



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΠΜΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕ ΟΔΗΓΟ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ
ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ & ΣΚΟΤΕΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΠΟΛΗΣ ΜΕ
ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΤΗΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ. ΟΙ
ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΡΙΑΝΤΑ ΟΚΤΩ ΔΗΜΩΝ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ & ΕΙΚΟΣΙ ΠΕΝΤΕ
ΠΟΛΕΩΝ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ**

ΕΙΡΗΝΗ ΝΕΚΤΑΡΙΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

Επιβλέπων: Γεώργιος Ν. Φώτης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.



Αθήνα, Οκτώβριος 2018



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΠΜΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

**ΜΕ ΟΔΗΓΟ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ
ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ & ΣΚΟΤΕΙΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΠΟΛΗΣ ΜΕ
ΟΔΗΓΟ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ ΚΑΙ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
ΤΗΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ. ΟΙ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΡΙΑΝΤΑ ΟΚΤΩ ΔΗΜΩΝ ΤΗΣ
ΑΤΤΙΚΗΣ & ΕΙΚΟΣΙ ΠΕΝΤΕ ΠΟΛΕΩΝ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ**

Μεταπτυχιακή Εργασία
Ειρήνη Νεκταρία Κωνσταντίνου

Επιβλέπων
Γεώργιος Ν. Φώτης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Αθανάσιος Βλαστός
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ευτέρπη Δημοπούλου
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Γεώργιος Ν. Φώτης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μέσα από την εργασία αυτή, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με βοήθησαν σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας μου, Καθηγητή Ε.Μ.Π. Γεώργιο Ν. Φώτη για τη βοήθεια, τις χρήσιμες συμβουλές και τη καθοδήγηση του σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Υποψήφιο Διδάκτορα Παύλο Τσαγκή που με βοήθησε στην ανάπτυξη του αλγορίθμου και τον Υποψήφιο Διδάκτορα Γιάννη Παρασκευόπουλο που με βοήθησε στη διαδικασία της χωρικής ανάλυσης. Ταυτόχρονα, ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου, καθώς χωρίς εκείνους δεν θα βρισκόμουν σήμερα εδώ.

Σας ευχαριστώ όλους,
Ειρήνη

« Η εκπαίδευση και η μόρφωση είναι το
πιο ισχυρό όπλο που μπορούμε να
χρησιμοποιήσουμε για να αλλάξουμε
τον κόσμο. »

Νέλσον Μαντέλα, Νόμπελ Ειρήνης 1993

{Με οδηγό τον Ουρανό}

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια λόγω της όλο ένα αυξανόμενης δόμησης και πληθυσμιακής πυκνότητας, η παγκόσμια κοινότητα αναζητά λύσεις στα προβλήματα που δημιουργούνται όπως η υποβάθμιση του αστικού χώρου και της ποιότητας ζωής στις σύγχρονες πόλεις. Τα προβλήματα εκείνα, φαίνεται να επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό και από την ανύπαρκτη σχέση μεταξύ των υψηλών κτιρίων και μικρών (σε πλάτος) οδικά δίκτυα που περιλαμβάνει η σύγχρονη πόλη. Ο δείκτης με τον οποίο μπορεί να υπολογισθεί το ποσοστό θέασης του ουρανού από οποιοδήποτε σημείο του οδικού δικτύου αποτελεί το κύριο αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αναλυτικότερα, στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται ένας αλγόριθμος με βάση τον οποίο αρχικά, υπολογίζεται το ποσοστό θέασης του ουρανού για τη περιοχή μελέτης (38 δήμοι της Αττικής). Σε πρώτο στάδιο, συλλέχθηκαν τα δεδομένα για κάθε ένα δήμο ξεχωριστά και έπειτα εισήχθησαν στον αλγόριθμο εύρεσης του ποσοστού θέασης του ουρανού. Τα ποσοστά αυτά, αφού οπτικοποιήθηκαν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, στη συνέχεια αναλύθηκαν περαιτέρω προκειμένου να δοθεί μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα της περιοχής μελέτης. Στη συνέχεια, μέσω διάφορων εργαλείων της ανάλυσης εισάχθηκε η πληροφορία του ποσοστού θέασης σε κάθε τμήμα του οδικού δικτύου εντός της περιοχής μελέτης. Έπειτα τα αποτελέσματα εκείνα, συγκρίθηκαν με 25 διεθνείς πόλεις και οπτικοποιήθηκαν σε αντίστοιχους χάρτες. Τέλος, τα ποσοστά θέασης του ουρανού της περιοχής της Αττικής συγκρίθηκαν με διάφορους κοινωνικούς δείκτες. Εν κατακλείδι, αξιοποιώντας διάφορες μεθόδους και τεχνικές γεωχωρικής ανάλυσης προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για το ίδιο το ποσοστό θέασης του ουρανού στη περιοχή της Αττικής, όσο και για ορισμένες διεθνείς πόλεις και ταυτόχρονα για τη συσχέτιση του (ποσοστού) με διάφορους κοινωνικούς δείκτες.

Λέξεις κλειδιά: ποσοστό θέασης ουρανού, Γ.Σ.Π., χωρική ανάλυση, Αττική, κοινωνικοί δείκτες

ABSTRACT

In recent years, due to the increasing structure and population density, the global community is looking for solutions to specific problems such as the deterioration of urban space and the reduction of the quality of life in modern cities. These problems seem to be largely influenced by the non-existent relationship between the high-rise buildings and the small (in-width) road networks that a modern city includes. The main subject of this thesis, is an indicator which calculates the sky view percentage from any point on the road network. More specifically, this paper presents an algorithm based on which, the sky's viewing percentage is calculated for the study area, which is 38 municipalities of Attica. In early stage, the data, for municipalities were collected from various sources and then, they entered into the present diploma's algorithm. These percentages after having been visualized in many different ways, then they were further analyzed in order to give an overall picture of the study area. Afterwards, through various analysis tools, the sky's percentage information was input to each section of the road network within the study area. Hereupon, those results were compared with 24 different international cities and all these were visualized on corresponding maps. Finally, the sky's percentages of Attica region, were compared with various social indicators. In conclusion, using various methods & techniques of geospatial analysis useful conclusions were drawn about the sky's percentages and also their comparison with social indicators.

Word keys; sky's percentage, G.I.S., spatial analysis, Attica, social indicators

{Με οδηγό τον Ουρανό}

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1 Σκοπός Μελέτης	6
1.2 Δομή διπλωματικής εργασίας	7
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	8
2.1 Βιώσιμη Ανάπτυξη & Βιώσιμες Πόλεις	8
2.2 Η αρχή της Βιωσιμότητας & η χρήση Δεικτών	9
2.3 Δείκτης Θέασης του Ουρανού	12
2.3.1 Δείκτης Θέασης Ουρανού & Ελάχιστη Απόσταση Κτιρίων	13
2.4 Παράγοντας Όρασης Ουρανού (SVF)	14
2.5 Μοντέλα Υπολογισμού SVF	16
2.5.1 Μοντέλο Rayman	16
2.5.2 Αλγόριθμος Grasshopper	19
2.6 Εικόνες Google Street View	20
2.7 Χρωματικό Μοντέλο RGB	23
2.8 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών	26
2.9 ΓΣΠ & Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση	27
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	31
3.1 Μεθοδολογικό Πλαίσιο Αλγορίθμου	31
3.2 Μεθοδολογικό Διάγραμμα της Εργασίας	36
3.3 Μέθοδοι Χωρικής Παρεμβολής	38
3.3.1 Χωρική Παρεμβολή IDW	40
3.4 Μέθοδος Overlay Ανάλυσης	42
3.5 Χωρική Αυτοσυσχέτιση	43
3.5.1 Δείκτης Χωρικής Αυτοσυσχέτισης Moran I	45
3.6 Κανονική Κατανομή	46
3.7 Δείκτης Συσχέτισης (r) δύο μεταβλητών	49
3.7.1 Δείκτης Συσχέτισης Pearson	51
3.7.2 Δείκτης Συσχέτισης Spearman	51
4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ	53
4.1 Περιοχή Μελέτης	53
4.2 Συλλογή δεδομένων	56
4.2.1 Δημιουργία Κανάβου	56
4.2.2 Αλγόριθμος Sample Size Calculator	59
4.3 Διαδικασία Δειγματοληψίας	61

4.4 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων	62
4.5 Χωρική Παρεμβολή IDW	73
4.6 Overlay Οδικού Δικτύου	78
4.7 Χωρική Αυτοσυσχέτιση	85
4.8 Εφαρμογή σε 25 Διεθνείς Πόλεις.....	89
4.9 Δείκτες Συσχέτισης Pearson & Spearman	111
5. ΙΣΤΟΤΟΠΟΣ SKY DETECTION	120
6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	128
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	131

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Τομή ενός Φαραγγιού	15
Εικόνα 2: Υποδειγματική fish-eye εικόνα & αντίστοιχος χάρτης	16
Εικόνα 3: Όργανο λήψης fish-eye εικόνων	18
Εικόνα 4: Ενδεικτικές fish-eye εικόνες.....	18
Εικόνα 5: Περιβάλλον Yahoo Maps vs Google Maps.....	20
Εικόνα 6: Αξιοποίηση των χαρτών της Google από το site "Marine Traffic"	21
Εικόνα 7: Απεικόνιση του χρωματικού μοντέλου RGB σε μαύρο τοίχο	23
Εικόνα 8: Τρισδιάστατη Απεικόνιση του χρωματικού συστήματος RGB.....	24
Εικόνα 9: Χρωματικός χώρος με βάση το σύστημα RGB	25
Εικόνα 10: Εφαρμογές της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης	28
Εικόνα 11: Βασική Αρχή - Διαδικασία της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης.....	29
Εικόνα 12: Είδη δεδομένων στη διαδικασία συλλογής σε περιβάλλον ΓΣΠ.....	30
Εικόνα 13: Εικόνα Street View προσανατολισμένη προς τον ουρανό (90°) ...	31
Εικόνα 14: Εικόνα Street View - Παράδειγμα 1	34
Εικόνα 15: Εικόνα Street View - Παράδειγμα 2	34
Εικόνα 16: Εικόνα Street View - Παράδειγμα 3	35
Εικόνα 17: Διαδικασία της Χωρικής Παρεμβολής	38
Εικόνα 18: Λανθασμένα προϊόντα λόγω μη σωστής επιλογής σημείων για την εφαρμογή της Χωρικής Παρεμβολής	39
Εικόνα 19: Στάθμιση αντίστροφης απόστασης IDW	40
Εικόνα 20: Σχηματική Απεικόνιση της IDW Παρεμβολής.....	41
Εικόνα 21: Παράδειγμα της Overlay Ανάλυσης	42
Εικόνα 22: Χωρικό Πρότυπο ανάλογα τη θετική & αρνητική συσχέτιση.....	44
Εικόνα 23: Κάναβος φατνίων μεγέθους 0,025 km ² στη περιοχή μελέτης με κλίμακα 1:235.000	58
Εικόνα 24: Κάναβος φατνίων μεγέθους 0,025 km ² στη περιοχή μελέτης με κλίμακα 1:50.000	58
Εικόνα 25: User Interface της ιστοσελίδας www.surveymonkey.com	59
Εικόνα 26: Περίπτωση 1 (αριστερά) έλλειψης οδικού δικτύου & Περίπτωση 2 (δεξιά) παρουσίας πρασίνου	62
Εικόνα 27: Παράδειγμα Εικόνας από το Δήμο Αθηναίων	66
Εικόνα 28: Παράδειγμα Εικόνας από το Δήμο Περιστερίου	66
Εικόνα 29: Παράδειγμα Εικόνας από το Δήμο Ζωγράφου	67
Εικόνα 30: Παράδειγμα Εικόνας του Δήμου Νίκαιας.....	68
Εικόνα 31: Παράδειγμα Εικόνας του Δήμου Μοσχάτου	68
Εικόνα 32: Παράδειγμα Εικόνας του Δήμου Ελληνικού.....	69
Εικόνα 33: Παράδειγμα Εικόνας του Δήμου Κηφισιάς.....	70
Εικόνα 34: Περιβάλλον Εντολής IDW Interpolation	73
Εικόνα 35: Περιβάλλον Εντολής της Μετατροπής των πραγματικών τιμών ενός	

Raster σε ακέραιες τιμές	76
Εικόνα 36: Περιβάλλον Εντολής «Raster to Polygon»	76
Εικόνα 37: Περιβάλλον της Εντολής «Join Attributes by Location»	82
Εικόνα 38: Παράδειγμα του Ποσοστού Θέασης του Ουρανού επί της Λεωφόρου Ελ. Βενιζέλου	84
Εικόνα 39: Αναφορά του δείκτη Moran	87
Εικόνα 40: Οδός Θηβών	88
Εικόνα 41: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο της Βιέννης	92
Εικόνα 42: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο του Μονάχου	92
Εικόνα 43: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο της Ζυρίχης	93
Εικόνα 44: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο του Βανκούβερ	94
Εικόνα 45: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο του Auckland	94
Εικόνα 46: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο του Σίδνεϋ.....	95
Εικόνα 47: Παλαιά Πόλη & Σύγχρονη Πόλη του Ντίσελντορφ	96
Εικόνα 48: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο της Γενεύης	96
Εικόνα 49: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο της Κοπεγχάγης, Δανία	97
Εικόνα 50: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο της Φρανκφούρτης, Γερμανία	98
Εικόνα 51: Εικόνα 50: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο του Los Angeles, California	98
Εικόνα 52: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο του Dubai, Η.Α.Ε.	99
Εικόνα 53: Εμπορικός δρόμος στη παλαιά συνοικία του Montevideo, Ουρουγκάη	100
Εικόνα 54: Εμπορικός δρόμος στη παλαιά συνοικία της Σεούλ, Νότια Κορέα	101
Εικόνα 55: Παράδειγμα Πλάτους Δρόμου στο κέντρο της Μπρατισλάβα, Σλοβακία	101
Εικόνα 56: Παράδειγμα Πλάτους Δρόμου στο κέντρο της Βαρσοβίας, Πολωνία	102
Εικόνα 57: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο της Ταιρεί, Ταιβάν	103
Εικόνα 58: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο της Kuala Lumpur, Μαλαισία.....	103
Εικόνα 59: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο της Tallinn, Εσθονία	104
Εικόνα 60: Παράδειγμα του οδικού δικτύου στο κέντρο του Durban, Νότια Αφρική	105
Εικόνα 61: Παράδειγμα του οδικού δικτύου στο κέντρο του Buenos Aires, Αργεντινή	105
Εικόνα 62: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο του Santiago, Χιλή.....	106
Εικόνα 63: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο του Busan, Νότια Κορέα	107
Εικόνα 64: Παράδειγμα του οδικού δικτύου στο Cape Town, Νότια Αφρική .	107
Εικόνα 65: Παράδειγμα του οδικού δικτύου στο κέντρο του Johannesburg, Νότια Αφρική	108
Εικόνα 66: Τμήμα του οδικού δικτύου του Auckland (αριστερά) & της Βιέννης (δεξιά)	111
Εικόνα 67: Τεστ κανονικής κατανομής για το ποσοστό θέασης του Ουρανού	112
Εικόνα 68: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.1	120
Εικόνα 69: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.2	121
Εικόνα 70: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.3	121
Εικόνα 71: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.4	122
Εικόνα 72: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.5	122
Εικόνα 73: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.6	123
Εικόνα 74: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.7	123
Εικόνα 75: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.8	124
Εικόνα 76: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.9	125
Εικόνα 77: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.10	126
Εικόνα 78: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.11	127

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Βιωσιμότητα ως τομή της κοινωνικής - περιβαλλοντικής - οικονομικής ανάπτυξης	11
Σχήμα 2: Σχηματική Απεικόνιση του SVF	14
Σχήμα 3: a) Σχηματική Απεικόνιση του H (ύψους) & W (απόστασης) των κτιρίων b) Σχηματική απεικόνιση του SVF σε ουράνιο θόλο.....	17
Σχήμα 4: Μεθοδολογικό Πλαίσιο Αλγορίθμου.....	32
Σχήμα 5: Μεθοδολογικό Διάγραμμα της Εργασίας	37
Σχήμα 6: Συνάρτηση Πυκνότητας – Πιθανότητας για διάφορες παραμέτρους	46
Σχήμα 7: Διάγραμμα Εύρους Τιμών που μετρούνται σε μία κανονική κατανομή	47
Σχήμα 8: Απόδοση του δείκτη συσχέτισης με αριθμητικό τρόπο	49
Σχήμα 9: Απόλυτη Θετική Συσχέτιση – Γραφική Αναπαράσταση του Δείκτη Συσχέτισης	49
Σχήμα 10: Απόλυτη Αρνητική Συσχέτιση – Γραφική Αναπαράσταση του Δείκτη Συσχέτισης	50
Σχήμα 11: Κλίμακα Χρωμάτων του Marker των σημείων της ιστοσελίδας «Sky Detection»	126

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Μέγεθος Δείκτη Συσχέτισης.....	50
Πίνακας 2: Παράδειγμα Συσχέτισης Spearman.....	52
Πίνακας 3: Τυπική απόκλιση Z-score με βάση το διάστημα εμπιστοσύνης	60
Πίνακας 4: Ποσοστό του ουρανού ανά Δήμο της Περιοχής Μελέτης	64
Πίνακας 5: Πόλη ανά Κατάταξη Mercer * Ποσοστό θέασης του ουρανού.....	90
Πίνακας 6: Σύγκριση διεθνών πόλεων λίστας Mercer – πόλεων κατάταξης ποσοστού θέασης του ουρανού	110
Πίνακας 7: Δείκτες & Βαθμός Συσχέτισης όλων των εξεταζόμενων κοινωνικών δεικτών	118
Πίνακας 8: Μορφή CSV αρχείου - εισαγωγή στον ιστότοπο.....	123

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1: Περιοχή Μελέτης	55
Χάρτης 2: Ποσοστό θέασης Του Ουρανού ανά Δήμο	65
Χάρτης 3: Ποσοστό θέασης του ουρανού ανά σημείο δείγματος	71
Χάρτης 4: Ποσοστό θέασης του ουρανού ανά σημείο στο Δήμο Ζωγράφου ...	72
Χάρτης 5: Αποτέλεσμα IDW Παρεμβολής	74
Χάρτης 6: Ποσοστό θέασης του Ουρανού κατά τη IDW Παρεμβολή	75
Χάρτης 7: Διανυσματικό Αρχείο του IDW Interpolation	77
Χάρτης 8: Οδικό Δίκτυο της περιοχής μελέτης	79
Χάρτης 9: Overlay του Οδικού Δικτύου & της Χωρικής Παρεμβολής.....	81
Χάρτης 10: Οδικό Δίκτυο ανά Ποσοστό Θέασης του Ουρανού	83
Χάρτης 11: Χωρικά Πρότυπα (Δείκτης Moran) Οδικού Δικτύου.....	86
Χάρτης 12: Ποσοστό Θέασης του Ουρανού σε 25 Διεθνείς Πόλεις.....	91

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από σημαντικές ανακατατάξεις, αμφισβητήσεις και μεγάλα κοινωνικά προβλήματα. Αναμφισβήτητα, ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της κοινωνίας αποτελεί και η ίδια η βιωσιμότητα της πόλης. Όλες οι τοπικές κοινωνίες οραματίζονται ένα καλύτερο αύριο, μια ποιότητα ζωής που θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις αλλά και στις προσδοκίες των πολιτών για ένα βιώσιμο περιβάλλον, με υγεία, άνεση και χρηστικότητα (Τριανταφύλλου, 2010).

