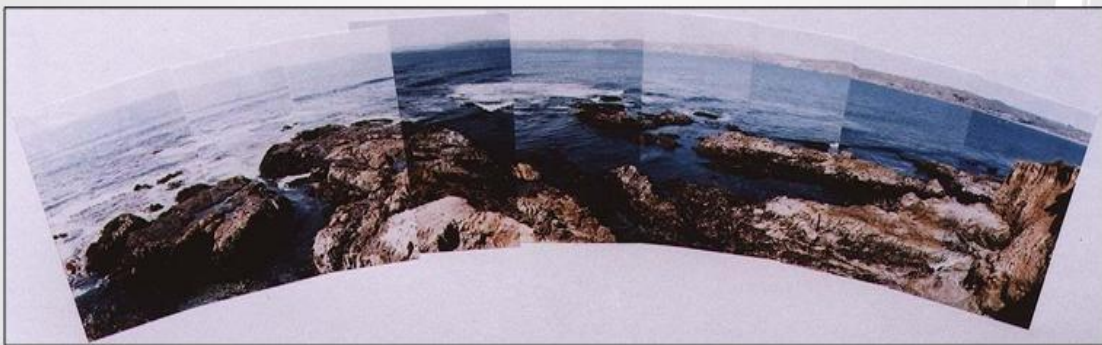
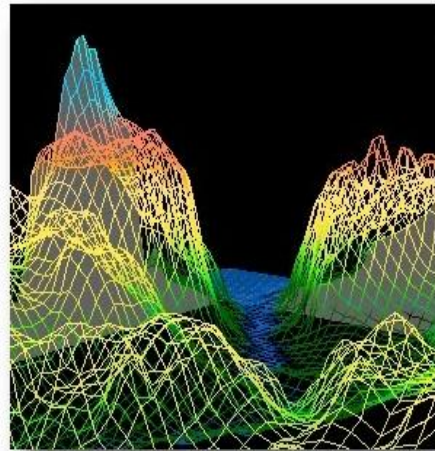




**Πανεπιστήμιο Αιγαίου**  
**Τμήμα Γεωγραφίας**

# **Οπτικοποίηση Τοπίου με χρήση G.I.S.**

**Καβρουδάκης Δημήτρης**



Επιβλέπων καθηγητής: Κουκούλας Σωτήρης  
Μέλη τριμελούς επιτροπής: Τελκενλή Θεανώ, Βαϊτης Μιχάλης

Μυτιλήνη 2004

Σημείωμα του συγγραφέα

Η παρούσα εργασία δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί αν πέραν της δικής μου προσπάθειας δεν υπήρχαν άτομα τα οποία με βοήθησαν και με καθοδήγησαν ο καθένας με τον δικό του τρόπο, να συνεχίσω και να ολοκληρώσω την προσπάθειά μου.

Ποιο αναλυτικά ευχαριστώ τον υπεύθυνο καθηγητή μου κ. **Σωτήρη Κουκούλα** (Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Γεωγραφίας) για την πολύτιμη βοήθεια και εμπιστοσύνη του.

Ευχαριστώ τα μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. **Τερκενλή Θεανώ** και κ. **Βαίτη Μιχάλη** (Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Γεωγραφίας)

Ευχαριστώ την οικογένεια μου: **Γεώργιο** και **Μάρη Καβρουδάκη** καθώς και τα αδέρφια μου **Στρατή** και **Αναστάση Καβρουδάκη** για την βοήθεια που μου προσέφεραν υλική και πνευματική, κάθε στιγμή! Ευχαριστώ τον **Γιάννη** και **Εύη Ευθυμιάδη** αλλά και τον **Πρόδρομο** και **Ειρήνη Ευθυμιάδη** που μου συμπαραστάθηκαν υλικά και πνευματικά όποτε τους χρειάστηκα.

Ευχαριστώ τους **Δημήτρη** και **Ειρήνη Τσέλεκα** για την αμέριστη υλική και πνευματική τους συμπαράσταση.

Ευχαριστώ τον κ. **Ανωγιάτη Θάνο** (WS-ATKINS INTERNATIONAL) για την πολύτιμη βοήθεια του και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε.

Ευχαριστώ την **Βιργινία Νεστοράτου** για την συμπαράσταση της καθ' όλη την διάρκεια της συγγραφής του παρόντος έργου.

Ευχαριστώ τους **Παναγιώτη Γρύλλη** και **Κωνσταντίνο Τζατζόγλου** για την βοήθεια τους και την συνεργασία τους.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τον καθεαυτού συμπαραστάτη μου ο οποίος με στήριξε και με καθοδήγησε τις δύσκολες ώρες που τον χρειάστηκα, τον **Κύριο** μου.

Η συγγραφή του παρόντος έργου έγινε κατά την χρονική περίοδο Ιουλίου 2003-Σεπτεμβρίου 2004

ο συγγραφέας  
Καβρουδάκης Δημήτριος

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	<b>3</b>
<b>2 ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>5</b>
<b>3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>6</b>
3.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ	6
3.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΟΠΙΟΥ	8
3.2.1 Φυσικό Τοπίο	9
3.2.2 Αγροτικό Τοπίο	9
3.2.3 Αστικό Τοπίο	10
3.2.4 Τουριστικό Τοπίο	11
3.2.5 Θρησκευτικό Τοπίο	12
3.3 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΑ ΤΟΠΙΑ	13
3.3.1 Οπτικό Τοπίο	13
3.3.2 Οσμητικό Τοπίο	15
3.3.3 Τοπίο Αφής	16
3.3.4 Ακουστικό Τοπίο	16
3.4 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΓΣΠ ΣΤΗΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΠΙΟΥ	17
3.4.1 Τι είναι τα ΓΣΠ	17
3.4.2 Πως Σχετίζονται τα Σ.Γ.Π. με το τοπίο και γιατί οπτικοποιούμε ένα τοπίο	18
<b>4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>22</b>
4.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	22
4.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΈΡΕΥΝΑΣ	22
4.2.1 Δορυφορικές εικόνες <i>QuickBird</i>	22
4.2.2 Τοπογραφικά Φύλλα Χάρτη (1:500)	23
4.2.3 Ψηφιακά χαρτογραφικά Δεδομένα	23
4.3 ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ	24
4.3.1 Εικονική Πραγματικότητα με 360° πανοραμικές φωτογραφίες	25
4.3.2 VRML	29
4.4 ΠΑΝΟΡΑΜΙΚΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΜΥΤΙΑΛΗΝΗΣ	33
4.5 VRML ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΜΥΤΙΑΛΗΝΗΣ	38
4.5.1 Αφινικός Μετασχηματισμός ( <i>Affine Transformation</i> )	38
4.5.2 Ψηφιοποίηση υψομετρικών σημείων	39
4.5.3 Ψηφιακό Μοντέλο εδάφους ( <i>ΨΜΕ – Digital Terrain Model - DTM</i> )	40
<b>5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>45</b>
5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΝΟΡΑΜΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ	45
5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ VRML ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ	47
<b>6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	<b>52</b>

6.1 ΣΗΜΕΙΑ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	54
<b>7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>56</b>
7.1 ΒΙΒΛΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ	56
7.2 ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	58

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Το κείμενο αυτό είναι η Πτυχιακή Εργασία στα πλαίσια του τμήματος Γεωγραφίας – Πανεπιστήμιο Αιγαίου και σχετίζεται με την «Οπτική Απεικόνιση του τοπίου με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών». Γίνεται μια μελέτη των τρόπων με τους οποίους μπορούμε να οπτικοποιήσουμε ένα τοπίο με την χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούμε τον αστικό χώρο της πόλης της Μυτιλήνης και προσπαθούμε να τον αναπαραστήσουμε: 1) με πανοραμικές φωτογραφίες (360°) 2) με VRML. Αυτοί είναι κάποιοι από τους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να οπτικοποιήσουμε ένα τοπίο και να δώσουμε χρήσιμα στοιχεία στον χρήστη αλλά και διαθέσιμα εργαλεία στον επιστήμονα. Οι δυο αυτοί τρόποι επιλέχτηκαν σύμφωνα με την διαθεσιμότητα των δεδομένων μας, και το μέγεθος της έρευνας.

Θα γίνει λοιπόν μια έρευνα για το επιστημονικό «πώς» της οπτικοποίησης ενός τοπίου και θα προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα της κάθε μεθόδου έτσι ώστε να γίνει αντιληπτό πως και το γιατί χρησιμοποιούμε κάθε έναν από αυτούς τους τρόπους για να οπτικοποιήσουμε ένα τοπίο.

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η επιστήμη με ποικίλους τρόπους προσπαθεί να κατανοήσει την δομή της φύσης και να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα. Η διαδικασία αυτή είναι χρονοβόρα και γίνεται με ειδικά μέσα και μεθόδους. Η βαθιά γνώση των δομών του περιβάλλοντος μας και των διαδικασιών που το διέπουν είναι απαραίτητες επειδή αυτά είναι τα στοιχεία που θα αναπαραστήσουμε και θα κληθούμε να ερμηνεύσουμε. Στην παρούσα εργασία καλούμαστε να διερευνήσουμε κάποιες μεθόδους με τις οποίες είναι δυνατόν να οπτικοποιηθούν, δηλαδή να αναπαρασταθούν, τοπία με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η οπτικοποίηση αυτή θα μπορούσε να γίνει για διάφορους λόγους όπως π.χ. για τουριστικούς ή ακόμα και για επιστημονικούς. Είναι δηλαδή μια προσπάθεια να αναπαραστήσουμε ένα τοπίο με μεθόδους Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Το προϊόν της οπτικοποίησης μας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από επιστήμονες για την διερεύνηση ενός τοπίου, την κατανόηση των αποτελεσμάτων πολλών μοντέλων προσομοίωσης διαδικασιών του φυσικού περιβάλλοντος και για την «εικονική» περιήγηση τους, σε έναν τόπο τον οποίο δεν έχουν επισκεφτεί, αλλά μπορούν να δουν και να περιηγηθούν. Θα μπορούσε ακόμα να χρησιμοποιηθεί και για τουριστικούς σκοπούς, προσφέροντας στον τουρίστα χρήσιμες πληροφορίες για έναν τόπο που πρόκειται να επισκεφτεί και χρειάζεται να γνωρίζει, χωρίς όμως να έχει επισκεφθεί την περιοχή μελέτης.

### **1.1 Η έννοια του τοπίου**

Η έννοια του τοπίου είναι μια από τις έννοιες τις οποίες κατανοεί ο άνθρωπος με τις αισθήσεις του αλλά αδυνατεί να περιγράψει επαρκώς. Δεν είναι εύκολο να οριστεί η έννοια του τοπίου, παρόλα ταύτα θα προσπαθήσουμε να το οριοθετήσουμε στα πλαίσια πάντα της παρούσας εργασίας.

Το τοπίο είναι σίγουρα κάτι το οποίο αναφέρεται σε οπτικά ερεθίσματα για τον άνθρωπο, δηλαδή είναι κάτι το οποίο μπορούμε να δούμε και να αισθανθούμε. Είναι σίγουρα μια πανοραμική άποψη μιας πόλης, αλλά και ένα ωραίο ηλιοβασίλεμα. Διάφοροι γνωστοί επιστήμονες έκαναν προσπάθειες να ορίσουν αυτή την έννοια όπως ο Jackson (1984) για το τοπίο αναφέρει πως είναι «...ένα τμήμα επιφάνειας της γης κατανοητό με τα μάτια...», ενώ ο Urry (1995) αλλά και ο Cosgrove (1998) αναφέρουν πως είναι «...μια ορατή έκφραση του περιβάλλοντος μας...».

Το τοπίο όμως δεν είναι στατικό στοιχείο του περιβάλλοντος μας, αλλά αντίθετα είναι ένα από τα στοιχεία αυτά τα οποία μεταβάλλονται, αλλάζουν και μεταβάλλονται επηρεαζόμενα από τις φυσικές διεργασίες αλλά και τον ανθρώπινο παράγοντα.

Η ιστορική προέλευση της έννοιας του τοπίου σύμφωνα με την Τερκενλή (1996) στις κυριότερες ευρωπαϊκές γλώσσες ανάγεται σε ινδοευρωπαϊκές ρίζες γερμανογενούς ή λατινογενούς προέλευσης. Είτε όμως πρόκειται για γερμανογενείς λέξεις, είτε για λατινογενείς ο όρος «τοπίο» πάντα αναφερόταν σε αγροτική περιοχή, καλλιεργημένο χωράφι ή άλλη διοικητική υποδιαίρεση του μη αστικού χώρου (Τερκενλή 1996).

Αρχικά, στη διάρκεια του εικοστού αιώνα, η αναζήτηση της έννοιας του τοπίου συνοδεύτηκε με την ανάπτυξη της επιστήμης της γεωγραφίας στην αγγλοσαξονική τουλάχιστον επικράτεια. Συνδέθηκε πολύ στενά με την εξέλιξη της πολιτισμικής γεωγραφίας και αυτή με την σειρά ης συνδέθηκε με την ανάπτυξη της ανθρωπογεωγραφίας, τουλάχιστον στην Β. Αμερική. Η έννοια του τοπίου καθόρισε και συνεχίζει να καθορίζει ως ένα βαθμό το κέντρο βάρους των επιστημονικών ενασχολήσεων ης πολιτισμικής γεωγραφίας. Στο παρελθόν μάλιστα, η πολιτισμική γεωγραφική σκοπιά κατά καιρούς ταυτίστηκε με η μελέτη πολιτισμικών τοπίων (Τερκενλή 1996).

Σύμφωνα με την Τερκενλή (1996), η έννοια του πολιτισμικού τοπίου επεκράτησε στο γεωγραφικό ακαδημαϊκό προβληματισμό ως προέκταση ης ανάλυσης της έννοιας ης πολιτισμικής εστίας (cultural hearth ) στις αρχές του 21 αιώνα, με τη Σχολή του Berkley της California των Ηνωμένων Πολιτειών (Berkley School). Ο ιδρυτής ης σχολής αυτής, ο Carl Ortwin Sauer το 1925 ανακηρύσσει ότι το πολιτισμικό τοπίο διαμορφώνεται σε ένα φυσικό τόπο από μια πολιτισμική ομάδα.

Έτσι λοιπόν, βλέπουμε πως υπάρχει μια υποκειμενικότητα ως προς το τοπίο λόγω της ίδιας του της φύσης. Αντιλαμβανόμαστε, δηλαδή, διαφορετικά ένα τοπίο ανάλογα με την διάθεση μας ή ακόμα με τις εμπειρίες που μπορεί να έχουμε από το παρελθόν και οποίες μας προκαταβάλουν θετικά ή αρνητικά ως προς το τοπίο.

Με άλλα λόγια το τι βλέπουμε μπροστά μας δεν αποτελεί πάντα ακριβές ομοίωμα αυτού που υπάρχει, αυτού που προσφέρεται ως θέα. Μπορεί να βλέπουμε με τα μάτια του σώματος, με το συναίσθημα ή με τη νόηση. Να βλέπουμε αυτό που υποπτευόμαστε ή που φοβόμαστε ή που επιθυμούμε. Να βλέπουμε αυτό που φανταζόμαστε ή αυτό που καταλαβαίνουμε. Μπορεί να βλέπουμε τεμαχισμένα. αναλυτικά ή συνθετικά, αποσπασματικά ή συνολικά.

Σύμφωνα με την Ανανιάδου-Τζημοπούλου (1992) «...το να συνδέσει κάποιος το τοπίο με την ομορφιά., την ευχαρίστηση και την απόλαυση, είναι σήμερα μια ιδέα δυναμική,

ρεαλιστική και επίκαιρη...». Είναι δηλαδή μια συνεχής σχέση αισθημάτων και τοπίων στο μυαλό του ανθρώπου έτσι ώστε για κάθε τοπίο που θα βλέπει ο παρατηρητής να υπάρχει και ένα συναίσθημα που να μπορεί να νοιώσει.

Είδαμε λοιπόν ποια μπορεί να είναι η έννοια του τοπίου και πως μπορούμε να το ορίσουμε και να το περιγράψουμε. Χρήσιμο θα ήταν για την συνέχεια όμως να ερευνήσουμε και να κατανοήσουμε κάποια χαρακτηριστικά αλλά και κάποιες κατηγορίες που μπορεί να έχει ένα τοπίο.

## **1.2 Χαρακτηριστικά και κατηγορίες τοπίου**

Η έννοια του τοπίου, όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι πολύ δύσκολο να συγκεκριμενοποιηθεί σε έναν ορισμό, για το λόγο ότι επικρατεί μια σύγχυση γύρω από την έννοια αυτή που οφείλεται στο γεγονός ότι έχει οριστεί και επανοριστεί πολλές φορές από διάφορους γεωγράφους αλλά και άλλους επιστήμονες.

Έτσι λοιπόν, και τα χαρακτηριστικά ενός τοπίου δεν μπορούν εύκολα να οριστούν και να τοποθετηθούν σε έναν κατάλογο, για το λόγο ότι υπάρχουν πολλοί ορισμοί που στρέφονται γύρω από την έννοια αυτή. Μέσα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των τοπίων, διατυπώνεται, διαμορφώνεται και εμφανίζεται η μοναδικότητα, η ταυτότητα, ακόμα και η προσωπικότητα των τόπων, δηλαδή η φυσιογνωμία τους (Στεφάνου 2000).

Όσον αφορά, τώρα, την κατηγοριοποίηση των τοπίων και εδώ συναντάμε κάποιες δυσκολίες και δεν μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει μια κατηγορία τοπίων. Ανάλογα λοιπόν με τα στοιχεία που ξεχωρίζουν ή αντιπροσωπεύουν ένα τοπίο μπορούμε να δημιουργήσουμε και τις ανάλογες κατηγορίες. Έτσι, όσον αφορά, το τοπίο είτε ανθρωπογενές, είτε τροποποιημένο από τον ανθρώπινο παράγοντα, και το οποίο χρησιμεύει ως υποδομή ή πλαίσιο για τη συλλογική μας διαβίωση (Jackson 1984), προτείνουμε την εξής κατηγοριοποίηση: στη βάση των στοιχείων που επικυριαρχούν σε ένα συγκεκριμένο τοπίο μπορούν για παράδειγμα να χαρακτηριστούν ως φυσικά τοπία, ως ανθρωπογενή, ή ως αγροτικά, στη βάση των λειτουργιών τους τα τοπία μπορούν να χαρακτηριστούν ως τουριστικά τοπία ή τοπία αναψυχής και θρησκευτικά τοπία, ενώ στη βάση του τομέα της ανθρώπινης δραστηριότητας ως αγροτικά τοπία, ως αστικά τοπία ή ως τοπία της καθημερινής μας ζωής. Βλέπουμε λοιπόν ότι ένα τοπίο είναι πιθανό να ανήκει σε παραπάνω από μία κατηγορία τοπίων. Ας ασχοληθούμε και ας εξετάσουμε κάποια από αυτά τα τοπία.



### **1.2.1 Φυσικό Τοπίο**

Ως φυσικό τοπίο εννοούμε το χώρο στον οποίο κυριαρχεί το φυσικό στοιχείο, και όχι το ανθρωποποίητο δηλαδή ο άνθρωπος και τα δημιουργήματά του. Τα τοπία αυτά προσφέρουν φυσικά στοιχεία προς μελέτη, παρατήρηση ή απόλαυση. Τέτοια στοιχεία μπορεί να είναι ένα βουνό, ένα ποτάμι, μια λίμνη, ένα δέλτα ποταμού, ένα δάσος, μπορεί ακόμα να είναι κάποιες αλυκές (όπως για παράδειγμα οι αλυκές της Λέσβου στην Καλλονή) ή ακόμα και ένας καταρράκτης (όπως είναι οι καταρράκτες της Έδεσσας στη βόρεια Ελλάδα). Όλα αυτά τα φυσικά τοπία, δεν χαρακτηρίζονται από την κλίμακα. Δεν υπάρχει περιορισμός δηλαδή στο να ορίσουμε ένα τοπίο φυσικό αν αυτό είναι μεγάλο σε έκταση. Ωστόσο δεν μπορούμε να προσεγγίσουμε με τον ίδιο τρόπο ένα μεγάλο μεγέθους φυσικό τοπίο (οροσειρές, αλυκές) όπως θα προσεγγίζαμε ένα φυσικό τοπίο μικρής κλίμακας (μικρός καταρράκτης, μικρή λίμνη).

### **1.2.2 Αγροτικό Τοπίο**

Ο Σταθάτος γράφει ότι: «το τοπίο είναι ένας χώρος εξιδανικευμένος, άρα και ανώνυμος. Αυτό που αποκαλούμε τοπίο, για τον αγρότη, τον γεωργό ή τον βοσκό είναι απλώς ο τόπος μέσα στον οποίο κινούνται και εργάζονται - ένας χώρος που μπορεί να είναι εύφορος ή άγονος, φιλικά ή εχθρικά διακείμενος, γνωστός ή ξένος. Ένας χώρος, σε γενικές γραμμές, ο οποίος χαρακτηρίζεται από χρηστικά και σπανίως ή ποτέ από καθαρά αισθητικά κριτήρια : για τον αγρότη, το ωφέλιμο και το ωραίο, τουλάχιστον όσον αφορά το φυσικό Του περιβάλλον, είναι όροι απολύτως συνυφασμένοι» (Σταθάτος 1996).

Στο παραπάνω απόσπασμα, γίνεται αντιληπτός ο λειτουργικός χαρακτήρας του αγροτικού τοπίου για τους χρήστες του, δηλαδή τους αγρότες. Οι χρήσεις αυτές του τοπίου μπορεί να φανερώνουν πολλά χαρακτηριστικά (του παρελθόντος αλλά και του παρόντος) των τοπικών αυτών κοινωνιών και της σχέσης που έχουν με το χώρο που τους περιβάλλει και τον οποίον εκμεταλλεύονται, δηλαδή το ευρύτερο περιβάλλον τους. Παρόλα αυτά όμως οι χρήστες του τοπίου αυτού το θεωρούν πρωταρχικά ως παραγωγικό πόρο για την κάλυψη των βιοποριστικών τους αναγκών και έπειτα ως οτιδήποτε άλλο. Υπάρχει όμως και η άλλη πλευρά, των ανθρώπων που συνδέουν την εικόνα του αγροτικού τοπίου με πολιτισμικά ή/ και προσωπικά αισθητικά χαρακτηριστικά.

