

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**
Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ



**NATIONAL TECHNICAL
UNIVERSITY OF ATHENS**
School of Rural & Surveying Engineering
GEOINFORMATICS
POST-GRADUATE PROGRAMME

Τομέας Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού
Εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας και Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**" Εφαρμογή του Google Earth ως Διαδικτυακού Γεωγραφικού Συστήματος
Πληροφοριών (Web GIS) στην Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.
Η περίπτωση των Νέων Οδικών Έργων Αττικής "**

Επίβλεψη: Κασσιός Κωνσταντίνος
Ομότιμος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ντζουροπάνου Δήμητρα
Αθήνα, Οκτώβριος 2010

*Αφιερώνεται στους γονείς μου
και στη Μαρία.*

Ευχαριστίες

Με την περάτωση της παρούσης μεταπτυχιακής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου ιδιαίτερα τον κ. Κωνσταντίνο Κασσιό , επιβλέποντα καθηγητή μου, αφενός για τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με το αντικείμενο της Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεσή του και αφετέρου για τον πολύτιμο χρόνο που μου αφιέρωσε και τις γνώσεις που μου μετέδωσε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Κατόπιν θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Δημήτρη Παπακωνσταντίνου για τις πολύτιμες συμβουλές του, καθώς και τον κ. Αλέξιο Παρασκευόπουλο για την παραχώρηση των απαραίτητων δεδομένων για την εκπόνηση της εργασίας μου.

Τέλος, ιδιαίτερα θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου με την ελπίδα να τους το ανταποδώσω τα επόμενα χρόνια, αλλά και στους συμφοιτητές και φίλους μου για τις εμπειρίες που μοιραστήκαμε.

Κατάλογος Περιεχομένων

<i>Ευχαριστίες</i>	<i>iii</i>
<i>Ευρετήριο Εικόνων</i>	<i>vi</i>
<i>Ευρετήριο Πινάκων</i>	<i>vii</i>
<i>Ευρετήριο Σχημάτων</i>	<i>vii</i>
<i>Ευρετήριο Εικόνων Παραρτήματος</i>	<i>vii</i>
<i>Συνομογραφίες – Γλωσσάρι</i>	<i>ix</i>
<i>Περίληψη</i>	<i>x</i>
<i>Abstract</i>	<i>xi</i>
1. Διερεύνηση του προβλήματος	2
2. Θεσμικό Πλαίσιο Προστασίας του Περιβάλλοντος	8
2.1 Διαδικασία Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	8
2.2 Νομοθετικό Πλαίσιο	9
2.3 Περιεχόμενα ΜΠΕ και ΣΜΠΕ	11
2.4 Μέθοδοι Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	14
3. Ελεύθερα Διαδικτυακά Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Google Earth) 18	
3.1 Διαδίκτυο και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.....	18
3.2 Βασικά Συστατικά μέρη των Web-GIS	19
3.3 Παρουσίαση του Google Earth	20
3.3.1 Γενικά.....	20
3.3.2 Εκδόσεις του Google Earth.....	22
3.3.3 Χαρτογραφικό Υπόβαθρο Google Earth.....	23
3.3.4 Η γλώσσα KML.....	26
3.4 Παρουσίαση του Microsoft Virtual Earth	27
3.5 Παρουσίαση του ArcGIS Explorer	28
4. Αξιοποίηση του Λογισμικού Google Earth στις ΜΠΕ	31
4.1 Google Earth & Διερεύνηση Πεδίου (Scoring).....	32
4.2 Google Earth & Υφιστάμενη Κατάσταση Περιβάλλοντος.....	33
4.3 Google Earth & Εκτίμηση των Πιθανών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.....	34
4.4 Google Earth & Πρόληψη των Αρνητικών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	34
4.5 Google Earth & Συμμετοχή κοινού.....	35

4.6	Google Earth & Παρακολούθηση Επιπτώσεων	36
5.	Νέα Οδικά Έργα Αττικής – Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	40
5.1	Παρουσίαση του Έργου	40
5.2	Σκοπιμότητα του Έργου – Μηδενική Λύση	44
5.2.1	Στόχος και Σημασία του Έργου	44
5.2.2	Μηδενική Λύση	45
5.3	Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	45
5.4	Τεχνικά Χαρακτηριστικά: Τμήμα 3 και Τμήμα 6	52
6.	Εφαρμογή : Νέα Οδικά Έργα Αττικής – Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	56
6.1	Ορισμός περιοχής μελέτης	56
6.2	Μεθοδολογία	57
6.3	Δεδομένα	59
6.3.1	Συλλογή Γεωγραφικών Δεδομένων	59
6.3.2	Διαχείριση Δεδομένων	60
6.3.2.1	Γενικά στοιχεία	60
6.3.2.2	Μετατροπή χωρικών δεδομένων από αρχεία σχεδίου σε σχηματικά αρχεία	63
6.3.2.3	Ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτών	67
6.3.2.4	Γεωαναφορά Γεωγραφικών Δεδομένων στο ΕΓΣΑ '87	71
6.4	Εισαγωγή Δεδομένων στο Google Earth	73
6.4.1	Γεωαναφορά Γεωγραφικών Δεδομένων στο WGS '84	73
6.4.2	Μετατροπή χωρικών δεδομένων από σχηματικά αρχεία σε αρχεία kml	74
6.4.3	Διαχείριση επιπέδων	76
6.4.4	Ακρίβεια Μετρήσεων	76
6.4.5	Εισαγωγή φωτογραφιών θιγόμενων κτισμάτων	77
6.4.6	Εισαγωγή εικόνας επικάλυψης χρήσεως γης	81
6.4.7	Εισαγωγή στοιχείων μετρήσεων ατμοσφαιρικής ρύπανσης	84
6.4.8	Εισαγωγή στοιχείων μετρήσεων ακουστικής ρύπανσης	86
6.4.9	Εισαγωγή ισορυπαντικών και ισοθορυμβικών καμπυλών	89
6.5	Αποτελέσματα	91
7.	Συμπεράσματα – Προτάσεις	98
7.1	Πλεονεκτήματα από τη χρήση του προγράμματος Google Earth στις ΜΠΕ σε σχέση με τα παραδοσιακά συστήματα	98
7.2	Αδυναμίες από τη χρήση του προγράμματος Google Earth στις ΜΠΕ	101
7.3	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	102
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι : Αποτελέσματα Εφαρμογών – Οδικά Έργα	103
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ : Αποτελέσματα Εφαρμογών – Φωτογραφίες Επικείμενων Κτισμάτων	112

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III : Αποτελέσματα Εφαρμογών – Αποτελέσματα Ηχομετρήσεων ..	118
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV : Αποτελέσματα Εφαρμογών – Εκπεμπόμενοι Ρύποι.....	121
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V : Αποτελέσματα Εφαρμογών – Ισοδορυβικές & Ισορυπαντικές Καμπύλες	125
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI : Αρχεία Ψηφιακής Παράδοσης	136
Βιβλιογραφία	138

Ευρετήριο Εικόνων

<i>Εικόνα 1: Παράθυρο πλοήγησης από το Google Earth.....</i>	<i>20</i>
<i>Εικόνα 2: Επίπεδα Google Earth</i>	<i>22</i>
<i>Εικόνα 3: Βασική Εργαλειοθήκη Google Earth</i>	<i>23</i>
<i>Εικόνα 4: Διαφορετικές Προβολές της ίδιας περιοχής από την Υπηρεσία Google Maps.....</i>	<i>25</i>
<i>Εικόνα 5 & 6: Σχηματικά Αρχεία (πηγή: ESRI GIS. Getting Starting with ArcGIS – ebook).....</i>	<i>62</i>
<i>Εικόνα 7 & 8: Αρχεία Γεωβάσης (πηγή: ESRI GIS. Getting Starting with ArcGIS – ebook)</i>	<i>62</i>
<i>Εικόνα 9: Επίπεδα αρχείου CAD κατά την προσθήκη του στο λογισμικό ArcMap.....</i>	<i>65</i>
<i>Εικόνα 10: Παράθυρο ιδιοτήτων για κάθε θεματικό επίπεδο.....</i>	<i>66</i>
<i>Εικόνα 11: Παράθυρο εισαγωγής σχηματικών αρχείων σε γεωβάση</i>	<i>67</i>
<i>Εικόνα 12 & 13: Δημιουργία νέου σχηματικού αρχείου με χρήση του ArcCatalog.....</i>	<i>68</i>
<i>Εικόνα 14: Εργαλειοθήκη "Editor" για την ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτών</i>	<i>70</i>
<i>Εικόνα 15: Εργαλειοθήκη "Georefernce" για τη Γεωαναφορά εικόνων</i>	<i>73</i>
<i>Εικόνα 16: Μετασχηματισμός συστημάτων αναφοράς σε περιβάλλον ArcMap</i>	<i>74</i>
<i>Εικόνα 17 : Εξαγωγή επιπέδων σε αρχείο kml μέσω της εργαλειοθήκης Arc2Earth.....</i>	<i>75</i>
<i>Εικόνα 18 & 19: Παράθυρο προσθήκης φωτογραφίας σε προσημασμένο σημείο στο Google Earth</i>	<i>78</i>
<i>Εικόνα 20 & 21: Βοηθητικά πεδία κατά την προσθήκη φωτογραφίας σε προσημασμένο σημείο στο Google Earth</i>	<i>78</i>
<i>Εικόνα 22: Ρυθμίσεις φωτογραφίας κατά την εισαγωγή της σε προσημασμένο σημείο</i>	<i>78</i>
<i>Εικόνα 23: Προεπισκόπηση αρχείου φωτογραφιών επικειμένων στο Google Earth</i>	<i>80</i>
<i>Εικόνα 24 : Περιγραφή φωτογραφίας Εικόνα 25: Συνδιασμός εικόνας και σχολίων</i>	<i>80</i>
<i>Εικόνα 26: Στιγμιότυπο εμφάνισης φωτογραφίας επικείμενου κτίσματος στο Google Earth</i>	<i>81</i>
<i>Εικόνα 27 & 28 : Παράθυρο προσθήκης εικόνας επικάλυψης σε συγκεκριμένη περιοχή στο Google Earth</i>	<i>82</i>
<i>Εικόνα 29: Προσθήκη εικόνας επικάλυψης στο Google Earth.....</i>	<i>82</i>
<i>Εικόνα 30 & 31: Στιγμιότυπα από την τελική μορφή του χάρτη Χρήσεων Γης.....</i>	<i>83</i>
<i>Εικόνα 32: Επικάλυψη χάρτη με απενεργοποίηση εδάφους</i>	<i>84</i>
<i>Εικόνα 33: Επικάλυψη χάρτη με ενεργοποίηση εδάφους.....</i>	<i>84</i>
<i>Εικόνα 34: Σταθμοί Μέτρησης Ατμοσφαιρικών Ρύπων</i>	<i>85</i>
<i>Εικόνα 35: Πληροφορίες σταθμού και συγκεντρώσεις ρύπων.....</i>	<i>86</i>
<i>Εικόνα 36: Σημεία Ηχομετρήσεων.....</i>	<i>88</i>
<i>Εικόνα 37: Στοιχεία σημείων Ηχομέτρησης.....</i>	<i>88</i>
<i>Εικόνα 38: Πληροφορίες σημείων ηχομέτρησης και τιμές των αντίστοιχων δεικτών</i>	<i>89</i>
<i>Εικόνα 39: Συνδυασμός Δορυφορικής Απεικόνισης και Αξόνων Οδικών Έργων</i>	<i>92</i>

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Συνολικό Μήκος και Μήκος σε Υπόγεια Χάραξη ανά τμήμα	43
Πίνακας 2: Επιπτώσεις από την κατασκευή του έργου (Πηγή : ΜΠΕ Νέων Οδικών Έργων Αττικής) ..	49
Πίνακας 3: Επιπτώσεις από τη λειτουργία του έργου (Πηγή : ΜΠΕ Νέων Οδικών Έργων Αττικής) ..	51
Πίνακας 4: Αρχικά Διαθέσιμα στοιχεία.....	59
Πίνακας 5: Θεματικά επίπεδα που προέκυψαν για τα "Οδικά Έργα"	64
Πίνακας 6: Γεωμετρία οντοτήτων για το αρχείο "Οδικά Έργα"	65
Πίνακας 7: Θεματικά επίπεδα που προέκυψαν για τις "Χρήσεις Γης"	68
Πίνακας 8: Θεματικά επίπεδα που προέκυψαν για τις "Προστατευόμενες Περιοχές"	69
Πίνακας 9: Γεωμετρία οντοτήτων για το αρχείο "Χρήσεις Γης"	70
Πίνακας 10: Γεωμετρία οντοτήτων για το αρχείο "Προστατευόμενες Περιοχές"	71
Πίνακας 11: Συντεταγμένες Τριγωνομετρικών σημείων της ΓΥΣ σε ΕΓΣΑ '87 στην ευρύτερη περιοχή μελέτης	72
Πίνακας 12: Επικείμενα χάραξης τμήματος Σήραγγας Υμηττού και Ανατολικής πρόσβασης έως τον Ανισόπεδο Κόμβο Ραφήνας.....	79
Πίνακας 13: Μέσες συγκεντρώσεις μετρούμενων ρύπων στους σταθμούς του ΔΠΠΑ	85
Πίνακας 14: Στοιχεία σημείων ηχομέτρησης	87
Πίνακας 15: Αποτελέσματα ηχομέτρησης.....	87

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1: Διαδικασία Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.....	12
Σχήμα 2: Βασικά συστατικά μέρη των Web-GIS.....	19
Σχήμα 3: Θεμελιώδης προσέγγιση των ΓΣΠ στις ΜΠΕ (πηγή: EGIS Foundation)	32
Σχήμα 4: Επιμέρους Τμήματα του Έργου	42
Σχήμα 5: Μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολουθήθηκε.....	58

Ευρετήριο Εικόνων Παραρτήματος

Εικόνα Π- 1: Στόμα Έξοδου Διπλής Σήραγγας Υμηττού	104
Εικόνα Π- 2: Τεχνικά Κάτω Διαβάσεων με Τοπικές Οδούς.....	105
Εικόνα Π- 3: Ανισόπεδος Κόμβος Μεσογείων.....	106
Εικόνα Π- 4: Τεχνικό Κάτω Διάβασης Τοπικής Οδού.....	107
Εικόνα Π- 5: Ημικόμβος Βάρης - Κορωπίου	108
Εικόνα Π- 6: Διασταύρωση Αυτοκινητοδρόμου με τη Λεωφόρο Βάρης – Κορωπίου (Γέφυρα)	109
Εικόνα Π- 7: Τεχνικό Κάτω Διάβασης Οδού Ταξιαρχών	110
Εικόνα Π- 8: Ημικόμβος Αγίας Μαρίνας – Τέλος Οδικού Τμήματος 6	111
Εικόνα Π- 9: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 1	113
Εικόνα Π- 10: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 2.....	113
Εικόνα Π- 11: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 3.....	114
Εικόνα Π- 12: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 4.....	114
Εικόνα Π- 13: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 5.....	115
Εικόνα Π- 14: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 6.....	115
Εικόνα Π- 15: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 8.....	116
Εικόνα Π- 16: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 9.....	116

Εικόνα Π- 17: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 10.....	117
Εικόνα Π- 18: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων ηχομετρήσεων – Θέση 7	119
Εικόνα Π- 19: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων ηχομετρήσεων – Θέση 9	119
Εικόνα Π- 20: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων ηχομετρήσεων – Θέση 10	120
Εικόνα Π- 21: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων ηχομετρήσεων – Θέση 8	120
Εικόνα Π- 22: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων σταθμών μέτρησης εκπεμπόμενων ρύπων – Γλυκά Νερά ...	122
Εικόνα Π- 23: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων σταθμών μέτρησης εκπεμπόμενων ρύπων – Κορωπί. 122	
Εικόνα Π- 24: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων σταθμών μέτρησης εκπεμπόμενων ρύπων – Μαρκόπουλο. 123	
Εικόνα Π- 25: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων σταθμών μέτρησης εκπεμπόμενων ρύπων – Σπάτα ...	123
Εικόνα Π- 26: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων σταθμών μέτρησης εκπεμπόμενων ρύπων – Παλλήνη	124
Εικόνα Π-27: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά την κατασκευή του έργου – Εργοτάξιο Αγ. Μαρίνας.....	126
Εικόνα Π-28: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 5+000 – 6+000, τμήμα 6..	126
Εικόνα Π-29: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 6+000 – 7+500, τμήμα 6.	127
Εικόνα Π-30: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 7+500 – 9+500, τμήμα 6..	127
Εικόνα Π-31: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 9+500 – 10+400, τμήμα 6	128
Εικόνα Π-32: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 12+200 – 12+500, τμήμα 6	128
Εικόνα Π- 33: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 12+500 – 13+500, τμήμα 6	129
Εικόνα Π-34: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – Έξοδος Σήραγγας Υμηττού	129
Εικόνα Π-35: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 1+000 – 2+500, τμήμα 6..	130
Εικόνα Π-36: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 2+500 – 4+000, τμήμα 6..	130
Εικόνα Π-37: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 4+000 – 5+000, τμήμα 6..	131
Εικόνα Π-38: Ισοθρομβικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – Α/Κ Μεσογείων	131
Εικόνα Π-39: Διασπορά ρύπων κατά την κατασκευή του έργου – Αγ. Μαρίνα, τμήμα 6.....	132
Εικόνα Π-40: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 4+000 – 6+000, τμήμα 3	132
Εικόνα Π- 41: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – Α/Κ Μεσογείων	133
Εικόνα Π-42: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 1+000 – 2+500, τμήμα 6	133
Εικόνα Π-43: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 5+500 – 6+500, τμήμα 6	134
Εικόνα Π-44: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 6+500 – 9+500, τμήμα 6	134
Εικόνα Π-45: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 9+500 – 11+500, τμήμα 6	135
Εικόνα Π-46: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 11+500 – 13+500, τμήμα 6	135

Συντομογραφίες – Γλωσσάρι

A/K: Ανισόπεδος Κόμβος

ΓΣΠ: Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

ΕΠΕ: Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

ΕΓΣΑ '87: Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς

ΜΠΕ: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

ΣΜΠΕ: Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Χλμ: Χιλιόμετρα

ΕΙΑ: Environmental Impact Assessment (Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων)

GIS: Geographical Information Systems (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών)

Google Earth: Δωρεάν Διαδικτυακή εφαρμογή Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών, που παρέχει τη δυνατότητα τρισδιάστατης απεικόνισης δορυφορικών εικόνων μεγάλης ευκρίνειας από όλα τα σημεία της γης.

kml: Ανοιχτό πρότυπο ανταλλαγής χωρικών δεδομένων, βασικός τύπος αρχείων συμβατών με την εφαρμογή Google Earth.

Microsoft Visual Earth: Εφαρμογή της εταιρείας Microsoft που παρέχει δορυφορική απεικόνιση της γης τόσο στις δύο διαστάσεις όσο και στον τρισδιάστατο χώρο.

Arc GIS Explorer: λογισμικό πλήρως συμβατό με έναν ArcGIS server που παρέχει θέαση διαφόρων χωρικών πληροφοριών και δορυφορικών εικόνων για όλη τη γη.

Scoping: Η διαδικασία διερεύνησης του πεδίου, ιδιαίτερη χρήσιμη κατά την εκπόνηση μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από έργα ή δραστηριότητες, καθώς διερευνώνται η έκταση και ο τρόπος αντιμετώπισης των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

NEPA: National Environmental Protection Agency (Εθνική Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος)

WGS '84: World Geodetic System (Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς)

Περίληψη

Τα μεγάλα έργα υποδομής που κατασκευάζονται στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια, συμπεριλαμβανομένων και των έργων οδοποιίας, συνιστούν κατεξοχήν επεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον και ασκούν κοινωνικοοικονομική επιρροή στην ευρύτερη περιοχή. Το εργαλείο μέσω του οποίου αδειοδοτούνται τέτοιου είδους έργα, είναι οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Το περιεχόμενο τους καθορίζεται από το νομοθετικό πλαίσιο για την προστασία του περιβάλλοντος που ισχύει στη χώρα μας.

Η Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αποτελεί στην ουσία ένα εργαλείο προληπτικού χαρακτήρα για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς διεξάγεται σε πρώιμο στάδιο σε σχέση με την υλοποίηση του έργου και σκοπό έχει να κατευθύνει τους υπεύθυνους φορείς είτε στο να απορρίψουν το προτεινόμενο έργο, είτε στο να επιλέξουν τη λύση που θα προκαλέσει τις λιγότερες μόνιμες αλλοιώσεις.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο στη βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων με απώτερο σκοπό το χωρικό σχεδιασμό. Με την ευρεία διάδοση και χρήση του Διαδικτύου, παρέχεται η δυνατότητα άμεσης πρόσβασης σε ολόένα και αυξανόμενο όγκο χωρικών πληροφοριών. Παράλληλα αναπτύσσονται εφαρμογές Διαδικτυακών Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Web GIS), τα οποία στηρίζονται στην έννοια της διαλειτουργικότητας.

Για την ολοκλήρωση μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων απαιτείται πλήθος πληροφοριών, οι περισσότερες από τις οποίες έχουν χωρική υπόσταση και προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Η χρήση των ΓΣΠ γενικά και ειδικότερα των Διαδικτυακών ΓΣΠ, καθιστά ευκολότερη και αποτελεσματικότερη τη διαχείριση και ανάλυση των χωρικών δεδομένων.

Αντικείμενο της παρούσης μεταπτυχιακής εργασίας αποτελεί η αξιολόγηση του Ελεύθερου Διαδικτυακού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών Google Earth, στην Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από έργα, δραστηριότητες ή προγράμματα. Συγκεκριμένα, διερευνήθηκε η συμβολή του εν λόγω λογισμικού, στα διάφορα στάδια της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από τα Νέα Οδικά Έργα του Νομού Αττικής. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε κατά το στάδιο δημοσιοποίησης των στοιχείων των ΜΠΕ και την ενεργή συμμετοχή του κοινού. Τα τελικά αποτελέσματα οπτικοποιήθηκαν με τη μορφή διαδραστικών χαρτών, δημιουργώντας τα αντίστοιχα kml αρχεία.

Από τα αποτελέσματα της εφαρμογής προκύπτει ότι η χρήση του λογισμικού Google Earth ως εργαλείο στις ΜΠΕ από έργα Οδοποιίας συμβάλλει: στην οργάνωση, διαχείριση και ανάλυση των χωρικών δεδομένων, στην ανταλλαγή χωρικών αρχείων μέσω της υιοθέτησης κοινών προτύπων, στη δημιουργία δυναμικών διαδραστικών χαρτών. Ως εκ τούτου συνεισφέρει στην εξοικονόμηση χρημάτων και χρόνου καθόλη τη διαδικασία εκπόνησης μιας ΜΠΕ.

Abstract

Large infrastructure projects that are being constructed in our country, including highway projects, intervene in the natural environment and effect on socio-economical sectors. The Environmental Impact Assessment is the tool through which such projects are licensed. The content of an EIA of projects, activities and programs, is determined by the legislative framework for the environmental protection in Greece.

The Environmental Impact Assessment (EIA) is essentially a pre decision tool (as it is used in the early stage of projects) which prevent the negative environmental impacts. The EIA can induce state organizations, whether to reject the proposed project or to choose the appropriate solution that will cause less permanent damage.

The GIS is a powerful tool that supports decision making related to the spatial planning. The immediate access to continuously increasing volume of spatial information is given easily by the widespread use of the Internet. This has resulted to the development of Internet applications based on the concept of interoperability, named as Web GIS.

The EIA process involves the consideration of huge environmental data of spatial nature, and many different variables with complex interrelationships. The Web GIS are ideal tools for the analysis of these environmental problems with spatial dimension.

The purpose of this dissertation is the evaluation of Google Earth software, as a Web GIS, on Environmental Impact Assessment of projects, activities or programs. Especially, a brief case study has been included to demonstrate the successful role of Google Earth in undertaking EIA of the new road projects in Attica. Particular emphasis was given in the phase of publication of the EIA data and public involvement. The final output is visualized as an interactive map, in kml file.

After having evaluated the potential and obstacles of Google Earth application in EIA, it can be concluded that Google Earth is a tool for collecting, storing, transforming, analyzing and displaying spatial data. The above advantages contribute to cost and time saving, in the analysis and public outreach phases.

Key words: *Google Earth, Environmental Impact Assessment, Geographical Information Systems, Web-GIS, Highway Project*

1. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

1. Διερεύνηση του προβλήματος

Η τάση υπερσυγκέντρωσης του πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα αποτελεί μια από τις κυριότερες μορφές των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Η υπερσυγκέντρωση αυτή δημιουργεί μια σχέση προβληματική μεταξύ του ανθρώπου και του φυσικού περιβάλλοντος, δεδομένου ότι απαιτείται ολοένα και ευρύτερο τμήμα του φυσικού χώρου να θυσιαστεί στο βωμό της ανάπτυξης των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων.

Τις τελευταίες δεκαετίες τα θέματα προστασίας του περιβάλλοντος αναδεικνύονται σε πολύ σημαντικά και κύρια προβλήματα που τόσο η πολιτεία όσο και οι πολίτες καλούνται να αντιμετωπίσουν. Έχει γίνει σαφές πλέον σε όλες τις χώρες, ότι το κάθε μοντέλο ανάπτυξης που εφαρμόζεται δεν είναι δυνατόν να στηρίζεται στην εξάντληση των φυσικών πόρων και στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αποτελεί το βασικότερο μέσο για τον έλεγχο των τεχνικών έργων και δραστηριοτήτων. Συμβάλλει στην πρόβλεψη και την αξιολόγηση των πιθανών και σημαντικότερων επιπτώσεων στα φυσικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος. Οι επιπτώσεις από ένα έργο ή μια δραστηριότητα μπορεί να είναι θετικές ή αρνητικές, μεγάλες ή μικρές, βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες, άμεσες ή έμμεσες, αναστρέψιμες ή μη αναστρέψιμες. Σε κάθε περίπτωση η εκτίμησή τους εκ των προτέρων συμβάλλει στη λήψη αποφάσεων και προστατεύει το περιβάλλον και τους φυσικούς πόρους.

Τα μεγάλα έργα υποδομής, συμπεριλαμβανομένων και των έργων οδοποιίας, που κατασκευάζονται στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια δημιουργούν ένα νέο πρωτόγνωρο "τοπίο". Το μέγεθος των έργων αυτών, καθώς και η ζητούμενη ποιότητα κατασκευής και λειτουργίας τους, απαιτούν ιδιαίτερους τρόπους σχεδιασμού από την τεχνικοοικονομική αλλά και από την περιβαλλοντική πλευρά τους. Συνεπώς η ανάγκη της αυστηρής εφαρμογής κανόνων και αρχών στον τομέα της διαχείρισης και της αποκατάστασης του περιβάλλοντος κρίνεται πλέον επιτακτική.

Πρόκειται για τεχνικά έργα κατά κανόνα εκτεταμένα που ασκούν σημαντική κοινωνικοοικονομική επιρροή στην ευρύτερη περιοχή τους και επηρεάζουν ένα πλήθος παραγόντων και μεταβλητών σχετικά με το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Τα έργα οδοποιίας συνιστούν κατεξοχήν επεμβάσεις στα φυσικά οικοσυστήματα και προκαλούν σοβαρές αλλαγές στη μορφή και τη λειτουργία της φύσης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη σφοδρότητα των μεταβολών έχουν να κάνουν κυρίως με την κατηγορία της οδού και τη γεωμορφολογία της περιοχής που διατρέχει. Οι επιπτώσεις μπορεί να μεγεθυνθούν ή να ελαχιστοποιηθούν ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής και την επιλογή της εναλλακτικής λύσης.

Ανάλογα με τη σπουδαιότητα του έργου, η ανάγκη για μία ολοκληρωμένη μελέτη περιβαλλοντικού σχεδιασμού είναι απαραίτητη. Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανιστεί η έννοια της «οικολογικής οδοποιίας» (road ecology) [Forman], ως μία προσπάθεια εφαρμογής μίας φιλοσοφίας πέρα από το στενό πλαίσιο των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, και περιλαμβάνει την εφαρμογή μίας ευρύτερης στρατηγικής, μίας ολοκληρωμένης φιλοσοφίας ανάπτυξης και σχεδιασμού των οδικών δικτύων καθώς και την εφαρμογή αποτελεσματικών μέτρων οικολογικής προστασίας στις φάσεις κατασκευής και σχεδιασμού.

Στις μέρες μας, ο παράγοντας «περιβάλλον» επηρεάζει καθοριστικά τις επιλογές της γεωμετρικής χάραξης μιας οδού. Παράλληλα με τους αναφερόμενους στόχους, πρέπει να ικανοποιείται και ο στόχος της εναρμόνισης της οδού με το περιβάλλον και γενικότερα ο στόχος της περιβαλλοντικής προστασίας. Κατά τη χάραξη, κατασκευή και λειτουργία των οδικών έργων παρατηρούνται σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως είναι η διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας του περιβάλλοντος, που προκαλείται από την απομάκρυνση της βλάστησης και της μεγάλης έκτασης χωματουργικών εργασιών, με την αλλοίωση της αισθητικής αξίας του τοπίου, τη διάβρωση του εδάφους, την ανατροπή του υδατικού ισοζυγίου, την αύξηση των εκπεμπόμενων από τα οχήματα ρύπων και του κυκλοφοριακού θορύβου. Είναι φυσικό επακόλουθο οι τεταμένες χαράξεις και οι μεγάλες ακτίνες καμπυλότητας της οριζοντιογραφίας σ' ένα έντονα πτυχωμένο ανάγλυφο, να προκαλούν και μεγαλύτερη διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας.

Το εργαλείο μέσω του οποίου αδειοδοτούνται τέτοιου είδους τεχνικά έργα υποδομής και εφαρμόζονται οι κανόνες διαχείρισης του περιβάλλοντος, είναι οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) που διεξάγονται στα πλαίσια της εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα μεγάλα έργα οδοποιίας αφορά τόσο το σχεδιασμό τους, όσο και τη φάση κατασκευής και λειτουργίας τους.

Οι ΜΠΕ διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην εφαρμογή προληπτικών μέτρων ώστε να αποφεύγονται οι αρνητικές συνέπειες της ανάπτυξης και να διατηρούνται οι φυσικοί πόροι. Αποτελούν στην ουσία **ένα προληπτικό εργαλείο εκτίμησης των επιπτώσεων στο περιβάλλον από έργα και δραστηριότητες** και κατευθύνει τους υπεύθυνους φορείς είτε στο να απορρίψουν ένα έργο είτε στο να επιλέξουν εκείνη τη λύση που θα προκαλέσει τις λιγότερες μόνιμες αλλοιώσεις και καταστροφές.

Διεξάγονται σε πρώιμο στάδιο σε σχέση με την υλοποίηση του έργου (συνήθως κατά την προμελέτη) οπότε και δεν έχει ληφθεί καμιά οριστική απόφαση ώστε να μειωθούν όσο το δυνατόν οι αναμενόμενες επιπτώσεις. Ο νόμος υποχρεώνει τους αρμόδιους φορείς να προβούν σε δημοσιοποίηση των μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ακόμη και αν πρόκειται για προμελέτη), προκειμένου κατά το στάδιο της οριστικής μελέτης του έργου ή της οριστικής μελέτης περιβαλλοντικών

επιπτώσεων να περιλαμβάνονται στους προτεινόμενους περιβαλλοντικούς όρους οι αντιδράσεις και οι απόψεις του κοινού.

Από την άλλη πλευρά τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο στη βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Οι αποφάσεις αυτές μπορεί να είναι οικονομικές, κοινωνικές ή πολιτικές, σε τοπικό αλλά και διεθνές επίπεδο, έχουν όμως κοινό παρονομαστή την Ανάλυση του Χώρου και το Χωρικό Σχεδιασμό μέσω αυτής.

Η χωρική φύση των περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων από ένα έργο οδοποιίας (αλλά και γενικότερα), καθιστούν τα ΓΣΠ ένα σημαντικό εργαλείο σε όλα τα στάδια της Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Ένα ΓΣΠ στην ουσία αποτελεί μια βάση δεδομένων που περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο χωρικά αλλά και περιγραφικά δεδομένα. Η δομή αυτής της γεωβάσης επιτρέπει την αποθήκευση, την ανάλυση, την ανταλλαγή και την παρουσίαση χωρικών πληροφοριών από διαφορετικές πηγές.

Ιδιαίτερη, ωστόσο, είναι η συμβολή των ΓΣΠ κατά το στάδιο δημοσιοποίησης των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Τα χαρτογραφικά εργαλεία που διαθέτουν όλα τα σύγχρονα ΓΣΠ παρέχουν τη δυνατότητα σχεδίασης και παραγωγής διαδραστικών χαρτών, όπου οπτικοποιούνται τα αποτελέσματα της μελέτης. Η παρουσίαση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από ένα έργο ή μια δραστηριότητα (στην προκρινόμενη από ένα συγκοινωνιακό έργο) μέσω δυναμικών έναντι των παραδοσιακών στατικών χαρτών και γραφημάτων, συμβάλλει στην ταχύτερη και αποτελεσματικότερη εξοικείωση του κοινού, που στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι καταρτισμένο σε θέματα περιβάλλοντος και τεχνική ορολογία. Σε συνδυασμό δε, με τη δυνατότητα χρήσης πολυμέσων σε περιβάλλον GIS συνδράμει στην ανάπτυξη συστημάτων λήψης αποφάσεων που προσεγγίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια και ορθότητα τον πραγματικό κόσμο.

Η ευρεία διάδοση και χρήση του Διαδικτύου (Internet), παρέχει τη δυνατότητα εύκολης και άμεσης πρόσβασης σε ένα ολοένα και αυξανόμενο όγκο χωρικών δεδομένων. Ως αποτέλεσμα, η οπτικοποίηση της πληροφορίας αποκτά στις μέρες μας μια νέα διάσταση, που αφορά την απεικόνιση δεδομένων (χωρικών και μη) από διαφορετικές πηγές σε περιβάλλον δυναμικό και σε χρόνο πραγματικό.

Ολοένα και περισσότερες εφαρμογές ΓΣΠ αναπτύσσονται στο διαδίκτυο με σκοπό την εξυπηρέτηση της πρόσβασης, της επεξεργασίας και της διάδοσης των γεωγραφικών πληροφοριών. Τα λεγόμενα Διαδικτυακά Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Web-GIS), στηρίζονται στην έννοια της διαλειτουργικότητας, παρέχοντας τη δυνατότητα ανταλλαγής και ενοποίησης δεδομένων από διαφορετικά πληροφοριακά περιβάλλοντα μέσω της υιοθέτησης κοινών προτύπων.

Το Google Earth αποτελεί ένα Ελεύθερο Διαδικτυακό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, που χρησιμοποιεί το πρότυπο kml¹ για τη διαχείριση και την οπτικοποίηση της χωρικής πληροφορίας. Η πρόσβαση στην εφαρμογή του Google Earth είναι ελεύθερη και γίνεται μέσω του διαδικτύου (Internet). Εκτός από τις δορυφορικές φωτογραφίες και αεροφωτογραφίες που χρησιμοποιεί η συγκεκριμένη εφαρμογή για τη χαρτογράφηση της γήινης επιφάνειας, διαθέτει και μία βάση δεδομένων, όπου αποθηκεύονται διάφορες πληροφορίες (χωρικές και περιγραφικές).

Η χρησιμότητα της εφαρμογής Google Earth κατά την Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από ένα έργο ή δραστηριότητα, έγκειται κυρίως στη δυνατότητα διάθεσης της χωρικής βάσης όπου απεικονίζονται τα αποτελέσματα τις περιβαλλοντικής έρευνας. Η διάθεση της γεωπληροφορίας πραγματοποιείται μέσω του διαδικτύου με χαμηλό κόστος και με τη μορφή ενός απλού και εύχρηστου αρχείου. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη και αμεσότερη ενημέρωση και ευαισθητοποίηση σε θέματα περιβάλλοντος του ευρύτερου κοινού και των αρμόδιων φορέων.

Η διάθεση στο κοινό, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, των πληροφοριών για τις ενδεχόμενες δυσμενείς αλλαγές από την κατασκευή και λειτουργία ενός έργου ή δραστηριότητας, αποσκοπεί κατά κύριο λόγο στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινωνικού συνόλου. Παράλληλα όμως, αποτελεί και αναγκαία προϋπόθεση για τη μείωση των κοινωνικών προστριβών και ενστάσεων, που ενδεχομένως να επιφέρουν σημαντική επιβάρυνση στον προϋπολογισμό του έργου και καθυστέρηση στην υλοποίηση του. Στην κατεύθυνση αυτή, μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά η χρήση των τεχνολογιών του Google Earth και η αξιοποίηση των δυνατοτήτων των ΓΣΠ.

Κύριος στόχος της παρούσας Μεταπτυχιακής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των δυνατοτήτων που προσφέρει το λογισμικό Google Earth κατά την εκπόνηση Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην εφαρμογή του εν λόγω λογισμικού κατά το στάδιο δημοσιοποίησης των στοιχείων των ΜΠΕ στους διάφορους εμπλεκόμενους φορείς και το ευρύ κοινό.

Η εφαρμογή αφορά τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής που χωροθετούνται στην ευρύτερη περιοχή του Υμηττού και συγκεκριμένα τα Τμήματα 3 & 6.

¹ Το πρότυπο kml αποτελεί ένα ανοιχτό πρότυπο ανταλλαγής χωρικών δεδομένων. Βασίζεται στο σχήμα της γλώσσας XML και παρουσιάζει τη χωρική πληροφορία σε δισδιάστατους διαδικτυακούς χάρτες ή τρισδιάστατους φυλλομετρητές (earth browsers).

Βιβλιογραφία

1. Κασσιός, Κ. (2006). Οι Επιπτώσεις στο Περιβάλλον από Έργα και Προγράμματα – Απόψεις για την Αντιμετώπιση τους, Αθήνα
2. Κασσιός, Κ. (2009). Μέθοδοι και Τεχνικές Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων – Ειδικά Θέματα Διαχείρισης Φυσικών Πόρων, Σημειώσεις για το Μ.Π. Γεωπληροφορική της ΣΑΤΜ, Αθήνα
3. Κεχαγιά Φ., Κιμούνδρης Α., Τσώχος Γ. (18-20 Μαΐου 2005). Η Γεωμετρία της Οδού ως Περιβαλλοντική Συνιστώσα, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Βόλος
4. Κουτσόπουλος Κ. (2005). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα
5. Μανούρης Γ., Γιούτσου Α., Κασσιός, Κ. (18-20 Μαΐου 2005). Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από Έργα Οδοποιίας. Μια συνθετική προσέγγιση , 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Βόλος

2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

2. Θεσμικό Πλαίσιο Προστασίας του Περιβάλλοντος

2.1 Διαδικασία Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Οι μελέτες Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ) έργων, δραστηριοτήτων, και προγραμμάτων αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία για την προστασία και τη διαχείριση του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Κατά βάση πρόκειται για ένα εργαλείο προληπτικού χαρακτήρα, καθώς λαμβάνει χώρα πριν από οποιαδήποτε απόφαση για την υλοποίηση ενός έργου ή προγράμματος. Η αρχή του ρυπαίνοντος, αντικαθίσταται από την αρχή της πρόληψης και προφύλαξης, μέσω των διαδικασιών της ΕΠΕ.

Στα πλαίσια της διαδικασίας Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων επιχειρείται η αξιολόγηση εκ των προτέρων των επιδράσεων στο σύνολο τους, οι οποίες προκαλούνται στο περιβάλλον τόσο κατά τη φάση σχεδιασμού ενός έργου όσο και περιοδικά κατά το στάδιο της λειτουργίας του. Οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) αποτελούν το βασικό μηχανισμό λειτουργίας του θεσμού της ΕΠΕ. Σήμερα οι ΜΠΕ έχουν συνήθως τη μορφή μελετών «αναπτυξιακού χαρακτήρα», καθώς εξετάζουν ένα πλήθος παραγόντων τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών, η αλληλοσυσχέτιση των οποίων προσεγγίζει τις πάσης φύσεως επιδράσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Η εκτίμηση των επιπτώσεων από ένα έργο, δραστηριότητα ή πρόγραμμα, είναι ένα δύσκολο έργο και απαιτεί τη συνεργασία επιστημόνων διαφορετικών ειδικοτήτων, αλλά και τη συνεργασία διαφόρων φορέων, θέτοντας πάντα ως υπέρτερο στόχο την προοπτική της βιωσιμότητας. Η ανάπτυξη πρέπει να λαμβάνει υπόψη και τις ανάγκες των μελλοντικών γενεών. Η έννοια λοιπόν της βιώσιμης ανάπτυξης αποσκοπεί στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων και στην προστασία του περιβάλλοντος σε ένα βαθμό ικανοποιητικό.

Κατά τη Μελέτη Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από ένα έργο ή δραστηριότητα, προβλέπονται δύο βασικές διαδικασίες ώστε να εξετάζεται ολόκληρο το φάσμα των πιθανών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Οι διαδικασίες αυτές είναι γνωστές στη διεθνή ορολογία ως **screening** και **scoping**. Με την διαδικασία **screening**, που αποτελεί και το πρώτο βήμα κατά την ΕΠΕ, διερευνάται από τον αρμόδιο φορέα αδειοδότησης (και σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία) εάν για το συγκεκριμένο έργο είναι απαραίτητη η εκπόνηση Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Αντίστοιχα, με την διαδικασία **scoping** καθορίζεται το περιεχόμενο και η έκταση της περιβαλλοντικής πληροφορίας που πρόκειται να υποβληθεί στην αρμόδια για Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αρχή.

2.2 Νομοθετικό Πλαίσιο

Κατά τη δεκαετία του 1970, η ΝΕΡΑ² στις ΗΠΑ, θέσπισε για πρώτη φορά την αρχή της διερεύνησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων πριν από την υλοποίηση ενός έργου. Σκοπός της νομοθετικής ρύθμισης ήταν η μείωση των δυσμενών επιπτώσεων για το περιβάλλον με την επιλογή της πλέον φιλικότερης προς αυτό εναλλακτικής πρότασης.

Για τα κράτη – μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο θεσμός της Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων έγινε υποχρεωτικός με την **οδηγία 85/337**. Μέσω της οδηγίας αυτής η ΕΕ απευθύνεται στις χώρες – μέλη της και συνιστά την εκτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον ορισμένων σχεδίων δημόσιων και ιδιωτικών έργων.

Οι παράγοντες που πρέπει να εξετάζονται αφορούν :

- ✓ Τον άνθρωπο, τη χλωρίδα και την πανίδα
- ✓ Το έδαφος, τα ύδατα, τον αέρα και το τοπίο
- ✓ Τα υλικά αγαθά και την πολιτιστική κληρονομιά

Οι πληροφορίες που πρέπει να παρέχει ο κύριος του έργου είναι σχετικές με:

- ✓ Τη θέση, το σχεδιασμό και το μέγεθος του έργου
- ✓ Τα μέτρα που μελετώνται ώστε να αντιμετωπισθούν οι σημαντικότερες και περισσότερο δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον
- ✓ Τα στοιχεία εκτίμησης των σημαντικότερων επιπτώσεων

Παράλληλα, η συγκεκριμένη οδηγία προβλέπει τη διάθεση οποιασδήποτε σχετικής πληροφορίας στο κοινό, και δίνει τη δυνατότητα στον κάθε ενδιαφερόμενο να εκφράσει την άποψη του πριν την υλοποίηση του σχεδίου.

Στην Ελλάδα η δημιουργία συγκροτημένου περιβαλλοντικού πλαισίου στηρίζεται στο Σύνταγμα. Συγκεκριμένα το **άρθρο 24 του συντάγματος του 1975** προβλέπει μεταξύ άλλων την υποχρέωση του κράτους να προστατεύει το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον. Στα πλαίσια αυτής της συνταγματικής επιταγής εκδόθηκε ο **νόμος 1650/1986**, ο οποίος προβλέπει τη θέσπιση θεμελιωδών κανόνων και την καθιέρωση κριτηρίων και μηχανισμών για την προστασία του περιβάλλοντος.

Η τροποποίηση της οδηγίας 85/337 με την **97/11ΕΕ** και η έκδοση της **96/61/ΕΕ** για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης, επέβαλλαν και την ανάγκη τροποποίησης των άρθρων 3,4,5 του Ν. 1650/1986, όπως εξειδικεύτηκαν με τις ΚΥΑ **69269/5387/90** (κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο ΜΠΕ) και **75308/5512/90** (καθορισμός τρόπου ενημέρωσης των πολιτών και των φορέων για το περιεχόμενο των ΜΠΕ).

² National Environmental Protection Agency - (Εθνικός Οργανισμός Προστασίας του Περιβάλλοντος)

Η τροποποίηση έλαβε χώρα με την έκδοση του **Νόμου 3010/2002**³ σύμφωνα με τον οποίο η προέγκριση χωροθέτησης αντικαταστάθηκε από το συγγενή, αλλά λειτουργικά και ουσιαστικά αρτιότερο θεσμό της προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης. Επίσης, η προκαταρκτική περιβαλλοντική εκτίμηση και αξιολόγηση είναι πλέον υποχρεωτική όχι μόνο για τα νέα έργα / δραστηριότητες της πρώτης κατηγορίας αλλά και για ορισμένα έργα / δραστηριότητες της δεύτερης κατηγορίας.

Σε συνέχεια του Ν. 3010/2002 εκδόθηκε η **ΚΥΑ ΗΠ 15393/2332/2002**⁴, στα πλαίσια της οποίας τα έργα και δραστηριότητες των δύο κατηγοριών Α και Β χωρίζονται σε υποκατηγορίες 1 και 2 για την Α, 3 και 4 για την Β. Μεταξύ των δέκα κοινών ομάδων για τις 2 κατηγορίες περιλαμβάνονται και τα έργα Οδοποιίας.

Επιπλέον, μια σειρά νομοθετημάτων έρχονται να συμπληρώσουν το θεσμικό πλαίσιο της ΕΠΕ. Τα κυριότερα συνοψίζονται παρακάτω:

- ✓ **ΗΠ 11014/703/2003 ΚΥΑ** για τη διαδικασία προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης (ΠΠΕΑ) και έγκρισης περιβαλλοντικών όρων (ΕΠΟ) (άρθρο 2 του Ν.3010/2002)-ΦΕΚ 332Β
- ✓ **25535/3281/2002 ΚΥΑ** για την έγκριση περιβαλλοντικών όρων από το ΓΓ Περιφέρειας των έργων και δραστηριοτήτων που κατατάσσονται στην υποκατηγορία 2 της Α κατηγορίας- ΦΕΚ 1463Β
- ✓ **ΗΠ 37111/2021,2003 ΚΥΑ** για τον καθορισμό τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχή του κοινού (άρθρο 3 παρ. 2 και 3 του Ν.3010/2/2002)-ΦΕΚ 1391Β
- ✓ Οδηγία **2001/42/ΕΚ** για την ΕΠΕ ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων. Ενσωμάτωση έως την 21-7-2004. Συμμόρφωση με την **ΚΥΑ 10701728-6-06** (ΦΕΚ 1225Β/5-9-06)
- ✓ **Εγκύκλιος 37 ΔΜΕΟ/94** (Προσωρινές Προδιαγραφές για Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από Οδικά έργα)

Ειδικά για τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από έργα Οδοποιίας, ισχύει η Υπουργική Απόφαση με τίτλο "Αναμόρφωση – Αναβάθμιση του θεσμού των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων έργων και δραστηριοτήτων – Εναρμόνιση με την οδηγία 97/11/ΕΕ και την οδηγία 96/61/ΕΕ". Στην παρούσα Υπ. Απόφαση

³ (ΦΕΚ 91Α/25-4-2002) "Εναρμόνιση του ν. 1650/86 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις"

⁴ (ΦΕΚ 1022Β/5-8-2002) "Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες, σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν.1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν. 3010/2002"

αναφέρονται όλες οι πληροφορίες που πρέπει να εξετάζουν και να συμπεριλαμβάνουν οι μελετητές τόσο κατά το στάδιο της Προμελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων όσο και της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Συγκοινωνιακών Έργων.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι παρά το γεγονός ύπαρξης ισχυρού νομοθετικού πλαισίου για την πλήρη και αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος, συχνά η ενσωμάτωση της από τους δημόσιους φορείς χωλαίνει. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ελλείψεις παρατηρούνται κατά την "έγκαιρη" έναρξη της διαδικασίας εκτίμησης των επιπτώσεων⁵, την αναγκαιότητα εξέτασης εναλλακτικών λύσεων και της επιλογής της πλέον κατάλληλης από άποψη δημιουργίας δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Επιπλέον, γενικά αλλά και ειδικότερα για έργα Οδοποιίας προβλήματα παρατηρούνται στη συμβατότητα με προγράμματα οικονομικής ανάπτυξης, καθώς και με τα αντίστοιχα χωροταξικά και ρυθμιστικά σχέδια και προγράμματα.

2.3 Περιεχόμενα ΜΠΕ και ΣΜΠΕ

Η Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων θεωρείται πλέον ενοποιημένο κομμάτι της διαδικασίας σχεδιασμού και λαμβάνει χώρα για έργα και δραστηριότητες που αναμένεται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Η διαδικασία της ΕΠΕ περιλαμβάνει αφενός μεν μία ή περισσότερες επιστημονικές μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΜΠΕ) και αφετέρου τις απαιτούμενες ενέργειες δημοσιοποίησης (με στόχο την κοινωνική συναίνεση) και λήψης των τελικών αποφάσεων για την εξέλιξη του έργου.

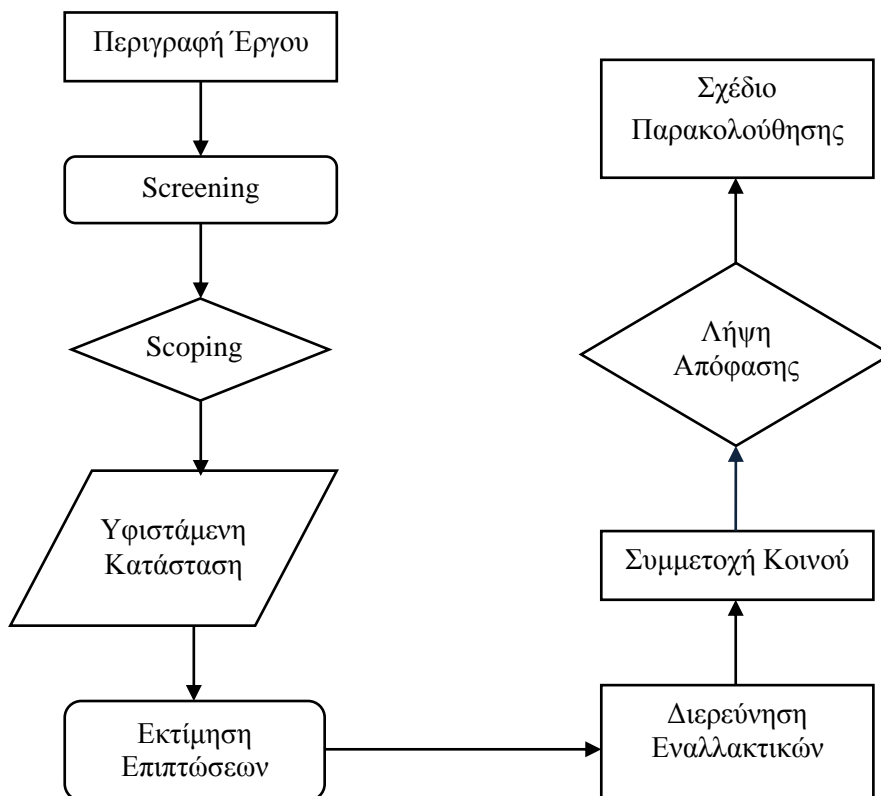
Οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων συνιστούν ένα θεσμό συνεχούς παρακολούθησης των ανθρωπογενών επεμβάσεων στο περιβάλλον. Βασικό τους αντικείμενο είναι αφενός η περιγραφή και ανάλυση του υπάρχοντος περιβάλλοντος, και αφετέρου η πρόβλεψη εξέλιξης του στο μέλλον υπό την επίδραση ενός έργου. Οι ΜΠΕ περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με :

- ✓ Την περιγραφή του εξεταζόμενου έργου (επωνυμία και είδος έργου ή δραστηριότητας, φορέας υλοποίησης κτλ)
- ✓ Την περιγραφή του περιβαλλοντικού πλαισίου,
- ✓ Μη τεχνική περίληψη των στοιχείων της ΜΠΕ (περιγραφή έργου, πιθανών επιπτώσεων στο περιβάλλον, προτεινόμενων μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης των επιπτώσεων, εναλλακτικές λύσεις),

⁵ Η εκτίμηση πρέπει να λαμβάνει χώρα πριν από κάθε προπαρασκευαστική πράξη της διοίκησης, όπως είναι η πράξη της αναγκαστικής απαλλοτρίωσης, ώστε να αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την επιλογή της βέλτιστης εναλλακτικής πρότασης.

- ✓ Την περιγραφή της γεωγραφικής θέσης, της έκτασης και της γεωγραφικής επαγωγής της περιοχής όπου θα υλοποιηθεί το έργο ή η δραστηριότητα,
- ✓ Την καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης περιβάλλοντος (φυσικό περιβάλλον, οικοσυστήματα, έδαφος, μετεωρολογικά και υδρογραφικά – υδρολογικά στοιχεία, χλωρίδα – πανίδα, ανθρωπογενές περιβάλλον, οικισμοί περιοχής, παραγωγικοί τομείς, φυσικοί πόροι, τουρισμός, υφιστάμενες υποδομές, πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον),
- ✓ Την περιγραφή του προτεινόμενου έργου (δυνατές εναλλακτικές λύσεις – θέσεις, τεχνικές κατασκευής, οχλήσεις),
- ✓ Την εκτίμηση και αξιολόγηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων για κάθε εναλλακτική λύση (ατμόσφαιρα, νερά, μορφολογία – έδαφος, χλωρίδα – πανίδα, θόρυβος, δίκτυα),
- ✓ Την περιγραφή μέτρων για πρόληψη, μείωση και άρση των αρνητικών επιπτώσεων (συμπεριλαμβανομένου και του προγράμματος παρακολούθησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων), και
- ✓ Ενδεικτική αναφορά στις δυσκολίες κατά την εκπόνηση της ΜΠΕ

Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 1) παρουσιάζεται η πορεία που ακολουθείται κατά τη διαδικασία εκπόνησης μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.