Οι πόλεις ή αλλιώς οι αστικές ανεπτυγμένες περιοχές με μεγάλο πληθυσμό είναι σημαντικές καθώς η ανθρώπινη κοινωνική και οικονομική δραστηριότητα συγκεντρώνεται εκεί (Mori and Christodoulou, 2012). Τα κτίρια και το δομημένο περιβάλλον είναι τα εξ' ορισμού στοιχεία του αστικού περιβάλλοντος. Προσδίδουν σε μια πόλη χαρακτήρα, αποτελούν σημεία αναφοράς, τα οποία δίνουν ταυτότητα στο χώρο της και καθιστούν τα μέρη της πόλο έλξης για να ζει και να εργάζεται ο άνθρωπος. Συγκεκριμένα, στην Ευρώπη, ο κόσμος περνά σχεδόν το 90% του χρόνου του μέσα σε κτίρια (Τριανταφύλλου, 2010). Οι πόλεις διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην κοινωνική και οικονομική δραστηριότητα αλλά έχουν κακές επιδόσεις όσον αφορά το περιβαλλοντικό ζήτημα λόγω των εξωτερικών παραγόντων (Mori and Christodoulou, 2012).

Η ταχεία αστικοποίηση είναι συχνά εις βάρος της απώλειας των πολύτιμων οικοσυστημάτων και εδαφών για την ικανοποίηση των αστικών απαιτήσεων. Επιπλέον, αν οι τρέχουσες και οι μελλοντικές αστικές περιοχές συνεχίζουν την ίδια κατανάλωση πόρων, χωρίς να προβλέπουν τις μελλοντικές ανάγκες, τα σοβαρά περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα θα κάνουν την εμφάνισή τους. Ως εκ τούτου, οι διεθνείς οργανισμοί έχουν διαπράξει μεγάλες προσπάθειες τόσο για την προώθηση των βιώσιμων πρακτικών αστικοποίησης όσο και για τη δημιουργία δεικτών βιωσιμότητας με σκοπό τη μέτρηση της.

Η μέτρηση της ίδιας της βιωσιμότητας ουσιαστικά αναφέρεται στους δείκτες βιωσιμότητας με σκοπό την αναβάθμιση των πόλεων τόσο από περιβαλλοντική άποψη όσο από οικονομική και κοινωνική. Οι δείκτες της βιωσιμότητας όπως εκείνοι έχουν υλοποιηθεί, αναφέρονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 2. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό, ότι παρά του γεγονός ότι με το πέρασμα των χρόνων έχουν δημιουργηθεί αρκετοί διάφοροι περιβαλλοντικοί δείκτες, καμία μελέτη έως σήμερα δεν έχει συμπεριλάβει το ποσοστό θέασης του ουρανού ως ένα ανεξάρτητο δείκτη βιωσιμότητας.

Η μελέτη του ποσοστού θέασης του ουρανού ως ένα ανεξάρτητο δείκτη βιωσιμότητας αποτελεί το κύριο θέμα της παρούσας μελέτης. Ουσιαστικά, μέσα από τον τρόπο υπολογισμού και ανάλυσης του ποσοστού θέασης του ουρανού σε αστικά τοπία, δίνεται η δυνατότητα να κατανοηθεί γιατί αποτελεί ένα τόσο σημαντικό δείκτη καθώς και πως εν τέλει σχετίζεται με τη ποιότητα ζωής των κατοίκων και των χαρακτηριστικών της.

1.1 Σκοπός Μελέτης

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από τη συλλογή ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος για την εύρεση του ποσοστού θέασης του ουρανού τόσο από στατιστικής απόψεως όσο κυρίως ως προς τη χωρική διερεύνηση του ζητήματος μέσω της χαρτογραφικής απόδοσης και γεωγραφικής ανάλυσης τους, με σκοπό τη συνολική αξιολόγηση μίας περιοχής, με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.). Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί πως ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι μία οργανωμένη συλλογή μηχανικών υπολογιστικών συστημάτων (hardware), λογισμικών συστημάτων (software), χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού με σκοπό τη συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση, κάθε μορφής πληροφορίας που αφορά στο γεωγραφικό περιβάλλον (Φώτης, 2010). Η αξιοποίηση τους επομένως, μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην ανάγκη αξιολόγησης μίας αστικής περιοχής ως προς το ποσοστό θέασης του ουρανού και κατ' επέκταση ως προς την αξιολόγηση της ποιότητας ζωής των πολιτών.

Για την ανάλυση του ποσοστού θέασης των πολιτών, απαιτείται η συλλογή και η επεξεργασία εικόνων που προσανατολίζονται προς τον ουρανό με σημείο αφετηρίας οποιοδήποτε σημείο του οδικού δικτύου (προκειμένου να είναι δυνατή η λήψη εικόνας από το Google Street View). Ωστόσο, για να αξιολογηθεί σωστά το ποσοστό θέασης του ουρανού απαιτείται μία σύνθετη μεθοδολογική προσέγγιση. Επομένως, για την ορθή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, πραγματοποιήθηκε τόσο η χωρική σύγκριση διάφορων περιοχών μεταξύ τους, όσο και η στατιστική σύγκριση με διάφορους κοινωνικούς δείκτες όπως το επίπεδο εκπαίδευσης, ο τύπος κατοικίας και τα λοιπά.

Τα αποτελέσματα της μελέτης (ως προς το ποσοστό θέασης του ουρανού) παρέχουν τη δυνατότητα αξιολόγησης περιοχών τόσο σε εγχώριο επίπεδο (Δήμοι στη περιοχή της Αττικής) όσο και σε διεθνές επίπεδο πόλεων, ενώ παράλληλα συμβάλλουν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων ως προς τη μελλοντική έρευνα του παρόντος θέματος. Συνεπώς, η παρούσα διπλωματική εργασία καλείται να απαντήσει αρχικά, κατά πόσο αποτελεσματική είναι η συγκεκριμένη μεθοδολογία (που προτείνεται) για τη μέτρηση του ποσοστού θέασης του ουρανού τόσο για τη περιοχή της Αττικής όσο και για δεκατέσσερις ακόμη διεθνείς πόλεις. Επιπλέον, η εργασία αποσκοπεί στο να γίνουν κατανοητά τα αίτια που οδηγούν σε μειωμένο ποσοστό θέασης του ουρανού και κατ' επέκταση σε έκπτωση της ποιότητας της ζωής των πολιτών. Εν κατακλείδι, μέσω της εξαγωγής όλων των σχετικών συμπερασμάτων σκοπεύει να διαπιστωθεί εάν το ποσοστό θέασης του ουρανού επηρεάζει και επηρεάζεται τόσο από τη δομή του αστικού ιστού όσο και από το δείκτη ποιότητας ζωής.

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο αρχικός σκοπός της παρούσας μελέτης αφορούσε τη δημιουργία ενός ιστότοπου σχετικού με όλες τις διαδικασίες εύρεσης και ανάλυσης του ποσοστού θέασης του ουρανού για οποιοδήποτε σημείο ή περιοχή επιθυμούσε ο χρήστης. Ωστόσο, λόγω της αλλαγής της πολιτικής της εταιρείας Google όσον αφορά τα ελεύθερα δικαιώματα των χαρτών και των επεξεργασιών τους, η παρούσα μελέτη προσανατολίστηκε τελικά στην ανάλυση μίας συγκεκριμένης περιοχής μελέτης. Μέσα στη παρούσα εργασία, αναφέρεται λεπτομερώς η υπόσταση του ιστότοπου με σκοπό τη μελλοντική αξιοποίηση του στο τομέα της έρευνας.

1.2 Δομή διπλωματικής εργασίας

Η εν λόγω διπλωματική εργασία έχει διαρθρωθεί σε 6 επιμέρους κεφάλαια μέσα στα οποία περιγράφονται οι θεωρητικές έννοιες που είναι απαραίτητες για την κατανόηση του δείκτη που εξετάζεται, οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν τόσο για τη συλλογή των δεδομένων αλλά και για την ανάλυση του δείκτη θέασης του ουρανού και τέλος η συνολική αξιολόγηση του φαινομένου στην περιοχή μελέτης.

Κεφάλαιο 2°:

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται όλο το θεωρητικό υπόβαθρο που πρέπει να μελετηθεί για τη καλύτερη κατανόηση του φαινομένου που εξετάζεται όσο και της ανάλυσης του (που συνεπάγεται). Αναλυτικότερα, αρχικά παρουσιάζονται διάφορες μελέτες που έχουν προηγηθεί στην εξέταση του ποσοστού θέασης του ουρανού καθώς και το τι τελικά αντιπροσωπεύει η έννοια αυτή. Έπειτα, ακολουθεί μία περιγραφή των εικόνων Google Street View που χρησιμοποιούνται ως δεδομένα καθώς και η σχέση που έχουν με το χρωματικό μοντέλο RGB. Τέλος, αναλύονται σε ένα γενικό πλαίσιο τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και ο τομέας της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης καθώς, αποτελούν τους πυλώνες πάνω στους οποίους στηρίζεται ολόκληρη η παρούσα μελέτη.

Κεφάλαιο 3°:

Στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας, αναλύονται διάφορες τεχνικές και μέθοδοι χωρικής ανάλυσης που χρησιμοποιούνται στη παρούσα εργασία. Ειδικότερα, επεξηγείται ολόκληρο το θεωρητικό υπόβαθρο πίσω από τις όλες τις διαδικασίες χωρικής ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν για τη πρακτική εφαρμογή και ανάλυση του ποσοστού θέασης του ουρανού. Μερικές από τις παραπάνω διαδικασίες, αποτελούν η Χωρική Παρεμβολή, η Χωρική Αυτοσυσχέτιση και άλλες.

Κεφάλαιο 4°:

Στο τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, υλοποιείται η εφαρμογή του αλγορίθμου του ποσοστού θέασης για την αντίστοιχη περιοχή μελέτης. Έπειτα, ακολουθεί η πρακτική εφαρμογή όλων των διαδικασιών της χωρικής και της στατιστικής ανάλυσης.

Κεφάλαιο 5°:

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται η μορφή και οι λειτουργίες του ιστότοπου «Sky Detection» που αποτελούσε και το πρωταρχικό στόχο της εργασίας.

Κεφάλαιο 6°:

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης και γίνονται κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα σχετικά με το ποσοστό θέασης του ουρανού και τη σχέση του με τη βιωσιμότητα στις σύγχρονες πόλεις και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Σημαντικό ζήτημα για τη κατανόηση του θέματος της παρούσας μελέτης (το οποίο δεν είναι άλλο από το ποσοστό θέσης του ουρανού) αποτελεί αρχικά η κατανόηση της έννοιας της Βιώσιμης Ανάπτυξης. Ειδικότερα, θα πρέπει να αναλυθεί τι είναι Βιώσιμη πόλη, πως προέκυψε η ανάγκη για την ανάπτυξη της κατά το πέρασμα των χρόνων καθώς και πως υπολογίζεται (δείκτες βιωσιμότητας). Όλα τα παραπάνω ζητήματα αναλύονται στο παρών κεφάλαιο το οποίο είναι απαραίτητο για τη κατανόηση όλων των θεωρητικών εννοιών της μελέτης.

2.1 Βιώσιμη Ανάπτυξη & Βιώσιμες Πόλεις

Η βιώσιμη ανάπτυξη αναδεικνύεται ως ένα από τα πρωτεύοντα θέματα καθώς η οικονομική μεγέθυνση πραγματοποιήθηκε εις βάρος του φυσικού περιβάλλοντος και η κοινωνική διάσταση της ανάπτυξης έμεινε στο περιθώριο. Επομένως, σε πρώτο στάδιο, θα πρέπει να αναλυθεί πως προέκυψε η ανάγκη για την ανάπτυξη της Βιώσιμης Πόλης κατά το πέρασμα των χρόνων.

Στην εποχή του 21ου αιώνα, οι πόλεις εμφανίζονται ισχυρότερες στην ευρωπαϊκή σκηνή και παραμένουν τα κύρια κέντρα της οικονομικής δραστηριότητας, της καινοτομίας και του πολιτισμού. Η παγκοσμιοποίηση πυροδοτεί διαδικασίες αλλαγής οι οποίες δεν επηρεάζονται από τις τοπικές κοινότητες αλλά μπορούν να τις αναμορφώσουν παρά τη θέλησή τους (Mega and Pedersen, 1998). Ο D. Harvey (1991) σε ένα έγγραφο με τίτλο «From Place to Space and Back Again» προτείνει την ενίσχυση της κοινωνικής θέσης ως τον καλύτερο τρόπο αντιμετώπισης των νέων προκλήσεων που προκύπτουν με την παγκοσμιοποίηση. Μια βιώσιμη πόλη είναι εκείνη που θα καταφέρει να εξισορροπεί τις οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικό-πολιτιστικές προόδους μέσα από τις διαδικασίες της ενεργού συμμετοχής των πολιτών (Mega and Pedersen, 1998).

Η έννοια της αειφορίας έχει γίνει αναπόσπαστο μέρος του έργου της ανάπτυξης από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 και έχει εξελιχθεί τα τελευταία 25 χρόνια από την Επιτροπή Brundtland. Πιο συγκεκριμένα, στη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών το 1987 παραδόθηκε η αναφορά με τίτλο «Το Κοινό μας Μέλλον» γνωστή και ως "Brundtland report", στην οποία η βιώσιμη ανάπτυξη ορίζεται ως: η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες της παρούσας γενιάς χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες (Συμβούλιο για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, 2014).

Από τον ορισμό της βιώσιμης ανάπτυξης προκύπτει ότι η μέτρησή της θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει έναν μεγάλο αριθμό δεικτών. Στην κατεύθυνση αυτή αναπτύχθηκαν στην δεκαετία του 1960 οι αποκαλούμενοι «κοινωνικοί δείκτες» ενώ αργότερα περιελήφθησαν και «περιβαλλοντικοί δείκτες» ενώ κατά την τελευταία δεκαετία γίνονται συστηματικές προσπάθειες για την ανάπτυξη κοινώς αποδεκτών «δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης» (Πατσιάς, 2012).

2.2 Η αρχή της Βιωσιμότητας & η χρήση Δεικτών

Με τον όρο Αειφόρος Ανάπτυξη γίνεται προσπάθεια να προσεγγιστεί το ζήτημα της κατεύθυνσης που θα πρέπει να λάβει η ανάπτυξη για να συνθέσει όλες τις διαστάσεις της σε πολιτικό, οικονομικό, κοινωνικό, τεχνικό/τεχνολογικό και πολιτισμικό επίπεδο έτσι ώστε να καταστεί βιώσιμη. Ένας από τους πιο διαδεδομένους ορισμούς για την Αειφόρο Ανάπτυξη είναι αυτός που αναφέρθηκε προηγουμένως και δόθηκε από την Παγκόσμια Επιτροπή Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης (WCED, 1987).

Η εκτίμηση της αειφορίας βασίζεται σε δείκτες για την αποτίμηση της ανθρώπινης ανάπτυξης και της κατάστασης του περιβάλλοντος. Ο κάθε δείκτης παρέχει πληροφορία σχετικά με την κατάσταση ή την τάση κάποιων τμημάτων των ανθρωπογενών ή οικολογικών συστημάτων. Οι δείκτες είναι απαραίτητοι για τη λήψη αποφάσεων σε όλα τα επίπεδα καθώς παρέχουν πληροφορίες που στοχεύουν στη βιώσιμη ανάπτυξη και μετρούν την πρόοδο προς αυτή. Η αξία των δεικτών ως εργαλεία πολιτικής ενισχύεται όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τους στόχους που έχουν τεθεί ως τμήμα των διαφόρων εθνικών πολιτικών σχετικών με τη βιώσιμη ανάπτυξη (Κουλουμπής, 2007; Pearce & Atkinson, 1998).

Οι πόλεις ή αλλιώς οι αστικές ανεπτυγμένες περιοχές με μεγάλο πληθυσμό είναι σημαντικές καθώς η ανθρώπινη κοινωνική και οικονομική δραστηριότητα συγκεντρώνεται εκεί (Mori and Christodoulou, 2012). Τα κτίρια και το δομημένο περιβάλλον είναι τα εξ' ορισμού στοιχεία του αστικού περιβάλλοντος. Προσδίδουν σε μια πόλη χαρακτήρα, αποτελούν σημεία αναφοράς, τα οποία δίνουν ταυτότητα στο χώρο της και καθιστούν τα μέρη της πόλο έλξης για να ζει και να εργάζεται ο άνθρωπος. Συγκεκριμένα, στην Ευρώπη, ο κόσμος περνά σχεδόν το 90% του χρόνου του μέσα σε κτίρια (Τριανταφύλλου, 2010). Οι πόλεις διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην κοινωνική και οικονομική δραστηριότητα αλλά έχουν κακές επιδόσεις όσον αφορά το περιβαλλοντικό ζήτημα λόγω των εξωτερικών παραγόντων (Mori and Christodoulou, 2012). Η ταχεία αστικοποίηση είναι συχνά εις βάρος της απώλειας των πολύτιμων οικοσυστημάτων και εδαφών για την ικανοποίηση των αστικών απαιτήσεων. Επιπλέον, αν οι τρέχουσες και οι μελλοντικές αστικές περιοχές συνεχίζουν την ίδια κατανάλωση πόρων, χωρίς να προβλέπουν τις μελλοντικές ανάγκες, τα σοβαρά περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα θα κάνουν την εμφάνισή τους. Ως εκ τούτου, οι διεθνείς οργανισμοί έχουν διαπράξει μεγάλες προσπάθειες για την προώθηση των βιώσιμων πρακτικών αστικοποίησης και σήμερα η αποστολή απευθύνεται σε ευρύ κοινό μεταξύ των διαφόρων επιστημονικών κλάδων.

Οι προσπάθειες αυτές για την προώθηση των βιώσιμων πρακτικών αστικοποίησης απευθύνονται κυρίως στους δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης οι οποίοι μπορούν να βοηθήσουν στην αξιολόγηση της επίτευξης του στόχου της αειφορίας, στην ανάλυση της σχέσης μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και του περιβάλλοντος, στην ευρεία συμμετοχή των πολιτών στη λήψη αποφάσεων και τα αποτελέσματά τους μπορούν να ανατροφοδοτούν την πολιτική διαδικασία ώστε να γίνονται οι απαραίτητες ρυθμίσεις και διορθώσεις. Με την υιοθέτηση δεικτών μπορούν ευκολότερα να προσδιοριστούν τα ζητήματα προτεραιότητας, έτσι ώστε να κατευθυνθεί η συλλογή στοιχείων και πληροφοριών (Οικολογική Επιθεώρηση, 2013). Επιπρόσθετα, οι δείκτες πρέπει να αντιπροσωπεύουν τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής και να χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση και αντιμετώπιση σημαντικών προβλημάτων, ώστε να διασφαλιστεί η βελτίωση και η ανάπτυξη περιοχών σύμφωνα με τη βιωσιμότητα και τα κριτήρια διαχείρισης των φυσικών αποθεμάτων. Σύμφωνα και με την Agenda 21 οι δείκτες πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες προϋποθέσεις (Meadows, 1998):

1. Να συμβαδίζουν με τη γενική ροπή της κοινωνίας, που είναι μακροχρόνια θεμελιώδης για την περιβαλλοντική και κοινωνικοοικονομική ισορροπία.

2. Να είναι στατικά μετρήσιμοι και να ανταποκρίνονται τα δεδομένα τους για τουλάχιστον 1 με 2 δεκαετίες.

3. Να είναι ελκυστικοί από τις τοπικές αρχές.

4. Να είναι κατανοητοί από τον μέσο άνθρωπο.

5. Να υπάρχει διαθεσιμότητα και αξιοπιστία των πηγών.

6. Να γίνεται χρήση πρόσφατων στατιστικών δεδομένων.

7. Να γίνεται ολιστική προσέγγιση που να περιλαμβάνει ποιοτικούς και ποσοτικούς όρους.

Οι κατηγορίες των δεικτών που περιλαμβάνουν οι δείκτες βιωσιμότητας είναι οι κοινωνικοί, οικονομικοί και περιβαλλοντικοί δείκτες και αναλύονται παρακάτω.