Ο ορισμός του αγροτικού τοπίου για μια περιοχή, πρέπει να ενσωματώσει τα εξής χαρακτηριστικά: εξής φυσικά χαρακτηριστικά του, τα οποία αναφέρονται σε βιοτικές και αβιοτικές παραμέτρους που καθορίζουν ορισμένα από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά του αγροτικού τοπίου, όπως η διαθεσιμότητα πόρων και το είδος της φυσικής χλωρίδας και

πανίδας. Τα παραγωγικά χαρακτηριστικά του, δηλαδή όλα εκείνα τα στοιχεία και τις μεταξύ τους σχέσεις που εκπροσωπούν τα παραγωγικά του συστήματα. Τα παραγωγικά χαρακτηριστικά του αγροτικού τοπίου αναφέρονται στο τοπίο ως πόρο, αλλά και ως “νόημα” καθημερινής εμπειρίας. Αποτελούν έτσι θεωρητική έννοια “κλειστή” για τους επισκέπτες, με την έννοια ότι αυτοί εκτιμούν το τελικό αποτέλεσμα των παραγωγικών χαρακτηριστικών - το αγροτικό τοπίο ως εικόνα - αλλά δεν “εκτιμούν” τα ίδια τα παραγωγικά συστήματα, τα οποία είναι η εσωτερική ιδιότητα του τοπίου, εμφανή μόνο στους κατοίκους και καθημερινούς χρήστες του (Κίζος 2002). Τα χαρακτηριστικά όμως αυτά είναι εκείνα που καθορίζουν το “τοπικό χρώμα” του τοπίου, αλλά και είναι η πρώτη ύλη για τα νοήματα που εγγράφονται σε αυτό, είναι δηλαδή τα αντικείμενα που καθιστούν ένα τοπίο αναγνωρίσιμο. Τέλος, τα αισθητικά - συμβολικά χαρακτηριστικά του, τις αναπαραστάσεις ή/ και συμβολισμούς ως μέρος ενός ευρύτερου συστήματος νοημάτων, τα οποία δεν αναφέρονται μόνο σε φυσικά αντικείμενα, αλλά σε ιδέες, αξίες και νοήματα. Τα συμβολικά χαρακτηριστικά του αγροτικού τοπίου, “έχουν νόημα” τόσο για τους κατοίκους όσο και για τους επισκέπτες του. Για τους μεν κατοίκους, ως μέσο που αντανακλά πολιτισμικά συστήματα και καθημερινές εμπειρίες, για τους δε επισκέπτες ως μέσο που αντανακλά ιδέες, αξίες και νοήματα (Κίζος 2002).

### **1.2.3 Αστικό Τοπίο**

Ο αστικός χώρος είναι ο χώρος που ο άνθρωπος επεμβαίνει για να δημιουργήσει τον τόπο του “κατοικείν” του με την ιδιαίτερη συμβολική του σημασία του “υπάρχειν” ανάμεσα στον ουρανό και στη γη” που περιλαμβάνει την “κατοικία” ως στοιχείο ανάμεσα στους αντιθετικούς πόλους “εντός-εκτός”, “επάνω-κάτω”, “εδώ-εκεί” κ.α. και εξασφαλίζει τις ανάγκες της επικοινωνίας του ανθρώπου σε πρακτικό, σε συναισθηματικό, αλλά και σε ιδεολογικό επίπεδο. Του “κατοικείν” δηλαδή, ως τόπου ύπαρξης σ’ ένα χώρο τον οποίο ο άνθρωπος έχει στη διάθεσή του για να εκφράσει τις ικανότητές του και να ολοκληρώσει την ύπαρξή του, να διασύνδεει, να βελτιώσει το άτομό του και να διευρυνθεί ως οντότητα διαχρονική. Η ίδια η έννοια της πόλης είναι μια έννοια που δηλώνει την πόλωση μεταξύ αντίθετων πεδίων. Και τα πεδία αυτά είναι κύρια, το ανθρωποποίητο και το φυσικό (Στεφάνου 2001).

Σύμφωνα με την Ανανιάδου-Τζημοπούλου (1992), το αστικό τοπίο είναι χώρος οικειοποιημένος, κωδικοποιημένος, που έχει υποστεί χρήσεις, συνήθειες, ρυθμίσεις, που δεν είναι προπαντός ελεύθερος και σε καμιά περίπτωση κενός. Είναι αποτέλεσμα σχέσεων ανάμεσα σε οικονομικές δραστηριότητες, κοινωνικές δομές, πολιτισμικές αξίες καθώς και

το φυσικό τους υπόβαθρο μεταβάλλεται στο χρόνο. Είναι χώρο δυναμικός με τον άνθρωπο δράστη και επηρεαζόμενο, όχι θεατή, παράγοντα δημιουργίας, κοινωνικά και λιγότερο άμεσα ατομικά. Το αστικό τοπίο είναι, με την έννοια αυτή, καθρέφτης της εξέλιξης της πόλης, της μορφής και της μεταμόρφωσης του χώρου της. Είναι η φυσιογνωμία της πόλης, η εικόνα και φαντασία της στο χρόνο, την καθημερινή ζωή και τον ορίζοντα του ουρανού.

Συχνά, οι διαφορετικές θεωρήσεις για την πόλη την συνέλαβαν ως συνδυασμό: κτισμένων και ελεύθερων χώρων. Αυτή η διάκριση, εν πολλοίς αυθαίρετη, έχει χάσει το ενδιαφέρον της. Σήμερα οι περισσότεροι από τους ασχολούμενους με τον σχεδιασμό του χώρου συμφωνούν και ορίζουν τους αστικούς υπαίθριους χώρους ως θετικούς χώρους και όχι ως το αρνητικό των κτισμένων. Επίσης τους χαρακτηρίζουν ως χώρους με λειτουργίες, το ίδιο σπουδαίες, που είναι ακόμη και καθοριστικοί μερικές φορές για τους κτισμένους, μέσα από το σχήμα, η μορφή, το ανάγλυφο ή άλλες ιδιαιτερότητες τους. Τους θεωρούν βασικά στοιχεία του αστικού τοπίου, χώρους ζωής και αντίληψης της πόλης, γιατί αποτελούν μέρη των καθημερινών τοπίων των ανθρώπων (Ανανιάδου-Τζημοπούλου 1992).

Στη σύγχρονη προσέγγιση που ο ελεύθερος χώρος δεν θεωρείται κενός, αλλά γεμάτος μνήμες, δραστηριότητες, εμπειρίες και βιώματα, ένας χώρος πλασμένος μέσα από κοινωνικοοικονομικές αξίες και οικολογικές συνθήκες, από τη ζωή και τον πολιτισμό, διατυπώσεις όπως οι προηγούμενες επιτρέπουν μόνο μερικές απαντήσεις. Με την απλή εναλλαγή των ρόλων ως προς το Θετικό-αρνητικό ή το κενά και το πλήρες, από το κτισμένο προς τον ελεύθερο χώρο, διαιώνίζεται η αντίληψη του κατακερματισμού του χώρου (Ανανιάδου-Τζημοπούλου 1992).

#### **1.2.4 Τουριστικό Τοπίο**

Ως τουριστικό τοπίο ή τοπίο αναψυχής μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε είδους τοπίο, είτε είναι αγροτικό, είτε είναι φυσικό, είτε ακόμα και αστικό. Η εικόνα που προβάλλουν τα τοπία αυτά προς τα έξω, από τους τουριστικούς πράκτορες ή τους ντόπιους επαγγελματίες, επικεντρώνεται κυρίως στην προβολή, στην ανάδειξη και διαφήμιση της ιστορίας και της παράδοσης των τοπίων αυτών, παρουσιάζοντας μνημεία, λαϊκές τέχνες, θρησκευτικούς χώρους παραδόσεις, αλλά και φυσικά στοιχεία που μπορούν να προσελκύσουν τους τουρίστες (όπως για παράδειγμα το ελληνικό τοπίο προβάλλει τη θάλασσα και τον ήλιο του) τονίζοντας τη μοναδικότητα των τοπίων αυτών.

Ως εικόνα ενός τόπου, το τοπίο αντιπροσωπεύει το πρώτο, πρωταρχικά και σταθερότερο μέσο επαφής μεταξύ του τουρίστα και του επιδιωκόμενου ή καταναλωμένου

τόπου ταξιδιού. Με τις φωτογραφίες που αποκομίζει ο ταξιδιώτης, το τοπίο μετατρέπεται σε αναμνηστικό αδιάβλητο από το χρόνο από την πλευρά της τουριστικής βιομηχανίας, η διαχείριση, ο σχεδιασμός και η διαφήμιση των τοπίων τουρισμού προβάλλουν, διατηρούν ή τροποποιούν τις ιδιαίτερες τους λειτουργίες. Με τους τρόπους αυτούς, τα τοπία τουρισμού καθίστανται τα σημαντικότερα ίσως πολιτισμικά πεδία γεωγραφικών ζυμώσεων και αντιπαραθέσεων όπου ένα μεγάλο μέρος της σύγχρονης πολιτισμικό κοινωνικής διαφοράς και “ανάπτυξης” ολοένα και περισσότερο διαρθρώνεται και διεκδικείται. Μέσω του τουρισμού, το φανταστικό, το πλαστό, το σκηνοθετημένα και το ουτοπικό συχνά αντικαθιστούν το τοπίο το γνήσιο και το «αληθινά».

Με λίγα λόγια, ένα τοπίο, για να χαρακτηριστεί ως τουριστικό θα πρέπει να προσελκύει κάποιους τουρίστες, με σκοπό την ικανοποίηση κάποιων αναγκών αναψυχής και διασκέδασής τους, με όποιον τρόπο φυσικά αυτό νοείται. Άλλωστε, το φαινόμενο των διακοπών έχει τις ρίζες του στην εξέλιξη του ανθρώπινου είδους και ως εκ τούτου, λιγότερο ή περισσότερο φανερά, επιδιώκει την ικανοποίηση αρχαϊκών, ή διαφορετικά, πανανθρώπινων αναγκών και επιθυμιών. Αυτές οι ανάγκες, μπορούν να οριστούν, κατά κύριο λόγο, στις ανάγκες της φύσης, όπου μέσω των διακοπών οι τουρίστες επιχειρούν να έρθουν σε επαφή με την φύση, πράγμα που είναι ανέφικτο στην καθημερινή τους ζωής λόγω της αστικοποίησης και των έντονων ρυθμών ζωής που επιβάλλει η πόλη

### **1.2.5 Θρησκευτικό Τοπίο**

Στον τύπο αυτόν τοπίου, ο τόπος στον οποίο αναφερόμαστε, προσελκύει το ενδιαφέρον ατόμων, κυρίως για προσκύνημα ή ακόμα και για μια απλή επίσκεψη και περιήγηση του τοπίου. Ο πόλος έλξης στην περίπτωση αυτή, μπορεί να είναι κάποιο αντιπροσωπευτικό θρησκευτικό μνημείο, όπως μια εντυπωσιακή εκκλησία, ένα επιβλητικό μοναστήρι, το σκηνώμα ενός αγίου ή ακόμα και ένα μικρό εκκλησάκι πάνω στην κορυφή ενός λόφου κλπ. Τα εντυπωσιακά και επιβλητικά αυτά κτίρια από μόνα τους μπορούν να αποτελέσουν στοιχεία της εικόνας ενός τόπου/ τοπίου και συχνά χρησιμοποιούνται για να κεντρίσουν το ενδιαφέρον των επίδοξων τουριστών. Μέσα από τη φωτογραφία, τα κτίρια αυτά αποτυπώνονται με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε χρησιμοποιώντας διαγώνιες γραμμές να καλύπτουν σχεδόν όλο το κάδρο αποπνέοντας ένα αίσθημα επιβλητικότητας και μεγαλοπρέπειας. Συχνά αποδίδεται το αίσθημα κατάνυξης με αυτό τον τρόπο μέσα από την φωτογραφία. Τα συναισθήματα αυτά, τονίζονται με τη θέση του φωτογραφικού φακού, ο οποίος αποτυπώνει τα στοιχεία του τοπίου από χαμηλά και προς τα πάνω,

προσδίδοντας έτσι ακόμα περισσότερη έμφαση και σπουδαιότητα σ' αυτό που απεικονίζει, και χαρίζοντάς του περισσότερο ύψος και μεγαλοπρέπεια.

### **1.3 Αισθητηριακά τοπία**

Τοπία είναι η συνολική αντίληψη, η πραγματική, συναισθηματική και ιδεολογική εικόνα που ένας τόπος προσφέρει. Ο άνθρωπος με κάθε μια από τις πέντε του αισθήσεις, αντιλαμβάνεται και ένα μέρος του χώρου ή όλο το χώρο μαζί συνολικά και αποδίδει στο καθένα τοπία ξεχωριστά ιδεολογία και συναίσθημα (Στεφάνου 2000). Μπορούμε έτσι να ισχυριστούμε ότι ένας τόπος μπορεί να εμπεριέχει πολλά τοπία. Μάλιστα, όσο περισσότερα τοπία υπάρχουν σε ένα τόπο, τόσο περισσότερο εμπλουτίζουν τον τόπο αυτό, και του δίνουν ίσως και μεγαλύτερη αξία. Όλες λοιπόν αυτές οι αισθήσεις, διαμορφώνουν και αντίστοιχα χαρακτηρίζουν ανάλογα τα τοπία, όπως το οπτικό τοπία, το ακουστικό, το οσμητικό, το γευστικό τοπία, και αυτό της αφής. Εκτός αυτού, τα τοπία αυτά, διευκολύνουν και την αξιολόγηση της φυσιογνωμίας ενός τόπου.

#### **1.3.1 Οπτικό Τοπία**

Το οπτικό τοπία, αναφέρεται στην κύρια αίσθηση του ανθρώπου, την όραση. Μέσα από πολύπλοκες διαδικασίες του εγκεφάλου οι μορφές και οι εικόνες του χώρου συντίθενται και αποκτούν υπόσταση μέσω της αίσθησης της όρασης. Είναι ίσως το σημαντικότερο από τα τοπία που προαναφέραμε, και μπορεί από μόνο του να αποδώσει τη φυσιογνωμία ενός τόπου, για παράδειγμα μέσα από τις απεικονίσεις του τοπίου στη ζωγραφική.

Σύμφωνα με τον Στεφάνου (2000), η χλωρίδα, η πανίδα, ακόμα και το φυσικό ανάγλυφο περιλαμβάνονται στα φυσικά στοιχεία που συνθέτουν το τοπία ενός τόπου. Βέβαια, μέσα σ' αυτό το τοπία είναι πολύ πιθανό να εμπερικλείονται και άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενός τοπίου, όπως για παράδειγμα η μυρωδιά ενός φυτού που χαρακτηρίζει έναν τόπο μπορεί να συντελέσει στη δημιουργία ενός οσμητικού τοπίου. Ακόμη διάφοροι ήχοι που εντοπίζονται μέσα σε ένα οπτικά τοπία, μπορούν να προσδώσουν σε ένα τοπία μια έντονη χαρακτηριστικά ακουστική διάσταση.

Εκτός βέβαια από αυτές τις φυσικές μορφές, ένα οπτικό τοπία μπορεί να δημιουργηθεί και από ανθρωπογενή στοιχεία όπως είναι ένα πολεοδομικό σύνολο, το οποίο σαφώς περιέχει και αρχιτεκτονικά στοιχεία. Όταν όμως ένα άτομο κληθεί να βιώσει αυτό το πολεοδομικό σύνολο, διαπιστώνει την ύπαρξη και άλλων αισθητηριακών εμπειριών τις οποίες αντιλαμβάνεται μέσω των υπολοίπων αισθήσεων του πλην της όρασης, όπως, ήχοι, οσμή, αφή και γεύσεις.

Κάθε φυσικό τοπίο χαρακτηρίζεται από μια ιδιαίτερη φυσιογνωμία/ ταυτότητα η οποία είναι η ολοκληρωμένη εντύπωση, που δημιουργείται από την σύνθεση των οπτικών του στοιχείων. Η συνολική αυτή εντύπωση που δημιουργείται δεν είναι δυνατό να ταξινομηθεί κατά τρόπο αυστηρό και καθοριστικό. Για λόγους ευκολίας, όμως, θα διακρίνουμε επτά χαρακτηριστικούς τύπους φυσικού τοπίου:

α) Πανοραμικό τοπίο: Σ' αυτόν τον τύπο τοπίου, θα αναφερθούμε και στη μεθοδολογία της παρούσας έρευνας διότι είναι ένα από τα είδη των τοπίων που προσπαθήσαμε να απεικονίσουμε με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Στο πανοραμικό τοπίο ο παρατηρητής έχει απεριόριστη θέα (κυριαρχεί ο ορίζοντας), η οποία είναι ελεύθερη σε γωνία 360° μοιρών ή όταν ο παρατηρητής βρίσκεται σε πλαγιά βουνού, η θέα είναι δυνατό να περιοριστεί σε γωνία 180 μοιρών. Αυτού του είδους τα τοπία θα οπτικοποιήσουμε με τις πανοραμικές εικόνες 360°.

β) Τοπίο χαρακτηριστικών μορφών: Στο τοπίο αυτό κυριαρχεί ένα χαρακτηριστικό αντικείμενο ή μια ομάδα αντικειμένων με χαρακτηριστική μορφή, τα οποία είναι δυνατόν να είναι ένα βουνό ή ένα μεμονωμένο δέντρο σε μια γυμνή εδαφική έκταση.

γ) Περικλειόμενο τοπίο: Στον τύπο αυτό τοπίου παρατηρείται το εξής φαινόμενο: μικρές ή μεγάλες επιφάνειες περικλείονται από μια συνεχή ομάδα αντικειμένων. Μέσα στο περικλειόμενο αυτό τοπίο, μικρά αντικείμενα αναδεικνύονται και αποκτούν ιδιαίτερη έμφαση.

δ) Εστιακό τοπίο: Εστιακό ή αξονικό τοπίο υπάρχει όπου η τοπογραφική διαμόρφωση ή η βλάστηση ή οι οδικοί άξονες κατευθύνουν την προσοχή του παρατηρητή προς ένα σημείο, τον εστιακό χώρο. Τέτοιους εστιακούς χώρους θα προσπαθήσουμε να δημιουργήσουμε έτσι ώστε ο θεατής να μπορεί να περιηγηθεί προς την περιοχή που θα του έχουμε πληροφορίες και δεδομένα. Δηλαδή π.χ. σε μια αναπαράσταση πόλης θα έχουμε 3 σημεία όπου ο παρατηρητής θα μπορεί να λαμβάνει πληροφορίες. Έτσι θα εστιάζει την προσοχή του προς αυτά τα 3 σημεία.

ε) Στεγασμένο τοπίο: Με αυτόν τον τύπο τοπίου αναφερόμαστε στο τοπίο εκείνο το οποίο βρίσκεται κάτω από ένα επίπεδο, όπως για παράδειγμα το τοπίο κάτω από την κομοστέγη ενός δάσους ή ενός δρόμου όπου τα εκατέρωθεν δένδρα «σκεπάζουν» τον ορίζοντα.

στ) Τοπίο λεπτομερειών: Αυτό το τοπίο γίνεται αντιληπτό κυρίως από έναν περιπατητή, για το λόγο ότι οι οπτικές αυτές εμπειρίες διαμορφώνονται μέσα από μικρές λεπτομέρειες όπως π.χ. οι κοφτερές άκρες ενός βράχου δίπλα στη θάλασσα ή η παράξενη υφή του δέρματος ενός κροκόδειλου δίπλα σε ένα ποτάμι.

ζ) Εφήμερο τοπίο: Η εφημερότητα θα μπορούσε να χαρακτηρίσει ένα τοπίο με δύο όψεις, γιατί είναι δυνατό να είναι ή πολύ σημαντικό ή να περάσει απαρατήρητο, αφού η εφημερότητα αυτή του τοπίου εξαρτάται από παροδικές εντυπώσεις που διαρκούν δευτερόλεπτα, λεπτά, ώρες ή ακόμα και ημέρες. Τέτοια παραδείγματα μπορεί να είναι το χιόνι σε μια στέγη ενός σπιτιού ή ακόμα και το γρήγορο πέρασμα ενός ζώου από μπροστά μας.

### **1.3.2 Οσμητικό Τοπίο**

Είναι γνωστό ότι οι οσμές παίζουν σημαντικό ρόλο στη ζωή του ανθρώπου, ιδιαίτερα στον βιολογικό τομέα. Οι οσμές που διεγείρουν τον ανθρώπινο εγκέφαλο μέσω κάποιων διεργασιών και οι οποίες συνδέονται στενά με τη μνήμη του υπάρχουν στο υποσυνείδητο του, μέχρι τη στιγμή που κάποιο τυχαίο ή όχι γεγονός θα τις επαναφέρει και πάλι στο νου του. Έτσι, ανάλογα με το γεγονός με το οποίο έχουμε συνδέσει την κάθε μυρωδιά, αν δηλαδή ήταν ευχάριστο ή δυσάρεστο, χαρακτηρίζουμε και την μυρωδιά αυτή ευχάριστη ή δυσάρεστη.

