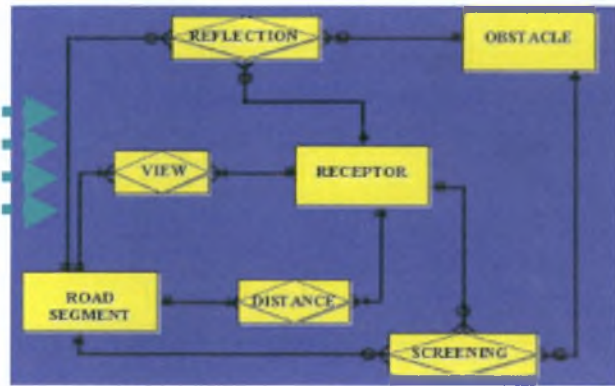
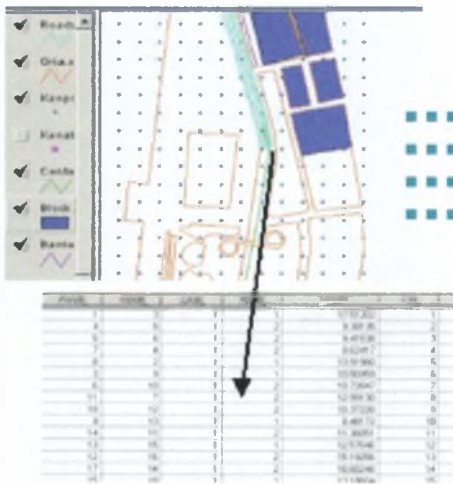




## ΔΠΜΣ στα Πληροφοριακά Συστήματα

# ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Διαχείριση Ψηφιοποιημένων Αστικών Περιοχών  
και Σχεσιακών Μοντέλων Βάσεων Δεδομένων  
για την Αποτίμηση  
Περιβαλλοντικών / Κυκλοφοριακών Παραμέτρων*



*Κωνσταντίνος Ε. Ευαγγελίδης*

*Επιβλέπων: Κ. Μαργαρίτης, Καθ.  
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής  
Εξεταστής: Ε. Ρουμελιώτης, Επικ. Καθ.  
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής*

*Θεσσαλονίκη,  
Φεβρουάριος 2001*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά, τον Καθηγητή του Τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, κ. Κ. Μαργαρίτη ο οποίος ανέλαβε την επίβλεψη και παρακολούθηση της παρούσας εργασίας. Για τον ίδιο λόγο θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον επίκουρο Καθηγητή του ίδιου τμήματος, κ. Ε. Ρουμελιώτη.

Τέλος, χάρις στη συνεργασία μου με το Διευθύνοντα Σύμβουλο της εταιρείας Συμβούλων ΤΡΙΑΣ Α.Ε. κ. Π. Παπαϊωάννου, τον οποίο και ευχαριστώ ιδιαίτερα, προέκυψε σημαντικό υλικό που με βοήθησε να εμπλουτίσω την παρούσα εργασία.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>3</b>
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΓΠΣ .....	3
1.1.1 Ορισμοί.....	3
1.1.2 GIS & Μεταφορές.....	5
1.1.3 GIS & Περιβάλλον.....	10
1.1.4 Η Συμβολή των ΓΠΣ στα μοντέλα.....	15
1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΣΧΕΣΙΑΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	16
1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ-ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΘΑ ΜΑΣ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΟΥΝ .....	19
1.3.1 Κυκλοφοριακός Θόρυβος.....	
1.3.1.1 Ορισμοί.....	19
1.3.1.2 Χαρακτηριστικά.....	19
1.3.1.3 Η Μέθοδος CRTN.....	20
1.3.2 Κυκλοφοριακά Δεδομένα.....	21
1.3.2.1 Κυκλοφοριακοί Φόρτοι και Σύνθεση Κυκλοφορίας.....	21
1.3.2.2 Ταχύτητες.....	22
1.3.2.3 Μέτρηση βέρους σε κίνηση.....	19
1.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	23
1.4.1 Δόμηση Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων.....	23
1.4.2 Δόμηση των χωρικών Βάσεων Δεδομένων.....	26
1.4.3 Διασύνδεση των Σχεσιακών Δεδομένων με τα Χωρικά Δεδομένα.....	27
<b>2 ΔΟΜΗΣΗ ΣΧΕΣΙΑΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....</b>	<b>28</b>
2.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΒΔ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΥΡΥΒΟΥ .....	28
2.1.1 Οντότητες.....	28
2.1.2 Κανόνες – Περιορισμοί – Συνδεδεμένες Οντότητες.....	29
2.1.3 Διάγραμμα Οντοτήτων – Σχέσεων.....	31
2.1.4 Φυσικός Σχεδιασμός.....	32
2.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΒΔ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ (ΦΟΡΤΟΙ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ Κ.Α.).....	33
2.2.1 Οντότητες.....	33
2.2.2 Περιορισμοί - Κανόνες.....	39
2.2.3 Λογικός Σχεδιασμός.....	43
<b>3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....</b>	<b>45</b>
3.1 ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΕΣ ΣΤΗΝ ΕΓΝΑΤΙΑ – ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑ.....	45
3.2 ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟ.....	52
3.3 ΗΧΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ ΠΑΛΛΑΣ.....	58
<b>4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>61</b>
<b>5 ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....</b>	<b>63</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαδικασία μοντελοποίησης / πρόβλεψης-αποτίμησης Περιβαλλοντικών /Κυκλοφοριακών /Συγκοινωνιακών παραμέτρων απαιτεί τη συνδρομή εργαλείων σχεδίασης υποβοηθούμενης από υπολογιστή (CAD) και εργαλείων χωρικής και περιγραφικής ανάλυσης. Τα παραπάνω προσφέρονται εξορισμού από τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΓΠΣ) που έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν πολυάριθμες δραστηριότητες χρησιμοποιώντας τόσο τα χωρικά όσο και τα περιγραφικά δεδομένα των διαφόρων οντοτήτων που απεικονίζουν.

Ο σχεδιασμός της σχεσιακής Βάσης Δεδομένων (ΒΔ) με βάση τις παραπάνω οντότητες καθώς και όλους τους παράγοντες που συμμετέχουν στην προσομοίωση των περιβαλλοντικών / κυκλοφοριακών παραμέτρων και η διασύνδεσή της με το ψηφιακό υπόβαθρο της υπό μελέτη περιοχής συμβάλλει αποφασιστικά στην αποτίμηση των παραμέτρων αυτών.

Εφαρμογή της όλης διαδικασίας πραγματοποιείται για τον Κυκλοφοριακό θόρυβο ο οποίος σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα ζωής του ανθρώπου και υπό αυτή την έννοια κατατάσσεται στις περιβαλλοντικές παραμέτρους, αποτελεί δε ταυτόχρονα και Συγκοινωνιακή παράμετρο αφού εξαρτάται από συγκοινωνιακά μεγέθη όπως η ποιότητα της κυκλοφορίας (σύνθεση, φόρτιση, ταχύτητα κ.α.). Οι συγκοινωνιακές παράμετροι αποτέλεσαν επίσης αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας αφού λαμβάνονται σοβαρά υπόψη σε κάθε μελέτη που αποσκοπεί στη λήψη σημαντικών αποφάσεων που σχετίζονται με μεγάλες συγκοινωνιακές υποδομές και η συστηματική καταμέτρηση, καταχώρησή και παρακολούθησή τους απασχολεί έντονα τους μελετητές-συμβούλους. Η προφανής σχέση των παραπάνω τόσο με Συστήματα Διαχείρισης Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων, όσο και με Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα, αναδεικνύει το σκοπό και το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Στην πρώτη παράγραφο παρουσιάζονται γενικές εισαγωγικές έννοιες για τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα, που εξειδικεύονται αργότερα στο πεδίο των Μεταφορών και του Περιβάλλοντος, με την παρουσίαση ποικίλων παραδειγμάτων χρήσης των ΓΠΣ στους δύο αυτούς τομείς. Παρουσιάζονται επίσης γενικές έννοιες Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων καθώς και ορισμοί των παραμέτρων που εξετάστηκαν.

Στη δεύτερη παράγραφο αναπτύσσεται το εννοιολογικό μοντέλο της Βάσης Δεδομένων που θα προσομοιάσει ένα σύστημα γένεσης, διάδοσης και αποτίμησης Κυκλοφοριακού θορύβου καθώς και ένα σύστημα Συλλογής και Επεξεργασίας Κυκλοφοριακών Μετρήσεων. Η δόμηση της αρχιτεκτονικής των Βάσεων Δεδομένων για τα δύο αυτά συστήματα περιλαμβάνει όλα τα βήματα που συνήθως ακολουθούνται και που ξεκινούν από την ανάλυση αναγκών των χρηστών και τον προσδιορισμό των οντοτήτων που θα τα απαρτίσουν μέχρι και το φυσικό σχεδιασμό των ΒΔ.

Η περιοχή μελέτης του Κυκλοφοριακού θορύβου περιλαμβάνει το κέντρο της Θεσσαλονίκης όπου αποτυπώνονται τα επίπεδα θορύβου πριν και μετά από την εφαρμογή σεναρίων που εμπλέκουν την εφαρμογή συγκοινωνιακών μέτρων (πολιτικές) αλλά και από την κατασκευή σημαντικών υποδομών που επηρεάζουν το κυκλοφοριακό της πόλης (τρίτη παράγραφος). Επίσης εξετάζεται το ηχητικό πεδίο σε μια περιοχή που περιέχει όλους εκείνους τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διάδοση του θορύβου. Οι συγκοινωνιακές παράμετροι εξετάζονται σε βασικό οδικό άξονα (Εγνατία Οδός) και προτείνονται τρόποι αποτύπωσής τους σε θεματικούς χάρτες. Όλα τα παραδείγματα προϋποθέτουν διασύνδεση των Συστημάτων Διαχείρισης Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων και των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων.

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά περί ΓΠΣ

Μια τόσο ραγδαία αναπτυσσόμενη τεχνολογία όπως τα ΓΠΣ είναι δύσκολο να οριστεί με τρόπο τέτοιο που να ικανοποιεί όλους όσους εμπλέκονται με την ανάπτυξη, την εμπορική εκμετάλλευση και τη χρήση της. Πολλοί ορισμοί για τα ΓΠΣ έχουν προωθηθεί ισχυρά από προμηθευτές, που ως σκοπό έχουν την ένταξη των προϊόντων τους στο χώρο των ΓΠΣ και την ανάδειξη τους σε μια αγορά που κατακλύζεται από συστήματα. Επιπροσθέτως τα ΓΠΣ, εμπριέχουν ποικίλες εφαρμογές που όλες χρησιμοποιούν τα ίδια εργαλεία, τα εφαρμόζουν όμως με τρόπο καινοτομικό και σε πολύ διαφορετικές περιστάσεις.

Κάθε μια από τις παραπάνω ομάδες υποστηρίζει το δικό της ορισμό για τα ΓΠΣ. Μέσα σε αυτό το χαοτικό πλαίσιο, οι παρακάτω ορισμοί επιχειρούν να αναδείξουν τον ορισμό με τον χαμηλότερο κοινό παρονομαστή, που ωστόσο επαφίεται στην κρίση του καθενός να τον αποδεχτεί.

#### 1.1.1 Ορισμοί

Παρατίθεται μια σειρά από ορισμούς<sup>[1]</sup> για τα ΓΠΣ. Έχει δοθεί έμφαση με πλάγια γράμματα σε ότι θεωρείται σημαντικό χαρακτηριστικό κάθε ορισμού:

" οποιαδήποτε χειροκίνητη ή βασισμένη σε υπολογιστή ομάδα διαδικασιών που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και τον επιδέξιο χειρισμό δεδομένων γεωγραφικής πληροφορίας." (Aronoff, 1989).

" μια ειδική περίπτωση πληροφοριακού συστήματος στο οποίο η βάση δεδομένων αποτελείται από παρατηρήσεις σε χωρικά κατανεμημένα χαρακτηριστικά, δραστηριότητες ή γεγονότα." (Dueker, 1979).

" μία δυναμική ομάδα εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάκτηση κατά βούληση, μετασχηματισμό και παρουσίαση χωρικών δεδομένων του πραγματικού κόσμου για ιδιαίτερους σκοπούς." (Burrough, 1986).

" ένα σύστημα λήψης αποφάσεων που περιλαμβάνει την ενοποίηση χωρικά αναφερόμενων δεδομένων μέσα σε ένα περιβάλλον επίλυσης προβλημάτων." (Cowen, 1988).

" μια τεχνολογία πληροφορικής η οποία αποθηκεύει, αναλύει και παρουσιάζει τόσο χωρικά όσο και μη χωρικά δεδομένα ... στην πραγματικότητα τα ΓΠΣ αποτελούν μια

τεχνολογία και δε δεσμεύονται απαραίτητα στα όρια ενός απλού καλώς ορισμένου συστήματος λογισμικού." (Parker, 1988).

" μια *θεσμική οντότητα*, που αντανακλά στην αρχιτεκτονική ενός οργανισμού και που ενοποιεί την τεχνολογία με μια βάση δεδομένων, ειδικές γνώσεις και συνεχόμενη οικονομική υποστήριξη." (Carter, 1989).

Οι ορισμοί αυτοί κλιμακώνονται από την άποψη ότι τα ΓΠΣ είναι απλά μια ομάδα λειτουργιών λογισμικού (Argonoff), μέχρι την άποψη ότι τα ΓΠΣ αποτελούν ένα ολοκληρωμένο τμήμα της αρχιτεκτονικής ενός οργανισμού (Carter). Εν τέλει, ένα σύστημα ελέγχεται στην πραγματικότητα από το αν ενεργοποιεί καλύτερες δυνατότητες λήψης αποφάσεων. Για το λόγο αυτό οι ορισμοί των Cowen και Burrough είναι σημαντικοί επειδή αναφέρουν τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται τα ΓΠΣ.

Παρά τη φαινομενική πληθώρα ορισμών, ο Clarke (1986) θέτει μια σειρά από γενικούς κανόνες και συστατικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν στα ΓΣΠ μια λειτουργική διάσταση:

- 1) ένα ευρύ φάσμα δεδομένων που συνδέονται με ιδιότητες χώρου ή θέσης,
- 2) αριθμητική ή λογική παράσταση σχέσεων μεταξύ αυτών των δεδομένων (τοπολογία),
- 3) ένα κοινό αρχείο ή δομή δεδομένων
- 4) η ικανότητα ενός συστήματος να εκτελεί λειτουργίες συλλογής (εισαγωγής), αποθήκευσης, ανάκτησης, ανάλυσης (επιδέξιου χειρισμού) και αυτόματης απεικόνισης δεδομένων (δημιουργία αναφορών).

Επίσης, είναι πλεονέκτημα να θεωρηθούν τα ΓΠΣ:

- 5) μια ισχυρή ομάδα εργαλείων
- 6) ένα σύστημα υποβοηθούμενο από υπολογιστή
- 7) ένα σύστημα λήψης αποφάσεων
- 8) μια τεχνολογία πληροφορικής.

Τα παραπάνω οδηγούν στην κοινώς επικρατούσα άποψη, ότι τα ΓΠΣ συνιστούν τέσσερα βασικά συστατικά:

A) Υλικό – ο πραγματικός υπολογιστής πάνω στον οποίο θα λειτουργήσει το ΓΠΣ και τα συνδεδεμένα με αυτόν περιφερειακά. Η ταχεία ανάπτυξη του υλικού των υπολογιστών έχει μεταφέρει τα ΓΠΣ από συστήματα υψηλών προδιαγραφών (mainframes), σε επιτραπέζιους υπολογιστές (desktop) όπου ο τελικός χρήστης

μπορεί να εκμεταλλευτεί πλήρως την τεχνολογία των ΓΠΣ. Αυτό συνέβη σε διάστημα 10 ετών.

B) Λογισμικό – το πρόγραμμα που "τρέχει" στο υλικό και υλοποιεί τις λειτουργίες των ΓΠΣ. Σε αντίθεση με το υλικό, η ανάπτυξη του λογισμικού έχει καταστεί αργή και δαπανηρή. Οι διεπαφές χρηστών βρίσκονται ακόμη σε πρώιμο στάδιο, η διαλογικότητα με τα υπάρχοντα μοντέλα είναι φτωχή και είναι αλήθεια ότι η απόλυτη ενοποίηση των raster και διανυσματικών δομών δεδομένων δεν έχει επιτευχθεί.

C) Δεδομένα – το πρωτογενές υλικό που θα ολοκληρωθεί εντός της βάσης δεδομένων. Τα δεδομένα είναι μια αναπαράσταση του πραγματικού κόσμου στον υπολογιστή. Τα δεδομένα αποτελούν μείζον συστατικό της υλοποίησης ενός ΓΠΣ από απόψεως χρόνου και χρήματος. Τα ψηφιακά δεδομένα ανήκουν σε διάφορα κυβερνητικά τμήματα, όμως η πολιτική της διαθεσιμότητας και της τιμολόγησής τους είναι ενοχλητικά ασυνεπής.

D) Άνθρωποι – το προσωπικό που θέτει σε λειτουργία τα συστήματα. Ένα πακέτο ΓΠΣ είναι βασικά μια ομάδα εργαλείων. Η εφευρετικότητα των ανθρώπων που χρησιμοποιούν το σύστημα είναι αυτή που στην ουσία μπορεί να το κάνει να δουλέψει για έναν οργανισμό. Μαζί με τα δεδομένα, ένα εκπαιδευμένο και με κατάλληλα προσόντα προσωπικό αποτελούν τον σημαντικό παράγοντα για μια επιτυχή υλοποίηση ενός ΓΠΣ. Ικανό και ανταγωνιστικό προσωπικό όχι μόνο είναι δύσκολο να βρει κάποιος αλλά και να το διατηρήσει.

Συχνά αναφέρεται ότι ο λόγος κόστους Υλικό προς Λογισμικό προς Δεδομένα είναι της μορφής 1: 10: 100. Προκαλεί έκπληξη στους νεοεισερχόμενους στην τεχνολογία των ΓΠΣ το γεγονός ότι τα δεδομένα αποτελούν το μεγαλύτερο κομμάτι του προϋπολογισμού εγκαθίδρυσης και συντήρησης ενός ΓΠΣ.

Μερικές φορές προτείνεται η προσθήκη ενός επιπλέον συστατικού για τα ΓΠΣ, οι Διαδικασίες Ανάλυσης. Όμως είναι πιθανότερο οι Διαδικασίες Ανάλυσης να αποτελούν ένα αποτέλεσμα της υλοποίησης των τεσσάρων βασικών συστατικών παρά μια αυτόνομη οντότητα.

### 1.1.2 GIS & Μεταφορές

Στον τομέα των Μεταφορών η γεωγραφική ανάλυση αποτελεί κλειδί για τη λήψη αποφάσεων. Η παρακολούθηση των σιδηροδρομικών συστημάτων και των οδικών συνθηκών, η εύρεση του βέλτιστου τρόπου για τη μεταφορά αγαθών και υπηρεσιών, η τροχοδρόμηση στόλων οχημάτων, η συντήρηση συγκοινωνιακών δικτύων είναι



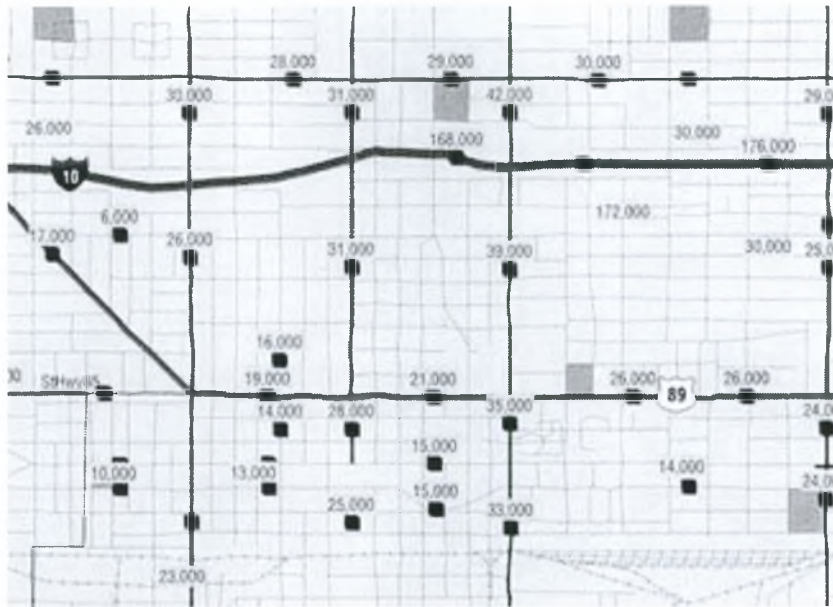
μερικά μόνο από τα κρίσιμα θέματα που άπτονται του χώρου των Μεταφορών<sup>[2]</sup> (Εικ. 1) . Η κατανόηση των παραπάνω θεμάτων μέσα από μια γεωγραφική οπτική αποτελεί παράγοντα αποφασιστικής σημασίας οδηγώντας στη σοφή ανάπτυξη και απορρόφηση των πόρων.



Εικ. 1: ΓΠΣ και Μεταφορές

Στον τομέα των Μεταφορών τα ΓΠΣ επιτρέπουν στο χρήστη να λαμβάνει πολλούς διαφορετικούς τύπους δεδομένων, να εκτελεί γρήγορα αναλύσεις και να εμφανίζει τα αποτελέσματα με τη μορφή χαρτών ή και άλλων γραφικών. Η διαδικασία αυτή καθιστά την πληροφορία ευκολότερα προσβάσιμη από το προσωπικό δημοτικών φορέων, από τους υπεύθυνους για τη χάραξη πολιτικών και εν τέλει την κατατάσσει πολύτιμη πηγή πληροφόρησης του κοινού για οδικούς κόμβους, κυκλοφοριακούς σηματοδότες, κυκλοφοριακή σήμανση, στάθμευση, όρια ταχυτήτων, κυκλοφοριακούς φόρτους κ.α.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί η εταιρεία TrafficVolumes παρέχει 24-ώρες μέσες ημερήσιες κυκλοφοριακές μετρήσεις για αυτοκινητοδρόμους και κύριους δρόμους σε όλες τις περιοχές των Η.Π.Α. Πραγματοποιείται σύνθεση της πληροφορίας που λαμβάνεται από χιλιάδες δήμων, φορέων αυτοκινητοδρόμων, εταιρείες μηχανικών και κυβερνητικά τμήματα. Οι μετρήσεις γεωκωδικοποιούνται και η πιο πρόσφατη πληροφορία σχετικά με μετρήσεις, όνομα δρόμου και όνομα πλησιέστερης διασταύρωσης συνιστά αρχείο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα σύστημα ΓΠΣ. (Εικ. 2)



Εικ. 2: Απεικόνιση Κυκλοφοριακών Φόρτων από την Traffic Volumes

Τα χαρακτηριστικά και η περιγραφή τους για όλη την πληροφορία που συνδέεται με τη συγκεκριμένη θεματική περιοχή της Εικ. 2 υπάρχουν στον Πιν. 1.