Σχήμα 1: Διαδικασία Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Γύρω στο 1995 σε διάφορες χώρες, όπως είναι ο Καναδάς και η Ολλανδία, άρχισε να εφαρμόζεται η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε πολιτικές, σχέδια και προγράμματα. Η στροφή αυτή πηγάζει από την ανάγκη διασφάλισης αποτελεσματικής, μακροχρόνιας και υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος. Η ενσωμάτωση περιβαλλοντικών διαστάσεων σε ανώτερα επίπεδα λήψης αποφάσεων, σε επίπεδο δηλαδή στρατηγικού σχεδιασμού και προγραμματισμού, αποτελεί μια δυναμική διαδικασία που συνάδει με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.

Η Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) δεν αντικαθιστά τις ΜΠΕ. Λειτουργεί συμπληρωματικά σε ένα ευρύτερο επίπεδο σχεδιασμού, ενσωματώνοντας περιβαλλοντικούς και αειφορικούς παράγοντες στη χάραξη πολιτικής για ένα μεγάλο αριθμό δράσεων. Η ΣΜΠΕ εκπονείται στα πλαίσια της Κοινοτικής Οδηγίας **2001/42/ΕΚ**, με την εναρμόνιση της στο ελληνικό δίκαιο με την **Αριθμ. ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ. 107017** απόφαση.

Η Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) για σχέδια ή προγράμματα περιλαμβάνει τουλάχιστον :

- ✓ μια μη τεχνική περίληψη για το σύνολο της μελέτης,
- ✓ γενικά στοιχεία της αρχής σχεδιασμού του σχεδίου ή προγράμματος και του μελετητή της Σ.Μ.Π.Ε.,
- ✓ τη σκοπιμότητα και τους στόχους του σχεδίου ή προγράμματος, με ιδιαίτερη αναφορά στους διεθνείς, κοινοτικούς ή εθνικούς στόχους περιβαλλοντικής προστασίας που αφορούν το εν λόγω σχέδιο και τη σχέση του με άλλα σχέδια ή προγράμματα
- ✓ την περιγραφή του σχεδίου ή προγράμματος, με ιδιαίτερη αναφορά στο γεωγραφικό πεδίο εφαρμογής του, στο περιεχόμενό του και στα έργα και δραστηριότητες που πιθανόν να προκύψουν από την εφαρμογή του,
- ✓ την περιγραφή των εναλλακτικών δυνατοτήτων (συμπεριλαμβανομένης και της μηδενικής λύσης),
- ✓ την περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του περιβάλλοντος,
- ✓ την εκτίμηση, αξιολόγηση και αντιμετώπιση των επιπτώσεων στο περιβάλλον του σχεδίου ή προγράμματος,
- ✓ στοιχεία κανονιστικής πράξης περιβαλλοντικής έγκρισης του σχεδίου ή προγράμματος,
- ✓ δυσκολίες που ανέκυψαν κατά την εκπόνηση της Σ.Μ.Π.Ε.,
- ✓ βασικές μελέτες και έρευνες που θα πρέπει να εκπονηθούν πριν την έγκριση των έργων και δραστηριοτήτων που προκύπτουν από την εφαρμογή του σχεδίου ή προγράμματος, και
- ✓ παράρτημα κειμένων τεκμηρίωσης και χαρτών-σχεδίων κατάλληλης κλίμακας ανάλογα με τη χωρική διάσταση του σχεδίου ή προγράμματος.

2.4 Μέθοδοι Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Κατά τη διαδικασία της εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων εφαρμόζεται μια σειρά από τεχνικές και μεθόδους που στόχο έχουν τον εντοπισμό και τον προσδιορισμό των πιθανών επιπτώσεων που θα προκύψουν από ένα προτεινόμενο έργο ή δραστηριότητα. Υπάρχουν τόσο οι κλασσικές μέθοδοι όσο και οι μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης. Το πλεονέκτημα των μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης έναντι των κλασσικών κατά την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων έργων οδοποιίας, έγκειται στο γεγονός ότι αντιμετωπίζουν το περιβάλλον όχι ως στατικό και λαμβάνουν υπόψη την αβεβαιότητα που το χαρακτηρίζει.

Οι κυριότερες μέθοδοι λοιπόν διερεύνησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός έργου είναι οι ακόλουθες:

1. **Μήτρες – Πίνακες (*matrices*)**. Πρόκειται για έναν πίνακα διπλής εισόδου όπου καταγράφονται οι μεταβλητές που θα διερευνηθούν και οι διάφορες φάσεις του έργου. Αποτελεί μια ποιοτική μέθοδο που εκτιμά τη σπουδαιότητα της επίπτωσης που προκαλείται από κάθε παράμετρο. Συνήθως συνδυάζεται με άλλους πίνακες ή δίκτυα
2. **Σύστημα δικτύου (*network*)**. Καταγράφονται οι αθροιστικές επιπτώσεις ενός έργου ή δραστηριότητας σε συνδυασμό με κάποιες άλλες στην ευρύτερη περιοχή και διαχρονικά.
3. **Κατάλογοι (*checklists*)**. Συμβάλλει κυρίως στην πρόληψη και απαριθμεί τις μεταβλητές εκείνες του περιβάλλοντος που εκτιμάται ότι θα επηρεαστούν από την κατασκευή και λειτουργία του συγκεκριμένου έργου. Συνήθως συνδυάζεται με τη γνωμοδότηση ειδικών επιστημόνων (*experts – Delphi method*).
4. **Δελφική μέθοδος (*ad hoc ή delphi method*)**. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο επιχειρείται η εκτίμηση των αναμενόμενων επιπτώσεων από ένα έργο με τη βοήθεια ειδικών επιστημόνων – εμπειρογνομόνων (*experts*) στο τομέα του περιβάλλοντος. Η απόκτηση της γνώσης λαμβάνεται μέσω απάντησης ερωτηματολογίων (καταλόγων) που είτε αποστέλλονται ταχυδρομικά είτε διεξάγεται συνεδρία μέσω διαδικτύου.
5. **Τεχνική επικαλύψεων (*overlays*)**. Πρόκειται για συνδυασμό θεματικών επιπέδων που περιέχουν περιβαλλοντική πληροφορία με σκοπό τη διερεύνηση είτε της κατανομής μιας συγκεκριμένης μεταβλητής στο χώρο, είτε του συνδυασμού διαφορετικών παραμέτρων. Οι επικαλύψεις βρίσκουν εφαρμογή ιδίως στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και διευκολύνουν την εύρεση της κατάλληλης περιοχής για τη χωροθέτηση ενός συγκεκριμένου έργου.

6. **Περιβαλλοντικοί Δείκτες (indicators).** Πρόκειται για στατιστικά στοιχεία που αφορούν είτε μια μεταβλητή είτε τη σύνδεση επιμέρους παραμέτρων που σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που θα επιφέρει μια συγκεκριμένη ανθρώπινη δραστηριότητα. Είναι αποτέλεσμα πρωτογενών και επεξεργασμένων δεδομένων με σκοπό την ποσοτικοποίηση της πληροφορίας. Ωστόσο ενέχουν κινδύνους κυρίως σε ότι αφορά το μέγεθος της αξιοπιστίας που τους δίνεται. Οι χρήση δεικτών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη κατά την εκτίμηση του επιπέδου ηχορύπανσης που αναμένεται κατά την κατασκευή και λειτουργία ενός έργου.
7. **Μοντέλα προσομοίωσης (simulation models).** Πρόκειται για ειδικά λογισμικά που έχουν ενσωματώσει την νομοθεσία που αφορά το περιβάλλον και την προστασία του αλλά και τη γνώση των επιστημόνων του χώρου, προκειμένου να διερευνηθούν οι επιπτώσεις ενός έργου στο ευρύτερο περιβάλλον. Ως δεδομένα εισόδου απαιτούνται στοιχεία που αφορούν τις διάφορες μεταβλητές αλλά και τη φύση του έργου. Τα μοντέλα προσομοίωσης είναι ιδιαίτερα χρήσιμα κατά τον υπολογισμό των εκπεμπόμενων ρύπων και σκόνης κατά την κατασκευή και λειτουργία ενός έργου.
8. **Τεχνικές επιλογής και διαχωρισμού (screening methods).** Χρησιμοποιούνται κυρίως για τον προσδιορισμό των αναγκαίων μόνο παραμέτρων για ένα συγκεκριμένο έργο.
9. **Κινδύνων και αβεβαιότητας (hazard and uncertainty)** είτε εξαιτίας έλλειψης γνώσεων, είτε αδυναμίας πρόβλεψης των πιθανών μελλοντικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από ένα έργο.
10. **Μέθοδοι περιβαλλοντικής απογραφής (environmental survey methods).**
11. **Περιβαλλοντικές προβλέψεις (environmental forecasting).**
12. **Μοντέλα διασποράς (diffusion models).**

Βιβλιογραφία

1. Αραβώσης Κ. (2002). Η Χρήση Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων στο Σχεδιασμό και την Αξιολόγηση Έργων, Περιβάλλον & Δίκαιο, Τεύχος 1, Νομική Βιβλιοθήκη, Αθήνα
2. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Νόμος 1650/86
3. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Νόμος 3010/02
4. Κασσιός, Κ. (2009). Μέθοδοι και Τεχνικές Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων – Ειδικά Θέματα Διαχείρισης Φυσικών Πόρων, Σημειώσεις για το Μ.Π. Γεωπληροφορική της ΣΑΤΜ, Αθήνα
5. Κασσιός, Κ., Λάμπρου Μ., Επίπεδα Διαφορών των Διαδικασιών της Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ) και της Στρατηγικής Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΠΕ)
6. Μανούρης Γ., Γιούτσου Α., Κασσιός, Κ. (18-20 Μαΐου 2005). Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από Έργα Οδοποιίας. Μια συνθετική προσέγγιση , 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Βόλος
7. ΥΠΕΧΩΔΕ, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας. Εγκύκλιος 37/94, Προσωρινές Προδιαγραφές για Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από Οδικά έργα
8. ΥΠΕΧΩΔΕ, Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος (Νοέμβριος 2000). Αναμόρφωση – Αναβάθμιση του θεσμού των Μελετών περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Έργων και Δραστηριοτήτων – Εναρμόνιση με την οδηγία 97/11/ΕΕ και την οδηγία 96/61/ΕΕ
9. EIA around the world: http://www.viswiki.com/en/Environmental_impact_assessment

3. ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (Google Earth)

3. Ελεύθερα Διαδικτυακά Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Google Earth)

3.1 Διαδίκτυο και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Η Διαχείριση και η Ανάλυση Γεωγραφικών Δεδομένων με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) πρέπει να αποτελεί βασικό μέλημα σε κάθε μορφής διαδικασία λήψης αποφάσεων. Οι αποφάσεις αυτές μπορεί να είναι οικονομικές, κοινωνικές ή πολιτικές, σε τοπικό αλλά και διεθνές επίπεδο, έχουν όμως κοινό παρονομαστή την Ανάλυση του Χώρου και το Χωρικό Σχεδιασμό μέσω αυτής.

Οι έννοιες και οι τεχνικές των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι γνωστές από τη δεκαετία του 1950, ωστόσο λόγω των υψηλών τους απαιτήσεων σε υλικό και λογισμικό, η εφαρμογή τους περιορίστηκε για αρκετά χρόνια σε Πανεπιστημιακά Ιδρύματα. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών οδήγησε στη δημιουργία πακέτων λογισμικού των ΓΣΠ. Έκτοτε η εξέλιξη των ΓΣΠ υπήρξε αλματώδης, καθώς η δυνατότητα χρησιμοποίησης των πακέτων αυτών σε πληθώρα εφαρμογών οδήγησε στην ευρεία αποδοχή τους από τους χρήστες.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν ως κυρίαρχο στόχο τον χωρικό σχεδιασμό και αντιπροσωπεύουν ένα «ισχυρό σύνολο εργαλείων για την συλλογή, αποθήκευση, ανάληψη ανά πάσα στιγμή, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου»⁶. Παρέχουν τη δυνατότητα για ταυτόχρονη διαχείριση, σύνδεση και ανάλυση των χωρικών και περιγραφικών δεδομένων μιας οντότητας.

Η τεχνολογική εξέλιξη στη σημερινή εποχή έχει αναμφισβήτητα επηρεάσει τον τρόπο διακίνησης των δεδομένων. Η έννοια του χάρτη με την παραδοσιακή "στατική" του μορφή, αποκτά στις μέρες μας νέα διάσταση. Έτσι η μετάδοση της πληροφορίας πραγματοποιείται μέσω δυναμικής απεικόνισης των δεδομένων σε διακρατικό περιβάλλον και πραγματικό χρόνο.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 παρατηρείται ευρεία χρήση του Διαδικτύου (Internet), γεγονός που συνέβαλλε στην αποτελεσματική διείσδυση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών σε νέα πεδία και εφαρμογές. Διαμορφώθηκε έτσι μια νέα τεχνολογία, γνωστή με τον όρο Web-GIS, μεταβάλλοντας τον τρόπο που μέχρι τότε ο χρήστης αποκτά, διαχειρίζεται, και μοιράζεται γεωγραφικά δεδομένα από διαφορετικές πηγές.

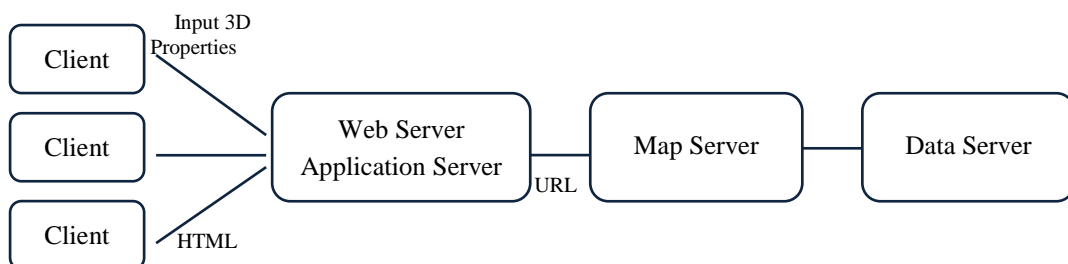
⁶ Σύμφωνα με τον Burrough (1983)

Ο νέος τρόπος συλλογής, και οπτικοποίησης δεδομένων ικανοποιείται μέσα από τον Παγκόσμιο Ιστό, καθώς ο τελευταίος παρέχει τη δυνατότητα εύκολης και άμεσης πρόσβασης σε ένα ολοένα και αυξανόμενο όγκο χωρικών δεδομένων. Η προσβασιμότητα στα Web-GIS έρχεται να απαλλάξει το χρήστη από τα προβλήματα που δημιουργούνταν στο παρελθόν, κατά την προσπάθεια αξιοποίησης δεδομένων διαφορετικών μορφών και από διαφορετικές πηγές. Η έννοια της διαλειτουργικότητας που διέπει τα Ελεύθερα Διαδικτυακά Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, έγκειται στη δυνατότητα ανταλλαγής και ενοποίησης δεδομένων από διαφορετικά πληροφοριακά περιβάλλοντα μέσω της υιοθέτησης κοινών προτύπων.

Το πλέον διαδεδομένο Ελεύθερο Διαδικτυακό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι το Google Earth που χρησιμοποιεί το πρότυπο kml για τη διαχείριση και την οπτικοποίηση της χωρικής πληροφορίας. Άλλα Διαδικτυακά ΓΣΠ εξίσου σημαντικά είναι το Microsoft Virtual Earth και το ArcGIS Explorer. Τα συστήματα αυτά, που παρουσιάζονται στη συνέχεια, όχι μόνο απαντούν σε ερωτήματα δίνοντας χωρική πληροφορία, αλλά και παρέχουν οπτικοποίηση της χωρικής αυτής πληροφορίας κάνοντας χρήση των δυνατοτήτων ενός ΓΣΠ.

3.2 Βασικά Συστατικά μέρη των Web-GIS

Μια εφαρμογή διαδικτύου στηρίζεται στη σχέση πελάτη-εξυπηρετητή (client-server). Κάθε φορά που ο χρήστης (client) θέτει ένα ερώτημα, αρχικά ο εξυπηρετητής δικτύου (Web Server) λαμβάνει το αίτημα και στη συνέχεια θέτει σε λειτουργία τους εξυπηρετητές εφαρμογών (Web Application). Εν συνεχεία, πραγματοποιείται η επεξεργασία του ερωτήματος από τον εξυπηρετητή χαρτών (Map Server) και παράγονται οι απαιτούμενοι χάρτες. Τέλος, ο εξυπηρετητής δεδομένων (Data Server) διανέμει την πληροφορία (χωρική και μη) στο χρήστη, ο οποίος λαμβάνει την απάντηση στο ερώτημα που έθεσε συνήθως με τη μορφή εικόνας. Στο Σχήμα 2 που ακολουθεί φαίνονται τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται ένα Διαδικτυακό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών.

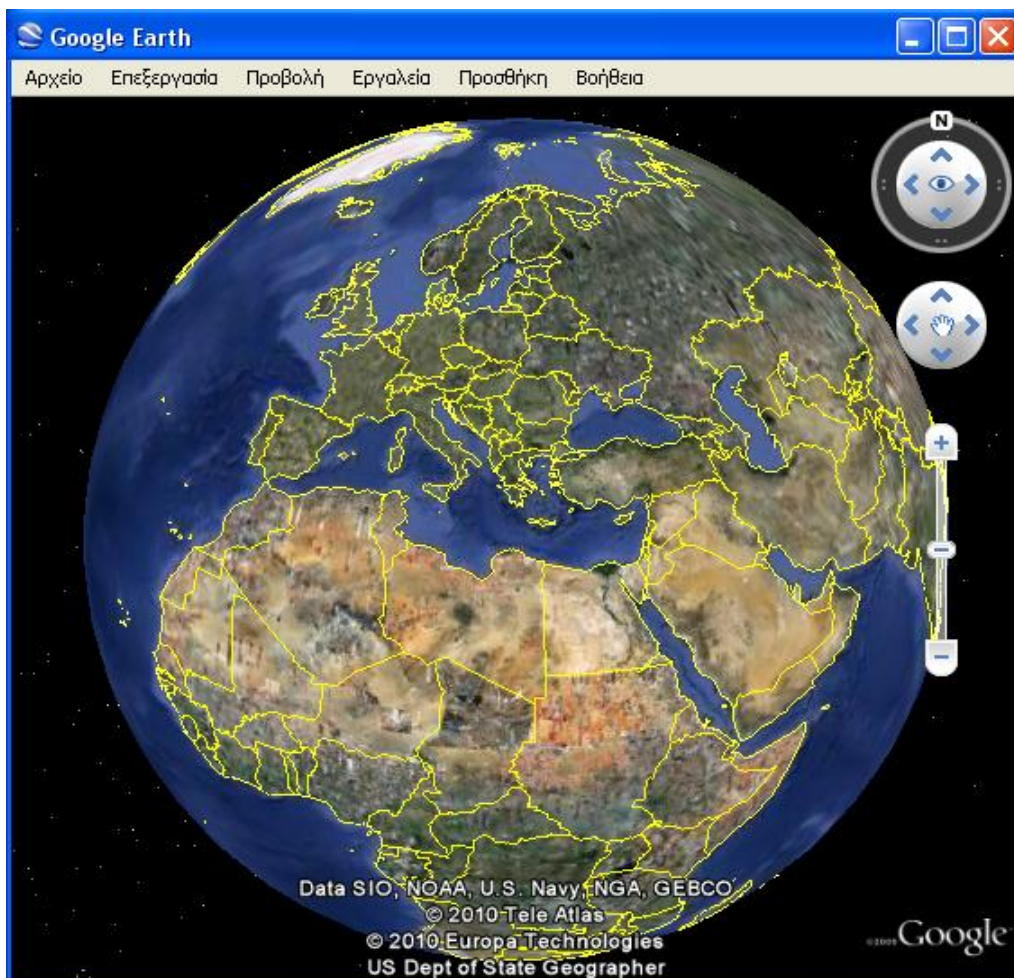


Σχήμα 2: Βασικά συστατικά μέρη των Web-GIS
(πηγή: [Institute of Space and Earth Information Science-CUHK](#))

3.3 Παρουσίαση του Google Earth

3.3.1 Γενικά

Το Google Earth είναι προϊόν της εταιρείας Keyhole Inc., η οποία το 2004 απορροφήθηκε από την Google. Το λογισμικό αρχικά έγινε γνωστό με την ονομασία Earth Viewer, ενώ η μετονομασία του σε Google Earth έγινε το 2005. Πρόκειται για ένα χαρτογραφικό πρόγραμμα διαχείρισης χαρτογραφικών δεδομένων που καλύπτουν όλη τη γη, με πολλές δυνατότητες όπως είναι η εστίαση σε οποιοδήποτε σημείο ή περιοχή της γης, η εικονική πλοήγηση κτλ. Οι απεικονίσεις που χρησιμοποιεί το Google Earth έχουν ληφθεί σε διάφορες χρονολογίες, αλλά ποτέ δεν είναι παλιότερες από 3 χρόνια. Η διακριτική ικανότητα ποικίλει ανάλογα με την τοποθεσία και το ενδιαφέρον της περιοχής, ωστόσο για τις περισσότερες περιοχές του πλανήτη η ανάλυση των εικόνων είναι τουλάχιστον 15 μέτρα. Για την απεικόνιση του υποβάθρου το Google Earth χρησιμοποιεί την απλή κυλινδρική προβολή με το datum του Παγκόσμιου Γεωδαιτικού Συστήματος Συντεταγμένων WGS84. Κάθε χωρική πληροφορία που εισάγεται στο Google Earth πρέπει να είναι εκφρασμένη στο σύστημα αυτό.



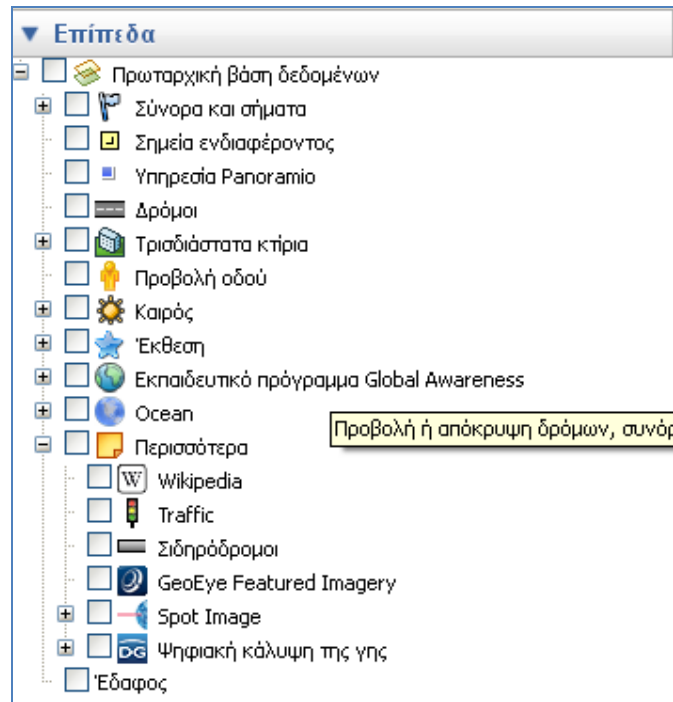
Εικόνα 1: Παράθυρο πλοήγησης από το Google Earth

Το Google Earth αποτελεί ουσιαστικά ένα Γεωγραφικό – Πληροφοριακό σύστημα που παρέχει τη δυνατότητα τρισδιάστατης απεικόνισης δορυφορικών εικόνων μεγάλης ευκρίνειας από όλα τα σημεία της Γης. Η πρόσβαση στην εφαρμογή του Google Earth είναι ελεύθερη και γίνεται μέσω του διαδικτύου (Internet). Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να την ενσωματώσουν σε οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα (Windows 2000/XP/Vista/7 , Linux και Mac OS X), ενώ υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα γλωσσών.

Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα εισαγωγής πληροφορίας στην εφαρμογή από το χρήστη μέσω του προτύπου KML. Το γεγονός αυτό καθιστά το Google Earth ένα χρήσιμο εργαλείο και ιδιαίτερα διαδεδομένο, τόσο για απλούς όσο και για επαγγελματικούς σκοπούς. Ένα ακόμα πλεονέκτημα του λογισμικού Google Earth έχει να κάνει με την αρμονική του συνεργασία και με άλλα χαρτογραφικά προγράμματα της αγοράς όπως είναι το ArcGIS και το AutoCad, σε επίπεδο ανταλλαγής δεδομένων. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης μπορεί να προβεί σε εξαγωγή δεδομένων του ArcGIS ή του AutoCad στο Google Earth, σε εισαγωγή δεδομένων από το Google Earth στο ArcGIS ή το AutoCad, αλλά και σε γεωαναφορά εικόνων του Google Earth με βάση κάποια σταθερά σημεία και χρήση των δύο παραπάνω λογισμικών. Η μετατροπή των αρχείων σε μορφές συμβατές για χρήση από το ένα πρόγραμμα στο άλλο πραγματοποιείται με τη βοήθεια κατάλληλων προγραμμάτων, εύκολα διαθέσιμων στο διαδίκτυο, τα οποία και ενσωματώνονται στα κύρια λογισμικά.

Εκτός από τις δορυφορικές φωτογραφίες και αεροφωτογραφίες που χρησιμοποιεί η συγκεκριμένη εφαρμογή για τη χαρτογράφηση της γήινης επιφάνειας, διαθέτει και μία βάση δεδομένων, όπου αποθηκεύονται διάφορες πληροφορίες (χωρικές και περιγραφικές). Τα δεδομένα αυτά απεικονίζονται σε διαφορετικά επίπεδα (Εικόνα 2) και αφορούν:

- Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους για την απόδοση της τρίτης διάστασης
- Οδικό δίκτυο
- Σύνορα και ονόματα χωρών
- Περιοχές γεωγραφικού ενδιαφέροντος (πόλεις, βουνά, λίμνες, μνημεία)
- Τρισδιάστατες απεικονίσεις κτιρίων και κατασκευών
- Όμορφες και ενδιαφέρουσες φωτογραφίες από την υπηρεσία Panoramio
- Άρθρα γραμμένα σε συνεργασία μεταξύ των χρηστών, σχετικά με τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο από την υπηρεσία Wikipedia
- Βίντεο από τον ιστότοπο YouTube
- Εικόνες και ιστορίες από το Περιοδικό National Geographic



Εικόνα 2: Επίπεδα Google Earth

3.3.2 Εκδόσεις του Google Earth

Κάνοντας μια ιστορική αναδρομή παρατηρούμε ότι το πρωτόλειο λογισμικό Google Earth παρείχε στους χρήστες δυνατότητες που περιοριζόταν στην εύρεση σημείων ενδιαφέροντος και στη θέα της ρεαλιστικής απεικόνισης. Σήμερα, η πιο πρόσφατη έκδοση είναι η 5.2 η οποία παρέχει αυξημένες δυνατότητες ακόμα και στους χρήστες της βασικής έκδοσης.

Η εφαρμογή Google Earth είναι διαθέσιμη σε τρεις διαφορετικές εκδόσεις που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Google Earth Free (πρώτη έκδοση)

Πρόκειται για τη βασική έκδοση του Google Earth, η οποία παρά το γεγονός ότι προσφέρεται χωρίς συνδρομή στους χρήστες είναι μια αρκετά δυναμική έκδοση με πληθώρα δυνατοτήτων (Εικόνα 3). Οι βασικές δυνατότητες περιλαμβάνουν:

- ✓ την πλοήγηση σε οποιοδήποτε σημείο της γης,
- ✓ την αλλαγή της οπτικής γωνία θέασης μιας εικόνας,
- ✓ τη μεγέθυνση ή σμίκρυνση και πραγματική μετακίνηση,
- ✓ την προσθήκη περιοχών ενδιαφέροντος με χρήση συμβόλου,
- ✓ την επιλογή των θεματικών επιπέδων που ο χρήστης επιθυμεί να εμφανίσει,
- ✓ τη μέτρηση αποστάσεων σε διάφορες μονάδες μέτρησης (km, miles, m κτλ)
- ✓ την αποθήκευση των αρχείων που ο χρήστης έχει δημιουργήσει σε μορφή *.kml,

- ✓ την εισαγωγή σημείων από συσκευές GPS,
- ✓ τη δημιουργία ταινιών μεγεθύνσεων και εικονικών περιηγήσεων,
- ✓ την προβολή παλαιότερων εικόνων της γης ώστε να διερευνηθεί κατά πόσο οι διάφορες τοποθεσίες έχουν αλλάξει με την πάροδο του χρόνου, και
- ✓ την επισήμανση μιας τοποθεσίας ως δημόσιας στους υπόλοιπους χρήστες



Εικόνα 3: Βασική Εργαλειοθήκη Google Earth

Google Earth Pro (δεύτερη έκδοση)

Η παρούσα έκδοση επιβαρύνει το χρήστη με κάποιο κόστος με τη μορφή συνδρομής και προορίζεται κυρίως για επαγγελματικές και εμπορικές χρήσεις. Ωστόσο, η συγκεκριμένη έκδοση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως δοκιμαστική έκδοση (Demo), για συγκεκριμένο μικρό χρονικό διάστημα. Σε σύγκριση με την βασική έκδοση προσφέρει υψηλότερη ταχύτητα μέσω διαδικτύου, υψηλότερη ανάλυση τόσο κατά την απλή θέαση όσο και κατά την εκτύπωση και αποθήκευση εικόνων (4000 pixels σε σύγκριση με 1000 pixels στη δωρεάν έκδοση). Επιπλέον, παρέχει πρόσθετες δυνατότητες όπως είναι :

- ✓ η μέτρηση του εμβαδού μιας περιοχής (πολύγωνο),
- ✓ η εισαγωγή μερικών χιλιάδων τοποθεσιών είτε ανά διεύθυνση είτε ανά γεωγραφικό πλάτος / μήκος, και
- ✓ η άμεση εισαγωγή δεδομένων GIS όπως αρχεία *.shp και *.tab

Google Earth Enterprise (τρίτη έκδοση)

Η συγκεκριμένη έκδοση απευθύνεται κυρίως σε επιχειρήσεις που ασχολούνται με εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Το Google Earth Enterprise συμβάλλει στη δημιουργία και εξυπηρέτηση αυτόνομων βάσεων δεδομένων που περιλαμβάνουν δεδομένα εικόνων, εδάφους, διανυσματικά δεδομένα και δεδομένα KML. Με την εφαρμογή Google Earth Enterprise παρέχεται στους χρήστες ένα σύστημα client – server, γνωστό ως σύστημα πελάτη – διακομιστή (Google Earth Client και Google Earth Server). Παρέχει στους χρήστες πλήρη τρισδιάστατη προβολή της περιοχής που τους ενδιαφέρει συνδυάζοντας εικόνες, δεδομένα, σημεία, γραμμές, πολύγωνα, τρισδιάστατα μοντέλα και KML αρχεία.

3.3.3 Χαρτογραφικό Υπόβαθρο Google Earth

Οι βασικές δορυφορικές εικόνες είναι ίδιες για όλες τις εκδόσεις του Google Earth, η διαφορά έγκειται στην ανάλυση και τις πρόσθετες δυνατότητες που προσφέρονται στο χρήστη ανάλογα με την έκδοση. Για την απεικόνιση της υδρογείου χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός δορυφορικών εικόνων, αεροφωτογραφιών και δεδομένων GIS. Ως επί το πλείστον οι περισσότερες δορυφορικές εικόνες που

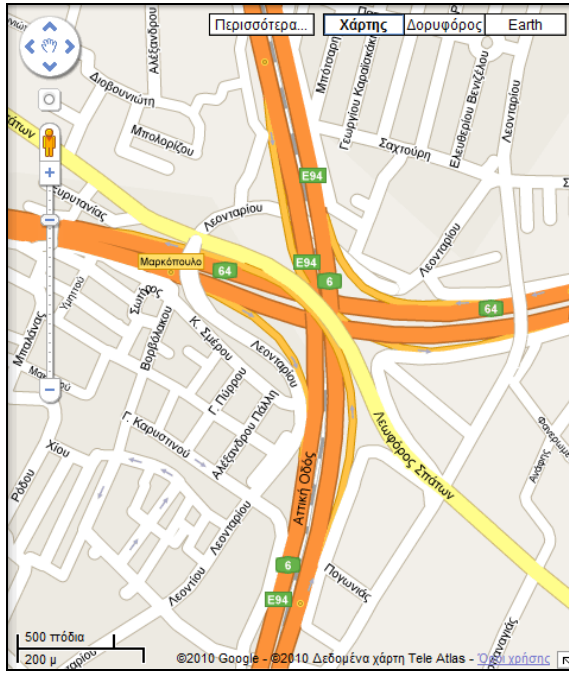
χρησιμοποιούνται δεν είναι γεωμετρικά διορθωμένες (orthophoto) και η Digital Globe που αποτελεί τον κύριο προμηθευτή εικόνων της Google αποσκοπεί στη δημιουργία ορθοεικόνων που θα καλύπτουν όλη την υδρόγειο.

Επιπρόσθετα, το Google Earth χρησιμοποιεί το Παγκόσμιο Σύστημα Αναφοράς WGS '84 με απλή σύμμορφη κυλινδρική προβολή (Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή), το οποίο αποκλίνει από το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87) κατά περίπου ένα μέτρο. Κατ' επέκταση διατηρούνται οι γωνιακοί μετασχηματισμοί και το σωστό σχήμα των αντικειμένων. Αυτή η ιδιότητα, ωστόσο, δεν ισχύει για περιοχές σημαντικού μεγέθους και επομένως οι επιφάνειες παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραμόρφωση σε σύγκριση με μία γραμμή.

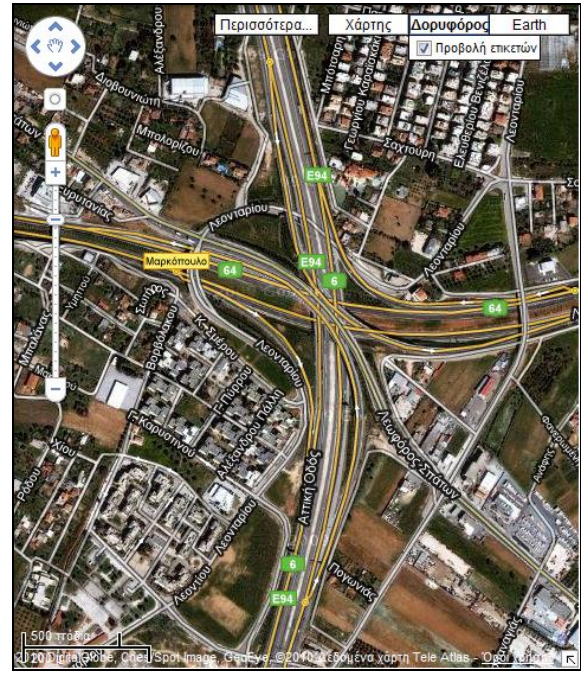
Επιπλέον, στους χρήστες του Google Earth, παρέχεται η δυνατότητα μετάβασης στην αντίστοιχη ιστοσελίδα με τον χάρτη της περιοχής (Google Maps και Google Maps API⁷) που τη δεδομένη στιγμή είναι ενεργή στην οθόνη. Οι απεικονίσεις που διατίθενται πλέον των χαρτών είναι (Εικόνα 4) :

- Map (Χάρτης): Εμφανίζεται ένας χάρτης με παραδοσιακή απεικόνιση οδών, πάρκων, συνόρων, υδάτινων επιφανειών κτλ.
- Satellite (Δορυφόρος): Πρόκειται για δορυφορικές απεικονίσεις ή αεροφωτογραφίες, η ανάλυση των οποίων ποικίλει ανάλογα με την περιοχή. Παράλληλα δίνεται η δυνατότητα εμφάνισης ονομάτων οδών και άλλων λεπτομερειών με την επιλογή του στοιχείου "Εμφάνιση Ετικετών"
- Terrain (Εδαφος): Πρόκειται για μια απεικόνιση που αναπαριστά το ανάγλυφο
- Earth: Με την επιλογή αυτή πραγματοποιείται αλλαγή της προβολής σε Google Earth. Η απεικόνιση αυτή περιορίζεται σε γεωγραφικά χαρακτηριστικά, όπως βουνά και φαράγγια, και δεν εφαρμόζεται σε κτίρια.

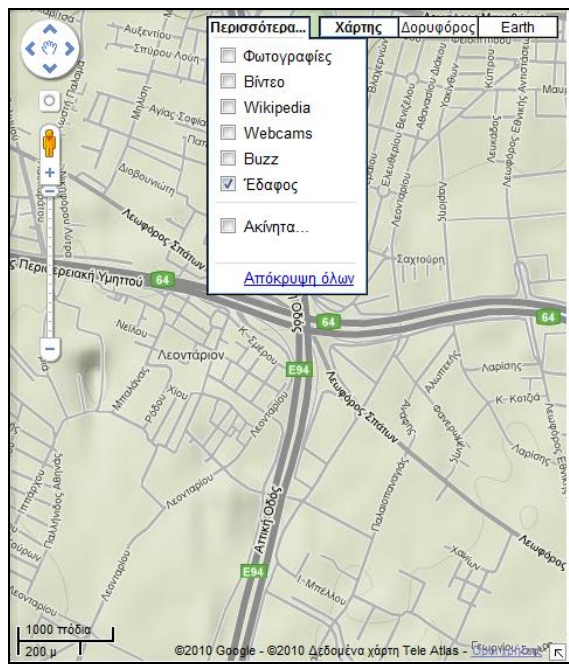
⁷ <http://maps.google.com/>



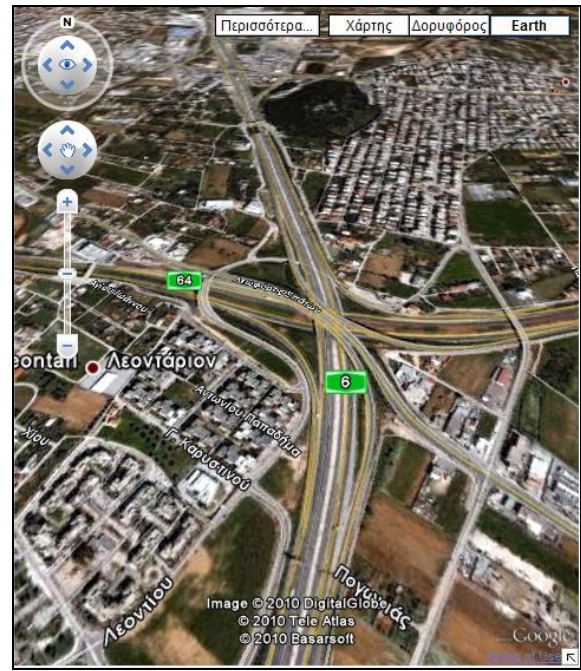
Απεικόνιση Χάρτη



Απεικόνιση Δορυφόρου



Απεικόνιση Εδάφους



Απεικόνιση σε Google Earth

Εικόνα 4: Διαφορετικές Προβολές της ίδιας περιοχής από την Υπηρεσία Google Maps

Με το Google Maps API η Google επιτρέπει την ενσωμάτωση χαρτών Google Maps σε άλλες ιστοσελίδες καθώς και την απεικόνιση δεδομένων σε αυτούς. Η υπηρεσία διατίθεται δωρεάν, με την απόκτηση ενός κλειδιού (api-key) για την εκάστοτε ιστοσελίδα από τη Google.

3.3.4 Η γλώσσα KML

Η Keyhole Markup Language (KML) βασίζεται στην XML γλώσσα και αναπτύχθηκε αρχικά από την εταιρεία Google με σκοπό να απεικονίσει τις χωρικές πληροφορίες (συμπεριλαμβανομένης και της τρίτης διάστασης) στις εφαρμογές της Google Earth (τρισεδιάστατη εικονική σφαίρα), Google Maps (δισδιάστατη διαδικτυακή εφαρμογή) και Google Maps for Mobile (δισδιάστατη mobile εφαρμογή). Σήμερα, η KML αποτελεί ανοιχτό πρότυπο του Open Geospatial Consortium (OGC)⁸ και χρησιμοποιείται για να συμβάλλει στη διαμόρφωση και αποθήκευση γεωγραφικών χαρακτηριστικών, όπως είναι σημεία, γραμμές, εικόνες, πολύγωνα και μοντέλα. Θεωρείται ένα δυνατό μέσο στη διάδοση και διάθεση πληροφοριών για διαφορετικές εφαρμογές.

Η ισχύουσα αυτή τη στιγμή έκδοση του προτύπου είναι η 2.2. Το πρότυπο KML μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχολιασμό της γήινης επιφάνειας, τον ορισμό εικονιδίων και ετικετών που προσδιορίζουν συγκεκριμένες τοποθεσίες της γης, τον προσδιορισμό διαφορετικών οπτικών γωνιών λήψης, τον ορισμό μορφοποίησης και τον καθορισμό θέσης και προσανατολισμού των τρισεδιάστατων αντικειμένων.

Ένα αρχείο KML μπορεί να δημιουργηθεί με τη βοήθεια ενός κειμενογράφου, με κατάλληλη σύνταξη της γλώσσας XML αποθηκεύοντας το απλό κείμενο txt με κατάληξη .kml ή .kmz αν πρόκειται για συμπιεσμένο αρχείο. Επίσης, ένα KML αρχείο μπορεί να παραχθεί απευθείας από το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής Google Earth ώστε να δομηθεί οπτικά η γεωγραφική πληροφορία.

Οι χρήστες του Google Earth (ακόμη και της βασικής έκδοσης) έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύσουν την επεξεργασμένη εικόνα από το εν λόγω λογισμικό, με τη μορφή kml αρχείου και στη συνέχεια να το αποστείλουν μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Επιπλέον, οι νέες επεξεργασμένες εικόνες μπορούν να αποθηκευτούν και σε ένα web server ή network server, καθιστώντας δυνατή τη χρήση τους από άλλους χρήστες του ίδιου προγράμματος που έχουν πρόσβαση στο server. Επιπρόσθετα, παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας συνδέσεων (links ή references) με τα kml αρχεία.

Αναφορικά με τις συνδέσεις δικτύου (network links) το Google Earth παρέχει τη δυνατότητα δημοσίευσης της επεξεργασμένης εικόνας, με τέτοιο τρόπο που προσιδιάζει σε ιστοσελίδα ή μηχανή αναζήτησης. Επίσης, όπως και οι ιστοσελίδες παρακολουθούνται από πολλούς χρήστες, αλλά μπορούν να τροποποιηθούν μόνο από όσους έχουν την απαιτούμενη άδεια, το ίδιο ισχύει και για τα αρχεία kml τα οποία έχουν προστεθεί σε ένα network link, αφού μπορούν να τροποποιηθούν μόνο από τον χρήστη που τα δημιούργησε.

⁸ Πρόκειται για έναν διεθνή, μη κερδοσκοπικό οργανισμό καθορισμού συναινετικών προτύπων ανταλλαγής χωρικών πληροφοριών

Το πρότυπο kml διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη βελτίωση της διαλειτουργικότητας. Ως γνωστόν, η διαλειτουργικότητα σκοπό έχει να αναπτύξει μηχανισμούς ώστε να εξαιλεφθεί οποιαδήποτε μη σύμπτωση και ετερογένεια και να επιτευχθεί προσπέλαση σε δεδομένα από διαφορετικές πηγές. Με τη χρήση του προτύπου kml, λοιπόν, επιτυγχάνεται γρήγορη και εύκολη συνεργασία μεταξύ των χρηστών, εξαιτίας της αναγνωσιμότητας και της ευκολίας στην ανταλλαγή των δεδομένων.

3.4 Παρουσίαση του Microsoft Virtual Earth

Το σύστημα Virtual Earth, αποτελεί μια desktop εφαρμογή, που παρέχεται από την εταιρεία Microsoft. Είναι ισοδύναμο με το Google Earth, καθώς παρέχει δορυφορική απεικόνιση της γης τόσο στις δύο διαστάσεις όσο και στον τρισδιάστατο χώρο. Η διακριτική ικανότητα των δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών, καθώς και ο όγκος των δεδομένων που παρέχεται, ποικίλει ανάλογα με τη σπουδαιότητα της περιοχής.

Η πρόσβαση στο συγκεκριμένο σύστημα είναι δυνατή απευθείας με χρήση ενός browser, και απαιτείται σύνδεση στο διαδίκτυο. Η διαδικασία αναζήτησης υλοποιείται μέσω του πεδίου "Search box". Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ τριών διαθέσιμων κατηγοριών δεδομένων : Business, Maps, People. Με την επιλογή της πρώτης κατηγορίας είναι εφικτή η αναζήτηση επιχειρήσεων ή ειδικών κατηγοριών επιχειρήσεων όπως για παράδειγμα ξενοδοχεία και εστιατόρια. Με τη δεύτερη κατηγορία αναζήτησης είναι δυνατή η εύρεση τοποθεσιών, ενώ η τρίτη συμβάλει στην εύρεση ανθρώπων ορίζοντας ως δεδομένο εισαγωγής το ακριβές όνομα.

Επιπλέον, παρέχονται μια σειρά από δυνατότητες όπως φαίνεται παρακάτω :

- ✓ δυνατότητα αναζήτησης και απεικόνισης συγκεκριμένων πληροφοριών και σημείων ενδιαφέροντος, όπως λόγου χάρη στάσεις του ΜΕΤΡΟ, μονάδες υγείας, αξιοθέατα κ.α.
- ✓ δυνατότητα επισήμανσης ενός σημείου ενδιαφέροντος και καταχώρησης σχετικών πληροφοριών σ' αυτό με τη μορφή ενός τίτλου, μιας εικόνας ή ενός συνδέσμου URL
- ✓ δυνατότητα εισαγωγής γραμμών με χρήση κατάλληλων χρωμάτων
- ✓ δυνατότητα αναζήτησης της βέλτιστης διαδρομής (χρονικά ή χιλιομετρικά) ορίζοντας το σημείο έναρξης και το σημείο προορισμού
- ✓ δυνατότητα απεικόνισης σε δύο ή τρεις διαστάσεις και εναλλαγή μεταξύ αυτών. Επιπλέον, μέσω της λειτουργίας "eye birds view" σε αντίθεση με την απεικόνιση σε δύο διαστάσεις η θέση της κάμερας είναι υπό γωνία δίνοντας την αίσθηση της τρίτης διάστασης.

Τα δεδομένα οργανώνονται σε επίπεδα (Layers) και ο χρήστης είναι σε θέση να εμφανίζει ή να αποκρύπτει την πληροφορία που επιθυμεί. Η δημιουργία δυναμικών δεδομένων επιτυγχάνεται με το συνδυασμό διαφόρων γλωσσών προγραμματισμού.

Η Virtual Earth δεν έχει κάποια κωδικοποίηση XML για την αποθήκευση και εισαγωγή πληροφοριών. Ως ενδιάμεσο μέσο για την αποθήκευση και διανομή της πληροφορίας με χωρική αναφορά χρησιμοποιείται η γλώσσα GML. Η γλώσσα GML (Geography Markup Language) αποτελεί κωδικοποίηση της XML, ενώ αναπτύχθηκε και συντηρείται για λογαριασμό του Open GIS Consortium (OGC). Ουσιαστικά, εμπλέκεται στη διαδικασία αποθήκευσης των δεδομένων, αλλά όχι στον τρόπο παρουσίασης των δεδομένων.

3.5 Παρουσίαση του ArcGIS Explorer

Το σύστημα ArcGIS Explorer αναπτύχθηκε από την εταιρεία ESRI, πρωτοπόρο στο χώρο των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Είναι ένα νέο εργαλείο θέασης χωρικών πληροφοριών που υποστηρίζεται από τον ArcGIS Server. Παρέχεται δωρεάν, ως εκτελέσιμο αρχείο μέσω του διαδικτύου, και οι δυνατότητές του αφορούν την εξερεύνηση, οπτικοποίηση και ανταλλαγή των χωρικών πληροφοριών. Παράλληλα προσφέρει τη δυνατότητα διεξαγωγής ερωτημάτων και ποικίλα εργαλεία ανάλυσης στα δεδομένα που απεικονίζονται.

Οι ικανότητες του λογισμικού ArcGIS Explorer συνοψίζονται στις εξής:

- ✓ Πρόσβαση και άντληση δεδομένων από έτοιμους χάρτες (λόγου χάρη Παγκόσμιος Χάρτης, παγκόσμιος τοπογραφικοί) που παρέχονται on line
- ✓ Δημιουργία νέων χαρτών συνδυάζοντας τα δεδομένα που παρέχονται από το διαδίκτυο με δεδομένα από άλλες πηγές
- ✓ Ενσωμάτωση σε συγκεκριμένες θέσεις στο χάρτη φωτογραφιών, αναφορών, πολυμέσων, καθώς και οποιασδήποτε άλλης πληροφορίας απαραίτητης για την πληρότητα του
- ✓ Εξερεύνηση δισδιάστατων (2D) και τρισδιάστατων (3D) δεδομένων
- ✓ Επιλογή οποιασδήποτε προβολής και συστήματος συντεταγμένων

Ο ArcGIS Explorer υποστηρίζει εφαρμογές βασισμένες στην τεχνολογία του εξυπηρετητή χρησιμοποιώντας πακέτα δεδομένων GIS και εκμεταλλεύεται την πλήρη λειτουργικότητα και τις ικανότητες του εξυπηρετητή ArcGIS. Υπάρχει παράλληλα η δυνατότητα χρήσης τοπικών δεδομένων, θεματικών επιπέδων και υπηρεσιών σε μορφή σχηματικών αρχείων, αρχείων KML/KMZ, εικόνας και κειμένου.

Βιβλιογραφία

1. Δρόσος Μ. (Μάρτιος 2008). Σύγκριση Λογισμικών WEB GIS, Διπλωματική Εργασία Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Γεωπληροφορική, Αθήνα
2. Σελλής Τ. (Φεβρουάριος 2006). Σημειώσεις για το Μ.Π. Γεωπληροφορική της ΣΑΤΜ, Χωρικές Βάσεις Δεδομένων, Αθήνα
3. Τσούλος Λ. (2008). Σημειώσεις για το Μ.Π. Γεωπληροφορική της ΣΑΤΜ, Επεξεργασία, Ανάλυση και Απόδοση Χωρικών Δεδομένων, Αθήνα
4. Mercy Corps (November 2008). A Rough Google Earth Guide
5. Βικιπαίδεια : http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Earth
6. Βικιπαίδεια : <http://en.wikipedia.org/wiki/KML>
7. Επίσημη ιστοσελίδα του προτύπου ανοιχτού κώδικα για την αποθήκευση των χωρικών δεδομένων, OpenGIS : <http://www.openGIS.org>
8. Επίσημη ιστοσελίδα του ελεύθερου λογισμικού ανοιχτού κώδικα για τα χωρικά δεδομένα, Opengeospatial : <http://www.opengeospatial.org/standards/kml>
9. Αρχεία kml: <http://code.google.com/apis/kml/documentation/kmlreference.html>
10. Μικρός Οδηγός του GOOGLE EARTH : <http://earth.google.com/download-earth.html> & http://earth.google.com/intl/el/userguide/v4/ug_toc.html

4. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ GOOGLE EARTH ΣΤΙΣ ΜΠΕ

4. Αξιοποίηση του Λογισμικού Google Earth στις ΜΠΕ

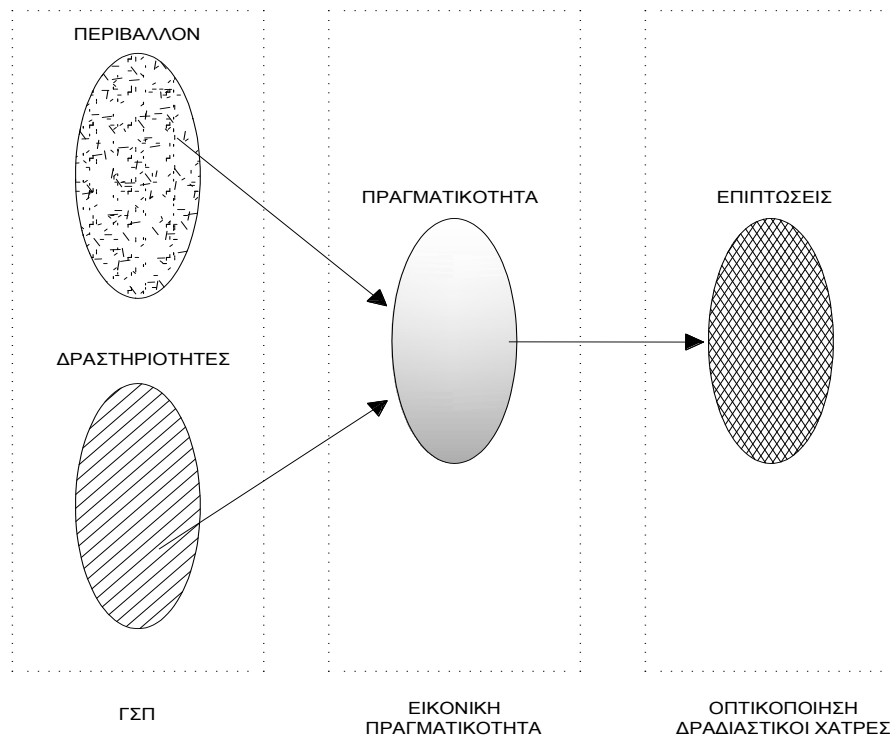
Κατά κανόνα η Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων εφαρμόζεται για έργα ή δραστηριότητες που κατασκευάζονται στη γήινη επιφάνεια, οπότε και περιγράφονται με γεωγραφικές συντεταγμένες. Για την ολοκλήρωση μιας μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από ένα έργο ή δραστηριότητα απαιτείται πλήθος πληροφοριών, οι περισσότερες από τις οποίες έχουν χωρική υπόσταση. Επιπλέον, διερευνώνται διαφορετικές παράμετροι και φαινόμενα που παρουσιάζουν αλληλοσυσχέτιση τόσο χωρικά όσο και χρονικά.

Η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών γενικά, και ειδικότερα των Διαδικτυακών ΓΣΠ, καθιστά ευκολότερη και αποτελεσματικότερη τη διαχείριση και την ανάλυση των χωρικών δεδομένων. Έτσι, παρέχεται στο χρήστη η δυνατότητα της αποθήκευσης των χωρικών πληροφοριών σε διαφορετικά θεματικά επίπεδα καθώς και η δυνατότητα εμφάνισης, απόκρυψης και συνδυασμού των επιπέδων που εξυπηρετούν κάθε φορά το χρήστη. Επιπλέον, υπάρχουν εργαλεία που επιτρέπουν τη μέτρηση με διαφορετικό τρόπο των χωρικών παραμέτρων, όπως είναι η απόσταση, η περίμετρος ή το εμβαδόν.