Το οσμητικό τοπίο μπορεί να αποτελέσει μια από της σημαντικότερες πηγές πληροφοριών για έναν τόπο. Υπάρχουν στη μνήμη μας αποτυπωμένες μυρωδιές οι οποίες αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα τοπία και αφυπνίζουν την ανάμνηση ολόκληρων περιοχών. Δεν είναι λίγες οι φορές που κλείνοντας τα μάτια και χρησιμοποιώντας μόνο την όσφρησή μας μπορούμε να αποκτήσουμε καλύτερη εμπειρία ενός τόπου, να «αντιληφθούμε» δηλαδή καλύτερα έναν τόπο ή καλύτερα να έχουμε έντονους συνειρμούς σχετικά με αυτόν, και αυτό γιατί οι οσμές, ευχάριστες ή δυσάρεστες, αποτελούν σημαντικό στοιχείο της αντίληψης της φυσιογνωμίας ενός τόπου. Αυτή βέβαια, η διάσταση ενός τοπίου πολλές φορές είναι εντελώς υποκειμενική, για παράδειγμα η ίδια μυρωδιά σε άλλους προκαλεί ευχάριστη αίσθηση και σε άλλους δυσάρεστη ή και κάτι άλλο.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημάνουμε το γεγονός, ότι παρότι η ικανότητα να αντιληφθεί ο άνθρωπος μια μυρωδιά δεν είναι δύσκολη, το να εκφράσει όμως ο άνθρωπος την προσωπική σχέση που τον συνδέει με αυτή, τις περισσότερες φορές είναι ιδιαίτερα δύσκολο. Τα περισσότερα γλωσσικά συστήματα απευθύνονται στο αφτί και στο μάτι, γι' αυτό, αντίθετα με τις εικόνες και τα μουσικά κομμάτια, στις οσμές δεν έχουν προσαφθεί κάποια ιδιαίτερα εκφραστικά χαρακτηριστικά. Έτσι, συχνά αδυνατούμε να αποδώσουμε λεκτικά ακόμα και τις πιο γνώριμες οσμές (Στεφάνου 2000).

Θα πρέπει να τονίσουμε εδώ πως τόσο τα οσμιακά τοπία όσο και τα τοπία αφής στο επόμενο κεφάλαιο, δεν είναι δυνατόν για τεχνικούς λόγους να εκφραστούν ηλεκτρονικά μέσα από ΓΣΠ και έτσι δεν έγινε προσπάθεια απόδοσης και αναπαράστασης τους.

### **1.3.3 Τοπίο Αφής**

Η αφή είναι μια από τις σημαντικότερες αισθήσεις που επηρεάζουν τον ψυχικό κόσμο του ανθρώπου. Η αίσθηση της αφής συμβάλλει στις εντυπώσεις και εμπειρίες που είναι δυνατόν να αποκομίσει ο άνθρωπος για τον χαρακτήρα και την φυσιογνωμία ενός τόπου. Ακόμη, η σωματική επαφή του ανθρώπου με τον τόπο του είναι αυτή που δημιουργεί τους ισχυρότερους δεσμούς και καθιστά το τοπίο ευκολότερα αναγνώσιμο και αναγνωρίσιμο από αυτόν. Είναι χαρακτηριστικές οι περιπτώσεις ατόμων με ειδικές ανάγκες ή αναπηρίες τα οποία, κάτω από ιδιαίτερες συνθήκες, κατά τις οποίες υπολειτουργούν ή όπου λείπουν οι άλλες αισθήσεις, μπορούν, όχι μόνο να προσανατολιστούν άψογα στο χώρο, αλλά και να αποκτήσουν ολοκληρωμένη αντίληψη του χώρου στον οποίο βρίσκονται χρησιμοποιώντας μόνο την αφή.

Τα οπτικά ερεθίσματα συνηθίζεται να αποδίδονται με ορισμένα επίθετα που αναφέρονται στην ποιότητα των υλικών, όπως : σκληρό- μαλακό, κρύο-ζεστό, τραχύ-λείο, απαλό, μαλακό, κολλώδες, ξηρό, ρευστό -στερεό- υγρό κ.α. πολλές φορές, σε ανάλογες περιπτώσεις, συναντούμε και παρομοιώσεις, όπως : σαν βαμβάκι, σαν μετάξι, σαν βράχος, σαν άμμος κ.α. Άλλες φορές, και μόνο το όνομά κάποιων υλικών είναι ενδεικτικό και παραπέμπει άμεσα στις απτικές τους ιδιότητες. Τέτοια είναι: το ξύλο, το τζάμι, το μάρμαρο, το σίδηρο κ.α.

Για μια περισσότερο ολοκληρωμένη, πάντως, καταγραφή, του οπτικού τοπίου στη βάση της οποίας θα μπορούσαμε να το αξιολογήσουμε και να ερμηνεύσουμε τα διάφορα του ερεθίσματα, τα οποία χαρακτηρίζουν με αυτό τον τρόπο την φυσιογνωμία ενός τόπου, θα πρέπει πρώτα να δημιουργηθεί ένα σύστημα σημείωσης των συγκεκριμένων αυτών ερεθισμάτων αφής.

### **1.3.4 Ακουστικό Τοπίο**

Το ηχητικό τοπίο συμβάλλει ουσιαστικά στη διαμόρφωση της ξεχωριστής φυσιογνωμίας ενός τόπου, με την οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένο, όπως επίσης η ακουστικότητα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον ίδιο τον άνθρωπο και τον ψυχισμό του, και άρα και με τον συναισθηματικό και ιδεολογικό σύνδεσμο του ανθρώπου με τον τόπο του. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας διάστασης του ακουστικού τοπίου αποτελούν οι



συζητήσεις των χωριανών σε έναν παραδοσιακό οικισμό, με τα διάφορα λεκτικά ιδιώματα, οι οποίες καθιστούν τον τόπο αυτό ξεχωριστό και του προσδίδουν ιδιαιτερότητα (Στεφάνου 2000).

Από την άλλη πλευρά, υπάρχει και ο θόρυβος, συνοθύλευμα ήχων και μια από τις πηγές δημιουργίας ηχητικών τοπίων. Συνήθως, η έννοια του θορύβου έχει αρνητική χροιά και έχει συνδυαστεί με την ενόχληση, όπως, για παράδειγμα, ο θόρυβος ενός πολυσύχναστου δρόμου, ενός αεροδρομίου, του τραίνου, των οχημάτων καθαριότητας, των διαφόρων βιομηχανιών και βιοτεχνιών σε μια πόλη κ.λ.π. Όλο αυτό το συνοθύλευμα ήχων, πάντως, αποτελεί παράγοντα που συμβάλλει καθοριστικά στη διαμόρφωση του χαρακτήρα ενός τόπου.

Σε έναν τόπο, ο ήχος δεν, συνδέεται μόνο με την ηχορύπανση, αλλά υπάρχει και ο «καλός» ήχος, αναπόσπαστο στοιχείο ενός τόπου, και άξιος αναγνώρισης και διατήρησης, διότι τα ακούσματα ενός τόπου μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελούν μέρος της πολιτισμικής του ταυτότητας και κληρονομιάς. Τα ακούσματα αυτά είναι δυνατόν να προέρχονται, όπως προαναφέραμε, από τα λεκτικά ιδιώματα των κατοίκων, από τα τραγούδια του τόπου, το κελάηδημα των πουλιών, τη φωνή των ζώων της συγκεκριμένης περιοχής, τη μουσική των μαγαζιών, τον ήχο του τρένου στο σταθμό, τις καμπάνες της εκκλησίας, τον θόρυβο του караβιού στο λιμάνι κ.α. Πρόκειται για απλούς ή σύνθετους ήχους, οι οποίοι, όμως, προσδίδουν ιδιαιτερότητα και μοναδικότητα στον χαρακτήρα ενός τόπου, στο συγκεκριμένο πάντα χώρο-χρονικό του πλαίσιο. Σε διάφορα πειράματα που έχουν γίνει με σκοπό την διερεύνηση της αντιληπτικής ικανότητας των ατόμων με την βοήθεια των ήχων, οι συμμετέχοντες, με κλειστά μάτια, στη βάση και μόνο ηχητικών ερεθισμάτων, έδειξαν τη δυνατότητα να αντιληφθούν το σημείο της πόλης στο οποίο βρίσκονταν την εκάστοτε στιγμή (Στεφάνου 2000).

## **1.4 Ο ρόλος των ΓΣΠ στην απεικόνιση τοπίου**

### **1.4.1 Τι είναι τα ΣΓΠ**

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) είναι πληροφοριακά συστήματα τεχνολογίας αιχμής, που αποτελούν ισχυρά εργαλεία διαχείρισης για την αποτύπωση οντοτήτων και γεγονότων του πραγματικού κόσμου. Συνδυάζουν με μοναδικό τρόπο την τεχνολογία των βάσεων δεδομένων με ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα, δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να διεξάγει χωρικές διαδικασίες και ανάλυση καθώς επίσης και

χρήση λογικών προτάσεων και να πάρει τα αποτελέσματα αυτά είτε σε φύλλο δεδομένων είτε επί του χάρτη.

Έτσι υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής θεματικών χαρτών αλλά και επιστημονικών οπτικοποιήσεων σε δυο ή τρεις διαστάσεις, διεξαγωγής υποθετικών (=what-if) σεναρίων: για φυσικές καταστροφές, για την οικοδομική δόμηση μιας περιοχής, για την ανάπτυξη μιας έκτασης κτλ. Ακόμα μέσα από ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών μας δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας ψηφιακού μοντέλου εδάφους για την οπτικοποίηση ενός τοπίου, αλλά και αναπαράστασης των φυσικών και τεχνικών στοιχείων ενός τοπίου για περαιτέρω έρευνα και εξαγωγή συμπερασμάτων βοηθώντας καταλυτικά στη λήψη στρατηγικών αποφάσεων για το τοπίο, σε όλα τα επίπεδα διοίκησης.

Τα Συστήματα Γεωγραφικά Πληροφοριών αποθηκεύουν τα δεδομένα σε μορφή θεματικών επιπέδων όπου κάθε επίπεδο αντιπροσωπεύει ένα τύπο γεωγραφικής οντότητας ως σημείο, γραμμή ή πολύγωνο για να αναπαραστήσει π.χ. κτίρια, δρόμους, στύλους ηλεκτροφωτισμού, σωλήνες ύδρευσης, γεωλογικές ζώνες, θέσεις σημείων ενδιαφέροντος, κλήσεις του εδάφους, ήλιο-σκίαση περιοχών κλπ

Με τον τρόπο αυτό η διαχείριση και η αποτύπωση της πληροφορίας γίνεται με εύκολο τρόπο αφού ο χρήστης μπορεί να εμφανίζει μόνο τα επίπεδα πληροφορίας που θέλει, συνθέτοντας το χάρτη με τα θέματα (επίπεδα) που τον ενδιαφέρουν για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος.

Τα χαρτογραφικά δεδομένα αποτελούν το βασικό τμήμα ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών και τις περισσότερες φορές το πιο δύσκολο στην δημιουργία ή στην απόκτησή του και κατά συνέπεια το πιο ακριβό. Η Γεωγραφική Υπηρεσία Στράτου (ΓΥΣ) και ο ΟΚΧΕ παράγουν και διαχειρίζονται τέτοια δεδομένα για την Ελληνική επικράτεια αλλά παρ' όλα αυτά δεν υπάρχει μια ολοκληρωμένη και ανανεώσιμη ψηφιακή βάση για την Ελλάδα. Όσο αναφορά το τοπίο, δεν υπάρχουν άλλα δεδομένα προς το παρόν, πέραν του ψηφιακού μοντέλου εδάφους για την Ελλάδα, το οποίο όμως δεν «αντανακλά» στην ολότητα του την έννοια του τοπίου διότι κάνει χρήση μόνο μιας μεταβλητής του, αυτής του γήινου ανάγλυφου.

#### **1.4.2 Πως Σχετίζονται τα Σ.Γ.Π. με το τοπίο και γιατί οπτικοποιούμε ένα τοπίο**

Ένα ερώτημα που μπορεί να προκύψει στην παρούσα φάση είναι το: **Πως είναι δυνατόν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών να κληθούν να εκτελέσουν μια εργασία που σχετίζεται με το τοπίο**, το οποίο δεν μπορεί ούτε να περιγραφτεί με

στατιστικές αναλύσεις αλλά ούτε να αναπαρασταθεί με απλές μεθόδους. Δηλαδή πως είναι δυνατόν ένα σύστημα το οποίο έχει σχεδιαστεί για να επεξεργάζεται γεωγραφικά δεδομένα, να χρησιμοποιηθεί για να οπτικοποιήσει ένα τοπίο είτε με VRML είτε με ένα δίκτυο πανοραμικών εικόνων 360° ; Η απάντηση σε αυτό είναι ότι Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι οτιδήποτε μπορεί να μας δώσει πληροφορίες σχετικά με ένα γεωγραφικό φαινόμενο έτσι ώστε εμείς να μπορούμε να το επεξεργαστούμε. Ο όρος Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών δεν είναι μόνο τα λογισμικά πακέτα που γνωρίζουμε και με τα οποία εργαζόμαστε σε χωρικά και ποσοτικά προβλήματα. Οτιδήποτε μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για την γεωγραφική διάσταση μιας περιοχής εντάσσεται στην κατηγορία των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. Αυτό μπορεί να είναι μια πανοραμική φωνογραφία 360° ή ακόμα και ένα συνδεδεμένο με κάποιον τόπο αρχείο ήχου το οποίο θα μας δίνει πληροφορίες για αυτό. Άρα η χρήση του υπολογιστή μας βοηθάει να αναπαράγουμε εικόνα, ήχο αλλά και κίνηση έτσι ώστε να προσεγγίσουμε όσο γίνεται πιο πιστά ένα τοπίο και να το μεταφέρουμε στην οθόνη του υπολογιστή μας για περαιτέρω επεξεργασία. Η έξυπνη χρήση των εργαλείων διαχείρισης και επεξεργασίας χωρικών φαινομένων είναι ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα που μας οδηγούν στην χρήση ενός Γ.Σ.Π. για ανάλυση ενός τοπίου. Τέλος ένα από τα χαρακτηριστικότερα πλεονεκτήματα ενός ΓΣΠ για την επιλογή του για αναπαράσταση ενός τοπίου, είναι το ότι μπορούμε να συνδέσουμε το τοπίο μας με οποιαδήποτε βάση δεδομένων εμείς θελήσουμε ώστε να κάνουμε χρήση επιπλέον πληροφοριών αν και εφόσον αυτό χρειαστεί. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι όταν κάνουμε τουριστική αναπαράσταση ενός τοπίου , μπορούμε να δώσουμε στον χρήστη επιπλέον πληροφορίες για την περιοχή ενδιαφέροντος του, όπως μετεωρολογικά δεδομένα, δημογραφικά και κοινωνικά στοιχεία. Έτσι λοιπόν στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήσαμε τα ΓΣΠ με έναν λίγο διαφορετικό τρόπο και επικεντρωθήκαμε στην αναπαράσταση του τοπίου.

Οι τεχνικές οπτικοποίησης του τοπίου βοηθούν στη ποιοτική ερμηνεία των τοπίων και μπορεί να είναι πολύ δυνατό βοηθητικό εργαλείο σε οποιαδήποτε περίπτωση στήριξης αποφάσεων. Οι τεχνικές οπτικοποίησης είναι ένα σχετικά νέο εργαλείο και έχουν κάνει έντονη την παρουσία τους σε εικονικά σενάρια (Burnett 2003).

Μια οπτικοποίηση ενός τοπίου, μπορεί να μας προσομοιώσει έναν τόπο, κάτω από οποιαδήποτε μεταβολή οποιασδήποτε μεταβλητής του, εμείς θέλουμε. Αν δηλαδή θέλουμε να εξετάσουμε τις καταστροφικές συνέπειες ενός σεισμού σε ένα τοπίο, δεν έχουμε παρά να προσομοιώσουμε τις μεταβλητές του τοπίου και του σεισμού, και να εξετάσουμε τα πιθανά αποτελέσματα. Αν θέλουμε να μάθουμε πώς θα είναι ένας τόπος ύστερα από μια

ανάπλαση δεν έχουμε παρά να τον καταγράψουμε και να τον οπτικοποιήσουμε αλλάζοντας όποια παράμετρο θελήσουμε έτσι ώστε να τον διαμορφώσουμε στον Η/Υ μας με πολλούς διαφορετικούς τρόπους και να διαλέξουμε τον καταλληλότερο κάνοντας άμεση σύγκριση του «**πριν**» και του «**μετά**».

Παίρνουμε λοιπόν όλες τις μεταβλητές ενός τόπου και τις μετατρέπουμε σε δεδομένα για υπολογιστές έτσι ώστε να μπορούμε να τα χειριστούμε σαν αντικείμενα και να μπορούμε να κάνουμε πράξεις μεταξύ τους είτε λογικές είτε αριθμητικές.

Ένα ερώτημα που μπορεί να προκύψει εύλογα είναι ότι εφόσον αντιλαμβανόμαστε ένα τοπίο με διαφορετικό τρόπο ο καθένας, **ποιο είναι το νόημα της απεικόνισης του**; Η απάντηση σε αυτό είναι ότι τα ΓΣΠ όταν χρησιμοποιούνται για την οπτικοποίηση του τοπίου, δεν προσπαθούν να δώσουν ερμηνεία στο τοπίο. Απλά η τεχνική της πρόσθεσης και της αφαίρεσης διάφορων στοιχείων του τοπίου στον Η/Υ μας βοηθάει να το ερευνήσουμε και να το αποδώσουμε όσο πιο παραστατικά γίνεται και κάτω από διαφορετικές συνθήκες

Η διαφορετικότητα στην αντίληψη ενός τοπίου από άνθρωπο σε άνθρωπο υπάρχει και για το τοπίο που έχουμε γύρω μας αλλά και για το τοπίο που έχουμε στον Η/Υ μας. Απλά η αναπαράσταση μας βοηθά να εργαστούμε για επιστημονικούς και λόγους αναψυχής γύρω από το τοπίο.

Υπάρχουν πολλοί λόγοι που ωθούν τους επιστήμονες να μοντελοποιήσουν μεμονωμένα χαρακτηριστικά αλλά και ολόκληρα τοπία μεγάλου μεγέθους. Η δημιουργία ενός εικονικού τοπίου στον Η/Υ μας, μας βοηθάει να εργαστούμε «επάνω» του και να κάνουμε λογικές και αριθμητικές «πράξεις». Μπορούμε δηλαδή να εκτιμήσουμε σε ένα μέρος του γήινου ανάγλυφου που έχουμε οπτικοποιήσει, ποιες είναι εκείνες οι περιοχές που στις 12:00 το μεσημέρι θα έχουν σκίαση λόγω ανάγλυφου ή όχι. Ένα άλλο παράδειγμα είναι ότι μπορούμε π.χ. να υπολογίσουμε κλίσεις ανάγλυφου, να κάνουμε λογικές πράξεις με επιφάνειες και να εξετάσουμε που υπάρχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του τοπίου και που όχι έχοντας την δυνατότητα της οπτικοποίησης υπό συγκεκριμένη γωνία σε πλήρη τρισδιάστατη προβολή. Είναι δηλαδή αυτή η διαδικασία, ένας τρόπος να εργαστούμε πάνω στο τοπίο μετατρέποντας το σε : σημεία γραμμές και επιφάνειες, στον Η/Υ μας.

Μέσα από μια τέτοια διαδικασία μπορούμε να επεξεργαστούμε με ρεαλιστικό τρόπο ένα τοπίο πως θα είναι πριν και μετά από μια τέτοια ενέργεια.

Μια άλλη πρακτική εφαρμογή της απεικόνισης ενός τοπίου είναι η χρησιμοποίηση του για **τουριστικούς σκοπούς**. Δεν είναι λίγες οι φορές που είδαμε εικονικά (virtual) τοπία σε

ηλεκτρονικές εφαρμογές τουρισμού και ξενάγησης, έτσι ώστε ο τουρίστας να παίρνει μια πιο ρεαλιστική άποψη της εκάστοτε περιοχής, χωρίς να την έχει επισκεφτεί.

Είναι χρήσιμο δηλαδή να αναπαριστούμε την φύση είτε δυναμικά είτε στατικά ώστε να μπορούμε να προσομοιώσουμε τα χαρακτηριστικά της και να αντιληφθούμε τους μηχανισμούς που την διέπουν. Η προσομοίωση της φύσης, είναι ένα κεφάλαιο το οποίο απαιτεί ιδιαίτερες γνώσεις τόσο θετικής μορφής όσο και θεωρητικής. Στα πλαίσια αυτής της έρευνας αξίζει να αναφερθούμε επιγραμματικά στην διαδικασία αυτή και να τονίσουμε ότι η φύση μας είναι ένας μηχανισμός ο οποίος χαρακτηρίζεται από κανόνες και διαδικασίες (τυχαίες και μη). Είναι διαδικασίες οι οποίες είναι πολύπλοκες και τείνουν να γίνουν πολυδιάστατες σε τέτοιο βαθμό ώστε να είναι εν μέρη δυσνόητες από τον άνθρωπο τόσο να της αντιληφθεί όσο και να τις αναπαράγει σε ένα μοντέλο προσομοίωσης. Οι κανόνες από την άλλη που διέπουν αυτόν τον μηχανισμό που ονομάζεται φύση, έχουν αναλυθεί αρκετά από τους επιστήμονες κατά την πάροδο των ετών, χωρίς όμως να είμαστε σε θέση να πούμε πως γνωρίζουμε το σύνολο των διαδικασιών που την διέπουν. Δυστυχώς, ακόμα δεν γνωρίζουμε τόσα πολλά για την φύση και τη λειτουργία της. Ωστόσο η ενέργεια αυτή του ανθρώπου να προσομοιώσει δεν μπορεί εκ των πραγμάτων να φτάσει στο τέλειο σημείο λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων που διαθέτουμε τόσο τεχνικής φύσεως αν και σιγά σιγά η επιστήμη των υπολογιστών με τα τεράστια τεχνολογικά άλματα που πραγματοποιεί έχει φτάσει σε ένα πολύ καλό σημείο όσο αναφορά την δυνατότητα προσομοίωσης της φύσης.

Για να γίνει αυτό πιο κατανοητό μπορούμε να δώσουμε ένα παράδειγμα:

Μια από τις τεχνικές που χρησιμοποιούν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, είναι και η ψηφιοποίηση χαρακτηριστικών όπως η ακτογραμμή ενός νησιού ή ένας δρόμος (γραμμικά δεδομένα). Σε μια τέτοια προσπάθεια δεν είναι δυνατόν ο επιστήμονας να είναι σε θέση να γνωρίζει κάθε σημείο, γωνία αυτής της γραμμικής διάταξης που λέγεται δρόμος ή ακτογραμμή. Έτσι λοιπόν κάνει άτυπες παραδοχές ως προς την κλίμακα, οι οποίες τείνουν να αποδώσουν την πραγματικότητα, αλλά δεν μπορούν να την αναπαράγουν πλήρως.