ATTRIBUTE	DESCRIPTION
STREET	Δρόμος στον οποίο πραγματοποιήθηκε μέτρηση
AADTV	Πιο πρόσφατη ΕΜΗΚ
YEAR	Έτος των πιο πρόσφατων μετρήσεων
LAT	Γεωγραφικό πλάτος της θέσης όπου καταμετράται η ΕΜΗΚ.
LON	Γεωγραφικό μήκος της θέσης όπου καταμετράται η ΕΜΗΚ.
CROSS	Όνομα κύριου κάθετου δρόμου
CROSSDIR	Διεύθυνση κοντινότερου κάθετου δρόμου
CROSSDIST	Απόσταση κοντινότερου κάθετου δρόμου
PREVAADTV	Προηγούμενη AADTV (αν υπάρχει)
PREVYEAR	Έτος προηγούμενης AADTV

Πιν. 1

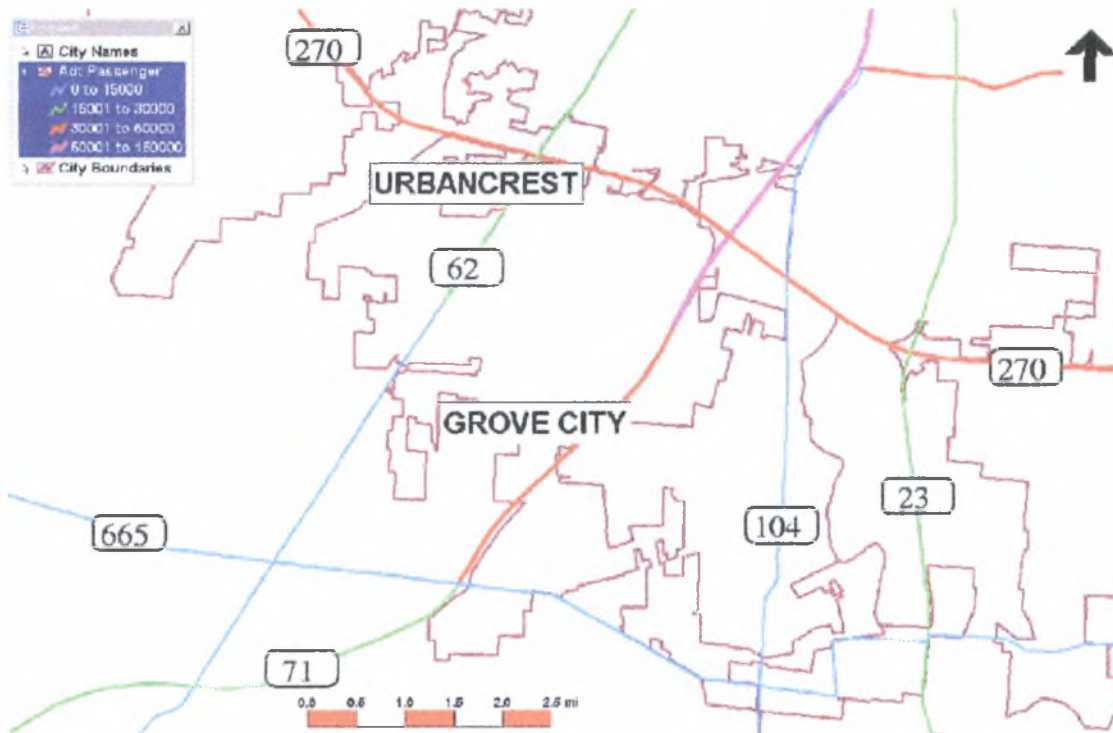
Ενδιαφέρον παρουσιάζει η απεικόνιση των κυκλοφοριακών φόρτων με τη χρήση των buffer ζωνών (Εικ. 3). Ο τρόπος αυτός συνηθίζεται γιατί παρέχει μια εξαιρετικά καλή εμποπτεία της κυκλοφοριακής κατάστασης ενός οδικού δικτύου.

### CITY OF STOCKTON 1994 TRAFFIC VOLUME FLOW MAP

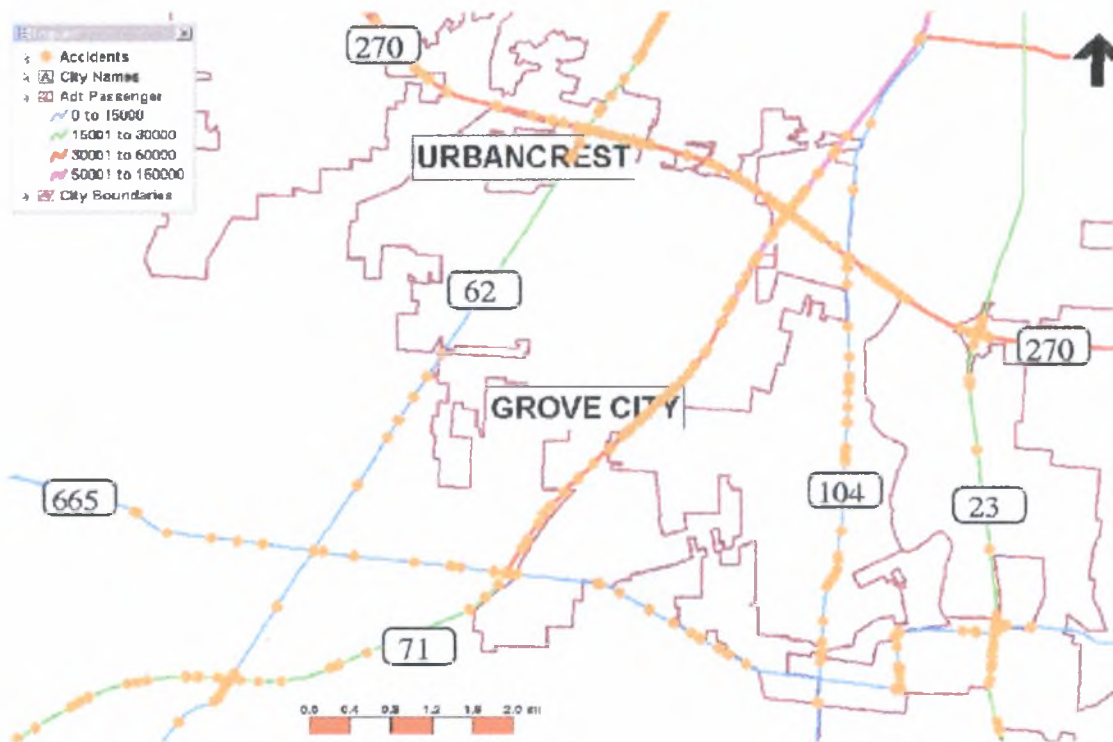


Εικ. 3: Απεικόνιση κυκλοφοριακών φόρτων με χρήση buffer ζωνών

Ένας απλούστερος τρόπος απεικόνισης Κυκλοφοριακών φόρτων παρουσιάζεται στην Εικ. 4 ενώ στην Εικ. 5 απεικονίζονται Κυκλοφοριακά Ατυχήματα.<sup>[3]</sup>



Εικ. 4: Απεικόνιση Κυκλοφοριακών φόρτων με χρήση χρωμάτων<sup>[4]</sup>



Εικ. 5: Απεικόνιση Κυκλοφοριακών ατυχημάτων<sup>[4]</sup>

### 1.1.3 GIS & Περιβάλλον

Ένα Περιβαλλοντικό Μοντέλο ορίζεται ως μια ομάδα από μαθηματικές εξισώσεις που εξηγούν τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε ένα φυσικό σύστημα. Οι τύποι στους οποίους κατατάσσονται τα Περιβαλλοντικά Μοντέλα είναι οι εξής:

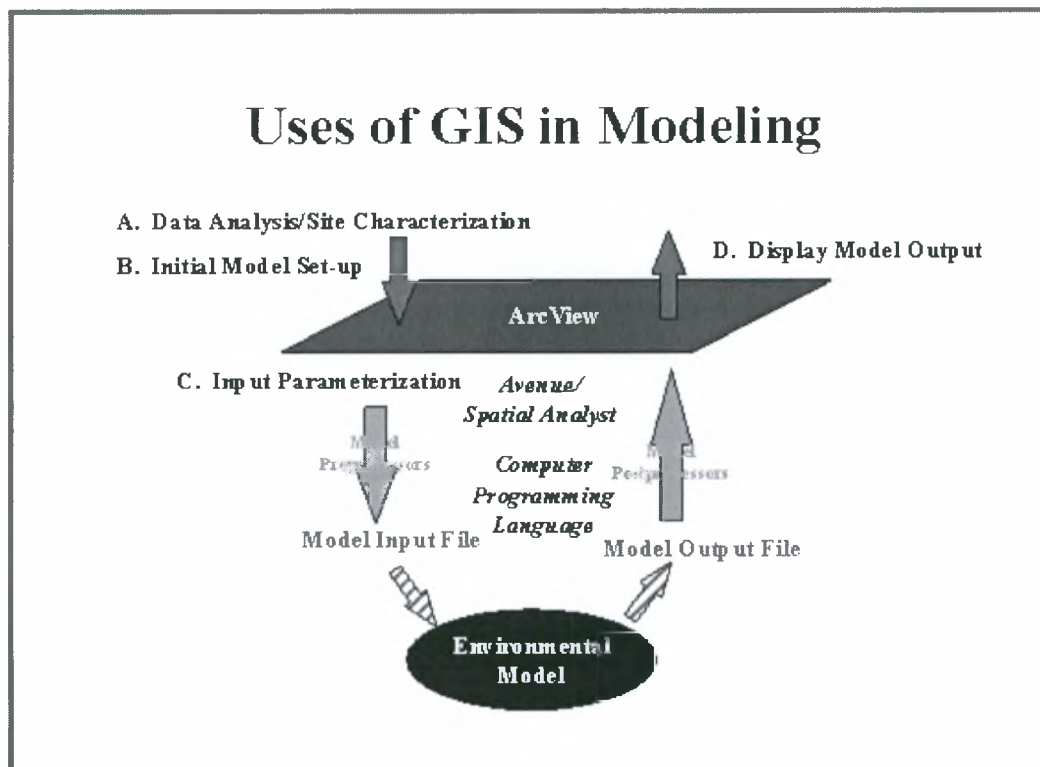
- Ποιότητας Υδάτων - Ιζημάτων / Απορροής Υδάτων
- Τροφικής Αλυσίδας / Βιολογικά
- Υδροδυναμικά / Μεταφοράς Εναπόθεσης Ιζημάτων
- Ποιότητας Αέρα

Όλα από τα παραπάνω μοντέλα βοηθούν στον προσδιορισμό της καταστροφής των κρίσιμων χημικών ενώσεων του φυσικού μας συστήματος.

Η χρήση των ΓΠΣ στη Μοντελοποίηση Περιβαλλοντικών παραμέτρων αποτυπώνεται στο σχήμα της Εικ. 6<sup>[5]</sup>. Τα βήματα που απεικονίζονται στο σχήμα περιγράφονται συνοπτικά στον Πιν. 2.

<b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ / ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ</b>
<b>Ανάλυση Δεδομένων</b>
Περιγραφή λειτουργικότητας Δεδομένων
Προέλευση Δεδομένων
Μορφή Αρχείων Δεδομένων
<b>Χαρακτηρισμός της υπό μελέτη περιοχής</b>
Ανάπτυξη Μετρήσεων Πεδίου
Ανάπτυξη Χαρτών
Προσδιορισμός Γεωγραφικών Δεδομένων
<b>ΑΡΧΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ</b>
Κατάτμηση Πλεγμάτων Μοντέλου
Προσδιορισμός Πεδίου Κλειδιού κάθε Πλέγματος
Ανασχεδιασμός (Βελτίωση) Πλεγμάτων
<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ</b>
Χωρική Επεξεργασία (Κατάτμηση, Ζωνοποίηση, Γεωγραφικός προσδιορισμός κ.α.)
Έλεγχος Αξιοπιστίας
<b>ΕΞΟΔΟΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ</b>
Εντοπισμός υπαρχόντων Δεδομένων
Παρουσίαση Αποτελεσμάτων
Πλήρης Διασύνδεση με ΓΠΣ

Πιν. 2

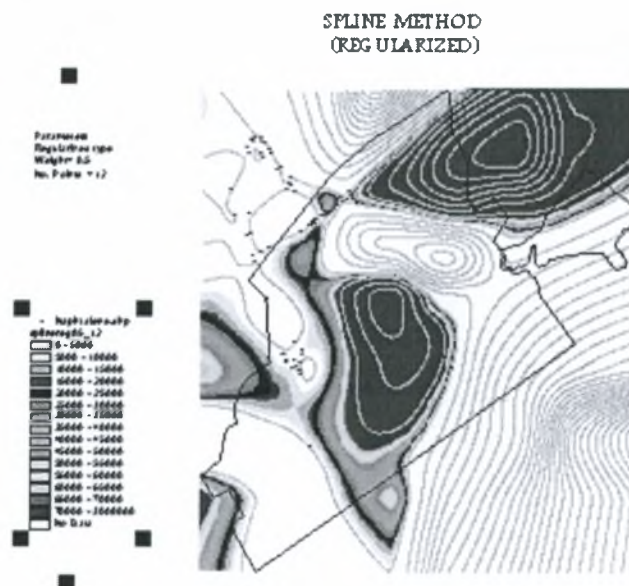


Εικ. 6: Χρήση των ΓΠΣ στη Μοντελοποίηση Περιβαλλοντικών παραμέτρων

Ένας ευρύς αριθμός μελετών έχει εστιάσει στη διασύνδεση των ΓΠΣ και των Περιβαλλοντικών μοντέλων. Το γεγονός αυτό δεν αποτελεί έκπληξη αφού όπως εύστοχα αναφέρεται <sup>[6]</sup> "Τέτοιου είδους προσομοιώσεις απαιτούν δεδομένα σχετικά με το περιβάλλον εντός του οποίου επιτελούνται όλες οι διεργασίες. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης παρέχουν επιπρόσθετα δεδομένα που εμπλουτίζουν τις περιγραφές μας για το περιβάλλον". Οι δυνατότητες ενός ΓΠΣ επιτρέπουν την ουσιαστική διασύνδεση μεταξύ της προετοιμασίας των δεδομένων για ένα μοντέλο και της παρουσίασης των αποτελεσμάτων του μοντέλου. Τρεις βασικοί τύποι σχεδιασμού μοντέλων αναφέρονται στη βιβλιογραφία <sup>[7]</sup>: α) διασυνδεδεμένα με ΓΠΣ β) ενοποιημένα με ΓΠΣ γ) εμπεδωμένα σε ΓΠΣ. Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται σε μοντέλα που μεταφέρουν δεδομένα μεταξύ προγραμμάτων. Παραδείγματα αποτελούν τα ARCMOD και GMS (Groundwater Modeling System) που και τα δύο λειτουργούν εξωτερικά από την εφαρμογή ΓΠΣ. Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται σε μοντέλα που διασυνδέονται μέσω μιας κοινής διεπαφής και μοιράζονται μια απλή βάση δεδομένων. Παράδειγμα αποτελεί το MODFLOWARC στο οποίο το μοντέλο MODFLOW έχει ενοποιηθεί με το ARC/INFO.

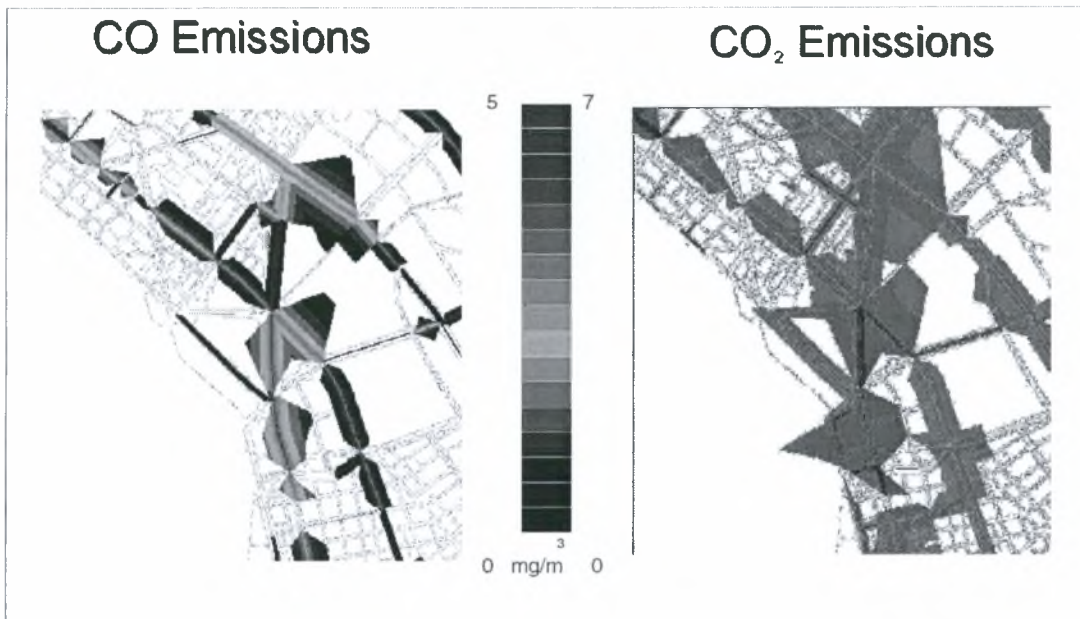
Η τρίτη κατηγορία αναφέρεται σε μοντέλα που είναι εμπεδωμένα σε μια εφαρμογή ΓΠΣ και χρησιμοποιούν εσωτερικά δομημένες δυνατότητες όπως για παράδειγμα άλγεβρα χαρτών. Τέτοιου είδους μοντελοποίηση χρησιμοποιείται στην περίπτωση του διυλιστηρίου Marcus Hook [8], όπου χρησιμοποιείται ένα εμπεδωμένο μοντέλο για την προσομοίωση της τήξης των επιφανειακών υδάτων και ένα συνδεδεμένο μοντέλο για την προσομοίωση της ροής των υπογείων υδάτων (βλ. και Εικ. 7).

Ο χάρτης <sup>[9]</sup> της Εικ. 7 εμφανίζει τη συγκέντρωση κρίσιμων χημικών ενώσεων στο έδαφος της περιοχής χημικών αποβλήτων διυλιστηρίου. Για την παρεμβολή (interpolation) των επιφανειών χρησιμοποιείται η μέθοδος Spline βάσει της οποίας μια αναλυτική επιφάνεια που διέρχεται από όλα τα σημεία του δείγματος προσεγγίζεται πολυωνυμικά.

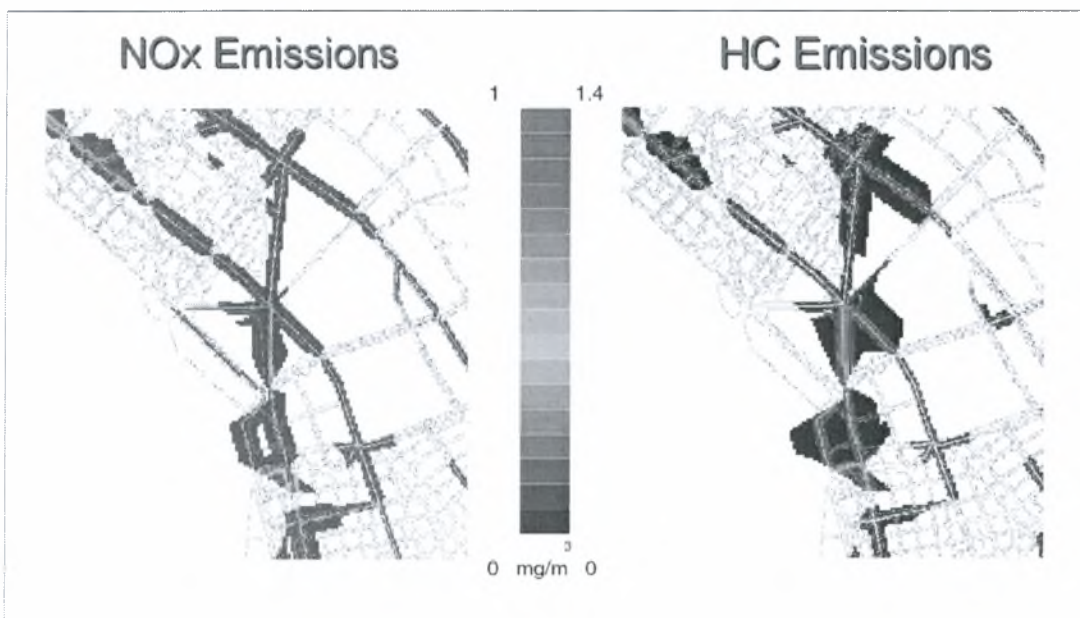


Εικ. 7: Μέθοδος Spline. Συγκέντρωση κρίσιμων χημικών ενώσεων.

Η χωρική κατανομή των κρίσιμων αέριων ρύπων που εκπέμπονται από τα αυτοκίνητα στο κέντρο της Θεσσαλονίκης μπορεί να οπτικοποιηθεί με χρήση των ΓΠΣ <sup>[10]</sup>. Στην Εικ. 8 απεικονίζονται εκπομπές οξειδίων του Άνθρακα και στην Εικ. 9 εκπομπές οξειδίων του Αζώτου και Υδρογονανθράκων.