Κοινωνικοί Δείκτες

- Πληθυσμός και πληθυσμιακή πυκνότητα
- Η πρόσβαση σε υπηρεσίες σε μικρή απόσταση (επίπεδο γειτονιάς)
- Ποσοστά εγκληματικότητας
- Δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης
- Στέγαση
- Ποιότητα Δημόσιου Χώρου
- Ποσοστό δρόμων που βρίσκονται σε καλή κατάσταση
- Ποσοστό κάλυψης χώρων πρασίνου (δημόσια πάρκα) σε σχέση με την περιοχή και το μέγεθος του πληθυσμού
- Αριθμός των σχολείων με προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης
- Ποσοστό αλφαριθμητισμού ενηλίκων
- Ποσοστό θνησιμότητας
- Προσδόκιμο ζωής
- Ποσοστό του πληθυσμού με πρόσβαση σε υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης

Οικονομικοί Δείκτες

- Ποσοστά ανεργίας/ Θέσεις εργασίας
- Ρυθμός υποαπασχόλησης/απασχόλησης/ανεργίας
- Οικονομική Ανάπτυξη
- Ετήσιος ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ
- Εθνικό εισόδημα
- Παραγωγικότητα οικονομίας
- Βιομηχανική παραγωγή
- Σταθερότητα ανάπτυξης

Περιβαλλοντικοί Δείκτες

- Πράσινοι χώροι
- Ποσοστό προστατευόμενων περιοχών/ταμιευτήρων/ ποταμών-λιμνών/ πάρκων σε σχέση με τη συνολική έκταση
- Ποσοστό των δέντρων στην πόλη σε σχέση με την περιοχή της πόλης και το μέγεθος του πληθυσμού

- Μείωση των αερίων του θερμοκηπίου- Ενεργειακή αποδοτικότητα
- Συνολικό ποσό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά πόλη και ανά κάτοικο
- Ποσοστό της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στην πόλη και προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές
- Μέσος χρόνος μετακίνησης και κόστος
- Ποιότητα νερού/ Διαθεσιμότητα
- Συνολικό ποσό διαθεσιμότητας νερού
- Δείκτης ποιότητας νερού
- Ποσοστό του πληθυσμού που έχει πρόσβαση σε επαρκή και ασφαλές πόσιμο νερό

Η ερευνητική κοινότητα έχει συμβάλει αρκετά στην ανάπτυξη των δεικτών για την ορθολογική υποστήριξη των αποφάσεων της ανάπτυξης και του σχεδιασμού. Όμως λίγοι είναι τελικά οι δείκτες που πληρούν τα κριτήρια και ανταποκρίνονται στη ρεαλιστική ανάγκη μέτρησης της βιωσιμότητας. Αυτό συμβαίνει γιατί κάποιοι δείκτες είναι τεχνολογικά ακατόρθωτο να εφαρμοστούν, καθώς είναι δυσνόητοι (άρα δύσκολα αποδεκτοί) και τέλος επειδή δεν έχουν βρεθεί τα σωστά δεδομένα. Για τη συγκεκριμένη παρούσα μελέτη, στο κατάλογο των περιβαλλοντικών δεικτών, έρχεται να προστεθεί άλλος ένας δείκτης, ο δείκτης θέασης του ουρανού.



Σχήμα 1: Βιωσιμότητα ως τομή της κοινωνικής - περιβαλλοντικής - οικονομικής ανάπτυξης
Πηγή: <https://www.novitron.gr/>

2.3 Δείκτης Θέασης του Ουρανού

Το ποσοστό θέασης του ουρανού ανά οποιαδήποτε περιοχή στον κόσμο, αποτελεί ένα ζήτημα το οποίο δεν έχει απασχολήσει εις βάθος την επιστημονική κοινότητα. Μάλιστα, στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι κατά το πέρασμα όλων των προηγούμενων δεκαετιών έως και σήμερα, η μελέτη του ποσοστού θέασης του ουρανού δεν αφορά το σκοπό αυτό κάθε αυτό, αλλά ένα στάδιο της (μελέτης) για την αξιολόγηση ενός άλλου φαινομένου (συνδεδεμένου με τον αστικό ιστό). Η μοναδική μελέτη η οποία εστιάζει στον υπολογισμό του ποσοστού θέασης του ουρανού αφορά το δείκτη θέασης του ουρανού SVF (Johnson et al., Oke). Ως επί των πλείστον, θα πρέπει αρχικά να σημειωθεί ότι ο παράγοντας θέασης του ουρανού σχετίζεται άμεσα με την παρουσία κτιρίων, την ύπαρξη δέντρων και γενικότερα στοιχείων που λειτουργούν ως εμπόδια στη θέαση του ουρανού από το επίπεδο του οδικού δικτύου.

Ωστόσο πέρα από τη μελέτη που προαναφέρθηκε και εστιάζει στον υπολογισμό του SVF, οι υπόλοιπες μελέτες που διεξάχθηκαν, αντιμετωπίζουν το ποσοστό ως ένα δείκτη που απλά περιλαμβάνεται στην εξίσωση ενός μαθηματικού μοντέλου για την αξιολόγηση κάποιου άλλου φαινομένου. Η παρούσα διπλωματική εργασία εν αντιθέσει με τις προηγούμενες σχετικές μελέτες, εστιάζει κυρίως στον υπολογισμό του ποσοστού θέασης του ουρανού ως ένα ανεξάρτητο περιβαλλοντικό δείκτη. Ο λόγος για τον οποίο η μελέτη εστιάζει σε αυτό το σημείο, δεν είναι άλλος πέρα από το γεγονός ότι το ποσοστό αυτό αποτελεί μία ειδική σημαντική παράμετρος από μόνη της, καθώς συμβάλει σε οποιαδήποτε μελέτη που αφορά τον αστικό ιστό όπως:

- 1) Βιοκλιματικός σχεδιασμός της πόλης
- 2) Περιβαλλοντικός σχεδιασμός της πόλης
- 3) Αξιολόγηση του αστικού εξαερισμού
- 4) Δημιουργία Ηλιακού Κτηματολογίου
- 5) Μεγιστοποίηση της παροχής προστασίας – καταφυγίου από ισχυρούς ανέμους για τους πεζούς
- 6) Η μεγιστοποίηση της πρόσβασης της ηλιακής ακτινοβολίας για την καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και την εξασφάλιση επαρκούς φυσικού φωτισμού στα κτίρια
- 7) Αξιολόγηση ακινήτων

Επομένως, για όλες τις παραπάνω μελέτες (και για οποιαδήποτε μελλοντική άλλη χρήση του ποσοστού) θα πρέπει όπως είναι κατανοητό, το ποσοστό θέασης του ουρανού να αποτελέσει ένα ξεχωριστό αντικείμενο μελέτης το οποίο θα είναι προσεγγίσιμο όχι μόνο από την επιστημονική κοινότητα αλλά και από οποιοδήποτε πολίτη (προϋποθέσεις περιβαλλοντικού δείκτη). Ταυτόχρονα, το ποσοστό αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ακόμη για την εύρεση κατοικιών σε διαμπερείς περιοχές ή και για τη συσχέτιση του με πληθυσμιακά, κοινωνικά ή οικονομικά φαινόμενα.

Εν κατακλείδι, ο δείκτης θέασης του ουρανού, αποτελώντας ένα καινούργιο δείκτη βιωσιμότητας θα μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση της επίτευξης του στόχου της αειφορίας, στην ανάλυση της σχέσης μεταξύ των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων και του περιβάλλοντος, στην ευρεία συμμετοχή των πολιτών στη λήψη αποφάσεων και τα αποτελέσματά του μπορούν να ανατροφοδοτούν την πολιτική διαδικασία ώστε να γίνονται οι απαραίτητες ρυθμίσεις και διορθώσεις. Σε ένα γενικό πλαίσιο, δεν θα πρέπει να ξεχνιέται ότι με την υιοθέτηση καινούργιων δεικτών (σε συνδυασμό με τους σημερινούς δείκτες) μπορούν ευκολότερα να προσδιοριστούν τα ζητήματα προτεραιότητας, έτσι ώστε να κατευθυνθεί η συλλογή στοιχείων και πληροφοριών (Οικολογική Επιθεώρηση, 2013).

2.3.1 Δείκτης Θέασης Ουρανού & Ελάχιστη Απόσταση Κτιρίων

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι το ποσοστό θέασης του ουρανού ουσιαστικά αντικατοπτρίζει ένα σημαντικό μέγεθος το οποίο φανερώνει και εκείνο το μέτρο της βιωσιμότητας της εκάστοτε πόλης. Το μέγεθος αυτό, αφορά την επιτρεπόμενη ελάχιστη απόσταση των κτιρίων μεταξύ τους. Ουσιαστικά, ένα μεγάλο ποσοστό θέασης του ουρανού φανερώνει και μεγάλη απόσταση των κτιρίων μεταξύ τους (καθώς δεν υπάρχουν εμπόδια), ενώ αντιθέτως, μικρό ποσοστό σημαίνει και μικρή απόσταση ανάμεσα στα κτίρια. Η απόσταση αυτή (η οποία χρησιμοποιείται όχι μόνο για τη μέτρηση της βιωσιμότητας αλλά και για την ασφαλέστερη αντιμετώπιση ενός μελλοντικού σεισμού), συμβατικά υπολογίζεται με την SRSS μέθοδο και τις κοινοτικές οδηγίες ASCE 7. Παρακάτω, αποδίδεται η ελάχιστη απόσταση των κτιρίων με μαθηματικό τύπο:

Αρχικά, υπολογίζεται ο δείκτης δ_M – μέγιστη ελαστική εκτροπή για κάθε κτίριο μέσα από τη σχέση (2.1):

$$\frac{\delta_M = C_d \delta_{max}}{I} \quad (2.1)$$

Όπου:

C_d = Παράγων ενίσχυσης παραμόρφωσης από τις οδηγίες ASCE 7

δ_{max} = μέγιστη ελαστική μετατόπιση του κτιρίου

I = Συντελεστής σημαντικότητας από το ASCE 7

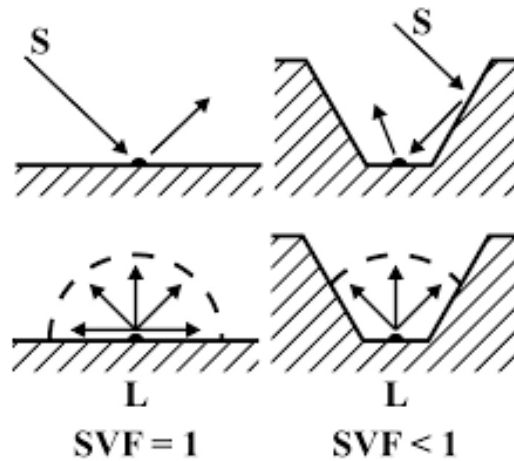
Ο τελικός τύπος της ελάχιστης απόστασης μεταξύ δύο κτιρίων δίνεται από τη σχέση (2.2):

$$\delta_{MT} = \sqrt{(\delta_{M1})^2 + (\delta_{M2})^2} \quad (2.2)$$

Επομένως, μετά την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας (ποσοστού θέασης του ουρανού), θα διεξαχθεί εύκολα το συμπέρασμα αν το πλάτος του εκάστοτε δρόμου μεταξύ δύο κτιρίων θεωρείται επαρκές ή όχι για να χαρακτηριστεί βιώσιμη η πόλη στο σημείο αυτό (χωρίς τη χρήση του παραπάνω μαθηματικού τύπου).

2.4 Παράγοντας Όρασης Ουρανού (SVF)

Η πιο σημαντική ίσως θεωρητική έννοια που πρέπει να αναλυθεί για τη παρούσα διπλωματική εργασία είναι ο Παράγοντας Όρασης Ουρανού (Sky View Factor). Σύμφωνα με τη θεωρία του Oke, ο παράγοντας εκείνος (SVF) αντιπροσωπεύει το εμπόδιο του ορατού ουρανού σε ένα ημισφαίριο (εφαρμόζεται μονάχα σε eye-fish εικόνες) το οποίο παραμένει τοποθετημένο στο κέντρο της υπό -ανάλυση τοποθεσίας. Ο παράγοντας θέασης του ουρανού συσχετίζεται με την παρουσία κτιρίων, την ύπαρξη δέντρων και γενικότερα στοιχείων που λειτουργούν ως εμπόδια στη θέαση του ουρανού. Ορίζεται ως το μέτρο της στερεάς γωνίας θέασης του ουρανού από ένα σημείο του αστικού χώρου. Όταν το SVF ισούται με τη μονάδα (SVF=1), τότε αυτό σημαίνει ότι η ακτινοβολία η οποία απελευθερώνεται από μία επιφάνεια απορροφάτε πλήρως από τον ουρανό (ο ουρανός είναι καθαρός, χωρίς εμπόδια), ενώ το SVF=0 σημαίνει ότι η ακτινοβολία εμποδίζεται πλήρως από εμπόδια (εικόνα γεμάτη από εμπόδια).



Σχήμα 2: Σχηματική Απεικόνιση του SVF
Πηγή: Oke, 1988

Με βάση τη παραπάνω θεωρία του Oke, για έναν δρόμο απείρου μήκους ο δείκτης SVF ονομάζεται ψ_s υπολογίζεται ως εξής:

Ο συντελεστής ψ_w του κάθε τοίχου προκύπτει από τη σχέση (2.3):

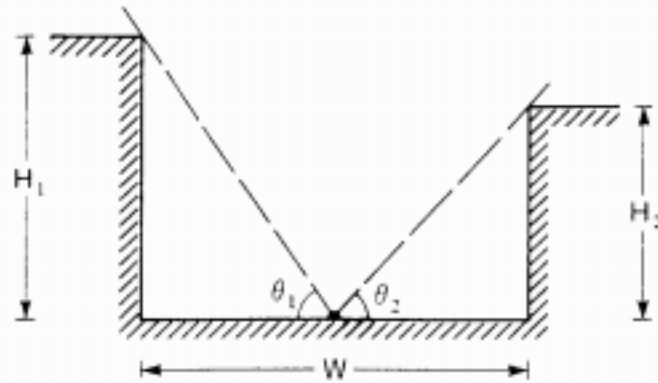
$$\psi_w = (1 - \cos(\theta)) / 2 \quad (2.3)$$

Ο συντελεστής θέασης του ουρανού του δρόμου δίνεται από τη σχέση (2.4):

$$\psi_s = 1 - (\psi_{w1} + \psi_{w2}) \quad (2.4)$$

Για δρόμους με συμμετρική τομή ο ψ_s προκύπτει απλά από τη σχέση (2.5):

$$\psi_s = \cos(\theta) \quad (2.5)$$



Εικόνα 1: Τομή ενός Φαραγγιού
Πηγή: Oke, 1988

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο Δείκτης SVF αποτελεί μία αστική παράμετρος βαρύνουσας σημασίας η οποία «περιγράφει τις εναλλαγές μεγάλου μήκους κύματος μέσα στο αστικό τοπίο»(Oke 1998). Όπως είναι αναμενόμενο, τα αποτελέσματα του δείκτη SVF εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό από τη παρουσία και το μέγεθος των γύρω κτιρίων (Oke 1998, Sakakibara 1996). Ως εκ τούτου, η παρουσία του δείκτη SVF διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη συσχέτιση μεταξύ της ύπαρξης των κτιρίων και του αστικού θερμικού περιβάλλοντος.

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί το γεγονός ότι κατά το παρελθόν έχουν υπάρξει ορισμένες προσπάθειες για τον υπολογισμό αυτού του δείκτη, οι οποίες εν τέλει διαιρούνται σε τρεις κατηγορίες:

- Αναλυτική Μέθοδος:
Η Αναλυτική μέθοδος χρησιμοποιεί εξισώσεις και γεωμετρικά χαρακτηριστικά προκειμένου να υπολογίσει το δείκτη SVF. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μέθοδος που υπολογίζει το δείκτη SVF στο κέντρο ενός συμμετρικού φαραγγιού με άπειρο μήκος (Oke 1981, Johnson et al. 1984).
- Fish-eye Φωτογραφική Μέθοδος:
Η δεύτερη μέθοδος αφορά το ημισφαιρικό περιβάλλον σε ένα κυκλικό επίπεδο. Αυτή η μέθοδος (όπως η μέθοδος του RayMan) απευθύνεται σε ρεαλιστικά, πολύπλοκα περιβάλλοντα και όχι την εκτίμηση του δείκτη SVF σε ένα θεωρητικό περιβάλλον.
- Μέθοδος του Αριθμητικού Μοντέλου:
Η τρίτη και τελευταία μέθοδος αναπτύχθηκε για τον υπολογισμό του δείκτη SVF σε ένα θεωρητικό υπόβαθρο του αστικού περιβάλλοντος. Αυτή η μέθοδος μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις υπό-κατηγορίες: στα αυτόνομα προγράμματα (Bruse et al. 1998, Teller et al. 2001), CAD plug-ins (SHU 2009, CHEN 2010, CHENG 2012) & μη σχεδιαστικά (No CAD) plug-ins (Rattie et al. 2004, Gal et al. 2007, Gal et al. 2009).

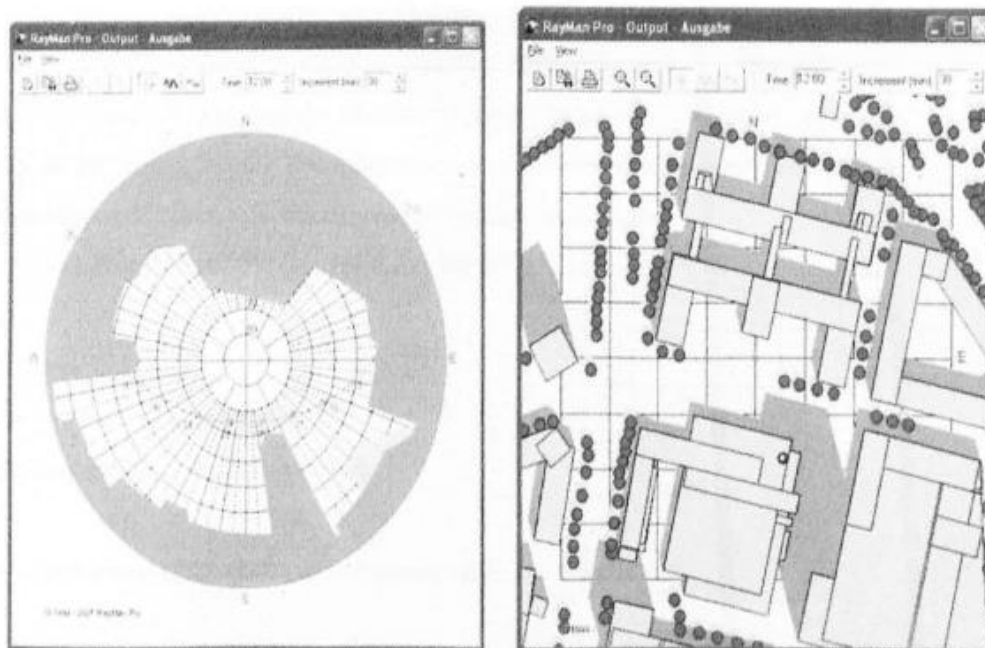
Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο δείκτης SVF δεν είναι απόλυτα ταυτισμένος τον υπολογισμό του ποσοστού του ουρανού της παρούσας μελέτης. Αυτό συμβαίνει διότι όλα τα μοντέλα που έχουν δημιουργηθεί κατά το παρελθόν, δεν αναφέρονται στον υπολογισμό του ποσοστού του ουρανού μίας εικόνας με τη χρήση των pixels της εικόνας. Αντιθέτως, οι παλαιότεροι υπολογισμοί βασίζονται ως επί των πλείστων σε περιβαλλοντικούς παράγοντες της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης (όπως η θερμική ακτινοβολία) καθώς και σε περίπλοκα μαθηματικά μοντέλα.

