διαδικτυακής χαρτογραφικής
εφαρμογής είναι <a
href="file:///C:\example_all\Noise_Points.html">Σταθμοί Μετρήσεων
Θορύβου </a> με τους δείκτες ημερήσιου θορύβου Lden και νυχτερινού θορύβου
Lnight και τις γεωγραφικές θέσεις της τοποθεσίας κάθε καταγραφής.</p>

    </div>

    <h3>Χάρτης Αναλογικών Συμβόλων Θορύβου</h3>

    <div>

      <p>Τα αναλογικά σύμβολα επιλέχθηκαν για την
αναπαράσταση των σταθμών μέτρησης θορύβου ώστε να αναπαρασταθεί ο
μετρημένος θόρυβος σε dBa κατά απόλυτη τιμή. Τα αναλογικά σύμβολα κρίθηκαν
κατάλληλα γιατί θέλαμε να αναπαρασταθούν με διαφορετικό σύμβολο όλες οι
απόλυτες τιμές των δεδομένων τόσο για τον<a
href="file:///C:\example_all\multiple.html">Ημερήσιο</a>όσο και
για τον<a
href="file:///C:\example_all\Noise_P_night.html">Νυχτερινό</a>Θορ
ύβου</p>

    </div>

    <h3>Μοντέλο Ημερήσιου Θορύβου</h3>

    <div>

      <p>Για την εκτίμηση του θορύβου σε όλη την περιοχή
μελέτης δημιουργήθηκε το <a
```

[href="file:///C:\example\\_all\lden\\_synexis.html">Μοντέλο Ημερήσιου Θορύβου</a></p>](file:///C:\example_all\lden_synexis.html)

</div>

<h3>Μοντέλο Νυχτερινού Θορύβου</h3>

<div>

<p>Αντίστοιχα διαμορφώθηκε και το <a href="file:///C:\example\_all\lnight\_synexis.html">Μοντέλο Νυχτερινού Θορύβου </a></p>

</div>

<h4>Ισαριθμικές Καμπύλες Θορύβου</h4>

<div>

<p>Η οπτικοποίηση του μοντέλου θορύβου με <a href="file:///C:\example\_all\isoyypseis\_thoryvou.html">Ισαριθμικές καμπύλες</a> βοηθάει στην αναγνώριση των τιμών του θορύβου σε κάθε περιοχή του χάρτη και στην γρήγορη ανίχνευση των μεγάλων διαφοροποιήσεων των τιμών.</p>

</div>

<h4>Εκτιμώμενη Ένταση Θορύβου ανά Οικοδομικό Τετράγωνο</h4>

<div>

<p>Η απόδοση <a href="file:///C:\example\_all\blocks.html">εκτιμήσεων έντασης θορύβου ανά Οικοδομικό Τετράγωνο</a> εξειδικεύει για κάθε χρήστη τα επίπεδα θορύβου που τον επηρεάζουν καθημερινά στα οικοδομικά τετράγωνα που βρίσκεται περισσότερο.</p>

</div>

<h3> Ζώνες Έντασης Θορύβου με ήχο</h3>

<div>

<p>Η οπτικοποίηση του μοντέλου θορύβου με <a href="file:///C:\example\_all\index.html">ζώνες</a> αποδίδει τα εύρη των επιπέδων θορύβου με την οπτική μεταβλητή της έντασης και με την ταυτόχρονη ηχητική απόδοση των διαφοροποιήσεων της έντασης</p>

</div>

<h4> Σημεία ήχου από καταγραφές στο πεδίο</h4>

<div>

```
<p>Στα πλαίσια της αναπαράστασης του ηχοτοπίου  
πραγματοποιήθηκαν <a  
href="file:///C:\example_all\sound_point.html">καταγραφές  
ήχου</a>σε σημεία της περιοχής μελέτης.</p>
```

```
</div>
```

```
<div>  
</div>
```

```
<script>  
  
$( "#accordion" ).accordion({  
  collapsible: true  
});  
  
</script>
```

### **CSS σελίδας**

```
#main  
  
{  
  
  height: 100%;  
  margin: 0;  
  position: absolute;  
  top: 0;  
  width: 100%;  
  overflow-y: hidden;  
  overflow-x: auto;  
  in-height: 530px;  
}
```

```
#menu  
  
{  
  
position: absolute;  
top: 0px;  
left: 0px;  
bottom: 0px;
```



```
margin-left:0px;
margin-top:0px;
background-color: #841640;
width:300px;
float:left;
display:block;
overflow:auto;
height:100%;
}

#accordion {

    height:100% !important;
    width:100%;
    position: absolute;
    left:0;

}

#accordion * {

    -moz-box-sizing: border-box;
    -webkit-box-sizing: border-box;
    box-sizing: border-box;

}

#accordion .ui-accordion-header {
    background: #841640;
    margin: 0px;
    color: #ddd;
    line-height: 35px;
```

```
display: block;
font-size: 14pt;
width: 100%;
text-indent: 10px;
font-family: Century Gothic;
}

.ui-accordion-header-active {
background: #04938c !important;
border: 1px black;
color: #4a0c24 !important;
}

#accordion .ui-accordion-content {
background-color: #f3f3f3;
width: 100% !important;
color: #777;
text-indent: 10px;
font-family: Century Gothic;
font-size: 12pt;
line-height: 1;
}

#accordion .ui-accordion-content > * {
margin: 0;
padding: 20px;
}

a:hover {
font-style: italic;
```

```
color:#04938c;  
}
```