Εικ. 8: Χωρική κατανομή ρύπων CO και CO<sub>2</sub> στο κέντρο της Θεσσαλονίκης

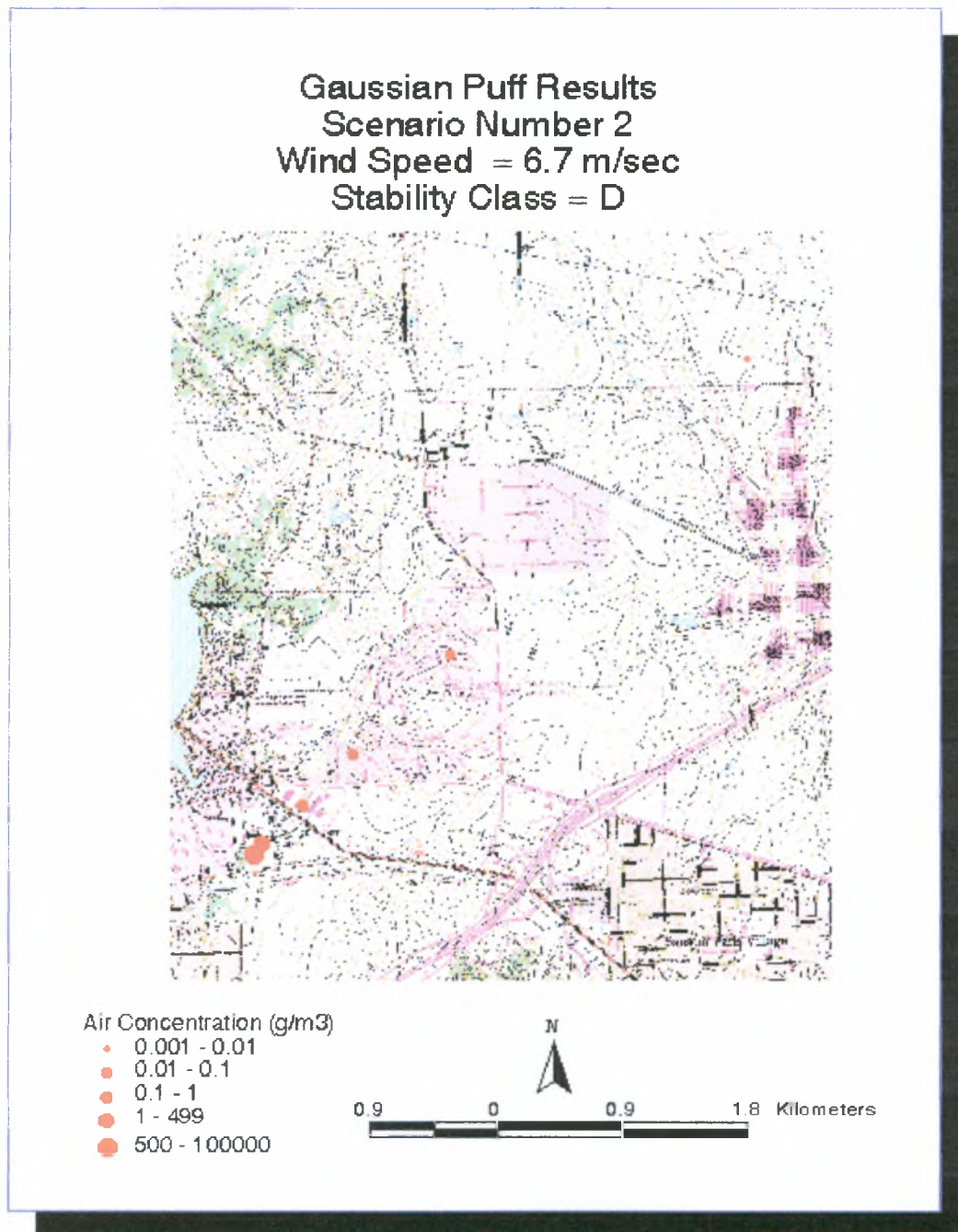


Εικ. 9: Χωρική κατανομή ρύπων NO<sub>x</sub> και HC στο κέντρο της Θεσσαλονίκης

Στις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων που αφορούν στον υπολογισμό της ανθρώπινης έκθεσης σε επιβλαβείς αέριους ρύπους πραγματοποιείται μοντελοποίηση της στιγμιαίας εκπομπής στην ατμόσφαιρα ουσιών αέριας ή σωματιδιακής κατάστασης. Η κατανομή των συγκεντρώσεων των ρύπων είναι Γκαουσιανή σε οριζόντια και κάθετη διεύθυνση με αυτή του ανέμου και η τυπική απόκλιση τους ταυτίζεται με τους συντελεστές διασποράς των αέριων ρύπων στην

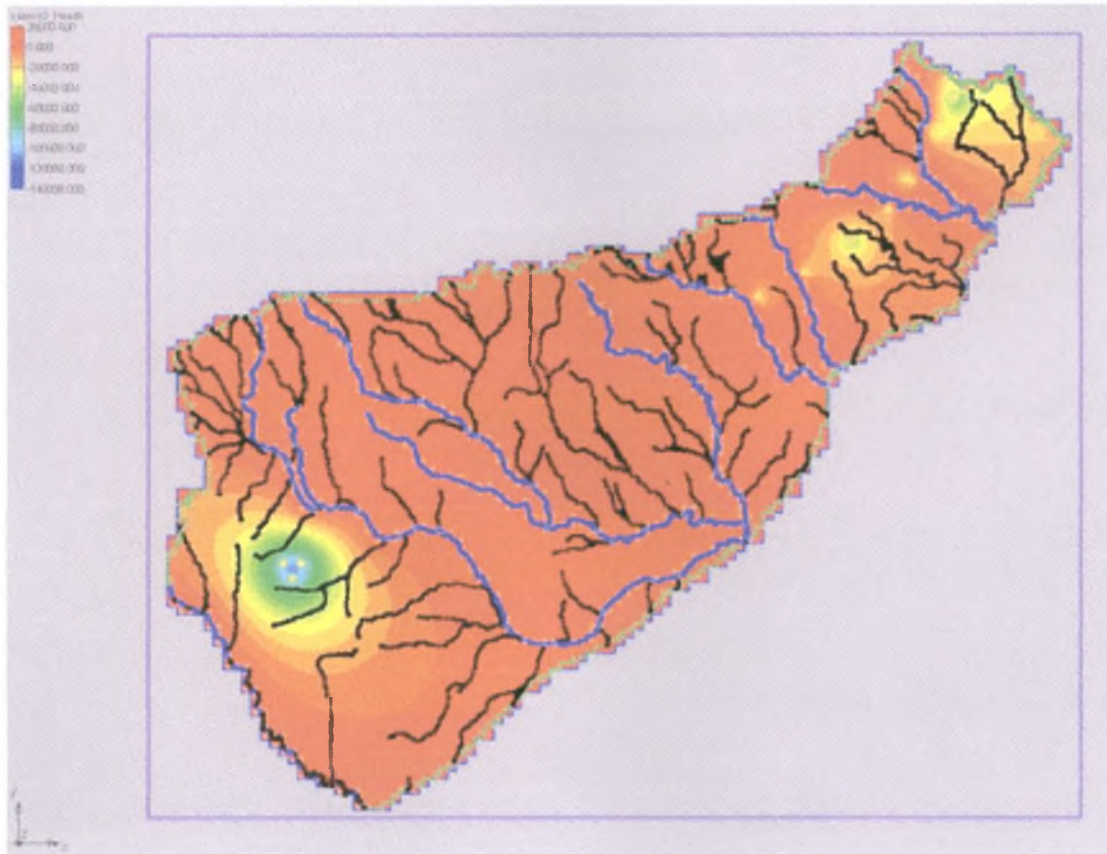


ατμόσφαιρα. Η απεικόνιση ενός σεναρίου διασποράς ρύπων <sup>[11]</sup> στην ατμόσφαιρα μέσα από ΓΠΣ μπορεί να έχει τη μορφή της Εικ. 10.



**Εικ. 10:** Απεικόνιση Διασποράς Αερίων ρύπων

Στην Εικ. 11 απεικονίζεται το βάθος των υπογείων υδάτων στην περιοχή Winter Garden στο Νοτιοδυτικό Texas μετά από την ενοποίηση του μοντέλου MODFLOW με τα ΓΠΣ <sup>[12]</sup>



Εικ. 11: Απεικόνιση βάθους υπογείων υδάτων

#### 1.1.4 Η Συμβολή των ΓΠΣ στα μοντέλα

Το μέγεθος της συμβολής των ΓΠΣ στα περιβαλλοντικά-συγκοινωνιακά μοντέλα από το σημαντικότερο ρόλο που παίζει η χωρική πληροφορία σε αυτά.

Τα μοντέλα προσομοίωσης της κατηγορίας αυτής αποσκοπούν στον υπολογισμό των τιμών των κρίσιμων περιβαλλοντικών-συγκοινωνιακών παραμέτρων σε κάποιο αριθμό σημείων (σημεία λήψης ή δέκτες) του χώρου της υπό μελέτη περιοχής. Έτσι, είναι δυνατό να αποτιμηθεί η ανθρώπινη έκθεση σε μια κρίσιμη περιβαλλοντική παράμετρο (π.χ. κυκλοφοριακός θόρυβος) ή/και η επιβάρυνση του ίδιου του περιβάλλοντος από τις επιπτώσεις των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (π.χ. εκπομπές αέριων ρύπων). Επομένως, η έννοια χώρος, συμπεριλαμβανομένων των γεωγραφικών θέσεων των παραγόντων εκείνων που συμμετέχουν στην προσομοίωση, ή αλλιώς η *τοπολογία* της υπό μελέτη περιοχής αποτελεί το σημαντικότερο στοιχείο εισόδου των μοντέλων προσομοίωσης.

Η τοπολογία της υπό μελέτη περιοχής παίζει προεξάρχοντα ρόλο και στη συμπεριφορά της ίδιας της παραμέτρου. Για παράδειγμα στην περίπτωση του

κυκλοφοριακού θορύβου το έδαφος επηρεάζει το ποσοστό απορρόφησης των ηχητικών κυμάτων ενώ τα διάφορα εμπόδια δρουν ανακλαστικά σε αυτά.

Συγκεκριμένα, για τη μοντελοποίηση του κυκλοφοριακού θορύβου απαιτείται να κωδικοποιηθούν οι συντεταγμένες των οδικών τμημάτων που παράγουν θόρυβο καθώς και κάθε πιθανού φράγματος ή κτίσματος που παρεμποδίζει τη διάδοση του. Επιπροσθέτως απαιτείται κωδικοποίηση κάθε σημείου λήψης όπου επιχειρείται η αποτίμηση των επιπέδων θορύβου, περιλαμβάνοντας: την ακριβή γεωγραφική του θέση, τις σχετικές αποστάσεις του με τους προαναφερθέντες κρίσιμους χωρικούς παράγοντες και τελικά το ποσοστό των διαφόρων τύπων του εδάφους που μεσολαβεί μεταξύ του σημείου λήψης και του οδικού τμήματος (τιμές που μεταβάλλονται από το ένα σημείο λήψης στο άλλο).

Ο ερευνητής-μελετητής περιβαλλοντικών επιπτώσεων πέρα από τον υπολογισμό της παραμέτρου για σκοπούς καταγραφής, ελέγχου επιτρεπτών ορίων, περιοδικές μελέτες ρουτίνας, ελέγχει-προτείνει διαφορετικούς τρόπους αντιμετώπισης του προβλήματος με την εφαρμογή ποικίλων σεναρίων σε επίπεδο προσομοίωσης. Η μεταβλητή της τοπολογίας και των παραγόντων που επηρεάζουν τη γένεση και διάδοση του κυκλοφοριακού θορύβου απαιτείται να είναι άμεσα και δυναμικά συνδεδεμένοι με το χάρτη, για την υλοποίηση της παραπάνω διαδικασίας.

## 1.2 Γενικά περί Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων

Μια βάση δεδομένων είναι απλά μια συλλογή από πληροφορίες που σχετίζονται με κάποιο ιδιαίτερο θέμα ή σκοπό. Η βάση δεδομένων αποθηκεύεται σε ένα αρχείο το οποίο μπορεί να περιέχει πολλούς πίνακες, που σχετίζονται με το θέμα αλλά περιέχουν διαφορετικά δεδομένα σχετικά με αυτό. Για παράδειγμα, μια βάση δεδομένων σχετική με το θέμα του κυκλοφοριακού θορύβου μπορεί να περιέχει έναν πίνακα με τις όλες τις πηγές του κυκλοφοριακού θορύβου της υπό μελέτη περιοχής, έναν πίνακα με τα όλα τα φράγματα που παρεμποδίζουν τη διάδοση του θορύβου και έναν τελικό πίνακα που περιγράφει ποια φράγματα παρεμποδίζουν τη διάδοση θορύβου και από ποιες πηγές προέρχεται αυτός. Και οι τρεις πίνακες σχετίζονται με τη διαδικασία γένεσης και διάδοσης του κυκλοφοριακού θορύβου, περιέχουν όμως διαφορετικές ομάδες δεδομένων που είναι ευκολότερο κάποιος να διαχειριστεί και να κατανοήσει μέσα από διαφορετικούς πίνακες. Οι πίνακες αποτελούν τα θεμελιώδη συστατικά μιας βάσης δεδομένων και όλες οι λειτουργίες εκτελούνται μέσα από ενέργειες μεταξύ αυτών. Οι πίνακες αποτελούν τα απαραίτητα αποθηκευτικά μέσα

των βάσεων δεδομένων και τα προγράμματα διαχείρισης όπως η Microsoft Access μπορούν να εκτελέσουν ποικίλες διεργασίες πάνω σε αυτούς. Τα δεδομένα στους πίνακες μπορεί κάποιος να τα διαχειριστεί με τους παρακάτω τρόπους δουλεύοντας με την Access:

- Εμφάνιση (View), προσθήκη (add) και ενημέρωση (update) των δεδομένων των πινάκων χρησιμοποιώντας άμεσα συνδεδεμένες φόρμες.
- Εύρεση και Ανάκτηση (retrieve) των επιθυμητών δεδομένων με τη χρήση ερωτήσεων (queries)
- Ανάλυση ή εκτύπωση των δεδομένων σε συγκεκριμένη σχεδίαση με τη χρήση αναφορών (reports)

Για να επιτευχθεί ο συνδυασμός δεδομένων από διαφορετικούς πίνακες μέσα σε μία φόρμα, ερώτηση, ή αναφορά, είναι δυνατό να τεθούν σχέσεις ή δεσμοί μεταξύ των πινάκων. Στο παράδειγμα που ακολουθεί ένα κοινό πεδίο όπως το **customer\_id** (κωδικός πελάτη) μπορεί να υφίσταται τόσο στον πίνακα που παρέχει πληροφορίες σχετικές με τον πελάτη όσο και στον πίνακα παραγγελιών. Διασυνδέοντας το πεδίο αυτό μεταξύ των πινάκων, δεδομένα μπορούν να ανακτηθούν από κάθε πίνακα και να συνθέσουν έναν νέο πίνακα (που προκύπτει από ερώτηση ή αναφορά). Για παράδειγμα κάποιος θα μπορούσε να προσδιορίσει όλες τις παραγγελίες για το μήνα Μάρτιο για κάποιο συγκεκριμένο πελάτη. Με τα ερωτήματα και τις αναφορές μπορούν επίσης να πραγματοποιηθούν διάφοροι υπολογισμοί πάνω στα δεδομένα. Για να επεκτείνουμε ακόμη περισσότερο το συγκεκριμένο παράδειγμα, κάποιος θα μπορούσε να δημιουργήσει κάποια αναφορά η οποία θα υπολογίζει τα χρήματα που δαπανήθηκαν από κάθε πελάτη για το μήνα Μάρτιο. Για την επίτευξη μιας τέτοιας δραστηριότητας η Access (ή ένα ισοδύναμο εργαλείο) θα μπορούσε να προσδιορίσει όλες τις παραγγελίες και τα προϊόντα που αγοράστηκαν από κάθε πελάτη για το μήνα Μάρτιο από τον πίνακα των παραγγελιών και στη συνέχεια να εκτελέσει μια άθροιση των εξόδων κάθε πελάτη χρησιμοποιώντας τις τιμές των προϊόντων από τον πίνακα προϊόντων. Η Εικ. 12 παρουσιάζει τις λειτουργίες διαχείρισης δεδομένων στην Access:

Store data once in one table, but view it from multiple locations. When you update the data, it's automatically updated everywhere.

The screenshot displays four interconnected database views:

- Customers : Table**: A table with columns Customer ID, Company Name, and City. Data rows include BSBEV (B's Beverages, London) and EASTC (Eastern Connection, London).
- Customers : Form**: A form with input fields for Customer ID (BSBEV), Contact Name (Victoria Ashworth), and Company Name (B's Beverages).
- London Orders for April : Select Query**: A query result table with columns Company Name, City, and Order Date. Data rows include B's Beverages (London, 11-Apr-96) and Eastern Connection (London, 12-Apr-96).
- Sales by Customer : Report**: A report for Customer: B's Beverages, showing Order ID and Sale Amount. Data rows include 10943 (\$711.00), 10947 (\$220.00), and 11023 (\$1500.00), with a Total of \$2431.00.

Arrows indicate that the form, query, and report all draw data from the Customers table.

Εικ. 12

Οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση περιβαλλοντικών δεδομένων. Για παράδειγμα μια περιβαλλοντική βάση δεδομένων θα μπορούσε να δομηθεί για μια υπερσυσσωρευμένη περιοχή μελέτης. Αυτή η βάση δεδομένων μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορία που σχετίζεται με δεδομένα προσδιορισμού της περιοχής, δεδομένα θέσεων πετρελαιοπηγών, δεδομένα αποβλήτων και αποτελέσματα χημικών αναλύσεων. Δημιουργώντας ένα ερώτημα μπορεί κάποιος να εντοπίσει τη θέση μιας πετρελαιοπηγής, πληροφορίες για αυτή την πετρελαιοπηγή καθώς και τις μετρήσεις υψόμετρου υπογείων υδάτων και χημικών που έχουν πραγματοποιηθεί για τη συγκεκριμένη πηγή. Οι διεργασίες σε μια βάση δεδομένων μπορούν λειτουργήσουν αμφίδρομα, έτσι ώστε να μπορεί κάποιος να προσδιορίσει όλες τις θέσεις στις οποίες μια συγκεκριμένη κρίσιμη χημική ένωση έχει μετρηθεί.

Η σημασία της σχεσιακής ΒΔ στα μοντέλα προσομοίωσης κυκλοφοριακών παραμέτρων μπορεί να αναδειχθεί από τη συγκεκριμένη μοντελοποίηση που αφορά στον κυκλοφοριακό θόρυβο:

Κατά τη μοντελοποίηση του κυκλοφοριακού θορύβου και ειδικότερα κατά την πρόβλεψη των επιπέδων θορύβου σε κάποιο σημείο λήψης, συμμετέχει πληθώρα παραγόντων, όπως η πηγή θορύβου, η απόσταση του σημείου λήψης από την πηγή θορύβου, η φύση της επιφάνειας του εδάφους, τα ενδιάμεσα εμπόδια, τα σκοπίμως τοποθετημένα ηχοπετάσματα καθώς και παράγοντες που επηρεάζουν τη διάδοση των ηχητικών κυμάτων όπως ανακλάσεις από κοντινές επιφάνειες, απορρόφηση, εξασθένιση, περίθλαση κ.α. Ως εκ τούτου η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων που

θα εμπεριέχει την τοπολογία και τα διάφορα χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περιοχής ξεχωριστά από τις τιμές των επιπέδων θορύβου, αποτελεί σημαντική προϋπόθεση.

### 1.3 Γενικές έννοιες περί Κυκλοφοριακών-Συγκοινωνιακών-Περιβαλλοντικών παραμέτρων που αφορούν στην παρούσα μελέτη

#### 1.3.1 Κυκλοφοριακός Θόρυβος

##### 1.3.1.1 Ορισμοί

- Κάθε ήχος τυχαίας πηγής και φάσματος χωρίς καθαρούς τόνους. Κάθε ακανόνιστος μη περιοδικός ήχος που η στιγμιαία τιμή του αυξομειώνεται με τυχαίο τρόπο.

ή

- Κάθε ανεπιθύμητος ήχος.

##### 1.3.1.2 Χαρακτηριστικά

#### I. Η στάθμη ηχητικής πίεσεως (Sound pressure level SPL).

$$SPL = 20 \log_{10} \left( \frac{\bar{p}}{2 \times 10^{-5}} \right) \text{dB}$$

#### II. Συχνότητα θορύβου.

#### III. Μήκος κύματος.

$$c = f\lambda$$

Τυπικό εύρος του μ.κ.: από τα 17,2 m στα 20 Hz ως τα 17,2 mm στα 20000Hz.

#### IV. Ταχύτητα θορύβου.

$$C = (\gamma RT/M)^{1/2}$$

#### V. Στάθμη έντασης (Intensity level IL)

$$L_I = 10 \log_{10} \left( \frac{I}{10^{-12}} \right) \text{dB}$$

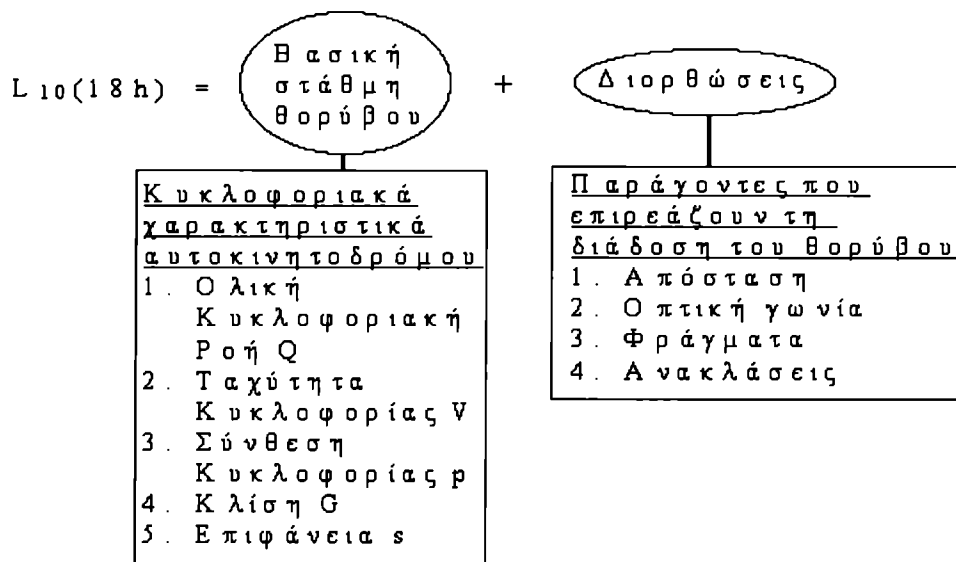
## VI. Στάθμη Ισχύος.

$$L_w = 10 \log_{10} \left( \frac{W}{10^{-12}} \right) \text{dB}$$

### 1.3.1.3 Η Μέθοδος CRTN (Calculation of Road Traffic Noise)

#### Δυνατότητες

- Πρόβλεψη-υπολογισμός σε σημείο αναφοράς, της βασικής στάθμης θορύβου  $L_{10}(18\text{-hour})$
- Εκτίμηση της στάθμης θορύβου  $L_{10}(18\text{-hour})$  σε σημείο λήψης που απέχει μέχρι 300m από την πηγή θορύβου και ως εκ τούτου και του ηχητικού πεδίου, λαμβάνοντας υπ' όψιν τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν τη διάδοση του ήχου (Εικ. 13)



Εικ. 13

#### Υπολογισμός (Εικ. 14)

Στάδιο I: Κυκλοφοριακή Ροή Q (Traffic flow rate)

$$L_Q = 28.1 + 10 \log Q \text{ dB (A)}$$

Στάδιο II: Ταχύτητα κυκλοφορίας V (Traffic speed) και Ποσοστό Βαρέων Οχημάτων p (Percentage heavy vehicles)

$$L_{v,p} = 33\log\left(v + 40 + \frac{500}{v}\right) + 10\log\left(1 + \frac{5p}{v}\right) \quad 68.8\text{dB(A)}$$

Στάδιο III: Κλίση G (Gradient)

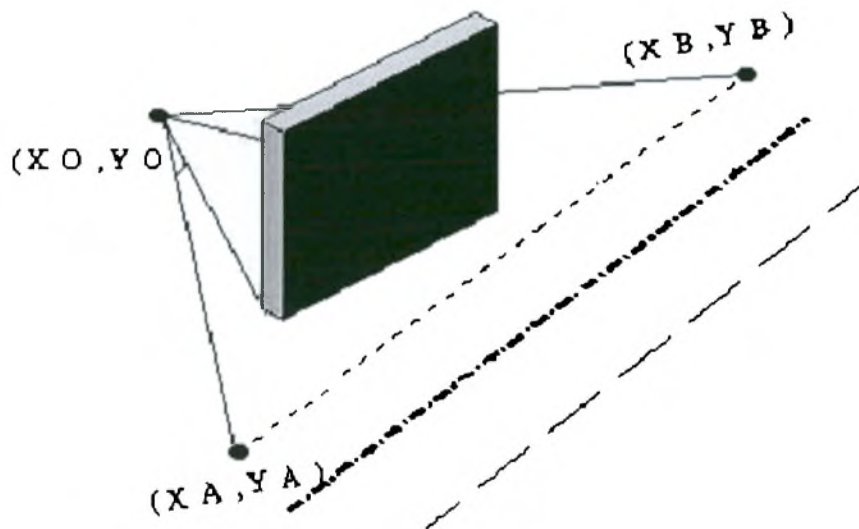
$$L_G = gG \quad (g = 0.3)$$

Στάδιο IV: Επιφάνεια δρόμου (Road surface)

$$L_s = s(4 - 0.03p) \text{ dB (A)}$$

Στάδιο V: Τελική στάθμη θορύβου

$$L_{10}(18h) = -40.7 + 10\log Q + 33\log\left(v + 40 + \frac{500}{v}\right) + 10\log\left(1 - \frac{5p}{v}\right) + \lambda G + s(4 - 0.33p) \text{ dB(A)}$$



Εικ. 14

### 1.3.2 Κυκλοφοριακά Δεδομένα

#### 1.3.2.1 Κυκλοφοριακοί Φόρτοι και Σύνθεση Κυκλοφορίας

Τα δεδομένα αυτά συλλέγονται προκειμένου να εξαχθεί ο αριθμός και το είδος των οχημάτων που διέρχονται από έναν αριθμό θέσεων ενός οδικού δικτύου στη μονάδα του χρόνου. Χρησιμοποιούνται για:

- στατιστική επεξεργασία και χρήση με σκοπό την παρακολούθηση των τάσεων της κυκλοφορίας σε μικρό (διακύμανση) και μεγαλύτερο (εξέλιξη) χρονικό ορίζοντα,



- σχεδιασμό της οδικής υποδομής,
- προγραμματισμό της συντήρησης των οδοστρωμάτων,
- χάραξη πολιτικής διαχείρισης και λειτουργίας του δικτύου,
- πρόβλεψη της κυκλοφορίας (βραχυχρόνια και μακρόχρονη) και του επιπέδου εξυπηρέτησης (level of service),
- χρήση κατά την ανάλυση ατυχημάτων,
- προγραμματισμό των επενδύσεων.