Αφού αναλύσαμε την αξία απεικόνισης του τοπίου, ας περάσουμε στις μεθόδους που ακολουθήσαμε για να το πραγματοποιήσουμε.

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

### **1.5 Περιοχή Μελέτης**

Η περιοχή η οποία επιλέχτηκε για να αποτελέσει το χωρικό όριο της μελέτης μας, είναι αυτή της Μυτιλήνης. Η πόλη της Μυτιλήνης είναι η πρωτεύουσα του Νόμου και της νήσου Λέσβου. Είναι χτισμένη στην Ανατολική πλευρά του νησιού, και εκτείνεται περίπου από το εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος της ΔΕΗ (βόρεια), μέχρι τον αερολιμένα (νότια). Η παλιά πόλη βρίσκεται στο βόρειο άκρο της πόλης και όσο περνούν τα χρόνια είναι εμφανής μια επεκτατική κίνηση της πόλης προς τα νέα προάστια (νότια) και προς το αεροδρόμιο το οποίο είναι πόλος έλξης.

Το τοπίο της πόλης είναι ένα κλασικό τοπίο μιας μεγάλης νησιωτικής περιοχής στο οποίο κυριαρχεί η θάλασσα γύρω από την οποία εξελίσσονται και αναπτύσσονται οι διαδικασίες της πόλης είτε αυτές λέγονται κοινωνικές είτε φυσικές. Υπάρχει μια αλληλένδετη σχέση του αστικού χώρου με την θάλασσα η οποία διαμορφώνει τον τρόπο ζωής στην πόλη και τα χαρακτηριστικά τα οποία έχει.

Το ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται από λόφους που δημιουργούν μια αμφιθεατρική μορφή πάνω και γύρω από την πόλη κρατώντας έτσι ένα φυσικό όριο με το εσωτερικού του νησιού. Τέλος αξίζει να σημειωθεί η (τουλάχιστον) οπτική επαφή του αστικού χώρου της Μυτιλήνης με τα παραλία της Τουρκίας, με τα οποία συνδέεται με καθημερινή σχεδόν συγκοινωνία..

### **1.6 Δεδομένα Έρευνας**

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην πρακτική εφαρμογή της έρευνας μας χορηγήθηκαν από διάφορους φορείς για τα πλαίσια αυτής και μόνο της έρευνας. Παρακάτω αναλύονται ένα ένα τα υλικά αυτά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.

#### **1.6.1 Δορυφορικές εικόνες QuickBird**

Ο δορυφόρος QuickBird είναι ένα από τα ορόσημα της βιομηχανικής τηλεπισκόπησης με τις παγκοσμίου φήμης απεικονίσεις που προσφέρει. Μπορεί να παρέχει τις υψηλότερες αναλύσεις που είναι διαθέσιμες στην αγορά του όπως π. χ 60 εκατοστά του μέτρου πανχρωματικές και 2,5 μέτρα στις πολυφασματικές αναλύσεις. Το δορυφορικό πρόγραμμα αυτό, έχει ξεκινήσει από το 2001 και συνεχίζεται μέχρι σήμερα με σκοπό την δορυφορική απεικόνιση της γης για οικονομικούς σκοπούς (commercial project).

Ο δορυφόρος αυτός έχει την δυνατότητα να κάνει μια περιστροφή της γήινης σφαίρας με 450 χιλιόμετρα και 98 μοίρες ηλιοσύνχρονης τροχιάς, παρέχοντας συνεπή χρονικά αναθεωρημένη περιστροφή. Ο Ball-Built (υψηλής ανάλυσης) φακός που διαθέτει, χρησιμοποιεί την ευκινησία του Ball Aerospace διαύλου για γρήγορη επαναστόχευση και καταγραφή, περιοχών που επιλέγονται. Αυτό (η γρήγορη επαναστόχευση και καταγραφή) του προσθέτει άλλο ένα στρατηγικό πλεονέκτημα, και τον καθιστά κυρίαρχο στις εμπορικές δορυφορικές απεικονίσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι χρειάζεται μόνο 4 δευτερόλεπτα για να καταγράψει μια περιοχή 16,5x16,5 χιλιομέτρων. Οι δορυφορικές εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν, δόθηκαν από τον κ. Καλαμποκίδη (Πανεπιστήμιο Αιγαίου- Τμήμα Γεωγραφίας, Εργαστήριο Γεωγραφίας Φυσικών Καταστροφών)

### **1.6.2 Τοπογραφικά Φύλλα Χάρτη (1:500)**

Τα τοπογραφικά φύλλα χάρτη που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μια παροχή του Εργαστηρίου Χαρτογραφίας του τμήματος Γεωγραφίας του πανεπιστημίου Αιγαίου. Χρησιμοποιήθηκαν για να αντλήσουμε πληροφορίες υψομέτρου και να τις ψηφιοποιήσουμε μαζί με τα υπάρχοντα ηλεκτρονικά δεδομένα. Η ημερομηνία έκδοσης των χαρτών είναι το 1970 και αυτό μπορεί να φανεί εύκολα από τις διαφορές στις χρήσεις γης που παρατηρούνται μεταξύ σημερινών δεδομένων και τοπογραφικών χαρτών.

### **1.6.3 Ψηφιακά χαρτογραφικά Δεδομένα**

Τα ψηφιακά χαρτογραφικά δεδομένα είναι επικαλύψεις της πόλης της Μυτιλήνης, με χρήση πολυγώνων αλλά και γραμμικών στοιχείων σε μορφή συμβατή με τα πακέτα εφαρμογών της ESRI. Τα δεδομένα αυτά έχουν ημερομηνία παραγωγής το έτος 1988, και έχουν διορθωθεί στο σύστημα ΕΓΣΑ '87 Αυτά είναι:

Επικάλυψη της πόλης με χρήση πολυγώνων για τα οικοδομικά τετράγωνα

Επικάλυψη της πόλης με χρήση γραμμικών στοιχείων για την διαμόρφωση των οικοδομικών τετραγώνων της πόλης

Οδικό δίκτυο της πόλης με χρήση γραμμικών χαρακτηριστικών για την διαμόρφωση των οδών της πόλης της Μυτιλήνης

Χρησιμοποιήθηκε για την προβολή όλων των αρχείων το προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87. Είναι το πλέον πρόσφατο προβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, και είναι προϊόν συνεργασίας του Εργαστηρίου Ανώτερης Γεωδαισίας του Τμήματος Αγρονόμων- Τοπογράφων Μηχανικών – Ε.Μ.Π., της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού

και του ΟΚΧΕ. Θεωρείται μια ενιαία ζώνη για όλη την χώρα με κεντρικό μεσημβρινό  $\lambda=24^0$  και χρησιμοποιείται ενιαίος συντελεστής κλίμακας 0.9996. Οι παραμορφώσεις με αυτόν τον τρόπο μπορούν να φτάσουν μέχρι και 1:1.000 στα άκρα της χώρας (δηλ. 1 μέτρο σε απόσταση 1χλμ.). Για να αποφευχθούν αρνητικές τιμές ο κεντρικός μεσημβρινός έχει ως τετμημένη 500000μ. Αρχή των τεταγμένων θεωρείται ο ισημερινός ( $\varphi=0^0$ ). Το σύστημα χρησιμοποιείται για την σύνταξη του Εθνικού Κτηματολογίου καθώς έχει υιοθετηθεί από τον ΟΚΧΕ. Γενικά, τείνει να γίνει το επίσημο προβολικό σύστημα για την Ελλάδα καθώς προσφέρει ενιαία αναφορά για το σύνολο της χώρας.

## **1.7 Τρόποι απεικόνισης του τοπίου**

Στην βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετά παραδείγματα οπτικής απεικόνισης του τοπίου σε ηλεκτρονική μορφή για τουριστικούς αλλά και επιστημονικούς λόγους. Πολλά είναι τα παραδείγματα και για τους δυο αυτούς σκοπούς. Για **τουριστικούς σκοπούς** μπορούμε να αναφέρουμε το LoVEUS (*Location Aware Visually Enhanced Ubiquitous Services*). Είναι ένα σύστημα το οποίο έχει την δυνατότητα παροχής πληροφοριών (σε μορφή πολυμέσων) σχετικά με την περιοχή που βρίσκεται ο χρήστης, υπό μορφή φορητής συσκευής. Η τεχνολογία αυτή έχει αναπτυχθεί κάτω από την αιγίδα της εταιρίας INTRACOM και προσπάθεια να φέρει στα χέρια του απλού χρήστη πληροφορίες που θα υπήρχαν μόνο σε εγκυκλοπαίδειες και ταξιδιωτικούς οδηγούς. Επιτρέπει την οπτική απεικόνιση διαφόρων στοιχείων της εκάστοτε περιοχής που βρίσκεται ο χρήστης και του παρέχει πληροφορίες ιστορικού κοινωνικού πολιτισμικού περιβαλλοντικού χαρακτήρα. Οι εφαρμογές που διαθέτει το μηχάνημα είναι η οπτική απεικόνιση του τοπίου με χρήση πανοραμικών φωτογραφιών, η εικονική απεικόνιση ιστορικών στοιχείων που σήμερα δεν υπάρχουν, ηχητικές πληροφορίες για ποιο ολοκληρωμένη αλληλεπίδραση χρήστη-μηχανής, αλλά και ενεργών χαρτών που ανανεώνονται συνεχώς για πλοήγηση σε μεγάλα αστικά κέντρα.

Η συσκευή έχει το μέγεθος ενός GPS και έχει δικό της λειτουργικό σύστημα. Έχει περιθώρια αναβάθμισης και μπορεί να δέχεται αποθηκευτικά μέσα (δισκέτες) για την ποιο ολοκληρωμένη διαχείριση των πληροφοριών. Η τεχνολογία της συσκευής παραμένει ακόμα άγνωστη αλλά είναι ακόμα ένα βήμα προς την ποιο ολοκληρωμένη διασύνδεσης τοπίου ανθρώπου μέσω ηλεκτρονικών συσκευών.

Για **επιστημονικούς σκοπούς** στην Ελλάδα έγινε μια προσπάθεια για τρισδιάστατη αναπαράσταση αντικειμένων που συνδυάζουν εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους, αποτελούμενους κυρίως από επίπεδες επιφάνειες. Η μεθοδολογία τους, βασίζεται στην φωτογραμμετρική παραγωγή τρισδιάστατων μοντέλων με τη βοήθεια λογισμικού επίγεια



φωτογραμμετρίας, τον συνδυασμό τους με τυχόν προϋπάρχουσα πληροφορία και τέλος την ενσωμάτωση σε αυτά στοιχείων ρεαλισμού με την «επένδυσή» τους με ψηφιακές εικόνες. Η απόδοση περιλαμβάνει τις εικόνες των επιπέδων που αποτελούν το αντικείμενο, φυσικό και τεχνητό φωτισμό, ουράνιο θόλο, ατμοσφαιρικές συνθήκες κ.λπ. Ως τρόπος απόδοσης επιλέγεται η δημιουργία μιας «εικονικής διαδρομής» στο χώρο του μοντέλου. Η μεθοδολογία δοκιμάστηκε σε εφαρμογή που παρουσιάζει την κύρια είσοδο και τμήμα εσωτερικού χώρου από το ισόγειο του Κτιρίου του Τμήματος Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. (6ο Εθνικό Συνέδριο Χαρτογραφίας)

### **1.7.1 Εικονική Πραγματικότητα με 360° πανοραμικές φωτογραφίες**

#### **1.7.1.1 Ιστορική Εξέλιξη**

Αν και ο όρος VR (Virtual Reality – Εικονική Πραγματικότητα -Ε.Π.) είναι καινούριος για τους περισσότερους, οι ρίζες της χρονολογούνται από τα τέλη της δεκαετίας του '50. Ήταν η εποχή που οι υπολογιστές ήταν ογκώδη μηχανήματα, κλεισμένα σε κλιματιζόμενα δωμάτια, με αποκλειστική εφαρμογή σε αριθμητικά προβλήματα. Κάποιοι, όμως, έβλεπαν λίγο μακρύτερα και συναισθάνονταν τις εφαρμογές, που μπορεί να είχαν γενικότερα. Ένας από αυτούς ήταν ο Douglas Engelbart, ηλεκτρονικός και τεχνικός radar του ναυτικού. Σκέφτηκε να συνδεθούν οι υπολογιστές με μία οθόνη, ώστε να είναι δυνατή η απεικόνιση κάθε ψηφιακής πληροφορίας σε οθόνη. Η ιδέα αυτή αρχικά αμελήθηκε, όμως η εξέλιξη των υπολογιστών, είχε ως συνέπεια να αναζητηθεί τρόπος οπτικοποίησης των πληροφοριών. Έτσι είχαμε τα πρώτα computer graphics μέχρι να φτάσουμε σε αυτό που σήμερα ονομάζουμε VR.

Κάποια γεγονότα που σημάδεψαν τις επόμενες δεκαετίες ήταν :

- Οι φόβοι για έναν πυρηνικό πόλεμο, ώθησαν τον αμερικανικό στρατό στην ανάπτυξη radar τα οποία να μπορούν να απεικονίζουν πληροφορίες με κατανοητό από τον άνθρωπο τρόπο. Είχαμε την πρώτη real time απεικόνιση data
- Οι σχεδιαστές αεροσκαφών ζητούσαν τρόπους με τους οποίους οι computers να μπορούν να απεικονίζουν δεδομένα πτήσης
- Στις αρχές της δεκαετίας του 60 έγιναν προσπάθειες για εναλλακτικά του πληκτρολογίου μέσα ώστε οι υπολογιστές να χρησιμοποιηθούν στη ζωγραφική. Αποτέλεσμα των προσπαθειών αυτών ήταν το light pen και το πρόγραμμα Sketchpath του Ivan Sutherland (1962)

- η αεροπορία πραγματοποιεί τις πρώτες προσπάθειες για προσομοίωση των συνθηκών πτήσεως που από την δεκαετία του '80 με την εξέλιξη της πληροφορικής έχει σημειώσει τεράστια πρόοδο
- το 1976 με την ταινία Star Wars τα γραφικά υπολογιστών και κατ' επέκταση η VR εισάγεται στον κινηματογράφο
- η δεκαετία του '80 σημαδεύεται από την ταχύτατη διάδοση των video games
- ακολουθεί η NASA με την ανάπτυξη Virtual Environments
- τέλος την δεκαετία του '90 εργαλεία VR εμφανίζονται και η VR με την γνωστή μορφή της χρησιμοποιείται σαν μέσο διασκέδασης, επιστήμης κ.λπ

Η εξέλιξη της πληροφορικής όλα αυτά τα χρόνια είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους της υλοποίησης τέτοιων εφαρμογών. Ο όρος «εικονική πραγματικότητα» (Virtual Reality ή VR) έχει γίνει γνωστός εδώ και καιρό στο ευρύ κοινό από τις ταινίες του Hollywood. Ο όρος δημιουργήθηκε αρχικά από τον Jaron Lanier, ιδρυτή του VPL Research το 1989. Άλλοι παρόμοιοι όροι περιλαμβάνουν «τεχνητή πραγματικότητα» από τον Myron Kueger τη δεκαετία '70, «κυβερνοχώρος» από τον William Gibson το 1984 και πιο πρόσφατα, «εικονικοί κόσμοι» και «εικονικά περιβάλλοντα» τη δεκαετία 1990 από τον Beier.

#### 1.7.1.2 Τρόπος Λειτουργίας

Η εικονική πραγματικότητα (ΕΠ) παρουσιάζει στο χρήστη ένα χώρο εργασίας που του δίνει την αίσθηση ότι η πληροφορία που παρουσιάζεται από τον Η/Υ συμπεριφέρεται όπως τα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου (Trail 1997). Η οθόνη του Η/Υ δεν αποτελεί πλέον ένα παράθυρο του κόσμου. Ο χρήστης αισθάνεται ότι βρίσκεται «μέσα» στον Η/Υ. Μπορεί να αλληλεπιδράσει με τα στοιχεία του εικονικού κόσμου, να μετακινηθεί μέσα σε αυτόν και να τον αλλάξει. Πρόκειται για έναν «εικονικό κόσμο», έναν κόσμο δηλ. χωρίς υλική σύσταση, μια τεχνητή τρισδιάστατη απεικόνιση που δημιουργείται μέσω των τεχνολογιών τρισδιάστατων γραφικών, κίνησης και εξομοίωσης ενός ισχυρού ηλεκτρονικού υπολογιστή και που επιτρέπει στον χρήστη να αλληλεπιδρά με αυτόν τον εικονικό κόσμο μέσω πράξεων, κινήσεων και εκτιμήσεων που μοιάζουν με τις καθημερινές του ενέργειες στο πραγματικό του περιβάλλον. Με άλλα λόγια, η εικονική πραγματικότητα είναι μια αλληλεπίδραση (interface) ανθρώπου-μηχανής, που βιώνεται από τον άνθρωπο με τις αισθήσεις του (Μπιλάλης 2001).

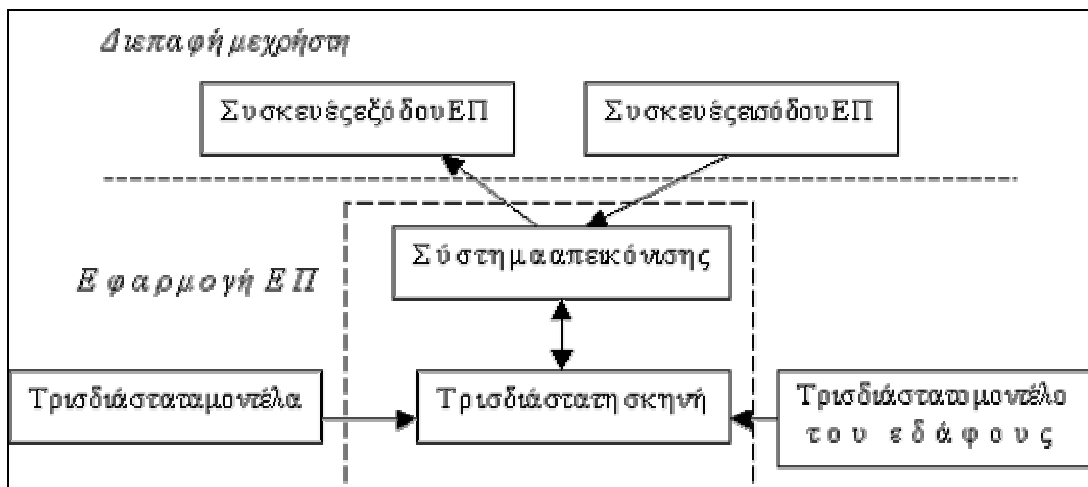
Το κύριο πλεονέκτημα από τη χρήση αλληλεπίδρασης ΕΠ με τον Η/Υ είναι ότι ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδρά με το σύστημα χρησιμοποιώντας ενέργειες και κινήσεις

που μοιάζουν με τις καθημερινές του δραστηριότητες (The Nexus Chronicles 2004). Οι άνθρωποι είμαστε πολύ καλοί στην αναγνώριση προτύπων, και στην αλληλεπίδραση με τρισδιάστατα αντικείμενα του πραγματικού χώρου, πράγμα το οποίο μπορεί να αποδειχθεί πολύ χρήσιμο σε περιπτώσεις που χρειάζεται να ληφθούν αποφάσεις από πολύπλοκα πληροφοριακά συστήματα όπως αυτά που περιγράφουμε παρακάτω.

Αρχικά ο όρος εικονική πραγματικότητα σήμαινε τη δημιουργία εικόνων από εικονικά περιβάλλοντα και την αναπαράστασή τους στο χρήστη χρησιμοποιώντας ειδικές συσκευές απεικόνισης. Ο χρήστης φορούσε ένα κράνος ΕΠ και μπορούσε να δει, όχι τον πραγματικό κόσμο, αλλά έναν εικονικό κόσμο που παρήγαγε ο Η/Υ. Σήμερα, όπως θα δούμε, υπάρχουν πολλές τεχνολογίες με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να δει και να αισθανθεί έναν εικονικό κόσμο (με το κράνος ΕΠ να είναι ο πιο διάσημος από αυτούς).

### 1.7.1.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας (ΕΠ) αποτελείται από τα συστατικά που φαίνονται στο Διάγραμμα 1



**Διάγραμμα 1: Συστατικά στοιχεία ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας**

1. **Σύστημα απεικόνισης (viewer) / τρισδιάστατη σκηνή:** Αυτά τα δυο στοιχεία συνδέονται στενά αφού η επιλογή του τρισδιάστατου περιβάλλοντος απεικόνισης ως 3D viewer υποδηλώνει μια τρισδιάστατη υλοποίηση του σκηνικού (3D scene). Η τρισδιάστατη σκηνή λαμβάνει συνεισφορές από ένα τρισδιάστατο μοντέλο του εδάφους και τρισδιάστατες απεικονίσεις των αντικειμένων του πραγματικού κόσμου. Και τα δυο μαζί αποτελούν την τρισδιάστατη μηχανή απεικόνισης (3D player engine)

2. **Μοντέλο εδάφους:** μια γεωγραφική βάση δεδομένων του εδάφους σε τρισδιάστατη μορφή (στην παρούσα εργασία έγινε χρήση του αλγόριθμου TIN)
3. Τρισδιάστατα μοντέλα του πραγματικού κόσμου
4. **Συσκευές εισόδου** ΕΠ, (ποντίκι του υπολογιστή για περιήγηση προς όλες τις κατευθύνσεις, η πληκτρολόγιο)
5. **Συσκευές εξόδου** ή απεικόνισης ΕΠ (οθόνη του υπολογιστή και κατ' επέκταση σε αναλογική μορφή σε χαρτί)

Οι χρήστες βλέπουν έναν τρισδιάστατο εικονικό κόσμο στις συσκευές εξόδου εικονικής πραγματικότητας και μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτόν μέσω συσκευών εισόδου εικονικής πραγματικότητας. Ένα σύστημα απεικόνισης (viewer) περιέχει μια τρισδιάστατη σκηνή η οποία αποτελείται από τρισδιάστατα μοντέλα και (πιθανώς) από ένα μοντέλο του περιβάλλοντος που καθοδηγεί τις συσκευές εισόδου και εξόδου. Η τρισδιάστατη σκηνή είναι μια δυναμική δομή δεδομένων η οποία περιέχει όλη την πληροφορία που η εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας πρόκειται να δείξει στο χρήστη. Τα τρισδιάστατα μοντέλα περιγράφουν τις κλάσεις των ορατών αντικειμένων της τρισδιάστατης σκηνής. Το μοντέλο του περιβάλλοντος περιγράφει το **τοπίο** σε τρισδιάστατη μορφή και η μηχανή απεικόνισης το απεικονίζει.