Εκτός από τη διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων, τα ΓΣΠ επιτρέπουν την παραγωγή νέας πληροφορίας από το συνδυασμό διαφορετικών επιπέδων. Τα νέα επίπεδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξίσου, καθώς ακολουθούν την ίδια τυποποίηση. Έτσι είναι δυνατή η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των διαφόρων χρηστών ενός ΓΣΠ, και ακόμη πιο εύκολη όταν πρόκειται για Διαδικτυακό ΓΣΠ, όπως είναι το Google Earth.

Ιδιαίτερη είναι και η χρησιμότητα των ΓΣΠ κατά την οπτικοποίηση του αποτελέσματος σε χάρτες με χρήση των διαφόρων χαρτογραφικών εργαλείων, αλλά και κατά τη δημιουργία διαδραστικών χαρτών. Ειδικά η χρήση των δυνατοτήτων της τεχνολογίας των πολυμέσων σε περιβάλλον GIS μπορεί να συνεισφέρει καθοριστικά στην ανάπτυξη ρεαλιστικών συστημάτων λήψης αποφάσεων. Η ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών βρίσκει ιδιαίτερη αξία κατά τη συμμετοχή του κοινού καθώς τους επιτρέπει να κατανοούν καλύτερα τα χωρικά φαινόμενα που συνδέονται με το περιβάλλον.

Μια Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αποσκοπεί αφενός στον προσδιορισμό και στην πρόβλεψη των επιπτώσεων που θα έχει η υλοποίηση ενός έργου ή μιας δραστηριότητας στο περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα της ζωής, και αφετέρου να γνωστοποιήσει τους κινδύνους και τα οφέλη των επιπτώσεων αυτών. Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 3), παρουσιάζεται αυτή η προσέγγιση της διαδικασίας των ΜΠΕ, σε συνδυασμό με τη σπουδαιότητα της χρήσης των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών και της τεχνολογίας των πολυμέσων.



Σχήμα 3: Θεμελιώδης προσέγγιση των ΓΣΠ στις ΜΠΕ
(πηγή: EGIS Foundation)

Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή σχετική με τις δυνατότητες αξιοποίησης του λογισμικού Google Earth κατά τα διάφορα στάδια μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

4.1 Google Earth & Διερεύνηση Πεδίου (Scoping)

Στο πιο απλό επίπεδο ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, όπως είναι το Google Earth, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βασικό υπόβαθρο – χάρτης κατά τον ορισμό της περιοχής μελέτης. Εκτός από τη θέση του έργου, ο μελετητής μπορεί να έχει μια ολοκληρωμένη εικόνα του ευρύτερου περιβάλλοντος. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίζονται τα στοιχεία εκείνα που πρέπει το έργο να "σεβαστεί", όπως επί παραδείγματι είναι περιοχές με ιδιαίτερη φυσική σημασία (δασικές περιοχές, υδάτινα διαθέσιμα), περιοχές κατοικίας κτλ. Επιπλέον, τα εργαλεία που παρέχονται (επίπεδο εστίασης, αλλαγή οπτικής γωνίας θέασης κτλ), σε αντίθεση με έναν απλό μονοδιάστατο χάρτη, βοηθούν το μελετητή να καθορίσει πιο εύκολα τα σημαντικά εκείνα στοιχεία του περιβάλλοντος (Scoping⁹), για τα οποία οφείλει να διερευνήσει αργότερα το βαθμό επιρροής τους από ένα συγκεκριμένο έργο ή μια δραστηριότητα.

⁹ Η διαδικασία διερεύνησης του πεδίου ή Scoping αποτελεί μια προκαταρκτική διεργασία όπου διερευνάται η έκταση και ο τρόπος αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Κ. Κασσιός)

Στην κατεύθυνση αυτή σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η εισαγωγή στοιχείων πολυμέσων (εικόνες, βίντεο, ήχος). Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι διαθέσιμα από άλλους χρήστες του Google Earth, είτε να τα προσθέσει ο μελετητής προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στις περαιτέρω συζητήσεις και διαβουλεύσεις με τους αρμόδιους φορείς. Σε κάθε περίπτωση, η εισαγωγή πολυμέσων που αφορούν την ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος, έχει το πλεονέκτημα του συνδυασμού δεδομένων από διαφορετικές πηγές : αεροφωτογραφίες, επίγειες λήψεις, εικονική περιήγηση 360^ο γύρω από συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος. Ο συνδυασμός αυτός, εκτός από την αμεσότητα, δημιουργεί τις προϋποθέσεις ώστε ο μελετητής να ανακαλύψει σύνθετες σχέσεις μεταξύ των διαφόρων χωρικών οντοτήτων.

4.2 Google Earth & Υφιστάμενη Κατάσταση Περιβάλλοντος

Η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του περιβάλλοντος αποτελεί σημαντικό στάδιο κατά τη διαδικασία Εκτίμησης των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από ένα έργο ή μια δραστηριότητα. Κατά την καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης του περιβάλλοντος τα στοιχεία που εξετάζονται αφορούν: το φυσικό περιβάλλον, τα οικοσυστήματα, το έδαφος, τα μετεωρολογικά και υδρογραφικά – υδρολογικά στοιχεία, τη χλωρίδα – πανίδα, το ανθρωπογενές περιβάλλον, τους οικισμούς της ευρύτερης περιοχής, τους παραγωγικούς τομείς, τους φυσικούς πόροι, τον τουρισμό, τις υφιστάμενες υποδομές, τις πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον.

Με το πρόγραμμα Google Earth μελετητής έχει τη δυνατότητα να αντλήσει σημαντικές πληροφορίες για το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Λειτουργεί δηλαδή ως ένας γενικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής του υπό μελέτη έργου με πληροφορίες που αφορούν:

- ✓ τον αστικό ιστό (καταγραφή οικισμών αλλά και μεμονωμένων κτισμάτων κατά μήκος της χάραξης σε μια ζώνη λόγου χάρη 200 μέτρων εκατέρωθεν)
- ✓ τα δίκτυα συγκοινωνιών (αναγνώριση μέσω της υπηρεσίας "Roads" του Google Earth των κύριων και δευτερευουσών οδικών αρτηριών γενικά για την περιοχή μελέτης αλλά και ειδικότερα σε επίπεδο δήμων)
- ✓ τη γεωμορφολογία του εδάφους (με ενεργοποίηση του αναγλύφου και παρατήρηση των ορεινών όγκων και των ρεμάτων υπό διαφορετικές οπτικές γωνίες και ύψη)
- ✓ μια πρώτη εκτίμηση των χρήσεων γης της ευρύτερης περιοχής

Επιπλέον, το Google Earth διευκολύνει τη διαδικασία εύρεσης – χωροθέτησης των κατάλληλων θέσεων μέτρησης των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Αντίστοιχα διευκολύνει και την εύρεση των κατάλληλων θέσεων εκτέλεσης ακουστικών μετρήσεων με έμφαση στις περιοχές που αναμένεται να επηρεαστούν θετικά ως προς τα κυκλοφοριακά τους χαρακτηριστικά (αποσυμφόρηση).

Παράλληλα, με τα εργαλεία που προσφέρει ο μελετητής – χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρουσιάσει στα παραπάνω σημεία μέτρησης ατμοσφαιρικής και ακουστικής ρύπανσης τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

4.3 Google Earth & Εκτίμηση των Πιθανών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Η χρήση του Google Earth κατά την εκτίμηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από ένα έργο ή δραστηριότητα μπορεί να δώσει απαντήσεις κυρίως για το κομμάτι εκείνο που αφορά τις ποσοτικές και οπτικές επιπτώσεις. Η εκτίμηση διαφόρων κοινωνικοοικονομικών και ποιοτικών επιπτώσεων που δεν αφορούν άμεσα το φυσικό περιβάλλον, δεν είναι εύκολο να πραγματοποιηθεί βάσει μιας απεικόνισης ή ενός εργαλείου GIS, αλλά επαφίεται στην ικανότητα κριτικής διερεύνησης από την πλευρά του μελετητή.

Έτσι έχοντας ως υπόβαθρο την απεικόνιση της περιοχής μελέτης από το Google Earth, και συνδυάζοντας διάφορα επίπεδα που περιέχουν επιπλέον πληροφορίες (χωρικές και μη) για ένα έργο οδοποιίας μπορούν να προσδιοριστούν:

- ✓ Οι χρήσεις γης στη ζώνη διέλευσης του έργου και ποια εναλλακτική λύση προκαλεί τις λιγότερο αρνητικές συνέπειες
- ✓ Το μήκος για το οποίο το έργο διέρχεται εντός ή πλησίον μιας περιοχής ιδιαίτερου φυσικού κάλλους
- ✓ Η εγκάρσια απόσταση του έργου σε σχέση με μια προστατευόμενη ή αρχαιολογική περιοχή
- ✓ Το τμήμα του έργου που θα είναι ορατό από ένα συγκεκριμένο σημείο (πχ από έναν οικισμό)
- ✓ Η οπτική διάσταση του έργου σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον
- ✓ Οι επιπτώσεις στο τοπίο από την ύπαρξη μεγάλων επιχωμάτων/ορυγμάτων και συγκριτικά με την κατασκευή τεχνικών έργων (γέφυρες, σήραγγες)

4.4 Google Earth & Πρόληψη των Αρνητικών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Έχοντας κατηγοριοποιήσει τις επιπτώσεις σύμφωνα με τη σπουδαιότητα τους, και τον τομέα που παρουσιάζονται, επόμενο βήμα αποτελεί η λήψη μέτρων αποκατάστασης του περιβάλλοντος με σκοπό την ομαλή ένταξη του έργου στο φυσικό περιβάλλον. Με τη βοήθεια των εργαλείων του Google Earth, ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να εντοπίσει και να χωροθετήσει τις περιοχές – σημεία, όπου επιβάλλεται η επιβολή διορθωτικών μέτρων.

Επιπρόσθετα, η πρόληψη παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, καθώς αν ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα θα μετριαστούν σε μεγάλο βαθμό οι αρνητικές επιπτώσεις. Τα βασικότερα εργαλεία της πρόληψης (τουλάχιστον για τα εδάφη και το τοπίο), είναι

αφενός η σύνταξη αντίστοιχων χαρτών (εδαφολογικών και τοπιολογικών) και αφετέρου η συνεχής παρακολούθηση του έργου στο σύνολο του. Η εφαρμογή Google Earth με τις απεικονίσεις της γήινης επιφάνειας που προσφέρει μπορεί να αποτελέσει το αρχικό υπόβαθρο για τη σύνταξη των αντίστοιχων χαρτών.

Τέλος, ένα επίσης σημαντικό εργαλείο που συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος από τα μεγάλα τεχνικά έργα υποδομής, είναι η μελέτη προέγκρισης χωροθέτησης, όπου μελετώνται και παρουσιάζονται διαφορετικές εναλλακτικές προτάσεις και οι επιπτώσεις που αναμένεται να επιφέρει η κάθε λύση στο περιβάλλον. Ο μελετητής χρησιμοποιώντας τα εργαλεία που προσφέρει το Google Earth, έχει τη δυνατότητα προεπισκόπησης των εναλλακτικών χαράξεων (στην περίπτωση που πρόκειται για έργο οδοποιίας) και σύγκρισής αυτών σε σχέση με τα στοιχεία εκείνα του περιβάλλοντος που πρόκειται να θίξουν.

4.5 Google Earth & Συμμετοχή κοινού

Η Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από έργα και δραστηριότητες είναι η διαδικασία με την οποία ο μελετητής μπορεί να προβλέψει και να εκτιμήσει ποιες θα είναι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την υλοποίηση του συγκεκριμένου έργου ή της δραστηριότητας. Τα πορίσματα της ΕΠΕ χρησιμοποιούνται ως εργαλείο για τη λήψη των αποφάσεων. Αναπόσπαστο κομμάτι της πλέον αποτελεί και η δημοσιοποίηση των στοιχείων της ΜΠΕ για ένα συγκεκριμένο έργο ή δραστηριότητα, ώστε το ευρύ κοινό να έχει τη δυνατότητα ενημέρωσης για το προβλεπόμενο έργο αλλά και της γνωμοδότησης. Με τον τρόπο αυτό επιχειρείται η κινητοποίηση, η ευαισθητοποίηση και η ενεργή συμμετοχή των απλών πολιτών σε περιβαλλοντικά ζητήματα.

Η συμμετοχή του κοινού στη διαδικασία ΕΠΕ μπορεί να έχει και ως αποτέλεσμα την αναθεώρηση ολόκληρου του έργου ή κάποιων στοιχείων του, εφόσον υπάρξουν αιτιολογημένες αντιδράσεις σχετικά με την επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος. Κατά τη διαδικασία έγκρισης μιας μελέτης η δημοσιοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και η συζήτηση γύρω από αυτά, δημιουργεί μια κατηγορία συνειδητοποιημένων πολιτών. Το γεγονός αυτό συντελεί στη βελτίωση των ΜΠΕ, καθώς οι μελετητές πρέπει πλέον να ικανοποιούν τα κριτήρια ενός καλά πληροφορημένου κοινού.

Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι η συμμετοχή του κοινού θα έπρεπε να αποτελεί ύψιστης σημασίας στάδιο της διαδικασίας του σχεδιασμού, ωστόσο παρατηρείται μειωμένη συμμετοχή. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε ένα μεγάλο βαθμό στο ότι οι απλοί πολίτες δεν είναι εξοικειωμένοι με τους τεχνικούς όρους που περιλαμβάνει μια ΜΠΕ ούτε και είναι σε θέση να ερμηνεύσουν τους παραγόμενους στατικούς χάρτες.

Η εμφάνιση των ΓΣΠ και ιδίως των Διαδικτυακών ΓΣΠ, δίνει πλέον τη δυνατότητα στους αρμόδιους φορείς να παράγουν διαδραστικούς χάρτες όπου ο χρήστης θα

μπορεί να επιλέξει κάθε φορά τα επίπεδα πληροφοριών που επιθυμεί να εξετάσει. Στην κατεύθυνση αυτή συνεισφέρει και η χρήση πολυμέσων σε περιβάλλον GIS, κατά τη διαδικασία εκπόνησης μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Με τη χρήση πολυμέσων παρέχεται αφενός ένας νέος τρόπος ανάλυσης και διαχείρισης χωρικών αντικειμένων, και αφετέρου ένας βελτιωμένος τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων της ανάλυσης με τη μορφή διαδραστικών χαρτών. Με τον τρόπο αυτό αποκτά ιδιαίτερη αξία η συμμετοχή του κοινού, καθώς είναι πλέον σε θέση να κατανοήσει πλήρως τις επιπτώσεις ενός έργου ή μιας δραστηριότητας, μέσω της ρεαλιστικής και οικείας παρουσίασης τους.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε μια εφαρμογή πολυμέσων σε περιβάλλον GIS αφορούν εκτός από τους παραδοσιακούς τύπους δεδομένων που χρησιμοποιούνται σε ένα οποιοδήποτε Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (χάρτες, αεροφωτογραφίες, αλφαριθμητικές πληροφορίες, γραφήματα) και βίντεο, ήχο και εικονική περιήγηση 360° γύρω από συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος. Τα πολυμέσα αυτά αποτελούν ένα εργαλείο που συνεισφέρει στην αναπαράσταση της χωρικής πληροφορίας με τρόπο ρεαλιστικό, που πλησιάζει την πραγματικότητα και είναι οικείο προς τους ανθρώπους.

4.6 Google Earth & Παρακολούθηση Επιπτώσεων

Στην Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ. 107017/2006¹⁰, και συγκεκριμένα στο άρθρο 9, τίθεται το θέμα της παρακολούθησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εφαρμογή του σχεδίου ή προγράμματος προκειμένου να εντοπισθούν **εγκαίρως απρόβλεπτες δυσμενείς επιπτώσεις** και να ληφθούν τα κατάλληλα επανορθωτικά μέτρα. Η σημασία της συνεχούς παρακολούθησης (monitoring) της περιβαλλοντικής ποιότητας υλοποίησης ενός έργου ή μιας δραστηριότητας από τον αρμόδιο φορέα, έχει τονιστεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Όσο υπάρχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον από τις ανθρώπινες δραστηριότητες τόσο θα υπάρχει ανάγκη για συστήματα παρακολούθησης των επιπτώσεων. Οι διαδικασίες παρακολούθησης που έχουν αναπτυχθεί, συνάδουν με τις αρχές της πρόληψης και σκοπό έχουν αφενός τη διαπίστωση τυχόν ελλείψεων και δυσλειτουργιών, και αφετέρου τη λήψη των απαραίτητων πρόσθετων μέτρων προστασίας.

Το λογισμικό Google Earth αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στη διάθεση των μελετητών για την παρακολούθηση των επιπτώσεων ενός έργου ή μιας

¹⁰ «Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ «σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 2001» (ΦΕΚ Β' 1225/5.9.2006)

δραστηριότητας. Καταρχάς, πρόκειται για μια ρεαλιστική απεικόνιση της γήινης επιφάνειας προσφέροντας στο χρήστη τη δυνατότητα φωτοερμηνείας των υποδομών και του φυσικού περιβάλλοντος που απεικονίζονται στις δορυφορικές εικόνες. Επιπλέον, παρέχεται στους χρήστες η δυνατότητα εποπτείας παλαιότερων εικόνων της γης. Με τον τρόπο αυτό ο μελετητής μπορεί να συλλέξει χρήσιμες πληροφορίες που αφορούν τις αλλαγές που έχουν συντελεστεί με την πάροδο του χρόνου σε συγκεκριμένες τοποθεσίες.

Για ένα έργο οδοποιίας ο μελετητής μπορεί πλέον αλλάζοντας την ημερομηνία της απεικόνισης, να συγκρίνει σε διαδραστικό περιβάλλον εικόνες μιας ευρύτερης περιοχής πριν και μετά την κατασκευή του έργου. Έτσι, έχει τη δυνατότητα να ερευνήσει κατά πόσο άλλαξαν οι χρήσεις γης, αν και σε ποιο βαθμό επηρεάστηκε η οικιστική ή η βιομηχανική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής, και κατά πόσο υποβαθμίστηκε ή όχι το φυσικό περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

1. Αλεξιάδη Χ., Γρύλλης Π., Καροπούλου Θ. (Ιούλιος 2008). Σημασία των ΓΣΠ, της Τηλεπισκόπησης και του Google Earth στις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Αθήνα Peter Morris & Riki Therivel. GIS as a Tool for Environmental Impact Assessment - A case study of EIA implementation for the road building project in Strömstad, Sweden
2. Κασσιός, Κ (2006). Οι Επιπτώσεις στο Περιβάλλον από Έργα και Προγράμματα – Απόψεις για την Αντιμετώπιση τους, Αθήνα
3. Alexandra Fonseca, Cristina Gouveia, Antonio Camara & Francisco Ferreira. Environmental Impact Assessment Using Multimedia GIS, National Centre for Geographic Information – Portugal & Environmental Systems Analysis Group – New University of Lisbon
4. Stephen Orieski. GIS Solution for Environmental Impact Statements (EIS), Florida GIS Coordinator
5. (4-5/2000). Remote Sensing for Transportation, Report of a Conference December, Washington, DC
6. M.L. Agrawal & A.K. Dikshit. Significance of Spatial Data and GIS for Environmental Impact Assessment of Highway Projects, Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Kharagpur

5. Νέα Οδικά Έργα Αττικής – Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

5. Νέα Οδικά Έργα Αττικής – Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

5.1 Παρουσίαση του Έργου

Οι νέοι αυτοκινητόδρομοι έχουν ήδη ενταχθεί στο Ρυθμιστικό Σχέδιο της Αθήνας (Ν. 1515/85) από το 1985, όπου και προβλεπόταν η σύνδεση του κέντρου της Αθήνας με την περιοχή των Μεσογείων. Συγκεκριμένα η σύνδεση προβλεπόταν να πραγματοποιηθεί μέσω της Δυτικής Περιφερειακής Λεωφόρου Υμηττού και της Σήραγγας Υμηττού.

Οι νέοι αυτοκινητόδρομοι εντάσσονται στο ευρύτερο ολοκληρωμένο συγκοινωνιακό σχεδιασμό για την κυκλοφοριακή οργάνωση του Λεκανοπεδίου. Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ¹¹ (Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων) τα επόμενα χρόνια αναμένεται να κατασκευαστούν συνολικά 90,85 χλμ νέων αυτοκινητοδρόμων. Από το σύνολο των νέων δρόμων τα 62,355 χλμ αποτελούν την κύρια οδική αρτηρία και θα κατασκευαστούν με το σύστημα των συμβάσεων παραχώρησης.

Τα νέα οδικά έργα Αττικής αποτελούν ουσιαστικά τμήμα του εξωτερικού περιφερικού δακτυλίου της Αθήνας που στο μεγαλύτερο μέρος του διατρέχει το όρος του Υμηττού. Επιπλέον, με την κατασκευή του νοτιοανατολικού τμήματος του ως τη Ραφήνα ανοίγεται ο δρόμος για την ολοκλήρωσή του, δηλαδή για τη σύνδεσή του με τον υπεραστικό αυτοκινητόδρομο Αθηνών- Λαμίας στις Αφίδνες, μήκους άλλων 25 χλμ.

Οι οδοί που συνθέτουν το έργο διέρχονται εντός των διοικητικών ορίων των Δήμων Ζωγράφου, Καισαριανής, Βύρωνα, Ηλιούπολης, Αργυρούπολης, Ελληνικού, Αλίμου, Γλυφάδας, Βάρης, Κρωπίας, Σπάτων, Παλλήνης, Παιανίας και Κοινότητας Πικερμίου. Συνολικά περιλαμβάνονται 7 διακριτά τμήματα, ενώ προβλέπεται η κατασκευή μιας σειράς τεχνικών έργων (γεφυρών, κόμβων και ημικόμβων, σιράγγων και Cut&Cover). Αξίζει να σημειωθεί ότι το 34,8% του συνόλου του έργου (ήτοι 21,695 μ) προβλέπεται να είναι υπόγεια χάραξη.

Συνολικά προβλέπεται η κατασκευή 87 μεγάλων τεχνικών έργων (γέφυρες, σήραγγες, Cut & Cover) και πλήθος ακόμα τεχνικών Άνω και Κάτω Διαβάσεων σε σημεία διασταύρωσης με τοπικές οδούς ή άλλα έργα (ΜΕΤΡΟ, ΤΡΑΜ, Σιδηροδρομικές Γραμμές). Παράλληλα, εκτός από τα οδικά έργα, προβλέπεται η κατασκευή τεσσάρων μετωπικών και δύο πλευρικών σταθμών διοδίων.

¹¹ Συνέντευξη τύπου Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ κ. Γιώργου Σουφλιά, Αθήνα 17 Φεβρουαρίου 2009

Οι τυπικές διατομές που χρησιμοποιούνται ποικίλουν από τμήμα σε τμήμα ανάλογα με τις ανάγκες. Σε κάθε περίπτωση ωστόσο, γνώμονας για την επιλογή της τυπικής διατομής είναι η επίτευξη ενός υψηλού επιπέδου ασφάλειας και κυκλοφοριακής ικανότητας σε συνδυασμό με την οικονομία στην κατασκευή, αλλά και την ομαλή προσαρμογή στο περιβάλλον. Σε γενικές γραμμές η επικρατέστερη τυπική διατομή προβλέπει δύο λωρίδες βασικής κυκλοφορίας και ΛΕΑ¹² ανά κατεύθυνση και κεντρική διαχωριστική νησίδα τύπου New Jersey¹³.

Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 4) φαίνονται τα επιμέρους τμήματα που περιλαμβάνονται στα Νέα Οδικά Έργα Αττικής, ενώ ακολουθεί και σύντομη περιγραφή τους.

- ✓ Τμήμα 1: Οδική Σύνδεση της Λεωφόρου Ποσειδώνος με την Νότια Επέκταση της Δυτικής Περιφερειακής Υμηττού (Τμήμα: Λεωφόρος Ποσειδώνος - Λεωφόρος Βουλιαγμένης). Το συνολικό μήκος του τμήματος 1 ανέρχεται στα 5,355 χλμ. Το έργο αναπτύσσεται στο χώρο του παλαιού αεροδρομίου, όπου προβλέπεται και η δημιουργία του μητροπολιτικού πάρκου.
- ✓ Τμήμα 2: Νότια Επέκταση Δυτικής Περιφερειακής Υμηττού (Τμήμα: Λεωφόρος Βουλιαγμένης – Ανισόπεδος Κόμβος (Α/Κ) Κατεχάκη). Με συνολικό μήκος 11,084 χλμ παρακάμπτονται τα αστικά κέντρα Βύρωνα, Ηλιούπολης, Αργυρούπολης, Αλίμου και Ελληνικού. Ωστόσο, το έργο αναπτύσσεται στο μεγαλύτερο μέρος του υπόγειο με την κατασκευή Σηράγγων και Cut & Cover, γεγονός που το καθιστά μη ορατό από το Λεκανοπέδιο και την ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού.
- ✓ Τμήμα 3: Οδικό Τμήμα Σήραγγας Υμηττού και Ανατολικής Πρόσβασης Υμηττού έως τον Ανισόπεδο Κόμβο Μεσογείων (Τμήμα: Σήραγγα Υμηττού – Α/Κ Μεσογείων). Η Σήραγγα του Υμηττού με τις εκατέρωθεν προσβάσεις της, συνδέει τη Νότια πλευρά του Λεκανοπεδίου με τα Μεσόγεια. Το συνολικό μήκος του εν λόγω οδικού τμήματος έχει μήκος 6,300χλμ, ενώ το μήκος της υπόγειας χάραξης ανέρχεται στα 3,915χλμ. Η αφετηρία του χωροθετείται αμέσως μετά τον Α/Κ Σακέτα και αναδύεται στην περιοχή του Κορωπίου στις ανατολικές υπώρειες του Υμηττού. Οι προσβάσεις στα μέτωπα

¹² ΛΕΑ : Λωρίδα Έκτακτης Ανάγκης είναι η λωρίδα που εξυπηρετεί μόνο έκτακτη ανάγκη στάσης οχημάτων ή τη δυνατότητα ελιγμών παράκαμψης από οχήματα επείγουσας ανάγκης σε τμήματα κυκλοφοριακής συμφόρησης (κατά ΟΜΟΕ-Δ).

¹³ Τα στηθαία τύπου NJ (New Jersey) κατασκευάζονται από ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα υψηλής αντοχής. Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η πολύ μεγάλη δυσκαμψία, αλλά και η αντοχή τους, γεγονός που τα καθιστά κατάλληλα σε περιπτώσεις που απαιτείται τα οχήματα να μην το διαπεράσουν (λόγου χάρι σε οδούς με δύο ανεξάρτητους κλάδους κυκλοφορίας και διαχωριστική νησίδα).

των υπόγειων τεχνικών διαμορφώνονται σε μη ορατές περιοχές, ακολουθώντας το φυσικό ανάγλυφο για ελαχιστοποίηση των εκσκαφών και με παράλληλη πρόβλεψη για κάλυψή τους με πυκνή φύτευση.



Σχήμα 4: Επιμέρους Τμήματα του Έργου

- ✓ Τμήμα 4: Οδικό Τμήμα Ανατολικής Πρόσβασης Υμηττού από Ανισόπεδο Κόμβο Μεσογείων έως Ανισόπεδο Κόμβο Ραφήνας (Τμήμα: Α/Κ Μεσογείων - Α/Κ Ραφήνας). Με συνολικό μήκος 18,628 χλμ, στο μαγαλύτερο μέρος της η οδός διαμορφώνεται σε όρυγμα (ταπεινώση σε όρυγμα 7 μέτρων). Αναπτύσσονται τέσσερεις Ανισόπεδοι Κόμβοι για την εξυπηρέτηση των παρόδιων Δήμων Κορωπίου, Αρτέμιδος, Πικερμίου και Ραφήνας καθώς και δύο κόμβους συστήματος στη συμβολή με τους κύριους οδικούς άξονες της Αττικής Οδού και Σπάτων.
- ✓ Τμήμα 5: Συνδετήριο οδικό τμήμα από Ανισόπεδο Κόμβο Σπάτων έως Ανισόπεδο Κόμβο Αγίου Γερασίμου (Επέκταση Σταυρού – Ραφήνας) (Τμήμα: Α/Κ Σπάτων – Α/Κ Αγ. Γερασίμου). Το μήκος του συγκεκριμένου τμήματος

ανέρχεται σε 3,339 χλμ. Πρόκειται για την επέκταση της υφιστάμενης Αττικής Οδού με τον προβλεπόμενο νέο οδικό άξονα προς Ραφήνα, ενώ μελλοντικά προβλέπεται προέκταση έως τη Βόρεια Πύλη του αεροδρομίου Ελευθέριος Βενιζέλος.

- ✓ Τμήμα 6: Οδική σύνδεση της Ανατολικής Πρόσβασης Υμηττού με την παραλιακή Λεωφόρο στην περιοχή της Αγίας Μαρίνας (Τμήμα: Α/Κ Μεσογείων – Αγία Μαρίνα). Η αφετηρία του συγκεκριμένου τμήματος χωροθετείται επί του τεχνικού του Α/Κ Μεσογείων (στην τομή των αξόνων των τμημάτων 3 και 6) και το πέρας του επί της υφιστάμενης παραλιακής Λεωφόρου Σουνίου στην περιοχή της Αγίας Μαρίνας. Έχει συνολικό μήκος 13,863 χλμ και διατρέχει τους πρόποδες του κυρίως ορεινού όγκου του Υμηττού, μέσα στα όρια της ζώνης προστασίας Β του Υμηττού.
- ✓ Τμήμα 7: Συνδετήριο οδικό τμήμα προς το κέντρο της Αθήνας (Τμήμα: από Ανισόπεδο Κόμβο Σακέτα έως την Οδό Ούλωφ Πάλμε). Πρόκειται για την επέκταση του οδικού άξονα της σήραγγας Υμηττού από τον ανισόπεδο κόμβο Σακέτα έως την οδό Ούλωφ Πάλμε με την οποία εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη κίνηση των οχημάτων από και προς το κέντρο της Αθήνας. Επί του συνολικού μήκους 3,786 χλμ, τα 1,595 χλμ αφορούν τον οικιστικό ιστό του δήμου Καισαριανής και διαμορφώνονται ως υπόγειο έργο. Ως εκ τούτου, ελαχιστοποιείται η όχληση τόσο στο Δήμο Καισαριανής όσο και στο χώρο του Πανεπιστημίου. Παράλληλα η οδός Ούλωφ Πάλμε υποβιβάζεται σε μήκος 350 μέτρων.

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1) φαίνεται το συνολικό μήκος καθώς και το μήκος υπόγειας χάραξης για κάθε επιμέρους τμήμα:

Τμήμα	Συνολικό Μήκος	Μήκος Υπόγειας Χάραξης
Τμήμα 1: Λεωφόρος Ποσειδώνος - Λεωφόρος Βουλιαγμένης	5.355	2.425
Τμήμα 2: Τμήμα: Λεωφόρος Βουλιαγμένης – Α/Κ Κατεχάκη	11.084	9.265
Τμήμα 3: Σήραγγα Υμηττού – Α/Κ Μεσογείων	6.300	3.915
Τμήμα 4: Α/Κ Μεσογείων - Α/Κ Ραφήνας	18.628	2.087
Τμήμα 5: Α/Κ Σπάτων – Α/Κ Αγ. Γερασίμου (Επέκταση Σταυρού – Ραφήνας)	3.339	365
Τμήμα 6: Α/Κ Μεσογείων – Αγία Μαρίνα	13.863	2.043
Τμήμα 7: Α/Κ Σακέτα - Οδός Ούλωφ Πάλμε	3.786	1.595
Σύνολο:	62.355	21.695

Πίνακας 1: Συνολικό Μήκος και Μήκος σε Υπόγεια Χάραξη ανά τμήμα
(Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, ΜΠΕ – Νέα Οδικά Έργα Αττικής)

5.2 Σκοπιμότητα του Έργου – Μηδενική Λύση

5.2.1 Στόχος και Σημασία του Έργου

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται υπερσυγκέντρωση πληθυσμού, αλλά και οικονομικών δραστηριοτήτων στην περιοχή της Αττικής. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης σε γη για οικιστικούς και εμπορικούς σκοπούς στην ευρύτερη περιοχή των Μεσογείων, όπου και σημειώνεται ταχύτατη πολεοδομική ανάπτυξη.

Επιπρόσθετα, παρατηρείται αύξηση του αριθμού των οχημάτων, την ίδια στιγμή που το ποσοστό μετακινήσεων με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ) παραμένει χαμηλό και παρά τη συνεχή βελτίωση τους (επεκτάσεις ΜΕΤΡΟ και Προαστιακού). Ως εκ τούτου, καθημερινά παρατηρούνται φαινόμενα κυκλοφοριακής συμφόρησης στους κεντρικούς οδικούς άξονες. Τα οξυμένα κυκλοφοριακά προβλήματα οδηγούν στην ανάγκη διοχέτευσης της κυκλοφορίας εκτός του αστικού ιστού. Οι διαμπερείς-ακτινωτές κινήσεις των οχημάτων πρέπει, παρακάμπτοντας το Κέντρο, να πραγματοποιούνται περιφερειακά, ώστε να σταματήσει η συνεχής υποβάθμιση της κυκλοφορίας, του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής των κατοίκων του Λεκανοπεδίου.

Τα έργα υποδομής που κατασκευάστηκαν ενόψει της διοργάνωσης των Ολυμπιακών Αγώνων, κάλυψαν κατά κύριο λόγο τις απαιτήσεις της διοργάνωσης χωρίς ωστόσο να δώσουν οριστική λύση στο κυκλοφορικό πρόβλημα. Παρατηρείται μείωση της μέσης ταχύτητας μετακίνησης και επέκταση των ωρών κυκλοφοριακής αιχμής σε όλους σχεδόν τους κεντρικούς οδικούς άξονες. Έτσι, μεγάλα έργα που σχεδιάστηκαν με ορίζοντα εικοσαετίας, όπως είναι η Αττική Οδός, κινδυνεύουν ήδη να θεωρηθούν κορεσμένα από άποψη κυκλοφοριακής ικανότητας – εξυπηρέτησης.

Τα προτεινόμενα Οδικά Έργα Αττικής, σε συνδυασμό με την Αττική Οδό και την ΠΑΘΕ, θα δημιουργήσουν ένα ολοκληρωμένο σύγχρονο δίκτυο αυτοκινητοδρόμων, ικανό να εξυπηρετήσει τις καθημερινές κυκλοφοριακές ανάγκες της Αττικής για τις επόμενες δεκαετίες. Παράλληλα, εξασφαλίζεται η προοπτική ενοποίησης των εθνικών δικτύων με στόχο την ανάπτυξη Διευρωπαϊκών Συνδυασμένων Δικτύων Μεταφορών. Η τάση δημιουργίας υπερεθνικών ολοκληρωμένων δικτύων μεταφορών δίνει ώθηση στην ανάπτυξη του εμπορίου, συνδέοντας οδικές αρτηρίες με λιμάνια και σιδηροδρομικά δίκτυα.

Η σκοπιμότητα, λοιπόν, του έργου με τίτλο «Νέα Οδικά Έργα Αττικής», από κυκλοφοριακή άποψη, έγκειται κατά κύριο λόγο στη σύνδεση των νότιων και νοτιοανατολικών περιοχών του λεκανοπεδίου με την Αττική Οδό και τις βόρειες και βορειοανατολικές περιοχές. Με την ολοκλήρωσή του, αναμένεται η κυκλοφοριακή αποσυμφόρηση των αστικών οδικών δικτύων δυτικά του Υμηττού, ενώ θα μειωθεί

σημαντικά ο χρόνος μετακίνησης για τη σύνδεση των δύο σημαντικών πυλών εισόδου – εξόδου της χώρας μας, του λιμένα του Πειραιά και του Αεροδρομίου των Σπάτων. Επιπλέον, με τον οδικό άξονα της σήραγγας του Υμηττού πραγματοποιείται η σύνδεση των Νοτιοδυτικών περιοχών του Λεκανοπεδίου με την περιοχή των Μεσογείων, και μέσω αυτής η σύνδεση με τις δύο μεγάλες Εθνικές Οδούς.

Εξίσου σημαντική είναι και η σημασία του έργου και σε τοπικό επίπεδο, αφού θα διευκολύνει την προσπέλαση στις παραλίες των νοτιοδυτικών περιοχών και την απευθείας σύνδεση των δήμων Δυτικά του Υμηττού με την περιοχή του Αερολιμένα.

Τέλος, είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι η ωφέλεια από την κατασκευή των νέων αυτοκινητοδρόμων αφορά όχι μόνο τους οδηγούς, αλλά και το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο. Αφενός, ελαττώνεται ο χρόνος διαδρομής (περιπορεία, καθυστερήσεις ειδικά σε ώρα αιχμής) και αφετέρου μειώνεται το οικονομικό κόστος (κατανάλωση καυσίμων, μείωση παραγωγικότητας). Στο οικονομικό κόστος θα πρέπει να προστεθεί και το κόστος (κοινωνικό και οικονομικό) των τροχαίων ατυχημάτων, αλλά και το κόστος από την επιβάρυνση του περιβάλλοντος εξαιτίας των ρύπων των οχημάτων.

5.2.2 Μηδενική Λύση

Η μηδενική λύση (do nothing scenario) ισοδυναμεί με τη διατήρηση της υφιστάμενης κατάστασης, δηλαδή εξετάζεται η λύση μη υλοποίησης του έργου. Στην ουσία με τη μηδενική λύση υιοθετείται το σενάριο σύνδεσης των περιοχών της νοτιοανατολικής Αττικής μέσω των υφιστάμενων αξόνων (λόγου χάρη Λεωφόρος Αλίμου – Καρέα – Κατεχάκη), χωρίς δρόμο ταχείας κυκλοφορίας.

Ωστόσο, τα φτωχά γεωμετρικά χαρακτηριστικά του υφιστάμενου οδικού δικτύου, αλλά και οι ολοένα αυξανόμενες κυκλοφοριακές ανάγκες θα έχουν ως αποτέλεσμα την υπερφόρτωση των υφιστάμενων οδών. Το γεγονός αυτό μπορεί να είναι επιζήμιο για το περιβάλλον καθώς η συμφόρηση των υφιστάμενων αξόνων ισοδυναμεί με υψηλή κατανάλωση καυσίμων και επομένως την εκπομπή αυξημένων ρύπων, αύξηση του χρόνου διαδρομής, μείωση της παραγωγικότητας και υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων του Λεκανοπεδίου.

Επιπλέον, δεν θα υλοποιηθούν οι βασικές κατευθύνσεις για τους οδικούς άξονες του εγκεκριμένου Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθηνών, της Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου της Ανατολικής Αττικής – Μεσογείων, των επιμέρους εγκεκριμένων Γενικών πολεοδομικών Σχεδίων και των προβλέψεων σχεδιασμού του Μητροπολιτικού Πάρκου στο Ελληνικό.

5.3 Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Την ευθύνη της μελέτης του έργου «Νέα Οδικά Έργα Αττικής» έχει η Γενική Γραμματεία Συγχρηματοδοτούμενων Δημοσίων Έργων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων έργων και συγκεκριμένα η Ειδική

Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Μελετών – Κατασκευών, Έργων Παραχώρησης Αττικής και Ιόνιας Οδού (ΕΥΔΕ / Μ.Κ. ΕΠΑ & ΙΟ). Αρμόδια Υπηρεσία για την αξιολόγηση της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και την έγκριση των περιβαλλοντικών ορών είναι η ΕΥΠΕ (Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος) του ΥΠΕΧΩΔΕ.

Στις 2 Ιουνίου του 2008 παρουσιάστηκε μετά από διαβούλευση με τους εμπλεκόμενους Δήμους ο γενικός σχεδιασμός των «Νέων Αυτοκινητόδρομων Αττικής». Η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του έργου εκπονήθηκε από τα γραφεία «Αλέξιος Παρασκευόπουλος» και «Στυλιανή Καϊμάκη», και παραδόθηκαν στην αρμόδια υπηρεσία τον Δεκέμβριο του 2008, λαμβάνοντας υπόψη έγγραφες και προφορικές παρατηρήσεις και προτάσεις των εμπλεκόμενων Φορέων.

Την 17^η Φεβρουαρίου 2009 η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) κατατέθηκε στα Νομαρχιακά Συμβούλια Αθήνας και Ανατολικής Αττικής, προκειμένου να τηρηθεί η διαδικασία διαβούλευσης με το ενδιαφερόμενο κοινό, όπως προβλέπεται από την ελληνική και κοινοτική νομοθεσία. Κατά την περίοδο που διήρκησε η διαβούλευση, πλήθος φορέων και δημοτικών αρχών εξέθεσαν στις αρμόδιες υπηρεσίες, τις απόψεις και τους προβληματισμούς τους τόσο για τα Οδικά Έργα στο σύνολό τους, όσο και για την πληρότητα της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Οι εν λόγω αντιδράσεις ελήφθησαν υπόψη και από την αρμόδια υπηρεσία (ΕΥΠΕ) και τελικά εγκρίθηκαν οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί για την κατασκευή και τη λειτουργία των νέων οδικών έργων Αττικής, με χρονικό ορίζοντα εικοσαετίας.

Σε ότι αφορά τις επιπτώσεις που αναμένεται να προκληθούν στο περιβάλλον τόσο κατά το στάδιο κατασκευής όσο και κατά το στάδιο της λειτουργίας του αυτοκινητοδρόμου, καταγράφονται λεπτομερώς στα παραδοτέα της Μελέτης περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Από το περιεχόμενο, λοιπόν, της Τεχνικής Έκθεσης της ΜΠΕ και των Σχεδίων και Χαρτών που τη συνοδεύουν, προκύπτει ότι έχουν επιλεγεί οι πλέον φιλικές λύσεις σχεδιασμού προς το περιβάλλον.

Ιδιαίτερα αξίζει να σημειωθεί, ότι ενώ οι αρχικές λύσεις προέβλεπαν επιφανειακή χάραξη με κατασκευή ορυγμάτων και επιχωμάτων, στη συνέχεια αναθεωρήθηκαν και προέκυψε τελικά η σημερινή λύση η οποία στο μεγαλύτερο μέρος της είναι υπόγεια. Το γεγονός αυτό καθιστά το έργο μεγάλης περιβαλλοντικής σημασίας, που σέβεται και προστατεύει το ευρύτερο φυσικό περιβάλλον του Υμηττού. Ωστόσο, ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται κατά την κατασκευή και τη λειτουργία των αυτοκινητοδρόμων, ώστε να τηρηθούν όσα προβλέπονται στις μελέτες και να μη διαταραχθεί η οικολογική ισορροπία ή αλλοιωθούν τα φυσικά χαρακτηριστικά του Υμηττού.

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 2 & Πίνακας 3 αντίστοιχα) παρουσιάζονται συνοπτικά οι αναμενόμενες επιπτώσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, τόσο από την κατασκευή όσο και από τη λειτουργία των υπό μελέτη Νέων Οδικών Έργων της Αττικής. Συγκεκριμένα για κάθε παράμετρο ή δραστηριότητα του

φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος εκτός από την περιγραφή της αναμενόμενης επίπτωσης, παρουσιάζεται το είδος της, το μέγεθός της και η διάρκειά της.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ		ΠΙΘΑΝΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ
ΕΛΛΑΦΟΣ-ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ - ΓΕΩΛΟΓΙΑ		Οι σημαντικότερες επιπτώσεις αναμένονται στις περιοχές των μεγάλων ορυγμάτων & επιχωμάτων στις θέσεις των τεχνικών έργων (γέφυρες, σήραγγες, C&C, Α/Κ, Σταθμοί Διοδίων) και στις περιοχές προσωρινής απόθεσης χωματισμών. Οι αναμενόμενες επιπτώσεις στη μορφολογία & τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής των έργων κατά την φάση κατασκευής τους χαρακτηρίζονται ως :	Μέτρια, μερικώς αντιμετωπίσιμη, μη αναστρέψιμη, μακροχρόνια
	Εργοτάξια	<u>ΤΜΗΜΑ 3: Σήραγγα Υμηττού - Α/Κ Μεσογείων</u> Αυστηρά στα μέτωπα της σήραγγας	Βραχυχρόνια, μικρής έκτασης
	Αποθεσιοθάλαμοι / Δανειοθάλαμοι	<u>ΤΜΗΜΑ 6: Α/Κ Μεσογείων - Αγία Μαρίνα</u> Αναπτύσσεται περί των ΧΘ 10+500 μακράν προστατευόμενης ζώνης Υμηττού, δασικών περιοχών & αρχαιολογικών χώρων	Βραχυχρόνια, μικρής έντασης
	Ορύγματα / Επιχώματα	<u>ΤΜΗΜΑ 3: Σήραγγα Υμηττού - Α/Κ Μεσογείων</u> Ορύγματα / επιχώματα μικρού ύψους μετά την έξοδο της σήραγγας	Μικρή
ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ	Επιφανειακά Νερά	<u>ΤΜΗΜΑ 3: Σήραγγα Υμηττού - Α/Κ Μεσογείων</u> Διασταύρωση με το ρέμα Χαλιδού μεταξύ ΧΘ: 4+700 και ΧΘ: 4+880	Μόνιμη, μικρή, αναστρέψιμη
		<u>ΤΜΗΜΑ 6: Α/Κ Μεσογείων - Αγία Μαρίνα</u> Διασταύρωση με το ρέμα Ντούκα και το ρέμα Κιτσίου (ΧΘ 6+500), που στα κατάντη έχει χαρακτηριστεί περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος	Μόνιμη, μικρή, αναστρέψιμη
ΤΟΠΟ & ΔΙΣΦΗΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	Χάραξη Έργων	<u>ΤΜΗΜΑ 3: Σήραγγα Υμηττού - Α/Κ Μεσογείων</u> <u>ΤΜΗΜΑ 6: Α/Κ Μεσογείων - Αγία Μαρίνα</u> Πρόκειται για τοπίο «χαμηλής» ευαισθησίας επιπτώσεις αφορούν στη διαμόρφωση των μετώπων των σηράγγων & των κόμβων.	Μικρή, μόνιμη, μη αναστρέψιμη
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	Εκπομπές Σκόνης	Από τις υπολογισθείσες εκπομπές εκείνες οι οποίες ενδιαφέρουν περισσότερο είναι οι εκπομπές PM-10. Με την εφαρμογή του μοντέλου SCREEN3 της USEPA προκύπτει ότι στη δυσμενέστερη περίπτωση η μέγιστη συγκέντρωση PM-10 δε θα υπερβεί τα 45μg/ΠΠ ³ . Εντός των αστικών περιοχών, όπου προβλέπονται μεγάλα τμήματα του έργου υπογειοποιημένα η συγκέντρωση PM-10 θα είναι πολύ μικρότερη ή μηδενική, όταν οι εργασίες λαμβάνουν χώρα υπόγεια.	-

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ		ΠΙΘΑΝΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	Εκπομπές Ρύπων	Από τον υπολογισμό της διασποράς των διαφόρων ρύπων από τη λειτουργία του εργοταξίου με τη χρησιμοποίηση του μοντέλου IMM1 5.3.1 και συγκεκριμένα του SO ₂ , CO, NO ₂ & PM προκύπτει επιβάρυνση ως προς το NO ₂ για κάποιους από τους δέκτες, που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 40m από το μελετώμενο εργοτάξιο (ωριαίο όριο για NO ₂ είναι 200μg/ΓΠ ³). Οι υπόλοιποι ρύποι SO ₂ , CO & PM δεν παρουσιάζουν πρόβλημα υπερβάσεων.	-
ΘΟΡΥΒΟΣ	Εργοταξιακός Θόρυβος	Στις περιοχές του Α/Κ Ποσειδώνος και του Α/Κ Βουλιαγμένης αναμένονται επίπεδα θορύβου της τάξεως άνω των 71 dBA στις προσόψεις των πλησιεστέρων κατοικιών. Στην περιοχή της Αγ. Μαρίνας (ΧΘ 8+800 του τμήματος 6) αναμένεται μια σχετική επιβάρυνση σε πλησίον κατοικία με το εργοτάξιο με επίπεδα θορύβου της τάξεως των 69dBA.	Βραχυχρόνια, μέτρια αναστρέψιμη Βραχυχρόνια, μέτρια, αναστρέψιμη
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΧΛΩΡΙΔΑ - ΠΑΝΙΔΑ	<u>ΤΜΗΜΑ 3: Σήραγγα Υμηττού - Α/Κ Μεσογείων</u> Το τμήμα βρίσκεται εξ ολοκλήρου εντός της περιοχής Natura «ΥΜΗΤΤΟΣ - ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ-ΛΙΜΝΗ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ» GR 3000006, εντός της Ζώνης Β προστασίας του ορεινού όγκου του Υμηττού και εντός της Ζώνης Α οδεύει το σύνολο της μεγάλης σήραγγας του Υμηττού και ένα επιφανειακό τμήμα του από την έξοδο της σήραγγας στην ανατολική πλευρά του όρους (από ΧΘ 4+280 έως ΧΘ 5+500 περίπου)	Μικρή, περιορισμένη (μέτωπα σήραγγας). μη αναστρέψιμη
		<u>ΤΜΗΜΑ 6: Α/Κ Μεσογείων - Αγία Μαρίνα</u> Από ΧΘ 0+000 έως ΧΘ 2+000 και από ΧΘ 4+200 έως ΧΘ 4+800 η χάραξη είναι εντός της περιοχής NATURA «ΥΜΗΤΤΟΣ - ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΔΑΣΟΣ ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ-ΛΙΜΝΗ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ» GR 3000006 και από ΧΘ 0+000 έως Χ. Θ. 6+900 η χάραξη διέρχεται εντός της Ζώνης Β προστασίας του ορεινού όγκου του Υμηττού, ενώ από ΧΘ 2+500 έως ΧΘ 5+000 η χάραξη διέρχεται εντός της Ζώνης Α	Μικρή, προσωρινή, αναστρέψιμη
ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ		<u>ΤΜΗΜΑ 3: Σήραγγα Υμηττού - Α/Κ Μεσογείων</u> Δεν διέρχεται από περιοχές με συγκεκριμένες χρήσεις από ισχύον ΓΠΣ	-
		<u>ΤΜΗΜΑ 6: Α/Κ Μεσογείων - Αγία Μαρίνα</u> Δεν διέρχεται εντός περιοχών των οποίων οι υφιστάμενες χρήσεις γης να καθορίζονται από οποιοδήποτε εγκεκριμένο ΓΠΣ	-

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ		ΠΙΘΑΝΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΠΟΛΟΜΕΣ	Υφιστάμενο Οδικό Δίκτυο	Το έργο διασταυρώνει τις κύριες Λεωφόρους Λαυρίου, Αττική Οδός, & Βάρης -Κορωπίου, οι οποίες θα λειτουργούν κανονικά κατά την διάρκεια της κατασκευής.	Μικρής έντασης, Βραχυχρόνια, πλήρως αναστρέψιμη
ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ		<p>Σε σχέση με τη συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση των πέριξ του έργου περιοχών αναμένονται:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Προβλήματα στην προσπελασιμότητα των περιοχών • Η οργάνωση των εργοταξίων για την κατασκευή του έργου, τα εργοτάξια παραγωγής ετοιμού σκυροδέματος και προσωρινής αποθήκευσης αδρανών θα δημιουργήσουν οχλήσεις • Δυσχέρειες και κοινωνικές αντιδράσεις οι οποίες θα εντονότερες στην περίπτωση των κατοίκων των άμεσων περιοχών διέλευσης • Η κατασκευή των προτεινόμενων έργων απαιτεί σημαντικό αριθμό εργαζομένων με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και νέων ευκαιριών απασχόλησης. 	Μικρή, Βραχυχρόνια, αναστρέψιμη Θετική, άμεση, μεγάλη
ΙΣΤΟΡΙΚΟ & ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ		<p><u>ΤΜΗΜΑ 6: Α/Κ Μεσογείων - Αγία Μαρίνα</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Το έργο διέρχεται μεταξύ των ΧΘ 5+600 - 8+000 σε απόσταση 100-500m από τον αρχαιολογικό χώρο Λαμπρικών Κορωπίου. • Μεταξύ των των ΧΘ 6+700 - 10+600 κινείται εντός της περιοχής αρχαιολογικού χώρου υψώματος Κόντρα Γκλιάτε και της πέριξ αυτού περιοχής, στο Κίτσι Κορωπίου (ΦΕΚ 479/Β/24-06-94) και μάλιστα περί τη ΧΘ 9+200 και για 100 m εντός της Ζώνης Β1 «Απολύτου προστασίας αρχαιολογικών χώρων» της ΖΟΕ Μεσογείων. 	