Σύμφωνα και με τα παραπάνω, τα δεδομένα που συλλέγονται απαιτείται να καλύπτουν την εξαγωγή των εξής στοιχείων:

- Κυκλοφοριακό φόρτο ανά ώρα για τα διάφορα οδικά τμήματα
- Ημερήσια, μηνιαία, ετήσια διακύμανση της κυκλοφορίας, καθώς και αιχμή
- Σύνθεση κυκλοφορίας σε ικανό αριθμό κατηγοριών προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στον προγραμματισμό συντήρησης οδοστρωμάτων.

#### 1.3.2.2 Ταχύτητες

Η ταχύτητα των οχημάτων διακρίνεται σε σημειακή ταχύτητα (spot speed) και σε ταχύτητα διαδρομής (journey speed). Η πρώτη είναι απαραίτητη για τον καθορισμό ενός ορίου ταχύτητας, καθώς και για την μελέτη των σχέσεων μεταξύ της ταχύτητας και των άλλων βασικών μεγεθών της κυκλοφορίας (κυκλοφοριακός φόρτος, πυκνότητα), ή του αριθμού ατυχημάτων. Η δεύτερη χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της κυκλοφοριακής ικανότητας ενός οδικού τμήματος.

Η πρώτη καταγράφει την ταχύτητα με την οποία ένα όχημα διέρχεται από ένα σημείο και γίνεται με τη βοήθεια διαφόρων συστημάτων, η τελευταία ορίζεται ως η μέση ταχύτητα με την οποία καλύπτεται μια ορισμένη διαδρομή. Μετράται είτε από παρατηρητές είτε με τη βοήθεια διαφόρων συστημάτων

### 1.3.2.3 Μέτρηση βάρους σε κίνηση

Οι μετρήσεις του βάρους των φορτηγών χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό των οδοστρωμάτων, την συντήρηση, την πολιτική φορολογίας, την πρόβλεψη και τον καταμερισμό των εσόδων, την ασφάλεια, και μελέτες σχετικές με το οδικό δίκτυο.

Οι θέσεις μέτρησης ομαδοποιούνται σε δύο κατηγορίες λειτουργίας "διαπολιτειακές" και "λοιπές". Οι θέσεις μέτρησης του βάρους των φορτηγών, επιλέγονται μεταξύ αυτών της σύνθεσης κυκλοφορίας. Η κατανομή τους ανά κατηγορία λειτουργίας γίνεται αναλογικά με τα χιλιόμετρα κάθε δικτύου ανά Πολιτεία.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων βάρους, μετά από επεξεργασία και σε συνδυασμό με την σύνθεση κυκλοφορίας και τους συντελεστές διακύμανσης (εβδομαδιαία/μηνιαία/εποχική, κλπ), αποδίδουν το συνολικό φορτίο ανά άξονα, το μέσο φορτίο ανά άξονα, το μέσο βάρος φορτηγού, το συνολικό βάρος, το πλήθος των υπέρβαρων αξόνων, το πλήθος των υπέρβαρων φορτηγών, κλπ.

## 1.4 Μεθοδολογία

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία δόμησης μιας σχεσιακής βάσης δεδομένων, η διαδικασία δόμησης μιας χωρικής βάσης δεδομένων και ο τρόπος σύνδεσης αυτών των βάσεων με το ΓΠΣ. Κι ενώ τα παρακάτω βήματα περιγράφουν τη διαδικασία που ακολουθείται χρησιμοποιώντας Microsoft Access και ArcView, μπορούν επίσης να εφαρμοστούν και σε άλλα προγράμματα βάσεων δεδομένων και άλλες διεπαφές ΓΠΣ.

### 1.4.1 Δόμηση Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων

Η ανάπτυξη των δεδομένων αν και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα βήματα στις εφαρμογές περιβαλλοντικής διαχείρισης συχνά δεν αντιμετωπίζεται με τη δέουσα σημασία. Χωρίς την εκτενή και λεπτομερή ανάπτυξη δεδομένων οποιαδήποτε ανάλυση με αυτά τα δεδομένα θα είναι ατελής.

Η παράγραφος αυτή περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο οργανώνονται τα δεδομένα σε μια εύκολη στη διαχείριση δόμηση της βάσης δεδομένων υποθέτοντας ότι κάποια συγκεκριμένα -σε ότι αφορά την περιοχή μελέτης- δεδομένα είναι ήδη διαθέσιμα. Οι προδιαγραφές δόμησης μιας βάσης δεδομένων ποικίλουν βάσει της ποσότητας των

διαθέσιμων δεδομένων καθώς και τη μορφή αυτών. Για παράδειγμα, σε μερικές περιπτώσεις η σύνθεση των διαφόρων δεδομένων θα έχει ήδη ολοκληρωθεί εντός του προγράμματος διαχείρισης της βάσης δεδομένων και τα δεδομένα απλά θα απαιτούν κάποια αναδιοργάνωση. Σε άλλες περιπτώσεις τα δεδομένα θα βρίσκονται διασκορπισμένα σε πίνακες ή αναφορές και αυτό που θα πρέπει να κάνει ο χρήστης θα είναι να τα εισάγει χειροποίητα μέσα στη βάση δεδομένων.

Το πρώτο βήμα έχει να κάνει με τον προσδιορισμό των οντοτήτων που θα απαρτίσουν τη Βάση Δεδομένων.

Ως Οντότητα ορίζεται ένα πρόσωπο, μέρος, αντικείμενο, περιστατικό, ή έννοια στο περιβάλλον χρήστη για το οποίο ο οργανισμός επιθυμεί να διατηρεί δεδομένα.

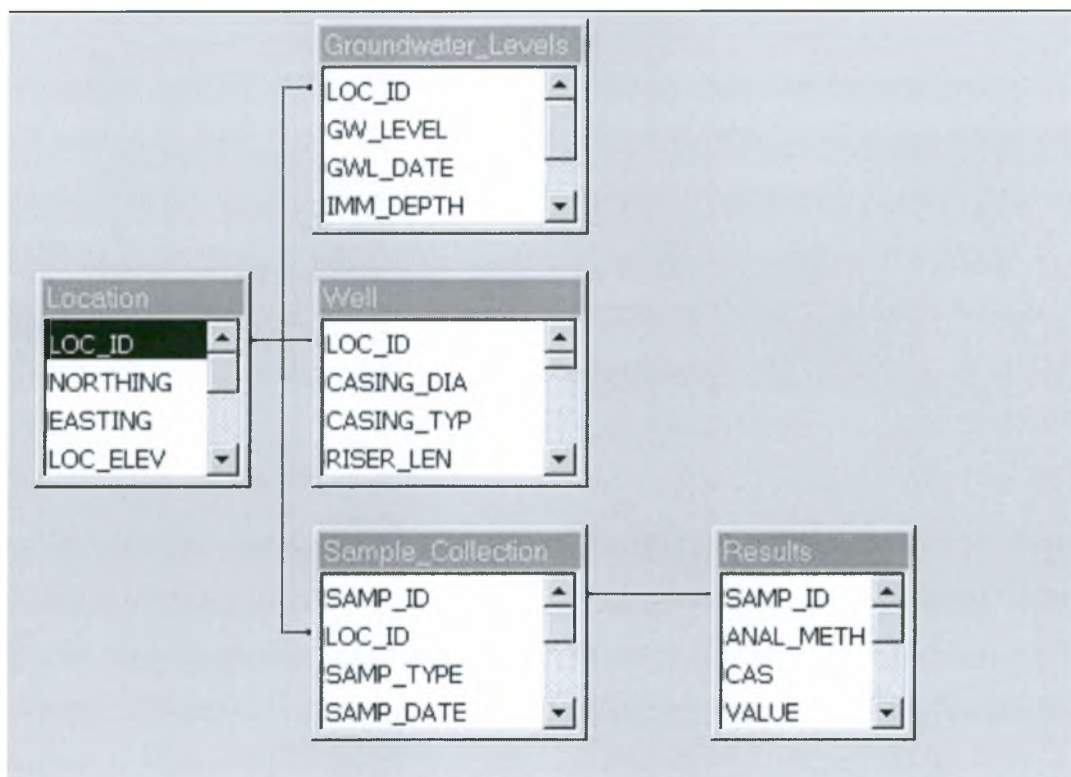
Για τον προσδιορισμό των Οντοτήτων που θα απαρτίσουν τη ΒΔ απαιτείται:

- προσδιορισμός και ανάλυση των αναγκών όσων εμπλέκονται με τη μελλοντική εκμετάλλευση του συστήματος το οποίο αναπτύσσεται
- μελέτη και ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων
- καθορισμός της λειτουργικότητας δεδομένων του Συστήματος και πιο συγκεκριμένα:
  - τι μετράται
  - που μετράται
  - κάθε πότε μετράται
  - πως μετράται

Το δεύτερο βήμα έχει να κάνει με την οργάνωση των δεδομένων και τον προσδιορισμό των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των διαφόρων ομάδων δεδομένων. Στην αρχή θα πρέπει να αναπτυχθεί η μορφή που θα έχει η δόμηση και ο ευκολότερος τρόπος για να ολοκληρωθεί αυτή η δραστηριότητα είναι να δομηθεί ένα περίγραμμα. Θα πρέπει να υπάρχει ένα θέμα με το οποίο θα σχετίζονται όλα τα δεδομένα, όπως για παράδειγμα "Περιοχή Συσσώρευσης Περιβαλλοντικών Δεδομένων." Τα παραπάνω προσδιορίζονται εννοιολογικά από την κατάστρωση του Διαγράμματος Οντοτήτων – Σχέσεων (E-R model). Το μοντέλο E-R περιέχει τα στοιχεία και τα γεγονότα που αναμένεται να λάβουν χώρα κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Για παράδειγμα στην περίπτωση του κυκλοφοριακού θορύβου τα δεδομένα που αντιπροσωπεύουν του δρόμους μπορεί να αποθηκευτούν στη βάση δεδομένων μαζί με δεδομένα που περιγράφουν την κυκλοφοριακή ροή, το ποσοστό των βαρέων οχημάτων κ.α. Το E-R μοντέλο χρησιμοποιείται για την κατασκευή του

εννοιολογικού μοντέλου δεδομένων το οποίο αναπαριστά τη δομή και τους περιορισμούς μιας βάσης δεδομένων.

Τα πιο συγκεκριμένα υποθέματα που σχετίζονται με το κυρίως θέμα θα συνθέσουν τους πίνακες της βάσης δεδομένων. Κάθε πίνακας μπορεί να υποστεί επεξεργασία αυτόνομα, μπορεί όμως και να έχει ένα κοινό πεδίο με το οποίο να συνδέεται με άλλον πίνακα της βάσης δεδομένων. Ακολουθεί παράδειγμα που αναφέρεται στη βάση δεδομένων ενός διυλιστηρίου που δείχνει τους πίνακες και τις διάφορες σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους:



Εικ. 15

Οι πίνακες **Groundwater\_Levels** (επίπεδα υπογείων υδάτων), **Well** (πετρελαιοπηγές), και **Sample\_Collection** (συλλογή δειγμάτων), συνδέονται όλοι με τον πίνακα **Location** (θέση) μέσω του κοινού πεδίου **LOC\_ID**. Κάθε φυσική θέση του διυλιστηρίου συμπεριλαμβανομένων των πετρελαιοπηγών (wells) και των αποβλήτων (soil borings), περιγράφεται στον πίνακα **Location**. Ο πίνακας **Groundwater\_Levels** περιέχει μόνο πληροφορία σχετικά με μετρήσεις του υψομέτρου των υπογείων υδάτων (groundwater elevation) σε προκαθορισμένες θέσεις. Παρομοίως ο πίνακας **Well** περιέχει πιο συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικά με τη θέση κάθε πετρελαιοπηγής και ο πίνακας **Sample\_Collection** καταγράφει σε λίστα όλα τα δείγματα που έχουν συλλεχθεί σε κάθε θέση. Ο πίνακας **Location**

αποτελεί το κεντρικό σημείο στο οποίο όλοι οι υπόλοιποι πίνακες συνδέονται (είτε άμεσα είτε έμμεσα) και έτσι η δομή μπορεί να τεμαχιστεί σε πολλά επίπεδα. Για παράδειγμα, ο πίνακας **Results** περιγράφει τις χημικές συγκεντρώσεις κάθε δείγματος και συνδέεται με τον πίνακα **Sample\_Collection**, όμως δε συνδέεται άμεσα με τον πίνακα **Location**.

Αφού τα δεδομένα διευθετηθούν και καταστρωθεί ένα περίγραμμα, το επόμενο βήμα έχει να κάνει με την πραγματική σύνθεση της βάσης δεδομένων. Σχεδιάζονται οι πίνακες και εισάγονται τα δεδομένα απευθείας σε κάθε πίνακα ή με τη χρήση κατάλληλων φορμών. Σε μερικές περιπτώσεις, τα δεδομένα μπορεί να είναι οργανωμένα σε προγράμματα λογιστικών φύλλων (Excel). Τα λογιστικά φύλλα μπορούν να εισαχθούν στο πρόγραμμα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (Access) και στη συνέχεια να συνδεθούν μεταξύ τους. Το βήμα αυτό μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρονοβόρο όταν ο χρήστης δεν είναι εξοικειωμένος με το πρόγραμμα διαχείρισης της βάσης δεδομένων.

#### 1.4.2 Δόμηση των χωρικών Βάσεων Δεδομένων

Για τη μοντελοποίηση κυκλοφοριακών/περιβαλλοντικών δεδομένων σε ένα ΓΠΣ, θα ήταν απαραίτητη η δημιουργία μιας χωρικής βάσης δεδομένων. Αυτή η Βάση δεδομένων θα μπορούσε να περιλαμβάνει πληροφορία τόσο σε επίπεδο βασικών παραγόντων προσομοίωσης όσο και σε τοπικό επίπεδο. Στην περίπτωση του κυκλοφοριακού θορύβου θα ήταν χρήσιμο να γνωρίζει κάποιος τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του αυτοκινητοδρόμου, τους διάφορους τύπους εδάφους γύρω από την υπό μελέτη περιοχή και την τραχύτητα του οδοστρώματος. Θα ήταν επίσης χρήσιμο να γνωρίζει τη θέση των κτισμάτων των οικοδομικών τετραγώνων, τη θέση των γραμμικών πηγών θορύβου και τη θέση των σημείων λήψης. Και οι δύο τύποι πληροφορίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια της φάσης ανάλυσης. Με τη συνεχή διόγκωση των πληροφοριών μέσω του Διαδικτύου, μια μεγάλη γκάμα χωρικών δεδομένων μπορεί να εξασφαλιστεί χωρίς κόστος.

Η δόμηση της βάσης δεδομένων στο επίπεδο των βασικών παραγόντων προσομοίωσης απαιτεί προσέγγιση που εξαρτάται από την περιοχή μελέτης. Πληρώνοντας ειδικές εταιρείες οι οποίες θα ερευνήσουν από αέρος την περιοχή μελέτης που ενδιαφέρει μπορεί κάποιος να αποκτήσει ορθοφωτογραφίες, οι οποίες στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθούν από ένα ΓΠΣ για την ανάλυση και την εκτίμηση των παραμέτρων της υπό μελέτη περιοχής.

Εναλλακτικά μια εξαρτώμενη από την περιοχή μελέτης βάση δεδομένων μπορεί να δομηθεί από σχέδια CAD ή από ψηφιοποίηση χαρτών. Για παράδειγμα η επέκταση CAD Reader του προγράμματος ArcView δίνει τη δυνατότητα της εισαγωγής και παρουσίασης CAD αρχείων.

Κατά τη σύνθεση των χωρικών δεδομένων θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι κάθε θεματικό επίπεδο αναφέρεται στη σωστή γεωγραφική προβολή.

#### 1.4.3 Διασύνδεση των Σχεσιακών Δεδομένων με τα Χωρικά Δεδομένα

Μετά τη δόμηση της σχεσιακής και της χωρικής βάσης δεδομένων, θα ήταν χρήσιμη η διασύνδεση αυτών των δύο ομάδων δεδομένων έτσι ώστε να επιτευχθεί μια καλύτερη κατανόηση των χαρακτηριστικών της υπό μελέτη περιοχής. Η αναζήτηση των τιμών των συγκεντρώσεων σε κάθε θέση μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση ενός προγράμματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων, είναι όμως δύσκολο να οπτικοποιηθεί που βρίσκεται η κάθε θέση και πόσο κοντά είναι μια θέση σε κάποια άλλη κοιτώντας απλά τον πίνακα. Με την ίδια λογική ένα χάρτης της υπό μελέτη περιοχής δε θα μπορούσε να αναδείξει αρκετές πληροφορίες σχετικά με χημικές διαρροές του παρελθόντος. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός ΓΠΣ αποτελεί η ικανότητά του να συνδέσει χωρικά με πινακοειδή δεδομένα. Για παράδειγμα, σε ένα ΓΠΣ, κάποιος μπορεί να δει που βρίσκεται η μέγιστη μετρούμενη συγκέντρωση βενζίνης σε μια περιοχή και εάν η θέση αυτή βρίσκεται κοντά σε μια αποθηκευτική δεξαμενή από την οποία διέφυγε γκαζολίνη.

Το χαρακτηριστικό SQL Connect που βρίσκεται στο μενού Project επιτρέπει στο ArcView να διασυνδέεται με εξωτερικά προγράμματα βάσεων δεδομένων όπως η Microsoft Access και η FoxPro. Έτσι, δεδομένα από κάποιο πίνακα ή κάποια ερώτηση της Access μπορούν να εισαχθούν μέσα σε έναν πίνακα του ArcView. Στη συνέχεια ο πίνακας αυτός μπορεί να ενωθεί με ένα υπάρχον θεματικό επίπεδο (coverage) ή να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ενός νέου.

## **2 ΔΟΜΗΣΗ ΣΧΕΣΙΑΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

### **2.1 Αρχιτεκτονική της ΒΔ Κυκλοφοριακού Θορύβου**

Στις οντότητες που προσομοιάζουν τον κυκλοφοριακό θόρυβο θα πρέπει να περιλαμβάνονται όλοι εκείνοι οι κρίσιμοι παράγοντες που συμμετέχουν ενεργά στη γένεση και διάδοση των ηχητικών κυμάτων. Οι παράγοντες αυτοί που καθορίζονται από τις διάφορες θεωρίες υπολογισμού του κυκλοφοριακού θορύβου, και στην προκειμένη περίπτωση από τη Βρετανική Μέθοδο (CRTN) <sup>[13]</sup>, θα πρέπει να περιγράφουν με συνέπεια και σαφήνεια το περιβάλλον προσομοίωσης. Οι σχέσεις μεταξύ των διαφόρων οντοτήτων θα πρέπει να παρέχουν μια γενική εμποπτεία των φαινομένων που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της γένεσης και διάδοσης του κυκλοφοριακού θορύβου. Μια γραφική αναπαράσταση των παραπάνω προκύπτει από το διάγραμμα Οντοτήτων - Σχέσεων, που κατασκευάστηκε με βάση τη σχεδίαση που προτάθηκε από τον Chen <sup>[14]</sup>. Στις παραγράφους που ακολουθούν:

- Προσδιορίζονται οι οντότητες που προσομοιάζουν τη γένεση και διάδοση του κυκλοφοριακού θορύβου.
- Προσδιορίζονται οι κανόνες και οι περιορισμοί που θα πρέπει να διέπουν τη γένεση και διάδοση του κυκλοφοριακού θορύβου
- Δομείται το Διάγραμμα Σχέσεων - Οντοτήτων.

#### **2.1.1 Οντότητες**

Οι οντότητες που συμμετέχουν στην προσομοίωση γένεσης και διάδοσης του κυκλοφοριακού θορύβου είναι οι εξής:

##### **□ SEGMENT**

Ένας αυτοκινητόδρομος αντιστοιχεί σε γραμμική πηγή ηχητικών κυμάτων. Η βασική συγκοινωνιακή παράμετρος που καθορίζει την ένταση του θορύβου είναι η κυκλοφοριακή ροή. Για την εφαρμογή της μεθόδου υπολογισμού των επιπέδων θορύβου ο δρόμος χωρίζεται σε ευθύγραμμα τμήματα (SEGMENTS).

##### **□ RECEPTOR**

Τα σημεία όπου αποτιμώνται τα επίπεδα θορύβου ονομάζονται σημεία λήψης (RECEPTORS). Αυτά αντιστοιχούν στα σημεία όπου οι μελετητές τοποθετούν τα ηχόμετρα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων πεδίου.

#### □ OBSTACLE

Όταν μεταξύ του σημείου λήψης και του τμήματος του δρόμου παρεμβάλλονται εμπόδια (OBSTACLES) τότε η διάδοση του θορύβου παρεμποδίζεται. Στην περίπτωση που το σημείο λήψης «βλέπει» το τμήμα του δρόμου, τότε ανήκει στη ζώνη φωτεινότητας (illuminated zone), ενώ διαφορετικά στη ζώνη σκιάς (shadow zone). Η οντότητα OBSTACLE αποτελεί υπερτύπο των οντοτήτων φράγμα (BARRIER) και κτίσμα (BLOCK).