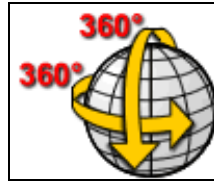
#### 1.7.1.4 Εικονική Πραγματικότητα για την πόλη της Μυτιλήνης

Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας ένας από τους τρόπους αναπαράστασης του τοπίου που χρησιμοποιήθηκε ήταν και η δημιουργία ενός εικονικού χώρου με την βοήθεια πολλαπλών φωτογραφιών οι οποίες συνδέονται (εικόνα 1) και δημιουργούν την ψευδαίσθηση στον παρατηρητή ότι βρίσκεται στο σημείο που αναφέρεται. Υπάρχουν 3 τρόποι για να ενωθούν αυτές οι διαδοχικές φωτογραφίες:

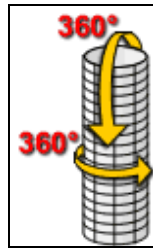
- Σφαιρικός (εικόνα 2)
- πλήρως κυλινδρικός τρόπος (εικόνα 3)
- ημι-κυλινδρικός (εικόνα 4)



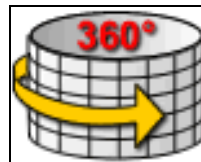
**Εικόνα 1: Δημιουργία σημείου hot-spot με ένωση πολλαπλών φωτογραφιών**



**Εικόνα 2: σφαιρικός τρόπος**



**Εικόνα 3: πλήρως κυλινδρικός τρόπος**



**Εικόνα 4: ημι-κυλινδρικός**

### 1.7.2 VRML

Η VRML (Virtual Reality Modeling Language ) είναι μια γλώσσα προγραμματισμού υψηλής απόδοσης για 3D οπτικοποίηση στο WWW (World Wide Web) αρχείων για την περιγραφή interactive 3D μοντέλων και κόσμους. Η VRML σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιηθεί σε παγκόσμια και τοπικά δίκτυα (internet/ intranets) και να εξυπηρετεί ανάγκες όπως:

- Οπτικοποίηση Δεδομένων (Data Visualization)
- Οικονομικές Αναλύσεις (Financial Analysis)
- Διασκέδαση (Entertainment)
- Εκπαίδευση (Education)
- Μοντέλα Προσομοίωσης (Distributed Simulation)
- Σχεδιασμός με Η/Υ (Computer-Aided Design)

- Διαφήμιση προϊόντων (Product Marketing)
- Virtual malls (virtual walk)
- Επιστημονικές Οπτικοποιήσεις (Scientific Visualization)
- User Interfaces to Information

#### 1.7.2.1 Ιστορικά

Η ιδέα της VRML γεννήθηκε την άνοιξη του 1994, στο πρώτο συνέδριο για τον παγκόσμιο ιστό, στη Γενεύη της Ελβετίας. Ο Τιμ Μπέρνερ και ο Λι και Ντέιβ Ράτζετ είχαν οργανώσει ένα πανεπιστημιακό σεμινάριο, για να συζητήσουν την αλληλεπίδραση της εικονικής πραγματικότητας στο παγκόσμιο δίκτυο (Virtual Realms 2002). Πολλοί παρευρισκόμενοι φοιτητές περιέγραψαν σχέδια, τα οποία είχαν ήδη δρομολογηθεί, για να δημιουργήσουν τρισδιάστατα εργαλεία οπτικοποίησης, συμβατά με το δίκτυο. Οι παρευρισκόμενοι συμφώνησαν ότι τα εν λόγω εργαλεία πρέπει να έχουν μια κοινή γλώσσα, η οποία θα καθορίζει την περιγραφή των τρισδιάστατων εικόνων και του παγκόσμιου ιστού. Παράλληλα αυτή η γλώσσα θα έπρεπε να είναι το αντίστοιχο της HTML για την εικονική πραγματικότητα. Επινοήθηκε έτσι ο όρος VRML (Virtual Reality Markup Language) και η ομάδα αποφάσισε να ξεκινήσει την έρευνα μετά το συνέδριο. Η λέξη "Markup" αργότερα αντικαταστάθηκε από τη λέξη "Model" η οποία παραπέμπει στη γραφική φύση της VRML.

Κάποια από τα πλεονεκτήματα της γλώσσας VRML είναι ότι αναπαριστά ένα τρισδιάστατο κόσμο, όσο το δυνατόν όμοιο με τον πραγματικό ("Virtual Reality"), η VRML περιγράφει αντικείμενα και χώρους μέσα στους οποίους μπορεί κανείς να κινηθεί όπως επίσης και φωτισμούς, textures και ήχους, τα οποία μπορείς να πλησιάσεις και να **παρατηρήσεις από οποιαδήποτε γωνία.**

Οι browsers χρησιμοποιώντας τεχνικές rendering, μετατρέπουν την VRML σε έναν **αντιληπτό χώρο** μέσα στον οποίο μπορείς να **πλοηγηθείς** και να **αλληλεπιδράσεις** μαζί του, πράγμα που αποτελεί καινοτομία αφού δεν είναι πλέον ένα streaming video που έρχεται μέσω της σύνδεσης με το Internet.

Η χρήση multimedia χαρακτηριστικών (ήχο, κίνηση) την καθιστούν την πρώτη επιλογή για επιστημονικές εφαρμογές οπτικοποίησης όπου η επεξεργασία μέχρι και τις τελευταίας παραμέτρου ενός μοντέλου είναι σημαντική. Όλα τα χαρακτηριστικά που υπάρχουν σε μια γλώσσα προγραμματισμού, μπορούμε να τα συναντήσουμε και στην γλώσσα αυτή. Υπάρχουν δηλαδή compilers, de-compiles, preview browsers, linking and hyper linking μεταξύ των αντικειμένων κ.τ.λ.

Ένας κόσμος στην γλώσσα VRML αποτελείται από αντικείμενα, τα οποία αποτελούνται από πολύγωνα. Όσο ποιο πολλά πολύγωνα χρησιμοποιούνται, τόσο ποιο μεγάλη λεπτομέρεια και ρεαλισμός υπάρχει. Ο μεγάλος αριθμός πολυγώνων σε ένα αρχείο VRML όχι μόνο μειώνει το rendering speed αλλά αυξάνει και το μέγεθος του αρχείου. Ωστόσο όσο ποιο πολλά πολύγωνα και επιφάνειες περιέχει ένας «ένας κόσμος» που δημιουργούμε, τόσο ποιο κοντά στην πραγματική εικόνα είναι και τόσο ποιο καλά αναπαριστά τα στοιχεία αυτά που θέλουμε (VRML Site 1996).

Μια από τις κύριες χρησιμότητες της γλώσσας αυτής είναι η δημιουργία **walk through** δηλαδή μοντέλων στα οποία ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί σαν να ήταν πραγματικά σε εκείνη την τοποθεσία, μέσα από την οθόνη του υπολογιστή του. Αυτό είναι ένα από τα πλεονεκτήματα της γλώσσας αυτής αν σκεφτούμε ότι είναι πλήρως προσαρμοσμένη για χρήση στο internet και αλλά και σε όλα τα μοντέρνα λειτουργικά συστήματα δίνοντας έτσι στον στην διαδικασία **λήψεως αποφάσεων** ένα «δυνατό» εργαλείο το οποίο αν χρησιμοποιηθεί σωστά μπορεί να φέρει θετικά αποτελέσματα σε τοπικό και διεθνές επίπεδο. Η **τουριστική** πτυχή της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι πασιφανής, προσφέροντας οπτική, ηχητική και γραπτή πληροφορία στον επισκέπτη του εικονικού κόσμου, για την περιοχή η οποία έχει προσομοιωθεί.

Η VRML είναι μια νέα γλώσσα προγραμματισμού η οποία βοηθάει στην δημιουργία οπτικών μοντέλων. Σχετίζεται άμεσα με την δημιουργία γεωγραφικών μοντέλων τα οποία έχουν πληροφορίες σε μορφή εικόνας και πινάκων σχετικά με την περιοχή ή το αντικείμενο που οπτικοποιούν (Geo-VRML Project 2004).

Η γλώσσα VRML ικανοποιεί τις ακόλουθες τρεις απαιτήσεις (The Cosmo Company 1998):

1. ανεξαρτησία από υπολογιστικές πλατφόρμες
2. επεκτασιμότητα
3. δυνατότητα χρήσης συνδέσεων χαμηλής ταχύτητας, κάτι το οποίο είναι πολύ σημαντικό για τα δίκτυα υπολογιστών.

Από την αρχή, οι σχεδιαστές αποφάσισαν η γλώσσα αυτή να μην αποτελέσει επέκταση της HTML, η οποία σχεδιάστηκε για κείμενο και όχι για γραφικά. Επίσης, έγινε δεκτή η πρόταση να μην συμπεριληφθούν περαιτέρω αλληλεπιδραστικές συμπεριφορές (interactive behavior) εκτός από τους υπερσυνδέσμους (hyper links) που ήδη υπήρχαν και στην HTML, για λόγους κυρίως απλότητας αφού θα μειωνόταν έτσι η πολυπλοκότητα. Οι νεότερες, όμως, εκδόσεις της VRML περιέχουν διαδραστικά χαρακτηριστικά σε συνεργασία μάλιστα με την ειδική interactive γλώσσα JAVA, που έχει αναπτύξει η

εταιρεία Sun Microsystems, κάτι που ισχυροποιεί ακόμα περισσότερο τη VRML. Τον Οκτώβριο του 1994 ανακοινώθηκε η τελική μορφή της πρώτης έκδοσης 1.0 της γλώσσας VRML, έπειτα από την κοινή συνεργασία της εταιρείας Silicon Graphics και των εμπνευστών της γλώσσας, Mark Pesce, Tony Parisi και Brian Behlendorf (Parallel Graphics 2004).

Η ευρεία διάδοση και αποδοχή της γλώσσας VRML από το κοινό του Internet έχουν δώσει μία νέα διάσταση στην “περιήγηση” μέσα στον τεράστιο ηλεκτρονικό χώρο πληροφοριών του World Wide Web. Μετά τη σύλληψη της ιδέας για ένα τρισδιάστατο περιβάλλον στο WWW, έχουμε περάσει στην υλοποίησή της. VRML browsers, εργαλεία δημιουργίας ιδεατών κόσμων και μετατροπείς αρχείων από δημοφιλή σχεδιαστικά προγράμματα (όπως το 3D Studio) σε formats που υποστηρίζουν VRML αναπτύσσονται συνεχώς (Richard Tucker web-site 2000). Παράλληλα, ο οποιοσδήποτε χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μία δική του σελίδα στο Web, ακόμα και με έναν απλό συντάκτη κειμένου (text editor). Θεωρητικά, το ίδιο συμβαίνει και με τη γλώσσα VRML, η οποία βασίζεται σε αρχεία κειμένου και αυτή, αλλά είναι τόσο στρυφνή και πολύπλοκη ώστε η χρήση ειδικών σχεδιαστικών προγραμμάτων να είναι αναγκαία.

Οι εφαρμογές που μπορούν να δημιουργηθούν μέσω της γλώσσας VRML είναι πάρα πολλές. Η πιο εντυπωσιακή ίσως από αυτές τις εφαρμογές είναι η δημιουργία τρισδιάστατων ηλεκτρονικών εκθέσεων στο WWW μέσα στις οποίες ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να “περιηγηθεί” και να αλληλεπιδράσει με τα εκθέματά τους, ακριβώς δηλαδή όπως αυτός θα έκανε και σε μία πραγματική έκθεση! Δεν είναι μάλιστα λίγες οι περιπτώσεις πραγματικών εκθέσεων ακριβή αντίγραφα των οποίων έχουν φιλοξενηθεί σε τρισδιάστατους χώρους του Web με τη βοήθεια της γλώσσας VRML. Όμως, οι δυνατότητες του τρισδιάστατου World Wide Web δεν σταματούν εδώ. Τα πεδία της ανθρώπινης δραστηριότητας που μπορούν να εκμεταλλευτούν τη νέα αυτή τεχνολογία είναι πάρα πολλά. Η διαφήμιση μπορεί να αλλάξει μορφή με τη δημιουργία τρισδιάστατων εμπορικών κέντρων και καταλόγων, οι οποίοι θα περιέχουν τα προϊόντα σε τρισδιάστατη πλέον μορφή, δίνοντας έτσι μία άλλη αίσθηση στον καταναλωτή. Οι τουρίστες θα έχουν τη δυνατότητα να ενημερώνονται και να παίρνουν μία πρώτη γεύση από τα μέρη και τα ξενοδοχεία που πρόκειται να επισκεφθούν. Τέλος, οι εικονικές περιηγήσεις σε μουσεία, ναούς και πόλεις θα γίνουν πολύ πιο ελκυστικές.

Αυτές ήταν **κάποιες ηλεκτρονικές εφαρμογές τοπίου** που έγιναν στην Ελλάδα τα περασμένα χρόνια αλλά και **κάποιοι τρόποι απεικόνισης** του τοπίου. Στην παρούσα εργασία εργαστήκαμε για να αναπαράγουμε το αστικό τοπίο της πόλης της Μυτιλήνης με



VRML και Πανοραμικές εικόνες 360°. Χρησιμοποιήσαμε Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών ώστε να διερευνήσουμε το επιστημονικό «πώς» μιας τέτοιας απεικόνισης, καθώς και το «γιατί».

## 1.8 Πανοραμικές Φωτογραφίες για την πόλη της Μυτιλήνης

Οι πανοραμικές φωτογραφίες που χρησιμοποιούνται είναι διαδοχικές εικόνες τύπου .jpg (4 mega-pixel) οι οποίες διατηρούν κοινό πεδίο τουλάχιστον 18% η μια με την άλλη και δημιουργούν μια εικονική «ψευδό» κυλινδρική εικόνα 360° μοιρών. Ονομάζεται ψευδό – κυλινδρική διότι δεν έχει γίνει χρήση πανοραμικού φακού κυλινδρικής προβολής για την δημιουργία της αλλά κανονικού φακού φωτογράφισης. Οι **ψηφιακές φωτογραφίες** (εικόνα 6) έχουν τραβηχτεί με ψηφιακό φακό εστιακού μήκους 35mm και ψηφιακό ζουμι το πολύ μέχρι **2x**.



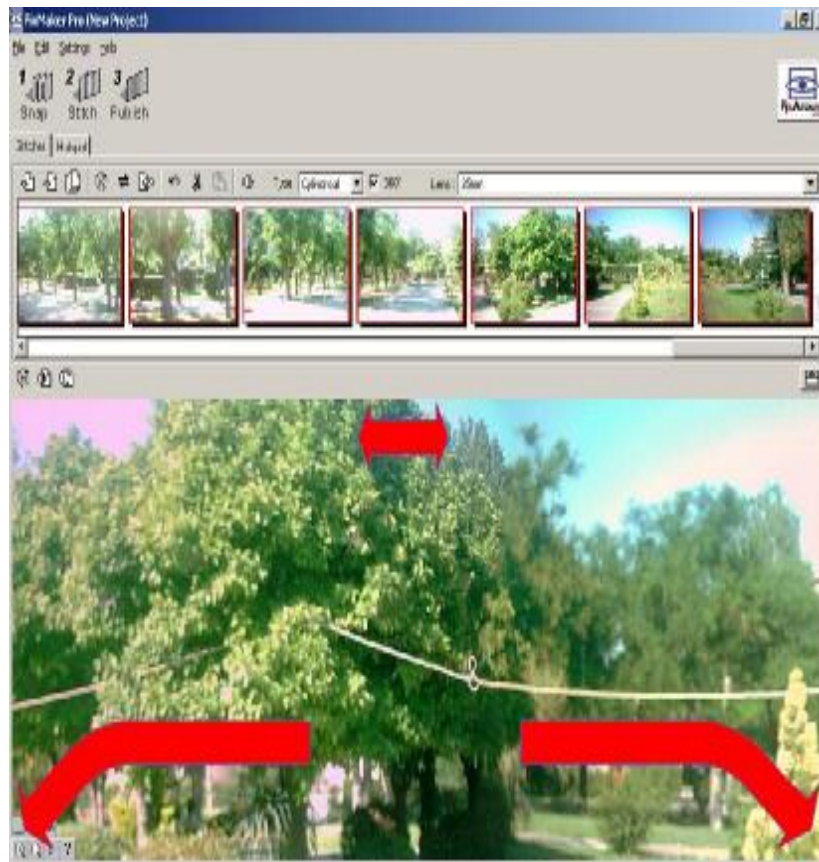
**Εικόνα 5:** Διαδοχικές εικόνες σε ημι-κυλινδρική προβολή 360°, της περιοχής «Επάνω Σκάλα» για την πανοραμική οπτικοποίηση του τοπίου της πόλης της Μυτιλήνης

Το επόμενο στάδιο ήταν η **επεξεργασία** που τους έγινε με το Adobe Photoshop και έγινε προσπάθεια να υπάρξει εξισορρόπηση φωτεινότητας μεταξύ τους έτσι ώστε να μην είναι εμφανής η σύνδεσμοι μεταξύ των φωτογραφιών. Κατά την φωτογράφιση, επειδή η οπτική γωνία που καλύπτει κάθε κυλινδρική προβολή είναι από 90° μέχρι και 360° (πλήρης κυλινδρική) συχνά είχαμε επιρροές στην φωτεινότητα από την γωνία του ήλιου. Έτσι είχαμε να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα της ένωσης εικόνων με διαφορετικό

ιστόγραμμα ονών η μια από την άλλη. Αυτό ξεπεράστηκε με την **ταίριασμα** του **ιστογράμματος** (Histogram Matching) κάθε φωτογραφίας ξεχωριστά ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή λύση για την κάθε περιοχή.

Στην συνέχεια έγινε μια **βάση δεδομένων** όλων των φωτογραφιών (120 στο σύνολο τους) ώστε να κατηγοριοποιηθούν ανά περιοχή και να αριθμηθούν ανάλογα με την θέση που κατέχουν στην κυλινδρική προβολή της εκάστοτε περιοχής.

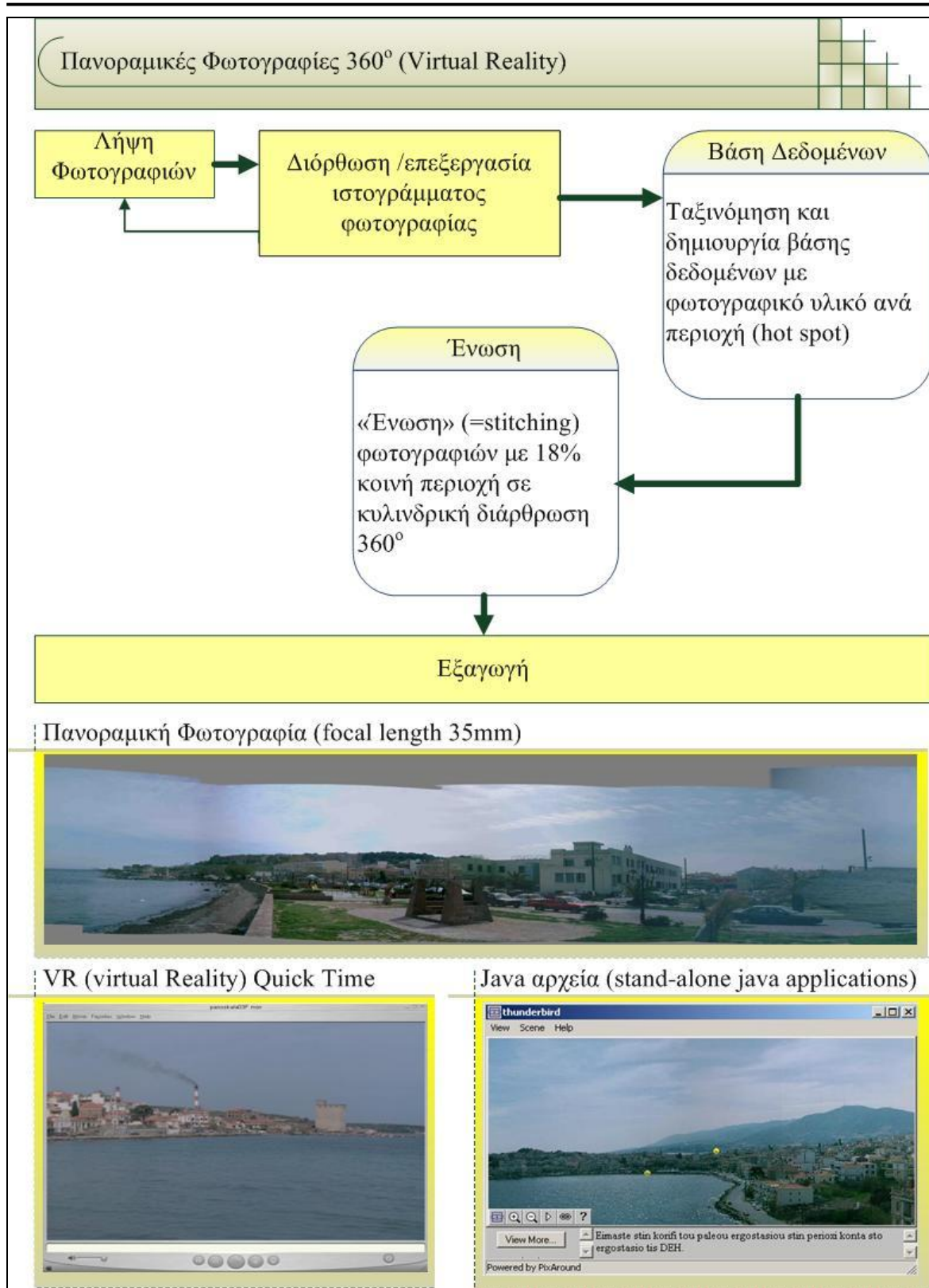
Το τελικό στάδιο σε αυτή τη μέθοδο ήταν η **ένωση** (stitching) των φωτογραφιών μας. Αυτό έγινε με το πρόγραμμα Pix-Maker Demo version 1.02 της εταιρίας Pix-Around (<http://pixaround.com.sg>) (εικόνα 6), όπου χρησιμοποιήθηκε η τεχνική *manual stitch* δηλαδή ένωση των φωτογραφιών με το χέρι εκεί όπου υπήρχε κοινή επιφάνεια 18% και πλέον.