Πίνακας 2: Επιπτώσεις από την κατασκευή του έργου
(Πηγή : (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, ΜΠΕ – Νέα Οδικά Έργα Αττικής)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ		ΠΙΘΑΝΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ
ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ		Επιπτώσεις στα πρανή των επιχωμάτων, επιπτώσεις στο έδαφος λόγω εκπτώσεων του σιδηρώματος, επιπτώσεις λόγω της κατασκευής των μεγάλων τεχνικών έργων & επιπτώσεις λόγω της παραγωγής στερεών απορριμμάτων από τους χρήστες των οδικών διαδρομών.	Μικρή, αναστρέψιμη με κατάλληλα μέτρα
ΝΕΡΑ	Ποιότητα επιφανειακών νερών	Κατά τη λειτουργία του έργου και μετά από παρατεταμένη ξηρασία και έντονη βροχόπτωση αναμένεται οι επιφανειακές απορροές του δρόμου να είναι βεβαρυσμένες κυρίως με στερεά σωματίδια και βαρέα μέταλλα, αφού μεταφέρουν τους ρύπους και τις εκπτώσεις από φθαρμένα ελαστικά, πετρελαιοειδή και λιπαντικά, εκπομπές καυσαερίων κ.ά.	Έμμεση, Αρνητική, Μικρή, Βραχυχρόνια
ΒΛΑΣΤΗΣΗ		Οι εκπομπές αερίων ρύπων που έχουν υπολογισθεί στα άκρα του δρόμου είναι πολύ κατώτερες των συγκεντρώσεων εκείνων, που δύνανται να προκαλέσουν ορατές βλάβες στα φυτά και κατά συνέπεια δεν αναμένονται επιπτώσεις στη βλάστηση της περιοχής μελέτης από τη λειτουργία του έργου. Από τη λειτουργία της οδού μπορεί να προκύψει κίνδυνος από την πρόκληση πυρκαγιάς σε περιπτώσεις ατυχημάτων ή απόρριψης αναμμένων αποτσίγαρων.	Έμμεση, Αρνητική, Μικρή, Αναστρέψιμη
ΠΑΝΙΑ		Αναμένεται απομάκρυνση των πλέον ευαίσθητων ειδών (μικρά θηλαστικά και μικρά νυχτόβια πουλιά) από τις πηγές θορύβου και ισχυρού φωτισμού. (κυρίως θέσεις Ανισόπεδων Κόμβων).	
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ		Κατά την φάση λειτουργίας θα επιτευχθεί επαρκής αποσυμφόρηση των σημαντικών και ήδη κορεσμένων οδικών αξόνων του λεκανοπεδίου.	Θετική, μόνιμη

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ		ΠΘΑΝΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ
ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ		Αναμένονται επιδράσεις στο κοινωνικο-οικονομικό περιβάλλον της περιοχής όπως: <ul style="list-style-type: none"> • Όφελος που προκύπτει λόγω της αξίας Χρόνου Οδηγών Επιβατηκών Οχημάτων • Όφελος που προκύπτει λόγω της αξίας χρόνου για οχήματα εμπορευματικών μεταφορών • Όφελος που προκύπτει κόστους των οχημάτων εμπορευματικών μεταφορών • Βελτίωση της προσπελασιμότητας σε επίπεδο Νομού • Επιδράσεις ανά τομέα παραγωγής λόγω της μείωσης του λειτουργικού 	
		• Πρωτογενής Τομέας	Μικρή, βραχυχρόνια
		• Δευτερογενής Τομέας	Μικρή, θετική, βραχυχρόνια
		• Τριτογενής Τομέας	Μόνιμη, θετική, έμμεση
		• Το έργο αναμένεται να έχει επιπτώσεις στους φόρτους του υφιστάμενου οδικού δικτύου, ιδιαίτερα στο Βύρωνα, στη Γλυφάδα, στην Ηλιούπολη, στην Αργυρούπολη & στον Άλιμο.	Θετική, μόνιμη
		• Επιπλέον, η παρουσία και λειτουργία του νέου δρόμου θα προσφέρει περισσότερες αναπτυξιακές δυνατότητες στην ευρύτερη περιοχή και θετική επίπτωση στην απασχόληση έμμεσα	Θετική
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ		Με τη χρησιμοποίηση του μοντέλου IMMI 5.3.1 με βάση τα χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας διαπιστώνεται ότι σε καμία περίπτωση δεν παρατηρείται σημαντική επιβάρυνση πληθίων κατοικιών για όλους τους εξεταζόμενους ρύπους, NO ₂ , CO, SO ₂ , PM.	
ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ		ΤΜΗΜΑ 3: 6+450 (κτίριο εκτός σχεδίου) Σήραγγα Υμηττού - Α/Κ Μεσογείων ΧΘ: 4+800 έως ΧΘ: 4+900 (κτίρια εντός σχεδίου) ΧΘ: 5+200 (κτίριο εκτός σχεδίου)	Μέτρια, μόνιμη, αναστρέψιμη
		ΤΜΗΜΑ 6: Α/Κ Μεσογείων - Αγία Μαρίνα ΧΘ: 8+600 (κτίριο εκτός σχεδίου)	Μέτρια, μόνιμη, αναστρέψιμη

Πίνακας 3: Επιπτώσεις από τη λειτουργία του έργου
(Πηγή : (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, ΜΠΕ – Νέα Οδικά Έργα Αττικής)

5.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά: Τμήμα 3 και Τμήμα 6

Στα πλαίσια της παρούσης εργασίας θα μελετηθούν τα **τμήματα 3 και 6** ως προς την εφαρμογή των εργαλείων γενικά των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και ειδικότερα του Google Earth.

Το **τμήμα 3** στην πλειοψηφία του κατασκευάζεται υπόγεια διασχίζοντας τον ορεινό όγκο του Υμηττού. Συγκεκριμένα, διαμορφώνονται 2 ανεξάρτητοι κλάδοι οι οποίοι κινούνται παράλληλα έως τη ΧΘ : 5+220. Στη θέση αυτή διαμορφώνεται σταθμός διοδίων. Ο αριστερός κλάδος διαμορφώνεται με Cut & Cover έως τη ΧΘ: 0+220 και με σήραγγα από τη ΧΘ: 0+350 έως τη ΧΘ 4+265. Αντίστοιχα ο δεξιός κλάδος περιλαμβάνει Cut & Cover από τη ΧΘ: 0+150 έως τη ΧΘ: 0+200, και σήραγγα μεταξύ των ΧΘ: 0+350 και ΧΘ: 4+265.

Μετά το σταθμό των διοδίων ο άξονας κινείται σε ενιαία διατομή μέχρι το τέλος του τμήματος στον Α/Κ Μεσογείων.

Το **τμήμα 6** έχει συνολικό μήκος περίπου 13,5km και χαρακτηριστικό του είναι η εναλλαγή μεγάλων τεχνικών έργων (σήραγγες, κοιλαδογέφυρες, άνω και κάτω διαβάσεις). Συγκεκριμένα, διαμορφώνονται 6 κάτω διαβάσεις και 2 άνω διαβάσεις στις θέσεις διασταύρωσης του αυτοκινητοδρόμου με βασικές οδούς του υπάρχοντος δικτύου. Στη ΧΘ: 5+443, όπου η οδός διασταυρώνει με άνω διάβαση την οδό Λαμπρών, προβλέπεται η ανάπτυξη δύο πλευρικών σταθμών εξυπηρέτησης αυτοκινητιστών (ΣΕΑ), εκατέρωθεν του τεχνικού γεφύρωσης.

Προβλέπεται ακόμα η κατασκευή τριών ανισόπεδων κόμβων :

- Ημικόμβος Βάρης Κορωπίου στη ΧΘ: 6+500 (διασύνδεση του αυτοκινητοδρόμου με τη Λεωφόρο Βάρης – Κορωπίου)
- Ημικόμβος Κιτσίου στη ΧΘ: 9+100
- Ημικόμβος Λατομείου ΧΘ: 10+400

Αμέσως μετά τον ανισόπεδο ημικόμβο Βάρης – Κορωπίου μέχρι και τη ΧΘ: 8+000 προβλέπεται η κατασκευή τριών διαδοχικών σηράγγων δύο ανεξάρτητων κλάδων. Περί τη ΧΘ: 6+950, ανάμεσα στα δύο πρώτα ζεύγη σηράγγων προβλέπεται η κατασκευή ζεύγους κοιλαδογεφυρών ανά κλάδο. Ζεύγος σηράγγων προβλέπεται επίσης από ΧΘ: 9+200 έως ΧΘ: 9+700 και από ΧΘ: 13+100 έως ΧΘ: 13+300. Για την καλύτερη οργάνωση της κυκλοφορίας προβλέπονται τέλος επεμβάσεις μικρής κλίμακας επί της παραλιακής λεωφόρου και για μήκος περίπου 1,5 km.

Σε ότι αφορά τις εναλλακτικές προτάσεις, εξετάστηκαν διάφορες παραλλαγές όδευσης και για τα δύο τμήματα. Για το τμήμα 3 οι περιορισμοί έχουν να κάνουν με το ανάγλυφο και τις εδαφικές πτυχώσεις του ορεινού όγκου του Υμηττού, αλλά και με το γεγονός ότι έχει ήδη καθοριστεί η θέση και η διάταξη του ανισόπεδου κόμβου στο σημείο σύνδεσης του νέου αυτοκινητόδρομου με την Αττική Οδό. Για το τμήμα 6

οι διαφορές των εναλλακτικών οδύσεων έγκειται κυρίως στην ανάπτυξή τους σε μεγαλύτερο ή μικρότερο μήκος εντός των ζωνών προστασίας του Υμηττού Α και Β.

Η αξιολόγηση των εναλλακτικών διατάξεων και για τα δύο τμήματα έγινε συγκριτικά ως προς την επίδοση τους σε μια σειρά από κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά έχουν να κάνουν με την ευκολία κατά την κατασκευή, την οδική ασφάλεια, το σύστημα διοδίων, τις εξυπηρετούμενες μετακινήσεις, την κοινωνική αποδοχή του έργου, την αισθητική του τοπίου, τα εγκεκριμένα ρυμοτομικά σχέδια των όμορων περιοχών. Γνώμονας για την επιλογή της βέλτιστης λύσης σε κάθε περίπτωση αποτελεί ο μετριασμός των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον (φυσικό και ανθρωπογενές).

Βιβλιογραφία

1. ΥΠΕΧΩΔΕ (2008). Νέα Οδικά Έργα Αττικής – ΜΠΕ, Αθήνα

**6. Εφαρμογή : Νέα Οδικά Έργα Αττικής – Μελέτη
Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων**

6. Εφαρμογή : Νέα Οδικά Έργα Αττικής – Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

6.1 Ορισμός περιοχής μελέτης

Στα προηγούμενα κεφάλαια γίνεται αναφορά στα Διαδικτυακά Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (και ειδικότερα στο Google Earth), καθώς επίσης και στη χρησιμότητα τους κατά την εκπόνηση Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Επόμενο στάδιο αποτελεί η εφαρμογή με πραγματικά δεδομένα, προκειμένου να διερευνηθεί ο βαθμός ευκολίας και αποτελεσματικότητας κατά τη χρήση των εργαλείων του προγράμματος Google Earth στα διάφορα στάδια των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από Οδικά Έργα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται κατά το στάδιο δημοσιοποίησης των ΜΠΕ και την ενεργή συμμετοχή του κοινού.

Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε να μελετηθεί η περίπτωση των Νέων Οδικών Έργων Αττικής που χωροθετούνται στην ευρύτερη περιοχή του Υμηττού και το νοτιοανατολικό τμήμα του Λεκανοπεδίου. Συγκεκριμένα, στα πλαίσια της παρούσης εργασίας θα μελετηθούν τα **τμήματα 3 και 6** ως προς την εφαρμογή των εργαλείων γενικά των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και ειδικότερα του Google Earth.

Το συγκεκριμένο έργο επιλέχθηκε για μελέτη, κυρίως εξαιτίας της έκτασης και της σπουδαιότητας του. Πρόκειται για ένα μεγάλο και σύγχρονο έργο οδοποιίας που εντάσσεται στον ευρύτερο ολοκληρωμένο συγκοινωνιακό σχεδιασμό για την κυκλοφοριακή οργάνωση του λεκανοπεδίου. Συγχρόνως, εντάσσεται στα έργα της λεγόμενης «οικολογικής οδοποιίας» (road ecology), σύμφωνα με την οποία πέρα από το στενό πλαίσιο των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, εφαρμόζονται αποτελεσματικά μέτρα οικολογικής προστασίας στις φάσεις του σχεδιασμού, της κατασκευής και της λειτουργίας του έργου.

Ένας εξίσου σημαντικός λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε η εφαρμογή να γίνει για τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής, αφορά τη σπουδαιότητα της περιοχής στην οποία πρόκειται να υλοποιηθεί. Οι οδοί που συνθέτουν το έργο διέρχονται εντός των διοικητικών ορίων των Δήμων Ζωγράφου, Καισαριανής, Βύρωνα, Ηλιούπολης, Αργυρούπολης, Ελληνικού, Αλίμου, Γλυφάδας, Βάρης, Κρωπίας, Σπάτων, Παλλήνης, Παιανίας και Κοινότητας Πικερμίου. Επίσης, ένα μεγάλο τμήμα του έργου διέρχεται από προστατευόμενες περιοχές, όπως είναι ο Υμηττός και το αισθητικό δάσος της Καισαριανής, στις οποίες βέβαια προβλέπεται υπογειοποίηση του. Συγκεκριμένα, ο Υμηττός αποτελεί ένα σπάνιο μεσογειακό δασικό οικοσύστημα με πλούσια βιοποικιλότητα. Η μοναδικότητα του όρους Υμηττός αναδεικνύεται όχι μόνο από την αξιόλογη χλωρίδα και πανίδα που καταγράφεται, αλλά και από το πλήθος των γεωλογικών σχηματισμών του, των αρχαιολογικών ευρημάτων και της ιστορικής του

αξίας. Σημαντική είναι τέλος, και η συμβολή του Υμηττού στη ρύθμιση του μικροκλίματος της Αττικής σε συνδυασμό και με τους άλλους ορεινούς όγκους που περιβάλλουν το λεκανοπέδιο.

Σε ότι αφορά τα τμήματα 3 και 6 για τα οποία πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή, επιλέχτηκαν ως αντιπροσωπευτικά από το σύνολο του Οδικού έργου. Το τμήμα 3 διασχίζει τον ορεινό όγκο του Υμηττού υπογειοποιημένο στην πλειοψηφία του, ενώ το τμήμα 6 διέρχεται εντός των ζωνών προστασίας Α και Β Υμηττού και πλησίον των κατοικημένων περιοχών του Κιτσίου και της Αγίας Μαρίνας.

Για τα οδικά τμήματα 3 και 6 η εφαρμογή έγκειται στην εισαγωγή όλων των απαραίτητων και διαθέσιμων στοιχείων στο λογισμικό Google Earth, και στην περαιτέρω διερεύνηση και ανάπτυξη περιβαλλοντικών θεμάτων και προβλημάτων που προκύπτουν από την κατασκευή ενός συγκοινωνιακού έργου.

6.2 Μεθοδολογία

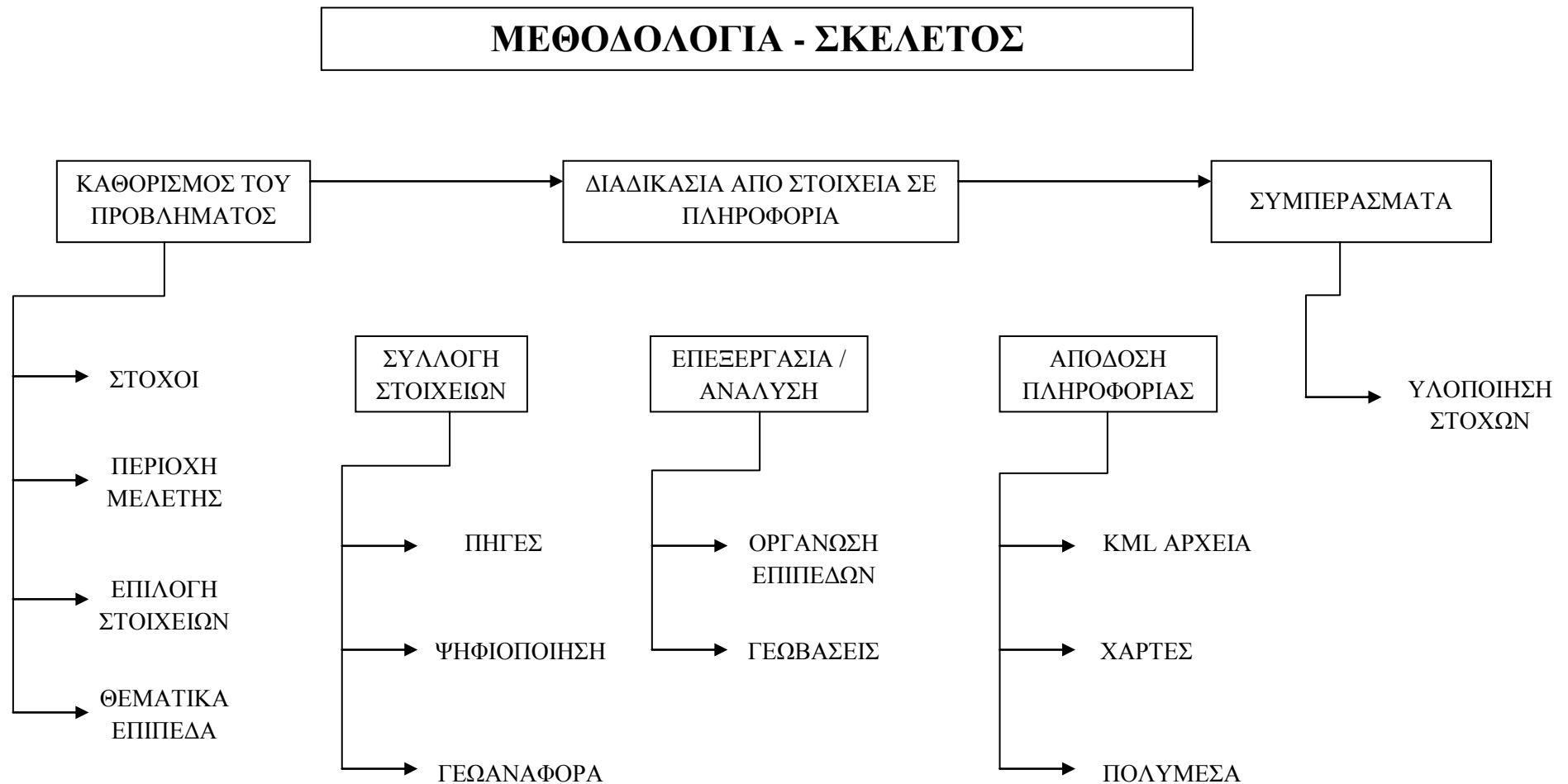
Για την ολοκλήρωση και την εφαρμογή ενός ΓΣΠ ακολουθούνται τρεις βασικές διαδοχικές διαδικασίες : ο καθορισμός του προβλήματος, η διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία και τα συμπεράσματα.

Κατά τη διερεύνηση του προβλήματος, η πρωταρχική ενέργεια είναι η οριοθέτηση τόσο του γενικού στόχου της μελέτης όσο και των επιμέρους στόχων. Αναγνωρίζονται οι υπεύθυνοι αλλά και οι χρήστες του συστήματος, καθώς η πραγματικότητα και τα προβλήματά διαφέρουν αν εξετασθούν από άλλη σκοπιά και με διαφορετικές προδιαθέσεις. Παράλληλα καθορίζεται η περιοχή μελέτης και διαμορφώνονται τα στοιχεία (φυσικός χώρος, ανθρώπινες δραστηριότητες κτλ) και τα χωρικά πρότυπα που πρόκειται να διερευνηθούν σε βάθος. Ο καθορισμός του προβλήματος αποτελεί καθοριστικό βήμα, καθώς προσδιορίζονται τα θεματικά επίπεδα που θα δημιουργηθούν, τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των στοιχείων, το σύστημα συντεταγμένων που θα χρησιμοποιηθεί κτλ.

Επόμενο στάδιο αποτελεί η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, τα οποία μπορεί να προκύπτουν είτε από πρωτογενείς είτε από δευτερογενείς πηγές. Κατόπιν, τα στοιχεία (χωρικά και μη χωρικά) κωδικοποιούνται και αποθηκεύονται στον Η/Υ. Με διάφορες μεθόδους διαχείρισης (αποθήκευση στοιχείων σε βάσεις δεδομένων) και ανάλυσης (χωρικά πρότυπα, χωρικές σχέσεις) τα δεδομένα αυτά μετατρέπονται σε πληροφορία.

Το τελευταίο στάδιο αφορά την απόδοση των πληροφοριών σε χάρτες, γραφήματα κτλ, καθώς και την εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων για την υλοποίηση ή μη των αρχικών στόχων.

Για την υλοποίηση της συγκεκριμένης εφαρμογής τα στάδια που ακολουθήθηκαν συμβαδίζουν με αυτά της θεωρίας των ΓΣΠ και παρουσιάζονται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 5):



Σχήμα 5: Μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολουθήθηκε
 (Πηγή : Κουτσόπουλος Κ. (2005). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα)

6.3 Δεδομένα

6.3.1 Συλλογή Γεωγραφικών Δεδομένων

Για την υλοποίηση της συγκεκριμένης εφαρμογής ήταν αναγκαία η συλλογή των απαραίτητων γεωγραφικών και περιγραφικών δεδομένων. Στην πλειοψηφία τους τα εν λόγω δεδομένα προέκυψαν από τη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του έργου «Νέα Οδικά Έργα Αττικής», όπως παραδόθηκε στην αρμόδια υπηρεσία του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων¹⁴ τον Δεκέμβριο του 2008 και δημοσιοποιήθηκε την 17^η Φεβρουαρίου 2009, προκειμένου να τηρηθεί η διαδικασία διαβούλευσης με το ενδιαφερόμενο κοινό.

Συγκεκριμένα, η τεχνική έκθεση (σε μορφή κειμένου) της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής, καθώς και τα σχέδια που τη συνοδεύουν (σε μορφή εικόνας), προέρχονται από την ηλεκτρονική σελίδα της Γενικής Γραμματείας Δημοσίων Έργων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων κατά τη δημοσιοποίησή τους την 25^η Φεβρουαρίου 2009¹⁵. Τα επιπλέον ψηφιακά αρχεία χαρτών και σχεδίων σε μορφή dwg, παραχωρήθηκαν ευγενικά από τον κ. Α. Παρασκευόπουλο Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ – Μηχανικό Περιβάλλοντος, M.Sc., PhD¹⁶. Συγκεντρωτικά, τα χωρικά και περιγραφικά δεδομένα που είναι διαθέσιμα παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί :

Περιεχόμενο Δεδομένων	Μορφή Αρχείου	Πηγή
Τεύχος Τεχνικής Έκθεσης ΜΠΕ	Κείμενο (pdf)	ΓΓΔΕ / ΥΠΕΧΩΔΕ
Χάρτης Προστατευόμενων Περιοχών σε κλίμακα 1:50.000	Αρχεία CAD υψηλής συμπίεσης (dxf)	ΓΓΔΕ / ΥΠΕΧΩΔΕ
Χάρτης Χρήσεων Γης της Ευρύτερης Περιοχής σε κλίμακα 1:25.000	Αρχείο εικόνας (jpeg)	ΓΓΔΕ / ΥΠΕΧΩΔΕ
Οριζοντιογραφία Τμήματος 3 και Τμήματος 6, σε κλίμακα 1:5.000	Αρχεία CAD (dwg)	Μελετητικό Γραφείο «Αλέξιος Παρασκευόπουλος»

Πίνακας 4: Αρχικά Διαθέσιμα στοιχεία

¹⁴ Την ευθύνη της μελέτης έχει η Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Μελετών – Κατασκευών, Έργων Παραχώρησης Αττικής και Ιόνιας Οδού (ΕΥΔΕ / Μ.Κ. ΕΠΑ & ΙΟ), η οποία υπάγεται στη Γενική Γραμματεία Συγχρηματοδοτούμενων Δημόσιων Έργων του ΥΠΕΧΩΔΕ.

¹⁵ http://www.ggde.gr/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=139&Itemid=199

¹⁶ Τεχνικοί Σύμβουλοι για την εκπόνηση της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής, είναι τα γραφεία «Αλέξιος Παρασκευόπουλος» και «Στυλιανή Καϊμάκη»

Ουσιαστικά το μόνο εύκολα διαχειρίσιμο αρχείο είναι το αρχείο CAD, το οποίο περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τα οδικά έργα (άξονες, τεχνικά, πρανή, οριογραμμές κτλ). Τα στοιχεία που αφορούν τις χρήσεις γης της ευρύτερης περιοχής καθώς και τις προστατευόμενες εκτάσεις, θα προκύψουν από ψηφιοποίηση των αντίστοιχων χαρτών. Η ψηφιοποίηση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους, ανάλογα με το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί. Ο πρώτος αναφέρεται στη χρήση των εργαλείων σχεδίασης του λογισμικού AutoCAD, αφού πρώτα πραγματοποιηθεί η γεωαναφορά των χαρτών και η αποκατάσταση της κλίμακας. Αντίστοιχα ο δεύτερος αφορά τη χρήση των αντίστοιχων εργαλείων του λογισμικού ΓΣΠ ArcGIS, αφού προηγηθεί η εισαγωγή των αντίστοιχων αρχείων στο περιβάλλον του και η γεωαναφορά τους βάσει τεσσάρων σημείων με γνωστές συντεταγμένες.

Για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας η ψηφιοποίηση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGIS. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκαν δύο ακόμα αρχεία εκ των οποίων το ένα περιέχει τις χρήσεις γης στην ευρύτερη περιοχή, ενώ το άλλο τις περιοχές για τις οποίες ισχύει θεσμοθετημένο καθεστώς προστασίας.

Επιπλέον, εξετάστηκε η απευθείας επίθεση του χάρτη των χρήσεων γης στο λογισμικό Google Earth, χωρίς να έχει προηγηθεί ψηφιοποίηση των στοιχείων του. Η διαδικασία αυτή έχει ως αποτέλεσμα την προσθήκη του αντίστοιχου χάρτη με τη μορφή εικόνας (χωρίς επίπεδα) πάνω στη γήινη απεικόνιση. Ο χρήστης έχει έτσι τη δυνατότητα μόνο να δει πληροφορίες για τα στοιχεία που απεικονίζει ο χάρτης και όχι να επεξεργαστεί τα επίπεδα του.

6.3.2 Διαχείριση Δεδομένων

6.3.2.1 Γενικά στοιχεία

Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της συγκεκριμένης εφαρμογής αφορούν τόσο σχεδιαστικά όσο και προγράμματα λήψης αποφάσεων. Συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκαν οι δυνατότητες του σχεδιαστικού πακέτου AutoCAD της εταιρείας Autodesk, του προγράμματος γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών ArcGIS της εταιρείας ESRI, το πρόγραμμα Arc2Earth που εγκαθίσταται ως πρόσθετο στο ArcGIS και φυσικά τα λογισμικά Google Earth της ομώνυμης εταιρείας.

Στο σημείο αυτό, και πριν τη λεπτομερή περιγραφή διαχείρισης των γεωγραφικών δεδομένων και μετατροπής των ψηφιακών αρχείων σε μορφή που να υποστηρίζεται από ένα πρόγραμμα ΓΣΠ, κρίνεται σκόπιμη η σύντομη αναφορά στις διάφορες μορφές αρχείων και δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν.

Αρχείο dwg (Drawing)

Πρόκειται για αρχεία χωρικής απεικόνισης, όπου σχεδιάζονται και αποθηκεύονται γεωγραφικές οντότητες στο δισδιάστατο ή τρισδιάστατο χώρο (2D ή 3D dimensional). Αυτή η δομή αρχείου είναι η πλέον διαδομένη δομή αρχείων σχεδίου,

και υποστηρίζεται τόσο από τα αντίστοιχα σχεδιαστικά (CAD) προγράμματα, όσο και από λογισμικά Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, όπως είναι το ArcMap της ESRI¹⁷.

Αρχείο dwf (Design Web Format)

Πρόκειται για ένα διεθνές πρότυπο αρχείου, το οποίο αναπτύχθηκε από την Autodesk αρχικά σαν εναλλακτική λύση έναντι των κλασσικών DWG αρχείων, για περιπτώσεις όπου ήταν απαραίτητη η χρήση μικρών, συμπαγών αρχείων για ενσωμάτωσή τους σε Web σελίδες. Το μικρό μέγεθός τους διευκολύνει την γρήγορη και ασφαλή επικοινωνία εγγράφων (κυρίως 2D και 3D σχεδίων), σε ηλεκτρονική μορφή, μεταξύ διευρυμένων ομάδων εργασίας μηχανικών, μελετητών, κατασκευαστών, προμηθευτών και εργολάβων.

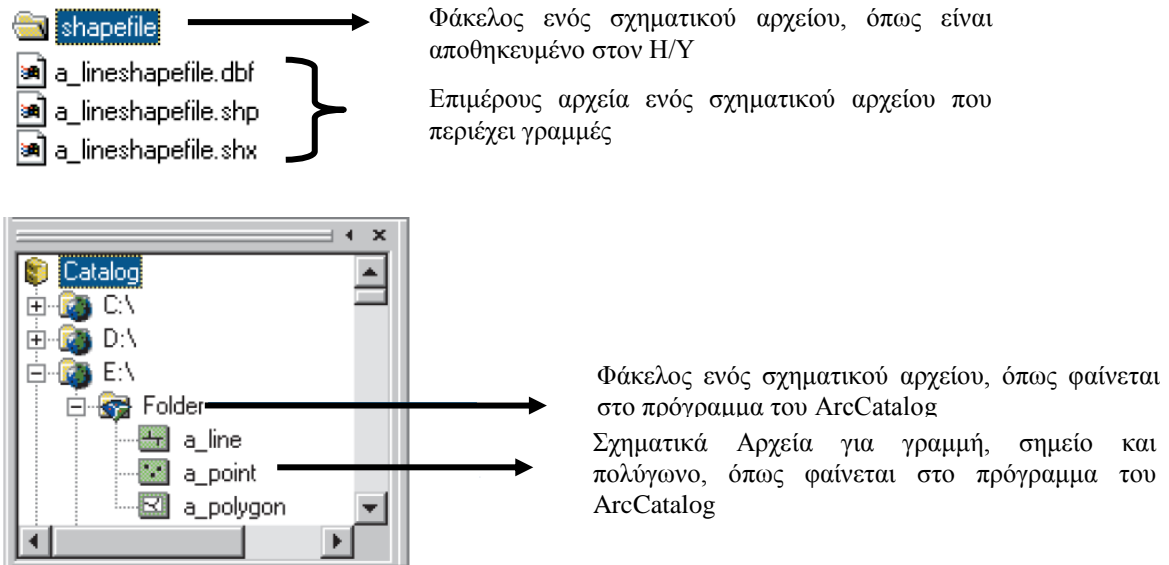
Ουσιαστικά, ένα DWF αρχείο είναι απλά η ηλεκτρονική έκδοση του εκτυπωμένου σχεδίου. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται ότι έχει όλα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του τυπωμένου χαρτιού. Οι παραλήπτες μπορούν να το ανοίξουν, να κάνουν pan , zoom και freeze / thaw τα θεματικά επίπεδα (layers) από τα οποία αποτελείται, να τα εκτυπώσουν και να δημιουργήσουν υπομνήσεις (mark ups). Ωστόσο, δεν έχουν τη δυνατότητα να τροποποιήσουν ή να αντιγράψουν το περιεχόμενό του, αλλά ούτε και να αποθηκεύσουν τις αλλαγές τους, πέραν των mark ups, που πιθανόν να έχουν δημιουργήσει.

Αρχείο shp (shape file)

Ένα σχηματικό αρχείο .shp είναι η πλέον δημοφιλής δομή αρχείου που μπορεί να διαχειριστεί το λογισμικό ΓΣΠ της ESRI, το ArcGIS Desktop. Πρόκειται για ένα ανοιχτό πρότυπο που συμβάλλει στην ανταλλαγή δεδομένων σύμφωνα με τις αρχές της διαλειτουργικότητας μεταξύ διαφόρων λογισμικών ΓΣΠ. Περιέχει χωρικά και περιγραφικά δεδομένα των γεωγραφικών οντοτήτων που απεικονίζονται, τα οποία μπορούν να διορθωθούν και να αποθηκευτούν από το περιβάλλον οποιοσδήποτε έκδοσης του ArcGIS. Ένα αρχείο shp μπορεί να περιέχει μόνο σημεία ή μόνο γραμμές ή μόνο πολύγωνα.

Τα σχηματικά αρχεία αποθηκεύονται σε φακέλους. Κάθε σχηματικό αρχείο αποτελείται από ένα σύνολο επιμέρους αρχείων με διανυσματικά δεδομένα και ένα αρχείο βάσης δεδομένων με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά.

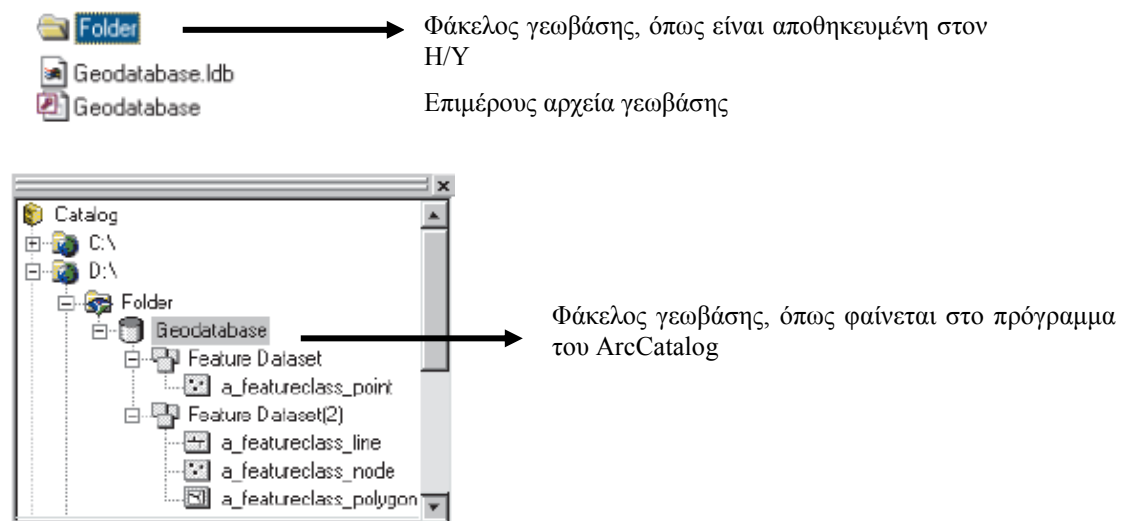
¹⁷ Η **ESRI** (Environmental Systems Research Institute) αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες η οποία ειδικεύεται στην ανάπτυξη λογισμικού Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και στην παροχή ψηφιακών γεωγραφικών δεδομένων για όλο τον κόσμο.



Εικόνα 5 & 6: Σχηματικά Αρχεία (πηγή: ESRI GIS. Getting Starting with ArcGIS – ebook)

Γεωβάση Δεδομένων (Geodatabase)

Μια γεωβάση αποτελεί μια αντικειμενοστραφής βάση δεδομένων όπου αποθηκεύονται χωρικές και περιγραφικές πληροφορίες των γεωγραφικών οντοτήτων. Αυτή η ειδική μορφή δεδομένων προσφέρει τη δυνατότητα αποθήκευσης σε ένα αρχείο πολυγωνικών, γραμμικών και σημειακών χαρακτηριστικών. Μπορεί να είναι προσωπική (personal geodatabase) ή πολλών χρηστών (multiple geodatabase). Οι μεν προσωπικές γεωβάσεις αποθηκεύονται σε Microsoft Access, είναι κατάλληλες για μικρό όγκο δεδομένων και μπορούν να τροποποιούνται από έναν και μόνο χρήστη. Αντίστοιχα οι γεωβάσεις των πολλαπλών χρησιμοποιούνται μαζί με τις σχεσιακές βάσεις, όπως είναι η Oracle, και υποστηρίζουν μεγάλο όγκο δεδομένων με ταυτόχρονη επεξεργασία από πολλούς χρήστες.



Εικόνα 7 & 8: Αρχεία Γεωβάσης (πηγή: ESRI GIS. Getting Starting with ArcGIS – ebook)

Αρχείο kml και kmz

Πρόκειται για δυναμικά αρχεία που βασίζονται στο σχήμα xml, και είναι ιδιαίτερα χρήσιμα κατά την ανταλλαγή χωρικών δεδομένων με χρήση ανοιχτών προτύπων. Ένα kml αρχείο παρουσιάζει τη χωρική πληροφορία σε δισδιάστατους διαδικτυακούς χάρτες ή τρισδιάστατους φυλλομετρητές, και αποτελεί το κατεξοχήν αρχείο εισόδου και εξόδου για την δικτυακή εφαρμογή Google Earth. Τα kmz αρχεία περιέχουν ότι και τα kml αρχεία, με τη μόνη διαφορά ότι πρόκειται για συμπιεσμένα αρχεία, γεγονός που καθιστά ευκολότερη και πιο γρήγορη την τους μέσω διαδικτύου.

Ψηφιδωτά δεδομένα (Raster)

Τα ψηφιδωτά δεδομένα είναι δεδομένα σε μορφή ψηφιακής εικόνας και συνήθως προκύπτουν με τη διαδικασία της σάρωσης του αντίστοιχου αναλογικού χάρτη. Αποτελούνται τα εικονοστοιχεία (ή φατνία ή pixels) το μέγεθος των οποίων καθορίζει τη διακριτική ικανότητα της εικόνας. Συνήθως αναφέρονται σε ένα αυθαίρετο σύστημα συντεταγμένων και εντάσσονται σε ένα προβολικό σύστημα με τη διαδικασία της γεωαναφοράς βάσει κάποιων σημείων με γνωστές συντεταγμένες.

Διανυσματικά δεδομένα (Vector)

Πρόκειται για σημειακά, γραμμικά ή πολυγωνικά δεδομένα που χαρακτηρίζονται ως τα πλέον εύχρηστα και ευέλικτα για εφαρμογές ΓΣΠ και όχι μόνο. Τα σημεία με τα οποία ορίζονται έχουν συντεταγμένες που αναφέρονται σε κάποιο προβολικό σύστημα. Η διαδικασία λήψης πληροφοριών σε διανυσματική μορφή από ψηφιδωτά δεδομένα λέγεται ψηφιοποίηση (digitizing).

6.3.2.2 Μετατροπή χωρικών δεδομένων από αρχεία σχεδίου σε σχηματικά αρχεία


Αρχικά με τη βοήθεια ενός κοινού σχεδιαστικού πακέτου τύπου CAD πραγματοποιήθηκε οργάνωση των θεματικών επιπέδων (layers). Για το σκοπό αυτό ομαδοποιήθηκαν κάποια θεματικά επίπεδα σε ευρύτερες ομάδες. Λόγου χάρι δημιουργήθηκε ένα νέο θεματικό επίπεδο με το όνομα "Ορύγματα" και το οποίο περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία των ορυγμάτων για όλες τις οδούς που συμμετέχουν στο έργο. Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για τα υπόλοιπα θεματικά επίπεδα. Παράλληλα, για τα στοιχεία που ήταν εφικτό, πραγματοποιήθηκε συνένωση (join) πολλών γραμμών σε μία μεγαλύτερη πολυγραμμή.

Συγκεκριμένα, στο αρχικό σχέδιο υπήρχαν 406 επίπεδα (layers), ενώ μετά την ομαδοποίηση προέκυψαν 24, τα οποία φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 5):

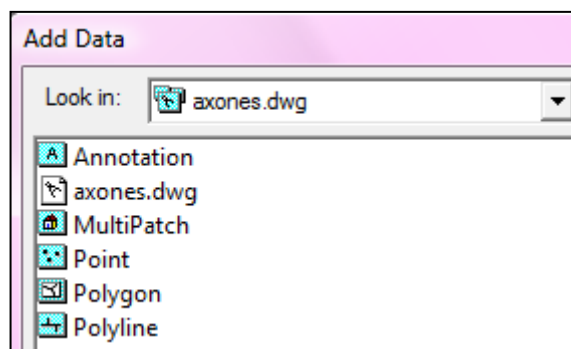
Οδικά Έργα	
Θεματικό Επίπεδο	Περιγραφή
Άξονες	Οι άξονες όλων των οδών που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.
Διαγράμμιση - Βέλη	Η οριζόντια σήμανση στις περιοχές των ανισόπεδων κόμβων (λοξή διαγράμμιση και βέλη εκτροπής και επιλογής λωρίδας), αλλά και κατά μήκος των οδών για τον διαχωρισμό της κυκλοφορίας.
Επιχώματα & Επιχώματα – Σπίτσες	Τα επιχώματα (πόδι) όλων των οδών που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.
Γέφυρες	Τα τεχνικά των γεφυρών και των άνω διαβάσεων
Κείμενα	
Κ.Ε.Σ	Το περίγραμμα του χώρου όπου προβλέπεται η κατασκευή των Κτηρίων Εξυπηρέτησης των Σηράγγων.
Κορυφές Πολυγωνικής	Οι κορυφές της πολυγωνικής της όδευσης για όλες τις οδούς που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.
Οριογραμμές	Οι εσωτερικές οριογραμμές για όλες τις οδούς που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.
Οριογραμμές - Κατασκευές	Οι εξωτερικές οριογραμμές – όρια πλευρικών κατασκευών των ορυγμάτων για όλες τις οδούς που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.
Οριογραμμές - Νησίδα	Οι οριογραμμές των νησίδων διαχωρισμού της κυκλοφορίας για όλες τις οδούς που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.
Οριογραμμές - Πρανή	Οι εξωτερικές οριογραμμές για όλες τις οδούς που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.
Οριογραμμές - Τοίχοι	Οι εξωτερικές οριογραμμές – κατασκευές τοίχων για όλες τις οδούς που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.
Ορύγματα & Ορύγματα - Σπίτσες	Τα ορύγματα (φρύδι) όλων των οδών που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.
Οχετοί	Τα τεχνικά έργα των οχετών καθώς και οι τάφροι ποδός
Πάσσαλοι	Οι χαρακτηριστικές θέσεις διατομών για όλες τις οδούς που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.
ΣΕΑ	Το περίγραμμα του χώρου όπου προβλέπεται η κατασκευή Σταθμού Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών, καθώς και η διαμόρφωση του τοπικού οδικού δικτύου πρόσβασης.
Τεχνικά	Διαμόρφωση των μετώπων των σηράγγων
Χαρακτηριστικά	Οι οριζοντιογραφικές ακτίνες των καμπυλών των οδών που συμμετέχουν στο έργο για τα τμήματα 3 & 6.

Πίνακας 5: Θεματικά επίπεδα που προέκυψαν για τα "Οδικά Έργα"

Επόμενο βήμα αποτελεί η μετατροπή των αρχείων τύπου .dwg σε μορφή συμβατή με τα λογισμικά Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και συγκεκριμένα με το

ArcMap / ArcCatalog. Δεδομένου ότι οι νέες εκδόσεις του ArcGIS είναι συμβατές με αρχεία που έχουν προκύψει από άλλα σχεδιαστικά πακέτα (λόγου χάρη AutoCAD), δεν απαιτείται ιδιαίτερη μετατροπή. Με το πρόγραμμα ArcMap από το εικονίδιο  "Add Data (Προσθήκη Δεδομένων)", προστίθεται το αντίστοιχο αρχείο τύπου CAD συμπεριλαμβανομένου του συνόλου των δεδομένων του σχεδίου με τη μορφή επιπέδων και οντοτήτων. Επιλέγοντας το επιθυμητό όνομα του αρχείου εμφανίζονται έξι επιμέρους επίπεδα που περιέχουν πληροφορίες του σχεδίου (Εικόνα 9).

Στο αρχείο Annotation αποθηκεύεται η σχετική με τα κείμενα πληροφορία του σχεδίου. Το αρχείο MultiPatch περιέχει όλα τα στοιχεία του σχεδίου που απεικονίζονται στις 3 διαστάσεις. Στο αρχείο Point αποθηκεύεται κάθε πληροφορία σχετικά με τις οντότητες που αναπαριστούνται με σημεία, στο αρχείο Polygon κάθε οντότητα που αναπαριστάται με πολύγωνα, ενώ στο αρχείο Polyline αποθηκεύονται όλες οι οντότητες που αναπαριστώνται με γραμμές. Τέλος το αρχείο με κατάληξη .dwg περιέχει τις οντότητες και τα διάφορα στοιχεία όπως έχουν δημιουργηθεί στο αρχείο του AutoCAD, δεν δίνει όμως τη δυνατότητα στο χρήστη να τα επεξεργαστεί και να τα τροποποιήσει, παρά μόνο να έχει τη συνολική εποπτεία του σχεδίου.

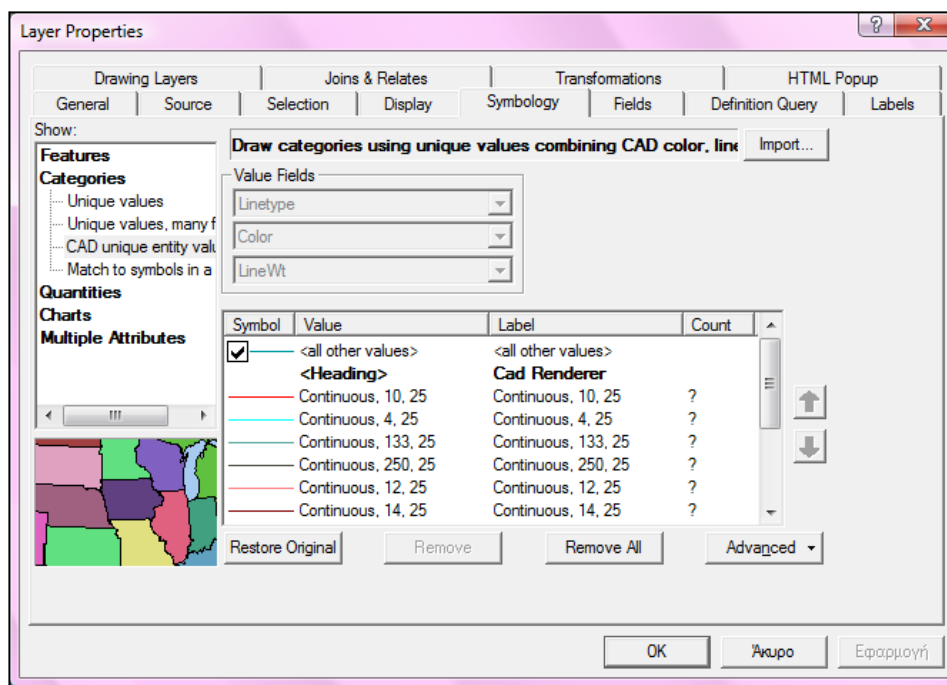


Εικόνα 9: Επίπεδα αρχείου CAD κατά την προσθήκη του στο λογισμικό ArcMap

Οδικά Έργα		
Οντότητα / Θεματικό Επίπεδο	Επίπεδο	Γεωμετρία
Άξονες	Polyline	Γραμμή
Διαγράμμιση - Βέλη	Polyline -Polygon	Γραμμή - Πολύγωνο
Επιχώματα	Polyline	Γραμμή
Γέφυρες	Polygon	Πολύγωνο
Κείμενα	Annotation, Polyline	Σημείο, Γραμμή
Κ.Ε.Σ	Polygon	Πολύγωνο
Οριογραμμές	Polyline	Γραμμή
Οριογραμμές - Κατασκευές	Polyline	Γραμμή
Οριογραμμές - Νησίδα	Polyline	Γραμμή
Οριογραμμές - Πρανή	Polyline	Γραμμή
Οριογραμμές - Τοίχοι	Polyline	Γραμμή
Ορύγματα	Polyline	Γραμμή
Οχετοί	Annotation, Polyline	Σημείο, Γραμμή
Πάσσαλοι	Annotation, Polyline	Σημείο, Γραμμή
ΣΕΑ	Polyline	Γραμμή
Τεχνικά	Polyline	Γραμμή

Πίνακας 6: Γεωμετρία οντοτήτων για το αρχείο "Οδικά Έργα"

Στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 6) παρουσιάζονται τα επίπεδα με τα οποία αναπαριστάται γεωμετρικά η κάθε οντότητα. Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία εισαγωγής των παραπάνω δεδομένων σε περιβάλλον ArcMap, με δεξί κλικ σε κάθε επίπεδο και επιλέγοντας το πεδίο "Properties", εμφανίζεται η ακόλουθη οθόνη διαλόγου:

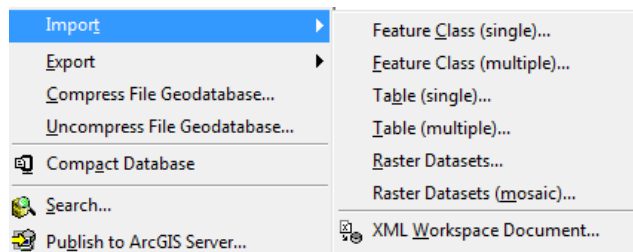


Εικόνα 10: Παράθυρο ιδιοτήτων για κάθε θεματικό επίπεδο

Από την καρτέλα "Symbology", στο πεδίο "Show" επιλέγεται η εναλλακτική "Unique Values" και ταυτόχρονα από το πεδίο "Value Field" επιλέγεται το "Color" και "Add All Values". Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η κατηγοριοποίηση των στοιχείων των θεματικών επιπέδων ανάλογα με το χρώμα τους και επομένως η απεικόνιση τους στην οθόνη του ArcMap γίνεται με ένα ενιαίο χρώμα για κάθε οντότητα - θεματικό επίπεδο.

Στη συνέχεια, για κάθε θεματικό επίπεδο με δεξί κλικ και επιλέγοντας διαδοχικά τα πεδία "Data" > "Export Data", πραγματοποιείται η μετατροπή τους σε σχηματικά αρχεία (shape files). Για κάθε σχηματικό αρχείο από το πρόγραμμα ArcCatalog επιλέγεται και το προβολικό σύστημα στο οποίο αναφέρονται τα στοιχεία που περιέχει. Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή όλα τα δεδομένα απεικονίζονται στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987 (ΕΓΣΑ '87). Με την πίεση του δεξιού πλήκτρου του ποντικιού σε κάθε σχηματικό αρχείο, επιλέγεται το προβολικό σύστημα Greek grid (ΕΓΣΑ '87) από το φάκελο Projected Coordinate Systems > National Grids. Παράλληλα επιλέγονται και τα κατάλληλα χρώματα απεικόνισης των στοιχείων, τα πάχη των γραμμών και τα επιμέρους σύμβολα.

Τέλος, με τη βοήθεια του προγράμματος ArcCatalog για την καλύτερη οργάνωση των χωρικών δεδομένων, δημιουργείται μια προσωπική γεωβάση (Οδικά Έργα) στην οποία θα γίνει προσθήκη όλων των παραπάνω σχηματικών αρχείων. Η εισαγωγή των σχηματικών αρχείων υλοποιείται με την πίεση του δεξιού πλήκτρου του ποντικιού στο αρχείο της γεωβάσης (με κατάληξη .gdb) και επιλογή από το αναδυόμενο παράθυρο διαδοχικά των πεδίων "Import" και "Feature Class" (Εικόνα 11).



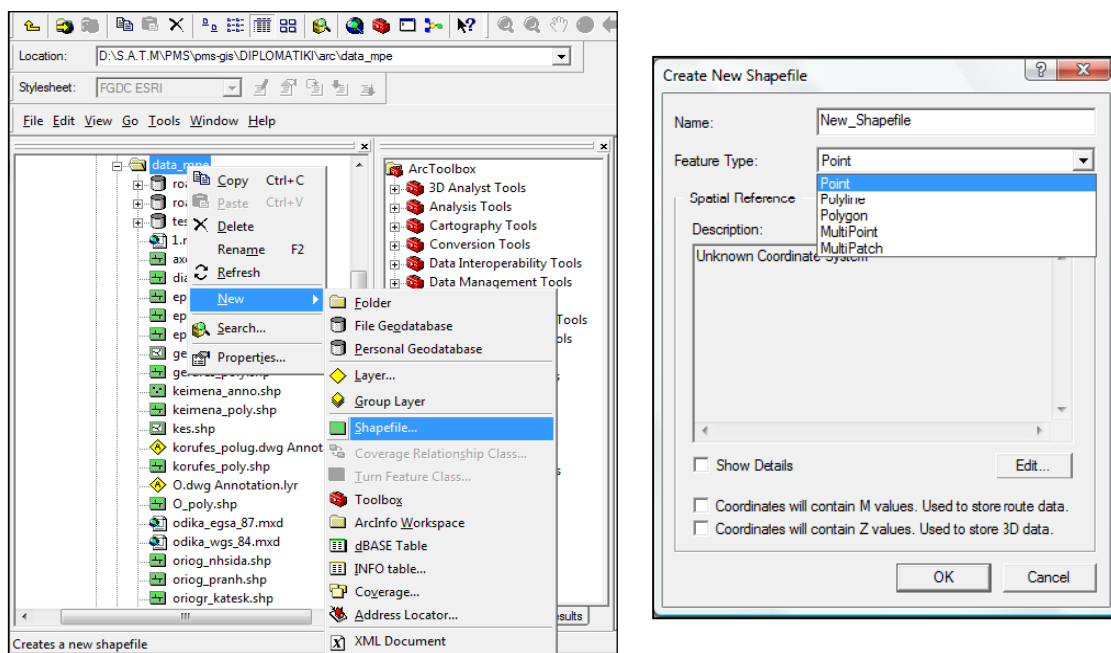
Εικόνα 11: Παράθυρο εισαγωγής σχηματικών αρχείων σε γεωβάση

6.3.2.3 Ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτών

Οι επιπλέον από τα οδικά έργα πληροφορίες προέκυψαν με χειροκίνητη ψηφιοποίηση επί της οθόνης των αντίστοιχων αναλογικών χαρτών. Οι διαθέσιμοι χάρτες αφορούν τις Χρήσεις Γης της ευρύτερης περιοχής σε κλίμακα 1:25.000 και τις Προστατευόμενες Περιοχές σε κλίμακα 1:50.000. Η μορφή των διαθέσιμων αρχείων είναι αρχείο εικόνας (jpeg) και αρχείο CAD υψηλής συμπίεσης (dwf) αντίστοιχα. Και οι δύο μορφές είναι συμβατές με το λογισμικό ArcGIS με τη βοήθεια των εργαλείων του οποίου πραγματοποιήθηκε χειροκίνητα η ψηφιοποίηση των απαραίτητων στοιχείων.

Αρχικά σχεδιάστηκαν τα κατάλληλα επίπεδα (όσες και ο οντότητες που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τη συγκεκριμένη εφαρμογή), όπου θα αποθηκευτούν οι διανυσματικές πληροφορίες. Η δημιουργία των νέων επιπέδων αφορά σχηματικά αρχεία σημείων, πολυγώνων και γραμμών και πραγματοποιήθηκε από τον ArcCatalog (Εικόνα 12). Με πίεση του δεξιού πλήκτρου του ποντικιού, από το αναδυόμενο παράθυρο επιλέγεται new > shapefile, οπότε και εμφανίζεται το παράθυρο δημιουργίας νέου σχηματικού αρχείου (Εικόνα 13).

Στο πεδίο "Name" συμπληρώνεται το όνομα του σχηματικού αρχείου, ενώ από το πεδίο "Feature Type" επιλέγεται ο τύπος των δεδομένων (σημείο, πολύγωνο κτλ). Παράλληλα για κάθε νέο σχηματικό αρχείο ορίστηκε από το πεδίο "Edit" ως προβολικό σύστημα στο οποίο θα εκφραστούν οι διανυσματικές πληροφορίες, το ΕΓΣΑ '87 (Greek Grid).



Εικόνα 12 & 13: Δημιουργία νέου σχηματικού αρχείο με χρήση του ArcCatalog

Συγκεντρωτικά, τα νέα θεματικά επίπεδα τα οποία δημιουργήθηκαν τόσο για τις "Χρήσεις Γης" όσο και για τις "Προστατευόμενες Περιοχές" παρουσιάζονται στους Πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 7 και Πίνακας 8 αντίστοιχα). Για όλα τα επίπεδα – οντότητες που δημιουργήθηκαν επιλέχθηκαν τα κατάλληλα χρώματα και πάχη γραμμών για την απεικόνιση των στοιχείων που περιλαμβάνουν.