#### 2.1.2 Κανόνες – Περιορισμοί – Συνδυετικές Οντότητες

Οι κανόνες και οι περιορισμοί που διέπουν τη γένεση και διάδοση του κυκλοφοριακού θορύβου προκύπτουν από τη θεωρία των μεθόδων υπολογισμού αλλά και από την τοπολογική εξέταση της υπό μελέτη περιοχής και απεικονίζονται στον Πιν. 3:

ΟΝΤΟΤΗΤΑ	ΚΑΝΟΝΑΣ – ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΔΕΤΙΚΗ ΟΝΤΟΤΗΤΑ
SEGMENT RECEPTOR OBSTACLE	Κάποιο τμήμα δρόμου (SEGMENT) μπορεί να φαίνεται από έναν σημείο λήψης (RECEPTOR) μέσω πολλών εμποδίων (OBSTACLES) τα οποία προκαλούν παρεμπόδιση της διάδοσης των ηχητικών κυμάτων (SCREENING) ή μέσω κανενός (ανεμπόδιστη διάδοση). Μεταξύ ενός σημείου λήψης (RECEPTOR) και ενός οδικού τμήματος (SEGMENT) μπορεί να παρεμβάλλεται πληθώρα εμποδίων (OBSTACLES) ή μπορεί και να μην παρεμβάλλεται κανένα. Ένα εμπόδιο (OBSTACLE) μπορεί να προασπίζει πολλά σημεία λήψης (RECEPTORS), μπορεί και κανένα, μπορεί να καλύπτει πολλά οδικά τμήματα	SCREENING (τριαδική)



	(SEGMENTS), μπορεί και κανένα. Για την καταγραφή του φαινομένου προάσπισης (screening effect) μας ενδιαφέρει η Ζώνη (Zone) στην οποία ανήκει το σημείο λήψης (φωτεινότητας ή σκιάς), και η διαφορά διαδρομής μιας άμεσης από μια ανακλώμενη δέσμη κυμάτων. Στην περίπτωση που το εμπόδιο (OBSTACLE ) είναι κτίσμα (BLOCK) μετατρέπεται σε ισοδύναμο φράγμα.	
SEGMENT RECEPTOR OBSTACLE	Η στάθμη θορύβου σε ένα σημείο λήψης (RECEPTOR) μπορεί να υπόκειται σε διόρθωση λόγω ανακλάσεων (REFLECTION) των κυμάτων ήχου σε πολλά εμπόδια (OBSTACLES) μπορεί και όχι, τα ανακλώμενα κύματα ήχου μπορεί να προέρχονται από πολλά εμπόδια (SEGMENTS), μπορεί και όχι. Ένα εμπόδιο (OBSTACLE) μπορεί να προκαλεί ανάκλαση (REFLECTION) στα κύματα που προέρχονται από πολλά οδικά τμήματα (SEGMENTS) επηρεάζοντας τη στάθμη θορύβου σε πολλά σημεία λήψης (RECEPTORS) ή μπορεί και να μην προκαλεί καθόλου. Ένα οδικό τμήμα (SEGMENT) μπορεί να εκπέμπει κύματα ήχου τα οποία μπορεί να ανακλώνται (REFLECTIONS) από πολλά εμπόδια (OBSTACLES) επηρεάζοντας τα επίπεδα θορύβου σε πολλά σημεία λήψης (RECEPTORS), μπορεί και όχι. Για την καταγραφή των ανακλάσεων (REFLECTION) καταγράφεται ο τύπος της ανάκλασης.	REFLECTION (τριαδική)
SEGMENT RECEPTOR	Ένα σημείο λήψης (RECEPTOR) πρέπει να έχει μια συγκεκριμένη απόσταση (DISTANCE) από τουλάχιστον ένα οδικό τμήμα (SEGMENT) και αντιστρόφως. Για τον υπολογισμό της επίδρασης	DISTANCE (δυναδική)

	της απόστασης καταγράφονται ο ενδιάμεσος τύπος εδάφους καθώς και η απευθείας και η οριζόντια απόσταση του σημείου λήψης από το δρόμο.	
SEGMENT RECEPTOR	Ένα σημείο λήψης (RECEPTOR) μπορεί να «βλέπει» (VIEW) υπό συγκεκριμένη γωνία τουλάχιστον ένα οδικό τμήμα (SEGMENT) και αντιστρόφως. Για τον υπολογισμό της επίδρασης της οπτικής γωνίας καταγράφεται η τιμή αυτής.	ANGLE (δυναμική)

Πιν. 3: Οντότητες και Σχέσεις

Από τους κανόνες και τους περιορισμούς που διέπουν τη γένεση και διάδοση του κυκλοφοριακού θορύβου προκύπτουν οι παρακάτω συνδεδεμένες οντότητες:

#### □ SCREENING

Η οντότητα αυτή προκύπτει από την τριαδική σχέση των οντοτήτων SEGMENT RECEPTOR και OBSTACLE και απεικονίζει το φαινόμενο της προάσπισης (SCREENING) των σημείων λήψης από τα ηχητικά κύματα που εκπέμπει το οδικό τμήμα, λόγω της ύπαρξης ενδιάμεσων εμποδίων.

#### □ REFLECTION

Η οντότητα αυτή προκύπτει από την τριαδική σχέση των οντοτήτων SEGMENT RECEPTOR και OBSTACLE και απεικονίζει το φαινόμενο της ανάκλασης (REFLECTION) των ηχητικών κυμάτων λόγω της ύπαρξης εμποδίων,

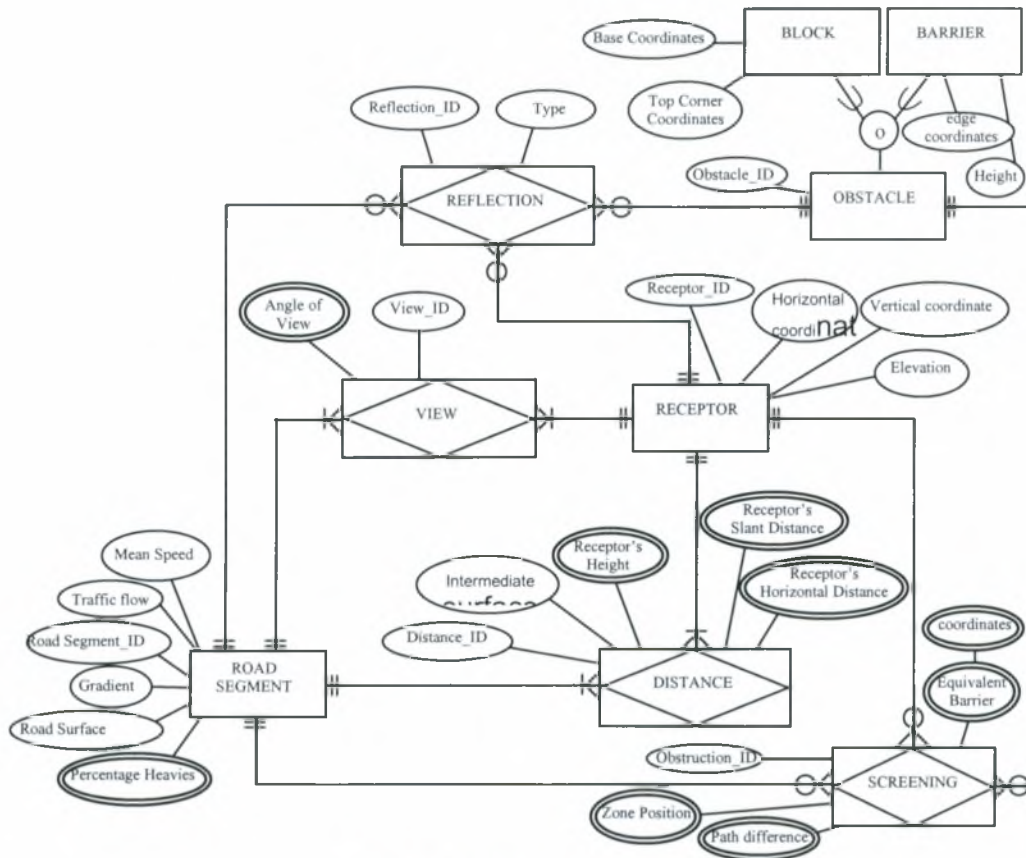
#### □ DISTANCE

Η τελική στάθμη θορύβου σε κάποιο σημείο λήψης εξαρτάται από την απόσταση αυτού από το οδικό τμήμα

#### □ VIEW

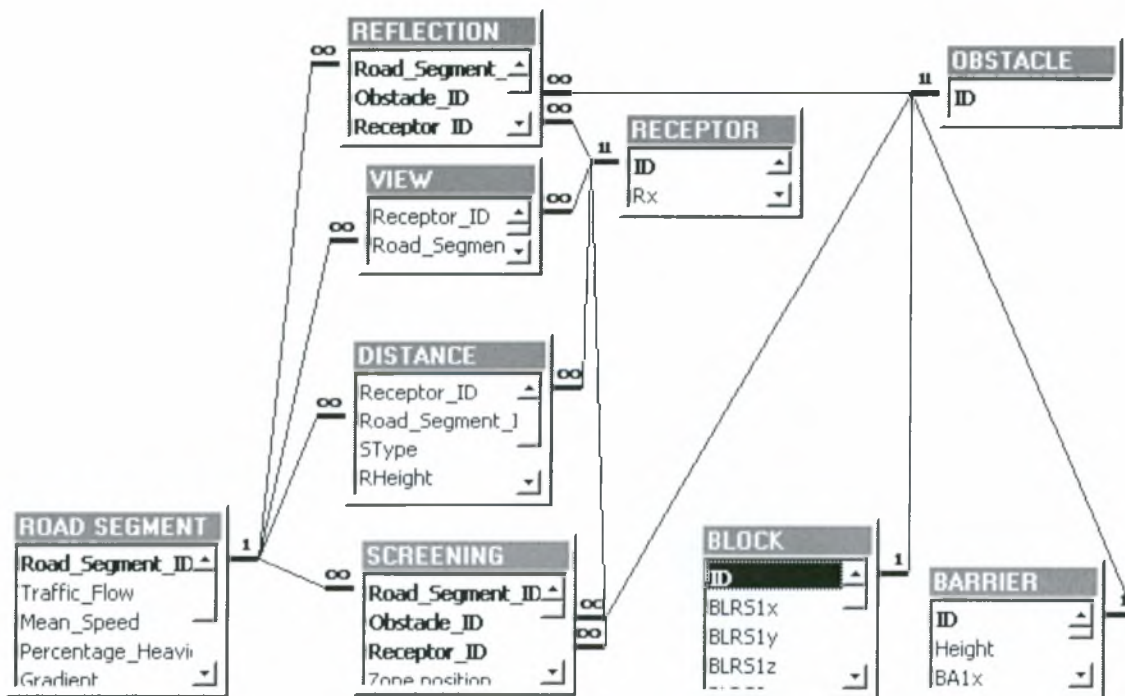
Η τελική στάθμη θορύβου σε κάποιο σημείο λήψης εξαρτάται από τη γωνία υπό την οποία αυτό «βλέπει» το οδικό τμήμα

### 2.1.3 Διάγραμμα Οντοτήτων – Σχέσεων



Εικ. 16: Διάγραμμα Οντοτήτων - Σχέσεων

2.1.4 Φυσικός Σχεδιασμός



Εικ. 17: Φυσικός Σχεδιασμός σε Access

## 2.2 Αρχιτεκτονική της ΒΔ Κυκλοφοριακών Παραμέτρων (Φόρτοι ταχύτητες κ.α.)

Το έργο «Μελέτη Συστήματος Συλλογής και Επεξεργασίας Κυκλοφοριακών Μετρήσεων για την Εγνατία Οδό» ανατέθηκε στην TRADEMCO - Μελέτες - Έρευνα & Ανάπτυξη Ε.Π.Ε. από την Ε.Ο.Α.Ε. με την από 18/5/2000 σχετική Σύμβαση.

Σκοπό της μελέτης αποτέλεσε η δημιουργία ενός αρχικού προγράμματος συλλογής κυκλοφοριακών δεδομένων προκειμένου να εξυπηρετήσει τις μελλοντικές ανάγκες και τα σχετικά έργα μεταφορών για την Εγνατία Οδό. Το πρόγραμμα αυτό θα αποτελέσει τη βάση για τη δυνατότητα πρόβλεψης του όγκου και της σύνθεσης του κυκλοφοριακού φόρτου με μεγαλύτερη ακρίβεια καθώς και της διαχείρισης των εργασιών λειτουργίας και συντήρησης της οδού.

Στα πλαίσια της μελέτης προτάθηκε η αρχιτεκτονική της Βάσης Δεδομένων που θα δομήσει το εν λόγω σύστημα καθώς και οι τρόποι απεικόνισης των αποτελεσμάτων με τη βοήθεια των ΓΠΣ.

### 2.2.1 Οντότητες

Τα στοιχεία κυκλοφορίας που θα παρέχει το νέο σύστημα περιλαμβάνουν:

- Κυκλοφοριακό φόρτο ανά ώρα,
- Σύνθεση κυκλοφορίας, η οποία σε έναν αριθμό θέσεων θα είναι αναλυτική και θα χρησιμοποιηθεί στο προγραμματισμό συντήρησης οδοστρωμάτων,
- Μέση ταχύτητα,
- Βάρη φορτηγών οχημάτων, συνολικά και αξονικά.

Για τον προσδιορισμό των Οντοτήτων που θα απαρτίσουν τη Β.Δ. πραγματοποιήθηκε:

- προσδιορισμός και ανάλυση των αναγκών της Ε.Ο.Α.Ε. (συνάντηση με τους υπεύθυνους Δ/σεων και Τμημάτων της).
- μελέτη και ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων.
- καθορισμός της λειτουργικότητας δεδομένων του Συστήματος:
  - τι μετράται (είδος κυκλοφοριακών δεδομένων)
  - που μετράται (θέσεις κυκλοφοριακών μετρήσεων)

- κάθε πότε μετράται (συχνότητα κυκλοφοριακών μετρήσεων)
- πώς μετράται (εξοπλισμός κυκλοφοριακών μετρήσεων)

Παρακάτω προτείνονται οι κύριες οντότητες ενός Συστήματος Καταμέτρησης Κυκλοφοριακών Στοιχείων. Ο προσδιορισμός τους έγινε με βάση τη δυνατότητα που θα πρέπει να έχει το σύστημα να δέχεται δεδομένα από άλλα Συστήματα Καταμέτρησης κυκλοφοριακών στοιχείων (όπως π.χ. το Σύστημα Μέτρησης Οδικής Κυκλοφορίας του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.), από διαφορετικούς τύπους εξοπλισμού αλλά και διαφορετικής μορφής (συχνότητας μέτρησης, σύνθεσης κυκλοφορίας).

Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία της Β.Δ. που αφορούν το σύστημα της Ε.Ο.Α.Ε. με βάση την ανάπτυξη που έχει προταθεί. Αυτά είναι τα ελάχιστα απαιτούμενα στοιχεία, μπορούν όμως να εμπλουτισθούν με βάση τις απαιτήσεις άλλων διασυνδεδεμένων.

#### □ **LINK**

Η οντότητα αυτή προσδιορίζει το σύνδεσμο του οδικού δικτύου επί του οποίου πραγματοποιούνται κυκλοφοριακές μετρήσεις.

#### Χαρακτηριστικά:

**Link\_ID:** Ο κωδικός του συνδέσμου

**s\_node:** Ο κωδικός του κόμβου στο ένα άκρο του συνδέσμου

**e\_node:** Ο κωδικός του κόμβου στο άλλο άκρο του συνδέσμου

**length:** Το μήκος του συνδέσμου σε χιλιόμετρα

**fun\_class:** Ο κωδικός κατηγορίας της οδού

Για την Ε.Ο.Α.Ε. κύριες κατηγορίες είναι η Εγνατία Οδός, οι κάθετοι άξονες και το υφιστάμενο δίκτυο. Υπάρχει δυνατότητα και λειτουργικής ιεράρχησης των οδών όπως π.χ. αυτοκινητόδρομος, οδός ταχείας κυκλοφορίας, πρωτεύουσα οδός, δευτερεύουσα οδός, κλπ.

#### □ **ROAD**

Η οντότητα αυτή προσδιορίζει την οδό του οδικού δικτύου επί της οποίας πραγματοποιούνται κυκλοφοριακές μετρήσεις. Είναι επιθυμητή σε περίπτωση διασύνδεσης με το Σ.Μ.Ο.Κ. (όπου και προτείνεται) για την ιχνηλασιμότητα του σημείου μέτρησης.

Χαρακτηριστικά:

**Road\_ID:** Ο κωδικός της οδού. Κωδικός (χαρακτήρες) με πρώτο συνθετικό τον κωδικό του νομού και δεύτερο συνθετικό τον κωδικό οδού που έχει αποδώσει ο οργανισμός στον οποίο υπάγεται το σύστημα που πραγματοποιεί τις μετρήσεις.

**road\_snode:** Ο κωδικός του κόμβου στο νοτιότερο άκρο του road. Κωδικός(χαρακτήρες) με πρώτο και δεύτερο συνθετικό που προσδιορίζονται από το τμήμα του κάναβου εντός του οποίου υπάρχει ο κόμβος και τρίτο συνθετικό τον αύξοντα αριθμό του κόμβου εντός του συγκεκριμένου τμήματος του κάναβου.

□ **ROUTE**

Η οντότητα αυτή προσδιορίζει τον οδικό άξονα του οδικού δικτύου επί του οποίου πραγματοποιούνται κυκλοφοριακές μετρήσεις. Επιθυμητή (σε περίπτωση διασύνδεσης με το Σ.Μ.Ο.Κ) αλλά όχι απαραίτητη οντότητα.

Χαρακτηριστικά:

**Route\_ID:** Ο κωδικός του route. Το route χρησιμοποιείται για να συνενώσει σε άξονα οδούς (roads) διαφορετικών κωδικών.

**route\_name:** Το όνομα του route (πχ, Π.Α.Θ.Ε., Αυτ/δρομος Κορίνθου-Τριπόλεως, κλπ.). Μόνο για κύριους άξονες.

**route\_snode:** Ο κωδικός του κόμβου στο νοτιότερο άκρο του route.

□ **SYSTEM**

Η οντότητα αυτή προσδιορίζει το σύστημα από το οποίο προέρχονται οι κυκλοφοριακές μετρήσεις. Εκτός από τους σταθμούς που προτείνει το παρόν έργο και οι οποίοι θα ανήκουν στο σύστημα μετρήσεων της ΕΟΑΕ θα πρέπει να

διασφαλίζεται η επικοινωνία και με άλλα συστήματα που ενδεχομένως παρέχουν στοιχεία κυκλοφορίας.

Χαρακτηριστικά:

**System\_ID:** Αριθμός μητρώου που το προσδιορίζει μοναδικά

**sys\_name:** Το όνομα του συστήματος

**Παράδειγμα οντότητας:** Σύστημα Μετρήσεων Οδικής Κυκλοφορίας (Σ.Μ.Ο.Κ.)

□ **STATION**

Φυσική θέση σε οδικό σύνδεσμο ή κόμβο στην οποία τοποθετείται προσωρινά ή μόνιμα ο εξοπλισμός καταμέτρησης.

Χαρακτηριστικά:

**Station\_ID:** Αριθμός μητρώου που τον προσδιορίζει μοναδικά.

**stn\_type:** Ο τύπος του σταθμού. Για το σύστημα της Ε.Ο.Α.Ε. οι βασικοί τύποι είναι "Μόνιμος" και "Περιοδικός". Είναι δυνατή και η χρήση άλλων τύπων για περίπτωση διασύνδεσης με άλλα συστήματα.

**stn\_location:** Απόσταση του σταθμού από το s\_node του συνδέσμου.

**dir\_code:** Ο κωδικός της κατεύθυνσης που αφορά ο σταθμός.

**dir\_defin:** Ο περιγραφικός προσδιορισμός της παραπάνω κατεύθυνσης (π.χ. Προς Αθήνα).

**lan\_codes:** Οι κωδικοί των λωρίδων (π.χ. 1,2,3,4), συμπεριλαμβανομένων και των Λ.Ε.Α.

**lan\_weighed:** Οι κωδικοί των λωρίδων στις οποίες εκτελούνται μετρήσεις βάρους.

**vol\_meas:** Ο κωδικός που δείχνει το είδος των μετρήσεων φόρτου, όπως π.χ. μέτρηση αξόνων, οχημάτων ανά κατηγορία ή συνολικών οχημάτων.

**frequ\_meas:** Η συχνότητα των μετρήσεων φόρτου σ' αυτό το σταθμό, δηλ. συνεχείς ή περιοδικές με αναφορά της περιοδικότητας (μία εβδομάδα μηνιαίως για το σύστημα της Ε.Ο.Α.Ε.).

□ **EQUIPMENT**

Ο εξοπλισμός για την πραγματοποίηση των κυκλοφοριακών μετρήσεων.

Χαρακτηριστικά:

**Equipment\_ID:** Αριθμός μητρώου που τον προσδιορίζει μοναδικά.

**vol\_sensor:** Ο κωδικός που δείχνει το είδος του εξοπλισμού μέτρησης, όπως επαγωγικοί βρόχοι με πιεζοαισθητήρες, απλοί επαγωγικοί βρόχοι ή ραντάρ μικροκυμάτων. Είναι δυνατή και η χρήση άλλων τύπων στη περίπτωση διασύνδεσης με άλλα συστήματα.

**ty\_retrieval:** Ο κωδικός που δείχνει τον τρόπο μεταφοράς των στοιχείων.

**vol\_make:** Ο τύπος του μετρητή φόρτου.

**wim\_make:** Ο τύπος του μετρητή βάρους.

## □ DATA

Η οντότητα αυτή όπως φαίνεται παρακάτω στο Διάγραμμα Σχέσεων-Οντοτήτων είναι *συνδεδεμένη*, δηλαδή προκύπτει από τη σχέση *καταμέτρηση κυκλοφοριακών στοιχείων* που συνδέει τις οντότητες STATION, SYSTEM, EQUIPMENT. Από τη δομή της, εξασφαλίζεται η δυνατότητα εισαγωγής στη Βάση Δεδομένων, στοιχείων που προέρχονται από διαφορετικά συστήματα καταμέτρησης κυκλοφορίας. Τα χαρακτηριστικά (attributes) αυτής της οντότητας πρέπει να προσδιοριστούν *μαξιμαλιστικά* ώστε να είναι εφικτή η παραπάνω δυνατότητα.

Η οντότητα αυτή αποτελεί *υπερτύπο* των οντοτήτων VOLUME, WIM, SPEED που ορίζονται παρακάτω. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα χαρακτηριστικά της οντότητας αυτής να αποτελούν και κοινά χαρακτηριστικά όλων των υπολοίπων οντοτήτων (shared attributes).

Χαρακτηριστικά:

**Data\_ID:** Χαρακτηριστικό που προσδιορίζει μοναδικά το καταμετρούμενο κυκλοφοριακό στοιχείο.

**dir\_code:** Η κατεύθυνση στην οποία αφορούν τα στοιχεία της μέτρησης. Η ύπαρξη του ψηφίου 0 στο πεδίο αυτό σημαίνει ότι τα στοιχεία αφορούν στο σύνολο και των δύο κατευθύνσεων της οδού.



**lane\_code:** Η λωρίδα στην οποία αφορούν τα στοιχεία της μέτρησης. Η ύπαρξη του ψηφίου 0 στο πεδίο αυτό σημαίνει ότι τα στοιχεία αφορούν στο σύνολο των λωρίδων της κατεύθυνσης που ορίζεται στο πεδίο **dir\_code**.

**year:** Το έτος στο οποίο αφορά ο φόρτος.

**month:** Ο μήνας στον οποίο αφορά ο φόρτος.

**date:** Η ημερομηνία στην οποία αφορά ο φόρτος.

**day:** Η ημέρα στην οποία αφορά ο φόρτος.

**hour:** Η ώρα στην οποία αφορά ο φόρτος.

#### **VOLUME**

Ο μετρούμενος κυκλοφοριακός φόρτος.

Χαρακτηριστικά:

**Volume\_ID:** Χαρακτηριστικό που προσδιορίζει μοναδικά τον μετρούμενο φόρτο.

**hvol:** Ο φόρτος κατά την ώρα αυτή.

#### **TRAFFIC SYNTHESIS**

Σύνθεση της κυκλοφορίας.