2.5 Μοντέλα Υπολογισμού SVF

2.5.1 Μοντέλο Rayman

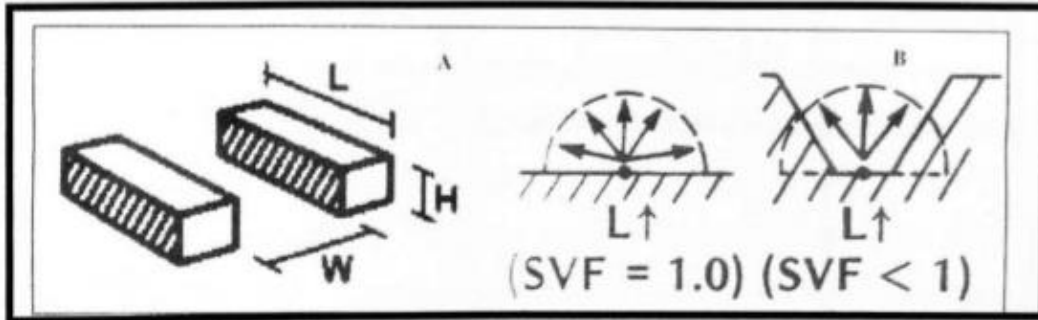
Ένα από τα μοντέλα που αφορά τον υπολογισμό του δείκτη του ποσοστού του ουρανού σε μία εικόνα είναι και το μοντέλο RayMan, το οποίο αναπτύχθηκε στο μετεωρολογικό ινστιτούτο του πανεπιστημίου Freiburg στη Γερμανία (δεύτερη κατηγορία υπολογισμού SVF- Fish Eye Φωτογραφική Μέθοδος). Το μοντέλο αυτό, είναι κατάλληλα τοποθετημένο για να υπολογίσει ροές ακτινοβολίας αλλά και τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας καθώς και το δείκτη θερμικής άνεσης PET (φυσιολογική ισοδύναμη θερμοκρασία). Είναι συμβατό με το λογισμικό Windows και μπορεί να αναλύσει σύνθετες αστικές δομές και άλλα περιβάλλοντα.

Ουσιαστικά το μοντέλο RayMan αναπτύχθηκε βάσει των κατευθυντήριων οδηγιών της Γερμανικής Μηχανικής Κοινότητας (German Engineering Society) και απαιτεί ορισμένα βασικά μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία αέρα, υγρασία αέρα, νέφωση, χρονικά δεδομένα και ταχύτητα ανέμου) για τον υπολογισμό πυκνοτήτων ροής ακτινοβολίας και κοινών δεικτών θερμικής άνεσης για το θερμικό βιοκλίμα. Επιπλέον, πρέπει να ληφθούν και άλλοι παράγοντες υπόψιν στο συγκεκριμένο μοντέλο, όπως τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κτηρίων και η βλάστηση.



Εικόνα 2: Υποδειγματική fish-eye εικόνα & αντίστοιχος χάρτης
Πηγή: Oke, 1981

Ωστόσο, το μοντέλο RayMan πέρα από τα διάφορα μεγέθη ακτινοβολιών είναι ικανό να υπολογίσει και ένα δείκτη ο οποίος ονομάζεται Παράγοντας όρασης ουρανού (SVF). Ο Παράγοντας όρασης ουρανού- Sky View Factor όπως έχει ήδη αναφερθεί, (κεφάλαιο 2.5) είναι μία μη διαστασιοποιημένη παράμετρος με τιμές μεταξύ μηδέν και ένα. Αντιπροσωπεύει το εμπόδιο του ορατού ουρανού σε ένα ημισφαίριο (εφαρμόζεται μονάχα σε eye-fish εικόνες) το οποίο παραμένει τοποθετημένο στο κέντρο της υπό -ανάλυση τοποθεσίας.



Σχήμα 3: α) Σχηματική Απεικόνιση του H (ύψους) & W (απόστασης) των κτιρίων β) Σχηματική απεικόνιση του SVF σε ουράνιο θόλο

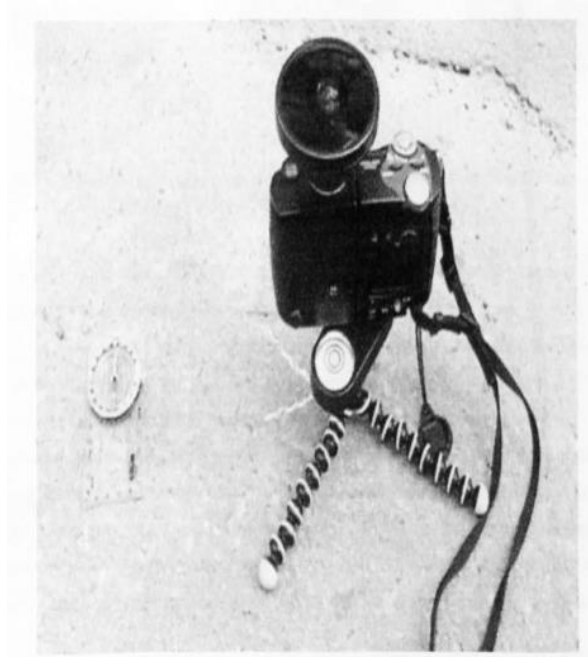
Πηγή: Oke, 1981

Διάφοροι παράγοντες όρασης ουρανού (SVF) απαιτούν διάφορα ποσά ακτινοβολίας και προφανώς διάφορα ποσά ενέργειας. Για παράδειγμα, για ένα σημείο που δίνει τιμή $SVF=1$ (ολόκληρος ο ουρανός είναι ορατός), είναι δυνατόν να εισέρχεται είτε αντικατοπτρισμένη μεγάλου κύματος είτε μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία. Όμως, συμβαίνει μία αύξηση στην εισερχόμενη μεγάλου μήκους ακτινοβολία που εκπέμπεται από τις επιφάνειες που εμποδίζουν τον ήλιο. Ο SVF λοιπόν παίζει καθοριστικό ρόλο για παράδειγμα στην αστική κλιματολογία (Oke 1987), στη δασική κλιματολογία (Holmer κ.α 2001), στην ανθρώπινη βιομετεωρολογία (VDI 1998, Matzarakis 2001, Lin κ.α. 2010). Είναι ευρέως χρησιμοποιούμενος σαν μία σημαντική παράμετρος στην μοντελοποίηση θερμικών φαινομένων. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μία ποικιλία νέων επιστημονικών τομέων, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Richert 2010) και στον αστικό σχεδιασμό (Lin κ.α. 2010).

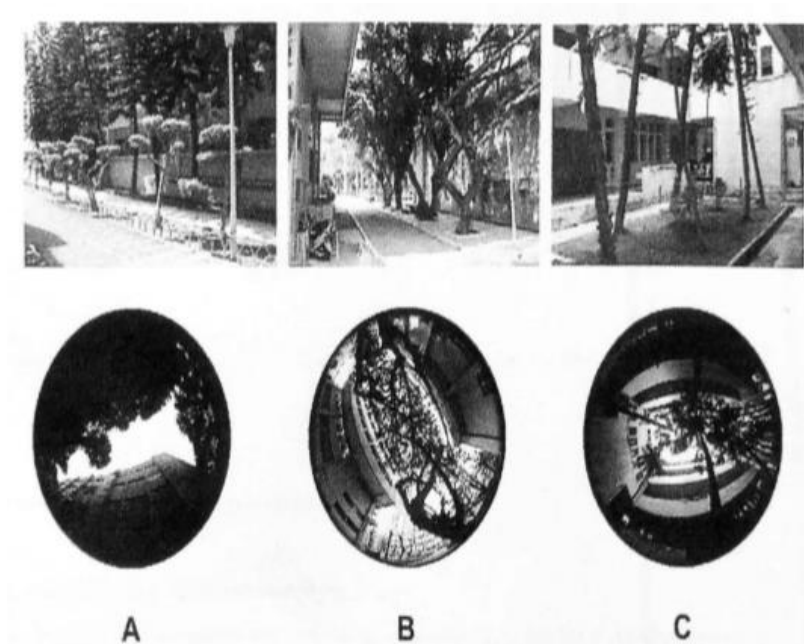
Πολλά αριθμητικά μοντέλα έχουν χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του SVF και πολλές μέθοδοι για την αξιολόγηση του έχουν αναπτυχθεί. Ο υπολογισμός του μοντέλου RayMan επιτυγχάνεται με εύκολο και αξιόπιστο τρόπο.

Το ασφαλές συμπέρασμα το οποίο εξάγεται από τη θεωρία του μοντέλου του RayMan είναι ότι τα βέλτιστα αποτελέσματα από μία πόλη πλήρως επίπεδη. Έτσι δεν θα υπήρχε κάποιο εμπόδιο και η εισαγωγή των τοπογραφικών δεδομένων θα γινόταν στο ελάχιστο χρόνο. Όμως, επειδή οι συνθήκες δεν είναι ιδανικές βρέθηκε ένας τρόπος για να υπάρχουν τα όσο δυνατόν βέλτιστα αποτελέσματα ανά συνθήκη.

Ο τρόπος αυτός δεν είναι άλλος από τη λήψη ειδικών φωτογραφιών (fish eye image), με ειδικό φακό ο οποίος αποτυπώνεται στη παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 3: Όργανο λήψης fish-eye εικόνων
Πηγή: Hammerle, Gal, Unger, Matzarakis 2011



Εικόνα 4: Ενδεικτικές fish-eye εικόνες
Πηγή: T.-P. Lin κ.α./ Building & Environment 45 (2010), pages 213-221

Χαρακτηριστικά παραδείγματα του ειδικού αυτού πανοραμικού φακού αποτυπώνονται στις παραπάνω φωτογραφίες. Ο φακός αυτός, είναι ενσωματωμένος στη κάμερα και η κάμερα στηρίζεται σε τρίποδο στο επίπεδο του εδάφους. Αποτελεί μία σχετικά απλή και πρακτική μέθοδο, αφού μπορεί να μετακινηθεί το σύστημα αυτό γρήγορα και εύκολα. Αυτό, έχει σαν αποτέλεσμα να λαμβάνονται περισσότερες εικόνες και επομένως να αποτυπώνονται καλύτερα σε εκείνες τα εμπόδια και η βλάστηση. Εξάλλου, σε αυτές τις φωτογραφίες φαίνεται η υπό-ανάλυση σημείο το ποσοστό του ελεύθερου ουρανού σε συνδυασμό με φυσικά και τεχνητά εμπόδια (βλάστηση, κτίρια, κτλ).

Εν κατακλείδι, το μοντέλο RayMan είναι ένα μοντέλο περισσότερο εστιασμένο σε πολλούς παράγοντες σχετικοί με την θερμική ενέργεια και λιγότερο εστιασμένο στο ποσοστό θέσης του ουρανού. Το πλεονεκτήματα του αφορούν σαφέστατα την ακρίβεια των αποτελεσμάτων και την εύκολη διεξαγωγή τους (φιλικό προς το χρήστη πρόγραμμα). Παρόλα αυτά, το μοντέλο αυτό ζητάει αρκετούς παράγοντες σχετικούς με το περιβάλλον και απαιτεί τη χρήση ειδικών εικόνων, γεγονός το οποίο περιορίζει την ευρεία του χρήση από τον οποιοδήποτε χρήστη.

2.5.2 Αλγόριθμος Grasshopper

Ένα παράδειγμα της τρίτης μεθόδου του υπολογισμού του δείκτη SVF (μέθοδος του αριθμητικού μοντέλου) αποτελεί και ο αλγόριθμος Grasshopper. Πιο συγκεκριμένα, το GH είναι ένας γραφικός αλγόριθμος στενά συνδεδεμένος με τα εργαλεία του Rhino's 3D Model.

Αναλυτικότερα, με τη βοήθεια του GH Αλγόριθμου, ο χρήστης εξάγει τα διανυσματικά δεδομένα των κτιρίων και παράλληλα δημιουργεί τον υπολογιστικό κάναβο που χρειάζεται για τον υπολογισμό του SVF. Όταν ο υπολογισμός ολοκληρωθεί, τα αποτελέσματα του δείκτη SVF εξάγονται σε ένα αρχείο Excel και οπτικοποιούνται τρισδιάστατα. Ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιείται για δύο διαφορετικές μεθόδους, οι οποίες αναλύονται ακριβώς παρακάτω:

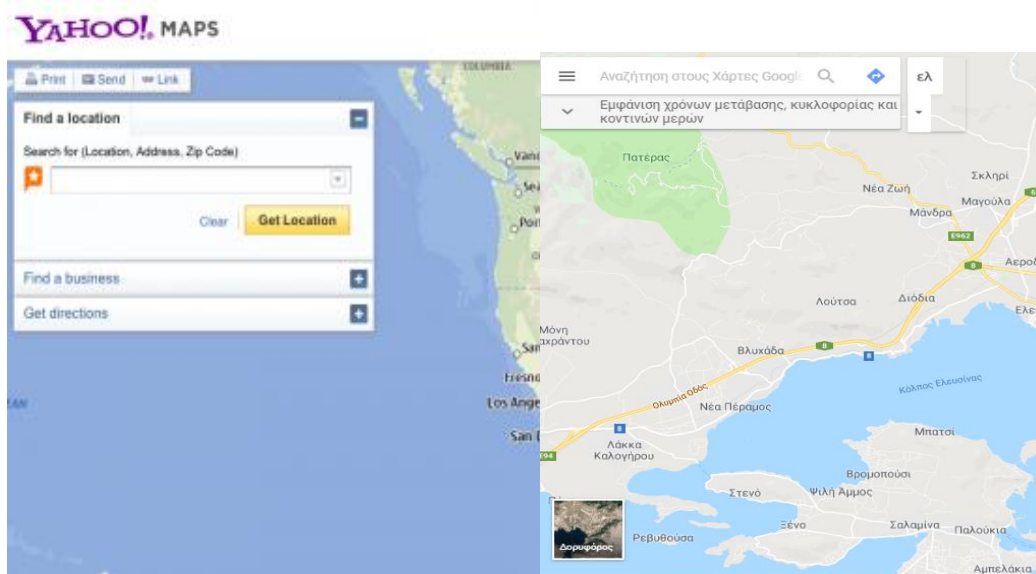
- 1) Μέθοδος υπολογισμού του δείκτη SVF για ένα σημείο
Η μέθοδος αυτή προτάθηκε από τον Gal (2009) και υιοθετήθηκε για τον υπολογισμό του δείκτη SVF για ένα σημείο. Η μέθοδος αυτή, βασίζεται σε 4 κλειδιά – βήματα. Το πρώτο βήμα αφορά τη δημιουργία ενός ημισφαιρίου σε ένα τρισδιάστατο (3D) μοντέλο και η σωστή τοποθέτηση του κέντρου του ημισφαιρίου. Το δεύτερο βήμα αφορά τη διαίρεση του ημισφαιρίου σε ίσα τμήματα. Το τρίτο βήμα αφορά τον υπολογισμό της γωνίας στροφής για κάθε τμήμα. Το τέταρτο βήμα αφορά τον υπολογισμό του δείκτη SVF.
- 2) Μέθοδος υπολογισμού του δείκτη SVF σε ένα συνεχές πεδίο
Η δεύτερη μέθοδος περιλαμβάνει τα εξής τρία βήματα: Αρχικά, τον ορισμό της περιοχής μελέτης. Στη συνέχεια, την ορθή κατανομή των σημείων για τα οποία θα υπολογιστεί ο δείκτης μέσα στη περιοχή μελέτης. Τρίτο και τελευταίο βήμα αποτελεί ο ίδιος ο υπολογισμός του δείκτη των επιθυμητών σημείων (ακολουθώντας το μοντέλο της πρώτης μεθόδου). Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα κτίρια που βρίσκονται μέσα στη περιοχή μελέτης θα ληφθούν υπόψη κατά τη διάρκεια του υπολογισμού του δείκτη SVF.

Ο αλγόριθμος αυτός λόγω των αρκετών μαθηματικών πράξεων που περιλαμβάνει, ακολουθεί τη μέθοδο του αριθμητικού μοντέλου. Η μέθοδος αυτή εν τέλει, αποτελεί μία χρονοβόρα διαδικασία η οποία ωστόσο δίνει ακριβή αποτελέσματα.

2.6 Εικόνες Google Street View

Μία σημαντική πηγή δεδομένων πάνω στην οποία βασίζεται ο αλγόριθμος εύρεσης του ποσοστού θάσσης του ουρανού αποτελούν οι εικόνες Google Street View (της εταιρείας Google). Στο παρόν κεφάλαιο αναλύεται αρχικά η φύση των δεδομένων αυτών και στη συνέχεια η πολιτική της Google ως προς τα δικαιώματά τους.

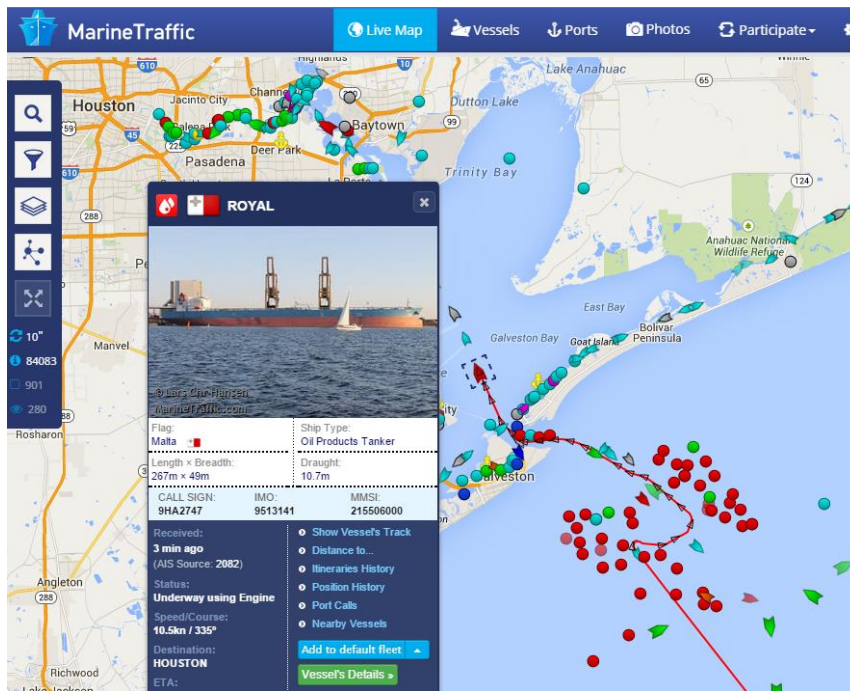
Το 2004, η εταιρεία Google λάνσαρε τις τεχνολογίες με την ονομασία «Where 2 Technologies» ρίχνοντας τα θεμέλια για την ανάπτυξη μίας εφαρμογής η οποία ειδικεύεται στην αναζήτηση και στη δημιουργία ψηφιακών χαρτών και γεωχωρικών δεδομένων. Στις 8 Φεβρουαρίου του 2004 η εταιρεία Google παρουσίασε τους χάρτες Google οι οποίοι αρχικά απευθυνόντουσαν μονάχα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Έπειτα, ακολούθησε η επέκταση της υπηρεσίας στο Ηνωμένο Βασίλειο, τη Βόρεια Ευρώπη και την Αυστραλία. Ωστόσο, οι χάρτες Google Maps δεν αποτελούσαν τη μοναδική εφαρμογή χαρτογραφικής απεικόνισης και πλοήγησης εκείνη την εποχή (έως και σήμερα). Τόσο η εταιρεία Yahoo όσο και η MapQuest είχαν αναπτύξει πλατφόρμες ψηφιακών χαρτών. Επίσης, η ιστοσελίδα www.multimaps.com (η οποία αργότερα αποκτήθηκε από την εταιρεία Microsoft για τη δημιουργία των γνωστών σήμερα χαρτών της Bing) ήταν η πρώτη επιλογή της Βρετανίας για την αναζήτηση διεύθυνσης καθώς και των κατευθυντήριων γραμμών της (πλοήγηση).



Εικόνα 5: Περιβάλλον Yahoo Maps vs Google Maps

Πηγή: Yahoo Maps & Google Maps

Η εταιρεία Google έχοντας την ανάγκη να γίνει ευρέως γνωστή η ιδέα της υπηρεσίας Google Maps, δημιούργησε το Google Maps Api (Application Programming Interface). Με αυτό το interface, είναι δυνατόν να ενσωματωθούν οι χάρτες Google σε ιστοσελίδες και web εφαρμογές. Τον Ιανουάριο του 2006, η εταιρεία Google σηματοδοτεί ακόμη μία νίκη με τη δημιουργία των δορυφορικών δεδομένων της Google Earth. Το ίδιο έτος ακολούθησε η δημιουργία της εφαρμογής Google Street View για τις ΗΠΑ και μέχρι το 2008 απευθυνόταν και σε άλλα μέρη όπως στην Ιαπωνία, την Ευρώπη και την Αυστραλία. Όσον αφορά την Ελλάδα, το Google Street View ξεκίνησε στη Θεσσαλονίκη το Μάιο του 2014 και ακολούθησε λίγες μέρες μετά στην Αθήνα. Παρακάτω, αποδίδεται ένα παράδειγμα της χρήσης του Google Maps και πιο συγκεκριμένα, το Interface της εφαρμογής Marine Traffic.