Χρήσεις Γης	
Θεματικό Επίπεδο	Περιγραφή
Αεροδρόμιο	Αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος
Δάση	Δασικές Εκτάσεις - Δάση
Δασικές	Δασικές Εκτάσεις – Θαμνώνες
Δομήσιμοι	Δομήσιμοι ημιανοιχτοί χώροι και χώροι υπό κατασκευή
Εμπόριο	Εμπόριο
Γενική Κατοικία	Γενική Κατοικία
Γεωργική Γη	Γεωργική Γη
Κατοικία	Αμιγής Κατοικία
Λατομείο	Λατομεία - Ορυχεία
Λιβάδια	Φυσικοί Λειμώνες (Λιβάδια)
Πράσινο	Πράσινο, Ελεύθεροι χώροι
Βιομηχανία	Βιομηχανία
Βιοτεχνία	Βιοτεχνία
Χωματερή	Χωματερές - Μπάζα

Πίνακας 7: Θεματικά επίπεδα που προέκυψαν για τις "Χρήσεις Γης"

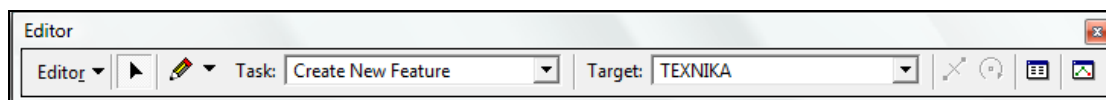
Προστατευόμενες Περιοχές	
Θεματικό Επίπεδο	Περιγραφή
Αναδασωτέες	Αναδασωτέες Εκτάσεις Υμηττού
Αρχαιολογικοί	Αρχαιολογικοί Χώροι –Μνημεία
Δασικές	Χαρακτηρισμένες Δασικές Εκτάσεις (Αφορούν τμήμα της περιοχής μελέτης, για το οποίο δόθηκαν στοιχεία από το Δασαρχείο Πεντέλης)
Δάσος Καισαριανής	Αισθητικό Δάσος Καισαριανής
Natura	Περιοχή Δικτύου Natura χαρακτηρισμένη ως : Τόποι Κοινοτικής Σημασίας (Sites of Community Importance) GR3000006 "Υμηττός – Αισθητικό Δάσος Καισαριανής – Λίμνη Βουλιαγμένης" GR3000004 "Βραυρώνα – Παράκτια Θαλάσσια Ζώνη"
Όριο Αρχαιολογικών	Όριο αρχαιολογικού χώρου
Ρέματα	Ρέματα Ιδιαίτερου Περιβαλλοντικού Ενδιαφέροντος Ν. Αττικής (ΦΕΚ 281/Δ/23-03-93)
Ζώνη Α	Ζώνη Α – Αναψυχή, Πολιτιστικές Δραστηριότητες (Π.Δ. ΦΕΚ 544/Δ/78, Ορεινός Όγκος Υμηττού – Ζώνες Προστασίας)
Ζώνη ΑΑ	Ζώνη Α – Αναψυχή, Αθλητισμός, Γεωργική Γη (ΦΕΚ 755/Δ/88 & 253/Δ/89, Ορεινός Όγκος Πεντέλης – Ζώνες Προστασίας)
Ζώνη Β	Ζώνη Β – Εκπαίδευση, Πρόνοια, Αθλητισμός (Π.Δ. ΦΕΚ 544/Δ/78, Ορεινός Όγκος Υμηττού – Ζώνες Προστασίας)
Ζώνη Β1	Ζώνη Β1 – Απολύτου προστασίας αρχαιολογικών χώρων
Ζώνη Β2	Ζώνη Β2 – Μέσης προστασίας αρχαιολογικών χώρων
Ζώνη Β4	Ζώνη Β4 – Αρχαιολογικός χώρος Βραυρώνας
Ζώνη Γ	Ζώνη Γ – Κατοικία, Γεωργική Χρήση (ΦΕΚ 755/Δ/88 & 253/Δ/89, Ορεινός Όγκος Πεντέλης – Ζώνες Προστασίας)
Ζώνη Δ	Ζώνη Α – Αναψυχή (ΦΕΚ 755/Δ/88 & 253/Δ/89, Ορεινός Όγκος Πεντέλης – Ζώνες Προστασίας)

Πίνακας 8: Θεματικά επίπεδα που προέκυψαν για τις "Προστατευόμενες Περιοχές"

Αφού δημιουργήθηκαν τα νέα σχηματικά επίπεδα, εισήχθησαν οι αντίστοιχοι αναλογικοί χάρτες στο πρόγραμμα ArcMap και έγινε η γεωναφορά τους όπως περιγράφεται αναλυτικά στην επόμενη παράγραφο¹⁸. Η διαχείριση των νέων θεματικών επιπέδων και η εισαγωγή των αντίστοιχων γεωγραφικών οντοτήτων υλοποιείται επίσης με χρήση του ArcMap. Συγκεκριμένα, η ψηφιοποίηση έγινε με

¹⁸ Εναλλακτικά, θα μπορούσε η ψηφιοποίηση να γίνει σε αυθαίρετο προβολικό σύστημα (αυτό της εικόνας) και εν συνεχεία να αγκυστωθεί το κάθε θεματικό επίπεδο στην πραγματική του θέση βάσει το χάρτη της ΓΥΣ, με χρήση του εργαλείου "Spatial Adjustment" του προγράμματος Arc Map.

χρήση της εργαλειοθήκης του "Editor" (Εικόνα 14) αξιοποιώντας και τις λειτουργίες αγκύρωσης (Snapping) του δείκτη του ποντικιού σε χαρακτηριστικά σημεία (κορυφή, κόμβος έλξης κτλ).



Εικόνα 14: Εργαλειοθήκη "Editor" για την ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτών

Από το πεδίο "Task" επιλέγεται η δημιουργία νέων δεδομένων (Create New Feature), ενώ από το πεδίο "Target" κάθε φορά το όνομα του επιπέδου στο οποίο θα αποθηκευτούν τα δεδομένα της ψηφιοποίησης. Με την ολοκλήρωση της ψηφιοποίησης των χωρικών πληροφοριών του χάρτη δίνεται η δυνατότητα ρύθμισης του συμβολισμού τους αλλά και συμπλήρωσης των περιγραφικών τους χαρακτηριστικών.

Πριν ξεκινήσει η διαδικασία της ψηφιοποίησης είναι χρήσιμο να προσδιοριστούν οι ανοχές ψηφιοποίησης, ώστε να διευκολύνεται η ακριβής καταγραφή των χωρικών σχέσεων μεταξύ των οντοτήτων που ψηφιοποιούνται. Με την επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων εξαλείφονται τα πιθανά σφάλματα ψηφιοποίησης

Τελικά δημιουργήθηκαν δύο προσωπικές γεωβάσεις για κάθε σχέδιο ("Χρήσεις Γης" και "Προστατευόμενες Περιοχές"), κάθε μία από τις οποίες περιέχει τα αντίστοιχα θεματικά επίπεδα – οντότητες που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Η γεωμετρία των θεματικών επιπέδων που προέκυψαν από την ψηφιοποίηση των χαρτών Χρήσεις Γης και Προστατευόμενες περιοχές, φαίνεται στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 9 & Πίνακας 10 αντίστοιχα):

Χρήσεις Γης		
Οντότητα / Θεματικό Επίπεδο	Επίπεδο	Γεωμετρία
Αεροδρόμιο	Polygon	Πολύγωνο
Δάση	Polygon	Πολύγωνο
Δασικές	Polygon	Πολύγωνο
Δομήσιμοι	Polygon	Πολύγωνο
Εμπόριο	Polygon	Πολύγωνο
Γενική Κατοικία	Polygon	Πολύγωνο
Γεωργική Γη	Polygon	Πολύγωνο
Κατοικία	Polygon	Πολύγωνο
Λατομείο	Polygon	Πολύγωνο
Λιβάδια	Polygon	Πολύγωνο
Πράσινο	Polygon	Πολύγωνο
Βιομηχανία	Polygon	Πολύγωνο
Βιοτεχνία	Polygon	Πολύγωνο
Χωματερή	Polygon	Πολύγωνο

Πίνακας 9: Γεωμετρία οντοτήτων για το αρχείο "Χρήσεις Γης"

Προστατευόμενες Περιοχές		
Οντότητα / Θεματικό Επίπεδο	Επίπεδο	Γεωμετρία
Αναδασωτέες	Polygon	Πολύγωνο
Αρχαιολογικοί	Polygon	Πολύγωνο
Δασικές	Polygon	Πολύγωνο
Δάσος Καισαριανής	Polygon	Πολύγωνο
Natura	Polygon	Πολύγωνο
Όριο Αρχαιολογικών	Polygon	Πολύγωνο
Ρέματα	Polyline	Γραμμή
Ζώνη Α	Polygon	Πολύγωνο
Ζώνη ΑΑ	Polygon	Πολύγωνο
Ζώνη Β	Polygon	Πολύγωνο
Ζώνη Β1	Polygon	Πολύγωνο
Ζώνη Β2	Polygon	Πολύγωνο
Ζώνη Β4	Polygon	Πολύγωνο
Ζώνη Δ	Polygon	Πολύγωνο
Ζώνη Γ	Polygon	Πολύγωνο
Αναδασωτέες	Polygon	Πολύγωνο
Αρχαιολογικοί	Polygon	Πολύγωνο
Δασικές	Polygon	Πολύγωνο
Δάσος Καισαριανής	Polygon	Πολύγωνο
Natura	Annotation, Polyline	Σημείο, Γραμμή

Πίνακας 10: Γεωμετρία οντοτήτων για το αρχείο "Προστατευόμενες Περιοχές"

6.3.2.4 Γεωαναφορά Γεωγραφικών Δεδομένων στο ΕΓΣΑ '87

Το προβολικό σύστημα των χαρτών "Οδικά Έργα", "Χρήσεις Γης" και "Προστατευόμενες Περιοχές" είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987, επομένως είναι απαραίτητη η γεωαναφορά όλων τα θεματικών επίπεδων που απεικονίζονται στους εν λόγω χάρτες ώστε να απεικονίζονται στη σωστή θέση στο χώρο, με σωστό προσανατολισμό και σωστή κλίμακα.

Το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987, είναι ένα τυπικό παράδειγμα τοπικού γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς, που έχει βασικό σημείο προσαρμογής το δορυφορικό σταθμό του Διονύσου. Υλοποιείται με τις συντεταγμένες των τριγωνομετρικών σημείων του εθνικού τριγωνομετρικού δικτύου που έχει ιδρυθεί από τη Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ) και το οποίο καλύπτει το σύνολο της χώρας. Είναι προϊόν συνεργασίας του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.), της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) και του Οργανισμού Κτηματολογίου & Χαρτογραφίσεων Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε.).

Το προβολικό σύστημα αναφοράς του ΕΓΣΑ'87 είναι η Εγκάρσια Μερκατορική προβολή (TM ή TM87). Λόγω της συμμορφίας της Εγκάρσιας Μερκατορικής Προβολής οι μορφές των στοιχειωδών σχημάτων διατηρούνται αναλλοίωτες από το ελλειψοειδές στο επίπεδο. Το ελλειψοειδές αναφοράς που χρησιμοποιεί είναι αυτό του συστήματος GRS'80 ($a = 6378137\text{m}$, $f = 1/298.2572221$, $e_2=0.0066943800$), το οποίο είναι καλύτερα προσαρμοσμένο στο γεωειδές του ελληνικού χώρου. Η χώρα απεικονίζεται σε μία ενιαία ζώνη με κεντρικό μεσημβρινό $\lambda_0=24^\circ$ (γεωγραφικό μήκος) από το μεσημβρινό του Greenwich. Ο συντελεστής παραμόρφωσης ή κλίμακας στον κεντρικό μεσημβρινό είναι $K=0.9996$, ενώ οι παραμορφώσεις αυξάνονται ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης από τον κεντρικό μεσημβρινό. Ως αρχή των αξόνων ορίζεται η τομή του κεντρικού μεσημβρινού $\lambda_0=24^\circ$ με τον Ισημερινό, με συμβατικές συντεταγμένες της αρχής των αξόνων $X=500.000\text{m}$ και $Y=0\text{m}$. Η σταθερά 500.000 m προστίθεται στις τετμημένες, για την αποφυγή αρνητικών τιμών.

Για τα στοιχεία που προέκυψαν από το σχέδιο "Οδικά Έργα" η γεωαναφορά τους στο ΕΓΣΑ '87 έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος ArcCatalog όπως ακριβώς περιγράφεται σε προηγούμενη παράγραφο.

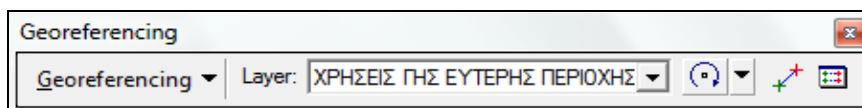
Το υπόβαθρο του χάρτη των προστατευόμενων περιοχών είναι ο αντίστοιχος χάρτης της ΓΥΣ όπου μεταξύ άλλων απεικονίζονται και τα διάφορα τριγωνομετρικά σημεία της ευρύτερης περιοχής. Η γεωαναφορά, επομένως, του εν λόγω αρχείου πραγματοποιήθηκε βάσει τεσσάρων τριγωνομετρικών σημείων των οποίων είναι γνωστή η θέση τους στην εικόνα, αλλά και οι συντεταγμένες τους στο ΕΓΣΑ '87 (από τη ΓΥΣ). Με προσεκτική παρατήρηση του υποβάθρου εντοπίστηκαν στην ευρύτερη περιοχή μελέτης μια σειρά από τριγωνομετρικά σημεία τα οποία φαίνονται στη λίστα που ακολουθεί (Πίνακας 11):

Όνομα	X (m)	Y (m)	Z (m)	Πληροφορίες
Άγιος Ιωάννης (161007)	485871.521	4206080.003	367.475	Τάξης IV Βάθος ύψους 1.12 m
Δεξαμενή (161018)	493254.504	4209422.299	340.083	Τάξης IV Βάθος ύψους 1.11 m
Έτος (161006)	496169.461	4205695.926	198.212	Τάξης III Βάθος ύψους 1.13 m
Ξερόβραχος (18025)	481272.137	4185369.465	169.192	Τάξης III Βάθος ύψους 1.13 m
Στρογγυλή (18044)	492320.817	4191671.966	238.879	Τάξης IV Σήμανση επί Βράχου
Στρογγυλοπούλα (18045)	491128.817	4191961.881	236.436	Τάξης IV Βάθος ύψους 0.94 m
Υμηττός (18075)	483557.525	4199585.855	1025.817	Τάξης II Βάθος ύψους 1.03 m

Πίνακας 11: Συντεταγμένες Τριγωνομετρικών σημείων της ΓΥΣ σε ΕΓΣΑ '87 στην ευρύτερη περιοχή μελέτης

Τελικά, για τη γεωαναφορά των διαφόρων θεματικών επιπέδων, επιλέχθηκαν τα τριγωνομετρικά "Στρογγυλή", "Υμηττός", "Άγιος Ιωάννης" και "Ξερόβραχος", καθώς είναι εύκολα αναγνωρίσιμα στο χάρτη και επιπλέον καλύπτουν την περιοχή μελέτης με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, ώστε η απόκλιση από τις πραγματικές συντεταγμένες να είναι ελάχιστη.

Με χρήση του εργαλείου προσθήκης σημείου ελέγχου (Add Control Points), της εργαλειοθήκης "Georefernce" (Εικόνα 15) επιλέγονται επί της εικόνας τα αντίστοιχα τριγωνομετρικά σημεία και στη φόρμα που εμφανίζεται συμπληρώνονται οι αντίστοιχες συντεταγμένες τους στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87.



Εικόνα 15: Εργαλειοθήκη "Georefernce" για τη Γεωαναφορά εικόνων

Αντίστοιχα, πραγματοποιήθηκε και η γεωαναφορά του αρχείου όπου απεικονίζονται οι χρήσεις γης της ευρύτερης περιοχής, από το πρόγραμμα ArcMap. Ως σημεία με γνωστές συντεταγμένες χρησιμοποιήθηκαν χαρακτηριστικά σημεία, αναγνωρίσιμα και στους δύο χάρτες (λόγου χάρη διασταύρωση οδών).

Για την εκτίμηση της αξιοπιστίας του μετασχηματισμού των συντεταγμένων από ένα τυχαίο τοπικό σύστημα αναφοράς στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς, εξετάζεται το σφάλμα για κάθε σύνδεση και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα. Εφόσον η κλίμακα του χάρτη είναι 1:50.000, το επιτρεπτό σφάλμα απαιτείται να έχει απόκλιση της τάξης του $\frac{1}{4}$ του χιλιοστού, δηλαδή μικρότερο από 12,5 μέτρα επί του εδάφους στην πρώτη περίπτωση (Προστατευόμενες Περιοχές). Στη δεύτερη περίπτωση (Χρήσεις Γης), η κλίμακα του χάρτη είναι 1:25.000, επομένως το επιτρεπτό σφάλμα απαιτείται να είναι μικρότερο από 6,25 μέτρα επί του εδάφους.

6.4 Εισαγωγή Δεδομένων στο Google Earth

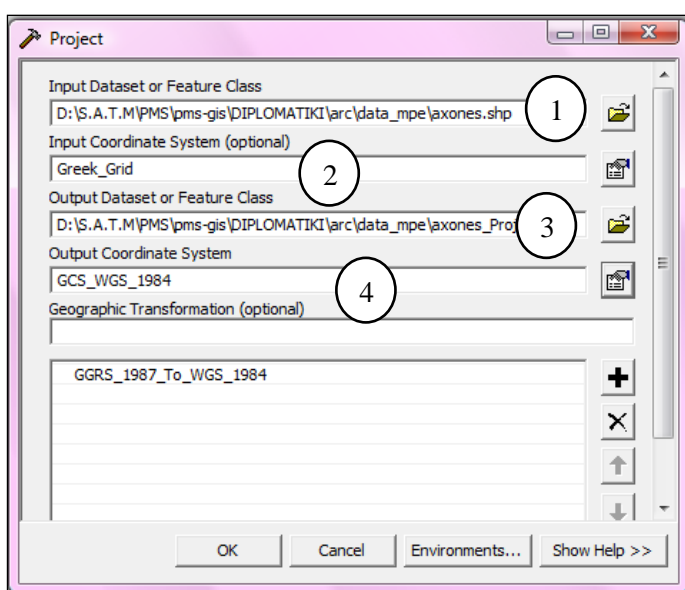
6.4.1 Γεωαναφορά Γεωγραφικών Δεδομένων στο WGS '84

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια το πρόγραμμα Google Earth ακολουθεί το Παγκόσμιο Σύστημα Αναφοράς WGS '84, το οποίο αποκλίνει από το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87) κατά περίπου ένα μέτρο. Κατ' επέκταση απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα αποτελεί η μετατροπή του Συστήματος Αναφοράς από το ΕΓΣΑ '87 στο WGS '84.

Το WGS '84 είναι το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς. Πρόκειται για ένα γεωκεντρικό σύστημα όπου κάθε σημείο προσδιορίζεται συνήθως με γεωγραφικές συντεταγμένες φ, λ, Η. Χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές GRS 1980 (Geodetic Reference System 1980) ως το καλύτερο ελλειψοειδές για όλη τη Γη, με στοιχεία $a=6378137m$ (

μεγάλος ημιάξονας) και $f=1/298.26m$ (επιπλάτυνση). Ακολουθεί την απλή σύμμορφη κυλινδρική προβολή (Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή), επομένως διατηρούνται οι γωνιακοί μετασχηματισμοί και το σωστό σχήμα των αντικειμένων. Αυτή η ιδιότητα, ωστόσο, δεν ισχύει για περιοχές σημαντικού μεγέθους και επομένως οι επιφάνειες παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραμόρφωση σε σύγκριση με μία γραμμή.

Σε ότι αφορά τώρα την μετατροπή των συντεταγμένων των διαφόρων θεματικών επιπέδων από το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς στο Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα, η διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του εργαλείου Project του προγράμματος ArcMap (Data management tools > Projections and Transformations > Feature > Project¹⁹). Στην Εικόνα 16 απεικονίζεται το παράθυρο της εντολής του μετασχηματισμού για κάθε θεματικό επίπεδο και οι αντίστοιχες επιλογές.



1: Επιλογή θεματικού επιπέδου για μετατροπή συντεταγμένων.

2: Επιλογή του αρχικού Συστήματος αναφοράς (Greek Grid).

3: Επιλογή του νέου ονόματος του θεματικού επιπέδου.

4: Επιλογή του τελικού Συστήματος αναφοράς (WGS 1984).

Εικόνα 16: Μετασχηματισμός συστημάτων αναφοράς σε περιβάλλον ArcMap

Με τον παραπάνω τρόπο πραγματοποιήθηκε η μετατροπή των συντεταγμένων όλων των θεματικών επιπέδων από το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς στο Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα προκειμένου να απεικονίζονται σωστά στο Google Earth.

6.4.2 Μετατροπή χωρικών δεδομένων από σχηματικά αρχεία σε αρχεία kml

Όπως έχει ήδη αναφερθεί το λογισμικό Google Earth μπορεί να συνεργαστεί σε επίπεδο ανταλλαγής γεωγραφικών δεδομένων με άλλα προγράμματα, όπως είναι το ArcGIS και το AutoCAD. Συγκεκριμένα, τα σχηματικά αρχεία (shape files) του

¹⁹ Το σύμβολο > υποδηλώνει σειρά διαδοχικών εντολών και χρησιμοποιείται ως διαχωριστικό.

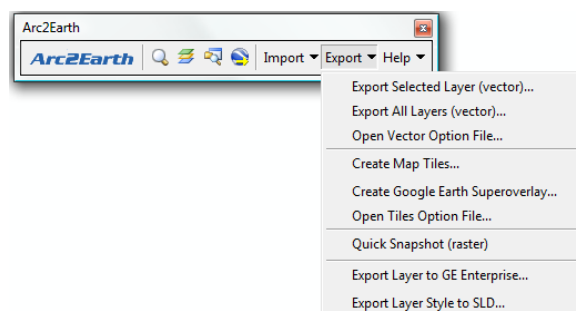
ArcGIS μετασχηματίζονται σε αρχεία KML τα οποία στη συνέχεια μπορούν να προστεθούν στο Google Earth.

Στο διαδίκτυο υπάρχουν διάφορα προγράμματα ικανά να εκτελέσουν αυτό το μετασχηματισμό. Ενδεικτικά αναφέρονται το Landserf από το Πανεπιστήμιο της Μινεσότα, το Shape2file, το Export to KLM της ESRI που προστίθεται στα extensions του ArcGIS και το Arc2Earth (<http://www.arc2earth.com/> ή <http://www.spatialdatalogic.com>). Το πλεονέκτημα του τελευταίου προγράμματος σε σύγκριση με τα υπόλοιπα έγκειται στην ικανότητά του να μετατρέπει πολύπλοκα αρχεία χαρτών με περισσότερα του ενός επίπεδα.

Η ικανότητα του αυτή το καθιστά ένα πολύ εύχρηστο πρόγραμμα για την εξαγωγή δεδομένων σε μορφή συμβατή με το Google Earth και ως εκ τούτου επιλέχτηκε για τη μετατροπή των σχηματικών αρχείων της παρούσης εφαρμογής σε αρχεία kml. Το Arc2Earth δημιουργήθηκε από την ομώνυμη εταιρεία, σκοπός της οποίας είναι η παραγωγή τεχνολογικών προϊόντων για τη γεφύρωση του κενού μεταξύ του λογισμικού ArcGIS της ESRI και του λογισμικού Google Earth. Το Arc2Earth εγκαθίσταται ως πρόσθετο (extensions) στο ArcGIS και επιτρέπει την εισαγωγή και εξαγωγή πολύπλοκων αρχείων kml.

Για την παρούσα εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε η έκδοση που διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο, με τον περιορισμό ότι κάθε φορά δεν μπορεί να γίνει εξαγωγή για περισσότερα από 250 στοιχεία. Με την εντολή "Export" από την εργαλειοθήκη "Arc2Earth" (Εικόνα 17) έγινε σταδιακά εξαγωγή όλων των απαιτούμενων στοιχείων (Οδικά Έργα, Χρήσεις Γης, Προστατευόμενες Περιοχές).

Μέσω της παραπάνω εντολής δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει είτε να κάνει εξαγωγή σε αρχείο kml όλων των επιπέδων που περιλαμβάνονται στο χάρτη ή τη γεωβάση του, είτε να δημιουργήσει ένα kml αρχείο μόνο από ένα ή περισσότερα επιλεγμένα επίπεδα.



Εικόνα 17 : Εξαγωγή επιπέδων σε αρχείο kml μέσω της εργαλειοθήκης Arc2Earth

Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα αρχεία kml. Κάθε ένα από αυτά αντιστοιχεί σε ένα επίπεδο και περιλαμβάνει γεωμετρικά και περιγραφικά χαρακτηριστικά.

6.4.3 Διαχείριση επιπέδων

Η οργάνωση και η αποθήκευση των δεδομένων μέσω του λογισμικού Google Earth γίνεται στο παράθυρο "Μέρη" με παρόμοιο τρόπο σε σύγκριση με το σκληρό δίσκο του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει φακέλους και να μετακινήσει σ' αυτούς άλλους φακέλους, σημάνσεις ή σχήματα. Μπορεί επίσης, να αποθηκεύσει τους φακέλους στο σκληρό δίσκο του ηλεκτρονικού υπολογιστή σε ένα αρχείο μορφής kmz, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να προσπελάσει οποιαδήποτε στιγμή είτε να το αποστείλει ηλεκτρονικά σε άλλο χρήστη του Google Earth.

Κάθε φορά που χρήστης ανοίγει την εφαρμογή Google Earth φορτώνονται αυτόματα όλα τα αρχεία που έχει αποθηκεύσει στο πλευρικό παράθυρο "Μέρη". Εναλλακτικά μπορεί να αναζητήσει το αρχείο που τον ενδιαφέρει στη θέση αποθήκευσης του στον Η/Υ. Επιπλέον, για κάθε αρχείο παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης του χρώματος και του πλάτους της γραμμής με τα οποία θα απεικονίζονται τα στοιχεία που περιέχει, καθώς και της προσθήκης περιγραφής με μορφή κειμένου.

Συνολικά δημιουργήθηκαν τρία αρχεία – φάκελοι, σε αντιστοιχία με τις τρεις γεωβάσεις, δηλαδή : Οδικά Έργα, Χρήσεις Γης και Προστατευόμενες Περιοχές. Κάθε ένα αρχείο περιέχει περισσότερα του ενός επίπεδα τα οποία αντιπροσωπεύουν τις αντίστοιχες οντότητες με τα χωρικά και περιγραφικά χαρακτηριστικά τους. Για κάθε στοιχείο ρυθμίστηκαν το χρώμα, το πάχος, η κλίμακα και η διαφάνεια απεικόνισης των γραμμών με τρόπο ώστε να αποτυπώνονται τα οδικά έργα με τον καλύτερο δυνατό τρόπο επί της τρισδιάστατης απεικόνισης της γης.

Στο Παράρτημα I παρουσιάζονται διάφορα στιγμιότυπα της Μελέτης Οδοποιίας για τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής, όπως φαίνονται με βασικό υπόβαθρο την δορυφορική απεικόνιση του Google Earth.

6.4.4 Ακρίβεια Μετρήσεων

Η ακρίβεια των μετρήσεων που πραγματοποιούνται με το λογισμικό Google Earth έχει να κάνει κύρια με την ανάλυση της απεικόνισης που διατίθεται για μια συγκεκριμένη περιοχή. Η διακριτική ικανότητα εξαρτάται από τη σπουδαιότητα της περιοχής αλλά και από την έκδοση του προγράμματος που χρησιμοποιείται. Ως εκ τούτου η ανάλυση μπορεί να διαφέρει, ακόμα και όταν πρόκειται για την ίδια περιοχή, ανάλογα με το αν ο χρήστης διαθέτει την απλή έκδοση του Google Earth ή την συνδρομητική (Google Earth Pro).

Η γεωμετρική ακρίβεια στον προσδιορισμό μιας θέσης, σχετίζεται με τη δυνατότητα αναγνώρισης των αντικειμένων. Στις περιοχές με διαθεσιμότητα χαμηλής ακρίβειας δεν είναι δυνατός ο εντοπισμός λεπτομερειών (λόγου χάρι η γωνία ενός κτιρίου ή μιας μάντρας). Στις περιπτώσεις αυτές η γεωμετρική ακρίβεια φτάνει τα 35m έως

41m. Αντίθετα, σε απεικονίσεις υψηλής ακρίβειας η ακρίβεια προσδιορισμού της θέσης ενός αντικειμένου στο χώρο ποικίλει από 0,5m έως 4m.

Επιπλέον, ζήτημα ακρίβειας τίθεται και εξαιτίας του ότι το προβολικό σύστημα που χρησιμοποιεί το Google Earth είναι το παγκόσμιο WGS '84. Οι μετατροπές των δεδομένων από το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα (ΕΓΣΑ '87) στο Παγκόσμιο (WGS '84) και αντίστροφα μπορεί να δώσει σφάλμα έως και 3m ανάλογα με τη γεωγραφική θέση της περιοχής.

Ωστόσο, στις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και ειδικά από έργα Οδοποιίας, οι ανάγκες σε ακρίβεια των μετρήσεων υπερκαλύπτονται από το Google Earth. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στις κλίμακες των χαρτών που παράγονται για τις ανάγκες μιας ΜΠΕ για έργα Οδοποιίας. Συγκεκριμένα, πρόκειται για χάρτες μικρής κλίμακας (1:50.000, 1:25.000 κτλ) που καλύπτουν μεγάλη έκταση αλλά απεικονίζουν λιγότερες λεπτομέρειες – πληροφορίες.

Η ακρίβεια προσδιορισμού μιας θέσης ή μέτρησης ενός μεγέθους, σχετίζεται με την κλίμακα του παραγόμενου χάρτη. Για παράδειγμα, για ένα χάρτη σε κλίμακα 1:50.000 και δεδομένου ότι το επιτρεπτό σφάλμα απαιτείται να έχει απόκλιση της τάξης του $\frac{1}{4}$ του χιλιοστού, το επιτρεπόμενο σφάλμα επί του εδάφους πρέπει να είναι μικρότερο από 12,5 μέτρα ($\frac{1}{4} \% * 50.000$).

Τέλος, προσοχή πρέπει να δίνεται κατά τη μέτρηση αποστάσεων από το Google Earth, καθώς παρουσιάζονται σημαντικές αποκλίσεις στην περίπτωση που είναι ενεργοποιημένο το ανάγλυφο του εδάφους.

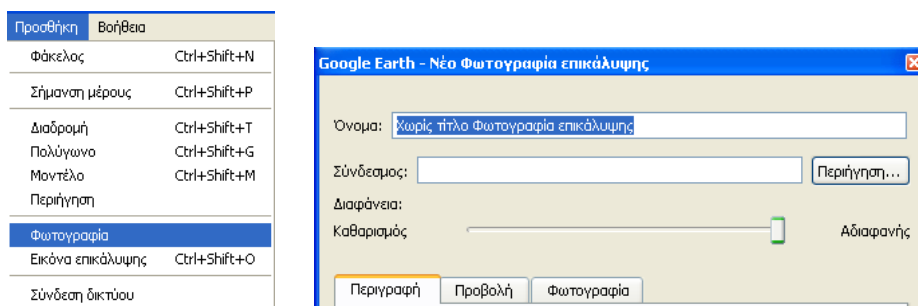
6.4.5 Εισαγωγή φωτογραφιών θιγόμενων κτισμάτων

Μια από τις πλέον χρήσιμες δυνατότητες που προσφέρει το λογισμικό Google Earth είναι η προσθήκη πολυμέσων (λόγου χάρη φωτογραφίες) σε προσημασμένα σημεία. Οι χρήστες του Google Earth μπορούν να δουν τις φωτογραφίες εκείνες οι οποίες μέσω της υπηρεσίας του Panoramio²⁰ έχουν την επισήμανση της κοινής χρήσης.

Από το μενού Προσθήκη > Φωτογραφία (Εικόνα 18) εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου Νέο (Εικόνα 19). Στο πεδίο "Όνομα" συμπληρώνεται η περιγραφική ετικέτα της εικόνας (τίτλος), ενώ από το πεδίο "Σύνδεσμος" εισάγεται μια διεύθυνση URL (διεύθυνση ιστότοπου) ή τοποθεσία της φωτογραφίας που ο χρήστης επιθυμεί να προσθέσει.

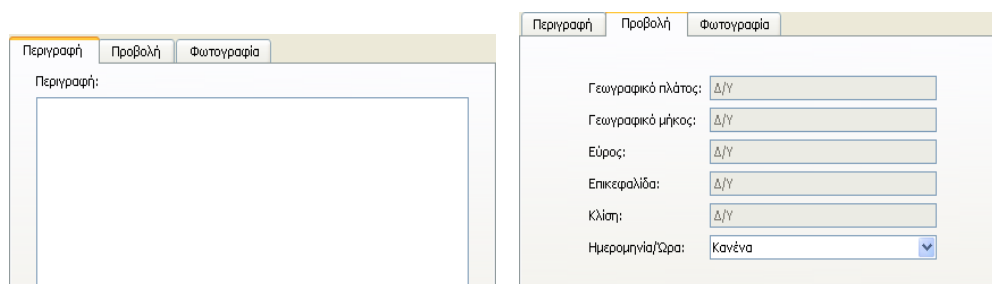
²⁰ Πρόκειται για ένα δικτυακό τόπο κοινής χρήσης φωτογραφιών (<http://www.panoramio.com>), που απεικονίζουν διάφορα μέρη της γης. Οι φωτογραφίες που αρχικά φορτώνονται στο Panoramio, μπορούν στη συνέχεια να μεταφερθούν στο Google Earth ή στο Google Maps ώστε όλοι οι χρήστες παγκοσμίως να έχουν πρόσβαση σ' αυτές.

Από το πεδίο "Περιήγηση" ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια φωτογραφία που βρίσκεται αποθηκευμένη στον υπολογιστή του, ενώ μέσω του πεδίο "Διαφάνεια" έχει τη δυνατότητα να επιλέξει την αδιαφάνεια της εικόνας όπως εμφανίζεται στην προβολή 3D.



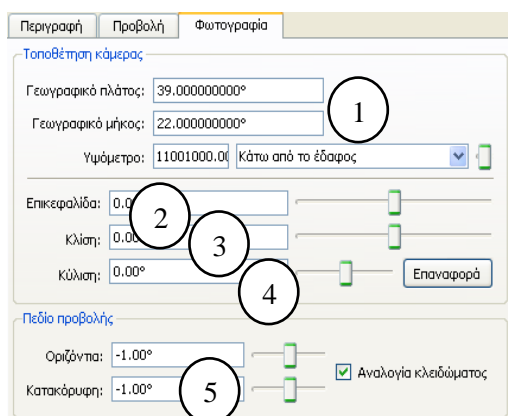
Εικόνα 18 & 19: Παράθυρο προσθήκης φωτογραφίας σε προσημασμένο σημείο στο Google Earth

Από την καρτέλα "Περιγραφή" εισάγεται οποιοδήποτε σχόλιο ή κείμενο σχετικά με την εικόνα, ενώ από την καρτέλα "Προβολή" ο χρήστης μπορεί να τοποθετήσει χειροκίνητα τη φωτογραφία σε μια ακριβή θέση (Εικόνα 20 & 21 αντίστοιχα).



Εικόνα 20 & 21: Βοηθητικά πεδία κατά την προσθήκη φωτογραφίας σε προσημασμένο σημείο στο Google Earth

Επίσης, από την καρτέλα "Φωτογραφία" επιλέγονται ρυθμίσεις που αφορούν:



Εικόνα 22: Ρυθμίσεις φωτογραφίας κατά την εισαγωγή της σε προσημασμένο σημείο

- 1: την προεπιλεγμένη οπτική γωνία θέασης της φωτογραφίας (Τοποθέτηση Κάμερας)
- 2: τον προσανατολισμό της φωτογραφίας σε σχέση με το βορά (Επικεφαλίδα)
- 3: την κλίση της φωτογραφίας σε σχέση με την επιφάνεια της Γης (Κλίση)
- 4: την περιστροφή του απόλυτου προσανατολισμού της φωτογραφίας (Κύλιση)
- 5: το τμήμα της προβολής 3D που δεσμεύει η φωτογραφία σε σχέση με τη Γη (Πεδίο προβολής)

Συγκεκριμένα στα πλαίσια της παρούσης εφαρμογής, προστέθηκαν στο περιβάλλον του Google Earth φωτογραφίες των επικείμενων κτισμάτων²¹ από τη διέλευση του αυτοκινητοδρόμου και των συνοδών συγκοινωνιακών έργων. Κατά μήκος της χάραξης του Οδικού τμήματος Σήραγγας Υμηττού και Ανατολικής Πρόσβασης τα υιγόμενα κτίσματα φαίνονται στον Πίνακα 12 που ακολουθεί :

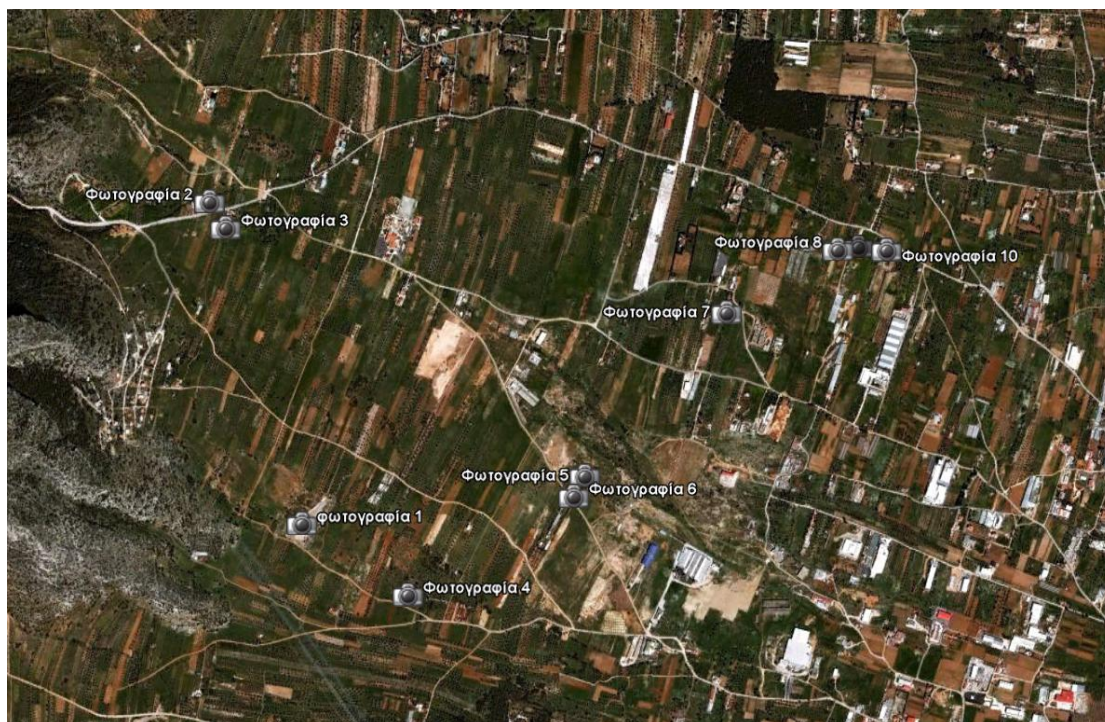
Περιγραφή θέσης	Αρ. Κτισμάτων	Περιγραφή Κτίσματος	α/α φωτογραφίας
Περιοχή Ανισόπεδου Κόμβου Μεσογείων, ΧΘ: 0+400 του Κλάδου από Μεσόγεια προς Νότιο Σκέλος Ανατολικής Περιφερειακής Υμηττού (KL_3)	1 κτίσμα	Ασφαλτοστρωμένη αυλή και 1 ερειπωμένο κτίσμα	1
Περιοχή κάτω διάβασης οδού, μεταξύ των ΧΘ: 4+800 και 4+900	2 κτίσματα	1 αποθήκη και 1 σπίτι	2 & 3
ΧΘ: 6+900	1 κτίσμα	1 αποθήκη από τσιμεντόλιθους	4
Περιοχή μεταξύ των ΧΘ: 7+400 και 7+500	1 κτίσμα	2 ερείπια και 1 αποθήκη	5 & 6
Περιοχή μεταξύ των ΧΘ: 8+200 και 8+300	2 κτίσματα	αποθήκες	7
Περιοχή μεταξύ των ΧΘ: 8+700 και 8+900	3 κτίσματα και 3 θερμοκήπια	1 βιομηχανία/φυτόριο, 1 αποθήκη, 1 σπίτι και 3 θερμοκήπια	8, 9 & 10

Πίνακας 12: Επικείμενα χάραξης τμήματος Σήραγγας Υμηττού και Ανατολικής πρόσβασης έως τον Ανισόπεδο Κόμβο Ραφήνας
(Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, ΜΠΕ – Νέα Οδικά Έργα Αττικής)

Συνολικά προστέθηκαν ακολουθώντας τη διαδικασία που περιγράφεται παραπάνω 10 φωτογραφίες στις αντίστοιχες θέσεις. Για κάθε φωτογραφία συμπληρώθηκαν στα αντίστοιχα πεδία ένα όνομα και μία περιγραφή με μορφή κειμένου. Οι φωτογραφίες που προστέθηκαν, αποθηκεύθηκαν στο φάκελο "Επικείμενα" και εμφανίζονται αυτόματα με το άνοιγμα του αντίστοιχου αρχείου.

Στην Εικόνα 23 παρουσιάζεται ο τρόπος προεπισκόπησης τους φωτογραφιών κατά το άνοιγμα του φακέλου "Επικείμενα" από το πρόγραμμα Google Earth. Επίσης, στην Εικόνα 24 φαίνεται ο τρόπος που παρουσιάζεται η περιγραφή κάθε φωτογραφίας, ενώ στην Εικόνα 25 ο συνδυασμός φωτογραφίας και περιγραφής.

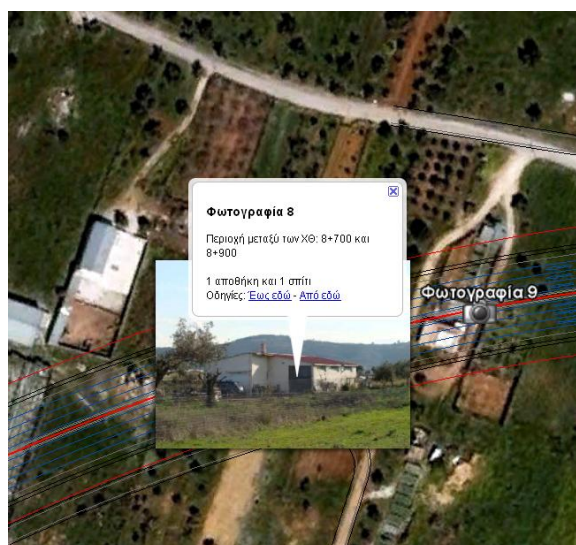
²¹ Πηγή: Τεύχος Τεχνικής Έκθεσης ΜΠΕ για τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής – Παράρτημα Ε, σύμπραξη γραφείων «Αλέξιος Παρασκευόπουλος» και «Στυλιανή Καϊμάκη»



Εικόνα 23: Προεπισκόπηση αρχείου φωτογραφιών επικειμένων στο Google Earth

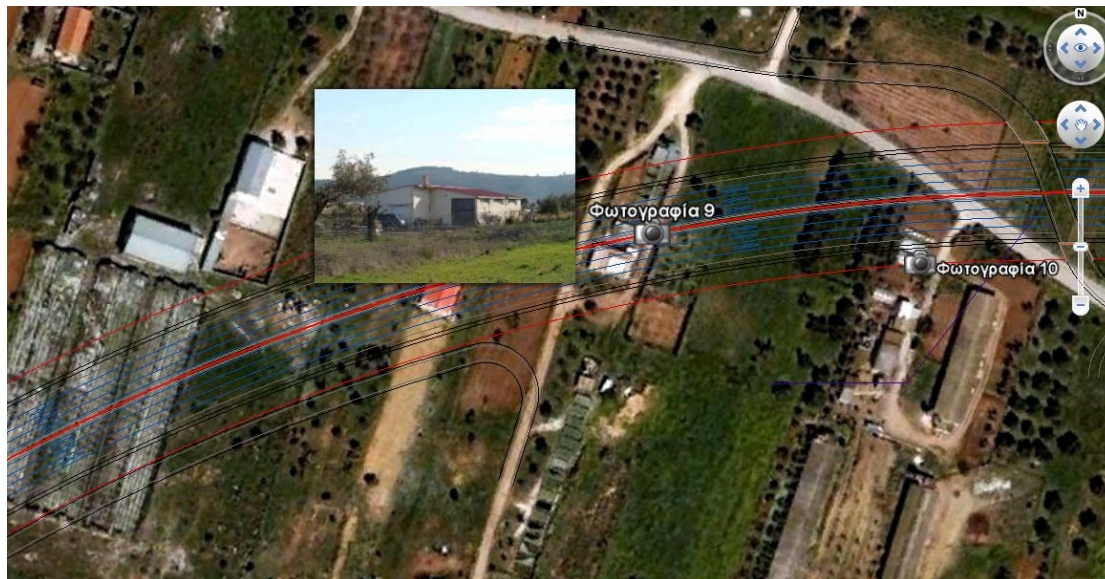


Εικόνα 24 : Περιγραφή φωτογραφίας



Εικόνα 25: Συνδιασμός εικόνας και σχολίων

Ακολουθεί ένα στιγμιότυπο για τον τρόπο εμφάνισης των διαφόρων φωτογραφιών των θιγόμενων κτιρίων που προστέθηκαν στο Google Earth (Εικόνα 26). Στο Παράρτημα II φαίνεται για το σύνολο των εικόνων ο τρόπος παρουσίασης τους.



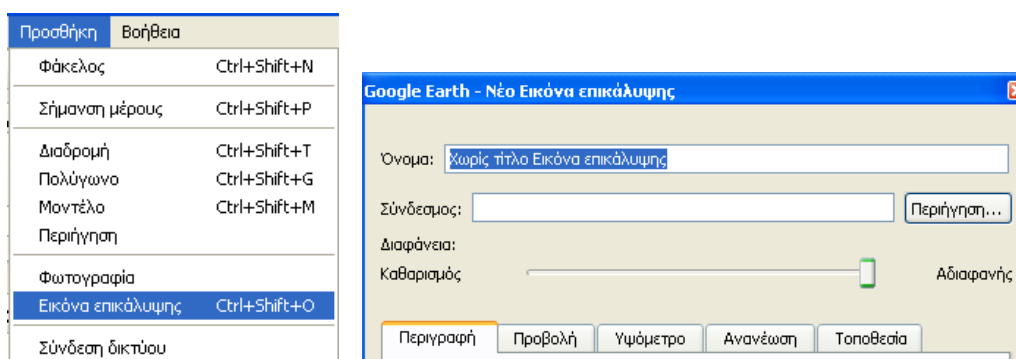
Εικόνα 26: Στιγμιότυπο εμφάνισης φωτογραφίας επικείμενου κτίσματος στο Google Earth

6.4.6 Εισαγωγή εικόνας επικάλυψης χρήσεως γης

Μια εξίσου σημαντική και ενδιαφέρουσα δυνατότητα που προσφέρει στους χρήστες του το λογισμικό Google Earth, αφορά την επίθεση χαρτών στην γήινη απεικόνιση. Ως επικάλυψη μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε χάρτης (τοπογραφικός, χρήσεων γης, δορυφορικός χάρτης απεικόνισης καιρού κτλ), με μόνη προϋπόθεση να έχει πρώτα μετατραπεί σε εικόνα. Συγκεκριμένα, οι συμβατές μορφές εικόνας είναι οι παρακάτω: BMP, DDS, GIF, JPG, PGM, PNG, PPM, TGA και TIFF.

Η λειτουργία επικάλυψης απαιτεί υψηλή μνήμη. Συνεπώς, εικόνες άνω των 2000x2000 pixel είναι δυνατό να μειώσουν την απόδοση του Google Earth και άλλων εφαρμογών που λειτουργούν ταυτόχρονα στον υπολογιστή. Η επικάλυψη αυτή διαθέτει πολλές από τις λειτουργίες που διατίθενται σε μια απλή σήμανση μέρους (αποστολή μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, αποθήκευση στον υπολογιστή, επεξεργασία ιδιοτήτων και ρυθμίσεων).

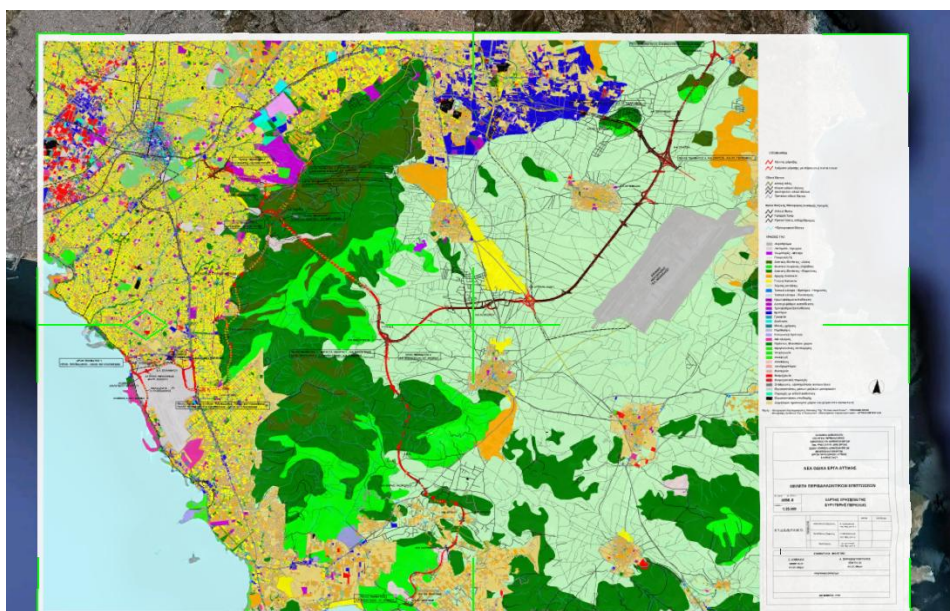
Για τη δημιουργία μιας επικάλυψης πρωταρχικό στάδιο αποτελεί η προσαρμογή της τρισδιάστατης προβολής της γης στην τοποθεσία όπου ο χρήστης επιθυμεί να τοποθετήσει το αρχείο εικόνας επικάλυψης. Όπως και για την προσθήκη φωτογραφίας, με τον ίδιο τρόπο και για την προσθήκη επικαλύψεων επιλέγεται από το μενού Προσθήκη > Εικόνα επικάλυψης και εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου "Νέα Εικόνα επικάλυψης" (Εικόνα 27 και Εικόνα 28 αντίστοιχα). Τα πεδία συμπληρώνονται με τον ίδιο τρόπο σε σχέση με τα αντίστοιχα από την προσθήκη φωτογραφίας (βλέπε προηγούμενη παράγραφο).



Εικόνα 27 & 28 : Παράθυρο προσθήκης εικόνας επικάλυψης σε συγκεκριμένη περιοχή στο Google Earth

Η καρτέλα "Ανανέωση" αφορά χάρτες που χρήζουν αυτόματης ενημέρωσης βάσει του χρόνου ή της προβολής. Από το πεδίο "Διαφάνεια" προσαρμόζεται η διαφάνεια της επικάλυψης από εντελώς διαφανή σε εντελώς αδιαφανή, ανάλογα με την επιλογή της προβολής. Με τη ρύθμιση της διαφάνειας της εικόνας επικάλυψης ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να βλέπει πώς η εικόνα επικάλυψης αντιστοιχεί στην απεικόνιση της προβολής 3D που βρίσκεται από κάτω. Η ρύθμιση διαφάνειας για τις επικαλύψεις εικόνων μπορεί να προσαρμοστεί οποιαδήποτε στιγμή κατά την προβολή μιας επικάλυψης.

Στα πλαίσια της παρούσης εφαρμογής επιλέχθηκε να προστεθεί ως εικόνα επικάλυψης ο χάρτης των χρήσεων γης. Κατά την εισαγωγή της εικόνας, αυτή εμφανίζεται στην προβολή 3D, με σημεία αγκύρωσης που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτησή της (Εικόνα 29).