Χαρακτηριστικά:

**veh\_class:** Προσδιορίζει την κατηγορία στην οποία ανήκει το όχημα που καταμετράται και συμμετέχει στη σύνθεση του συνολικού φόρτου.

**class\_hvol:** Ο φόρτος της κατηγορίας αυτής. Υπάρχει πρόβλεψη για μέχρι 15 κατηγορίες οχημάτων.

#### **WIM**

Το καταμετρούμενο βάρος φορτίου φορτηγών.

Χαρακτηριστικά:

**WIM\_ID:** Χαρακτηριστικό που προσδιορίζει μοναδικά το καταμετρούμενο βάρος φορτίου φορτηγών.

**truck\_class:** Ο κωδικός της κατηγορίας οχημάτων στην οποία αφορούν τα ακόλουθα στοιχεία.

**gross\_wght:** Το μέσο συνολικό βάρος οχήματος.

**no\_axles:** Ο αριθμός των αξόνων του οχήματος.

**axle\_no:** Ο αύξων αριθμός του άξονα, μετρούμενος από το εμπρόσθιο μέρος του οχήματος.

**ax\_weight:** Το βάρος του άξονα αυτού.

**ax\_spacing:** Η απόσταση του άξονα αυτού από τον προηγούμενο.

#### **SPEED**

Η καταμετρούμενη ταχύτητα σημείου.

Χαρακτηριστικά:

**Speed\_ID:** Χαρακτηριστικό που προσδιορίζει μοναδικά την καταμετρούμενη ταχύτητα των διερχόμενων οχημάτων.

**speed\_val:** Η μέση ταχύτητα.

#### **SPEED SYNTHESIS**

Ανάλυση των ταχυτήτων ανά κατηγορία.

Χαρακτηριστικά:

**veh\_class:** Προσδιορίζει την κατηγορία στην οποία ανήκει το όχημα η ταχύτητα του οποίου καταμετράται.

**class\_hsp:** Ο ταχύτητα της κατηγορίας αυτής.

### 2.2.2 Περιορισμοί - Κανόνες

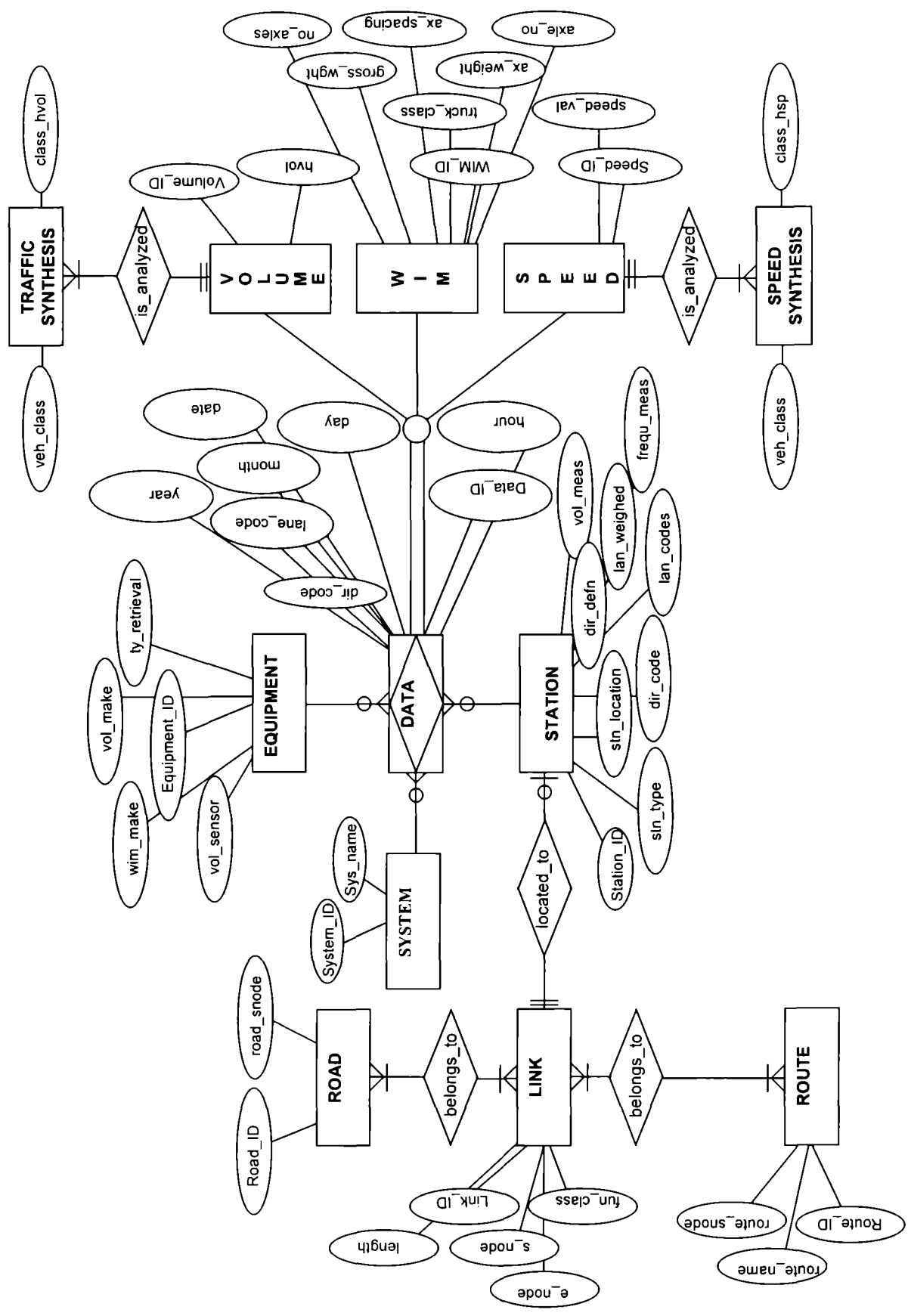
- Σε έναν σταθμό (STATION) μπορεί να πραγματοποιούν **καταμέτρηση κυκλοφοριακών στοιχείων** πολλά συστήματα (SYSTEM) μπορεί και κανένα. Μπορεί να υπάρχει πληθώρα μετρητών (EQUIPMENT) ή να μην υπάρχει κανένας.

- Ένα σύστημα (SYSTEM) μπορεί να διαθέτει πολλούς σταθμούς (STATION) για την **καταμέτρηση κυκλοφοριακών στοιχείων** μπορεί και κανένα, πληθώρα μετρητών (EQUIPMENT) ή καθόλου μετρητές.
- Ένας τύπος εξοπλισμού (EQUIPMENT) μπορεί να χρησιμοποιείται από πληθώρα συστημάτων (SYSTEM) για την **καταμέτρηση κυκλοφοριακών στοιχείων** ή και να μην χρησιμοποιείται σε πληθώρα σταθμών (STATION) ή σε κανέναν.
- Η **καταμέτρηση κυκλοφοριακών στοιχείων** καθίσταται συνδυαστική οντότητα (DATA) της τριαδικής σχέσης των οντοτήτων STATION, SYSTEM, EQUIPMENT.
- Μία κυκλοφοριακή μέτρηση στοιχείων (DATA), ενός συστήματος (SYSTEM) σε κάποιο σταθμό (STATION) με κάποιον εξοπλισμό (EQUIPMENT) **πρέπει να είναι μέλος τουλάχιστον ενός** εκ των υποτύπων VOLUME, WIM ή SPEED. **Αυτό σημαίνει ότι κάποιο είδος εξοπλισμού εκτός από κυκλοφοριακούς φόρτους μπορεί να μετρά παράλληλα και βάρος φορτίου φορτηγών ή/και ταχύτητες διερχομένων οχημάτων.**
- Κατά την καταγραφή ενός κυκλοφοριακού στοιχείου (DATA) απαιτείται η γνώση της ημερομηνίας (date) του χρονικού διαστήματος (Time From, Time To) και άλλων χαρακτηριστικών κυκλοφορίας που καταμετρήθηκαν στο διάστημα αυτό.
- Ανάλογα με τον τύπο του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή των κυκλοφοριακών φόρτων προκύπτει διαφορετική ανάλυση αυτών στις επιμέρους κατηγορίες οχημάτων.
- Η τιμή ενός καταμετρούμενου κυκλοφοριακού στοιχείου είναι μοναδική.
- Ένας Σύνδεσμος (LINK) ανήκει σε τουλάχιστον μία οδό (ROAD), ενώ μπορεί να ανήκει σε πολλές. Μια οδός έχει τουλάχιστον έναν σύνδεσμο, ενώ μπορεί να έχει και πολλούς.
- Ένας Σύνδεσμος (LINK) ανήκει σε τουλάχιστον έναν οδικό άξονα (ROUTE), ενώ μπορεί να ανήκει σε πολλούς. Ένας οδικός άξονας έχει τουλάχιστον έναν σύνδεσμο, ενώ μπορεί να έχει και πολλούς.
- Ένας σταθμός (STATION) πρέπει να βρίσκεται σε τουλάχιστον έναν δεσμό (LINK) και το πολύ σε έναν. Ένας δεσμός μπορεί να μην έχει κανένα σταθμό, ενώ μπορεί να έχει το πολύ έναν.
- Ο συνολικός φόρτος (VOLUME) μπορεί να αναλύεται σε τουλάχιστον μία κατηγορία επιμέρους φόρτων μπορεί και σε πολλές (TRAFFIC SYNTHESIS).

- Η μέση ταχύτητα (SPEED) μπορεί να αναλύεται σε τουλάχιστον μία κατηγορία ταχυτήτων διαφόρων κατηγοριών οχημάτων (SPEED SYNTHESIS).

Στο Διάγραμμα 1 παρουσιάζεται το Διάγραμμα Οντοτήτων - Σχέσεων.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ – ΣΧΕΣΕΩΝ



## 2.2.3 Λογικός Σχεδιασμός

Περιλαμβάνει:

1. Μετασχηματισμό του εννοιολογικού μοντέλου σε πίνακες (relations) με βάση τη θεωρία των σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων
2. Επισκόπηση πράξεων (transactions), αναφορών (reports), οθονών (displays) και αναζητήσεων (inquiries) που θα υποστηρίζει η Βάση Δεδομένων.

### Δημιουργία Πινάκων SYSTEM

<u>System ID</u>	Attribute 1	Attribute 2	...	Attribute l
------------------	-------------	-------------	-----	-------------

### STATION

<u>Station ID</u>	Attribute 1	Attribute 2	...	Attribute k
-------------------	-------------	-------------	-----	-------------

### EQUIPMENT

<u>Counter ID</u>	Attribute 1	Attribute 2	...	Attribute m
-------------------	-------------	-------------	-----	-------------

### DATA

<u>System ID</u>	<u>Station ID</u>	<u>Counter ID</u>	<u>Data ID</u>	Shared Attribute 1	Shared Attribute 2	...	Shared Attribute p
------------------	-------------------	-------------------	----------------	--------------------	--------------------	-----	--------------------

### VOLUME

<u>Volume ID</u>	Attribute 1	Attribute 2	...	Attribute i
------------------	-------------	-------------	-----	-------------

### WIM

<u>WIM ID</u>	Attribute 1	Attribute 2	...	Attribute j
---------------	-------------	-------------	-----	-------------

### SPEED

<u>Speed ID</u>	Attribute 1	Attribute 2	...	Attribute n
-----------------	-------------	-------------	-----	-------------

## **Πράξεις (transactions), αναφορές (reports), και αναζητήσεις (queries)**

**Πράξεις:** Ωριαία αιχμή, Ημερήσια διακύμανση, Μηνιαία διακύμανση, Ετήσια διακύμανση, Ε.Μ.Η.Κ. κ.α.

**Αναφορές:** Γραφήματα, Πίνακες, Χάρτες (Γ.Π.Σ.)

**Αναζητήσεις:** Ερωτήσεις για την ανάκτηση δεδομένων για σκοπούς σύγκρισης, έρευνας, ελέγχου κ.α.

### **3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

#### **3.1 Λεωφορειολωρίδες στην Εγνατία – Υποθαλάσσια Αρτηρία**

Στην οδό Εγνατία, στο κέντρο της Θεσσαλονίκης εφαρμόστηκε πρόσφατα το μέτρο των λεωφορειολωρίδων. Ταυτόχρονα προτάθηκαν <sup>[14]</sup> τα μέτρα που θα εφαρμοστούν στην περίπτωση κατασκευής της υποθαλάσσιας αρτηρίας διαμπερούς κυκλοφορίας στο κέντρο της Θεσσαλονίκης, τα οποία περιλαμβάνουν:

- μείωση κατά ένα, των ρευμάτων κυκλοφορίας στην Τσιμισκή
- πεζοδρόμηση της παλιάς παραλίας από το λιμάνι μέχρι το Λευκό Πύργο
- Βελτιστοποίηση λειτουργίας των κυκλοφοριακών σηματοδοτών

Το ενδιαφέρον μας επικεντρώνεται στη μεταβολή των επιπέδων θορύβου πριν και μετά τα σενάρια εφαρμογής συγκοινωνιακών πολιτικών (λεωφορειολωρίδες στην Εγνατία, πεζοδρόμηση της Παραλιακής) και τα σενάρια κατασκευής υποδομών (υποθαλάσσια Αρτηρία).

Η υπό μελέτη περιοχή περιλαμβάνει το κέντρο της πόλης της Θεσσαλονίκης (Εικ. 18). Τα οδικά τμήματα για τα οποία πραγματοποιήθηκε υπολογισμός του κυκλοφοριακού θορύβου ήταν:

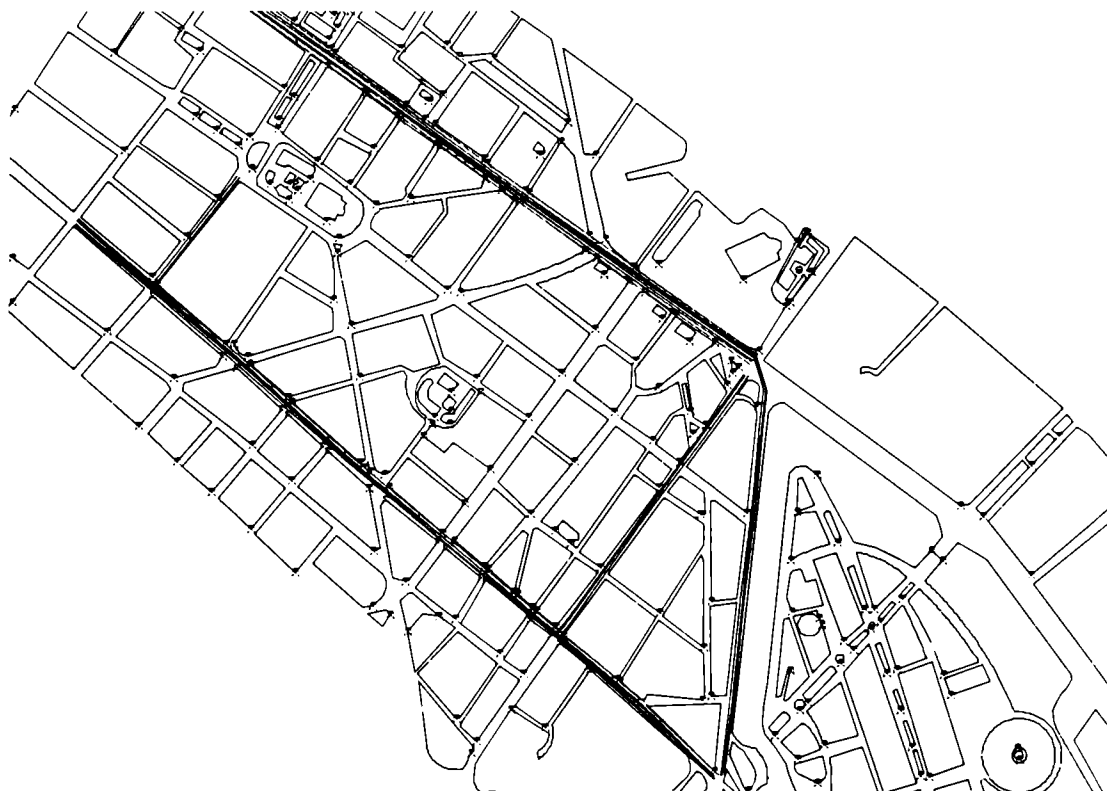
- Τσιμισκή (Χ.Α.Ν.Θ. - Αγ. Σοφίας)
- Εγνατία (Σιντριβάνι – Αγ. Σοφίας)
- Αγγελάκη (Χ.Α.Ν.Θ. – Σιντριβάνι)
- Εθ. Αμύνης (Εγνατία – Τσιμισκή)
- Αγ. Σοφίας (Εκκλησία – Τσιμισκή)

Οι κόκκινες λωρίδες απεικονίζουν τις λωρίδες κυκλοφορίας των λεωφορείων και οι μπλε της λωρίδες κυκλοφορίας των υπολοίπων οχημάτων.

Η παρουσίαση της πληροφορίας έγινε με χρήση των στάνταρ δυνατοτήτων των προϊόντων ARC/INFO και ARCVIEW. Για την παρουσίαση του κυκλοφοριακού θορύβου σε σύστημα ΓΠΣ οι παράγοντες που συμμετέχουν στην προσομοίωση του, ψηφιοποιήθηκαν και πιο συγκεκριμένα:



- ◆ τα κατοικημένα κτίσματα που ανακλούν τα κύματα ήχου (πολύγωνα)
- ◆ οι γραμμικές πηγές ηχητικών κυμάτων που προσομοιάζουν τις λωρίδες κυκλοφορίας (γραμμές)
- ◆ τα σημεία λήψης (σημεία)



Εικ. 18: Περιοχή μελέτης Κυκλοφοριακού θορύβου

Σε ότι έχει σχέση με τη γένεση και τη διάδοση του κυκλοφοριακού θορύβου θα πρέπει να επισημανθούν τα παρακάτω:

- ◆ Οι κυκλοφοριακοί παράγοντες που επηρεάζουν τα επίπεδα θορύβου είναι η *κυκλοφοριακή ροή*, η *μέση ταχύτητα οχημάτων* και το *ποσοστό βαρέων οχημάτων*.
- ◆ Κάθε λωρίδα κίνησης ισοδυναμεί με γραμμική πηγή ηχητικών κυμάτων. Για την αποτίμηση των επιπέδων θορύβου σε ένα οδικό τμήμα υπολογίζεται ο θόρυβος που παράγει η κάθε λωρίδα κυκλοφορίας. Η τελική στάθμη θορύβου προκύπτει από συνδυασμό των επιμέρους σταθμών.
- ◆ Η προσθήκη των λεωφορείο-λωρίδων (κόκκινες γραμμές) στην Τσιμισκή και στην Εγνατία διαφοροποιούν τα επίπεδα θορύβου αφού:
  - προκαλούν μείωση της μέσης ταχύτητας οχημάτων στις άλλες λωρίδες
  - προκαλούν μείωση του ποσοστού βαρέων οχημάτων στις άλλες λωρίδες

- προκαλούν αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου στις άλλες λωρίδες
- το ποσοστό βαρέων οχημάτων σε αυτές είναι θεωρητικά ίσο με 1
- ◆ Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των επιπέδων θορύβου ήταν βρετανική μέθοδος CRTN (Calculation of Road traffic Noise). Σε αστικούς δρόμους ευρείας κυκλοφορίας, πέρα από τους κυκλοφοριακούς παράγοντες, λαμβάνονται υπόψη και οι ανακλάσεις από τις προσόψεις των οικοδομών που βρίσκονται εκατέρωθεν του δρόμου
- ◆ το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στον υπολογισμό των επιπέδων θορύβου σε διάφορα ύψη ώστε να αποτιμηθεί η ανθρώπινη έκθεση σε θόρυβο, ανάλογα με τον όροφο των κατοικημένων οικοδομικών τετραγώνων
- ◆ οι μετρήσεις αφορούν πρωινές ώρες αιχμής (8-9) τυπικής εργάσιμης ημέρας

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την παραγωγή των θεματικών χαρτών κυκλοφοριακού θορύβου έχουν ως εξής:

- ◆ Το ψηφιακό υπόβαθρο της υπό μελέτη περιοχής υπόκειται σε στοιχειώδη επεξεργασία ώστε να προσδιοριστούν οι θεματικές περιοχές (coverages) που ενδιαφέρουν και να ενσωματωθεί στα περιγραφικά αρχεία (attribute tables) αυτών, η αντίστοιχη χωρική πληροφορία. Η επεξεργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο ARC/INFO.
- ◆ Οι παραπάνω θεματικές περιοχές (coverages) εισάγονται στο ARCVIEW/GIS και μετατρέπονται σε shapefiles. Για κάθε shapefile υπάρχει ένας πίνακας σε μορφή dbf που διαθέτει περιγραφική και χωρική πληροφορία
- ◆ Οι πίνακες εισάγονται στο σχεσιακό μοντέλο της Βάσης Δεδομένων
- ◆ Εκτελείται το μοντέλο παράγοντας τα επίπεδα θορύβου
- ◆ Η Βάση Δεδομένων διασυνδέεται με ODBC με το ARCVIEW, για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας.