**Εικόνα 6:** Χρήση του προγράμματος Pix-Maker 1.02 για την δημιουργία ημι-κυλινδρικών προβολών εικονικής πραγματικότητας για πολλαπλά σημεία της πόλης της Μυτιλήνης. Η εικόνα έχει δημιουργηθεί από διαδοχικές φωτογραφίες και μπορεί να περιστραφεί 360°

Στα τελικά αρχεία **εξαγωγή** σε 3 διαφορετικά format: σε αυτόνομη εφαρμογή Java (Java stand alone application) , σε VR QuickTime , και σε απλές πανοραμικές εικόνες ψευδό-κυλινδρικής διάταξης σε μορφή .jpg.

Τα αναλυτικά βήματα της διαδικασίας δημιουργίας πανοραμικών εικόνων 360° φαίνονται στο διάγραμμα 2



**Διάγραμμα 2:** Διαδικασία δημιουργίας πανοραμικών εικόνων, Virtual Reality και Java αρχείων με δεδομένα τοπίου

Το κάθε σημείο, στο οποίο δημιουργούσαμε μια πανοραμική φωτογραφία 360°, καταγράφονταν στον χάρτη μας και έτσι δημιουργήσαμε ένα σύνολο από σημεία (hot spot) όπου είχαμε προβολές εικονικές του τοπίου για την πόλη της Μυτιλήνης. Δημιουργήσαμε επομένως πολλά σημεία στα οποία είχαμε από πριν δημιουργήσει για αυτά τοπικές αναπαραστάσεις (360° view) και φτιάχτηκε ένα δίκτυο από πολλά τέτοια σημεία-hotspot (εικόνα 7)



**Εικόνα 7: Δίκτυο σημείων hot-spot για την πόλη της Μυτιλήνης**

Τα σημεία που επιλέχθηκαν είναι τέτοια ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν ποιο μεγάλη «πληροφορία» για αναπαράσταση σχετικά με το τοπίο της πόλης. Δηλαδή επιλέχθηκαν σημεία γύρω από την πόλη, στους λόφους αλλά και στην παραλία αλλά και σημεία που βρίσκονται σε μεγαλύτερο υψόμετρο από αυτό που έχει κατά μέσο όρο ο αστικός χώρος της πόλης της Μυτιλήνης, για να υπήρχε η δυνατότητα να επεξεργαστούμε ποικιλία τοπίων της πόλης. Υπήρχαν τοπία μεγάλου αλλά και χαμηλού υψομέτρου. Υπήρχαν τοπία πανοραμικά αλλά και περικλυόμενα. Υπήρχε δηλαδή η δυνατότητα να καλυφθεί ολόκληρο το τοπίο της πόλης από διαφορετικές οπτικές γωνίες.

## 1.9 VRML για την πόλη της Μυτιλήνης

Στα πλαίσια της έρευνας για την οπτικοποίηση του τοπίου της πόλης της Μυτιλήνης έγινε η σύνθεση ενός VRML αρχείου του αστικού χορού της πόλης της Μυτιλήνης.

Χρησιμοποιήσαμε 30 τοπογραφικά φύλλα χάρτη που είχαμε στην διάθεση μας για να πάρουμε πληροφορίες υψομέτρου. Τα ενώσαμε πρώτα, ώστε μετά να τα χειριστούμε ως ένα αρχείο. Η ένωση (**merge**) (με το λογισμικό ARC-GIS) έγινε σε σχέση με το δικό τους κάναβο, ο οποίος προϋπήρχε στα δεδομένα μας. Έτσι λοιπόν, τα 30 τοπογραφικά φύλλα χάρτη της πόλης της Μυτιλήνης, ενώθηκαν, με σκοπό να δημιουργηθεί ένα μοναδικό αρχείο το οποίο θα μετασχηματίζαμε σε ΕΓΣΑ '87 για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας.

Στην συνέχεια χρησιμοποιήσαμε τον αλγόριθμο του αφινικού μετασχηματισμού (affine transformation) για να υπάρχει συμβατότητα των ψηφιακών χαρτογραφικών δεδομένων που είχαμε για την πόλη.

### 1.9.1 Αφινικός Μετασχηματισμός (Affine Transformation)

Ο αφινικός μετασχηματισμός (affine transformation) είναι μετασχηματισμός που διατηρεί την συγραμμικότητα (δηλ., όλα τα σημεία που βρίσκονται σε μια γραμμή αρχικά, να βρίσκονται σε μια γραμμή και μετά από το μετασχηματισμό) και τις αναλογίες των αποστάσεων (π.χ., το μεσαίο σημείο ενός τμήματος γραμμών παραμένει το μεσαίο σημείο μετά από το μετασχηματισμό), σε αντίθεση με τον μετασχηματισμό ομοιότητας. Δηλαδή έχουμε παραμόρφωση του χάρτη μας αλλά διατηρεί τις αποστάσεις μεταξύ δυο ή περισσότερων σημείων στον χάρτη μας. Ένα τετράγωνο δηλαδή πριν από τον αφινικό μετασχηματισμό μπορεί να γίνει παραλληλόγραμμο μετά από τον μετασχηματισμό.

Εάν δηλαδή έχουμε 1 σημείο με  $x$  και  $y$  συντεταγμένες στον χάρτη και  $X$  και  $Y$  συντεταγμένες προβολικές συντεταγμένες σύμφωνα με τον αφινικό μετασχηματισμό ισχύει:

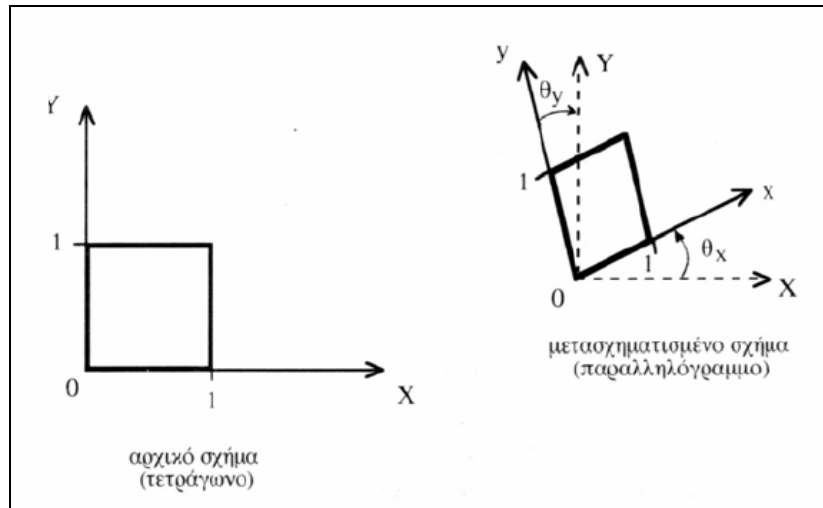
$$X = a_1x + b_1y + c_x$$

$$Y = a_2x + b_2y + c_y$$

Όπου έχουμε  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_x$ ,  $a_2$ ,  $b_2$ ,  $c_y$  είναι οι έξι άγνωστοι παράμετροι του αφινικού μετασχηματισμού.

Τα  $c_x$  και  $c_y$  είναι οι συνιστώσες της μετάθεσης του συστήματος  $(x,y)$  ως προς το σύστημα  $(X,Y)$ .

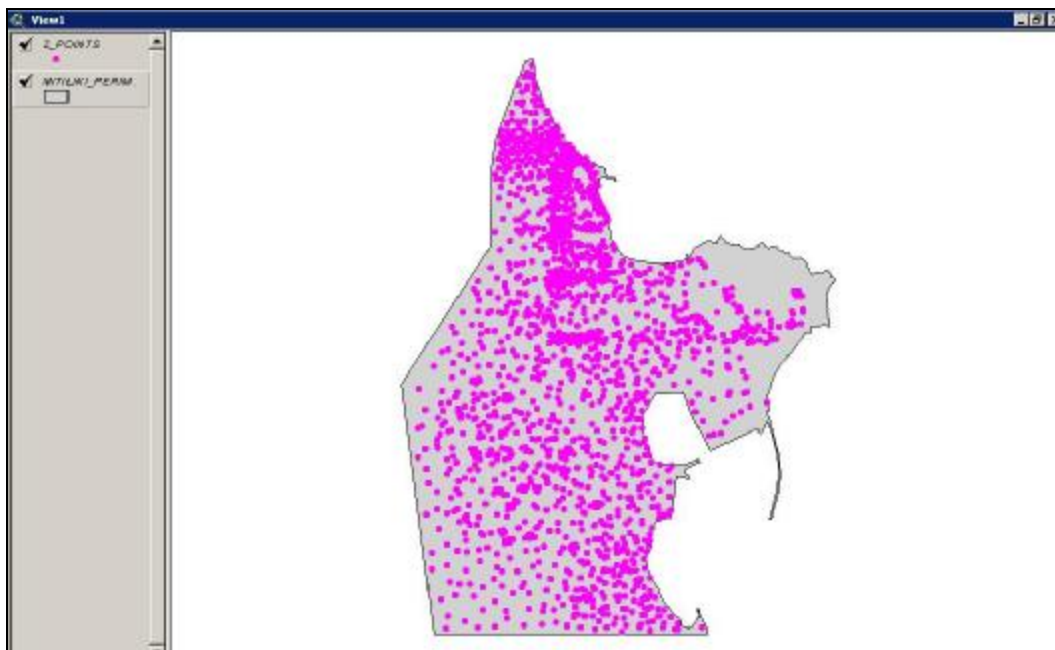
Τα  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $a_2$ ,  $b_2$  είναι συναρτήσεις των γωνιών στροφής  $\theta_x$  και  $\theta_y$  των αξόνων μας και των διαφορετικών συντελεστών μεταβολής της κλίμακας του χάρτη μας  $\mu_x$  και  $\mu_y$  κατά το  $x$  και  $y$ . (Παρασχάκης και αλλοι1988)



**Εικόνα 8:** Αφινικός Μετασχηματισμός (Παρασχάκης και αλλοι1988)

### 1.9.2 Ψηφιοποίηση υψομετρικών σημείων

Στην συνέχεια και αφού είχαμε έναν τοπογραφικό χάρτη με σημεία υψόμετρου στη διάθεση μας, ψηφιοποιήσαμε 1694 σημεία στην αστική περιοχή της Μυτιλήνης (εικόνα 9)



**Εικόνα 9:** Ψηφιοποιημένα σημεία με πληροφορίες υψόμετρου για την πόλη της Μυτιλήνης

Τα σημεία κατανέμονται σε όλη την επιφάνεια της περιοχής μελέτης μας με τρόπο έτσι ώστε ανά  $100\mu^2$  να υπάρχει τουλάχιστον και ένα υψομετρικό σημείο. Η επιλογή αυτή έγινε με αυθαίρετο τρόπο και με βάση τον ήδη υπάρχον κάναβο του τοπογραφικού χάρτη, ο οποίος ορίζει τετράγωνα  $100\mu^2$ .

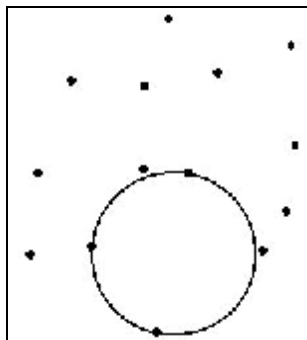
### 1.9.3 Ψηφιακό Μοντέλο εδάφους (ΨΜΕ – Digital Terrain Model - DTM)

Το επόμενο στάδιο της μεθοδολογίας μας είναι η δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους για την Μυτιλήνη.

Για να δημιουργηθεί το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της πόλης της Μυτιλήνης επιλέχθηκε για λόγους μεγέθους περιοχής μελέτης, υλικών που υπήρχαν στη διάθεση μας, αλλά και μέγεθος εξαγόμενου αρχείου, η χρήση της μεθόδου T.I.N. (Triangulated Irregular Network) με τα κριτήρια **Delauney**.

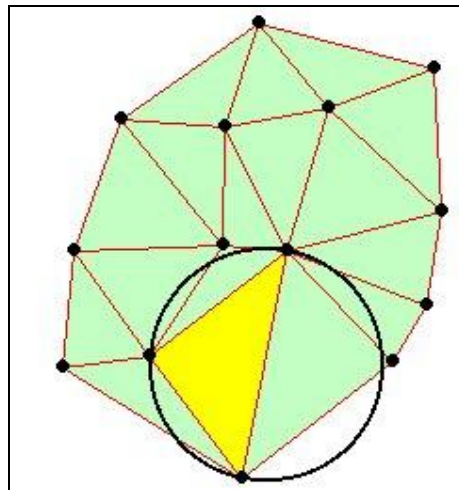
Η διαδικασία TIN αφορά τη δημιουργία ενός πλέγματος τριγώνων που καλύπτουν όλη την επιφάνεια της περιοχής μελέτης, αλλά και τον καθορισμό της συνάρτησης της χωρικής διαφοροποίησης των τιμών του υψομέτρου. Το σύνολο των σημείων μας τριγωνοποιήθηκε συνδέοντας κάθε σημείο με όλα τα γειτονικά του που είναι πλησιέστερα σε αυτό με ευθύγραμμα τμήματα που δεν τέμνονται μεταξύ τους. Η μέθοδος Delaunay είναι μια από τις μεθόδους τριγωνοποίησης γνωστή και ως «κριτήριο μέγιστη-ελάχιστη γωνία» (Κουτσόπουλος 2002). Σύμφωνα με τη μέθοδο Delaunay σε κάθε σημείο δημιουργείται ένας κύκλος (εικόνα 10). Για να επιλέγει τελικά κάποιο από αυτά τα τρίγωνα πρέπει (εικόνα 11):

- 1) να μην υπάρχει επικάλυψη ανάμεσα στα τρίγωνα
- 2) το άθροισμα των πλευρών του τριγώνου να είναι ελάχιστο
- 3) το τρίγωνο να προσεγγίζει το ισόπλευρο τρίγωνο



**Εικόνα 10: Δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους της πόλης της Μυτιλήνης με την διαδικασία TIN και την μέθοδο Delaunay. Δημιουργία ενός κύκλου και επιλογή των πλησιέστερων σημείων**





**Εικόνα 11: Δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους της πόλης της Μυτιλήνης με την διαδικασία TIN και την μέθοδο Delaunay**

Εργαστήκαμε λοιπόν κατά αυτόν τον τρόπο και δημιουργήσαμε ένα αρχείο TIN για τον αστικό χώρο της πόλης της Μυτιλήνης. Δημιουργήσαμε λοιπόν ένα Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους το οποίο περιείχε όλα τα υψομετρικά δεδομένα που είχαμε στην διάθεση μας συγκεντρωμένα σε ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους. Αυτό είναι σημαντικό διότι μπορούμε πλέον να εργαστούμε στο ανάγλυφο της πόλης της Μυτιλήνης και να διερευνήσουμε την τεχνική της οπτικοποίησης του τοπίου της.

Στην συνέχεια προστέθηκε μια γεωμετρικά διορθωμένη δορυφορική εικόνα quickbird της περιοχής, με ενεργή την περιοχή του ορατού φάσματος . Στην δορυφορική εικόνα, κάναμε αποκοπή (clip) μέσω ARC-GIS ώστε να απομονωθεί μόνο το μέρος της πόλης που χρειαζόμαστε.

Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **clip** και αναφέρεται στην λειτουργία του να μπορούμε να απομονώσουμε ένα μέρος από τα δεδομένα σύμφωνα με κάποια άλλα δεδομένα τα οποία ορίζουν τα όρια της αφαίρεσης. Δηλαδή στην εργασία μας, απομονώνουμε μέρος της δορυφορικής εικόνας σύμφωνα με τα όρια του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους μας. Έτσι λοιπόν αφού οριοθετήσαμε την δορυφορική μας εικόνα, της δώσαμε βασική τιμή υψόμετρου (base heights) το ψηφιακό μοντέλο εδάφους που είχαμε ήδη δημιουργήσει.

Τελικό στάδιο για την δημιουργία VRML για το τοπίο της Μυτιλήνης ήταν η επεξεργασία των οικοδομικών τετράγωνων της πόλης. Κάναμε χρήση μιας λειτουργίας του προγράμματος ARC-GIS (base heights) η οποία επιτρέπει στον χρήστη να ορίσει το ύψος «βάσης» και το ύψος «κορυφής» μιας οντότητας που επεξεργάζεται. Ως ύψος «βάσης»



```
Exit Function
```

```
LocalError:
```

```
    RandomNumbers = ""
```

```
Msgbox= "Σφάλμα!"
```

```
End Function
```

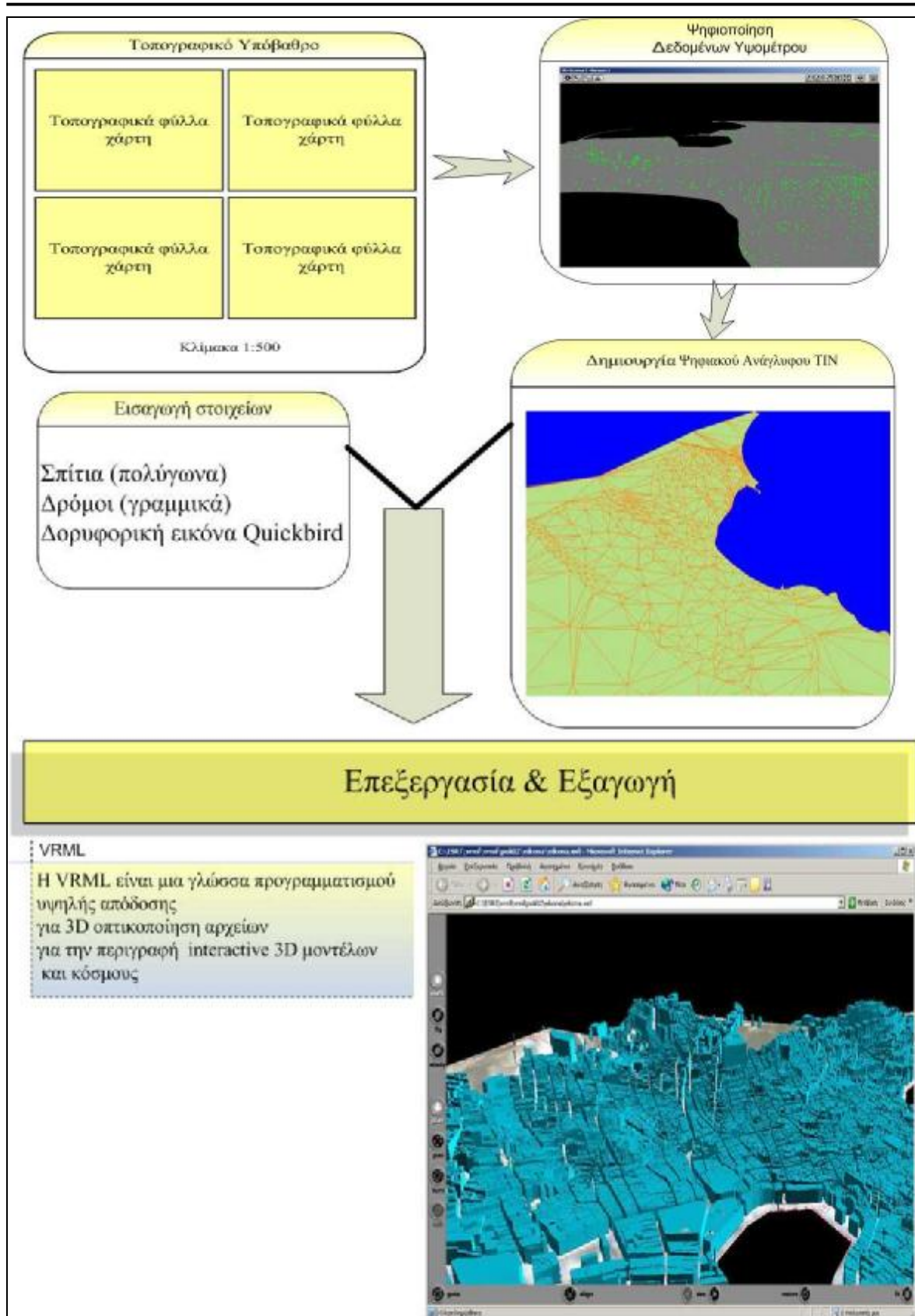
```
Public Function RandomNumber(Upper As Integer, Lower As Integer) As Integer
```

```
    RandomNumber = Int((Upper - Lower + 1) * Rnd + Lower)
```

```
End Function
```

**Πίνακας 1: Κώδικας σε γλώσσα Visual Basic για την δημιουργία τυχαίων μη επαναλαμβανόμενων αριθμών για την χρήση τους στα υψόμετρα των οικοδομικών τετραγώνων της οπτικοποίησης της πόλης της Μυτιλήνης**

Αυτή ήταν και η διαδικασία την οποία ακολουθήσαμε για να δημιουργήσουμε ένα εικονικό τοπίο της πόλης της Μυτιλήνης σε VRML μορφή (Διάγραμμα 3).