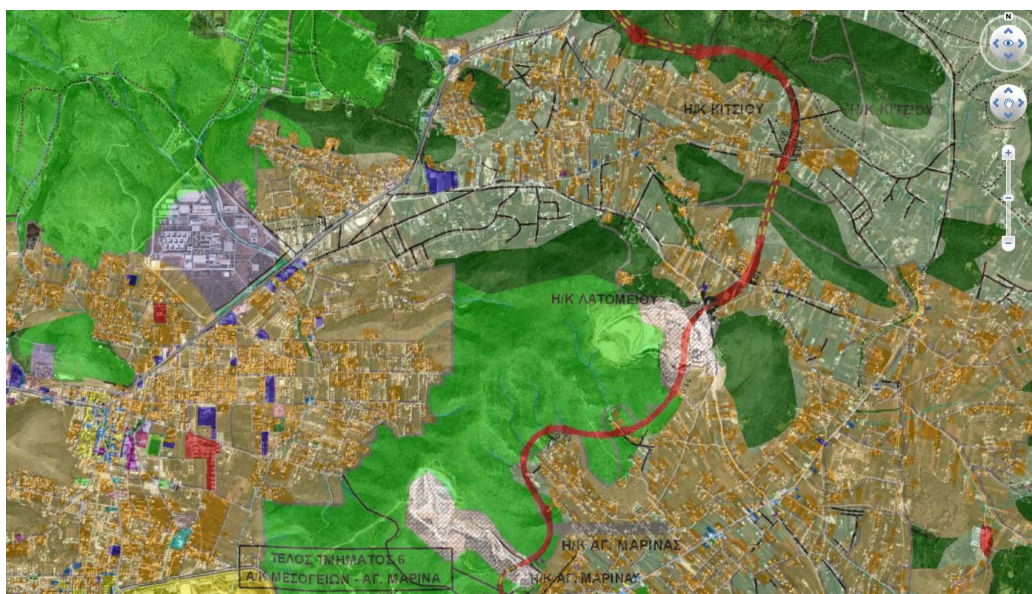
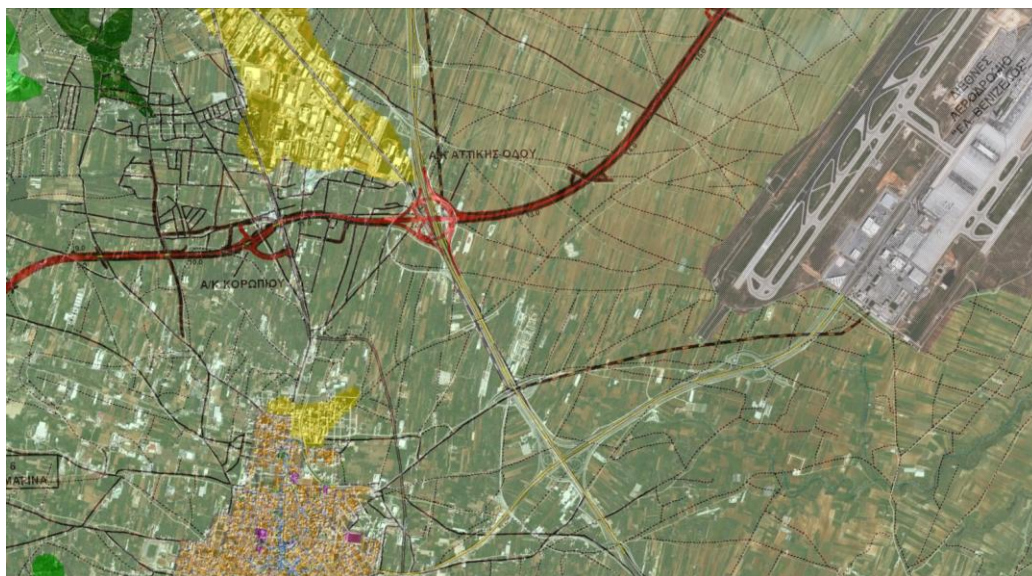


Εικόνα 29: Προσθήκη εικόνας επικάλυψης στο Google Earth

Με τον κεντρικό σταυρό επιτρέπεται η μετακίνηση του χάρτη στο επιθυμητό σημείο, ενώ με τα πλευρικά σύμβολα αυξομειώνονται τα όρια του. Με το ρόμβο που βρίσκεται

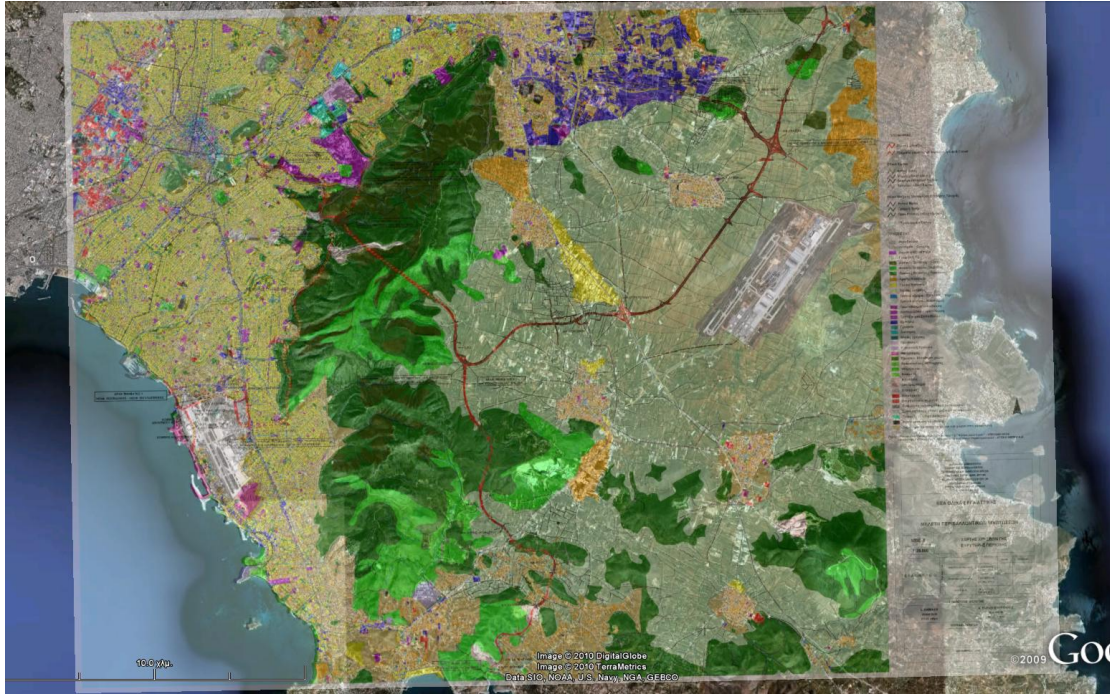
αριστερά και στο κέντρο του χάρτη δύνεται η δυνατότητα περιστροφής της εικόνας ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή θέση της σε σχέση με την πραγματικότητα.

Στις εικόνες που ακολουθούν (Εικόνα 30 & Εικόνα 31) φαίνονται δύο στιγμιότυπα από την τελική μορφή του χάρτη των χρήσεων ύστερα από αρκετές δοκιμές και μικρομετακινήσεις.



Εικόνα 30 & 31: Στιγμιότυπα από την τελική μορφή του χάρτη Χρήσεων Γης

Κατά τη δημιουργία μιας επικάλυψης, αυτή ενσωματώνεται απόλυτα με το έδαφος ή το σχήμα της γης που βρίσκεται από κάτω, εάν η επίστρωση του εδάφους έχει ενεργοποιηθεί. Στις Εικόνες 32 & 33 φαίνεται η επίθεση του χάρτη χρήσεων γης χωρίς έδαφος και ενεργοποίηση του ανάγλυφου αντίστοιχα.



Εικόνα 32: Επικάλυψη χάρτη με απενεργοποίηση εδάφους



Εικόνα 33: Επικάλυψη χάρτη με ενεργοποίηση εδάφους

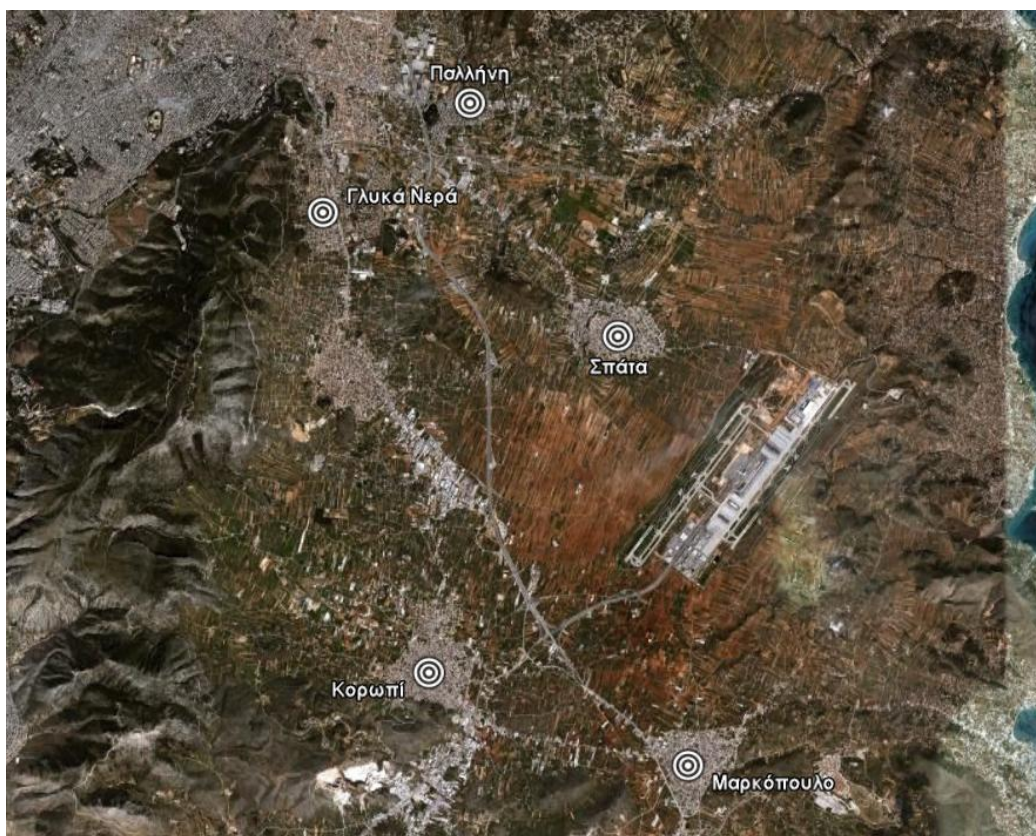
6.4.7 Εισαγωγή στοιχείων μετρήσεων ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Οι μετρήσεις για την ποιότητα του αέρα στην ευρύτερη περιοχή των Μεσογείων πραγματοποιούνται από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος του Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών Α.Ε. Για τις ανάγκες της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής οι μετρήσεις των ρύπων πραγματοποιήθηκαν από το Δίκτυο Παρακολούθησης της Ποιότητας του Αέρα (ΔΠΠΑ) σε πέντε μόνιμους εγκατεστημένους σταθμούς κατά το έτος 2007. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 13):

Σταθμός	NO ₂ (μg/m ³)	O ₃ (μg/m ³)	PM ₁₀ (μg/m ³)	SO ₂ (μg/m ³)	CO (mg/m ³)	HC _s ppm
Γλυκά Νερά	27,6	70,7	39,3	8,7	0,4	-
Κορωπί	17,8	65,6	64,7	-	-	2,6
Μαρκόπουλο	18,7	71,3	40,6	-	0,4	-
Παλλήνη	15,5	70,2	35,0	9,4	0,3	-
Σπάτα	18,8	67,5	47,6	6,7	0,4	2,9

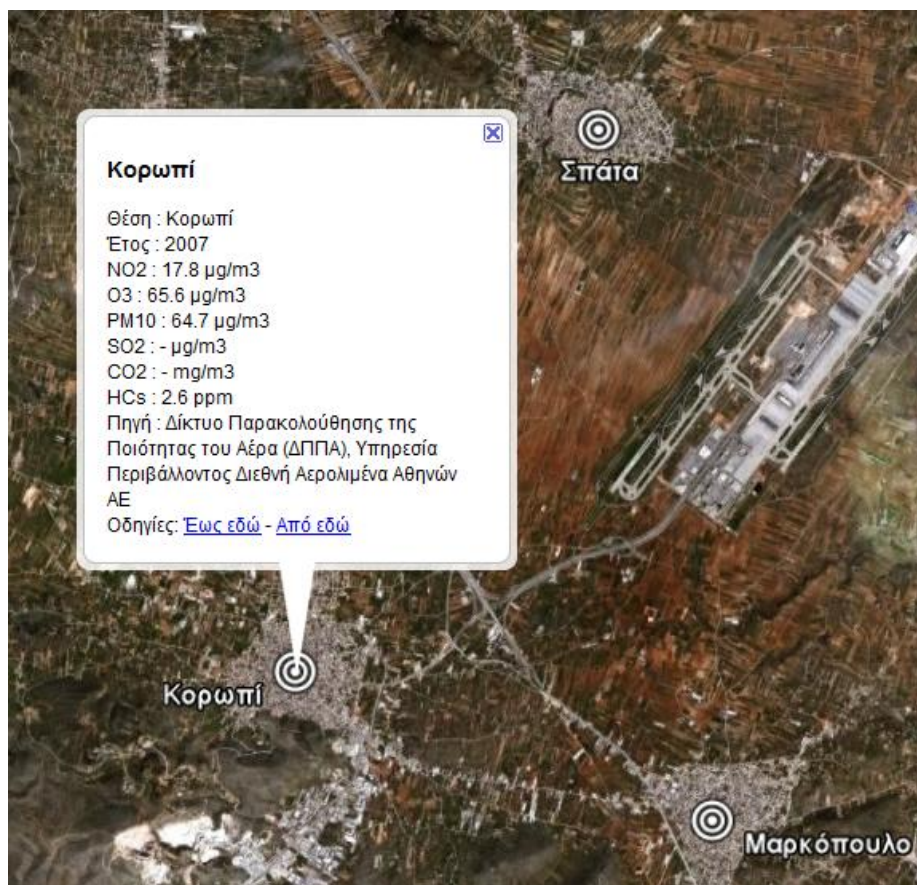
**Πίνακας 13: Μέσες συγκεντρώσεις μετρούμενων ρύπων στους σταθμούς του ΔΠΠΑ
(Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, ΜΠΕ – Νέα Οδικά Έργα Αττικής)**

Οι παραπάνω παρατηρήσεις προστέθηκαν στο Google Earth ως "Σήμανση Μέρους" από το μενού "Προσθήκη" και αποθηκεύτηκαν στον φάκελο "Μετρήσεις Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης". Για κάθε σημείο προστέθηκαν με μορφή σχολίων οι τιμές των μετρούμενων ρύπων.



Εικόνα 34: Σταθμοί Μέτρησης Ατμοσφαιρικών Ρύπων

Στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 34) φαίνεται ο τρόπος παρουσίασης των σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων στην περιοχή των Μεσογείων, με το άνοιγμα του αντίστοιχου αρχείου. Για κάθε ένα σταθμό οι πληροφορίες που έχουν αποθηκευτεί αφορούν τη θέση και τις συγκεντρώσεις των ρύπων και εμφανίζονται κατά την επιλογή του σταθμού με την εξής μορφή (Εικόνα 35):



Εικόνα 35: Πληροφορίες σταθμού και συγκεντρώσεις ρύπων (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, ΜΠΕ – Νέα Οδικά Έργα Αττικής)

Στο Παράρτημα III παρουσιάζονται οι αποθηκευμένες πληροφορίες για το σύνολο των σταθμών, όπως ακριβώς φαίνονται στο Google Earth.

6.4.8 Εισαγωγή στοιχείων μετρήσεων ακουστικής ρύπανσης

Όπως το ατμοσφαιρικό έτσι και το ακουστικό περιβάλλον μιας περιοχής επηρεάζεται από οποιαδήποτε ανθρωπογενή δραστηριότητα. Η επίδραση του εκπεμπόμενου θορύβου στο ακουστικό και κατ' επέκταση στο ανθρωπογενές περιβάλλον σχετίζεται με την επίδραση στο σύστημα ακοής του ανθρώπου (προσωρινή ή μόνιμη), την επίδραση στην υγεία άλλων βιολογικών συστημάτων του ανθρώπου (λόγου χάρη νευρικό σύστημα) καθώς και την επίδραση στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η καταγραφή του υπάρχοντος ακουστικού περιβάλλοντος έγινε στην άμεση περιοχή μελέτης, με έμφαση στις περιοχές που αναμένεται να επηρεαστούν θετικά ως προς τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά τους (αποσυμφόρηση) μετά τη λειτουργία των Νέων Οδικών Έργων Αττικής. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται συνοπτικά στοιχεία των θέσεων μέτρησης καθώς και οι τιμές των μετρούμενων δεικτών (Πίνακας 14 & Πίνακας 15 αντίστοιχα) :

Θέση	Έναρξη	Διάρκεια	Θέση	Απόσταση από άκρο οδού	Ύψος από οδόστρωμα
7	15/1/09 08:03	60 (min)	Σουνίου & Λομβάρδα Στάση Λουμπάρδα	5.0 (m)	3.80+0.15 (m)
8	15/1/09 09:32	60 (min)	Βάρης – Κορωπίου Στάση Ηρακλειδών	5.0 (m)	3.80+0.40 (m)
9	15/1/09 10:55	60 (min)	Βάρης – Κορωπίου & Αγ. Ιωάννου Εκκλησιάκι Αγ. Ιωάννη	4.5 (m)	3.80-0.10 (m)
10	15/1/09 12:14	60 (min)	Μαρκοπούλου (Τσόκας)	5.0 (m)	3.80+0.40 (m)

Πίνακας 14: Στοιχεία σημείων ηχομέτρησης
(Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, ΜΠΕ – Νέα Οδικά Έργα Αττικής)

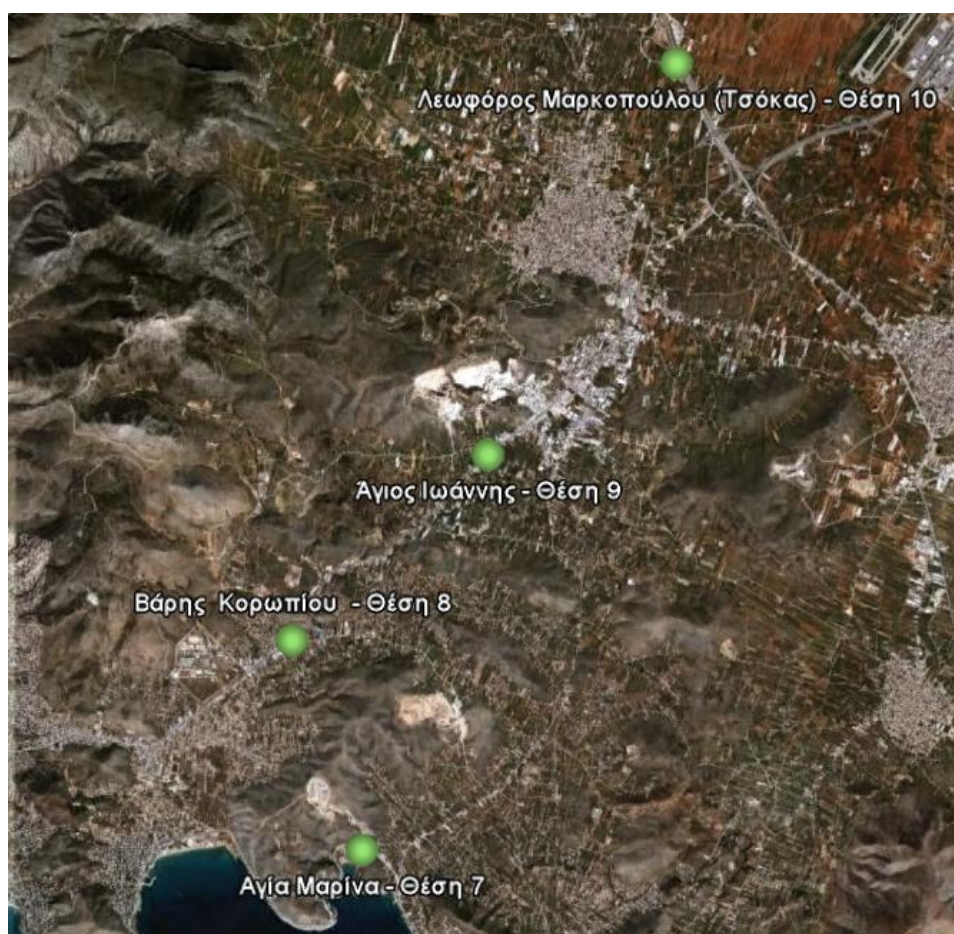
Θέση	Μετρούμενοι Δείκτες (dBA)						
	LAFmx	LAeq	LAF10	LAF50	LAF90	LAF95	LAF99
7	92.2	77.5	80.5	75.5	68.0	65.5	61.0
8	89.8	75.9	79.0	74.5	67.0	65.5	62.5
9	90.9	77.1	80.5	75.5	66.5	63.5	59.5
10	90.1	77.1	79.5	76.0	72.5	71.0	69.0

Πίνακας 15: Αποτελέσματα ηχομέτρησης
(Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, ΜΠΕ – Νέα Οδικά Έργα Αττικής)

Οι παραπάνω παρατηρήσεις προστέθηκαν στο Google Earth ως "Σήμανση Μέρους" από το μενού "Προσθήκη" και αποθηκεύτηκαν στον φάκελο "Ηχομετρήσεις". Για κάθε σημείο προστέθηκαν με μορφή σχολίων οι τιμές των μετρούμενων δεικτών. Επιπλέον, όλα τα σημεία ηχομέτρησης προστέθηκαν οι αντίστοιχες φωτογραφίες τεκμηρίωσης από το μενού Προσθήκη > Φωτογραφία. Με τον ίδιο τρόπο προστέθηκαν και τα αντίστοιχα διαγράμματα όπου παρουσιάζεται η διακύμανση των κυριότερων δεικτών LAeq και LAF10.

Στην Εικόνα 36 φαίνεται ο τρόπος παρουσίασης των σημείων μέτρησης ακουστικών ρύπων στην περιοχή των Μεσογείων, με το άνοιγμα του αντίστοιχου αρχείου ("Ηχομετρήσεις"). Επίσης, στην Εικόνα 37 φαίνονται οι φωτογραφίες που συνοδεύουν τη σήμανση κάθε σημείου ηχομέτρησης.

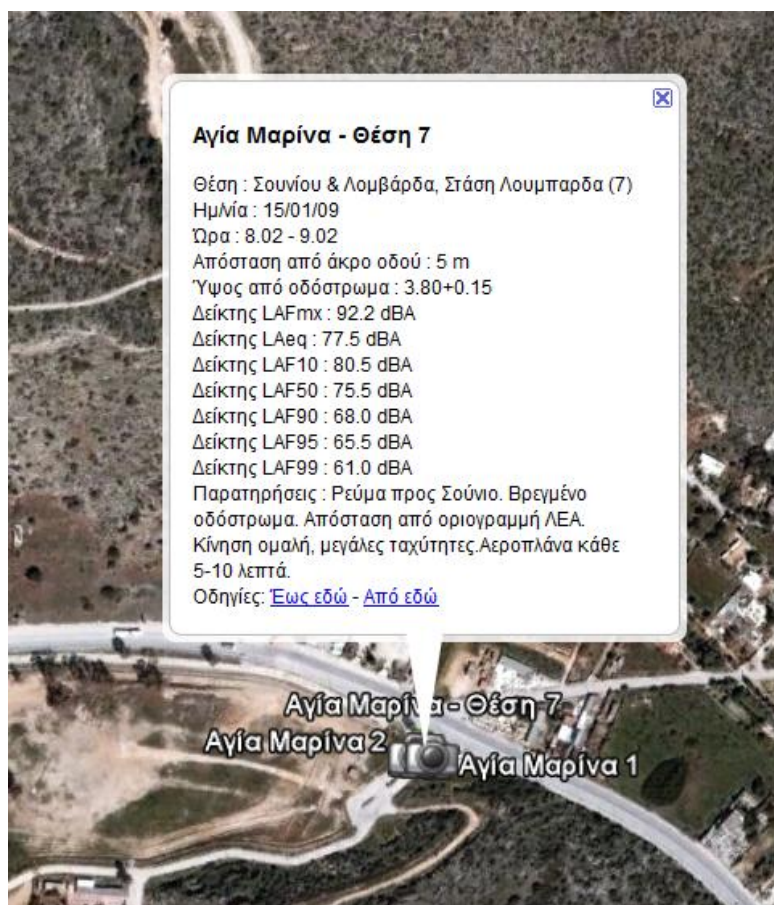
Για κάθε ένα σημείο ηχομέτρησης οι πληροφορίες που έχουν αποθηκευτεί αφορούν τη θέση, την ώρα διεξαγωγής της μέτρησης, τις τιμές των σχετικών δεικτών και διάφορα περιγραφικά στοιχεία, και εμφανίζονται κατά την επιλογή του σημείου με τη μορφή που παρουσιάζεται στην Εικόνα 38.



Εικόνα 36: Σημεία Ηχομετρήσεων



Εικόνα 37: Στοιχεία σημείων Ηχομέτρησης



Εικόνα 38: Πληροφορίες σημείων ηχομέτρησης και τιμές των αντίστοιχων δεικτών

Στο Παράρτημα IV παρουσιάζονται οι αποθηκευμένες πληροφορίες για το σύνολο των σημείων, όπως ακριβώς φαίνονται στο Google Earth.

6.4.9 Εισαγωγή ισορυπαντικών και ισοθορυμβικών καμπυλών

Ένα έργο οδοποιίας ανεξάρτητα του μεγέθους του προκαλεί σημαντικές επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα αλλά και ανθρώπινη υγεία τόσο από τους εκλυόμενους ρύπους και σκόνη όσο και από την όχληση που προκαλεί ο κυκλοφορικός φόρτος. Για την εκτίμηση των εκπεμπόμενων ρύπων και της στάθμης θορύβου χρησιμοποιούνται ειδικά μοντέλα υπολογισμού μέσω ειδικευμένων λογισμικών.

Σύμφωνα με την ΜΠΕ για τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής τα αποτελέσματα φαίνονται στα αντίστοιχα διαγράμματα διασποράς ρύπων και θορύβου. Τα διαγράμματα αυτά προστέθηκαν στο Google Earth ως "Σήμανση Μέρους" από το μενού "Προσθήκη" και αποθηκεύτηκαν στους φάκελους "Ρύποι" και "Θόρυβος" αντίστοιχα. Συγκεκριμένα τα διαγράμματα που προστέθηκαν αφορούν:

- ✓ Τη διασπορά των τεσσάρων ρύπων (CO, NO₂, SO₂, PM) και τις ισοθορυμβικές καμπύλες κατά τη φάση κατασκευής από τη λειτουργία του εργοταξίου στην περιοχή της Αγίας Μαρίνας (ΧΘ : ~ 8+700, τμήμα 6)

- ✓ Τη διασπορά των τεσσάρων ρύπων (CO, NO₂, SO₂, PM) κατά τη φάση λειτουργίας του έργου από τη ΧΘ: 4+000 έως τη ΧΘ: 6+000 του τμήματος 3 (έξοδος σήραγγας Υμηττού)
- ✓ Τη διασπορά των τεσσάρων ρύπων (CO, NO₂, SO₂, PM) κατά τη φάση λειτουργίας στην περιοχή Α/Κ Μεσογείων (τμήμα 3)
- ✓ Τη διασπορά των τεσσάρων ρύπων (CO, NO₂, SO₂, PM) κατά τη φάση λειτουργίας του έργου από τη ΧΘ: 1+000 έως τη ΧΘ: 3+500 του τμήματος 6
- ✓ Τη διασπορά των τεσσάρων ρύπων (CO, NO₂, SO₂, PM) κατά τη φάση λειτουργίας του έργου από τη ΧΘ: 3+500 έως τη ΧΘ: 6+500 του τμήματος 6
- ✓ Τη διασπορά των τεσσάρων ρύπων (CO, NO₂, SO₂, PM) κατά τη φάση λειτουργίας του έργου από τη ΧΘ: 6+500 έως τη ΧΘ: 9+500 του τμήματος 6
- ✓ Τη διασπορά των τεσσάρων ρύπων (CO, NO₂, SO₂, PM) κατά τη φάση λειτουργίας του έργου από τη ΧΘ: 9+500 έως τη ΧΘ: 11+500 του τμήματος 6
- ✓ Τη διασπορά των τεσσάρων ρύπων (CO, NO₂, SO₂, PM) κατά τη φάση λειτουργίας του έργου από τη ΧΘ: 11+500 έως τη ΧΘ: 13+500 του τμήματος 6
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου στην περιοχή εξόδου της Σήραγγας του Υμηττού πριν τον Α/Κ Μεσογείων (τμήμα 3)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου στην περιοχή του Α/Κ Μεσογείων (τμήμα 3)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την κατασκευή του έργου από την λειτουργία του εργοταξίου στην περιοχή της Αγίας Μαρίνας (τμήμα 6)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου από τη ΧΘ: 1+000 έως τη ΧΘ: 2+500 (τμήμα 6)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου από τη ΧΘ: 2+500 έως τη ΧΘ: 4+000 (τμήμα 6)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου από τη ΧΘ: 4+000 έως τη ΧΘ: 5+000 (τμήμα 6)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου από τη ΧΘ: 5+000 έως τη ΧΘ: 6+000 (τμήμα 6)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου από τη ΧΘ: 6+000 έως τη ΧΘ: 7+500 (τμήμα 6)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου από τη ΧΘ: 7+500 έως τη ΧΘ: 9+500 (τμήμα 6)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου από τη ΧΘ: 9+500 έως τη ΧΘ: 10+400 (τμήμα 6)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου από τη ΧΘ: 12+200 έως τη ΧΘ: 12+500 (τμήμα 6)
- ✓ Τις ισοθουρμικές καμπύλες κατά την λειτουργία του έργου από τη ΧΘ: 12+500 έως τη ΧΘ: 13+500 (τμήμα 6)

Στο Παράρτημα V παρουσιάζονται τα αντίστοιχα στιγμιότυπα των διαγραμμάτων διασποράς ρύπων και θορύβου που προστέθηκαν στο Google Earth.

6.5 Αποτελέσματα

Εφόσον ολοκληρώθηκε η εισαγωγή όλων των απαραίτητων πληροφοριών στο λογισμικό Google Earth, στο παρόν κεφάλαιο επιχειρείται η ανάλυση των αποτελεσμάτων σχετικά με τα περιβαλλοντικά ζητήματα που προκύπτουν από την υλοποίηση ενός συγκοινωνιακού έργου.

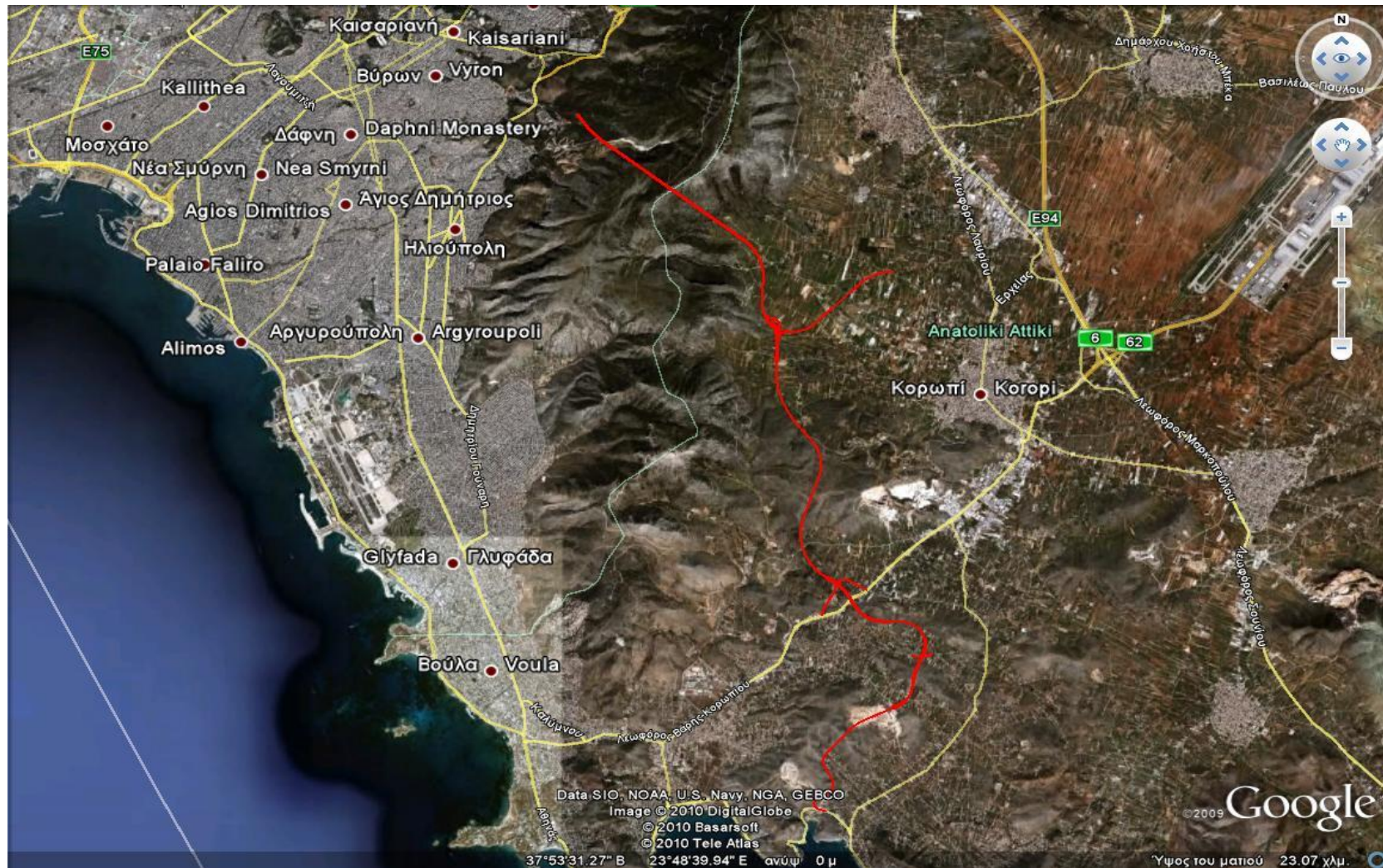
Το Google Earth ως Διαδικτυακό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών παρέχει αρκετά εργαλεία στους χρήστες – μελετητές, ιδιαίτερα χρήσιμα κατά την εκπόνηση μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Οι δυνατότητες που προσφέρει αφορούν τη διαχείριση – ανάλυση των χωρικών δεδομένων, την παραγωγή νέας πληροφορίας από το συνδυασμό διαφορετικών επιπέδων, τη δημιουργία διαδραστικών χαρτών και την εύκολη διακίνηση των σχετικών χωρικών πληροφοριών μεταξύ των χρηστών.

Μια Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αποσκοπεί αφενός στον προσδιορισμό και στην πρόβλεψη των επιπτώσεων που θα έχει η υλοποίηση ενός έργου ή μιας δραστηριότητας στο περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα της ζωής, και αφετέρου να γνωστοποιήσει τους κινδύνους και τα οφέλη των επιπτώσεων αυτών. Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζονται τα στάδια εκείνα μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων στα οποία είναι εμφανής η χρησιμότητα του λογισμικού Google Earth, σύμφωνα με την εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε για τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής.

Google Earth & Scoping

Η απεικόνιση της γήινης επιφάνειας που προσφέρει το λογισμικό Google Earth (ακόμα και στην πιο απλή έκδοσή του), μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βασικό υπόβαθρο κατά τον ορισμό της περιοχής μελέτης. Ο συνδυασμός των δορυφορικών εικόνων και των πληροφοριών που παρέχονται από το ίδιο το πρόγραμμα (ονόματα οδών, τοπωνύμια κτλ) με τα γεωμετρικά στοιχεία των συγκοινωνιακών έργων ή έστω σε συνδυασμό μόνο με τους άξονες των οδών, παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα του ευρύτερου περιβάλλοντος.

Με τον τρόπο αυτό εκτιμάται άμεσα το μέγεθος του έργου και καθορίζονται τα σημαντικά εκείνα στοιχεία του περιβάλλοντος για τα οποία θα πρέπει οπωσδήποτε να διερευνηθεί ο βαθμός επιρροής τους από την κατασκευή και λειτουργία του συγκεκριμένου Οδικού Έργου. Στην Εικόνα 39 φαίνεται η ευρύτερη περιοχή μελέτης με συνδυασμό δορυφορικής εικόνας και αξόνων των οδικών έργων.



Εικόνα 39: Συνδυασμός Δορυφορικής Απεικόνισης και Αξόνων Οδικών Έργων

Με τον τρόπο αυτό γίνεται μια πρώτη εκτίμηση σχετικά με τις περιοχές από τις οποίες διέρχεται η χάραξη και επομένως προσδιορίζονται και τα στοιχεία εκείνα που αναμένεται να επηρεάσει θετικά ή αρνητικά. Πρώτα απ' όλα διακρίνεται ότι η χάραξη διατρέχει τον ορεινό όγκο του Υμηττού αλλά και αγροτικές εκτάσεις, διέρχεται πλησίον των περιοχών Κιτσίου και Αγίας Μαρίνας και διασταυρώνει τη Λεωφόρο Βάρης – Κορωπίου.

Google Earth & Υφιστάμενη κατάσταση

Κατά το στάδιο καταγραφής της υφιστάμενης κατάστασης του περιβάλλοντος το Google Earth αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τη συγκέντρωση πληροφοριών τόσο για το φυσικό όσο και για το ανθρωπογενές περιβάλλον. Ο συνδυασμός δορυφορικής απεικόνισης και αξόνων οδικών έργων δίνει πληροφορίες σχετικά με τις διοικητικές περιοχές που διατρέχει η χάραξη. Παράλληλα βοηθάει στην καταγραφή των κύριων και δευτερευουσών οδικών αρτηριών, αλλά και στην καταγραφή των δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται κατά μήκος της χάραξης. Επιπλέον, με τη δυνατότητα προσθήκης πολυμέσων έγινε εισαγωγή των μετρήσεων ρύπων και θορύβου που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα σημεία – σταθμούς (Παράρτημα).

Google Earth & Εκτίμηση Πιθανών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Κατά τη διαδικασία εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων γενικά και από ένα έργο οδοποιίας ειδικότερα, εφαρμόζεται μια σειρά από τεχνικές και μεθόδους που στόχο έχουν τον εντοπισμό και τον προσδιορισμό των πιθανών επιπτώσεων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον από το προτεινόμενο έργο. Η τεχνική των επικαλύψεων (overlays) αφορά το συνδυασμό διαφόρων θεματικών επιπέδων που περιέχουν περιβαλλοντική πληροφορία και σκοπό έχει τη διερεύνηση μιας συγκεκριμένης μεταβλητής.

Τα θεματικά επίπεδα που συνδυάστηκαν για τις ανάγκες της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι τα εξής: Συγκοινωνιακή Μελέτη στο σύνολο των οδών για τα τμήματα 3 & 6, Χάρτης Χρήσεων Γης (ψηφιοποίηση και επίθεση εικόνας) και Χάρτης Προστατευόμενων Περιοχών. Με επικάλυψη των επιπέδων αυτών προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα αναφορικά με τις επιπτώσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον:

➤ **Τμήμα 3: Σήραγγα Υμηττού – Ανισόπεδος Κόμβος Μεσογείων**

- Έδαφος – Μορφολογία – Γεωλογία : τα ορύγματα / επιχώματα που προβλέπονται είναι μικρού ύψους μετά την έξοδο της σήραγγας του Υμηττού
- Υδατικοί Πόροι : διασταύρωση με το ρέμα Χαλιδού
- Οικοσυστήματα – Προστατευόμενες Περιοχές : η χάραξη διέρχεται εξ ολοκλήρου εντός της περιοχής Natura "Υμηττός – Αισθητικό Δάσος Καισαριανής – Λίμνη Βουλιαγμένης", εντός της ζώνης Β προστασίας του

ορεινού όγκου του Υμηττού, ενώ εντός της ζώνης Α οδεύει το σύνολο της Σήραγγας

- Χρήσεις Γης : η χάραξη διέρχεται εντός δασικών εκτάσεων, λατομείου και γεωργικής γης, χωρίς ωστόσο οι χρήσεις αυτές να καθορίζονται από κάποιο συγκεκριμένο εγκεκριμένο Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο
- Τεχνικές Υποδομές : το έργο διασταυρώνεται με δευτερεύουσες οδούς τοπικής σημασίας, όπου και προβλέπονται τεχνικά έργα άνω ή κάτω διαβάσεων
- Ακουστικό Περιβάλλον : όχληση σε μεμονωμένα κτίσματα εκτός σχεδίου

➤ **Τμήμα 6: Ανισόπεδος Κόμβος Μεσογείων – Αγία Μαρίνα**

- Υδατικοί Πόροι : διασταύρωση με το ρέμα Ντούκα και το ρέμα Κιτσίου που στα κατάντη του έχει χαρακτηριστεί περιοχή περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος
- Οικοσυστήματα – Προστατευόμενες Περιοχές : η χάραξη διέρχεται για 2,5 περίπου χιλιόμετρα εντός της περιοχής Natura "Υμηττός – Αισθητικό Δάσος Καισαριανής – Λίμνη Βουλιαγμένης", για 7 χιλιόμετρα εντός της ζώνης Β προστασίας του ορεινού όγκου του Υμηττού, ενώ για 2,5 χιλιόμετρα εντός της ζώνης Α
- Χρήσεις Γης : η χάραξη διέρχεται εντός δασικών εκτάσεων, λατομείου, γεωργικής γης, αμιγούς κατοικίας και δομήσιμων ημιανοιχτών χώρων, χωρίς ωστόσο οι χρήσεις αυτές να καθορίζονται από κάποιο συγκεκριμένο εγκεκριμένο Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο
- Τεχνικές Υποδομές : το έργο διασταυρώνεται με τη λεωφόρο Βάρης – Κορωπίου, όπου προβλέπεται Ανισόπεδος Κόμβος και με δευτερεύουσες οδούς τοπικής σημασίας, όπου προβλέπονται τεχνικά έργα άνω ή κάτω διαβάσεων
- Ιστορικό & Πολιτιστικό Περιβάλλον : η χάραξη διέρχεται σε απόσταση 100-500 μέτρα από τον αρχαιολογικό χώρο Λαμπρικών Κορωπίου. Επίσης, οδεύει εντός της περιοχής του αρχαιολογικού χώρου Κόντρα Γκλιάτε στο Κίτσι Κορωπίου και για 100 μέτρα εντός της Ζώνης Β1 "Απολύτου Προστασίας Αρχαιολογικών Χώρων" της Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου Μεσογείων.
- Ακουστικό Περιβάλλον : όχληση σε μεμονωμένο κτίσμα εκτός σχεδίου

➤ Google Earth & Συμμετοχή Κοινού

Αναπόσπαστο μέρος μιας ΜΠΕ αποτελεί η δημοσιοποίηση της ώστε το ευρύ κοινό να λάβει γνώση των στοιχείων της και να εκφράσει τη συγκατάθεση ή τις αντιδράσεις του. Η συμβολή του προγράμματος Google Earth στο στάδιο αυτό έγκειται αφενός στη δυνατότητα αναπαράστασης της χωρικής πληροφορίας με ρεαλιστικό τρόπο και αφετέρου στη δυνατότητα εμπλουτισμού με εικόνες, γραφήματα, πίνακες κτλ.

Με τον τρόπο αυτό οι χρήστες αλλά και οι ενδιαφερόμενοι φορείς έχουν τη δυνατότητα :

- ✓ θέασης των επικείμενων κτισμάτων κατά μήκος της χάραξης
- ✓ γνώσης των τιμών εκπομπής ρύπων και θορύβου για τα σημεία – σταθμούς που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις
- ✓ γνώσης της διασποράς των ρύπων σε διάφορα σημεία όπως προέκυψε από την εφαρμογή των μοντέλων προσομοίωσης SCREEN3 της USEPA και IMMI 5.3.1
- ✓ γνώσης των δεικτών μέτρησης θορύβου οι οποίοι υπολογίστηκαν με βάση τους αντίστοιχους μαθηματικούς τύπους
- ✓ θέασης του έργου από διάφορες οπτικές γωνίες, έχοντας μια ρεαλιστική εικόνα για τις επιπτώσεις που θα επιφέρει η κατασκευή του στο τοπίο

Ο τρόπος παρουσίασης των παραπάνω στοιχείων στο Google Earth φαίνεται στο Παράρτημα V.

Βιβλιογραφία

1. Ζήσου Α. (Νοέμβριος 2007). Εισαγωγή στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών ArcGIS/ArcView, , Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
2. Κουτσόπουλος Κ., Ανδρουλάκης Μ. (2005). Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με Χρήση του Λογισμικού ArcGIS, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα
3. Κουτσόπουλος Κ. (2005). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα
4. ΥΠΕΧΩΔΕ (2008). Νέα Οδικά Έργα Αττικής – ΜΠΕ, Αθήνα
5. Mercy Corps (November 2008). A Rough Google Earth Guide
6. Επίσημος αντιπρόσωπος της εταιρίας Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ESRI στην Ελλάδα : <http://www.marathondata.gr/>
7. Επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ESRI: <http://www.esri.com/>
8. Επίσημη ιστοσελίδα του προγράμματος μετατροπής σχηματικών αρχείων σε αρχεία συμβατά με το Google Earth : <http://www.arc2earth.com/>
9. Μικρός Οδηγός του GOOGLE EARTH : <http://earth.google.com/download-earth.html> & http://earth.google.com/intl/el/userguide/v4/ug_toc.html

7. Συμπεράσματα – Προτάσεις

7. Συμπεράσματα – Προτάσεις

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του Ελεύθερου Διαδικτυακού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών Google Earth, στην εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από έργα Οδοποιίας, και συγκεκριμένα για τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής. Συγκεκριμένα, αναλύονται τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το εν λόγω λογισμικό σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα, αλλά και οι αδυναμίες του στα διάφορα στάδια μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και οι αδυναμίες του Google Earth προέκυψαν από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των εφαρμογών για τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής, καθώς επίσης και από το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τη σύνταξη Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

7.1 Πλεονεκτήματα από τη χρήση του προγράμματος Google Earth στις ΜΠΕ σε σχέση με τα παραδοσιακά συστήματα

Πρώτα απ' όλα, το πρόγραμμα Google Earth ως Ελεύθερο Διαδικτυακό Γεωγραφικό Συστήματος Πληροφοριών (Web-GIS), υποστηρίζει την οργάνωση και διαχείριση των αρχείων και των πληροφοριών με τη μορφή βάσης δεδομένων. Η δομή αυτή επιτρέπει την αποθήκευση, ανάλυση, ανταλλαγή και παρουσίαση των διαφόρων χωρικών και περιγραφικών χαρακτηριστικών μιας οντότητας. Επιπλέον, το γεγονός ότι στηρίζεται στη σύνδεση μέσω διαδικτύου, το καθιστά ιδιαίτερα ανταγωνιστικό, καθώς όχι μόνο διευκολύνει την εύκολη και άμεση πρόσβαση σε ολοένα και αυξανόμενο όγκο πληροφοριών, αλλά παρέχει και τη δυνατότητα γρήγορης και χωρίς κόστος διάθεσης της γεωπληροφορίας με τη μορφή ενός απλού αρχείου. Με άλλα λόγια, η ταχεία ανάπτυξη του παγκόσμιου ιστού που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, εξυπηρετεί την ανταλλαγή και ενοποίηση δεδομένων τα οποία προέρχονται από διαφορετικές πηγές και διαφορετικά πληροφοριακά περιβάλλοντα μέσω της υιοθέτησης κοινών προτύπων στα πλαίσια της διαλειτουργικότητας.

Σε ότι αφορά τα στάδια μια Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων στα οποία συμβάλλει η αξιοποίηση του λογισμικού Google Earth, σχετίζονται κυρίως με το πλήθος των παραγόντων που εξετάζονται και την μεταξύ τους αλληλοσυσχέτιση. Στο πιο απλό επίπεδο η απεικόνιση της γήινης επιφάνειας που προσφέρει, χρησιμοποιείται άμεσα ως βασικό υπόβαθρο κατά τον προσδιορισμό της περιοχής μελέτης όπου πρόκειται να υλοποιηθεί το εξεταζόμενο έργο ή δραστηριότητα. Η δορυφορική απεικόνιση είναι πρόσφατη, καλύπτει ολόκληρη την ευρύτερη περιοχή μελέτης με ικανοποιητική ακρίβεια και παρέχει ενσωματωμένη υψομετρική πληροφορία (χρήση αναγλύφου). Σε αντίθεση με τις κοινές αεροφωτογραφίες δεν απαιτείται η εισαγωγή τους σε άλλα προγράμματα προκειμένου να αξιοποιηθούν οι πληροφορίες που

περιλαμβάνει. Με τον τρόπο αυτό, εξετάζοντας την ευρύτερη περιοχή από ψηλά αλλά και από διάφορες οπτικές γωνίες, ο μελετητής μπορεί εύκολα να διακρίνει τις επιμέρους περιοχές και τα στοιχεία του περιβάλλοντος, τα οποία οφείλει να συμπεριλάβει στην μελέτη που θα συντάξει.

Κατά το στάδιο καταγραφής της υφιστάμενης κατάστασης του περιβάλλοντος, ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να αντλήσει σημαντικές πληροφορίες για το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Μέσω των πληροφοριών που βρίσκονται αποθηκευμένες στα αντίστοιχα επίπεδα του Google Earth, μπορεί να λάβει γνώση τους οικισμούς που γειτνιάζουν με το εξεταζόμενο έργο, για το οδικό και συγκοινωνιακό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής και τη γεωμορφολογία του εδάφους. Μπορεί επίσης να κάνει μια πρόχειρη εκτίμηση των χρήσεων γης της ευρύτερης περιοχής. Όλες οι παραπάνω πληροφορίες παρέχονται δωρεάν σε όλους τους χρήστες του προγράμματος Google Earth, επομένως η αξιοποίηση του κατά τη σύνταξη μιας ΜΠΕ μειώνει ορατά το κόστος σε χρήμα, χρόνο, αλλά και παροχή εργασίας (ανθρωπόωρες).

Κατά την εκτίμηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την υλοποίηση ενός έργου ή μιας δραστηριότητας η αξιοποίηση του Google Earth αφορά κυρίως τις ποσοτικές και οπτικές επιπτώσεις. Το εν λόγω πρόγραμμα υποστηρίζει μία από τις κυριότερες μεθόδους διερεύνησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, την τεχνική των επικαλύψεων (overlay). Παρέχει, δηλαδή, στον μελετητή – χρήστη τη δυνατότητα συνδυασμού διαφόρων επιπέδων που περιέχουν χωρικές και μη πληροφορίες, με σκοπό τη διερεύνηση μιας συγκεκριμένης περιβαλλοντικής μεταβλητής. Επιπρόσθετα, με χρήση των εργαλείων του Google Earth ο μελετητής δύναται να επιθέσει οποιαδήποτε εικόνα – χάρτη με περιβαλλοντικές και όχι μόνο πληροφορίες, χωρίς να εκτελέσει πολύπλοκες διαδικασίες, εκτελώντας απλή μετάθεση, στροφή και αλλαγή μεγέθους. Με βάση τις παραπάνω δυνατότητες, ο μελετητής είναι σε θέση να αντλήσει πληροφορίες για τις χρήσεις γης στη ζώνη διέλευσης του έργου, τα τμήματα του έργου που διέρχονται πλησίον ή εντός κατοικημένων περιοχών, περιοχών ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, αρχαιολογικών χώρων κτλ. Με τον τρόπο πραγματοποιείται η αξιολόγηση των εναλλακτικών προτάσεων, ώστε τελικά να επιλεγεί η λύση που θα προκαλέσει τις λιγότερες μόνιμες αλλοιώσεις στο περιβάλλον (φυσικό και ανθρωπογενές).

Επιπρόσθετα, η αξιοποίηση των εργαλείων και απεικονίσεων το Google Earth συμβάλει στη σύνταξη χαρτών (λόγου χάρη εδαφολογικών χαρτών), λειτουργώντας ως βασικό υπόβαθρο. Τέτοιου είδους χάρτες χρησιμοποιούνται ως βάση για την πρόληψη των αρνητικών επιπτώσεων στα διάφορα στοιχεία του περιβάλλοντος. Η πρόληψη έχει καθοριστική σημασία για την προστασία του περιβάλλοντος, και ολοκληρώνεται μέσα από τη διαδικασία της παρακολούθησης του έργου.

Η παρακολούθηση (monitoring) της περιβαλλοντικής ποιότητας υλοποίησης ενός έργου αφορά τη διαπίστωση τυχόν ελλείψεων και δυσλειτουργιών και επακόλουθα τη λήψη πρόσθετων μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος. Το Google Earth παρέχει μια σημαντική υπηρεσία που συμβάλλει προς την κατεύθυνση αυτή. Παρέχεται λοιπόν, η δυνατότητα εποπτείας απεικονίσεων της γης σε παλαιότερες ημερομηνίες. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η εξαγωγή συμπερασμάτων για τις αλλαγές στις χρήσεις γης, την πιθανή υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, και το βαθμό προσαρμογής του τοπίου και της φύσης γενικότερα με την πάροδο του χρόνου και τη συνεχή λειτουργία του έργου.

Η συμβολή του Google Earth, όπως φαίνεται και παραπάνω είναι σημαντική για όλα τα στάδια μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό. Ωστόσο, είναι καθοριστική κατά το στάδιο της δημοσιοποίησης των στοιχείων – πορισμάτων της ΜΠΕ για ένα έργο ή μια δραστηριότητα. Το γεγονός αυτό, οφείλεται το κοινό, συχνά δεν είναι σε θέση να ερμηνεύσει τους τεχνικούς όρους ή τα στοιχεία που απεικονίζονται σε ένα στατικό χάρτη. Τα χαρτογραφικά εργαλεία που παρέχονται σε συνδυασμό με τη δυνατότητα προσθήκης στοιχείων πολυμέσων (φωτογραφίες, βίντεο, γραφήματα, αρχεία ήχου), συμβάλλουν στην αναπαράσταση της χωρικής και περιβαλλοντικής πληροφορίας με τρόπο ρεαλιστικό και επομένως οικείο προς τους απλούς πολίτες. Οι διαδραστικοί χάρτες που παράγονται εμπεριέχουν συνδέσεις με αρχεία, εικόνες, συνδέσμους ιστοσελίδων και παρέχουν τη δυνατότητα επιλογής των επιπέδων πληροφοριών που ο χρήστης επιθυμεί να εμφανιστεί στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή του. Οι δυνατότητες αυτές (παραγωγή διαδραστικών χαρτών) είναι χρήσιμες όχι μόνο για την ενεργή συμμετοχή του κοινού στην διαδικασία, αλλά και κατά τη συνεργασία των εμπλεκόμενων φορέων σε όλα τα στάδια περιβαλλοντικής αδειοδότησης ενός έργου ή μιας δραστηριότητας.

Συνοψίζοντας, τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση των εργαλείων και δυνατοτήτων του λογισμικού Google Earth αφορούν :

- ✓ την ευελιξία στην οργάνωση των διαφόρων θεματικών επιπέδων με δομή μιας βάσης δεδομένων,
- ✓ την εύκολη και χωρίς κόστος ανταλλαγή χωρικών αρχείων βάσει του προτύπου kml,
- ✓ την δωρεάν διάθεση γενικών και περιβαλλοντικών πληροφοριών, χρήσιμων κατά το στάδιο της καταγραφής της υφιστάμενης κατάστασης και το στάδιο της εκτίμησης των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- ✓ την παραγωγή διαδραστικών χαρτών με οφέλη τόσο κατά τη συμμετοχή του κοινού, όσο και κατά τη συνεργασία των εμπλεκόμενων φορέων
- ✓ την εξοικονόμηση χρημάτων και χρόνου, καθόλη τη διαδικασία εκπόνησης μιας ΜΠΕ (συλλογή στοιχείων, εκτύπωση χαρτών, συνεργασία φορέων)

Τέλος, ένα εξίσου σημαντικό πλεονέκτημα έγκειται στη δυνατότητα άριστης συνεργασίας μεταξύ του προγράμματος Google Earth και άλλων πακέτων Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, αλλά και αμιγώς σχεδιαστικών πακέτων. Η συνεργασία αφορά όχι μόνο την εισαγωγή δεδομένων στο Google Earth τα οποία προέρχονται από άλλα προγράμματα, αλλά και αντίστροφα την εξαγωγή πληροφορίας από το λογισμικό Google Earth σε μορφή συμβατή με άλλα προγράμματα της αγοράς.