Εικόνα 6: Αξιοποίηση των χαρτών της Google από το site "Marine Traffic"
Πηγή: www.marinetraffic.com

Η «χαρτογραφική επανάσταση» ωστόσο, δεν περιορίστηκε μονάχα στην εύρεση και πρόσβαση των γεωγραφικών δεδομένων. Αντιθέτως, επεκτάθηκε στο τομέα της συμμετοχής, της αλληλεπίδρασης και της επικοινωνίας του χρήστη με το εργαλείο «Google Map Marker». Οι χάρτες Google Maps έχουν αναμφίβολα αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο χειριζόμαστε τα γεωγραφικά δεδομένα. Στη πραγματικότητα οι χάρτες Google Maps έχουν διαμορφώσει την αντίληψή μας για τις γεωγραφικές πληροφορίες και τις επιστήμες της Γης. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των εικόνων της Google, το οποίο τις καθιστά απαραίτητες για την ανάπτυξη ενός τόσο σπουδαίου εργαλείου (Google Maps) δεν αποτελεί η ελεύθερη προς όλους διαθεσιμότητά τους. Αντιθέτως, το κύριο πλεονέκτημα τους είναι ότι χρησιμοποιούνται ευρέως από όλη την υφήλιο και έχουν επιστημονική τεκμηρίωση.

Άλλωστε, υπάρχουν πολλές διαφορετικές εφαρμογές διαδικτυακών χαρτών οι οποίες «τρέχουν» τα δεδομένα τους ελεύθερα και βασίζονται σε εθελοντικές κοινότητες των χρηστών (βασισμένες στη λογική των ελεύθερων γεωχωρικών δεδομένων) όπως το Open Street Map. Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή της παρούσας εργασίας, η άντληση των δεδομένων έγινε από την υπηρεσία της Google – Google Street View, χρησιμοποιώντας «ελεύθερες» raster εικόνες και όχι «ελεύθερα» διανυσματικά δεδομένα από το Open Street Map. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να αναφερθεί ότι μπορεί τα δεδομένων των Χαρτών της Google να μην έχουν κόστος (οικονομικό), αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι είναι και ελεύθερα ως προς την απόκτηση των πνευματικών δικαιωμάτων. Αναλυτικότερα, τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται από την εταιρεία της Google προέρχονται από δύο μεγάλες εταιρείες χαρτογράφησης, την NAVTEQ & Tele Atlas. Επομένως, όταν γίνεται συλλογή των δεδομένων από τη Google Maps, τότε δημιουργείται ένα παραγόμενο προϊόν (project) και όχι ένα καινούργιο προϊόν. Όπως είναι λογικό, τα δεδομένα οποιουδήποτε project διατηρούν τη προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων της πηγής. Εν κατακλείδι, στη πράξη αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα του Google Maps υπόκεινται σε περιορισμούς από τον αρχικό πάροχο δεδομένων.

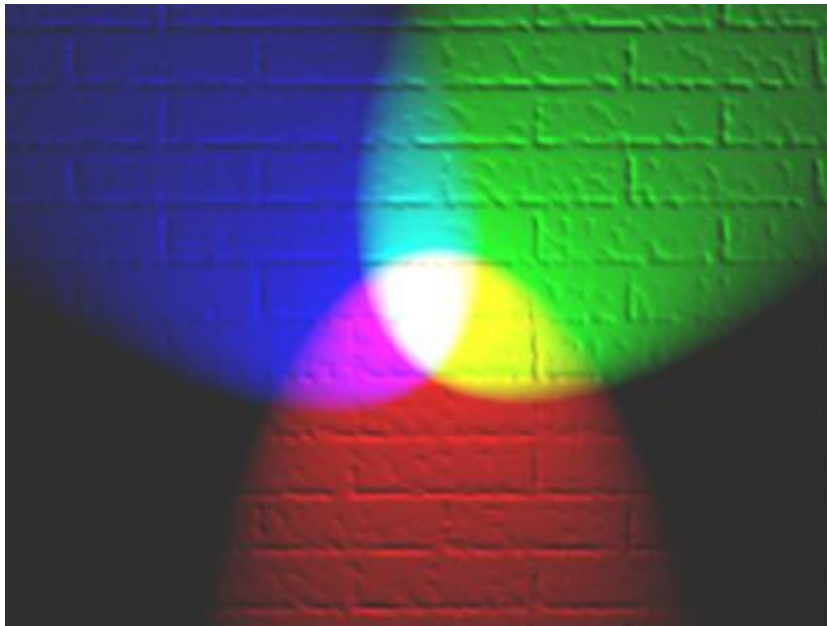
Πέραν όμως των πνευματικών δικαιωμάτων, μία άλλη εφαρμογή της εταιρείας Google η οποία έχει βαρύνουσα σημασία για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, αποτελεί η υπηρεσία του κλειδιού Google Api (API Key). Το κλειδί αυτό, αποτελεί ένα μοναδικό αριθμό το οποίο προσφέρεται σε κάθε συνδεδεμένο χρήστη της υπηρεσίας Google. Ο αριθμός αυτός χρησιμοποιείται σε κώδικες προγράμματος (κυρίως της προγραμματιστικής γλώσσας Javascript) και κατά αυτό τον τρόπο συμπεριλαμβάνονται σε μία εφαρμογή (ή μία ιστοσελίδα) όχι μόνο ο χάρτης σαν υπόβαθρο αλλά και σύνθετες λειτουργίες του χάρτη (όπως η λήψη των εικόνων του Google Street View). Ο αριθμός αυτός μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ελεύθερα μέχρι τον Ιούλιο του 2018. Από τις 26 Ιουλίου του 2018 και έπειτα, η χρήση του Google Map Api Key, συμπεριλήφθηκε στη τιμολογιακή πολιτική της εταιρείας Google, οδηγώντας έτσι το χρήστη να πληρώνει οποιαδήποτε εμπλοκή των χαρτών της Google σε οποιοδήποτε προγραμματιστική εφαρμογή. Η τιμολογιακή αυτή πολιτική αναλύεται στην ιστοσελίδα [developers.google](https://developers.google.com/maps/terms) ανάλογα τις λειτουργίες και τα είδη εικόνας - χαρτών που ζητάτε να χρησιμοποιηθούν (παραδείγματος χάρη διαφορετική τιμή εφαρμόζεται στις εικόνες Street View Panorama, από τις απλές εικόνες Street View). Η πολιτική αυτή ουσιαστικά αποτέλεσε το τροχοπέδη στο τελικό στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας η οποία αρχικά στόχευε στη δημιουργία ενός ελεύθερου ιστότοπου για τον υπολογισμό του ποσοστού θέασης του ουρανού από οποιοδήποτε χρήστη.

2.7 Χρωματικό Μοντέλο RGB

Το έγχρωμο μοντέλο RGB αποτελεί ένα χρωματικό μοντέλο στο οποίο η απόχρωση του κόκκινου, του πράσινου και του μπλε αναμειγνύονται μεταξύ τους προκειμένου να αναπαραχθεί ένα ευρύ φάσμα χρωμάτων. Γεγονός το οποίο το προδίδεται από το όνομα του χρωματικού μοντέλου, RGB – Red, Green & Blue.

Ο κύριος σκοπός του χρωματικού μοντέλου RGB είναι η ανίχνευση και η απεικόνιση εικόνων σε ηλεκτρονικά συστήματα όπως οι τηλεοράσεις και οι υπολογιστές (παρόλο που έχει χρησιμοποιηθεί και για σκοπούς της συμβατικής φωτογραφίας). Πριν από την ηλεκτρονική εποχή, θα πρέπει να σημειωθεί ότι το χρωματικό αυτό μοντέλο στηριζόταν σε μία στερεή θεωρία, με βάση την ανθρώπινη αντίληψη των χρωμάτων.

Στη πραγματικότητα, το μοντέλο RGB σήμερα εξαρτάται πλήρως από την ηλεκτρονική συσκευή: Διαφορετικές συσκευές ανιχνεύουν ή αναπαράγουν μία δεδομένη τιμή RGB με διαφορετικό τρόπο. Ο λόγος για τον οποίο υφίσταται αυτή η διαφορετικότητα έγκειται στο γεγονός ότι τα στοιχεία χρώματος και η ανάκλαση τους στα R-G-B επίπεδα ποικίλουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή ή ακόμη και με την ίδια συσκευή κατά τη πάροδο του χρόνου. Επομένως, μία τιμή RGB δεν καθορίζει το ίδιο χρώμα σε όλες τις συσκευές χωρίς κάποιο συγκεκριμένο είδος διαχείρισης του χρώματος.



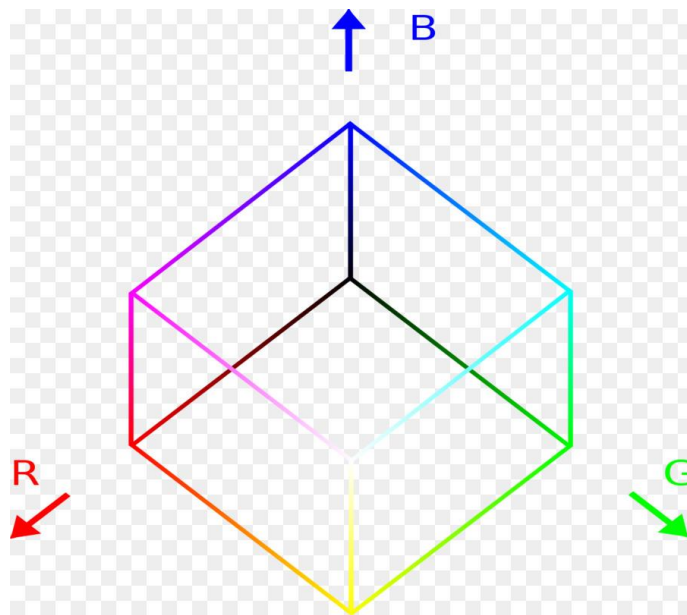
Εικόνα 7: Απεικόνιση του χρωματικού μοντέλου RGB σε μαύρο τοίχο
Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model

Όπως παρατηρείται από τη παραπάνω εικόνα, το χρωματικό μοντέλο RGB δεν περιλαμβάνει μονάχα τις αποχρώσεις του κόκκινου, του πράσινου και του μπλε. Αντιθέτως, η εικόνα αυτή είναι μία αναπαράσταση της μίξης των προσθετικών χρωμάτων. Η προβολή των κύριων χρωμάτων πάνω σε μία λευκή οθόνη αιτιολογείται από το γεγονός ότι τα δευτερεύοντα χρώματα επικαλύπτουν τα πρώτα (κύρια χρώματα). Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί εν τέλει, σε αυτό το χρωματικό μοντέλο, είναι ότι ο συνδυασμός των κύριων χρωμάτων σε ίσες εντάσεις δημιουργούν το λευκό χρώμα.

Προκειμένου να σχηματισθεί ένα οποιοδήποτε χρώμα με το μοντέλο RGB θα πρέπει να αναμειχθούν οι δέσμες φωτός του κόκκινου, του μπλε και του πράσινου. Κάθε

μία από τις τρεις δέσμες ονομάζεται συνιστώσα του αντίστοιχου χρώματος και κάθε μία από εκείνες μπορεί να έχει μία αυθαίρετη ένταση όταν αναμειγνύονται μεταξύ τους.

Το μοντέλο χρώματος RGB είναι προσθετικό με την έννοια ότι όταν οι τρεις δέσμες φωτός προστίθενται μαζί, προστίθενται και τα αντίστοιχα μήκη κύματος για να δημιουργήσουν το τελικό φάσμα του ζητούμενου χρώματος. Αυτή η διαδικασία είναι ενάντια στο μοντέλου αφαιρετικού χρώματος το οποίο εφαρμόζεται σε πίνακες, μελάνια, χρωστικές ουσίες και άλλες ουσίες των οποίων το χρώμα εξαρτάται από την ανάκλαση του φωτός την οποία εμείς παρατηρούμε. Λόγω αυτών των ιδιοτήτων όπως έχει ήδη αναφερθεί προηγουμένως, ο συνδυασμός αυτών των χρωμάτων δημιουργεί το λευκό χρώμα, το οποίο έρχεται σε πλήρη αντίθεση με το συνδυασμό των φυσικών χρωμάτων ο οποίος δημιουργεί το μαύρο χρώμα.

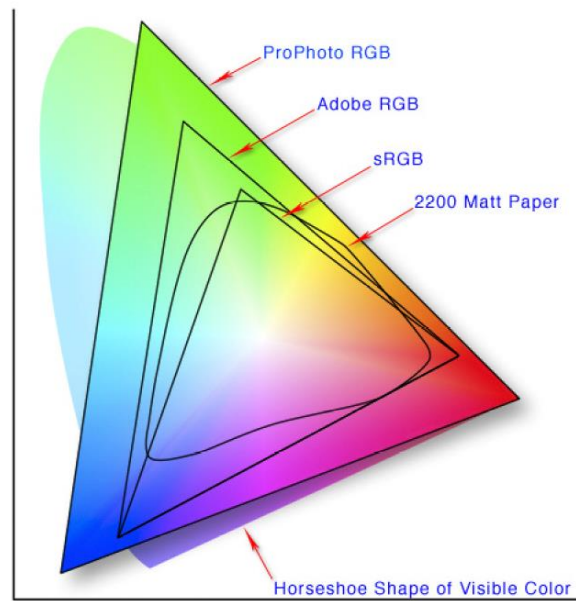


Εικόνα 8: Τρισδιάστατη Απεικόνιση του χρωματικού συστήματος RGB

Πηγή: <https://www.kisspng.com/png-soliton-wave-gardner-equation-kaupkupershmidt-e-3071459>

Σαν φυσικό επακόλουθο των προηγούμενων αναφορών στην ένταση του χρώματος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η μηδενική ένταση του οποιοδήποτε χρώματος παράγει το μαύρο χρώμα, ενώ αντιθέτως, πλήρης ένταση παράγει το λευκό χρώμα. Αναμφισβήτητα, η ποιότητα του λευκού χρώματος εξαρτάται από τη φύση των πρωτογενών πηγών του φωτός. Ωστόσο, αν οι πηγές είναι σωστά ισορροπημένες το αποτέλεσμα είναι το ουδέτερο λευκό το οποίο ταυτίζεται με το λευκό σημείο του μοντέλου RGB. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι όταν οι εντάσεις των κύριων χρωμάτων είναι ίδιες, τότε παράγεται το γκρι χρώμα (πιο σκούρο ή πιο ανοιχτό ανάλογα τη τιμή της έντασης). Σύμφωνα με τη λογική αυτή, όταν οι εντάσεις των κύριων χρωμάτων είναι διαφορετικές τότε παράγεται μία διαφορετική απόχρωση η οποία επηρεάζεται όχι μόνο από την ένταση αλλά και από το κορεσμό των χρωμάτων των οποίων αποτελείται (κόκκινο, πράσινο, μπλε).

Το ίδιο το μοντέλο χρώματος RGB δεν ορίζει τι σημαίνει κόκκινο, πράσινο και μπλε χρωματομετρικά και επομένως τα αποτελέσματα της ανάμειξης τους δεν καθορίζονται ως απόλυτα χρώματα αλλά σχετικά με τα κύρια χρώματα. Εκ κατακλείδι, όταν ορίζονται οι ακριβείς χρωματισμοί των κύριων χρωμάτων (κόκκινου, μπλε, πράσινου) τότε το μοντέλο χρώματος μετατρέπεται σε ένα απόλυτο χώρο χρώματος όπως το σύστημα sRGB ή το Adobe RGB.



Εικόνα 9: Χρωματικός χώρος με βάση το σύστημα RGB
Πηγή: http://www.wikiwand.com/en/Color_space

Εν κατακλείδι, λόγος για τον οποίο τελικά, αναλύθηκε το χρωματικό μοντέλο RGB είναι η συσχέτιση του με τις εικόνες Google Street View που χρησιμοποιεί ο αλγόριθμος της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αναλυτικότερα, οι εικόνες του Google είναι ορατές δορυφορικές εικόνες (μεταξύ του μήκους κύματος 0,38-0.76 μm) στα τρία κανάλια RGB. Θα πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό, ότι οι συγκεκριμένες εικόνες, μειονεκτούν σε σχέση με τις πολυφασματικές εικόνες διότι καλύπτουν ένα πολύ μικρό κομμάτι της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία ωστόσο δεν επηρεάζει τον αλγόριθμο της μελέτης αυτής. Παρόλα αυτά, εκείνο που επηρεάζει τη ποιότητα της εικόνας και θα πρέπει να σημειωθεί είναι η περιοχή μελέτης καθώς η ανάλυση ποικίλει από περιοχή σε περιοχή. Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η εικόνα υψηλής ανάλυσης δεν εγγυάται και μεγάλη ποιότητα. Αυτό οδήγησε στο συμπέρασμα ότι για τη παρούσα μελέτη ήταν απαραίτητο να βρεθεί η κατάλληλη κλίμακα της εικόνας η οποία θα εισαχτεί στον αλγόριθμο καθώς η ανάλυση θα πρέπει να είναι ανάλογη της ποιότητας της.

2.8 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Παρά την συνεχή εξέλιξη που έχει σημειώσει η ανάπτυξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών τα τελευταία χρόνια, είναι κοινά αποδεκτό ότι έχουν ειπωθεί πολλές διαφορετικές θεωρίες και τελικά οι επιστήμονες αντιλαμβάνονται τη τεχνολογία αυτή από διαφορετικές σκοπιές. Παρακάτω, ακολουθεί η διάκριση των προσεγγίσεων που έχουν αναπτυχθεί (Κουτσόπουλος Κ, 2005) ως προς τα Γ.Σ.Π:

- Διαχειριστική Προσέγγιση: Βάσει εκείνης, τα Γ.Σ.Π. εστιάζουν στη δημιουργία και ακολούθως στη διαχείριση των χωρικών στοιχείων. Διακρίνονται σε δύο υπό- κατηγορίες:
 - i. Τη Χαρτογραφική Προσέγγιση, η οποία εστιάζει στη διαχείριση χαρτογραφικών αντικειμένων και
 - ii. Την Πληροφοριακή Προσέγγιση, η οποία αντιλαμβάνεται τη χρήση των Γ.Σ.Π. ως μέσο ανάπτυξης διαχείρισης βάσεων δεδομένων.
- Τη Προσέγγιση Χωρικής Ανάλυσης: Σε αυτή τη προσέγγιση, τα Γ.Σ.Π. αντιμετωπίζονται ως μέσο Χωρικής Ανάλυσης και όχι απλά σαν μηχανές παραγωγής χαρτών.
- Τη Σχεδιαστική Προσέγγιση: Σύμφωνα με την οπτική αυτή, τα Γ.Σ.Π. γίνονται το μέσο για την επίλυση χωρικών προβλημάτων και τη διαδικασία λήψης των αποφάσεων στο χωρικό σχεδιασμό.

Στο σημείο αυτό, αυτό που θα πρέπει να αναφερθεί, είναι ότι ενώ κάθε μία προσέγγιση εστιάζει το αντικείμενο μελέτης της σε μία διαφορετική διαδικασία – η πρώτη στη διαδικασία της διαχείρισης, η δεύτερη στην διαδικασία της ανάλυσης και η τρίτη στη διαδικασία του σχεδιασμού- και οι τρεις διαδικασίες μαζί αποτελούν τμήματα του χωρικού σχεδιασμού. Στην ουσία λοιπόν, εκείνο που διακρίνει τα Γ.Σ.Π. από διάφορα άλλα συστήματα (παρά τη παραπάνω διαίρεση τους), είναι ότι παρέχουν εργαλεία τόσο για τη διαχείριση χωρικών στοιχείων τόσο και για άλλες παρεμφερείς εφαρμογές.