Στον Πιν. 4 που ακολουθεί αποτυπώνονται όλες οι μετρήσεις που αφορούν στο θέμα του κυκλοφοριακού θορύβου πριν και μετά το σενάριο υλοποίησης των λεωφορειολωρίδων στην οδό Εγνατία:

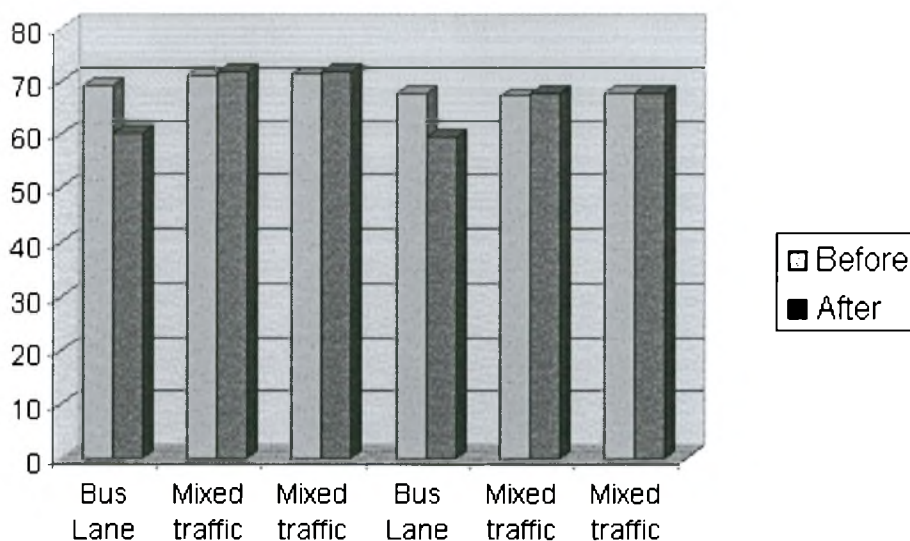
Εγνατία προ λεωφορειολωρίδων								
Λωρίδα	Κυκλοφορία	q (veh/hour)	V (Km/h)	p%	L <sub>10(1h)</sub> 4m	L <sub>10(1h)</sub> 10m	L <sub>10(1h)</sub> 15m	L <sub>10(1h)</sub> 20m
1.1	Μικτή	300	8	25	69,1	65,1	63,4	62,1
1.2	Μικτή	700	12	5	71,1	67,1	65,3	64,1
1.3	Μικτή	1000	20	2	71,3	67,3	65,5	64,3
2.1	Μικτή	300	10	20	67,9	64	62,2	61
2.2	Μικτή	350	15	5	67,2	63,2	61,5	60,2
2.3	Μικτή	450	20	2	67,8	63,8	62,1	60,8
<b>Κατεύθυνση</b>								
	1				75,4	71,4	69,6	68,4
	2				72,4	68,5	66,7	65,5
<b>Δρόμος</b>								
Εγνατία					77,1	73,2	71,4	70,2
Εγνατία μετά λεωφορειολωρίδων								
Λωρίδα	Κυκλοφορία	q (veh/hour)	V (Km/h)	p%	L <sub>10(1h)</sub> 4m	L <sub>10(1h)</sub> 10m	L <sub>10(1h)</sub> 15m	L <sub>10(1h)</sub> 20m
1.1	Λεωφ/ρίδα	95	12	100	60,1	56,1	54,4	53,1
1.2	Μικτή	1165	20	2	71,9	68	66,2	65
1.3	Μικτή	1165	20	2	71,9	68	66,2	65
2.1	Λεωφ/ρίδα	90	15	100	59,6	55,7	53,9	52,7
2.2	Μικτή	350	40	2	67,9	64	62,2	61
2.3	Μικτή	350	40	2	67,9	64	62,2	61
<b>Κατεύθυνση</b>								
	1				75,1	71,1	69,4	68,1
	2				71,3	67,3	65,5	64,3
<b>Δρόμος</b>								
Εγνατία					76,6	72,6	70,9	69,6

Πιν. 4: Σενάριο υλοποίησης των λεωφορειολωρίδων στην οδό Εγνατία

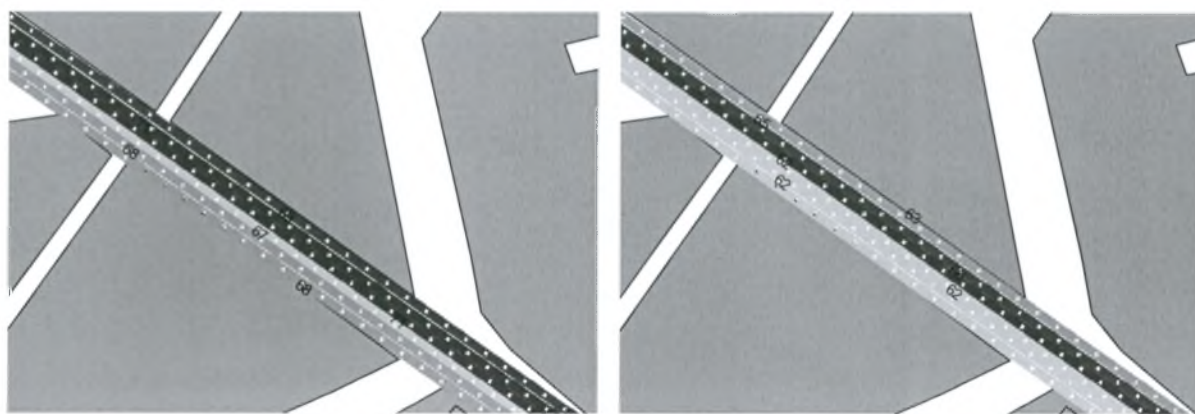
Στον Πιν. 5 που ακολουθεί αποτυπώνονται όλες οι μετρήσεις που αφορούν στο θέμα του κυκλοφοριακού θορύβου πριν και μετά το σενάριο κατασκευής της υποθαλάσσιας αρτηρίας

Τσιμισκή (Υπάρχουσα κατάσταση)								
Λωρίδα	Κυκλοφορία	q	V	p%	L <sub>10(1h)</sub>	L <sub>10(1h)</sub>	L <sub>10(1h)</sub>	L <sub>10(1h)</sub>
		(veh/hour)	(Km/h)		4m	10m	15m	20m
1	Λεωφ/ρίδα	90	20	100	59,6	55,6	53,9	52,6
2	Μικτή	1450	14,5	2,5	73,5	69,6	67,8	66,6
3	Μικτή	1450	14,5	3	73,5	69,5	67,8	66,5
4	Μικτή	1100	14,5	2	72,3	68,4	66,6	65,4
<b>Street</b>								
Τσιμισκή					78	74	72,3	71
Τσιμισκή (Μελοντική κατάσταση)								
Λωρίδα		q	V	p%	L <sub>10(1h)</sub>	L <sub>10(1h)</sub>	L <sub>10(1h)</sub>	L <sub>10(1h)</sub>
		(veh/hour)	(Km/h)		4m	10m	15m	20m
1	Λεωφ/ρίδα	90	20	100	59,6	55,6	53,9	52,6
2	Μικτή	1500	14	4	73,8	69,8	68	66,8
3	Μικτή	1300	14	2	73,2	69,2	67,5	66,2
<b>Δρόμος</b>								
Τσιμισκή					76,6	72,6	70,9	69,6

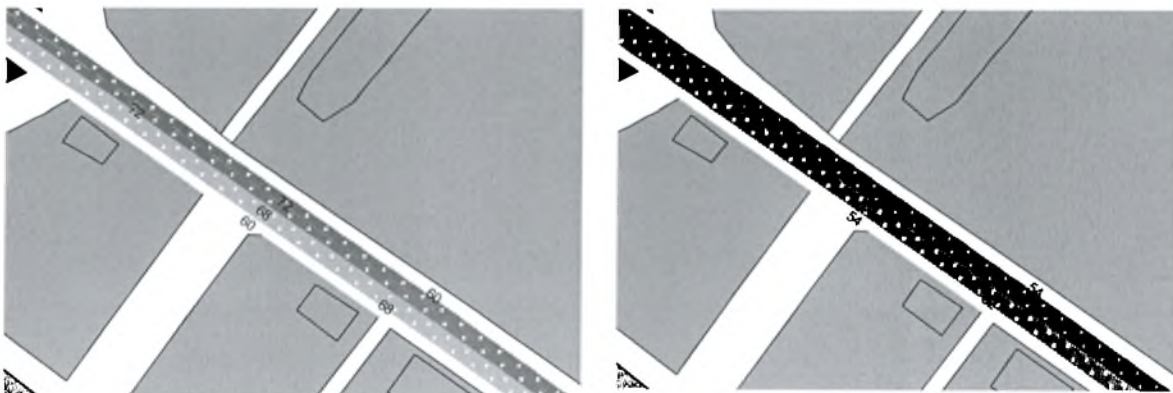
Πιν. 5: Σενάριο κατασκευής της υποθαλάσσιας αρτηρίας



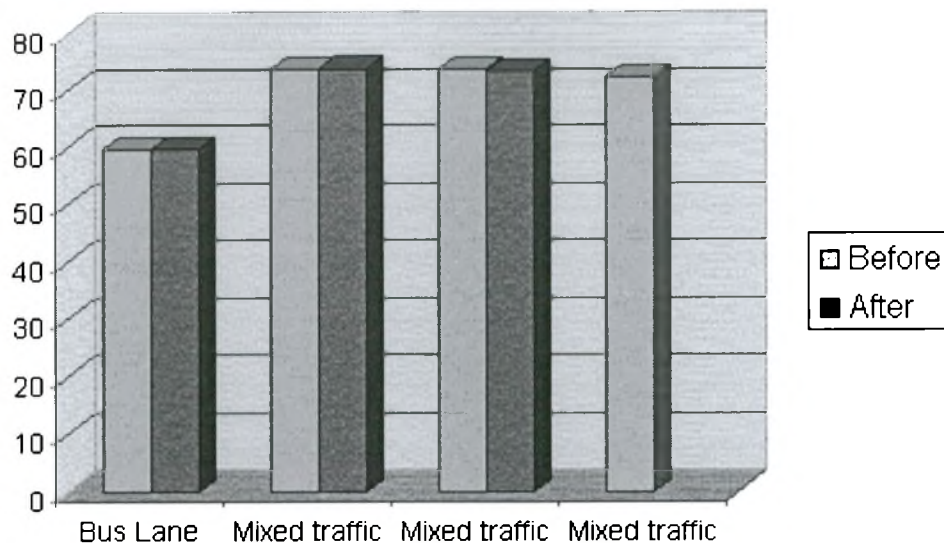
**Εικ. 19:** Επίπεδα θορύβου, ανά λωρίδα, για την Εγνατία πριν και μετά την εισαγωγή των λεωφορειολωρίδων για το ύψος των 4m



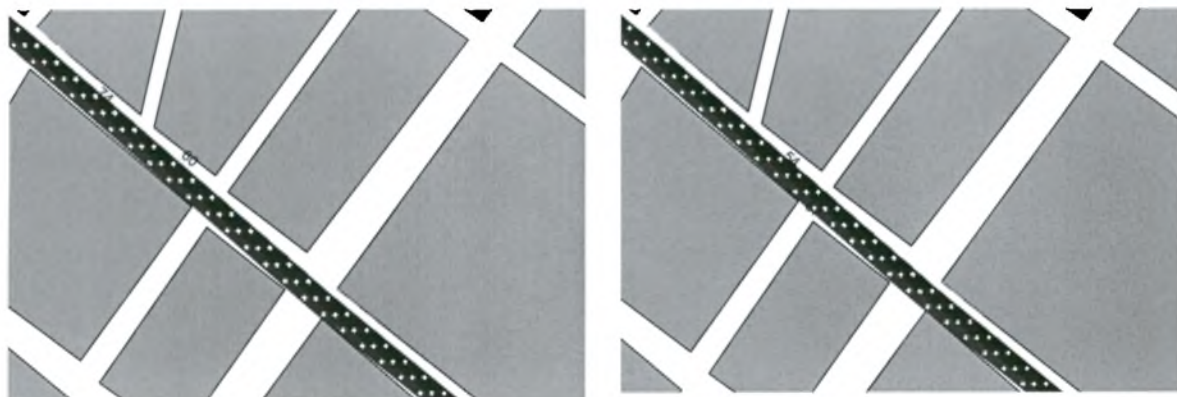
**Εικ. 20:** Επίπεδα θορύβου σε ύψος 4 και 15 μέτρων στην Εγνατία, πριν την εισαγωγή λεωφορειολωρίδων



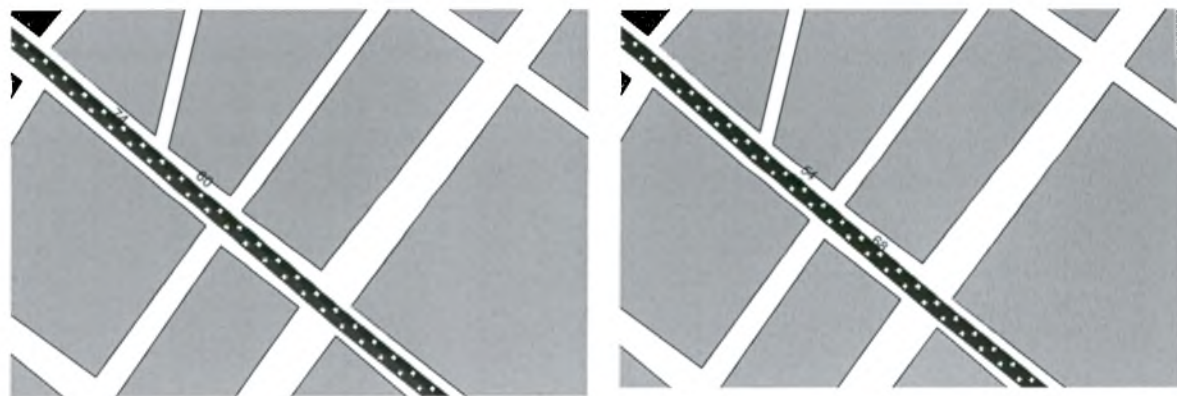
**Εικ. 21:** Επίπεδα θορύβου σε ύψος 4 και 15 μέτρων στην Εγνατία, μετά την εισαγωγή λεωφορειολωρίδων



**Εικ. 22:** Επίπεδα θορύβου, ανά λωρίδα, για την Τσιμισκή πριν και μετά την κατασκευή της υποθαλάσσιας αρτηρίας



**Εικ. 23:** Σημερινά επίπεδα θορύβου σε ύψος 4 και 15 μέτρων, στην Τσιμισκή



**Εικ. 24:** Αναμενόμενα επίπεδα θορύβου στο ύψος των 4 και 15 μέτρων στην Τσιμισκή μετά την υλοποίηση της προτεινόμενης υποδομής

### 3.2 Θεματικοί Χάρτες Κυκλοφοριακών στοιχείων στην Εγνατία οδό

Στην παράγραφο αυτή προτείνονται τρόποι απεικόνισης κυκλοφοριακών στοιχείων και άλλων λειτουργικών χαρακτηριστικών σε θεματικούς χάρτες Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για μια τέτοια απεικόνιση δεν υπάρχουν τυπικά ενδεδειγμένοι τρόποι, εκτός ίσως από τους τρόπους απεικόνισης που χρησιμοποιούνται σε συγκοινωνιακά μοντέλα ή μοντέλα προσομοίωσης κυκλοφορίας όπως το EMME 2, TRIPS, SATURN κλπ.

Ως λειτουργικά χαρακτηριστικά νοούνται ο κυκλοφοριακός φόρτος (ωριαίος ή ημερήσιος) και η μέση ταχύτητα κίνησης των οχημάτων. Εναλλακτικά και αντί της ταχύτητας θα μπορούσε να απεικονίζεται η στάθμη εξυπηρέτησης, για την οποία όμως απαιτείται σχετικός υπολογισμός.

Για την παρουσίαση χρησιμοποιήθηκε τμήμα της Εγνατίας οδού από τον κόμβο Βέροιας μέχρι και τον κόμβο της Σίνδου. Οι τιμές των κυκλοφοριακών στοιχείων – φόρτος ταχύτητα - είναι πλασματικές. Τα χαρακτηριστικά των διαφόρων θεματικών περιοχών που συνιστούν τους χάρτες είναι:

#### Χαρακτηριστικά Σημεία

- κόμβοι Εγνατίας Οδού (αριθμημένο μοβ πεντάγωνο)
- προτεινόμενοι μόνιμοι σταθμοί (κίτρινο τρίγωνο)
- προτεινόμενοι περιοδικοί σταθμοί (κίτρινος κύκλος)
- προτεινόμενοι περιοδικοί σταθμοί στις θέσεις των σταθμών διοδίων (κίτρινο τετράγωνο μαυρισμένο στο κέντρο)

#### Χαρακτηριστικά Γραμμές

- αυτοκινητόδρομος (διαβαθμισμένα κόκκινη γραμμή στο Σχήμα 8).

#### Χαρακτηριστικά Πολύγωνα

- νομοί (μπεζ πολύγωνα)

Δεδομένου ότι οι παρακάτω χάρτες αναφέρονται στους προτεινόμενους τρόπους απεικόνισης κυκλοφοριακών στοιχείων για την Εγνατία οδό, κρίθηκε σκόπιμο να μην υπερφορτωθούν οι τελικοί χάρτες με δεδομένα μη άμεσα σχετιζόμενα με το αντικείμενο (λίμνες, ποτάμια, σιδηροδρομικό δίκτυο κ.α.).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρήση ζωνών (buffer zones) το πάχος των οποίων εξαρτάται γραμμικά από τον κυκλοφοριακό φόρτο (κόκκινη ζώνη) ή τη μέση ταχύτητα κυκλοφορίας (μπλε ζώνη) του οδικού συνδέσμου στον οποίο αναφέρονται. Η αποτύπωση αυτή είναι ποιοτική και βοηθά για μια συνολική προσεγγιστική αποτίμηση των κυκλοφοριακών στοιχείων ενός οδικού άξονα (Εικ. 25).

Στην Εικ. 26 κυκλοφοριακός φόρτος αποτυπώνεται για κάθε σύνδεσμο με τρεις τρόπους:

- με διαβαθμισμένο (σε αποχρώσεις του κόκκινου) χρωματισμό κάθε οδικού συνδέσμου
- με μπλε πινακίδες που εμφανίζουν την κυκλοφοριακή ροή (οχήματα ανά 24ωρο)
- από το μέγεθος της πίτας που αναφέρεται στη σύνθεση της κυκλοφορίας του οδικού συνδέσμου

Αντίστοιχα, με κόκκινες πινακίδες αποτυπώνεται η ταχύτητα που χαρακτηρίζει κάθε οδικό σύνδεσμο.

Η σύνθεση της κυκλοφορίας σε δύο κατηγορίες (βαρέα και ελαφρά οχήματα) αποτυπώνεται με τη χρήση πίτας. Παρόμοια μπορεί να αποτυπωθεί η σύνθεση της κυκλοφορίας κάθε οδικού συνδέσμου σε περισσότερες κατηγορίες.

Τέλος στην Εικ. 27 παρουσιάζεται ένας διαφορετικός τρόπος απεικόνισης των κυκλοφοριακών στοιχείων που θεωρείται και ο πλέον ενδεδειγμένος. Ο κυκλοφοριακός φόρτος απεικονίζεται με γραμμές διαφορετικού πάχους ανάλογα με το μέγεθός του, ενώ η ταχύτητα (εναλλακτικά η στάθμη εξυπηρέτησης) με διαφορετικό χρώμα γραμμής. Συγκεκριμένα το πράσινο χρώμα απεικονίζει συνθήκες ελεύθερης

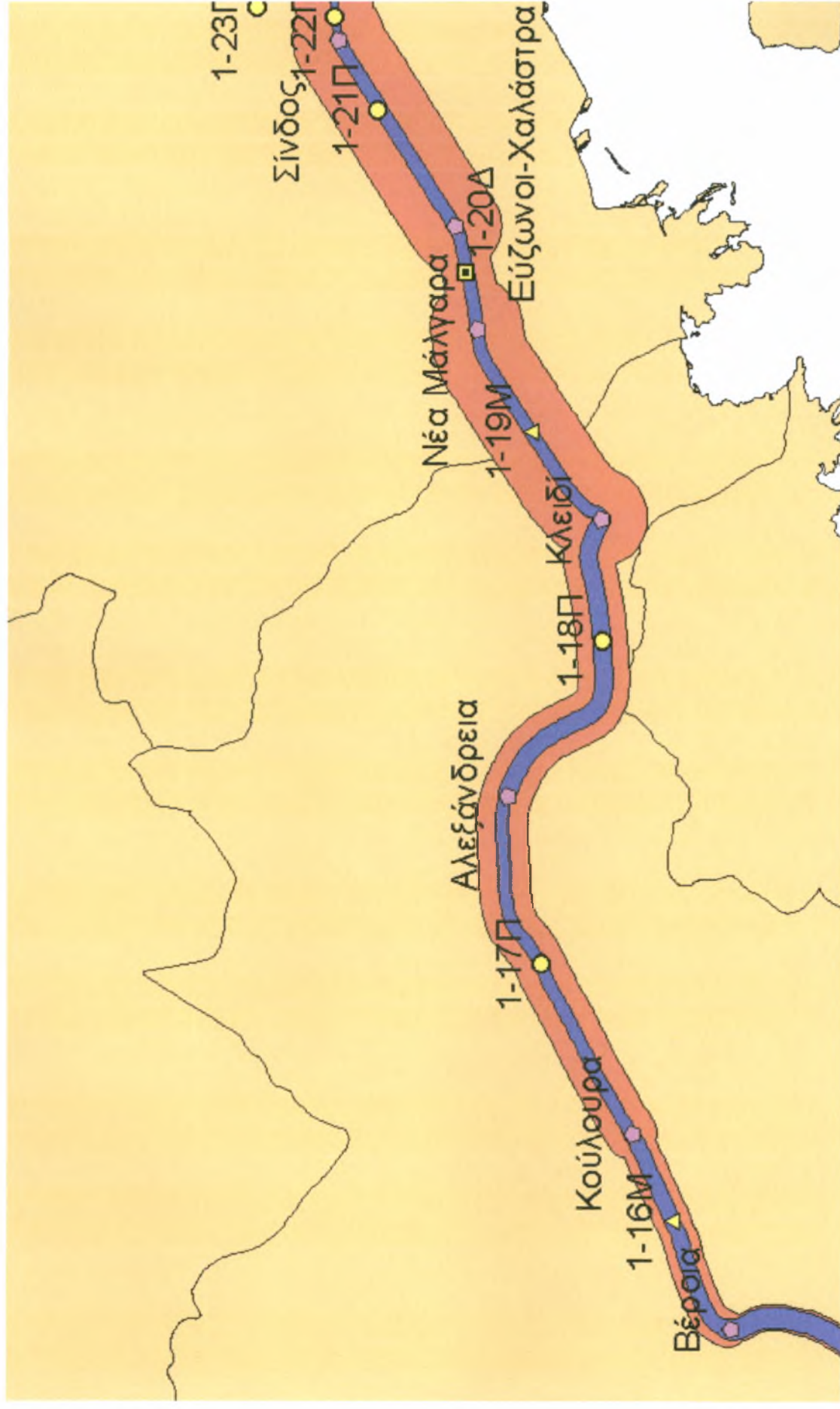


ροής όπου η ταχύτητα είναι υψηλή (στάθμες A και B για δρόμους δύο κλάδων), το κίτρινο συνθήκες που αντιστοιχούν σε μη ελεύθερη ροή (επίπεδο C και D), το πορτοκαλί συνθήκες που αντιστοιχούν σε ροή στο επίπεδο της κυκλοφοριακής ικανότητας του δρόμου και το κόκκινο συνθήκες συμφόρησης (επίπεδο F).