7.2 Αδυναμίες από τη χρήση του προγράμματος Google Earth στις ΜΠΕ

Ωστόσο, εκτός από τα πλεονεκτήματα που καθιστούν το Google Earth ένα ανταγωνιστικό Ελεύθερο Διαδικτυακό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (Web-GIS), κατά τη διαδικασία σύνταξης Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από έργα ή δραστηριότητες, υπάρχουν επίσης αδυναμίες και περιορισμοί στη χρήση του.

Πρώτα απ' όλα δεν είναι δυνατόν να είναι χρήσιμο σε όλα τα στάδια που περιλαμβάνει μια Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ή μπορεί να παρέχει εν μέρει της απαραίτητες πληροφορίες. Λόγου χάρη, κατά την καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης του περιβάλλοντος ο μελετητής δεν είναι σε θέση να αντλήσει πληροφορίες όπως μετεωρολογικά δεδομένα, παραγωγικοί τομείς, τουρισμός, πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον κτλ. Κατά τον ίδιο τρόπο, το Google Earth δεν μπορεί να δώσει απαντήσεις στην εκτίμηση των κοινωνικοοικονομικών και εν γένει ποιοτικών επιπτώσεων που δεν αφορούν άμεσα το φυσικό περιβάλλον.

Επιπρόσθετα, προκύπτουν αδυναμίες από την έλλειψη συντονισμού των αρμόδιων αρχών ως προς τη διακίνηση των δυναμικών αρχείων και την αξιοποίηση των διαδραστικών χαρτών. Οι αδυναμίες αυτές πηγάζουν από την έλλειψη ενημέρωσης και εκπαίδευσης των εμπλεκόμενων φορέων σε θέματα πληροφορικής. Παρόμοια προβλήματα αφορούν και την ελλιπή εξοικείωση των παλαιότερων κυρίως γενεών σε θέματα διαδικτύου και διαχείρισης ηλεκτρονικών αρχείων. Η συντονισμένη προσπάθεια κράτους, εμπλεκόμενων φορέων και τοπικών αρχών θα μπορούσε να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά αυτού του είδους τους περιορισμούς.

Οι αδυναμίες που περιγράφονται παραπάνω δύναται να αντιμετωπισθούν ως ένα βαθμό, εφόσον υπάρξει μια γενικότερη μεταβολή των προτύπων ως προς τον τρόπο διακίνησης των πληροφοριών και των αρχείων. Προς την αλλαγή αυτή οφείλει να κινηθεί πρώτη απ' όλους η πολιτεία, αξιοποιώντας το επιστημονικό προσωπικό της χώρας μας και τις δυνατότητες που προσφέρουν τα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα.

7.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Λαμβάνοντας υπόψη όλα όσα αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, και έχοντας πραγματοποιήσει μια σειρά από εφαρμογές του προγράμματος Google Earth στα διάφορα στάδια της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από τα Νέα Οδικά Έργα Αττικής, στη παρούσα παράγραφο κρίνεται σκόπιμη η παράθεση ενδεχόμενων προτάσεων για την περαιτέρω εξέλιξη και διάδοση της χρήσης του συγκεκριμένου λογισμικού σε ανάλογα έργα.

Καταρχάς, η εφαρμογή θα μπορούσε να εμπλουτιστεί με στοιχεία φωτορεαλισμού, ώστε η παρουσίαση των οδικών έργων να γίνει με τον πλέον ρεαλιστικό τρόπο. Υπάρχουν διάφορα προγράμματα τα οποία προσφέρουν σχεδίαση στο χώρο, ωστόσο το Sketch up είναι εύκολο στη χρήση και ιδανικό για εισαγωγή 3d στοιχείων στο Google Earth.

Με την τρισδιάστατη μοντελοποίηση όλων των οδών και των τεχνικών έργων που προβλέπονται στα Νέα Οδικά Έργα Αττικής, ο μελετητής – χρήστης θα είναι σε θέση να διερευνήσει τις επιπτώσεις στο τοπίο από την κατασκευή μεγάλων ορυγμάτων ή επιχωμάτων, από τη συγκέντρωση αδρανών υλικών, από την κατασκευή των μετώπων των σηράγγων και των τεχνικών έργων γεφυρών. Θα μπορεί επίσης, να εξετάσει την οπτική ενός τμήματος ή ενός κόμβου από συγκεκριμένα σημεία (λόγου χάρη από έναν οικισμό ή έναν αρχαιολογικό χώρο).

Επιπλέον, θα μπορούσε να διερευνηθεί μια ενδεχόμενη συνεργασία του λογισμικού Google Earth με τα σύγχρονα προγράμματα Οδοποιίας ή μοντελοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων θορύβου, αέριας ρύπανσης και οπτικής όχλησης από Οδικών Έργων. Με χρήση κοινών προτύπων αρχείων η εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων από το ένα πρόγραμμα στο άλλο θα πραγματοποιούνταν χωρίς ιδιαίτερο κόστος και χρόνο. Με τον τρόπο αυτό οι μελετητές θα μπορούσαν να διαχειρίζονται ολόένα και περισσότερα περιβαλλοντικά στοιχεία μέσω του προγράμματος Google Earth και να παράγουν με επιτυχία πιο ακριβείς και πλούσιους σε πληροφορίες διαδραστικούς χάρτες.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι : Αποτελέσματα Εφαρμογών –
Οδικά Έργα**



Εικόνα Π- 1: Στόμια Έξοδου Διπλής Σήραγγας Υμηττού



Εικόνα Π- 2: Τεχνικά Κάτω Διαβάσεων με Τοπικές Οδούς



Εικόνα Π- 3: Ανισόπεδος Κόμβος Μεσογείων



Εικόνα Π- 4: Τεχνικό Κάτω Διάβασης Τοπικής Οδού



Εικόνα Π- 5: Ημικόμβος Βάρης - Κορωπίου



Εικόνα Π- 6: Διασταύρωση Αυτοκινητοδρόμου με τη Λεωφόρο Βάρης – Κορωπίου (Γέφυρα)

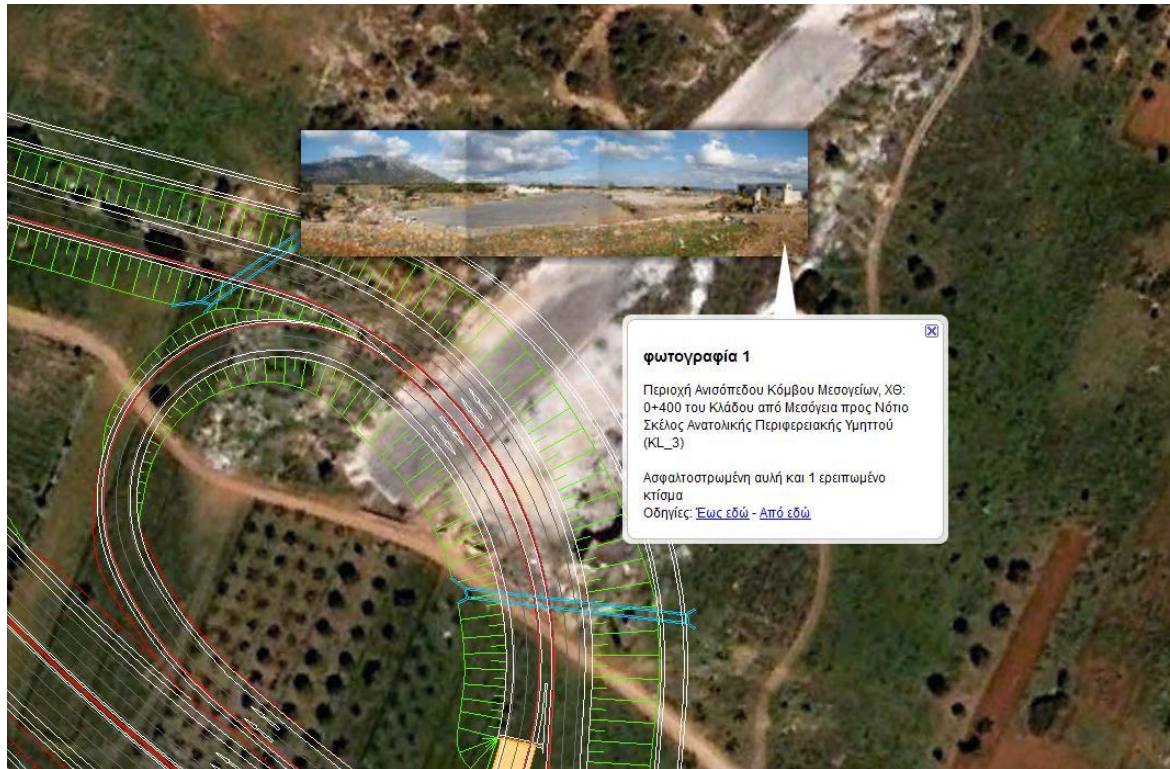


Εικόνα Π- 7: Τεχνικό Κάτω Διάβασης Οδού Ταξιαρχών



Εικόνα Π- 8: Ημικόμβος Αγίας Μαρίας – Τέλος Οδικού Τμήματος 6

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ : Αποτελέσματα Εφαρμογών –
Φωτογραφίες Επικείμενων Κτισμάτων**



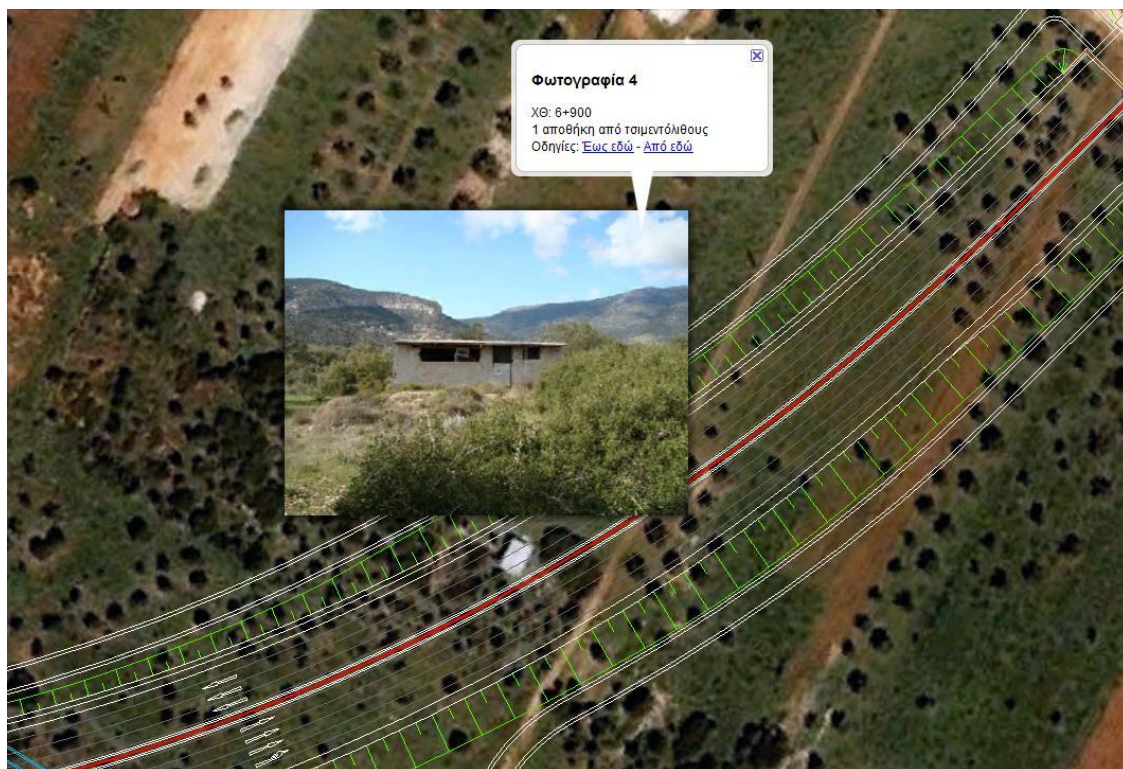
Εικόνα Π- 9: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 1



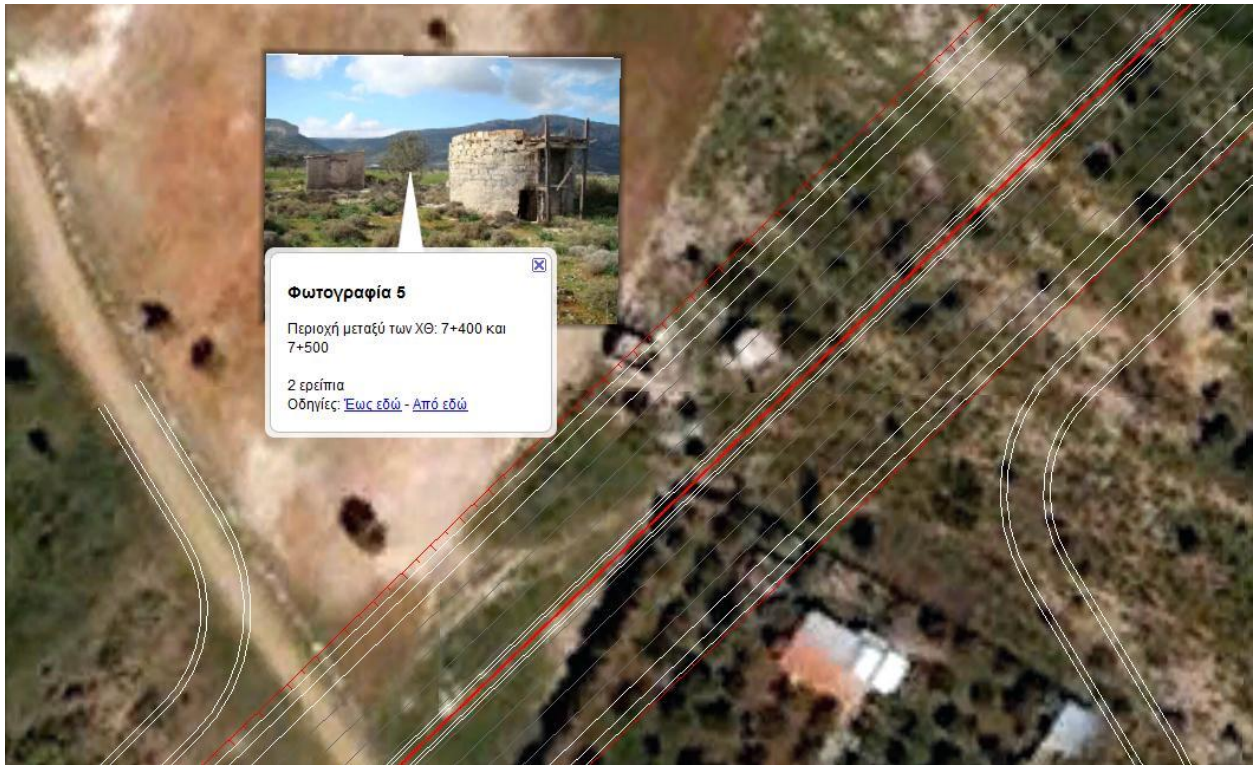
Εικόνα Π- 10: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 2



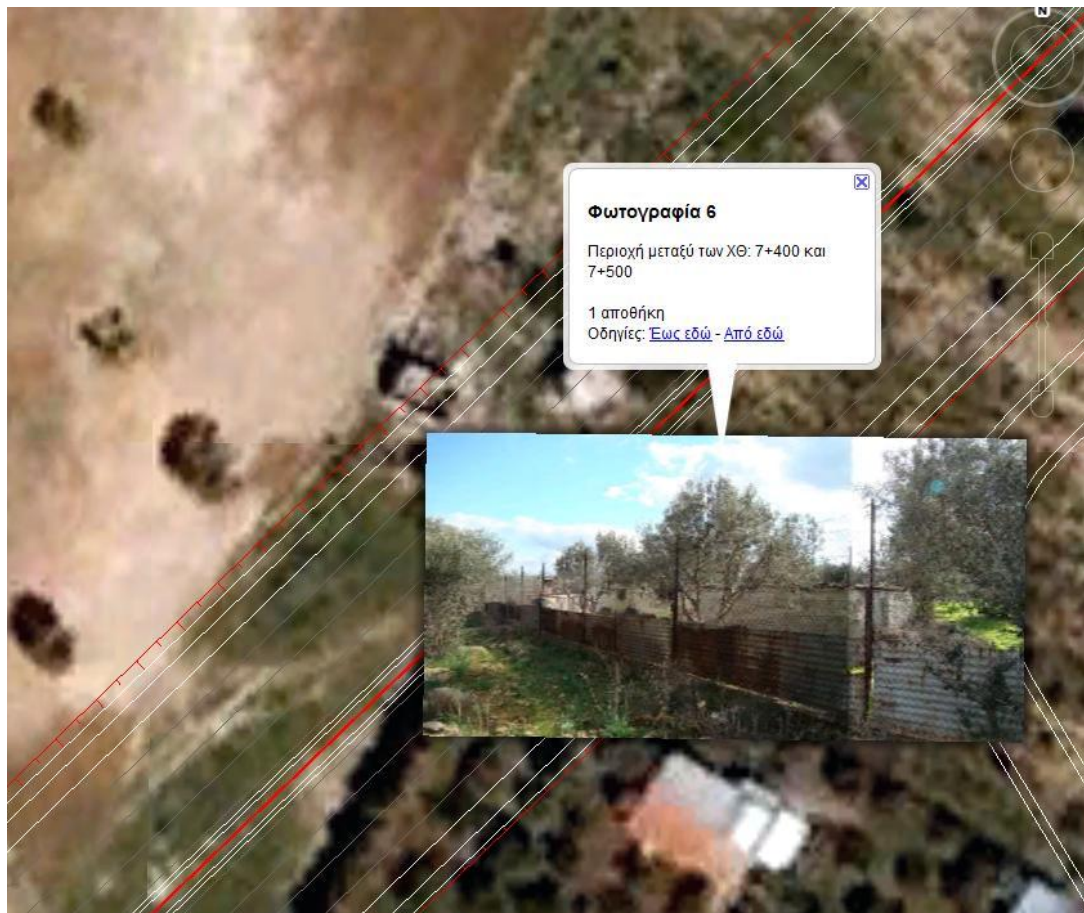
Εικόνα Π- 11: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 3



Εικόνα Π- 12: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 4



Εικόνα Π- 13: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 5



Εικόνα Π- 14: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 6



Εικόνα Π- 15: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 8

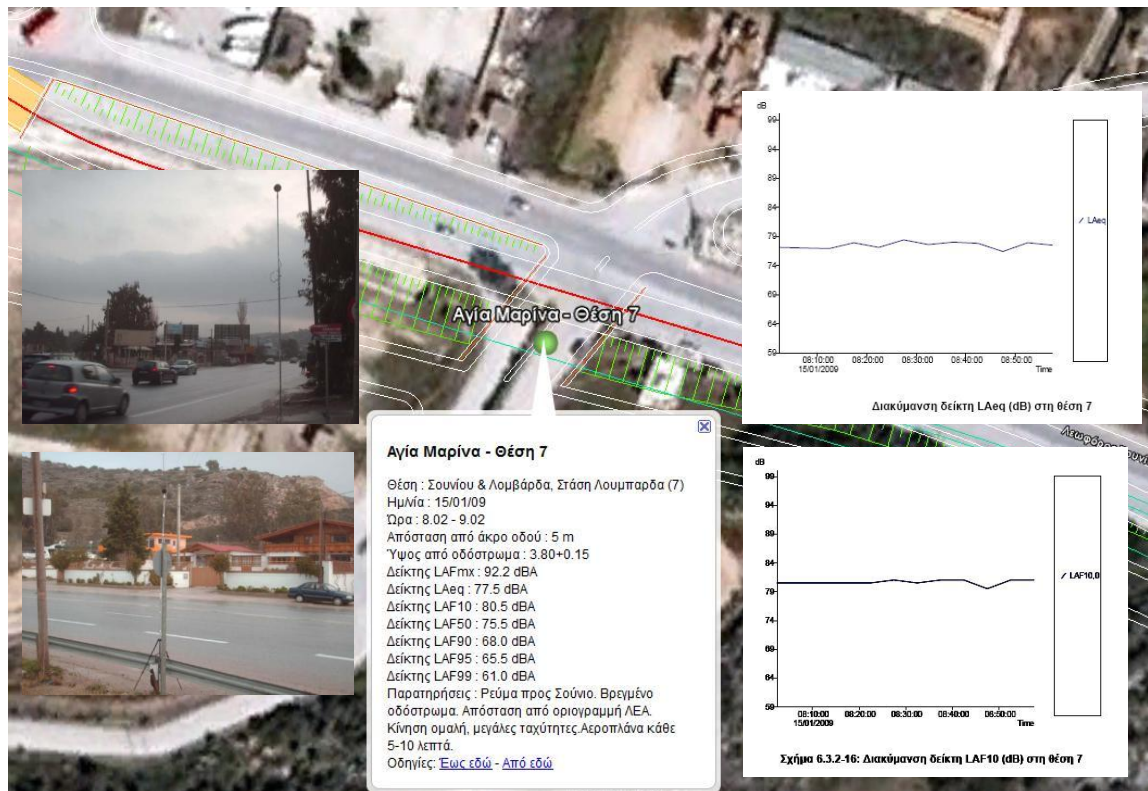


Εικόνα Π- 16: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 9

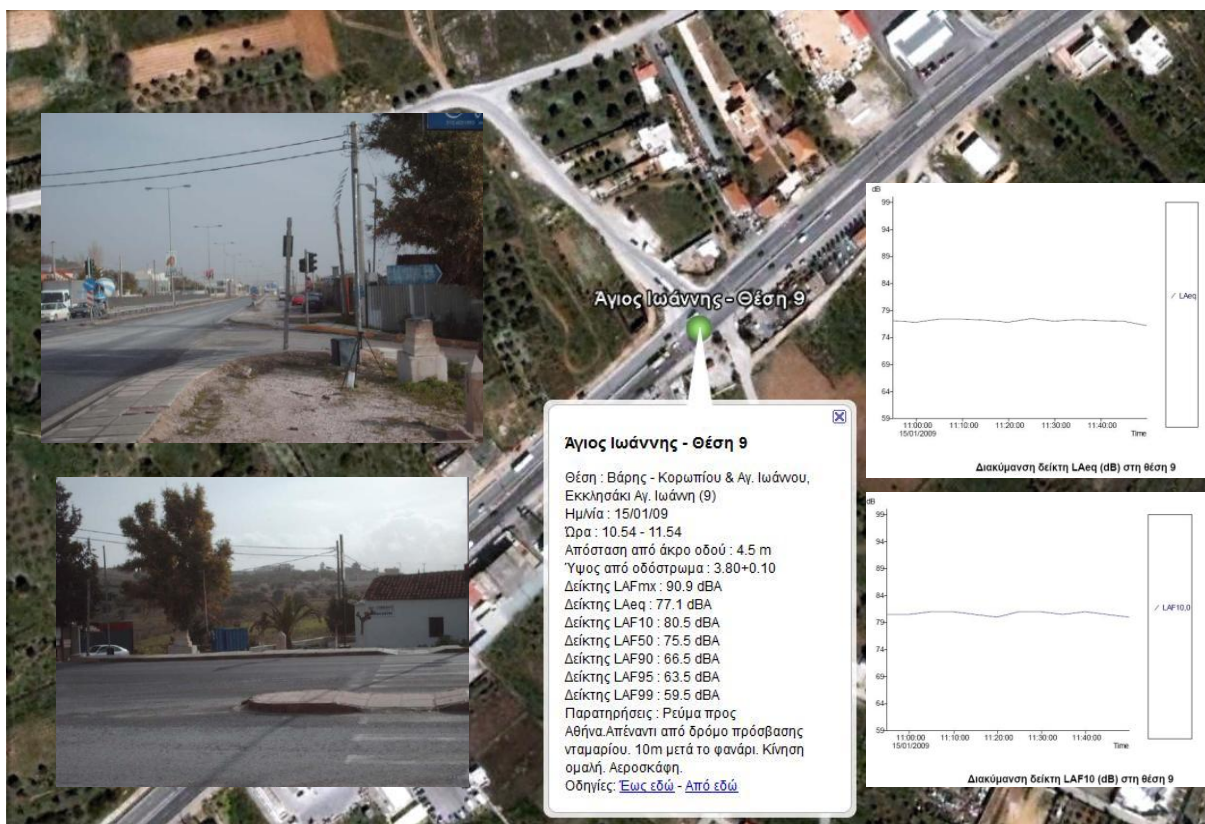


Εικόνα ΙΙ- 17: Στιγμιότυπο προβολής εικόνας θιγόμενου κτίσματος 10

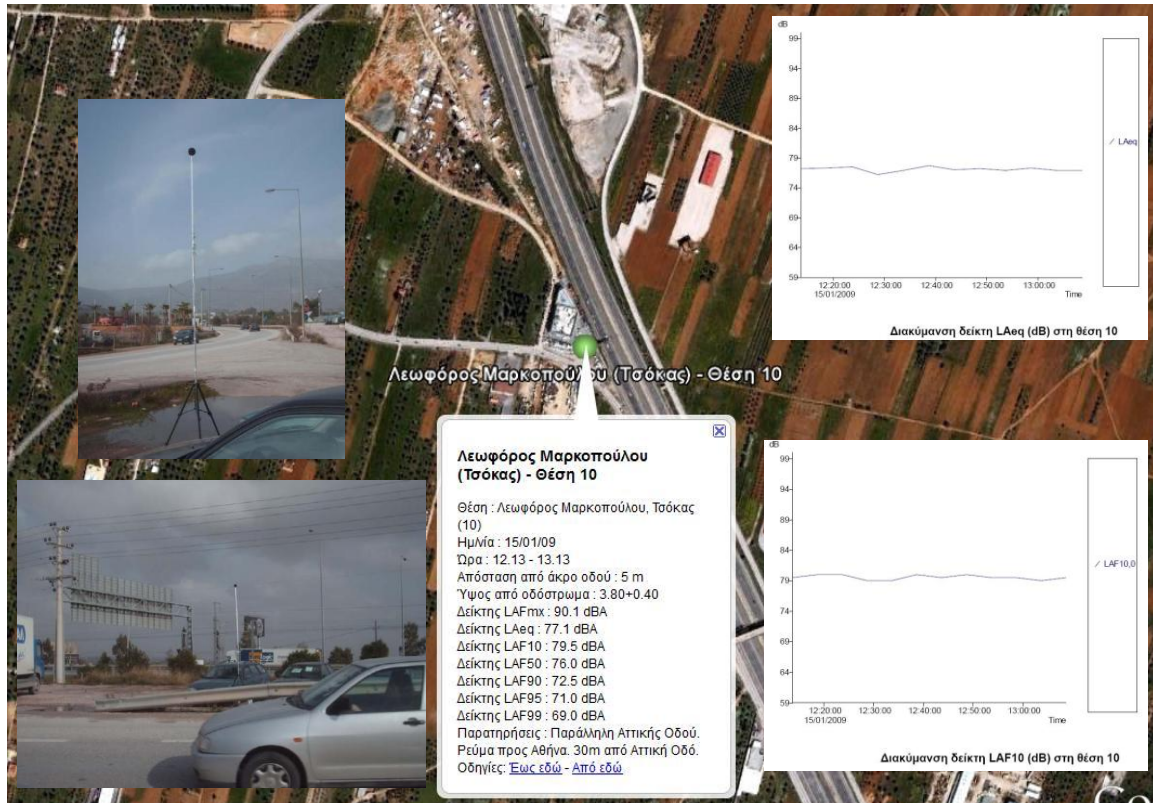
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ : Αποτελέσματα Εφαρμογών –
Αποτελέσματα Ηχομετρήσεων**



Εικόνα Π- 18: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων ηχομετρήσεων – Θέση 7



Εικόνα Π- 19: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων ηχομετρήσεων – Θέση 9

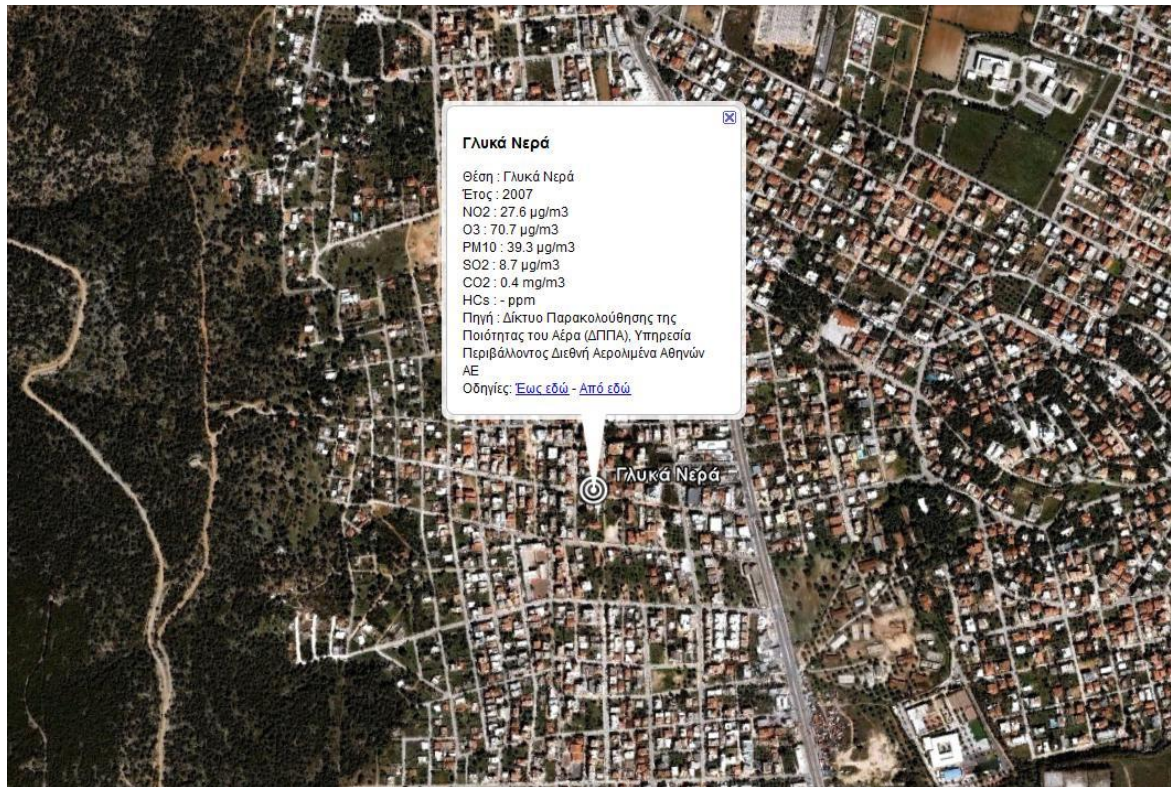


Εικόνα Π- 20: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων ηχομετρήσεων – Θέση 10

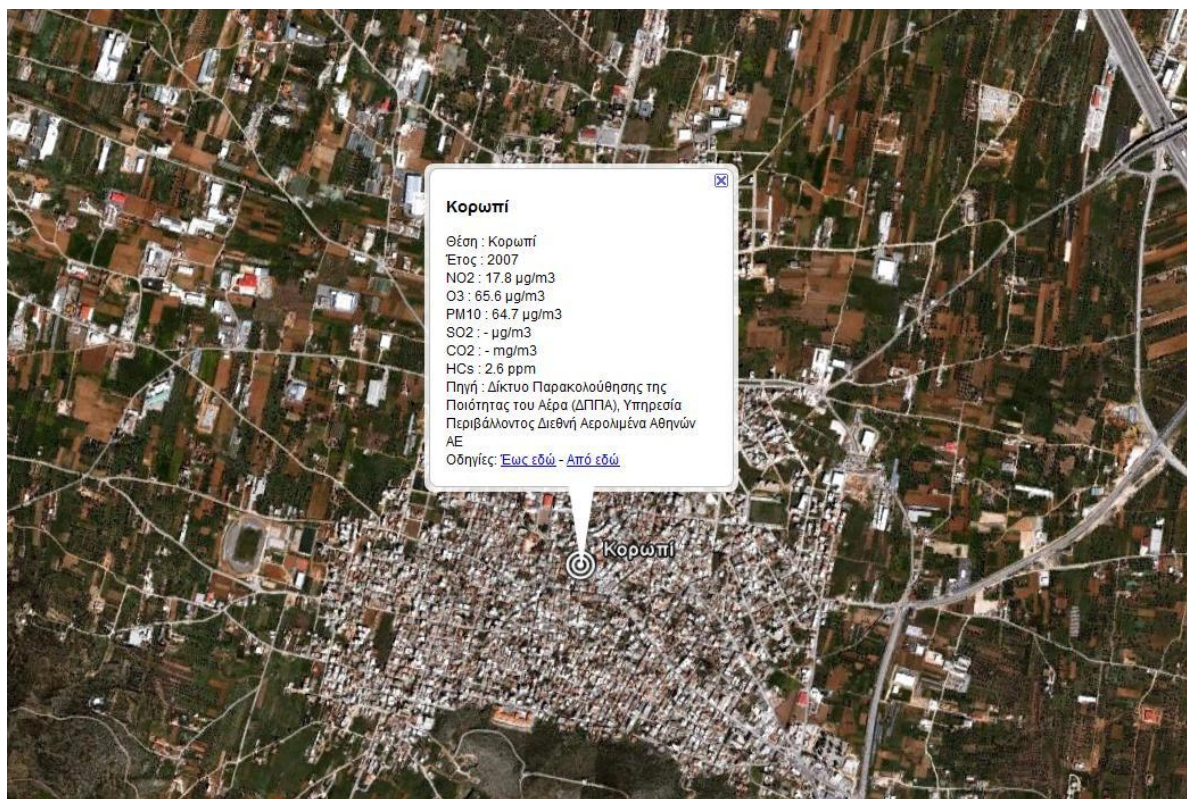


Εικόνα Π- 21: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων ηχομετρήσεων – Θέση 8

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV : Αποτελέσματα Εφαρμογών –
Εκπεμπόμενοι Ρύποι**



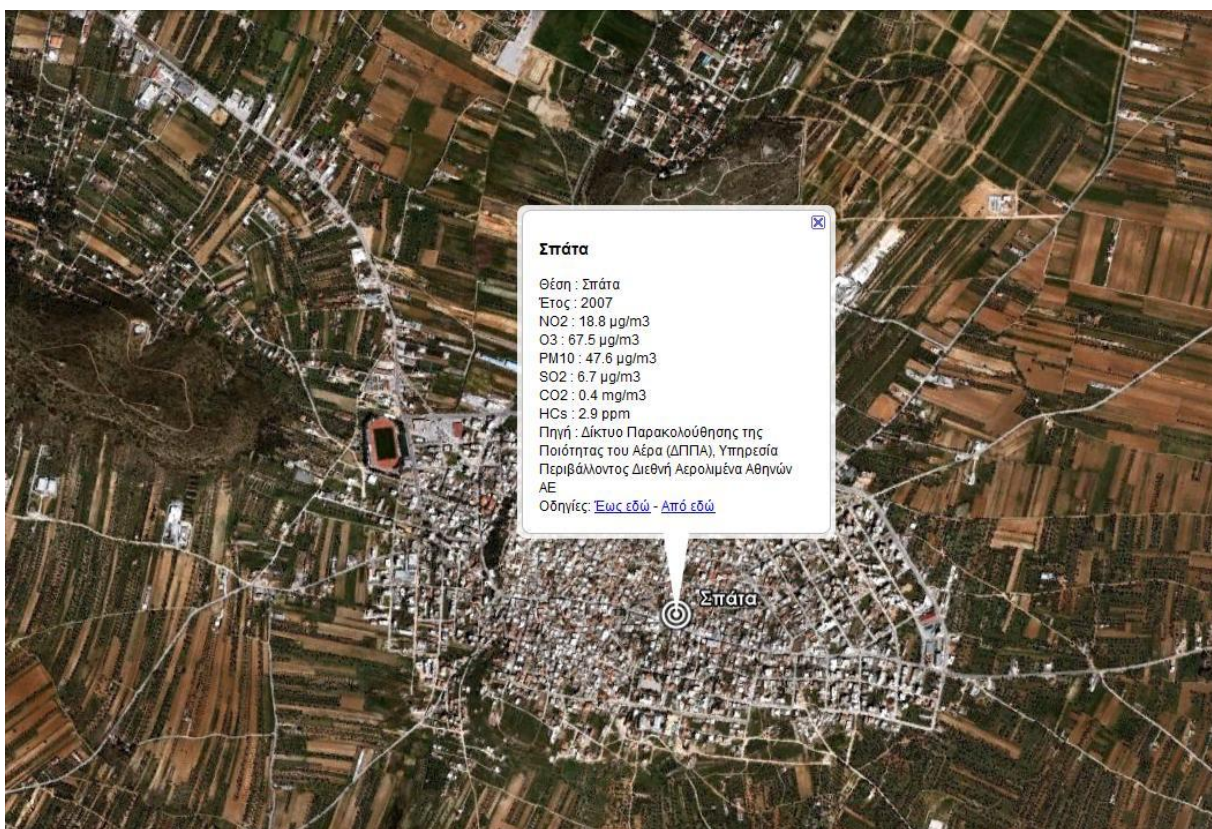
Εικόνα Π- 22: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων σταθμών μέτρησης εκπεμπόμενων ρύπων – Γλυκά Νερά



Εικόνα Π- 23: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων σταθμών μέτρησης εκπεμπόμενων ρύπων – Κορωπί



Εικόνα Π- 24: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων σταθμών μέτρησης εκπεμπόμενων ρύπων – Μαρκόπουλο

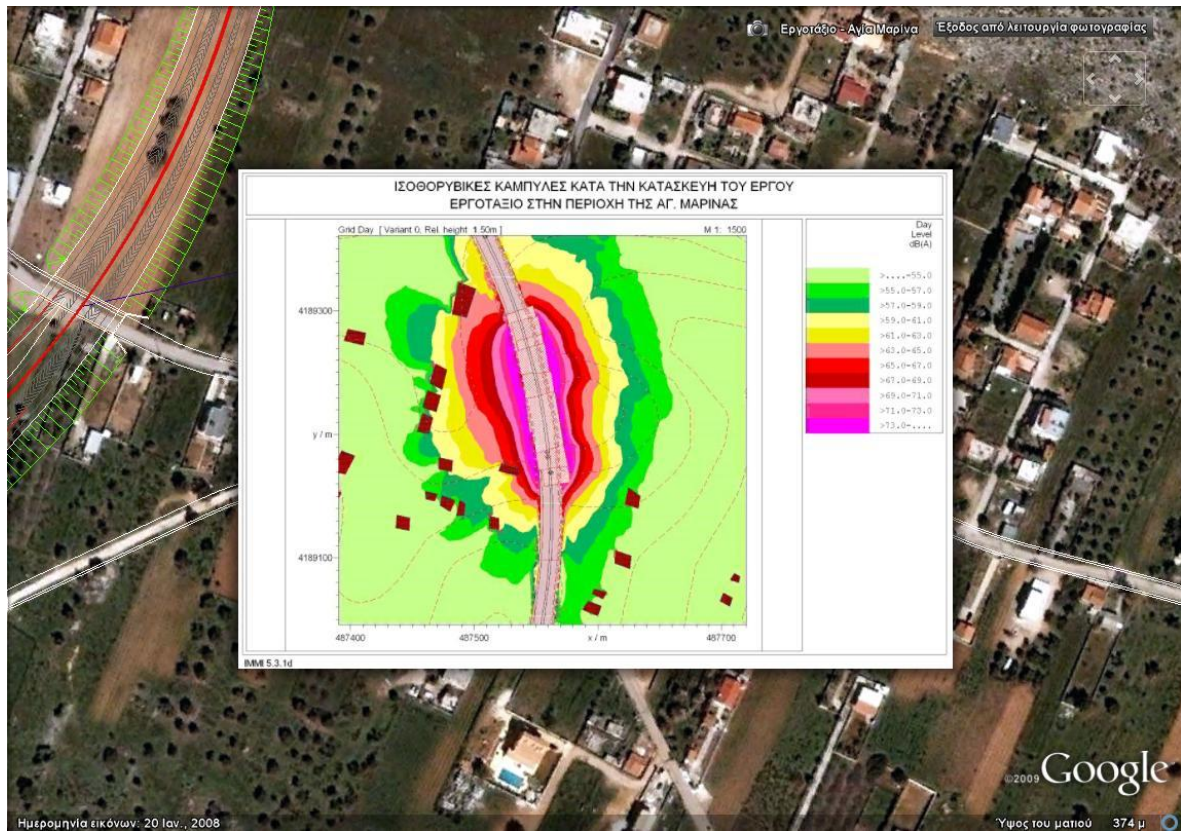


Εικόνα Π- 25: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων σταθμών μέτρησης εκπεμπόμενων ρύπων – Σπάτα

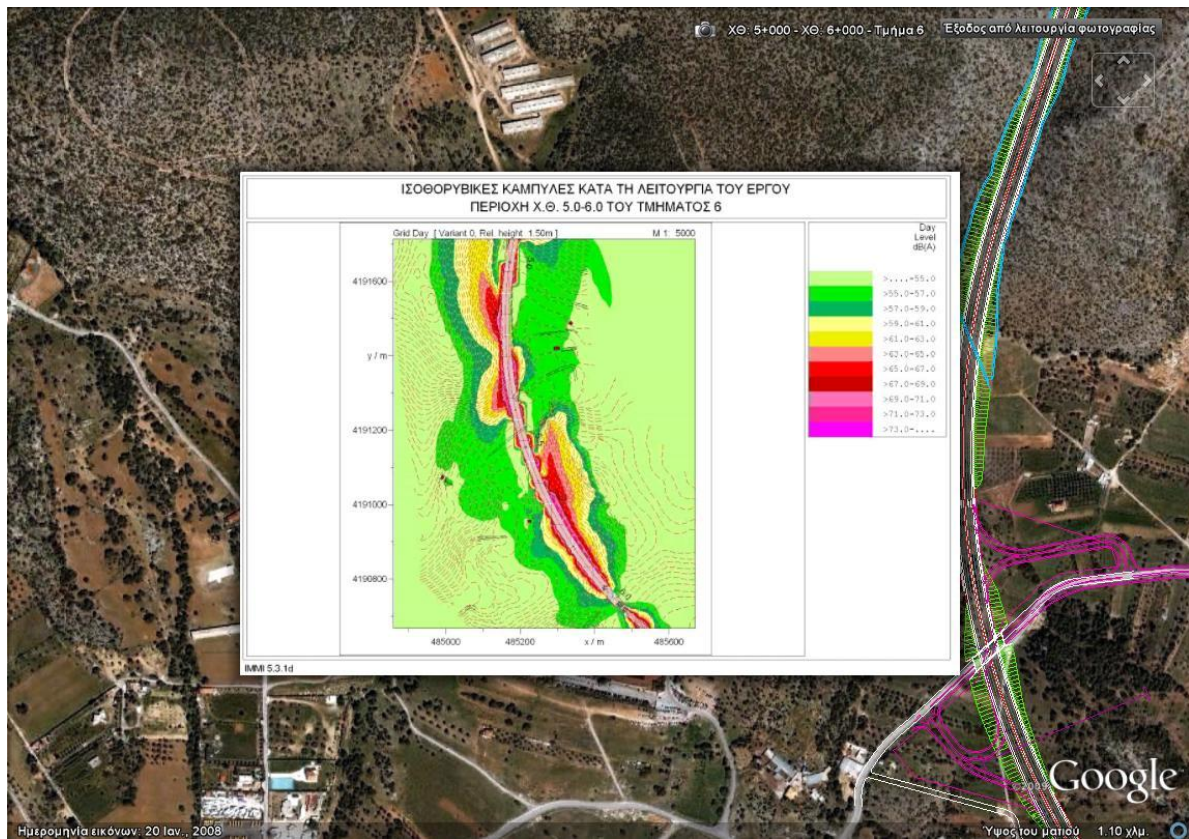


Εικόνα Π- 26: Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων σταθμών μέτρησης εκπεμπόμενων ρύπων – Παλλήνη

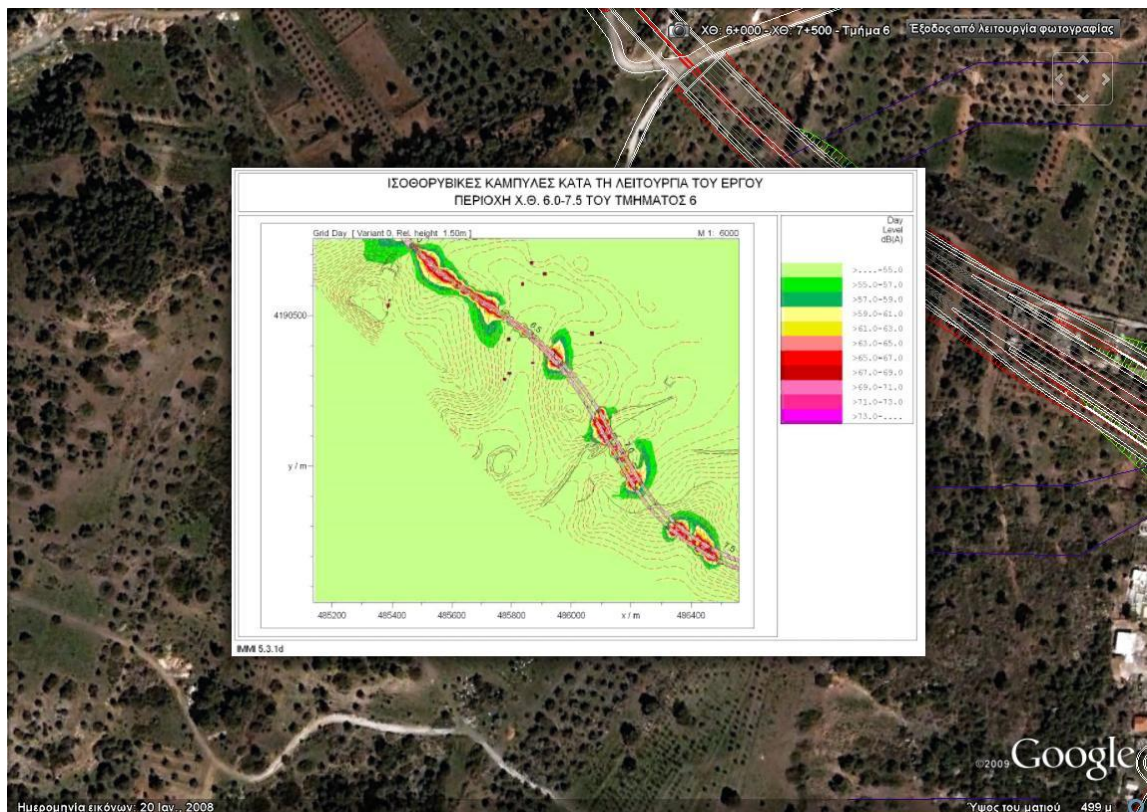
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V : Αποτελέσματα Εφαρμογών –
Ισοθροβικές & Ισορροπιακές Καμπύλες**



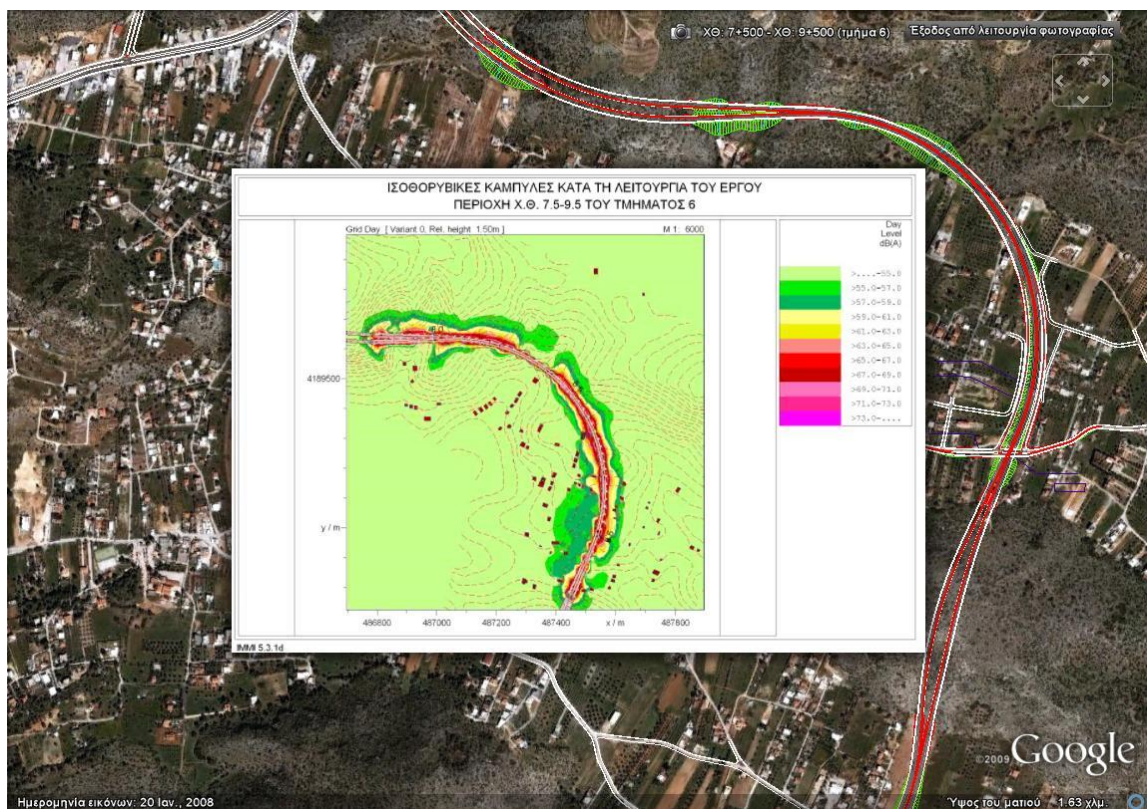
Εικόνα Π-27: Ισοθουρμικές καμπύλες κατά την κατασκευή του έργου – Εργοτάξιο Αγ. Μαρinas



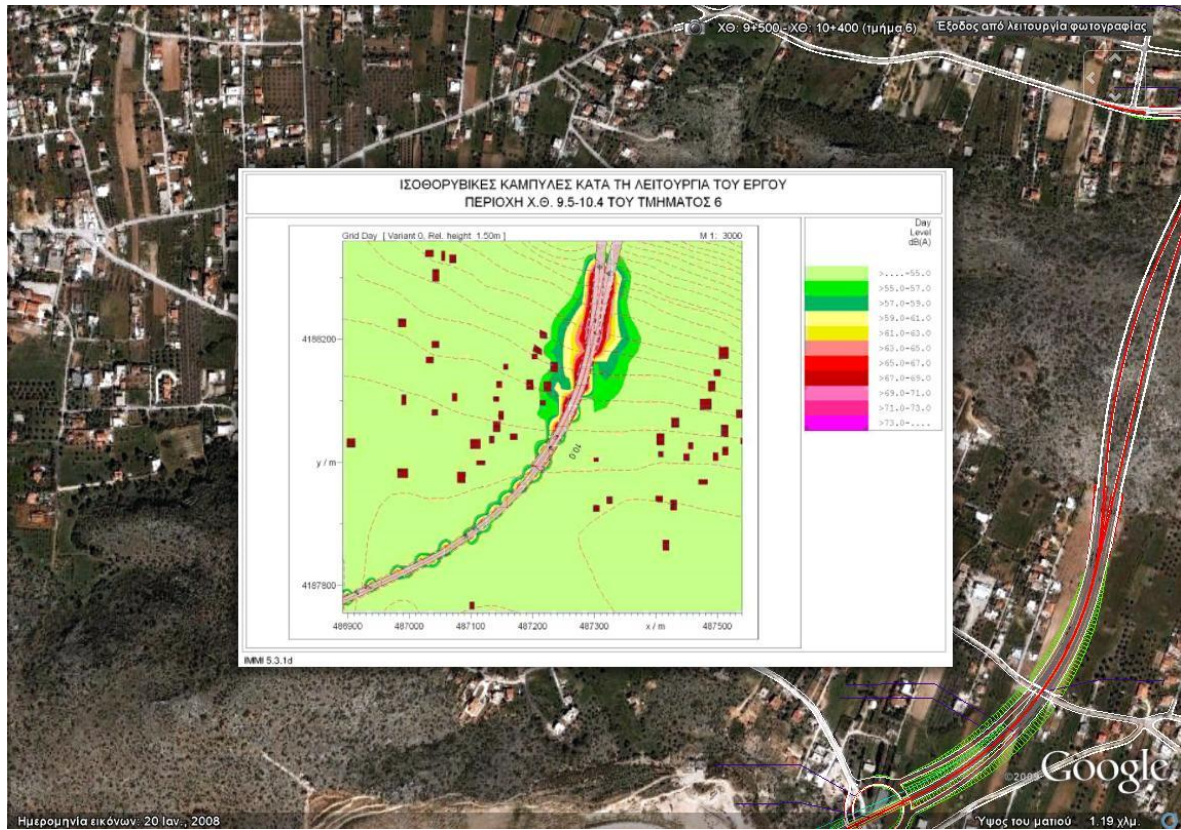
Εικόνα Π-28: Ισοθουρμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 5+000 – 6+000, τμήμα 6