Ένας πρώτος ορισμός που μπορεί να δοθεί, πριν αναλυθεί περαιτέρω η τεχνολογία των Γ.Σ.Π. είναι εκείνη του Burrough (1986) ο οποίος αντιλαμβάνεται τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών «... σαν ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάλυση οποιαδήποτε στιγμή, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου».

Τα Γεωγραφικά Συστήματα αποτελούν σύμφωνα με τους Scolten & Stillwell (1990) μία υποκατηγορία των Χωρικών Συστημάτων Πληροφοριών. Με τον όρο Χωρικό Σύστημα Πληροφοριών νοείται ένα πληροφοριακό σύστημα, του οποίου η βάση δεδομένων διαχειρίζεται δεδομένα με χωρική αναφορά και το οποίο είναι σε θέση να δώσει πληροφορίες ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο έχει αναπτυχθεί. Επομένως, τα Χ.Σ.Π. διαιρούνται σε 3 κατηγορίες:

- Τα Συστήματα Χωρικής Απεικόνισης (CAD)
- Τα Πληροφοριακά Συστήματα Χρήσεων Γης (LIS)
- Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)

Παρόλο που τα πρώτα αφορούν σε ποιοτικές και ποσοτικές σχεδιαστικές αναλύσεις και τα δεύτερα στη διαχείριση γεωγραφικών στοιχείων για χρήσεις γης, τα Γ.Σ.Π. και η τεχνολογία τους προσανατολίστηκαν στην ανάλυση χωρικών δεδομένων και σε μεθόδους χωρικής ανάλυσης, που με τη σειρά τους εκείνα οδηγούν στο χωρικό σχεδιασμό. Κατά συνέπεια, όταν γίνεται λόγος για Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, νοείται μία ολόκληρη τεχνολογία από εργαλεία και διαδικασίες που σχετίζονται με στοιχεία που αναφέρονται στο χώρο, οργανωμένα σε μία βάση δεδομένων που οι χρήστες θα μπορούν να διαχειρίζονται και να επεξεργάζονται με

σκοπό να ληφθούν πληροφορίες για το γεωγραφικό κόσμο. Επομένως, «Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι μία οργανωμένη συλλογή μηχανικών, υπολογιστικών συστημάτων, λογισμικών συστημάτων, χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση κάθε μορφής πληροφορίας από αφορά στο γεωγραφικό περιβάλλον» (Κουτσόπουλος, 2005), θεωρητική βάση του οποίου είναι η Γεωπληροφορική.

2.9 ΓΣΠ & Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση

Η εξέλιξη της τεχνολογίας είναι πλέον ραγδαία και ο μετασχηματισμός μίας υπηρεσίας -«πληροφορίας» σε ένα προϊόν απαιτεί τη δημιουργία εργαλείων τα οποία είναι χρήσιμα όχι μόνο για εμπορικούς αλλά και για μη κερδοσκοπικούς – ερευνητικούς σκοπούς. Ένα μεγάλο ποσοστό της πληροφορίας που διαχειρίζονται σήμερα πολίτες ανά τον κόσμο αφορά τη χωρική πληροφορία και πως εκείνη συσχετίζεται με άλλα είδη πληροφοριών. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι πληροφορίες σχετικές με το χώρο, νοούνται οι αποφάσεις που σχετίζονται με γεωγραφικά χαρακτηριστικά («Η έννοια της πληροφορίας», Wikipaideia). Βέβαια, η αυτούσια έννοια της γεωγραφικής πληροφορίας συντίθεται από τη χαρτογράφηση του χώρου σε συνδυασμό με οποιαδήποτε πληροφορία. Επομένως, το σύστημα το οποίο συλλέγει, διαχειρίζεται, αναλύει, επεξεργάζεται και οπτικοποιεί τις πληροφορίες αυτές ονομάζεται Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα («Η δύναμη της χαρτογράφησης», ESRI).

Το ερώτημα που τίθεται στο σημείο αυτό, είναι τι είδους δεδομένα (ποια είναι η μορφή των χωρικών δεδομένων) δέχεται ένα Γ.Σ.Π. και πως αυτή η τεχνολογία μπορεί να συσχετιστεί με τη Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση. Για να μπορεί να γίνει κατανοητή η συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών τεχνολογιών, θα πρέπει να προηγηθεί η ανάλυση του ορισμού εκτός των Γ.Σ.Π. και εκείνου της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης.

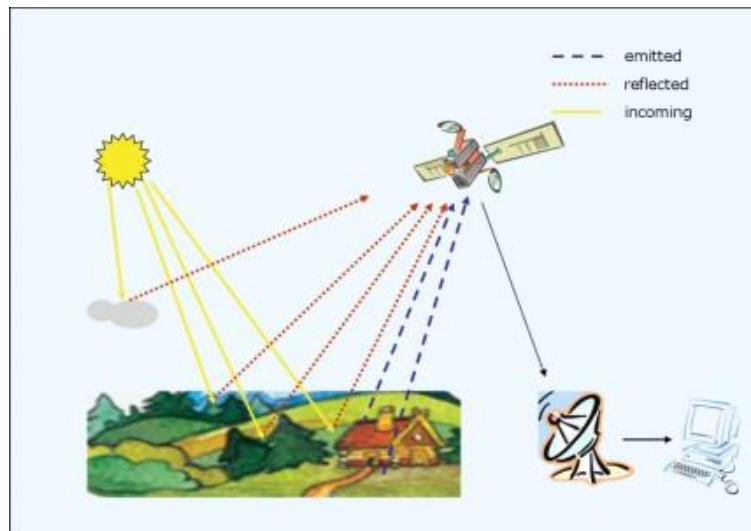
Η Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση στον ευρύτερο ορισμό της, αναφέρεται στην επιστημονική παρατήρηση φαινομένων και χαρακτηριστικών από απόσταση. Στη πραγματικότητα, η Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση είναι η απόκτηση πληροφοριών σχετικά με ένα αντικείμενο ή ένα φαινόμενο χωρίς φυσική επαφή με το αντικείμενο και επομένως, σε αντίθεση με την επιτόπια παρατήρηση. Η Τηλεπισκόπηση χρησιμοποιείται σε πολυάριθμα πεδία όπως στη Γεωγραφία, στη Τοπογραφία και στις περισσότερες επιστήμες της Γης (Υδρολογία, Οικολογία, Ωκεανογραφία, και τα λοιπά). Ταυτόχρονα, η καθημερινή πρόβλεψη του καιρού, η παρατήρηση της παγκόσμιας αλλαγής του κλίματος, οι φυσικές καταστροφές ακόμη και η ευρεία χρήση των online εφαρμογών GIS (όπως οι χάρτες Google Maps) υλοποιούνται με τη βοήθεια της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης.



Εικόνα 10: Εφαρμογές της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης

Πηγή: <https://www.fiverr.com/sachinwankhede/open-source-gis-application-development>

Η παρατήρηση της επιφάνειας της Γης είναι δυνατή με τη χρήση ψηφιακών σαρωτών (ανιχνευτών τηλεανίχνευσης). Οι σαρωτές αυτοί, ανιχνεύουν την ανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας της επιφάνειας της Γης και την αποδίδουν σαν ψηφιακή εικόνα. Αναλυτικότερα, οι ψηφιακοί σαρωτές εγκαθίστανται σε τεχνητούς δορυφόρους (σε τροχιά γύρω από τη Γη) ή σε αερομεταφερόμενους δορυφόρους. Οι ανιχνευτές μετρούν το ποσοστό της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που ανακλάται από τα διάφορα υλικά. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται στην εικόνα 2.3. Εν κατακλείδι, βασική αρχή της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης είναι ότι κάθε αντικείμενο το οποίο βρίσκεται πάνω στη Γη, αντανακλά την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (σε διαφορετικά μήκη κύματος).



Εικόνα 11: Βασική Αρχή - Διαδικασία της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης

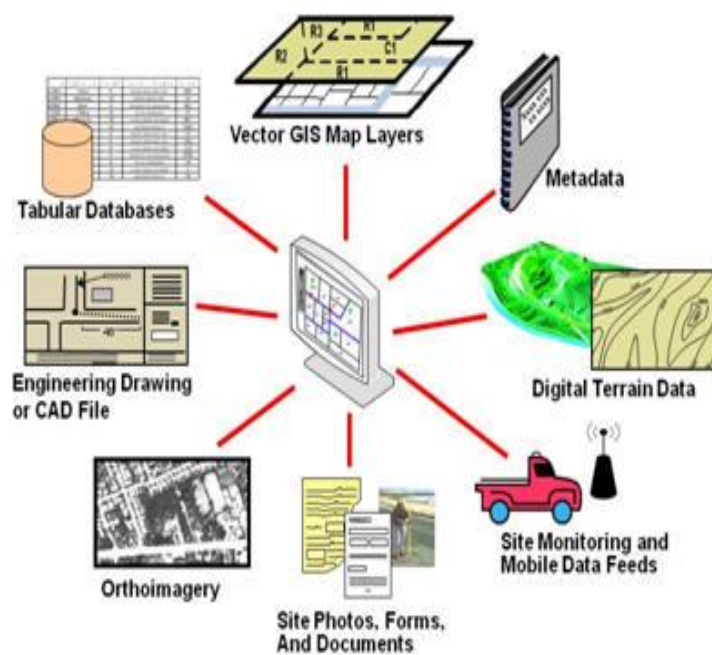
Πηγή: http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0027_DAI6/images/DAI600.png

Η σχέση ωστόσο της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών λειτουργεί συμπληρωματικά σε ένα ευρύτερο πεδίο περιβαλλοντικής προσομοίωσης και ανάλυσης. Ειδικότερα, η Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση αναλαμβάνει συχνά το ρόλο ενός δημιουργού δεδομένων τον οποίο θα χρειαστεί ένα Γ.Σ.Π. . Ο λόγος για τον οποίο αναλαμβάνει αυτό το ρόλο, δεν είναι άλλος από το γεγονός ότι η Τηλεπισκόπηση μπορεί να παρέχει διάφορα χαρτογραφικά υπόβαθρα καθώς και ψηφιακά μοντέλα εδάφους τα οποία εύκολα συνδυάζονται με άλλα χωρικά δεδομένα (διαφορετικών πηγών). Όλες αυτές οι πληροφορίες, εν τέλει συνδυάζονται μεταξύ τους προκειμένου να δημιουργηθεί το τελικό προϊόν και να μετατραπούν σε χρήσιμη γνώση.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία, συνδυάστηκαν οι αρχές και τα δεδομένα (δορυφορικές εικόνες) της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών για την εύρεση, επεξεργασία και ανάλυση του ποσοστού θέασης του ουρανού σε συγκεκριμένη περιοχή μελέτης.

Ωστόσο, καλό θα ήταν να σημειωθεί ότι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων είναι το κόστος συλλογής των δεδομένων το οποίο κυμαίνεται γύρω στο 60 -80% του προϋπολογισμού ενός έργου (γεγονός το οποίο εμποδίζει τόσο την ίδια την υλοποίηση όσο και τη ταχύτητα του έργου).

Πιο συγκεκριμένα, τα γεωγραφικά δεδομένα που συλλέγονται για την εισαγωγή τους σε ένα Γ.Σ.Π., μπορεί να έχουν είτε διανυσματική μορφή (vector) είτε μορφή εικόνας (raster). Στη κατηγορία της μορφής των raster (το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υπόβαθρο του χάρτη) είναι κυρίως δεδομένα δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Ταυτόχρονα, τα δεδομένα raster μπορεί να αποτελούν παλαιοί χάρτες εκτυπωμένοι σε χαρτί. Από την άλλη πλευρά, τα διανυσματικά δεδομένα είναι κυρίως shapefiles, αρχεία CAD & Digital Terrain Data. Όλα αυτά τα είδη δεδομένων που εισάγονται μέσα σε ένα περιβάλλον Γ.Σ.Π. απεικονίζονται στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 12: Είδη δεδομένων στη διαδικασία συλλογής σε περιβάλλον ΓΣΠ

Πηγή: http://images.slideplayer.com/26/8371610/slides/slide_1.jpg

Για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ως δεδομένα πάρθηκαν δορυφορικές εικόνες της εταιρείας Google με την υπηρεσία Google Street View καθώς και διάφορα διανυσματικά δεδομένα (shape files).

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

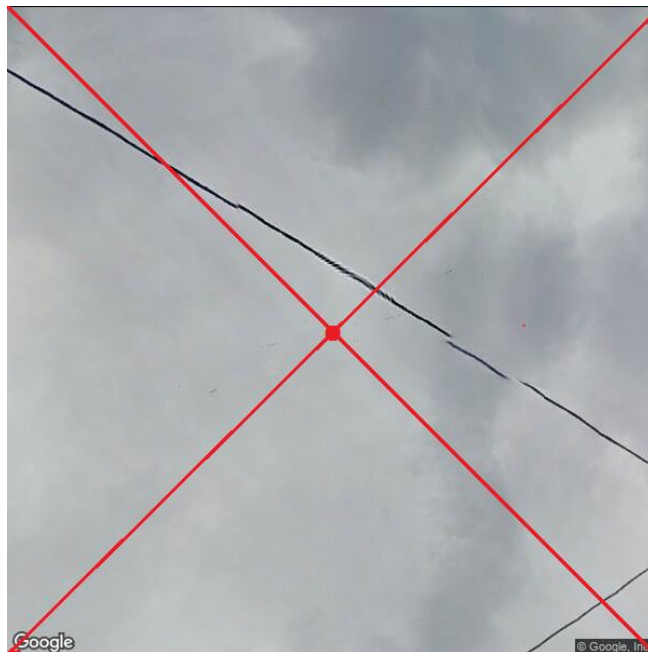
Επόμενο στάδιο μετά την ανάλυση της έννοιας του δείκτη θέασης του ουρανού, αποτελεί ο τρόπος υπολογισμού του. Πιο συγκεκριμένα, ο υπολογισμός του ποσοστού θέασης έγινε με τη βοήθεια ενός αλγορίθμου ο οποίος αναλύεται στο παρών κεφάλαιο. Πέραν όμως του μεθοδολογικού πλαισίου του αλγορίθμου του υπολογισμού του ποσοστού του ουρανού, παρουσιάζεται και το διάγραμμα ροής της εργασίας. Ταυτόχρονα, αναλύονται όλες οι διαδικασίες χωρικής ανάλυσης που εφαρμόστηκαν σε ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών για τη διεξαγωγή των συμπερασμάτων της παρούσας έρευνας.

3.1 Μεθοδολογικό Πλαίσιο Αλγορίθμου

Σε αυτό το στάδιο της εργασίας, κρίνεται απαραίτητο να αναλυθεί και να οπτικοποιηθεί ο τρόπος υπολογισμού του ποσοστού ουρανού, βάσει του οποίου πραγματοποιήθηκε ολόκληρη η μελέτη. Ο υπολογισμός εκείνος, ουσιαστικά πραγματοποιείται μέσα από έναν αλγόριθμο, γραμμένο στη προγραμματιστική γλώσσα Javascript.

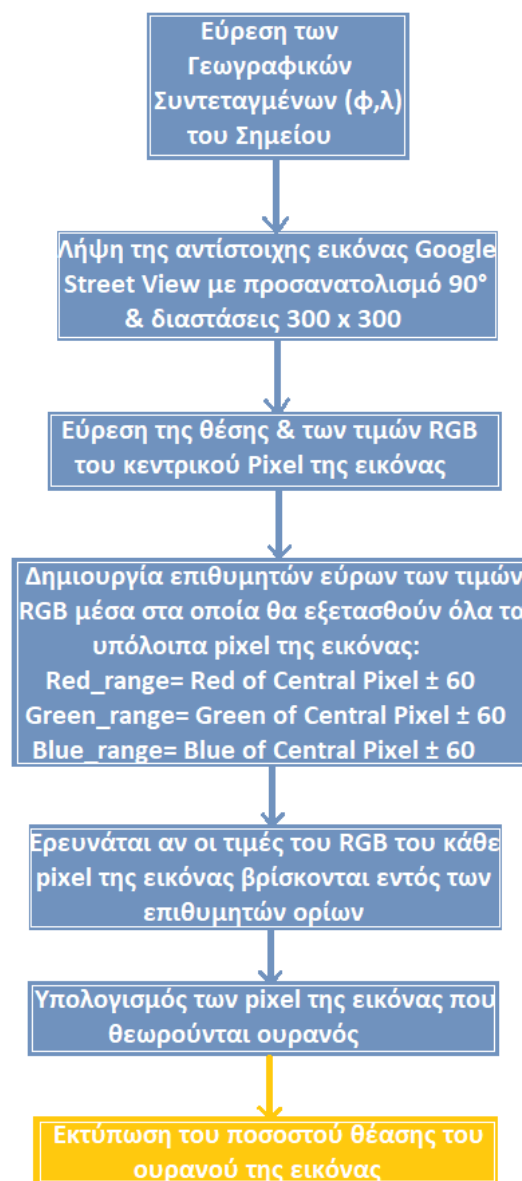
Στον αλγόριθμο εκείνο, θα πρέπει να εισάγεται μία εικόνα και να παράγεται το αντίστοιχο ποσοστό θέασης του ουρανού. Λόγω ευκολίας και ταχύτερης διαδικασίας, αποφασίστηκε αρχικά ο αλγόριθμος να στηρίζεται σε εικόνες του Google Street View.

Το κύριο ερώτημα που τίθεται για τη δημιουργία του αλγορίθμου ωστόσο, είναι η λογική πίσω από εκείνον και πως εν τέλει, θα υπολογιστεί το ποσοστό θέασης του ουρανού. Η λογική αυτή, στηρίχτηκε στη θεωρία των pixels μίας εικόνας και του χρωματικού συστήματος RGB που εφαρμόζεται σε μία εικόνα. Πιο συγκεκριμένα, έγινε η εξής υπόθεση: Αν η εικόνα που εισάγεται στον αλγόριθμο προσανατολίζεται προς τον ουρανό (90 μοίρες), τότε κατά κύριο λόγο, θα ισχύει ότι το κεντρικό εικονοστοιχείο της εικόνας αποτελεί τμήμα του ουρανού.



Εικόνα 13: Εικόνα Street View προσανατολισμένη προς τον ουρανό (90°)

Έχοντας υπολογίσει τη θέση του κεντρικού pixel, επόμενο βήμα αποτελεί η εύρεση των τιμών του συγκεκριμένου pixel στο σύστημα RGB (ποια είναι η τιμή που αντιστοιχεί στο κόκκινο, στο πράσινο και στο μπλε κανάλι). Προκειμένου να διαπιστωθεί επομένως ποιες τιμές (πέραν του κεντρικού pixel) είναι ουρανός και ποιες όχι, δημιουργήθηκε μετά από τη δοκιμή μεγάλου πλήθους εικόνων ένα μέγιστο και ελάχιστο κατώφλι (ως προς το κεντρικό pixel) στο σύστημα RGB. Αναλυτικότερα, δημιουργήθηκε ένα διάστημα τιμών για κάθε κανάλι RGB ξεχωριστά, στο οποίο αν η τιμή οποιουδήποτε pixel της εικόνας είναι μέσα σε εκείνο, τότε το pixel αυτό θεωρείται ουρανός. Αν το pixel δεν βρίσκεται μέσα στα όρια αυτού διαστήματος, τότε δεν θεωρείται ουρανός και δεν προσμετράτε στη διαδικασία εύρεσης του ποσοστού του ουρανού της εικόνας. Ο αλγόριθμος αυτός εν τέλει, βρίσκει το κεντρικό pixel και με βάση αυτό (στο σύστημα RGB) συγκρίνει όλα τα υπόλοιπα pixel της εικόνας και τελικά παράγει το ποσοστό θέασης του ουρανού για τη συγκεκριμένη εικόνα. Παρακάτω, παρουσιάζεται το μεθοδολογικό πλαίσιο του αλγορίθμου εύρεσης του ποσοστού θέσης του ουρανού για ένα οποιοδήποτε σημείο.