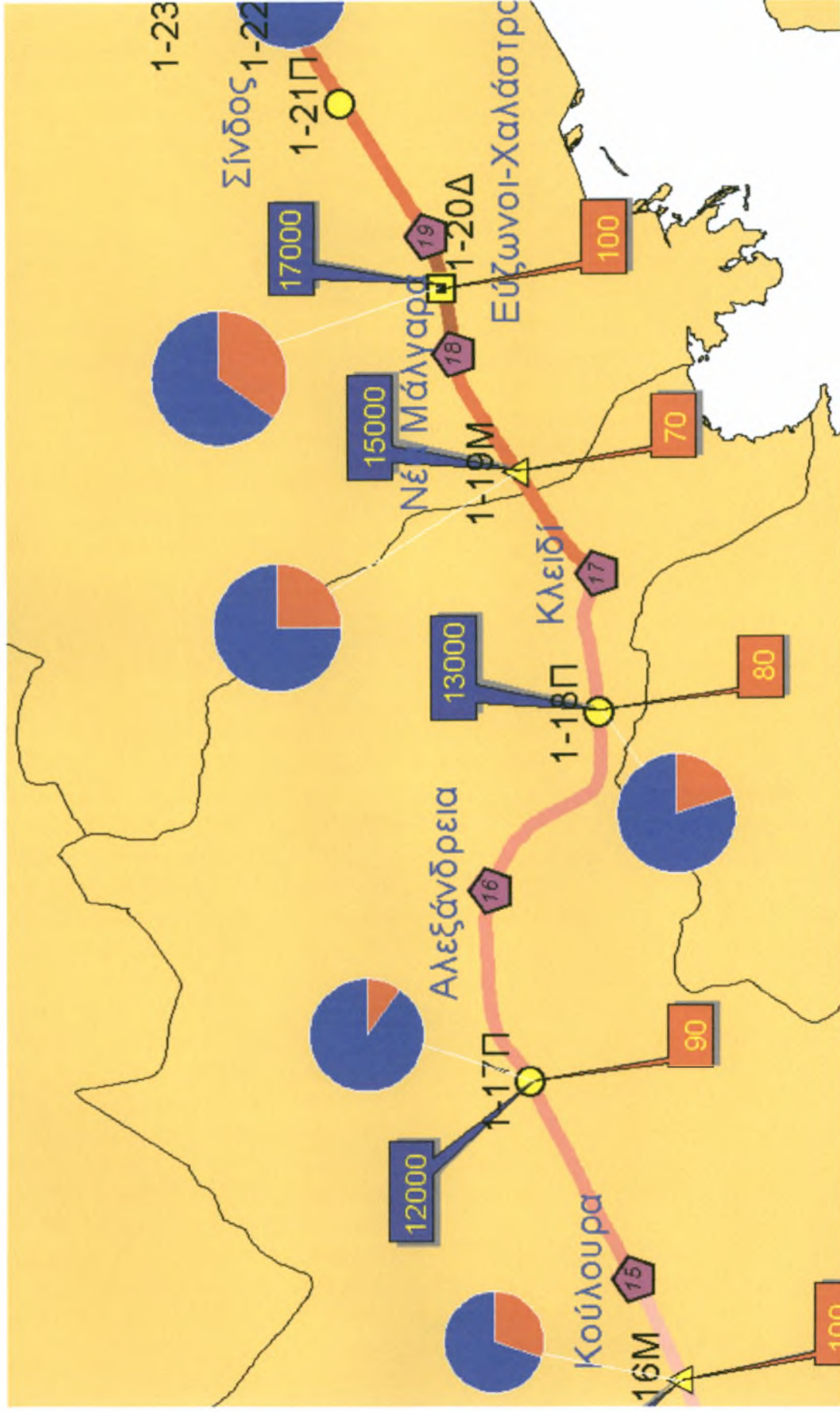
Ο τρόπος απεικόνισης αυτός – όπως και οι προηγούμενοι - μπορεί να προσαρμοσθεί με βάση τα πραγματικά δεδομένα των κυκλοφοριακών στοιχείων κατά μήκος της ΕΟ.

Τέλος είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι οι παραπάνω τρόποι απεικόνισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κάθε κλάδο της οδού χωριστά, αφού ως γνωστόν στους αυτοκινητόδρομους τα κυκλοφοριακά στοιχεία του κάθε κλάδου είναι ανεξάρτητα. Έτσι λοιπόν ο ένας κλάδος ενδεχόμενα να λειτουργεί με υψηλούς φόρτους και μικρές ταχύτητες και ο άλλος αντίστροφα. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί και σε δρόμους με ένα κλάδο σε ότι αφορά την ταχύτητα και τον φόρτο όχι όμως και σε ότι αφορά την στάθμη εξυπηρέτησης.

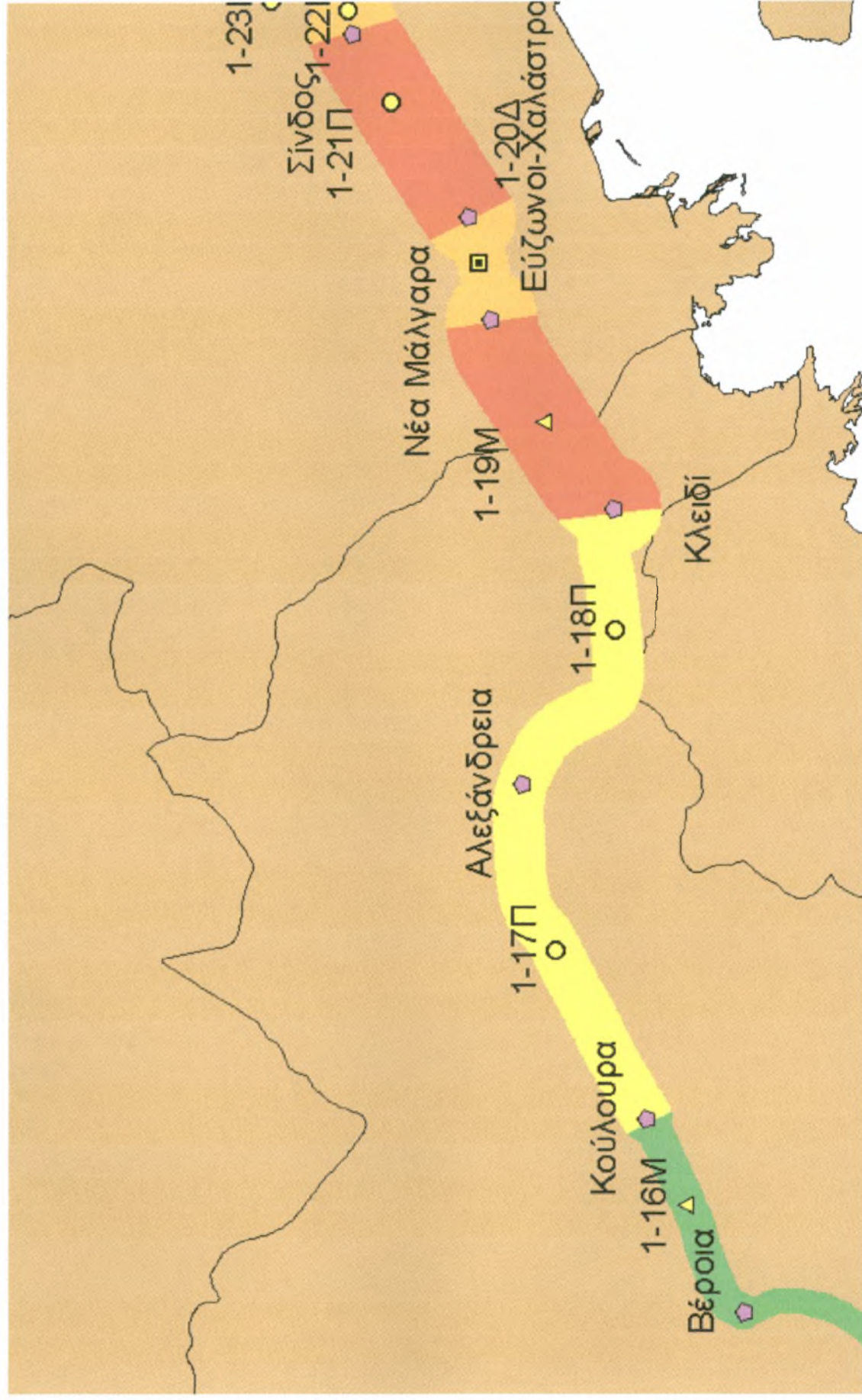
Η δυνατότητα απεικόνισης χωριστά για κάθε κατεύθυνση ή κλάδο δίνεται από τα προτεινόμενα ΓΠΣ αλλά απαιτεί αξιοποίηση πλέον εξειδικευμένων εργαλείων ή ανάπτυξη ειδικού λογισμικού στη γλώσσα προγραμματισμού του ΓΠΣ.



Εικ. 25: Ενδεικτική απεικόνιση κυκλοφοριακών παραμέτρων σε Γ.Π.Σ. (πρόταση Ι)



Εικ. 26: Ενδεικτική απεικόνιση κυκλοφοριακών παραμέτρων σε Γ.Π.Σ. (πρόταση II)



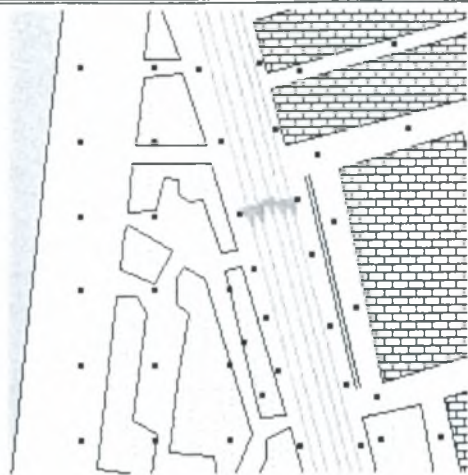
Εικ. 27: Ενδεικτική απεικόνιση κυκλοφοριακών παραμέτρων σε Γ.Π.Σ. (πρόταση III)

### 3.3 Ηχητικό πεδίο στην περιοχή του Μακεδονία Παλλάς

Η περιοχή μελέτης περιέχει όλους τους τυπικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη διάδοση των κυμάτων ήχου που γεννούνται από έναν αυτοκινητόδρομο πέντε λωρίδων Εικ. 31 όπως κτίσματα, φράγματα και μαλακό έδαφος. Ένα φράγμα ύψους 6m τοποθετήθηκε σκοπίμως κατά την προσομοίωση μπροστά από ένα κατοικημένο κτίσμα για την αποτίμηση της μείωσης των επιπέδων θορύβου. Τα σημεία λήψης τοποθετήθηκαν σε ύψος 3m σχηματίζοντας έναν κάναβο, με σχετική μεταξύ τους απόσταση τα 25m.

Στην εικόνα Εικ. 32 αποτυπώνεται η επίδραση της απόστασης στη βασική στάθμη θορύβου. Η διόρθωση λόγω απόστασης υπολογίστηκε κατά μήκος της ελάχιστης απευθείας απόστασης των σημείων λήψης από την πηγή θορύβου. Όπως αναμένονταν η τιμή της στάθμης θορύβου σε κάθε στοιχειώδες κελί είναι συνάρτηση της απόστασης από την πηγή θορύβου. Ένα μεγάλο κομμάτι της επιφάνειας της περιοχής μελέτης καλύπτεται από μαλακό έδαφος (γρασίδι). Η διόρθωση στην τελική στάθμη θορύβου αυξάνεται προοδευτικά με την απόσταση και επηρεάζει ιδιαίτερα τα σημεία λήψης που βρίσκονται κοντά στο έδαφος (Εικ. 33). Οι επιδράσεις των φαινομένων προάσπισης, οπτικής γωνίας και ανακλάσεων στην τελική στάθμη θορύβου αποτυπώνονται στις Εικ. 34 - Εικ. 36.

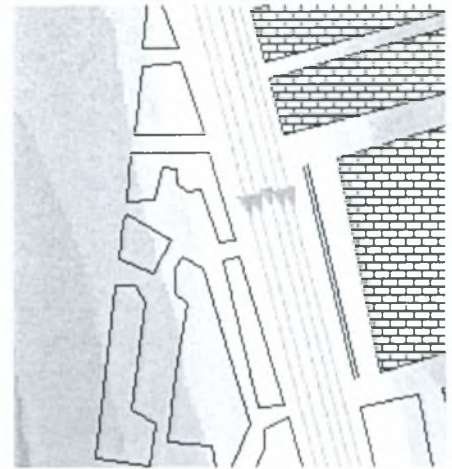
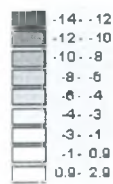
Τα τελικά επίπεδα θορύβου της περιοχής μελέτης προκύπτουν από συνδυασμό όλων των raster χαρτών και υπολογισμό της συνεισφοράς κάθε παραμέτρου στη βασική στάθμη θορύβου (Εικ. 37). Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για τον υπολογισμό των επιπέδων θορύβου σε διαφορετικό ύψος (Εικ. 39). Οι τιμές είναι σε dB (A) και αναπαριστούν τη στάθμη  $L_{10}(18h)$ .



Υπ. Εικ. 31

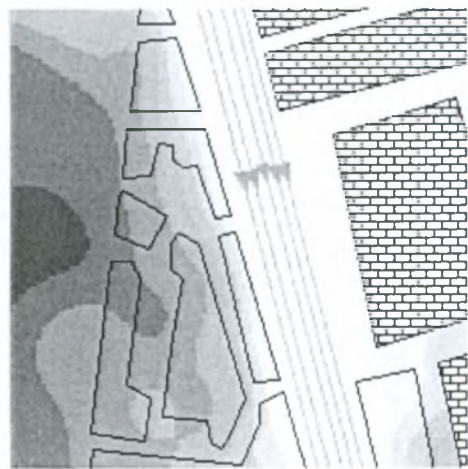


Υπ. Εικ. 32

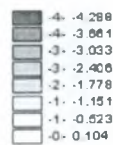


Εικ. 31: Ψηφιο ποιημένος χάρτης της περιοχής μελέτης

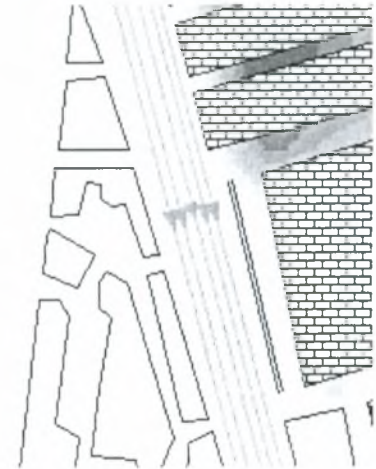
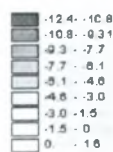
Εικ. 32: Επίδραση της απόστασης στη στάθμη  $L_{10(18h)}$



Υπ. Εικ. 33

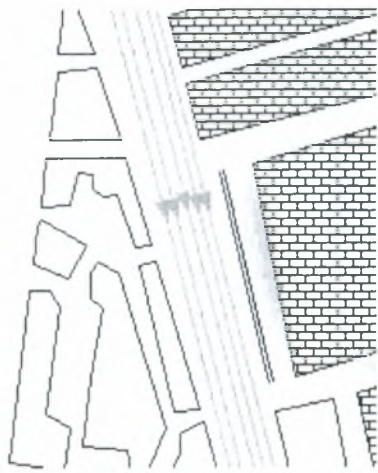


Υπ. Εικ. 33

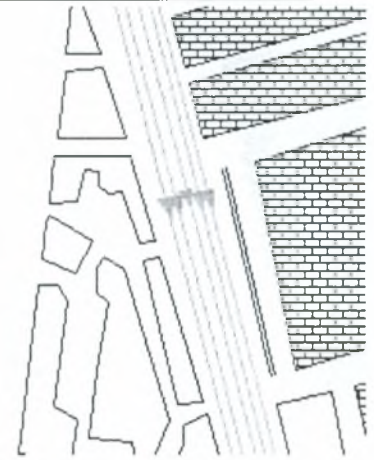


Εικ. 33: Επίδραση του τύπου εδάφους στην  $L_{10(18h)}$

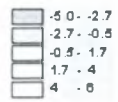
Εικ. 34: Επίδραση της οπτικής γωνίας στην  $L_{10(18h)}$



Υπ. Εικ. 35

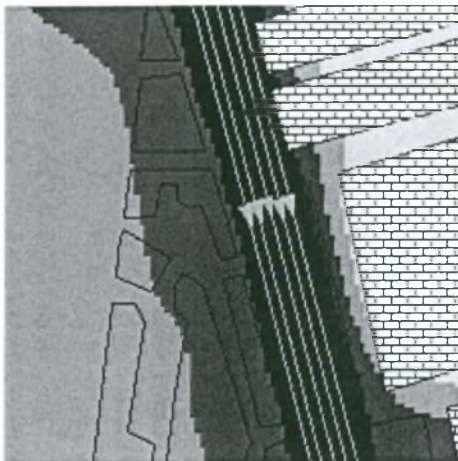


Υπ. Εικ. 36

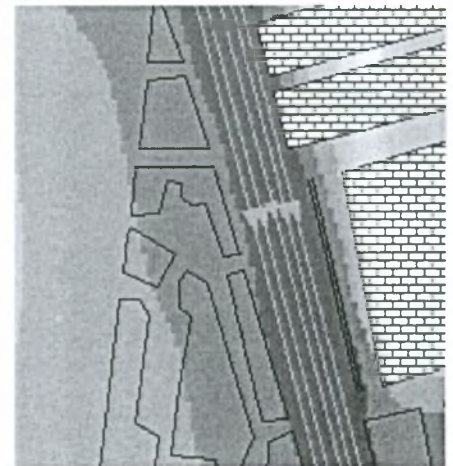
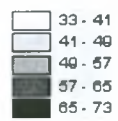


**Εικ. 35:** Επίδραση του φαινομένου  
 προάσπισης στην L10(18h)

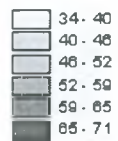
**Εικ. 36:** Επίδραση των  
 ανακλάσεων στην L10(18h)



Υπ. Εικ. 37



Υπ. Εικ. 38



**Εικ. 37:** Στάθμες θορύβου σε ύψος 3m

**Εικ. 388:** Στάθμες θορύβου σε  
 ύψος 9m

#### 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

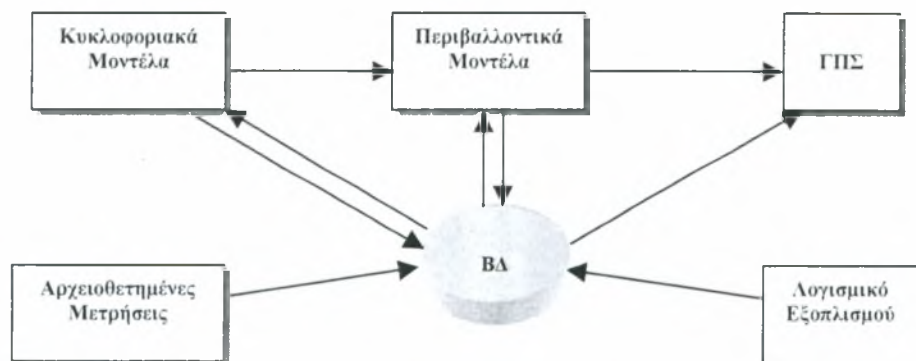
Η ανάπτυξη των Πληροφοριακών Συστημάτων για τη Διαχείριση του Περιβάλλοντος και της Κυκλοφορίας απαιτεί τη συνδρομή τεχνολογιών Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ) και Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (ΓΠΣ).

Από τεχνικής απόψεως οι εταιρείες λογισμικού παρέχουν εξελιγμένες μονάδες (modules) που καθιστούν εφικτή τη διασύνδεση (interconnection) ακόμη και την εντοποίηση-ολοκλήρωση (integration) των δύο αυτών συστημάτων.

Από απόψεως εννοιολογικού Σχεδιασμού απαιτείται η στενή συνεργασία ατόμων που ανήκουν σε διαφορετικά επιστημονικά πεδία εξειδίκευσης (Περιβαλλοντολόγοι, Συγκοινωνιολόγοι, Αναλυτές Συστημάτων και Προγραμματιστές).

Ο σχεδιασμός της ΒΔ του εν λόγω πληροφοριακού συστήματος θα πρέπει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη πληθώρα υποσυστημάτων που συμμετέχουν (Εικ. 36):

- στην πιθανή τροφοδότηση της ΒΔ με τις ήδη αρχειοθετημένες μετρήσεις πεδίου, με τα αποτελέσματα των μοντέλων προσομοίωσης καθώς και με τις αναφορές των πιθανών λογισμικών προγραμμάτων που συνοδεύουν τους εξοπλισμούς καταμέτρησης
- στον ορισμό των οντοτήτων και τον προσδιορισμό των μεταξύ τους σχέσεων με βάση τις θεωρίες προσομοίωσης των εξεταζομένων παραμέτρων



Εικ. 36: Πιθανά υποσυστήματα Πληροφοριακού Συστήματος Διαχείρισης του Περιβάλλοντος και της Κυκλοφορίας

Τέλος θα πρέπει να επισημανθεί ότι:



- ◆ Η Διασύνδεση των ψηφιακών υποβάθρων και των σχεσιακών βάσεων δεδομένων για την ολοκληρωμένη διαχείριση ενός τομέα απαιτεί την ανάπτυξη πληθώρας διαφορετικών λογισμικών προγραμμάτων για τη διασύνδεση των επιμέρους υποσυστημάτων
- ◆ Η Οπτικοποίηση των μοντέλων διαχείρισης του Περιβάλλοντος και της Κυκλοφορίας διευκολύνει τους μελετητές-συμβούλους και ταυτόχρονα αναδεικνύεται σε σημαντικό εργαλείο λήψης αποφάσεων
- ◆ Η Ενοποίηση των ΓΠΣ με τα ΣΔΒΔ απασχολεί έντονα τις εταιρείες λογισμικού οι οποίες έχουν συνάψει συνεργασίες για το σκοπό αυτό (π.χ. Oracle, Map/INFO). Οι περισσότερες προτάσεις σήμερα περιλαμβάνουν:
  - Κεντρικές ΒΔ (Oracle, SQL Server, Sybase, Ingress)
  - ΓΠΣ σε πλατφόρμα NT (ARC/INFO, MAPINFO, GEOMEDIA)
  - Λογισμικά διασύνδεσης υποσυστημάτων (Inprice Delphi, MS Visual C++, MS VB)

## **5 ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- [1] Macquire (1991) An Overview and Definition of GIS. In Macquire, et. al. (1991) Geographical Information Systems. Volume 1. Longman Scientific and Technical. (Ch 1)
- [2] Deploy GIS throughout Ohio Dept of Transportation
- [3] Terry Bills, Managing Principle Planner, SCAG Richard Mader, GIS Manager, SCAG. The Creation of a Master Network for Modeling and Transportation Applications, Geographic Information Systems for Transportation Symposium Interoperability of Transportation GIS San Diego CA, March 1999
- [4] Traffic Impact Analysis Using GIS, Wayne Sarasua, Clemson University, Clemson, SC Marcelo G. Simas de Oliveira, Georgia Institute of Technology, Geographic Information Systems for Transportation Symposium Interoperability of Transportation GIS San Diego CA, March 1999
- [5] Jennifer Benaman, GIS in Environmental Modelling, 1998 ESRI User's Conference
- [6] Maidment, D. R. "Environmental Modelling within GIS." GIS and Environmental Modelling: Progress and Research Issues. Ed. Goodchild et al. Fort Collins: GIS World Books, 1996. 315-323
- [7] Watkins, D. W., D. C. McKinney, D. R. Maidment, and M. D. Lin. "Use of Geographic Information Systems in Ground-Water Flow Modeling. " Journal of Water Resources Planning and management. 122 (1996): 88-96.
- [8] A. P. Romanek, L. H. Wilson and D. R. Maidment, "Building the Foundation for Environmental Risk Assessment at the Marcus Hook Refinery Using Geographic Information Systems, Center for Research in Water Resources, University of Texas, Austin
- [9] Aiza Jose, "Concentration of Chemicals of Concern in the Soil Matrix for the Marcus Hook Refinery", Term Project, CE394K GIS in Water Resources, University of Texas
- [10] Α. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ, Ε. ΤΖΑΝΟΥ, Κ. ΕΥΑΓΓΕΛΙΔΗΣ, Γ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ, "Σύγχρονες μέθοδοι ανάλυσης και οπτικοποίησης περιβαλλοντικών παραμέτρων. Περιπτώσεις κυκλοφοριακού Θορύβου και Διασποράς Ρύπων", 6ο Εθνικό Συνέδριο Χαρτογραφίας, Αθήνα, 22-24 Νοεμβρίου 2000

[11] Lesley Hay Wilson Simple Environmental Exposure Models in a GIS Framework, Center for Research in Water Resources, The University of Texas, Austin

[12] Shiva Niazi, GIS and MODLFOW for Modeling Geographically Referenced Subsurface Systems CE 394 K3 December 5, 1998 Center for Research in Water Resources The University of Texas, Austin

[13] Calculation of Road Traffic Noise, Department of Transport, Welsh Office

[14] Chen P.P. "The Entity – Relationship Model – Toward a Unified View of Data."