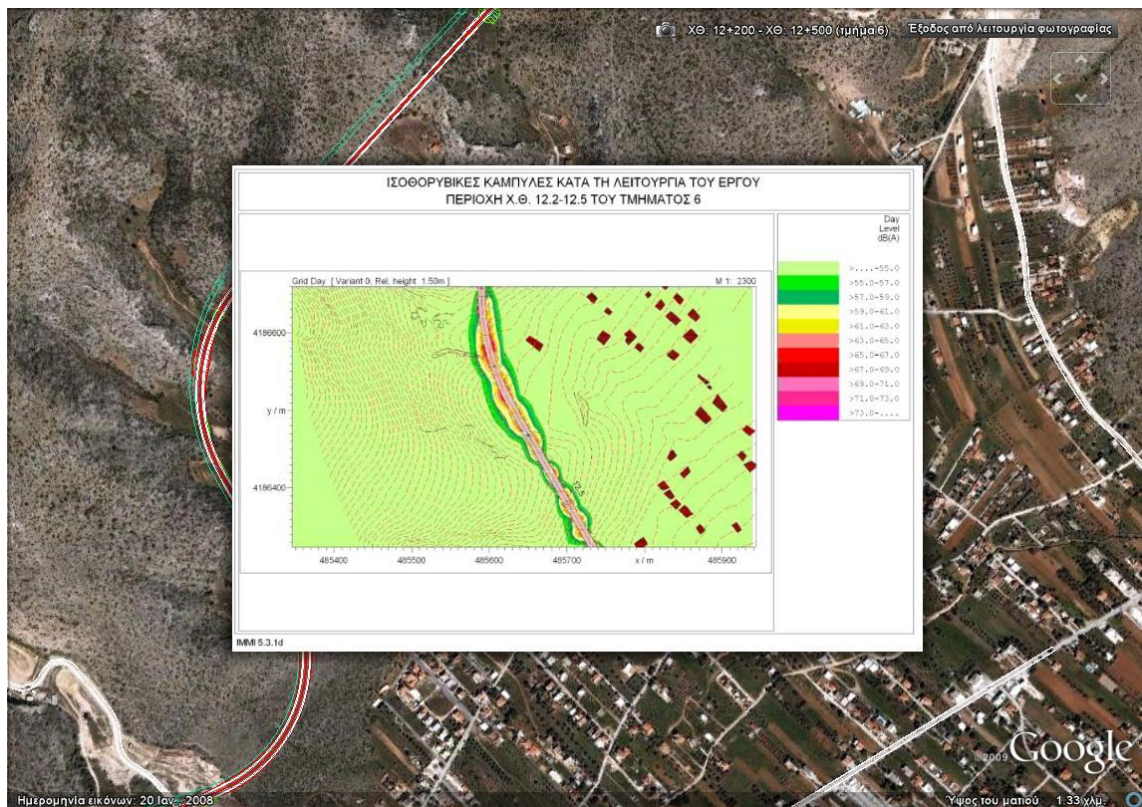
Εικόνα Π-29: Ισοθουρμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 6+000 – 7+500, τμήμα 6



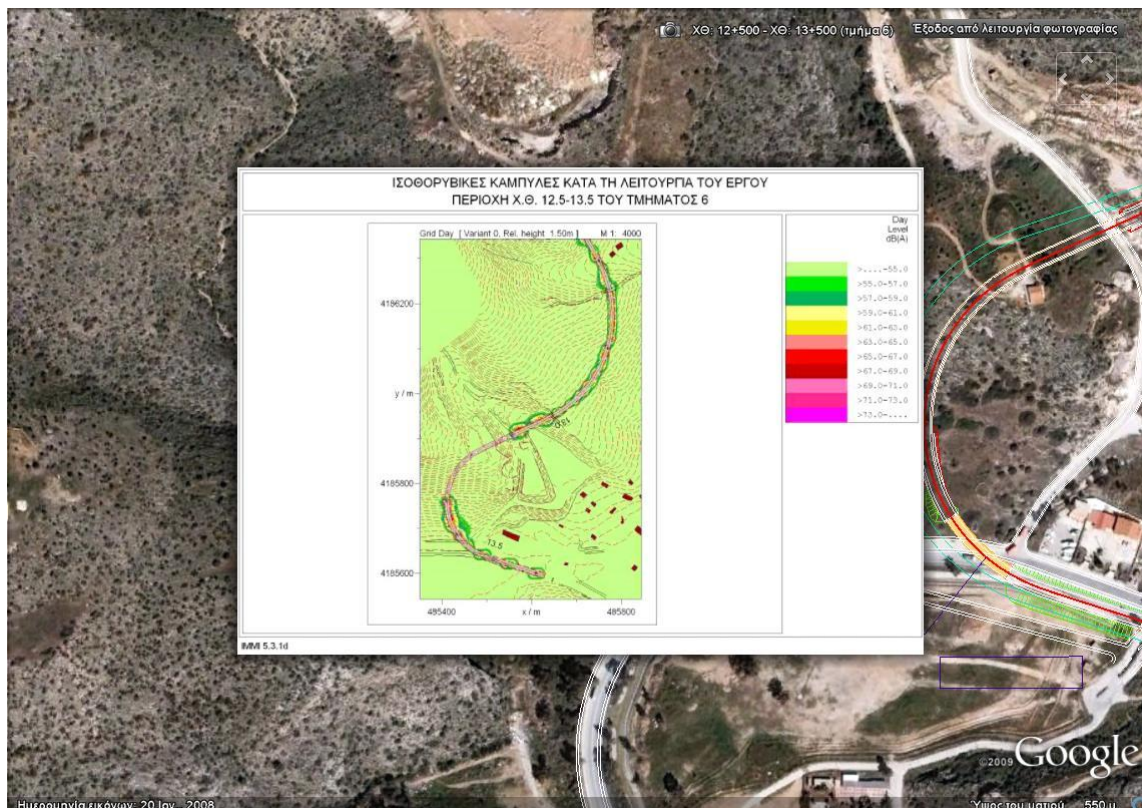
Εικόνα Π-30: Ισοθουρμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 7+500 – 9+500, τμήμα 6



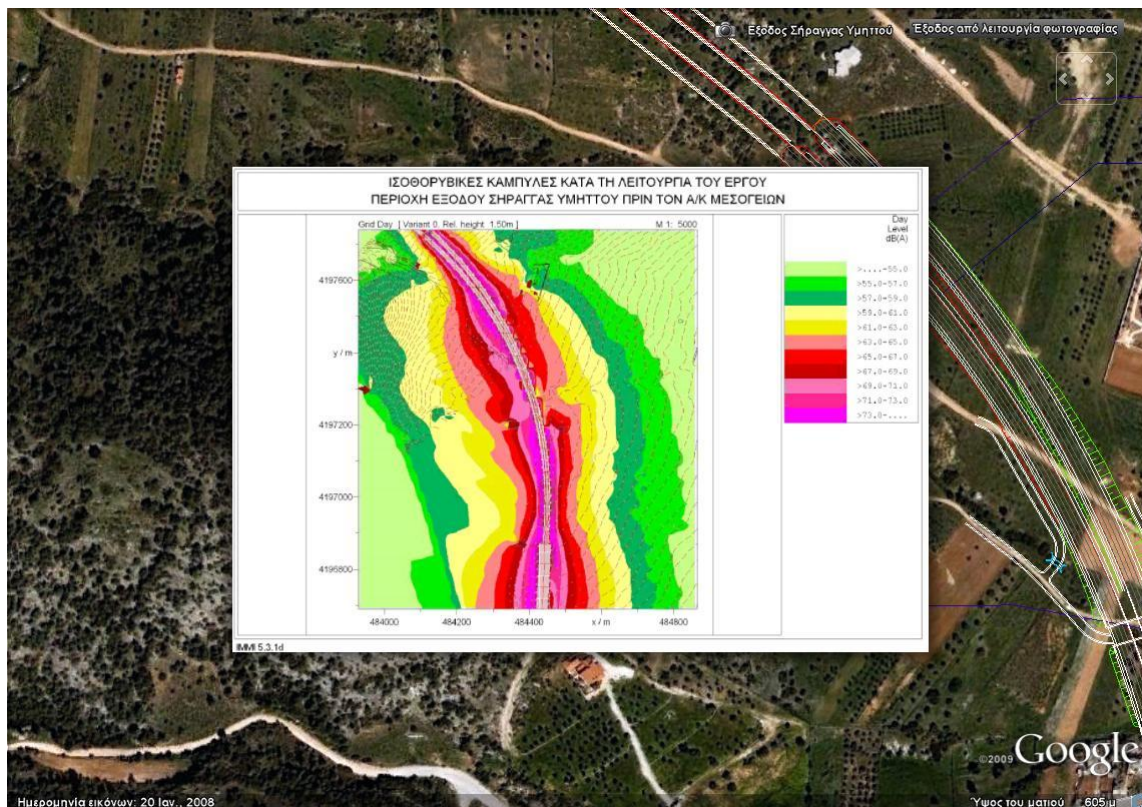
Εικόνα Π-31: Ισοθουρμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 9+500 – 10+400, τμήμα 6



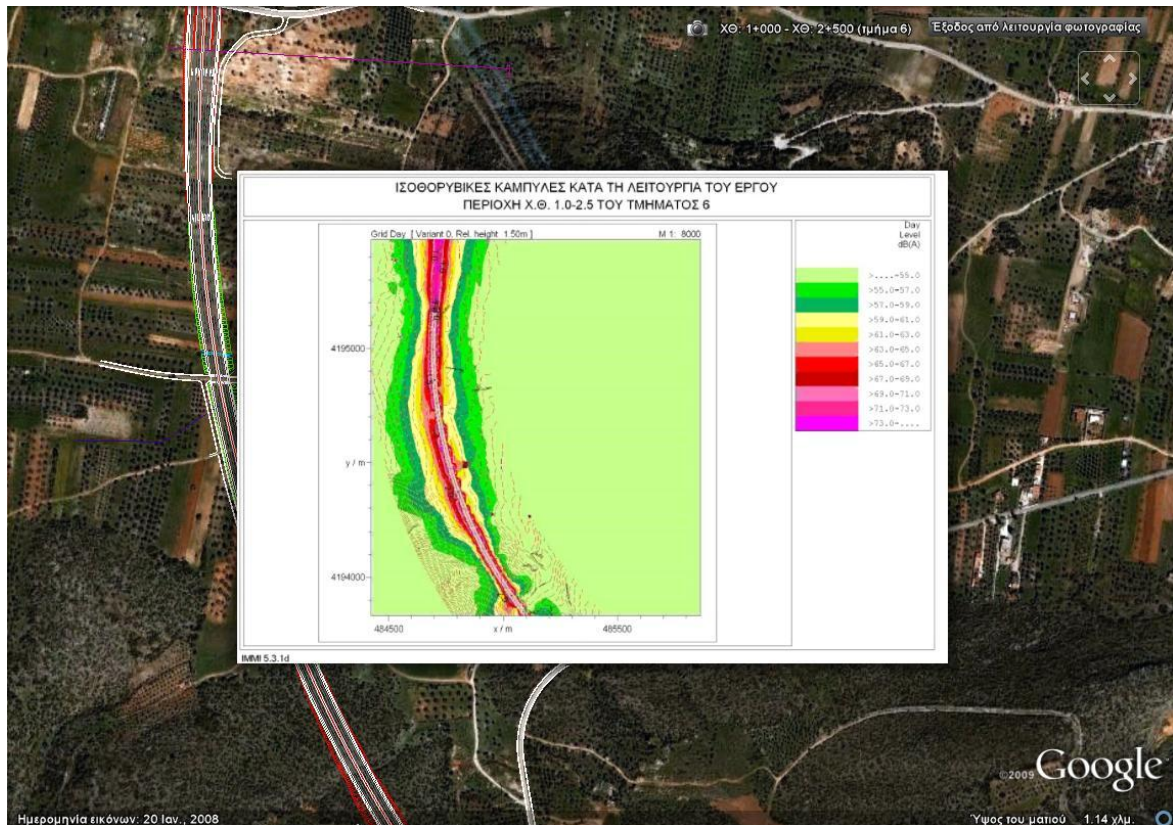
Εικόνα Π-32: Ισοθουρμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 12+200 – 12+500, τμήμα 6



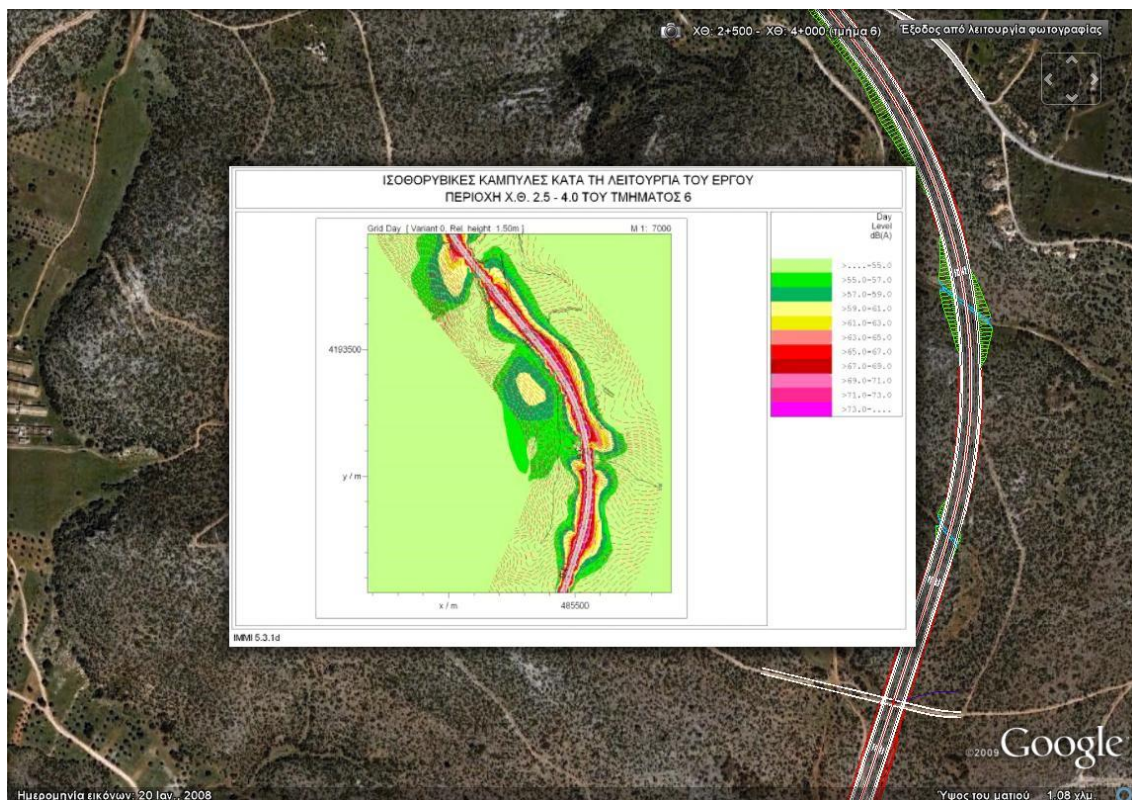
Εικόνα Π- 33: Ισοθουρμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 12+500 – 13+500, τμήμα 6



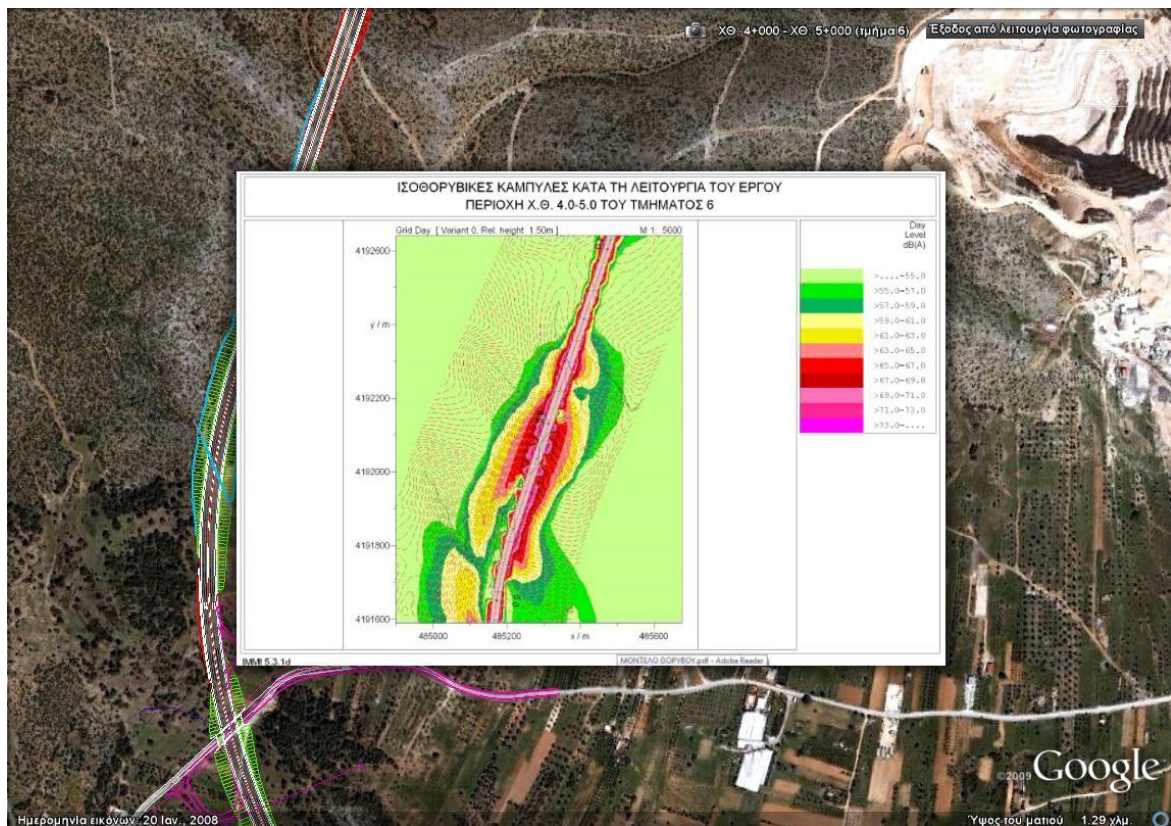
Εικόνα Π-34: Ισοθουρμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – Έξοδος Σήραγγας Υμηττού



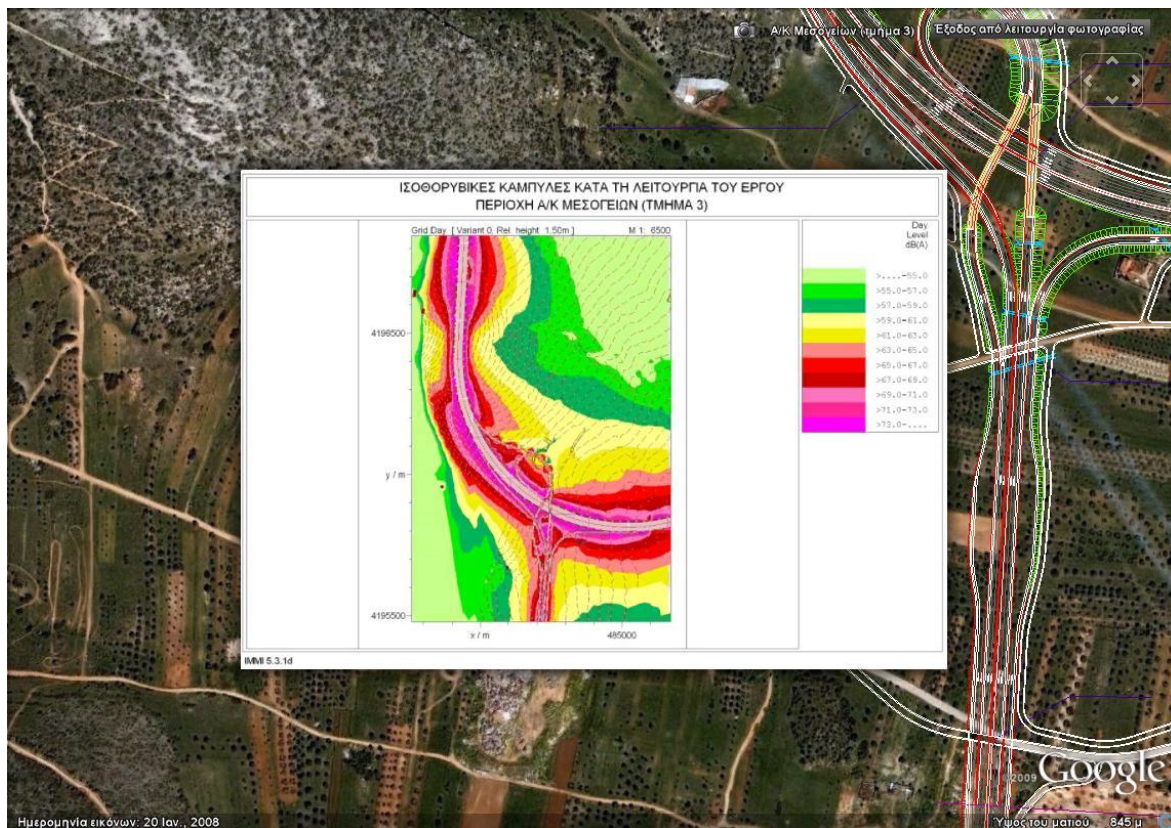
Εικόνα Π-35: Ισοθορμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 1+000 – 2+500, τμήμα 6



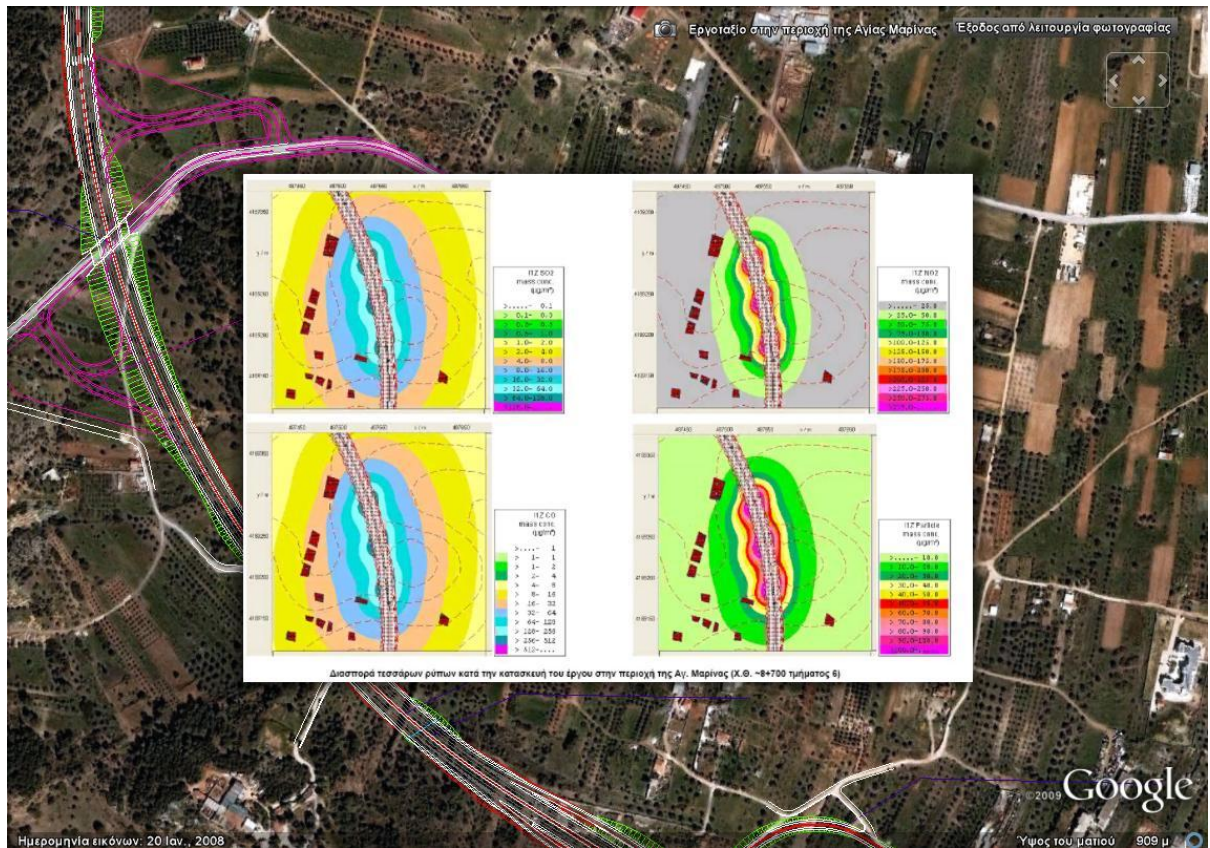
Εικόνα Π-36: Ισοθορμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 2+500 – 4+000, τμήμα 6



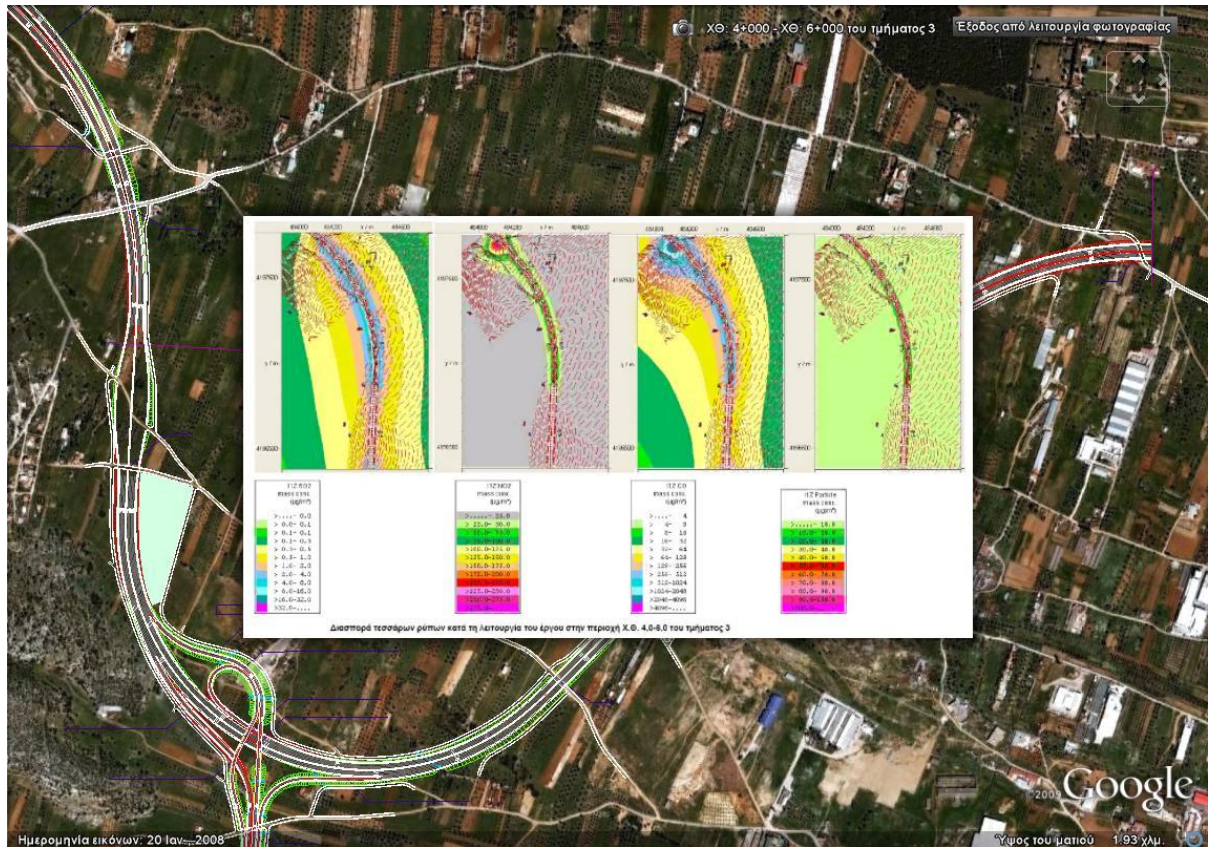
Εικόνα Π-37: Ισοθουρμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – ΧΘ: 4+000 – 5+000, τμήμα 6



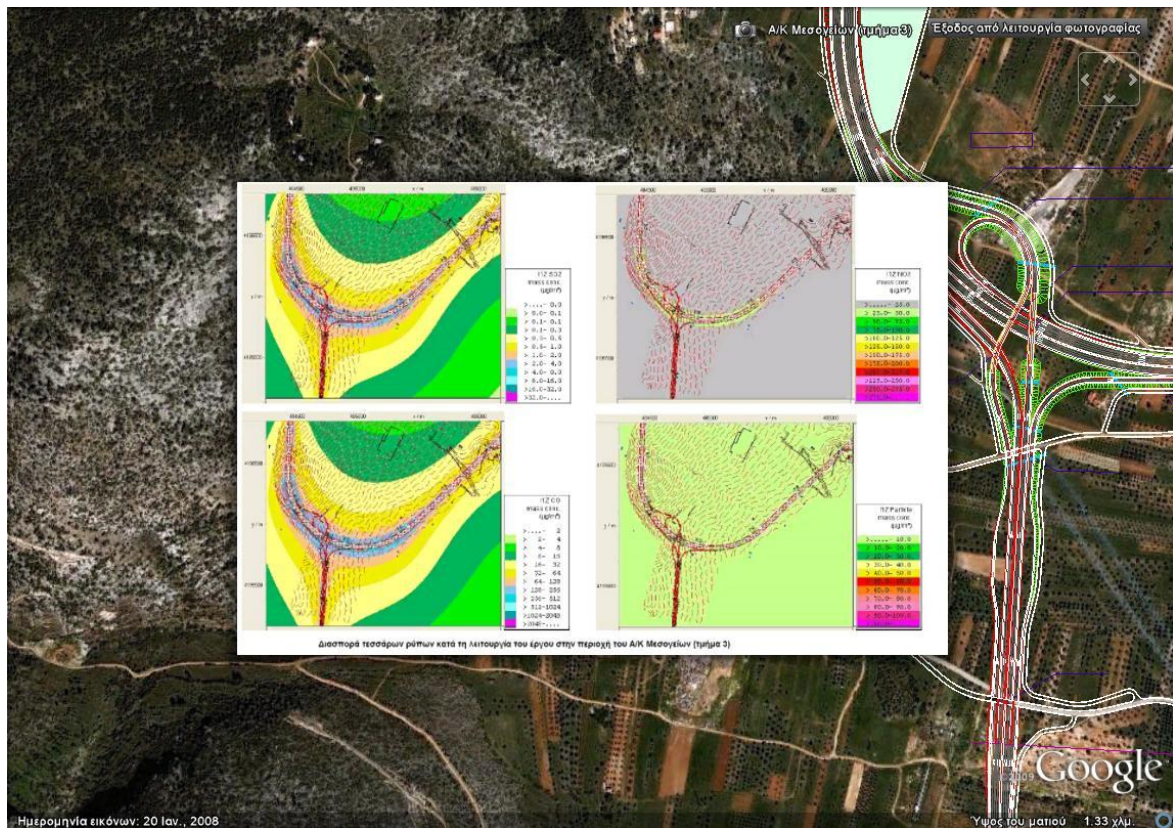
Εικόνα Π-38: Ισοθουρμικές καμπύλες κατά τη λειτουργία του έργου – Α/Κ Μεσογείων



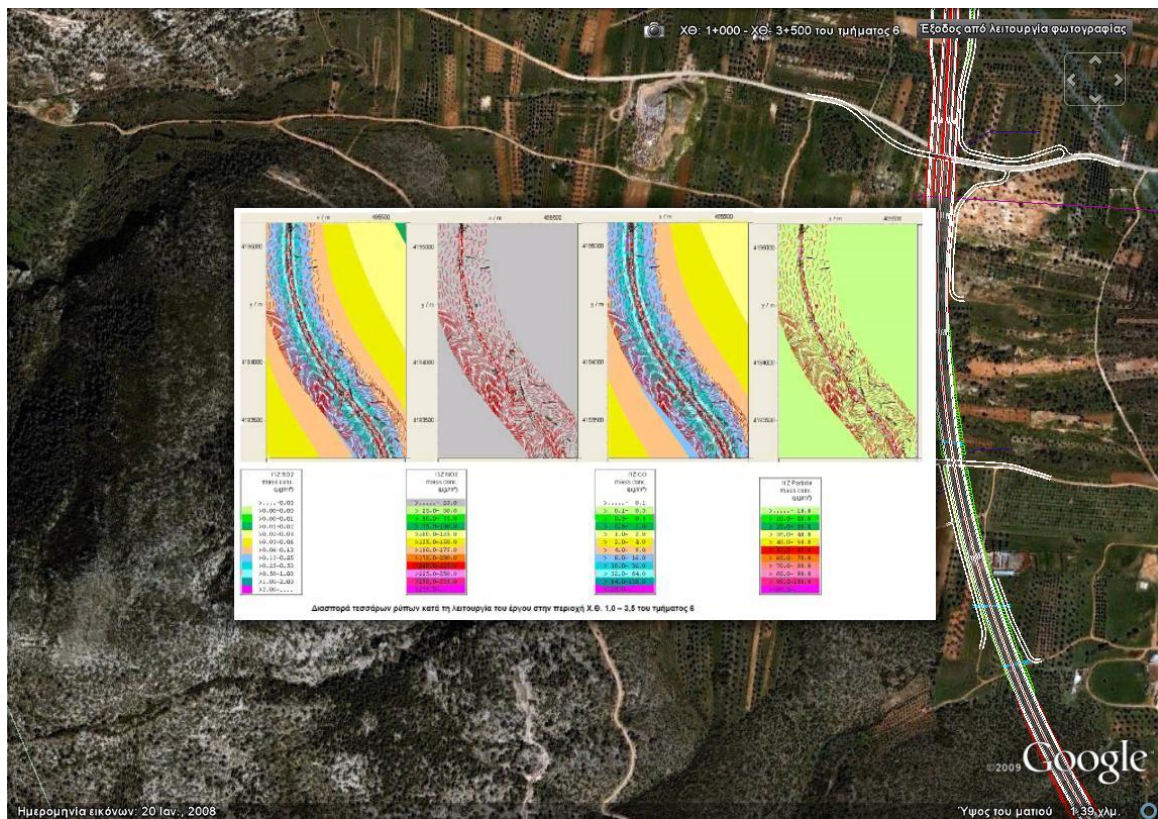
Εικόνα Π-39: Διασπορά ρύπων κατά την κατασκευή του έργου – Αγ. Μαρίνα, τμήμα 6



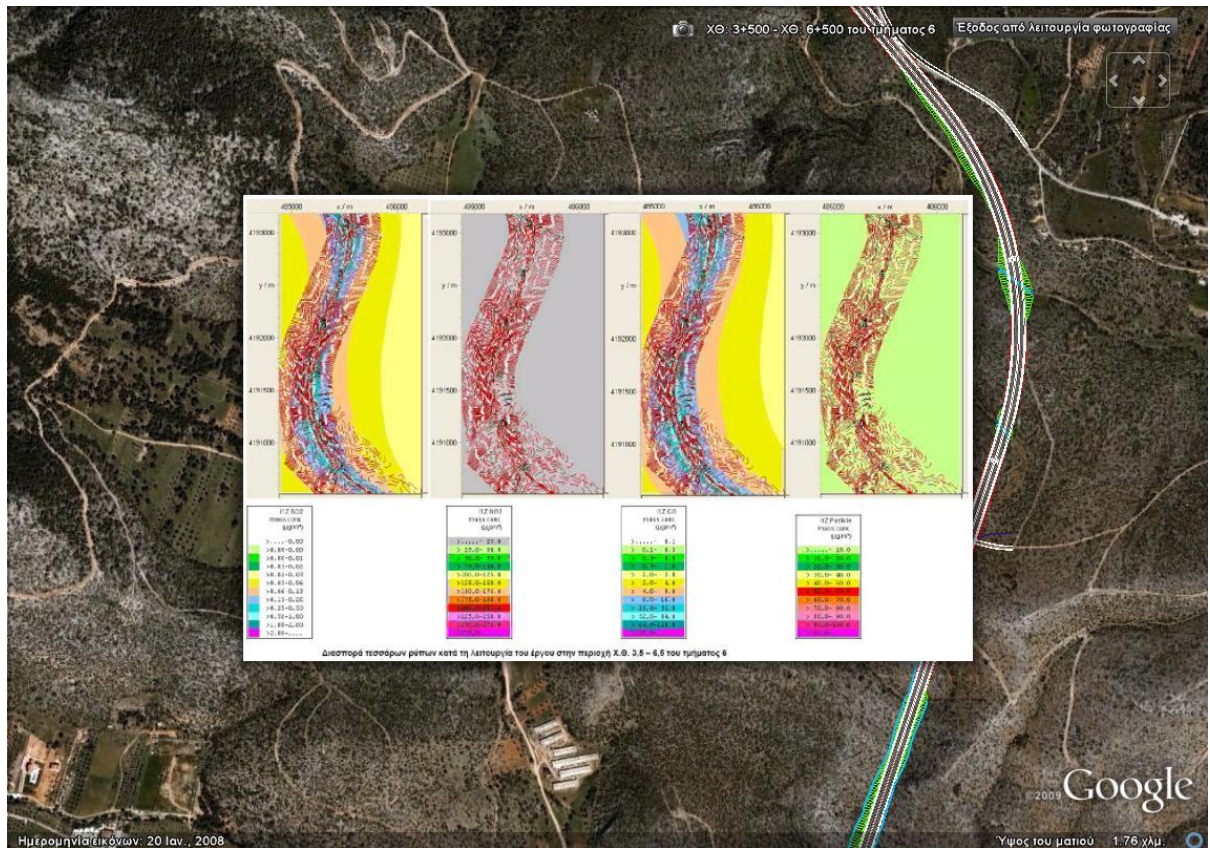
Εικόνα Π-40: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 4+000 – 6+000, τμήμα 3



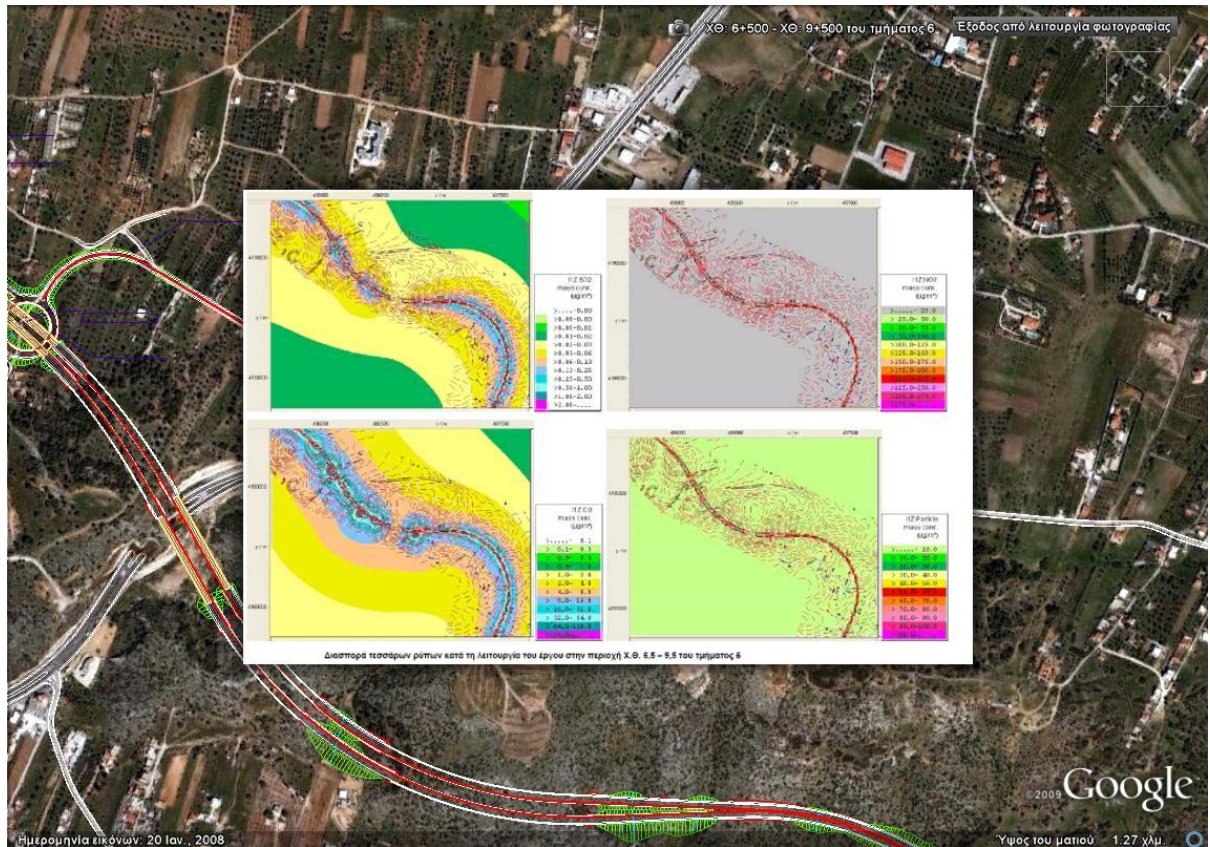
Εικόνα Π- 41: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – Α/Κ Μεσογείων



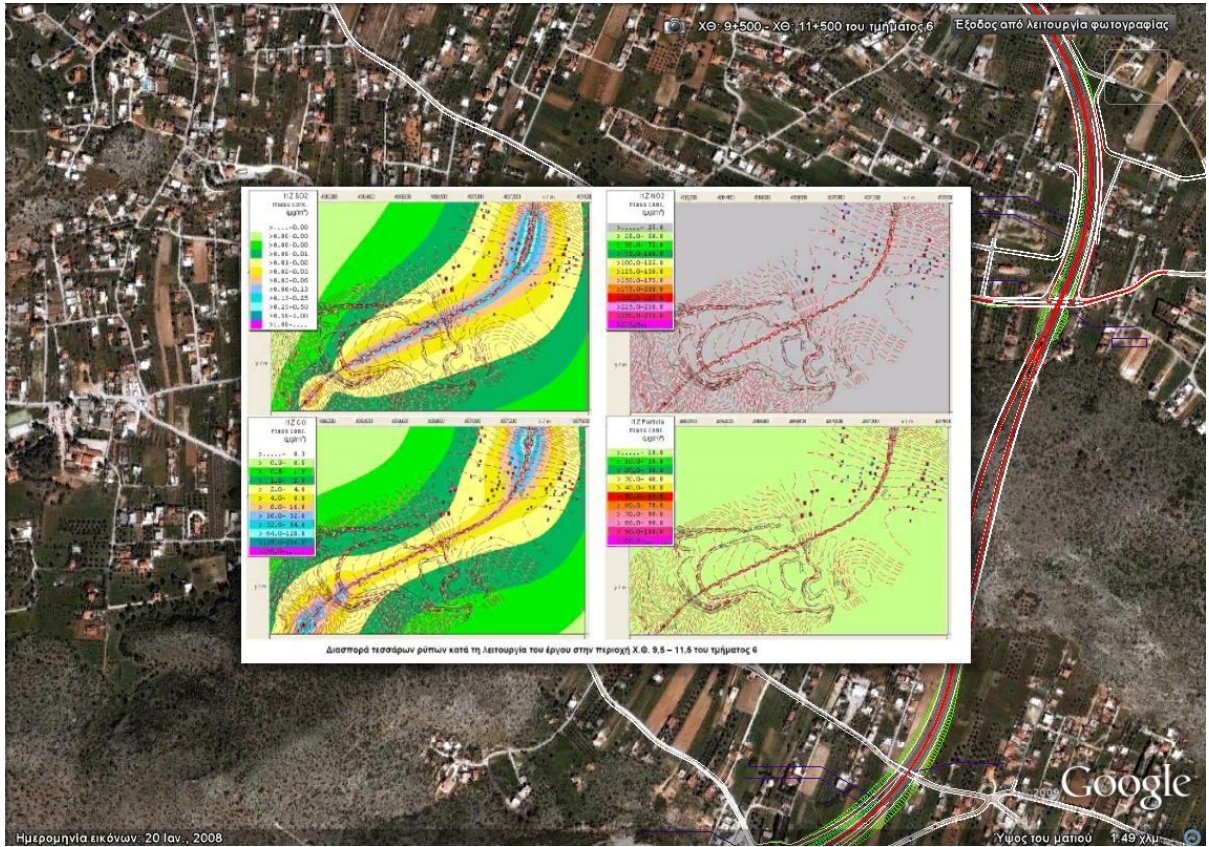
Εικόνα Π-42: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 1+000 – 2+500, τμήμα 6



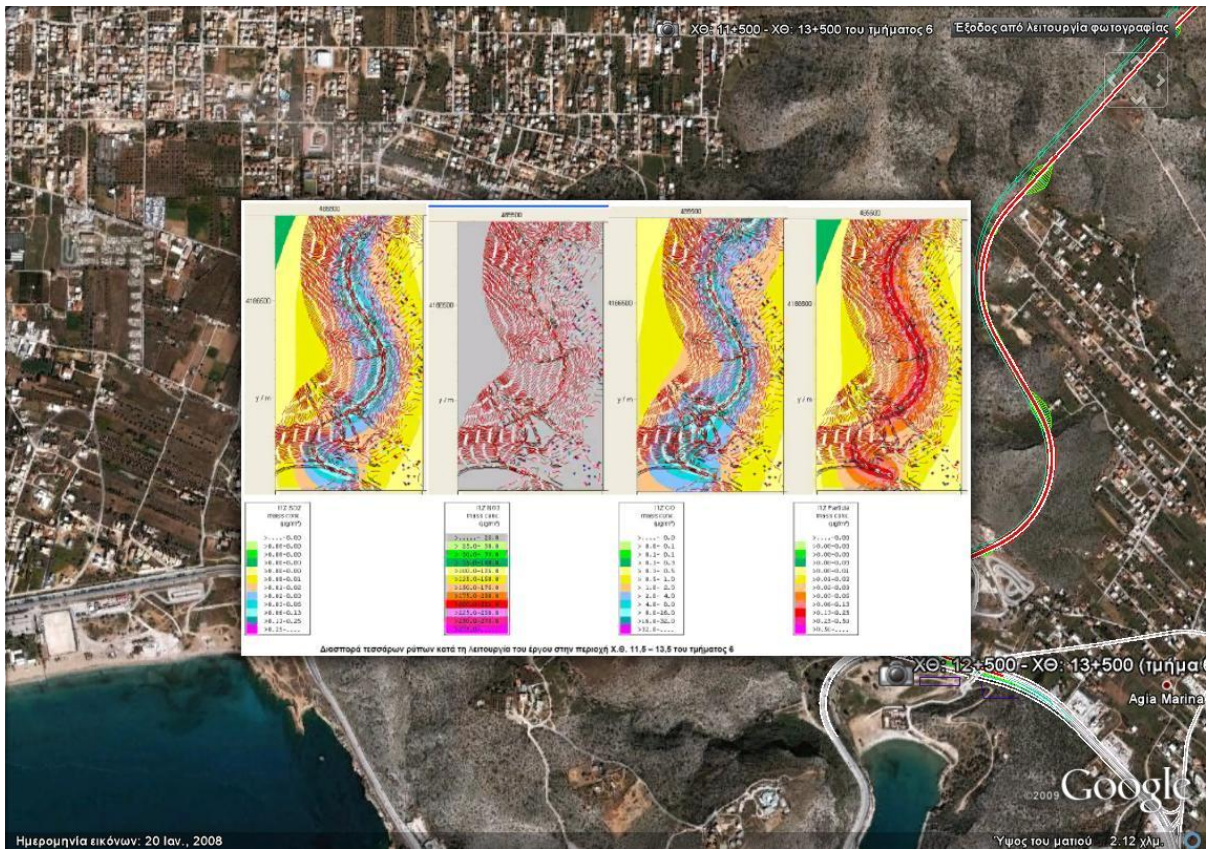
Εικόνα Π-43: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 5+500 – 6+500, τμήμα 6



Εικόνα Π-44: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 6+500 – 9+500, τμήμα 6



Εικόνα Π-45: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 9+500 – 11+500, τμήμα 6



Εικόνα Π-46: Διασπορά ρύπων κατά την λειτουργία του έργου – ΧΘ: 11+500 – 13+500, τμήμα 6

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI : Αρχεία Ψηφιακής Παράδοσης

Όνομα Αρχείου	Περιεχόμενο
NTZOUROPANOU _GOOGLE_EIA.pdf	Τεχνική έκθεση. Αρχείο κειμένου pdf
Οδικά Έργα (Τμήμα 3 & Τμήμα 6).kmz	Συγκοινωνιακά έργα (Τμήμα 3 & Τμήμα 6) – Νέα Οδικά Έργα Νομού Αττικής. Αρχείο εφαρμογής Google Earth.
Χρήσεις Γης – Ψηφιοποίηση.kmz	Χρήσης Γης στην ευρύτερη περιοχή, όπως προέκυψαν ύστερα από ψηφιοποίηση των στοιχείων του αντίστοιχου χάρτη. Αρχείο εφαρμογής Google Earth.
Χρήσεις Γης – Επίθεση Χάρτη.kmz	Χρήσης Γης στην ευρύτερη περιοχή, όπως προέκυψαν με απευθείας επικάλυψη του αντίστοιχου χάρτη. Αρχείο εφαρμογής Google Earth.
Προστατευόμενες Περιοχές.kmz	Θιγόμενα Κτίσματα κατά μήκος της Χάραξης. Αρχείο εφαρμογής Google Earth.
Ηχομετρήσεις.kmz	Σημεία καταγραφής Ακουστικής Ρύπανσης. Αρχείο εφαρμογής Google Earth.
Μετρήσεις Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης.kmz	Σταθμοί Μέτρησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης. Αρχείο εφαρμογής Google Earth.
Καμπύλες.kmz	Ισορυπαντικές και Ισοθορυμβικές καμπύλες. Αρχείο εφαρμογής Google Earth.
images	Φάκελος με τις Φωτογραφίες – Εικόνες που χρησιμοποιούν οι διάφορες εφαρμογές του Google Earth. Αρχεία εικόνων jpg & tiff.

Βιβλιογραφία

Ελληνική :

10. Αλεξιάδη Χ., Γρύλλης Π., Καροπούλου Θ. (Ιούλιος 2008). Σημασία των ΓΣΠ, της Τηλεπισκόπησης και του Google Earth στις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Αθήνα
11. Αραβώσης Κ. (2002). Η Χρήση Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων στο Σχεδιασμό και την Αξιολόγηση Έργων, Περιβάλλον & Δίκαιο, Τεύχος 1, Νομική Βιβλιοθήκη, Αθήνα
12. Δρόσος Μ. (Μάρτιος 2008). Σύγκριση Λογισμικών WEB GIS, Διπλωματική Εργασία Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Γεωπληροφορική, Αθήνα
13. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Νόμος 1650/86
14. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Νόμος 3010/02
15. Ζήσου Α. (Νοέμβριος 2007). Εισαγωγή στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών ArcGIS/ArcView, , Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
16. Κασσιός, Κ (2006). Οι Επιπτώσεις στο Περιβάλλον από Έργα και Προγράμματα – Απόψεις για την Αντιμετώπιση τους, Αθήνα
17. Κασσιός, Κ. (2009). Μέθοδοι και Τεχνικές Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων – Ειδικά Θέματα Διαχείρισης Φυσικών Πόρων, Σημειώσεις για το Μ.Π. Γεωπληροφορική της ΣΑΤΜ, Αθήνα
18. Κασσιός, Κ., Λάμπρου Μ., Επίπεδα Διαφορών των Διαδικασιών της Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ) και της Στρατηγικής Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΠΕ)
19. Κεχαγιά Φ., Κιμούνδρης Α., Τσώχος Γ. (18-20 Μαΐου 2005). Η Γεωμετρία της Οδού ως Περιβαλλοντική Συνιστώσα, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Βόλος
20. Κουτσόπουλος Κ., Ανδρουλάκης Μ. (2005). Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με Χρήση του Λογισμικού ArcGIS, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα
21. Κουτσόπουλος Κ. (2005). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα
22. Μανούρης Γ., Γιούτσου Α., Κασσιός, Κ. (18-20 Μαΐου 2005). Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από Έργα Οδοποιίας. Μια συνθετική προσέγγιση , 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Βόλος
23. Σελλής Τ. (Φεβρουάριος 2006). Σημειώσεις για το Μ.Π. Γεωπληροφορική της ΣΑΤΜ, Χωρικές Βάσεις Δεδομένων, Αθήνα
24. Τσούλος Λ. (2008). Σημειώσεις για το Μ.Π. Γεωπληροφορική της ΣΑΤΜ, Επεξεργασία, Ανάλυση και Απόδοση Χωρικών Δεδομένων, Αθήνα
25. ΥΠΕΧΩΔΕ (2008). Νέα Οδικά Έργα Αττικής – ΜΠΕ, Αθήνα

26. ΥΠΕΧΩΔΕ, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας. Εγκύκλιος 37/94, Προσωρινές Προδιαγραφές για Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από Οδικά έργα
27. ΥΠΕΧΩΔΕ, Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος (Νοέμβριος 2000). Αναμόρφωση – Αναβάθμιση του θεσμού των Μελετών περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Έργων και Δραστηριοτήτων – Εναρμόνιση με την οδηγία 97/11/ΕΕ και την οδηγία 96/61/ΕΕ

Ξενόγλωσση :

28. Peter Morris & Riki Therivel. GIS as a Tool for Environmental Impact Assessment - A case study of EIA implementation for the road building project in Strömstad, Sweden
29. Alexandra Fonseca, Cristina Gouveia, Antonio Camara & Francisco Ferreira Environmental Impact Assessment Using Multimedia GIS, National Centre for Geographic Information – Portugal & Environmental Systems Analysis Group – New University of Lisbon
30. Stephen Orieski. GIS Solution for Environmental Impact Statements (EIS), Florida GIS Coordinator
31. (December 4-5/2000). Remote Sensing for Transportation, Report of a Conference, Washington, DC
32. M.L. Agrawal & A.K. Dikshit. Significance of Spatial Data and GIS for Environmental Impact Assessment of Highway Projects, Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Kharagpur
33. Mercy Corps (November 2008). A Rough Google Earth Guide

Ιστοσελίδες :

34. Βικιπαίδεια : http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Earth
35. Βικιπαίδεια : <http://en.wikipedia.org/wiki/KML>
36. Επίσημος αντιπρόσωπος της εταιρίας Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ESRI στην Ελλάδα : <http://www.marathondata.gr/>
37. Επίσημη ιστοσελίδα του προτύπου ανοιχτού κώδικα για την αποθήκευση των χωρικών δεδομένων, OpenGIS : <http://www.openGIS.org>
38. Επίσημη ιστοσελίδα του ελεύθερου λογισμικού ανοιχτού κώδικα για τα χωρικά δεδομένα, Opengeospatial : <http://www.opengeospatial.org/standards/kml>
39. Αρχεία kml: <http://code.google.com/apis/kml/documentation/kmlreference.html>
40. Επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ESRI: <http://www.esri.com/>

41. Επίσημη ιστοσελίδα του προγράμματος μετατροπής σχηματικών αρχείων σε αρχεία συμβατά με το Google Earth : <http://www.arc2earth.com/>
42. Μικρός Οδηγός του GOOGLE EARTH : <http://earth.google.com/download-earth.html> & http://earth.google.com/intl/el/userguide/v4/ug_toc.html
43. EIA around the world: http://www.viswiki.com/en/Environmental_impact_assessment