Σχήμα 4: Μεθοδολογικό Πλαίσιο Αλγορίθμου

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει μία μαθηματική εξίσωση στην οποία στηρίζεται ολόκληρος ο αλγόριθμος:

Το pixel μίας εικόνας θεωρείται τμήμα του ουρανού αν και μόνο αν αληθεύει η παρακάτω συνθήκη (3.1):

$$\text{if } ((\text{red} < \text{rangedRT} \ \&\& \ \text{red} > \text{rangedRB}) \ \&\& \ (\text{green} < \text{rangedGT} \ \&\& \ \text{green} > \text{rangedGB}) \ \&\& \ (\text{blue} < \text{rangedBT} \ \&\& \ \text{blue} > \text{rangedBB})) \quad (3.1)$$

Όπου:

```
var rangedRB = red -range;  
var rangedGB = green -range;  
var rangedBB = blue -range;  
var rangedRT = red +range;  
var rangedGT = green +range;  
var rangedBT = blue +range;
```

Αν κάθε ένα από τα υπόλοιπα pixel έχει τιμές στα αντίστοιχα κανάλια μέσα στο επιθυμητό εύρος, τότε θεωρείται τμήμα του ουρανού αλλιώς απορρίπτεται και δεν υπολογίζεται στο ποσοστό εύρεσης του ουρανού της εικόνας. Η παράμετρος var rangedRB είναι το ελάχιστο κατώφλι που θεωρείται ουρανός για το κανάλι red (αντίστοιχα για τα κανάλια green & blue). Αντιθέτως, το rangedRT είναι το μέγιστο κατώφλι για το οποίο θεωρείται ουρανός (με βάση τις τιμές του κεντρικού pixel). Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί για ακόμα μία φορά, ότι έχει ήδη υπολογισθεί το εύρος και είναι 60 τιμές συν ή πλην της κεντρικής τιμής.

Ο αλγόριθμος εκείνος, αποτελεί μία πρώτη προσέγγιση του υπολογισμού της θέασης του ουρανού με βάση το κεντρικό pixel. Σε αυτό το σημείο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι μελλοντικά δέχεται ακόμη αρκετές βελτιστοποιήσεις, καθώς άλλοτε η εικόνα δεν αντιμετωπίζει προβλήματα και άλλοτε αντιμετωπίζει. Παρακάτω, ακολουθούν τρεις χαρακτηριστικές περιπτώσεις υπολογισμού της θέασης του ουρανού με ένα πολύ καλό αποτέλεσμα, ένα μέτριο αποτέλεσμα και ένα κακό αποτέλεσμα.

1^ο Παράδειγμα:

Πολύ καλό αποτέλεσμα δίνουν οι εικόνες των οποίων το κεντρικό pixel είναι τμήμα του καθαρού ουρανού και η βλάστηση με τα κτίρια έχουν ξεκάθαρα περιγράμματα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, όπου το μεγαλύτερο τμήμα είναι ουρανός το αποτέλεσμα είναι απόλυτα ορθό καθώς η τιμή του ποσοστού θέασης του ουρανού είναι 95%.



Εικόνα 14: Εικόνα Street View - Παράδειγμα 1
Πηγή: Google Street View

2^ο Παράδειγμα:

Μέτριο αποτέλεσμα δίνουν οι εικόνες των οποίων το κεντρικό ριxel είναι τμήμα του ουρανού και η βλάστηση με τα κτίρια δεν έχουν τελείως σαφή περιγράμματα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, όπου το μεγαλύτερο τμήμα του ουρανού επικαλύπτεται με συννεφιά το αποτέλεσμα δεν είναι απόλυτα ορθό καθώς η τιμή του ποσοστού θέασης του ουρανού εξάγεται ως 90% (πολύ μεγάλη τιμή σε σχέση με τη πραγματικότητα). Προφανέστατα, τα χρώματα του ουρανού συγχέονται με εκείνα των κτιρίων.



Εικόνα 15: Εικόνα Street View - Παράδειγμα 2
Πηγή: Google Street View

3^ο Παράδειγμα:

Κακό αποτέλεσμα δίνουν οι εικόνες των οποίων το κεντρικό ρίχει δεν είναι τμήμα του ουρανού και η βλάστηση με τα κτίρια δεν έχουν τελείως ασαφή περιγράμματα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, όπου το κεντρικό ρίχει είναι βλάστη η οποία δεν διατηρεί σαφή περίγραμμα στην εικόνα το αποτέλεσμα είναι τελείως μη ακριβές καθώς η τιμή του ποσοστού θέασης του ουρανού εξάγεται ως 70% (πολύ μεγάλη τιμή σε σχέση με τη πραγματικότητα). Προφανέστατα, το ποσοστό θέασης του ουρανού έχει αντικατασταθεί από το ποσοστό θέασης της βλάστησης.



Εικόνα 16: Εικόνα Street View - Παράδειγμα 3
Πηγή: Google Street View

Πέραν όμως την ανάλυση του αλγορίθμου, θα πρέπει να αναλυθεί και το μεθοδολογικό διάγραμμα που αφορά ολόκληρη τη διπλωματική εργασία.

3.2 Μεθοδολογικό Διάγραμμα της Εργασίας

Παρακάτω, ακολουθεί αναλυτική επεξήγηση της συλλογής, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης των δεδομένων της εργασίας με τη σειρά που εφαρμόστηκαν.

Συλλογή Δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, το ποσοστό θέασης του ουρανού είναι μια πολύπλευρη έννοια η οποία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ένας σημαντικός παράγοντας στον οποίο και βασίστηκε η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αφορά τις δορυφορικές εικόνες της Google, Google Street View και στην ανάλυση τους (μέσω των pixels που απαρτίζονται οι εικόνες). Επομένως, τα δεδομένα που χρειάστηκαν για την εκπόνηση της μελέτης αφορούν αρχικά τις εικόνες του Google Street View. Στη συνέχεια, ένα ακόμη σημαντικό είδος δεδομένων που χρειάστηκε για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων, αφορά τα όρια 38 Καλλικρατικών Δήμων της Αττικής και τα όρια 25 διεθνών πόλεων. Τα όρια αυτά, βρέθηκαν από μία σημαντική πηγή ελεύθερων δεδομένων στο διαδίκτυο και πιο συγκεκριμένα, την ιστοσελίδα www.gdma.org. Τα δεδομένα αυτά, εισήχθησαν έπειτα στο ελεύθερο λογισμικό GIS, όπου και πραγματοποιήθηκε το μεγαλύτερο μέρος επεξεργασίας των δεδομένων και οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων. Στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφερθεί ένα ακόμη είδος δεδομένων, το οποίο αφορά τα σημεία που πάρθηκαν ως δείγμα για τη περιοχή μελέτης. Τα σημεία εκείνα, επιλέχθηκαν με ένα τυχαίο τρόπο που ωστόσο έπρεπε να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις ως προς τον αριθμό τους και τη τοποθεσία τους <(κεφάλαιο ...). Επομένως, πέρα από τις εικόνες Street View, τα πολυγωνικά θεματικά επίπεδα των δήμων και των πόλεων, δημιουργήθηκε και ένα σημειακό θεματικό επίπεδο (από τα οποία πάρθηκαν στη συνέχεια οι αντίστοιχες εικόνες Google Street View).

Επεξεργασία Δεδομένων

Επόμενο βήμα, μετά την εύρεση των δεδομένων, αποτελεί η επεξεργασία τους και πιο συγκεκριμένα, η εύρεση των ποσοστών θέασης του ουρανού. Αναλυτικότερα, γνωρίζοντας τις συντεταγμένες των σημείων εκείνες εισήχθησαν στον αλγόριθμο εύρεσης του ποσοστού θέασης του ουρανού και έτσι, το ποσοστό αυτό προστέθηκε σαν πληροφορία για κάθε σημείο του δείγματος. Στη συνέχεια, βρέθηκε το ποσοστό θέασης του ουρανού για κάθε Δήμο της Αττικής (μέσος όρος των αντίστοιχων σημείων) και ταυτόχρονα, για τις 15 διεθνείς πόλεις που μελετώνται για τη σύγκριση τους με τη πόλη της Αθήνας.

Γεωχωρική Ανάλυση

Γνωρίζοντας πλέον, όλα τα ποσοστά θέασης των σημείων, των δήμων και των πόλεων που εξετάζονται, ακολούθησε η γεωχωρική τους ανάλυση. Αναλυτικότερα, σε πρώτο στάδιο εφαρμόστηκε η χωρική παρεμβολή IDW, με σκοπό τη παραγωγή της πληροφορίας του ποσοστού θέασης του ουρανού σε ολόκληρη τη περιοχή μελέτης (και όχι μόνο στα διακριτά σημεία από τα οποία πάρθηκε το δείγμα). Μετά τη χωρική παρεμβολή, ακολούθησε μία ακόμη λειτουργία της χωρικής ανάλυσης, με την ονομασία "join attributes by location". Η εντολή εκείνη ουσιαστικά, "πήρε" τη πληροφορία του ποσοστού του ουρανού από την εικόνα (raster) της χωρικής παρεμβολής και την εισήγαγε στο διανυσματικό επίπεδο του οδικού δικτύου (της Αττικής) ανάλογα τη χωρική επικάλυψη τους (της εικόνας και του οδικού δικτύου).

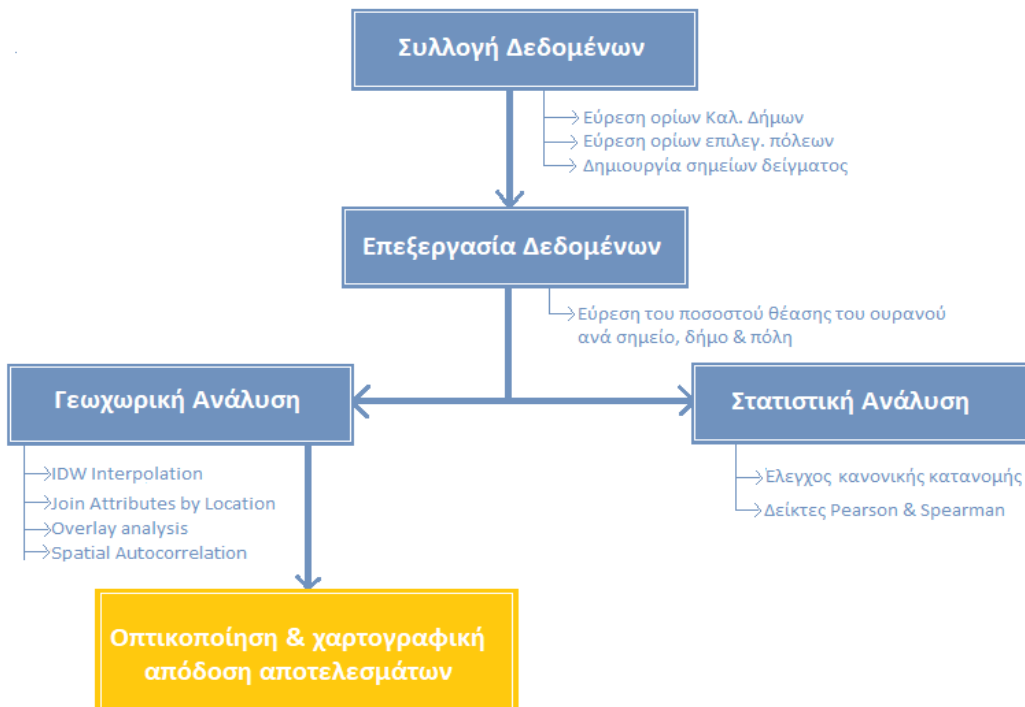
Στατιστική Ανάλυση

Η τελευταία επεξεργασία δεδομένων αφορά τη στατιστική τους ανάλυση συγκριτικά με άλλους δείκτες. Ειδικότερα, η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε αφορά τη σύγκριση του ποσοστού θέασης του ουρανού με διάφορους κοινωνικούς δείκτες όπως το τύπο κατοικίας, τον αριθμό των απασχολούμενων μελών μίας οικογένειας και τα λοιπά. Η σύγκριση εκείνη πραγματοποιήθηκε μέσα από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS. Αρχικά, ελέγχθηκαν αν το ποσοστό θέασης του ουρανού και όλοι οι κοινωνικοί δείκτες που εξετάζονται, αν ακολουθούν τη κανονική κατανομή. Στη συνέχεια, γνωρίζοντας αν ακολουθούν τη κανονική κατανομή ή όχι, επιλέχθηκαν και αντίστοιχα η εφαρμογή των δεικτών Pearson & Spearman. Μέσα από την εφαρμογή των δεικτών, φάνηκε αν υπάρχει (και σε τι βαθμό) συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού θέασης του ουρανού και των κοινωνικών δεικτών που εξετάστηκαν.

Χαρτογραφική Απόδοση των αποτελεσμάτων

Τελευταίο στάδιο αποτελεί η χαρτογραφική απόδοση όλων των παραπάνω αποτελεσμάτων. Αναλυτικότερα, αρχικά δημιουργήθηκαν χάρτες για τη σύγκριση των ποσοστών θέασης του ουρανού ανά Καλλικρατικό δήμο και πόλη. Στη συνέχεια, οπτικοποιήθηκαν όλες οι γεωχωρικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν (Χωρική παρεμβολή IDW, Join Attributes by Location, Χωρική Αυτοσυσχέτιση).

Παρακάτω, ακολουθεί το μεθοδολογικό διάγραμμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας:

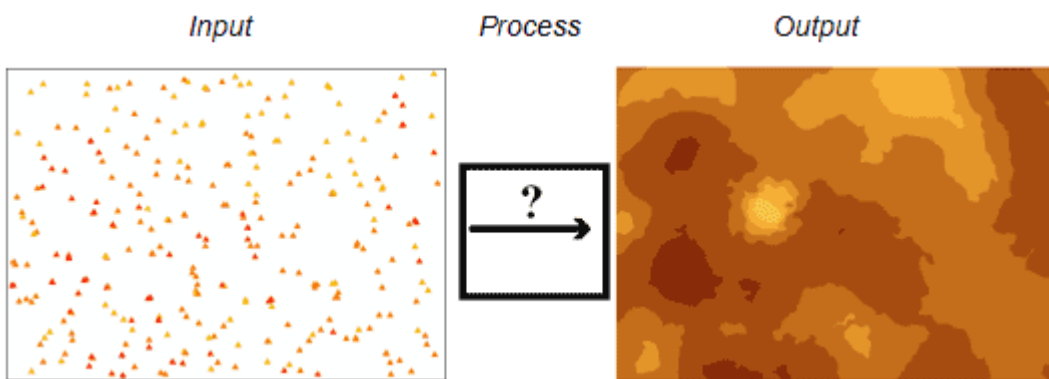


Σχήμα 5: Μεθοδολογικό Διάγραμμα της Εργασίας

Στη συνέχεια, ακολουθούν οι μέθοδοι και οι τεχνικές ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα διπλωματική εργασία.

3.3 Μέθοδοι Χωρικής Παρεμβολής

Η χωρική παρεμβολή αποτελεί μια διαδικασία εκτίμησης της τιμής ενός χαρακτηριστικού σε σημεία που δεν ανήκουν στο δείγμα, με βάση τις μετρήσεις στα σημεία του δείγματος. Οι διάφορες τοποθεσίες μπορούν να προσδιοριστούν ως σημεία στο χώρο και το χρόνο, συνεπώς η παρεμβολή δεν είναι αναγκαίο να προσδιοριστεί σε μια ή δύο διαστάσεις, αν και η πιο κοινή εφαρμογή είναι η προσομοίωση πεδίου δύο διαστάσεων. Παρόλα αυτά, υπάρχουν συνεχώς αυξανόμενα δεδομένα και προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν πολυδιάστατες (και επίσης πολυπαραμετρικές) μεθόδους παρεμβολής. Είναι γεγονός ότι οι τρεις διαστάσεις είναι ένα κοινό χαρακτηριστικό όλων των γεωσφαιρών (ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα κ.λπ.), καθώς οι ιδιότητές τους που απεικονίζονται από μονοδιάστατα, ανυσματικά ή τασικά φυσικά πεδία μετρούνται σε διαστάσεις (x, y, z) και συχνά επαναλαμβάνονται στο χρόνο (π.χ. με τη διάσταση του χρόνου). Επιπλέον, καινούργιες προσεγγίσεις έχουν δείξει ότι η ενσωμάτωση μιας πρόσθετης μεταβλητής που επηρεάζει το υπό προσομοίωση φαινόμενο, συχνά βελτιώνει τα αποτελέσματα της παρεμβολής, έτσι ώστε οι πολυπαραμετρικές μέθοδοι να καθίστανται αρκετά δημοφιλείς σε αντίστοιχες έρευνες.



Εικόνα 17: Διαδικασία της Χωρικής Παρεμβολής

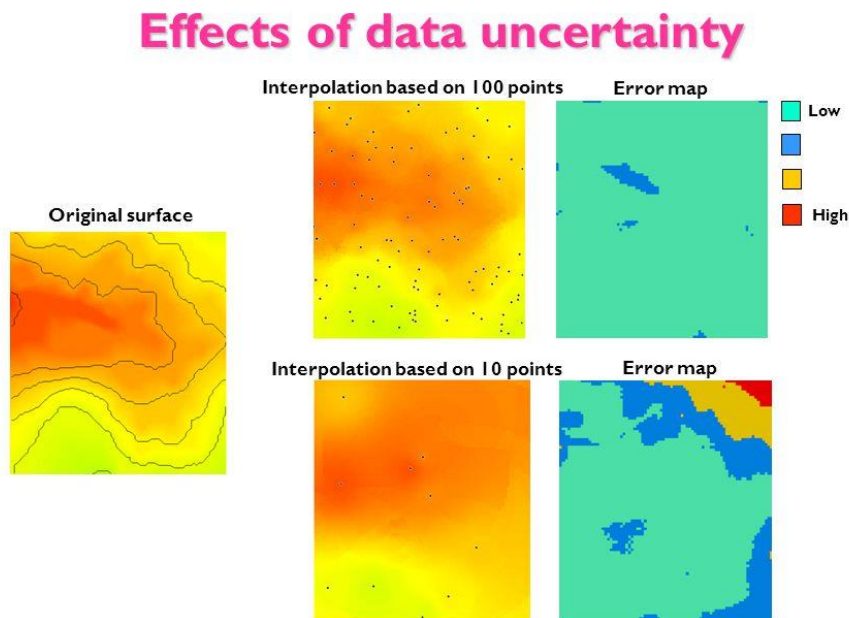
Πηγή: <http://www.bisolutions.us/A-Brief-Introduction-to-Spatial-Interpolation.php>

Ο προσδιορισμός του προβλήματος της παρεμβολής περιλαμβάνει την ανεύρεση μιας τέτοιας μαθηματικής συνάρτησης, που επιβεβαιώνεται για τα σημεία που υπάρχουν δεδομένα και παρέχει ικανοποιητική ακρίβεια για την εκτίμηση των τιμών των σημείων όπου τα πρωτογενή δεδομένα είναι ελλιπή. Ο συνδυασμός μεταξύ της ακρίβειας της παρεμβολής στα σημεία με υπάρχοντα δεδομένα και της ακρίβειας εκτίμησης τιμών στα σημεία χωρίς δεδομένα, οδήγησε στη χρήση μεθόδων, που σε γενικές γραμμές έχουν μια μαθηματική λογική. Η μικρότερη ακρίβεια στα δοθέντα σημεία (δηλαδή σε σημεία στα οποία υπάρχουν μετρήσεις) παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία στις περιοχές με έλλειψη στοιχείων. Η λογική αυτή προκύπτει από την πεποίθηση ότι πολλά στοιχεία περιέχουν τιμές με συγκεκριμένα επίπεδα θορύβου (αβεβαιότητα, σφάλματα) που πρέπει να εξομαλυνθούν (απαλοιφή ή ελαχιστοποίηση).