Διάγραμμα 3: Στάδια δημιουργίας τοπίου της πόλης της Μυτιλήνης σε VRML μορφή

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Ύστερα λοιπόν από την ανάλυση και την επεξεργασία των δεδομένων, δημιουργήθηκαν VRML αρχεία για την πόλη της Μυτιλήνης, αλλά και ένα δίκτυο από 360° view πανοραμικές εικόνες σε αυτόνομες εφαρμογές και σε **java** για προσπέλαση στο διαδίκτυο.

### **1.10 Αποτελέσματα πανοραμικών εικόνων**

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας με την προαναφερθείσα μεθοδολογία που ακολουθήσαμε προέκυψε ένα σύνολο 7 πανοραμικών εικόνων οι οποίες είναι σύνδεση πολλών μικρότερων. Τα τελικά αυτά αρχεία προσαρμόζονται σε ιστοσελίδες του διαδικτύου (HTML) ή Java εφαρμογές, ανάλογα με το τι εμείς επιθυμούμε κάθε φορά. Η ποιότητα των τελικών πανοραμικών εικόνων μας δεν είναι πολύ καλή και αυτό λόγω της χαμηλής ποιότητας του εστιακού φακού που χρησιμοποιήσαμε, δηλαδή το μέγεθος (35mm) του φακού μας θα μπορούσε να είναι καλύτερο καθώς επίσης να ήταν ειδικός πανοραμικός φακός, ο οποίος θα είχε την δυνατότητα να εστιάζει σε μεγαλύτερες γωνίες από αυτές που εστιάζουν οι απλοί φακοί.

Στις εικόνες που ακολουθούν παρατηρούμε μια σειρά από τοπία, σε πανοραμικές εικόνες: Στις φωτογραφίες 12, 13, 15, 17, έχουμε χαρακτηριστικά πανοραμικά τοπία από την πόλη της Μυτιλήνης, ενώ στην φωτογραφία 14 έχουμε ένα περικλειόμενο τοπίο μέσα από την πόλη. Στην εικόνα 16 έχουμε ένα τοπίο χαρακτηριστικών μορφών όπου οι καμινάδες από το εργοστάσιο της ΔΕΗ κυριαρχούν στην εικόνα και τραβούν την προσοχή του θεατή. Τέλος στις εικόνες 18 και 19 έχουμε εστιακά τοπία, τα οποία καθοδηγούν την όραση του θεατή προς μια κατεύθυνση.



**Εικόνα 12: Τελική πανοραμική εικόνα της περιοχής «Επάνω Σκάλα» για την πανοραμική οπτικοποίηση του τοπίου της Μυτιλήνης**



**Εικόνα 13: Τελική πανοραμική εικόνα της περιοχής «Εργοστάσιο» για την πανοραμική οπτικοποίηση του τοπίου της Μυτιλήνης**



**Εικόνα 14:** Τελική πανοραμική εικόνα της περιοχής «Πάρκο Αγίας Ειρήνης» για την πανοραμική οπτικοποίηση του τοπίου της Μυτιλήνης



**Εικόνα 15:** Τελική πανοραμική εικόνα της περιοχής «Άνω Χάλικας» για την πανοραμική οπτικοποίηση του τοπίου της Μυτιλήνης



**Εικόνα 16:** Τελική πανοραμική εικόνα της περιοχής «Εργοστάσιο ΔΕΗ» για την πανοραμική οπτικοποίηση του τοπίου της Μυτιλήνης



**Εικόνα 17:** Τελική πανοραμική εικόνα της περιοχής «Κεραία» για την πανοραμική οπτικοποίηση του τοπίου της Μυτιλήνης



**Εικόνα 18:** Τελική πανοραμική εικόνα της περιοχής «Σπίτι» για την πανοραμική οπτικοποίηση του τοπίου της Μυτιλήνης



**Εικόνα 19** Τελική πανοραμική εικόνα της περιοχής «Αρχαίο Θέατρο» για την πανοραμική οπτικοποίηση του τοπίου της Μυτιλήνης

Η μέθοδος των πανοραμικών εικόνων μας έδωσε την δυνατότητα να κάνουμε εύκολη αποτύπωση του τοπίου , αλλά δεν μπορέσαμε να ενσωματώσουμε κάποιο άλλο χαρακτηριστικό πέραν την εικόνας και ήχου του τοπίου, με την μέθοδο αυτή.

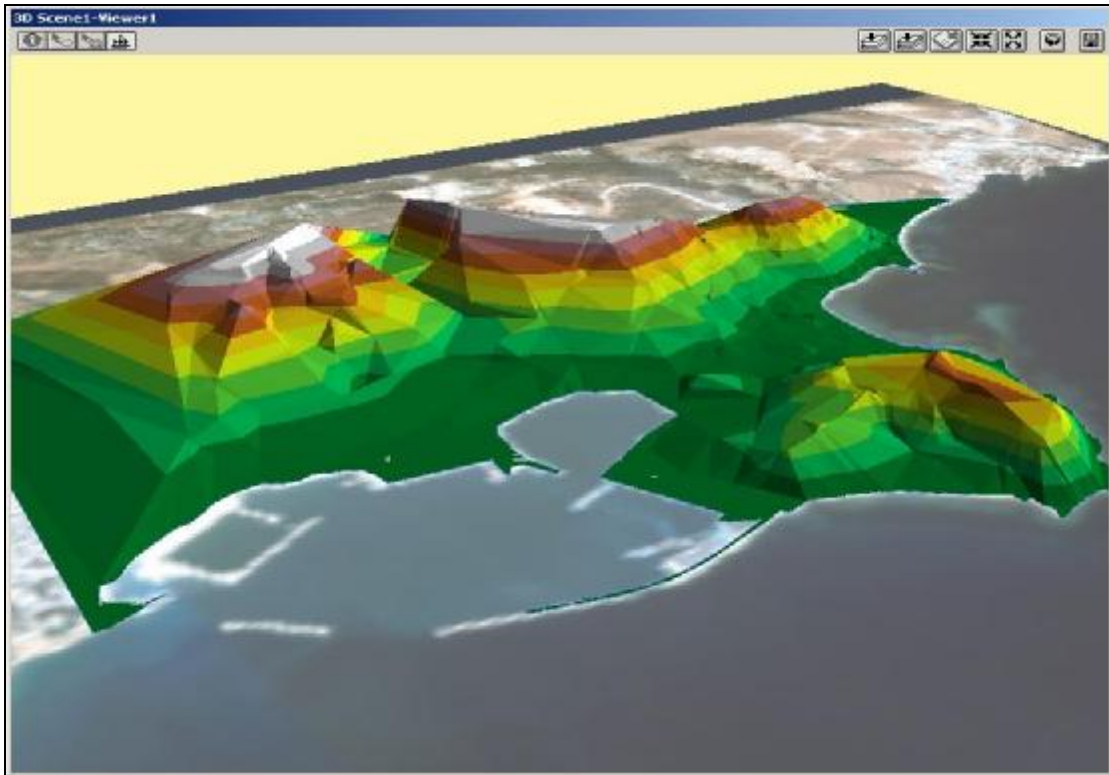
Ακόμα, ένα από τα πλεονεκτήματα της μεθόδου των πανοραμικών εικόνων, είναι ότι μπορούσαμε να καλύψουμε ένα σύνολο τοπίων της πόλης από κάθε σχεδόν πλευρά της και να το οπτικοποιήσουμε σχεδόν αμέσως, έχοντας έτσι ποικιλία στα είδη των τοπίων που χρησιμοποιήσαμε.

Τέλος ένα από τα μοναδικά πλεονεκτήματα της μεθόδου, είναι ότι μπορέσαμε να ενσωματώσουμε όλα αυτά τα σημεία που χρησιμοποιήσαμε για να φωτογραφίσουμε (hot spots) σε έναν χάρτη, ώστε να μπορούμε εύκολα και γρήγορα να περιηγηθούμε στην πόλη μέσω αυτού του χάρτη.

### **1.11 Αποτελέσματα αναπαράστασης με VRML**

Στο πρώτο στάδιο της μεθόδου αυτής δημιουργήσαμε ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους (ΨΜΕ) με την μέθοδο TIN (εικόνα 20) το οποίο περιέχει την πόλη της Μυτιλήνης. Είναι ένα ΨΜΕ το οποίο αν και έχει δημιουργηθεί από 1694 σημεία, περιέχει επιφάνειες οι οποίες είναι τεχνητές (artificial) δηλαδή δεν αντιπροσωπεύουν το πραγματικό ανάγλυφο της περιοχής. Αυτό θα μπορούσε να διορθωθεί αν είχαμε στην διάθεση μας περισσότερα

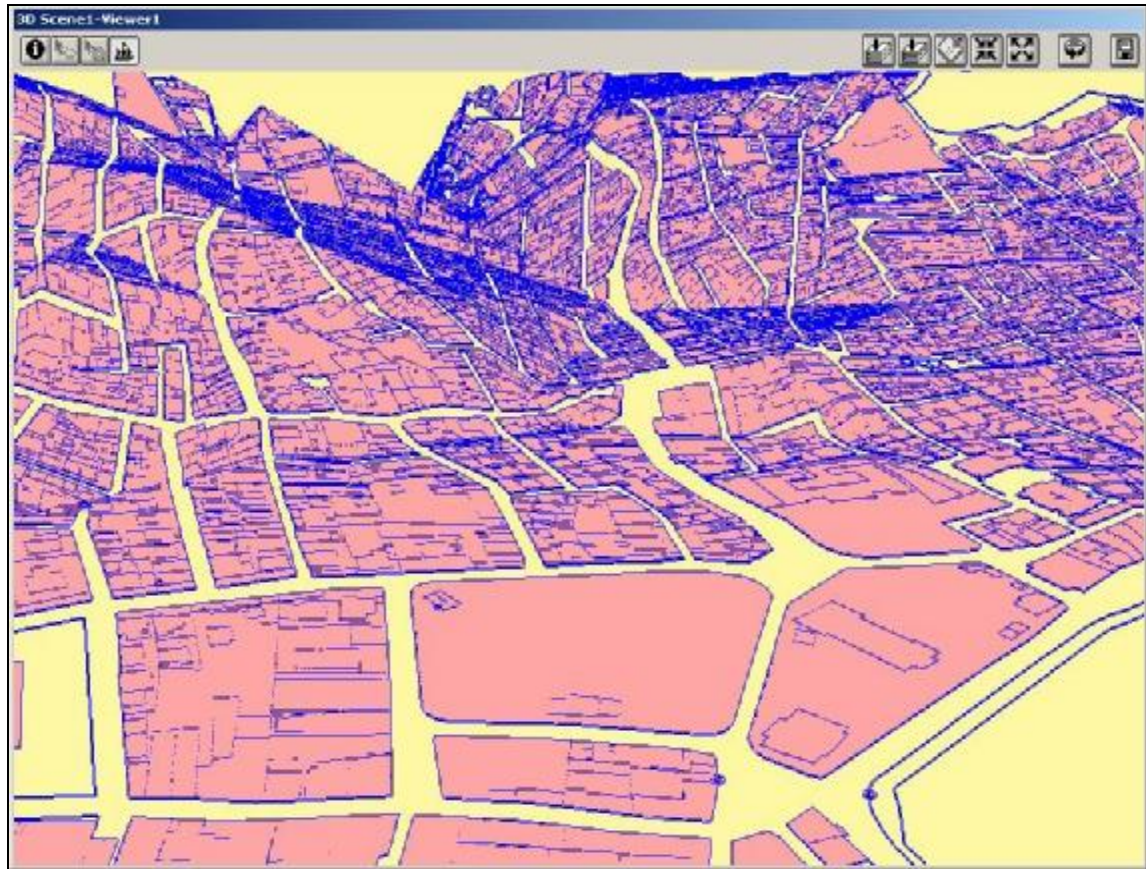
σημεία και κατανεμημένα με τρόπο τέτοιο ώστε να μειώνει την περίπτωση δημιουργίας τέτοιων επιφανειών.



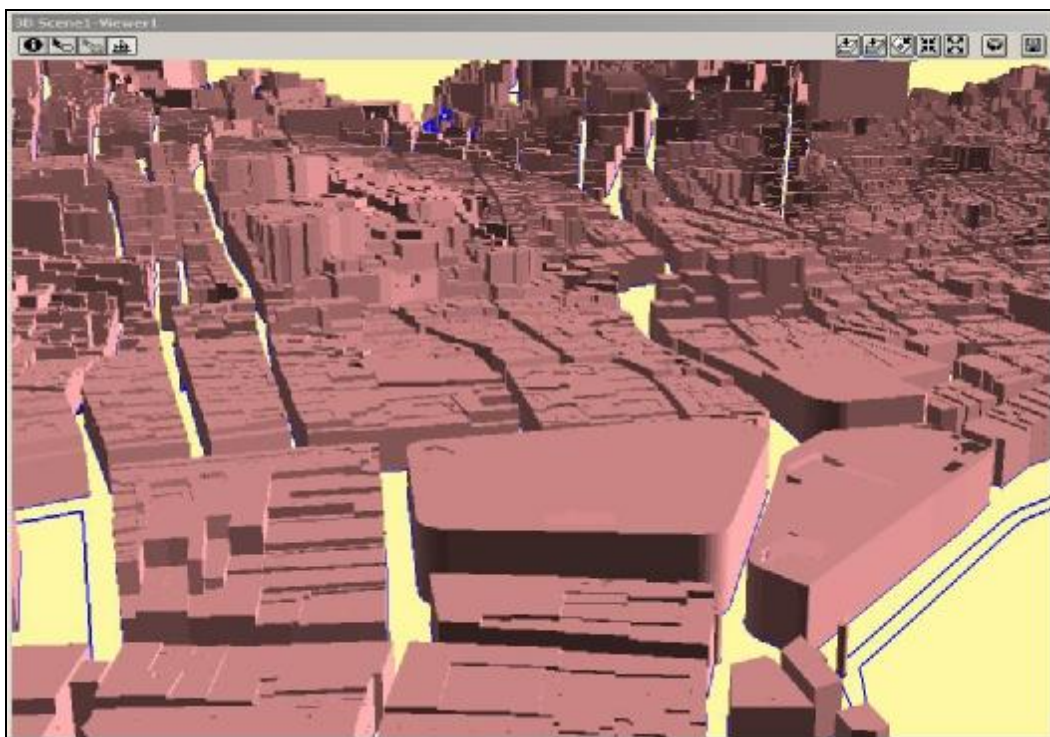
**Εικόνα 20:** Τελική άποψη του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους με την μέθοδο TIN για την πόλη της Μυτιλήνης

Στην συνέχεια ενσωματώσαμε στο ΨΜΕ, διάφορα επίπεδα πληροφορίας όπως αυτό των οικοδομικών τετραγώνων καθώς επίσης και της δορυφορικής εικόνας quickbird (εικόνα 21). Μετά χρειάστηκε να γίνει ανύψωση των οικοδομικών τετραγώνων της πόλης (εικόνα 22, εικόνα 23) για να μπορέσει η οπτικοποίηση μας να λάβει μια μορφή ποιο ρεαλιστική. Έτσι φτάσαμε στο τελικό σημείο όπου μπορούσαμε να εξάγουμε το αρχείο μας σε VRML 2.0 (εικόνα 20). Το τελικό μας αρχείο θα μπορούσε να είναι ποιο ρεαλιστικό αν είχαμε μια ποιο ρεαλιστική απόδοση όχι μόνο των οικοδομικών τετραγώνων αλλά και χτισμάτων της πόλης.

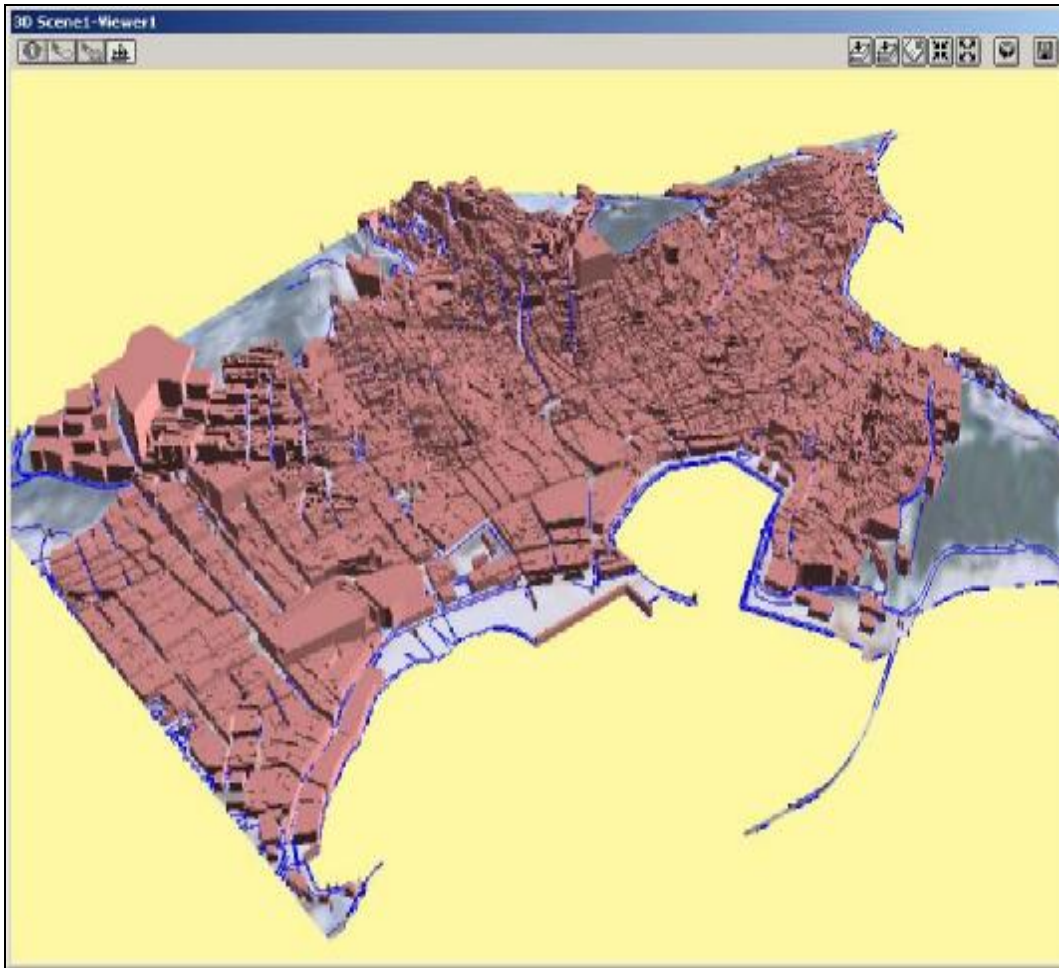




**Εικόνα 21:** Άποψη της πόλης της Μυτιλήνης χωρίς την ανύψωση των κτηρίων κάθε οικοδομικού τετραγώνου



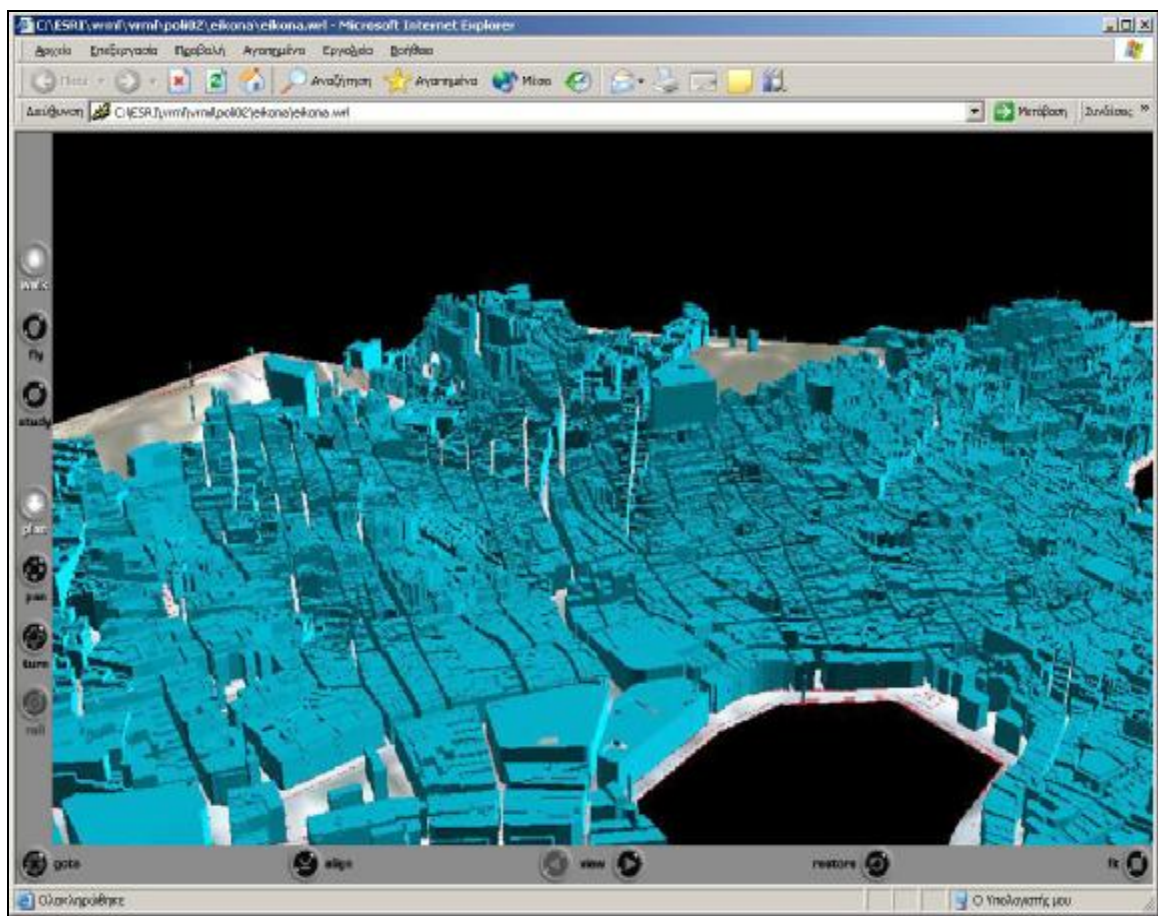
**Εικόνα 22:** Άποψη της πόλης της Μυτιλήνης μετά την ανύψωση των κτηρίων στα οικοδομικά τετράγωνα



**Εικόνα 23:** Τελική άποψη του αστικού τοπίου της πόλης της Μυτιλήνης

Οι δυνατότητες που έχει ένα τέτοιο αρχείο (VRML) (εικόνα 24) είναι κατά πρώτον ότι μπορούμε να το περιστρέψουμε προς όποια γωνία εμείς επιθυμούμε, παίρνοντας έτσι μια σφαιρική εικόνα της πόλης. Ακόμα μπορούμε να περιηγηθούμε μέσα στην πόλη και να κινηθούμε με ότη ταχύτητα θέλουμε. Τέλος μπορούμε να ενεργοποιήσουμε τον ήχο και να ακούσουμε προ-ηχογραφημένο αρχείο από την πόλη αλλά και να περιηγηθούμε σε διάφορα μνημεία της πόλης, ολοκληρώνοντας έτσι την περιήγηση μας σε αυτή.

Η αναπαράσταση της πόλης με μεθόδους εικονικής πραγματικότητας, είναι περιορισμένη στα όρια των δεδομένων μας και περιέχει γενικευμένα χαρακτηριστικά κτηρίων και οδικού δικτύου καθώς και ακτογραμμής, μειώνοντας έτσι την ποιότητα της οπτικοποίησης μας.



**Εικόνα 24:** Τελική άποψη του αστικού τοπίου της πόλης της Μυτιλήνης σε VRML browser

## **ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

Το τοπίο της Μυτιλήνης σε VRML μορφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις εφαρμογές που σχετίζονται με το internet και να μας δώσει χρήσιμες πληροφορίες για οποιοδήποτε σημείο εμείς θελήσουμε αρκεί να έχουμε ενσωματώσει πληροφορίες.

Ένα χρήσιμο συμπέρασμα που εξάγαμε ήταν ότι η **περιήγηση** μέσα στην πόλη μπορεί να γίνει εφικτή με απλά χειριστήρια τα οποία αυξομειώνουν μεταβλητές όπως: ύψος, μήκος, πλάτος, κλίση, ημερήσια θέση ήλιου, χρόνος κτλ. Έτσι δηλαδή ο χρήστης μπορεί να εξερευνήσει το τοπίο της πόλης από όποια γωνία και θέση αυτός επιθυμεί και να το αντιληφθεί όπως θα ήταν οποιαδήποτε ώρα του 24ωρου.

Επίσης μπορούμε να τονίσουμε πως ένα τέτοιο VRML αρχείο για την πόλη της Μυτιλήνης, συνδέετε αλλά και αποσυνδέετε από τις διάφορες αλληλο-επικαλυπτόμενες επιφάνειες (**layer**) που περιέχει, έτσι ώστε να είναι χρήσιμο για παράλληλες εμφανίσεις δυο η πιο πολλών χωρικών μεταβλητών που πιθανώς να θέλουμε να τονίσουμε. Έτσι π.χ. μπορεί να θέλουμε να δείξουμε τα οπτικά αποτελέσματα που μπορεί να έχει η χωροθέτηση ενός εργοστάσιου κοντά στην πόλη και να δημιουργήσουμε ένα VRML αρχείο το οποίο να εναλλάσσει τις διαφορετικές θέσεις με τα εκάστοτε αποτελέσματα, για αυτήν την χωροθέτηση. Έτσι παίρνουμε μια ποιο ολοκληρωμένη άποψη του πως θα είναι αν εγκατασταθεί στα 100 μέτρα από την πόλη ή στα 1000 μέτρα έξω από την πόλη. Τα αποτελέσματα αυτά είναι οπτικά και μόνο διότι δεν έχουμε χρησιμοποιήσει καμία άλλη μεταβλητή (π.χ. ρύπανση, θόρυβος κτλ) παρά μόνο την οπτικοποιημένη μορφή του συγκεκριμένου τοπίου.

Ακόμα ένα από τα χαρακτηριστικά είναι ότι μια τέτοια εφαρμογή να χρησιμοποιείτε και στην δημιουργία **εικονικών καταστάσεων** μέσα στην πόλη όπως αυτή της οδικής κυκλοφορίας (αν προσθέσουμε οδικά δεδομένα) και να αναπαριστά σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες για την κίνηση στους δρόμους.

Το τοπίο μιας πόλης μπορεί πολύ εύκολα να αναπαρασταθεί μέσα από την γλώσσα προγραμματισμού VRML, επειδή ο χρήστης έχει **πλήρη έλεγχο** στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά (ύψος, κλίση, γωνίες, σκιές, κίνηση) που μπορεί να **απαρτίζουν** ένα τοπίο και έτσι έχει την δυνατότητα να έχει τα επεξεργαστεί και να τα τροποποιήσει αναλόγως. Στην **λήψη αποφάσεων** για την ανάπλαση του τοπίου, η γλώσσα VRML παίζει κυρίαρχο ρόλο αν αναλογιστούμε την δυναμική την οποία μπορεί να προσφέρει στον χρήστη αλλά και την πλήρη συμβατότητα και ευκολία που προσφέρει. Στα πλαίσια αυτής της έρευνας

είχαμε την δυνατότητα να επεξεργαστούμε έναν μεγάλο αριθμό χαρακτηριστικών του τοπίου το οποίο επεξεργαζόμασταν

Στο σημείο αυτό μπορεί να σκεφτεί κάποιος ότι **δεν είναι δυνατόν να αντιληφθούμε ένα τοπίο μέσα από μια επιστημονική οπτικοποίηση** όσο ρεαλιστική και αν είναι και όσες πληροφορίες και αν μας δίνει για αυτό.

Μια τέτοια άποψη δεν λαμβάνει υπ όψη της το μέγεθος της ρεαλιστικότητας το οποίο μπορεί να καταφέρει ένα σύγχρονο υπολογιστικό σύστημα. Οι νέες τεχνολογίες και η επιστήμη έχουν καταφέρει στην σημερινή εποχή να πραγματοποιήσουν κάθε είδους οπτικοποίηση. Είναι δυνατόν λοιπόν να μεταφέρουμε με αξιόπιστο τρόπο κάθε στοιχείο του τοπίου στην οθόνη του υπολογιστή για περαιτέρω ερευνά και έτσι να καταφέρουμε να αναλύσουμε και να αποδώσουμε το τοπίο για όποιο σκοπό θέλουμε.

Το τοπίο μπορεί να είναι μια εμπειρία αλλά δεν παύει να αποτελείται από οπτικά και ηχητικά στοιχεία τα οποία μπορούμε να οπτικοποιήσουμε. Υπάρχουν στοιχεία όπως αυτό της οσμής τα οποία είναι αδύνατον να μεταφερθούν στον Η/Υ ωστόσο αυτό δεν σημαίνει πως το τοπίο γενικά δεν μπορεί να αναπαρασταθεί επαρκώς.

Η οπτικοποίηση και οι τεχνικές της είναι ένας από τους τομείς της επιστήμης των υπολογιστών η οποία αναπτύσσεται και αρχίζει να απασχολεί όλο και ποιο πολλούς επιστήμονες επειδή προσφέρει την δυνατότητα να αντιληφθούν χαρακτηριστικά και στοιχεία ενός γεγονότος τα οποία δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτά ποιο πριν. Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το ότι μπορούμε να οπτικοποιήσουμε τις καταστροφικές συνέπειες μια πυρκαγιάς στο τοπίο ενός δάσους. Αν περιηγηθούμε μέσα στο δάσος για να δούμε τις επιπτώσεις στο τοπίο είναι ένας τρόπος να καταλάβουμε τα αποτελέσματα της φωτιάς. Αν όμως οπτικοποιήσουμε με κάποιο τρόπο (σε 2 διαστάσεις ή 3 διαστάσεις) τις συνέπειες της πυρκαγιάς στο τοπίο εκείνης της περιοχής, είναι βέβαιο πως θα έχουμε μια άμεση και σφαιρική αντίληψη των επιπτώσεων με μια ματιά.

Τέλος πρέπει να τονίσουμε πως η αναπαράσταση και κατ' επέκταση η οπτικοποίηση κάποιου τοπίου απαιτεί βαθιά γνώση του τοπίου και των χαρακτηριστικών του.

Μέσα από την ενασχόληση μας στα πλαίσια της πτυχιακής, με το δίκτυο **πανοραμικών εικόνων** για την περιοχή της Μυτιλήνης, καταλήξαμε σε συμπεράσματα όσο αναφορά την χρήση μιας τέτοιας εφαρμογής αλλά και της τεχνικής η οποία χρησιμοποιήθηκε.

Ποιο αναλυτικά:

Οι πανοραμικές εικόνες δίνουν την αίσθηση στον χρήστη της περιήγησης μέσα στο αστικό τοπίο της Μυτιλήνης έστω και εικονικά και της αντίληψης από μέρους του, του που βρίσκετε και που «κοιτάει». Άρα ένα πρώτο βήμα (έστω και μικρό) έχει επιτευχθεί

αφού με την πρώτη κιόλας ματιά ο χρήστης μπορεί να καταλάβει που βρίσκεται, να αντιληφθεί τι κοιτάει και από πού αφού μπορεί να διαβάσει παράλληλα κάποιο κείμενο για την περιοχή και να ακούσει και ήχο από την περιοχή που βρίσκεται.

Στην συνέχεια, ένα τέτοιο δίκτυο βοηθάει σε τουριστικούς σκοπούς ώστε να ξεναγεί εικονικά τους επισκέπτες στην πόλη και να τους βοηθάει να αντλήσουν πληροφορίες για αυτήν, το **τοπίο** της αλλά και ότι άλλο θελήσουμε εμείς μέσα από την δυνατότητα ενσωμάτωσης ήχου και κειμένου μαζί με την 360° εικόνα..

Ακόμα, αξίζει να σημειωθεί πως μια τέτοια εφαρμογή δίνει αρκετά χρήσιμες πληροφορίες ως προς την **οπτική αντίληψη** ενός αστικού χώρου και να βοηθήσει στην εικονική επίσκεψη μιας πόλης ώστε να υπάρχει καλύτερη ενημέρωση. Είναι δηλαδή ένας τρόπος να μεταδοθούν πληροφορίες για το τοπίο μιας περιοχής με έναν εύκολο και αξιόπιστο τρόπο.

Μια τέτοια εφαρμογή όπως αυτή που χρησιμοποιήσαμε είναι μας καθοδηγεί στην περιήγηση μας σε ένα τοπίο και να μας βοηθήσει να περιηγηθούμε με εύκολο και γρήγορο τρόπο «μέσα» στο τοπίο κάθε περιοχής, έχοντας προσωπική πλέον άποψη για αυτό, ακόμα και αν δεν το έχουμε επισκεφθεί ποτέ.

## **1.12 Σημεία για περαιτέρω έρευνα**

Η παρούσα εργασία λόγω του μικρού χρονικού ορίζοντα που διέθετε αλλά και την μικρή διαθεσιμότητα σε δεδομένα, μηχανήματα και λογισμικό αφήνει σημεία τα οποία δεν καλύφθηκαν ή θα μπορούσαν να είχαν καλυφθεί σε μεγαλύτερο εύρος.

Κατ' αρχήν θα μπορούσαμε να έχουμε κάνει το VRML αρχείο της πόλης της Μυτιλήνης πιο ρεαλιστικό προσθέτοντας **λεπτομερή στοιχεία** της πόλης επεξεργασμένα από ειδικά προγράμματα γραφίστικης όπως το 3D studio max τα οποία στην συνέχεια θα πέραν την θέση των απλών τετραγωνισμένων κτηρίων που έχουμε δίνοντας έτσι έναν πιο ισχυρό τόνο ρεαλιστικότητας στο εικονικό τοπίο μας και κάνοντας έτσι τον θεατή του εικονικού τοπίου να μην χρειάζεται κείμενο και ήχο, παράλληλα με την οπτική απεικονίσει του τοπίου για να αντιληφθεί καλύτερα που βρίσκεται. Έγινε προσπάθεια να προστεθούν επιπλέον εικονικά στοιχεία στο τοπίο, τα οποία είναι κτήρια και χαρακτηριστικές μορφές όπως κάστρο και εκκλησίες. Η λειτουργία αυτή έγινε με την βοήθεια του προγράμματος 3D-Studio max και του CINEMA 4D αλλά έγινε για δοκιμαστικούς σκοπούς και μόνο. Δεν ήταν δυνατό να γίνει τέτοιου είδους επεξεργασία για όλη την πόλη της Μυτιλήνης στα δεδομένα χρονικά πλαίσια της έρευνας. Όλο αυτό

εξαχθεί σε ηλεκτρονική μορφή η οποία υποστηρίζεται από όλους τους VRML browser (Cosmo & Cotrona).

Ακόμα θα μπορούσε να υπάρχει ένα πιο μεγάλο δίκτυο πανοραμικών φωτογραφιών το οποίο θα περιείχε φωτογραφίες από πανοραμικούς φακούς αναλογικών μηχανών οι οποίες προσδίδουν μεγαλύτερη αξιοπιστία λόγο του ότι καταγράφουν κυλινδρικά και όχι επίπεδα και έτσι θα ήταν ποιο ρεαλιστική η πανοραμική απεικόνιση του τοπίου.

Τέλος ένα ακόμα βήμα για περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε να ήταν η χρήση ειδικών σχεδιαστικών προγραμμάτων όπως το AutoCAD για την καλύτερη απεικόνιση των ειδικών στοιχείων της πόλης της Μυτιλήνης όπως οι δρόμοι και η ακτογραμμή, τα οποία είναι «γενικευμένα» λόγο των δεδομένων που είχαμε στη διάθεση μας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **1.13 Βιβλία και Επιστημονικά Περιοδικά**

- 6ο Εθνικό Συνέδριο Χαρτογραφίας, Χαρτογραφική Επιστημονική Εταιρία Ελλάδας  
Αθήνα, 22-24 Νοεμβρίου
- Appleton, J. (1996) *The Experience of Landscape*. New York: John Wiley and Sons
- Appleton, K., and Andrew L.(1997) GIS -based Visualization of rural Landscapes:  
Defining 'Sufficient' Realism for Environmental Decision-Making *Landscape  
and Urban Planning*, 65(3),117-131
- Berger, P., Meysembourg P., Sales J., and Johnston C. (2000) *Towards a Virtual  
Reality Interface For Landscape Visualization*. University of Minnesota, Natural  
Resources Research Institute
- Briassoulis, H., and Jan Van Der Straaten, (2000) *Tourism and the environment,  
Regional, economic, Cultural and Policy issues*. Kluwer Academic Publishers
- Burnett, C., and Blaschke, T., (2003) A Multi-Scale segmentation/object Relationship  
Modelling Methodology for Landscape Analysis *Ecological Modelling*, 168(3),  
233-249
- Cosgrove, D., and Daniels, S., (1994)*The iconography of landscape : essays on the  
symbolic representation, design and use of past environments* Cambridge:  
Cambridge University Press
- Danahy, W., J., (2001) Technology for dynamic viewing and peripheral vision in  
landscape visualization. *Landscape and Urban Planning*, 54(1-4), 127-138
- En-Mi Lim, and Tsuyoshi H., (2003) Three-dimensional visualization forest of  
landscapes by VRML. *Landscape and Urban Planning*, 63(3),175-186
- Ervin, M., Stephen, (2001) Digital landscape modelling and visualization: a research  
agenda. *Landscape and Urban Planning* 54(1-4), 49-62
- Ervin, M., Stephen, Hope H. Hasrouck, (2002) *Landscape Modeling: Digital  
Techniques for Landscape Visualization*. New York: McGraw-Hill
- Jackson, J., B., (1984) *Discovering the Vernacular Landscape*. New Haven: Yale  
University Press.
- Jones, C., (1997) *GIS and computer Cartography*. London: Longman
- Karagiozidis, M., (1999) *Location Aware Visually Enhanced, Ubiquitous Services*1.



- Athens: INTRACOM S.A. Hellenic Telecommunications & Electronics Industry,  
Research & Development Division, Development Programmes Department
- Lange E., and Bishop, I., (2001) Our visual landscape: analysis, modelling,  
visualization and protection. *Landscape and Urban Planning* 54(1-4) 1-3
- Meining D., W., (1979) The Interpretation of Ordinary Landscapes. New York: Oxford  
University Press
- Simonds J., O., (1983) A manual of site planning and design. *Landscape Architecture*
- Stathatos J., (1996) Art & the City: A Dream of Urbanity. London: John Wiley &  
Sons
- Terkenli T., (2001) Towards a theory of the Landscape: the Aegean Landscape as a  
Cultural Image. *Landscape and urban Planning* 57, 197-208
- Terkenli T., and Tsalikidis, I., (1998) The Physical Landscape of Greece in Nineteenth  
– Century Painting. An Exploration of Cultural Images. Ifla Central Region  
Symposium on Art and Landscape. Athens
- Turner, A. K., (1992) Three Dimensional Modeling With Geoscientific Information.  
Dordrecht(Nederland): Kluwer Academic Publishers,
- Urry, J., (1995) Consuming Places. London :Routledge
- Ανανιάδου-Τζημοπούλου Μ., (1992) Αρχιτεκτονική Τοπίου, Σχεδιασμός Αστικών  
Χώρων: Κριτική και Θεωρία, Σύγχρονες Τάσεις Σχεδιασμού Τοπίου.  
Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- Κίζος Θ. – Σπιλάνης Γ. (2002), Ελκυστικότητα της Υπαίθρου σε Λιγότερο  
Ευνοημένες Περιοχές (Less Favored Areas, LFA's): Η περίπτωση της Λέσβου,  
6<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας,  
Θεσσαλονίκη 4
- Κυριαζή, Ν. (2000) Η Κοινωνιολογική Ερευνά: Κριτική Επισκόπηση των Μεθόδων  
και των Τεχνικών. Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα
- Λεωντή Α. (1998) Τοπογραφίες Ελληνισμού: χαρτογραφώντας την πατρίδα. Αθήνα:  
Εκδόσεις SCRIPTA,
- Λιβιεράτος Ε. (1985) Γενική Χαρτογραφία. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΖΗΤΗ
- Μερτίκας Π. Σ. (1999) Τηλεπισκόπηση και Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας. Αθήνα:  
Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Πάπυρος- Λαρούς- Μπριτάννικα, . Εγκυκλοπαίδεια, Τόμος 18ος
- Παρασχακης, Γ., Παπαδοπούλου, Μ., Πατίας, Π., (1991) Αυτοματοποιημένη

- χαρτογραφία. Θεσσαλονίκη: Εκδοσεις Ζητη
- Στελλάκου Β.,(1992) Η εικόνα της Πόλης. Πανεπιστήμιο Αιγαίου: Μεταπτυχιακή εργασία
- Στεφάνου Ι., (2000) Η φυσιογνωμία της Ελληνικής πόλης. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Στεφάνου Ι., (2001) Περί Φυσιογνωμίας της Πόλης. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Τερκενλή Θ., Σ., (1996) Το Πολιτισμικό Τοπίο: Γεωγραφικές προσεγγίσεις. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση, σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Τσούλος Λ.,(1999) Ψηφιακή Χαρτογραφία. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Αγρονόμων και τοπογράφων Μηχανικών
- Traill.D., Bowskill.J., & Lawrence.P. (1997), 'Interactive collaborative media environments', BT Technology Journal, Vol. 15, No. 4, pp.130-139, October.
- Περιοδικό CHIP, *Η εικονική πραγματικότητα*, Ιανουάριος 2001, σελ. 32-34
- Μπιλάλης Ν., Πετούσης Μ., Αντωνιάδης Α., (2001) Εικονική Πραγματικότητα, Αθήνα: Δελτίο Π.Σ.Δ.Μ.-Η.
- Χατζόπουλος Ν., Ι., (2002) Χαρτογραφία και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σημειώσεις). Μυτιλήνη:Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος,.

## 1.14 Διαδουκτιακοί Χώροι

- Paralel Graphics.( 2004) Cortona VRML Client. (online)  
<http://www.parallelgraphics.com/developer/products/cortona>
- Virtual Realms (2002) VRML Tutorial (online)  
<http://www.virtualrealms.com.au/vrml/tute01/tutorial.htm>
- VRML Site (1996) Getting Started with VRML by Dennis McKenzie  
(online) <http://www.vrmlsite.com/aug96/spotlight/intro/intro.html>
- Richard Tucker web-site (2000) Digital Landscapes (online)  
<http://www.rtfract.com/digitland.htm>
- Europe's Environment (2004) Chapter 08: Landscapes- The Dobris Assessment (online) <http://reports.eea.eu.int/92-826-5409-5/en/page008new.html>

- Geo Computation (2000) Towards a landscape information system by Robert Borodkine, Madeleine Griselin, Serge Ormaux (online) <http://www.geocomputation.org/2000/GC012/Gc012.htm>
- Harvard University (2000) Designing with Maps: Integrating GIS and CAD by Stephen M. Ervin (online) <http://www.gsd.harvard.edu/users/servin/giscad/giscad.html>
- Harvard University (1998) Using Computers to ask 'What-If?' by Stephen M. Ervin (online) <http://www.gsd.harvard.edu/users/servin/what-if>
- Harvard University (1997) Virtual Landscapes (Longer Version) by Stephen M. Ervin (online) <http://www.gsd.harvard.edu/users/servin/vrlandscape>
- The Cosmo Company (1998) Cosmo Player 2.1 (and 2.0) FAQ for Windows NT/XP (online) <http://ca.com/cosmo>
- Geo- VRML Project (2004) Information about VRML and Geography (online) <http://www.geovrml.org>
- The Nexus Chronicles (2004) **Graphic Fundamentals** by Anthony Barnes [online] <http://www.nexuschronicles.com>
- University Of Indianapolis (2000) VRML 2.0 Tutorial by Andy Harris [online] <http://www.cs.iupui.edu/~aharris/webDesign/vrml>
- University Of Chiba (2001) Visualization of landscape by VRML system by Tsuyoshi Honjo and En-Mi Lim [online] <http://leo.h.chiba-u.ac.jp/paper1.html>