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου παρεμβολής για εφαρμογές πεδίου θέτει μια σειρά προβλημάτων. Τα υπό προσομοίωση φαινόμενα είναι συνήθως αρκετά πολύπλοκα, τα δεδομένα είναι χωρικά ετερογενή και συχνά η δειγματοληψία δεν είναι ιδανική και περιέχει «θόρυβο». Επιπρόσθετα, τα δεδομένα μπορεί να είναι αρκετά ογκώδη (π.χ. δεκάδες εκατομμύρια σημεία laser σαρωτή) που προέρχονται από διάφορες πηγές και με διαφορετική κάθε φορά ακρίβεια. Συνεπώς η ακρίβεια μιας μεθόδου παρεμβολής που θα είναι κατάλληλη για προσομοίωση του τοπογραφικού ανάγλυφου, θα πρέπει να διέπεται από συγκεκριμένες ιδιότητες:

- ικανοποιητική ακρίβεια και αξιοπιστία των υπό εξέταση φαινομένων
- σύνθεση πολλαπλών διαστάσεων
- εφαρμοσιμότητα σε δεδομένα από διαφορετικές πηγές (π.χ. καμπύλες, τηλεανίχνευση, γεωδαιτικές μεθόδους κ.λπ.)
- εφαρμοσιμότητα σε ογκώδεις βάσεις δεδομένων,
- υπολογιστική ικανότητα
- σχετική ευκολία στη χρήση

Επί του παρόντος, είναι δύσκολο να βρεθεί μια ικανοποιητική πολυχρηστική μέθοδος που να πληροί όλες τις παραπάνω απαιτήσεις για ένα μεγάλο εύρος γεωαναφερμένων πληροφοριών. Κατά συνέπεια, η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για μια συγκεκριμένη εφαρμογή είναι ιδιαίτερα κρίσιμη, καθώς διαφορετικές μέθοδοι θα παράγουν διαφορετικές χωρικές απεικονίσεις και ενδεχομένως ασαφή γνώση και προσομοίωση του υπό εξέταση φαινομένου. Η χρήση ακατάλληλων μεθόδων ή λανθασμένων παραμέτρων, μπορεί να δώσει ένα στρεβλωμένο μοντέλο χωρικής κατανομής και τελικά να οδηγήσει τον ερευνητή σε λανθασμένες αποφάσεις που θα στηρίζονται στις ανακριβείς χωρικές πληροφορίες.



Lecture 4

GEOG2590 - GIS for Physical Geography

32

Εικόνα 18: Λανθασμένα προϊόντα λόγω μη σωστής επιλογής σημείων για την εφαρμογή της Χωρικής Παρεμβολής

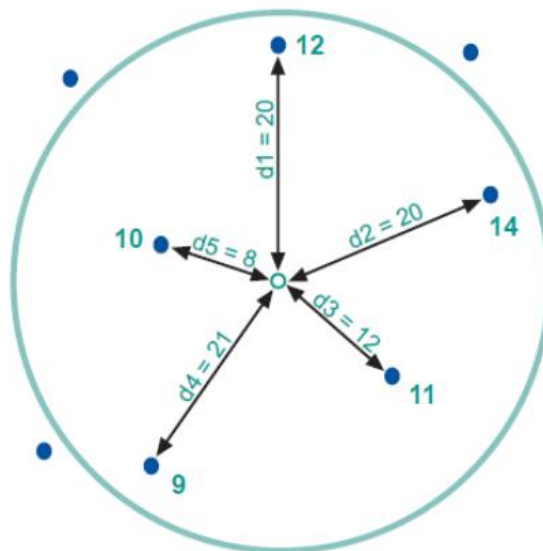
Πηγή: GIS For Physical Geography

Ορισμένα εργαλεία εκτίμησης, όπως π.χ. η μέθοδος Cross-Validation, μπορούν να βοηθήσουν στην κατάλληλη επιλογή μεθόδου και στην εύρεση των βέλτιστων δυνατών παραμέτρων, αλλά το πεδίο εφαρμογής τους 196 είναι συχνά περιορισμένο και περιλαμβάνει περιπτώσεις, όπου η δειγματοληψία του υπό μελέτη φαινομένου είναι αρκετά ικανοποιητική. Εν κατακλείδι, η επιτυχημένη εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου παρεμβολής, επαφίεται στην επαρκή γνώση και σύγκριση των διαθέσιμων μεθόδων, του προσομοιωμένου φαινομένου και της διαδικασίας δοκιμής-λάθους (trial-and-error), η οποία περιλαμβάνει προχωρημένη απεικόνιση και ψηφιακή ανάλυση τοπογραφικού ανάγλυφου terrain analysis, που βοηθά στον εντοπισμό λαθών στην παρεμβολή και γεωμετρικών στρεβλώσεων.

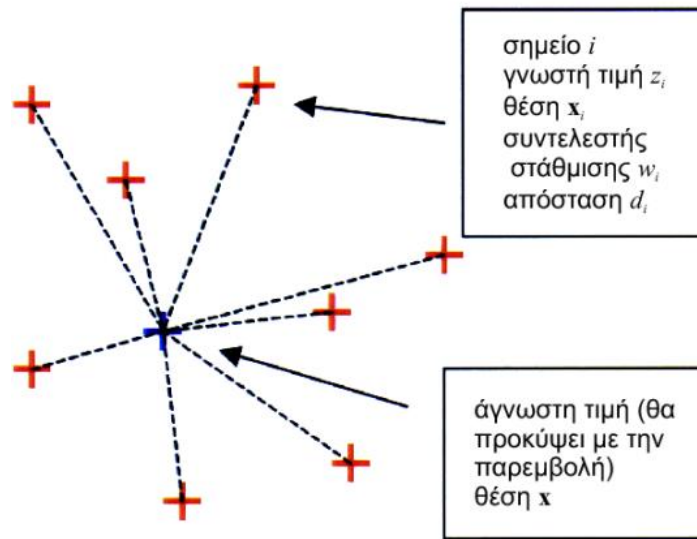
3.3.1 Χωρική Παρεμβολή IDW

Η σταθμισμένη παρεμβολή αντίστροφης απόστασης (inverse distance weighted interpolation -IDW), αποτελεί μία μέθοδο τοπικής εκτίμησης (local estimation) η οποία βασίζεται στην υπόθεση ότι κάθε διακριτό σημείο επηρεάζει τις τιμές των γειτονικών του σημείων, μέχρι μια ορισμένη απόσταση μεταξύ τους. Οι τιμές των σημείων με απουσία δειγματοληπτικών δεδομένων υπολογίζονται από συναρτήσεις με διαφορετικές παραμέτρους και η διασύνδεση μεταξύ αυτών των συναρτήσεων προσδιορίζεται μόνο με κάποιες προσεγγίσεις. Η Παρεμβολή αυτή έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Κάθε γνωστή τιμή συμμετέχει με ένα βάρος σύμφωνα με την απόσταση από το σημείο, με τα πιο κοντινά σημεία να έχουν μεγαλύτερο βάρος
- Αποτελεί μια υλοποίηση του Νόμου του Tobler



Εικόνα 19: Στάθμιση αντίστροφης απόστασης IDW
Πηγή: Υδρολογική Προσομοίωση & Πρόγνωση, Αθανάσιος Λουκάς



Εικόνα 20: Σχηματική Απεικόνιση της IDW Παρεμβολής
Πηγή: Υδρολογική Προσομοίωση & Πρόγνωση, Αθανάσιος Λουκάς

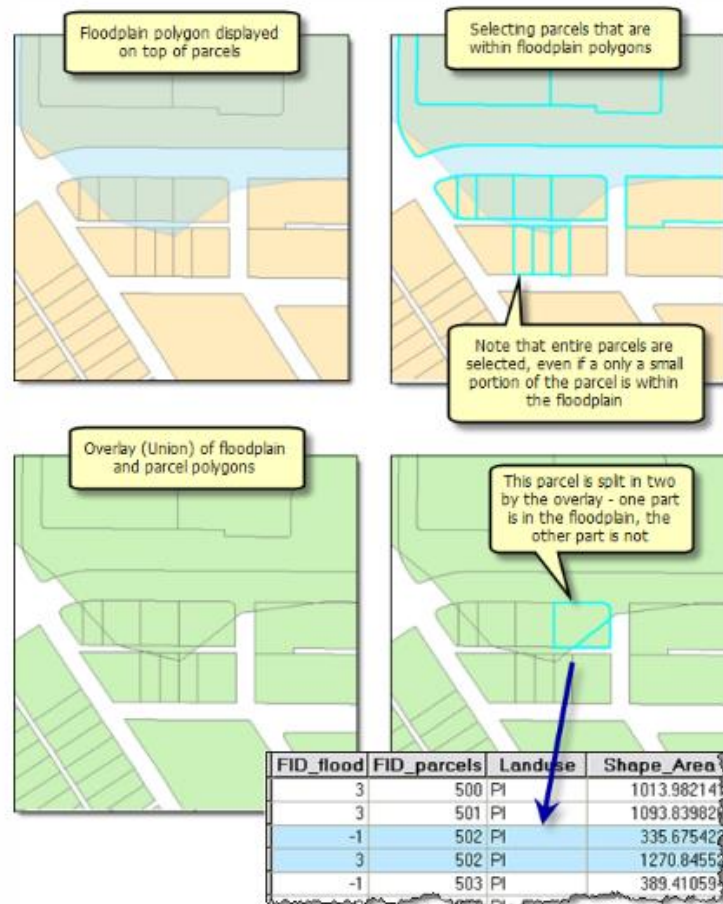
Τα τελευταία χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να αναλυθούν, προκειμένου να γίνει κατανοητή η μέθοδος IDW, είναι τα εξής:

- 1) Η εξομάλυνση μπορεί να εξισορροπηθεί με τη χρήση ενός μέσου όρου με βάρη, κατά την οποία το βάρος που αποδίδεται σε σημείο είναι αντιστρόφως ανάλογο της απόστασής του από το σημείο παρεμβολής.
- 2) Η αντίστροφη αναλογία μπορεί να είναι γραμμική ή εκθετική (δύναμη του δύο) ώστε να παρέχει μία αντίστροφη τετραγωνική σχέση.
- 3) Ουσιαστικά εν κατακλείδι, η μέθοδος IDW ακολουθεί το συμπέρασμα ότι κάθε εκτιμώμενο σημείο παρεμβολής έχει μία τοπική επιρροή που μικραίνει με την αύξηση της απόστασης από τα μετρημένα σημεία του δείγματος. Η διαδικασία της εφαρμογής της μεθόδου απαιτεί τα εξής βήματα:
 - τον ορισμό της τοπικής περιοχής εκτίμησης – περιοχής πλησιέστερου γείτονα
 - την εύρεση του αριθμού των σημείων που οι τιμές τους θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για την εκτίμηση
 - την επιλογή των σημείων αυτών από το σύνολο των σημείων της περιοχής μελέτης
 - την επιλογή της μαθηματικής συνάρτησης που αντιπροσωπεύει τη διαφοροποίηση της τιμής του χαρακτηριστικού δηλαδή την διαδικασία εκτίμησης
- 4) Η μέθοδος αυτή, δεν ακολουθεί κάποιο στατιστικό μοντέλο σφαλμάτων και επομένως, δεν εξαγεί κάποια αναφορά (σφαλμάτων) όπως άλλου είδους χωρικές παρεμβολές.

3.4 Μέθοδος Overlay Ανάλυσης

Μία άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται στη παρούσα διπλωματική εργασία αφορά την επικάλυψη θεματικών επιπέδων ή αλλιώς «Overlay». Η ανάλυση της επικάλυψης δεν είναι απλά μία συγχώνευση θεματικών επιπέδων. Όλα τα χαρακτηριστικά των εγγραφών που λαμβάνουν μέρος στην επικάλυψη των αντίστοιχων τους θεματικών επιπέδων ενώνονται (με τη χρήση του εργαλείου Union) για να δημιουργήσουν ένα καινούργιο σύνολο δεδομένων. Παρακάτω, ακολουθεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα Ανάλυσης-Επικάλυψης:

Στο παράδειγμα αυτό υπάρχουν δύο θεματικά επίπεδα: τα αγροτεμάχια και τα όρια ζωνών πλημμύρας. Τα αγροτεμάχια (πολυγωνικό θεματικό επίπεδο) και τα όρια των ζωνών πλημμύρας (πολυγωνικό θεματικό επίπεδο) επικαλύπτονται (χρησιμοποιώντας το εργαλείο Union) δημιουργώντας ένα καινούργιο πολύγωνο. Ουσιαστικά τα αγροτεμάχια τεμαχίζονται όταν συναντιούνται με τα όρια των ζωνών πλημμύρας και έτσι τελικά δημιουργούνται καινούργια πολύγωνα. Η τιμή FID_Value καθορίζει εάν τα πολύγωνα (τα αγροτεμάχια) βρίσκονται εκτός ή εντός των ορίων των ζωνών πλημμύρας και τελικά όλα τα πολύγωνα διατηρούν τις αρχικές τους τιμές ως προς τη κατηγορία της χρήσης γης (land cover):



Εικόνα 21: Παράδειγμα της Overlay Ανάλυσης

Πηγή: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/commonly-used-tools/overlay-analysis.htm>

Όπως είναι κατανοητό, η λειτουργία της επικάλυψης μπορεί να συνδυάσει τα χαρακτηριστικά διάφορων τύπους δεδομένων και να τα συνθέσει όλα σε ένα. Με αυτό εργαλείο, πλέον η αναζήτηση μίας συγκεκριμένης τοποθεσίας ή μίας περιοχής οδηγεί στην εύρεση αρκετών διαφορετικών χαρακτηριστικών (ανάλογα το κριτήριο που δίνεται).

Η λειτουργία της επικάλυψης κατά κύριο λόγο, συνδυάζεται με διαφορετικούς τύπους (λειτουργίες) ανάλυσης. Παραδείγματος χάρη, η επικάλυψη θεματικών επιπέδων συνδυάζεται με την ανάλυση της εγγύτητας (εργαλείο Buffer) ή την ανάλυση επιφάνειας (εργαλείο Slope). Διαφορετικός συνδυασμός, αποτελεί η χρήση της επικάλυψης θεματικών επιπέδων και στη συνέχεια η εξαγωγή ενός υποσυνόλου των αποτελεσμάτων ή ακόμη και γενίκευση τους. Εν κατακλείδι, η λειτουργία της επικάλυψης κατά κύριο λόγο αποτελεί ένα βήμα μέσα σε μία διαδικασία ανάλυσης και μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο αυτής της διαδικασίας.

3.5 Χωρική Αυτοσυσχέτιση

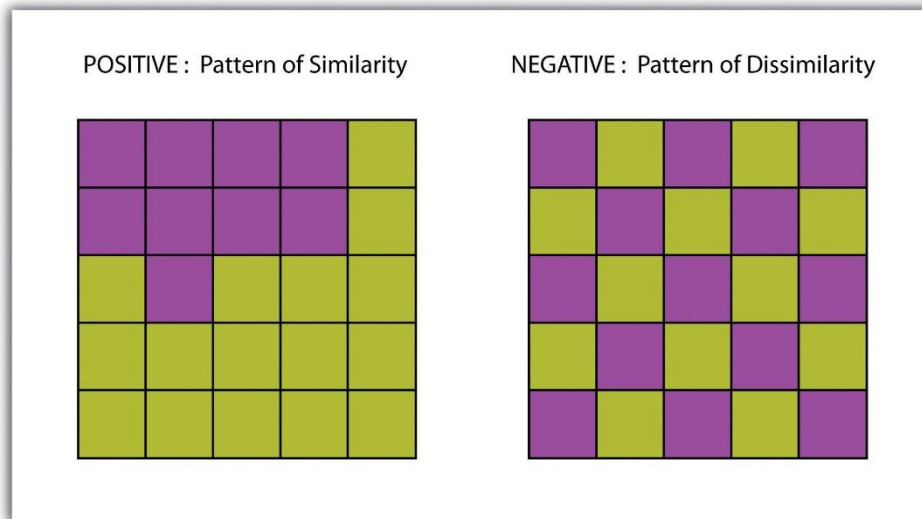
Η χωρική αυτοσυσχέτιση μπορεί να οριστεί ως η σχέση μεταξύ των τιμών μιας ενιαίας μεταβλητής που προέρχεται από τη γεωγραφική ρύθμιση των περιοχών στις οποίες εμφανίζονται αυτές οι τιμές. Μετρά την ομοιότητα των δεδομένων μέσα σε μια περιοχή, τον βαθμό δηλαδή στον οποίο ένα χωρικό φαινόμενο αυτοσυσχετίζεται στην περιοχή αυτή (Cliff and Ord, 1973, 1981), το επίπεδο αλληλεξάρτησης μεταξύ των μεταβλητών, τη φύση και τη δύναμη της αλληλεξάρτησης αυτής. Έτσι, η χωρική αυτοσυσχέτιση αποτελεί μια αξιολόγηση του συσχετισμού μιας μεταβλητής αναφορικά με τη χωρική της θέση και ακόμη αξιολογεί εάν οι τιμές είναι αλληλένδετες ή εάν υπάρχει ένα χωρικό σχέδιο στη σχέση αυτή.

Τα εργαλεία χωρικής αυτοσυσχέτισης εξετάζουν αν η παρατηρηθείσα τιμή μιας μεταβλητής σε μια περιοχή είναι ανεξάρτητη από τις τιμές της μεταβλητής στις γειτονικές τοποθεσίες. Η χωρική αυτοσυσχέτιση μπορεί να είναι θετική ή αρνητική. Όταν είναι θετική, όλες οι παρόμοιες τιμές εμφανίζονται συγκεντρωμένες μαζί ενώ όταν είναι αρνητική οι ανόμοιες τιμές είναι αυτές που εμφανίζονται σε κοντινή απόσταση. Μια θετική χωρική αυτοσυσχέτιση αναφέρεται σε ένα χωρικό πρότυπο όπου τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά των παρόμοιων τιμών τείνουν να ομαδοποιηθούν σε ένα χάρτη, ενώ μια αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση δείχνει ένα χωρικό πρότυπο στο οποίο οι γεωγραφικές οντότητες των παρόμοιων τιμών διασκορπίζονται σε ολόκληρο το χάρτη. Όταν η χωρική αυτοσυσχέτιση δεν έχει στατιστική σημαντικότητα τότε το χωρικό πρότυπο κατανομής χαρακτηρίζεται ως τυχαίο (Chou, 1997).

Η γενική μέθοδος στην περιγραφή της αυτοσυσχέτισης για μια μεταβλητή είναι να υπολογιστεί κάποιος δείκτης συνδιακύμανσης για μια σειρά αποστάσεων (ή κατηγοριών απόστασης) από κάθε σημείο. Έτσι, προκύπτει το διάγραμμα συσχετίσεων που επεξηγεί την αυτοσυσχέτιση σε κάθε συνδυασμό αποστάσεων. Η συμμετοχή σε μια δεδομένη ομάδα καθορίζεται με την ανάθεση ενός βάρους σε κάθε ζευγάρι σημείων. Αυτό το ειδικό βάρος είναι ένας απλός δείκτης που παίρνει την τιμή 1 αν είναι μέσα στην ομάδα ή την τιμή 0.

Όταν υπάρχει συστηματική χωρική κατανομή στις τιμές μιας δεδομένης μεταβλητής υπάρχει και χωρική αυτοσυσχέτιση. Η κατανομή αυτή μπορεί να έχει θετική ή αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση. Στη θετική περίπτωση, η τιμή μιας μεταβλητής σε μια δεδομένη θέση τείνει να είναι παρόμοια με τις τιμές της μεταβλητής στις κοντινές θέσεις. Αυτό σημαίνει ότι αν η αξία κάποιας μεταβλητής είναι χαμηλή σε μια δεδομένη θέση, η παρουσία θετικής χωρικής αυτοσυσχέτισης δείχνει ότι οι κοντινές

τιμές είναι επίσης χαμηλές. Αντίθετα, η αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση χαρακτηρίζεται από ανόμοιες τιμές σε κοντινές θέσεις και επομένως μια χαμηλή τιμή μπορεί να περιβάλλεται από τις υψηλές αξίες στις κοντινές θέσεις. Ο εντοπισμός της θετικής αυτοσυσχέτισης βοηθά στην ερμηνεία της ευρύτερης περιοχής, ότι εκεί δηλαδή οι οντότητες λειτουργούν με την ίδια ένταση ενώ με τον εντοπισμό της αρνητικής αυτοσυσχέτισης εντοπίζονται οι περιοχές που διακόπτουν τη συνέχεια ενός φαινομένου και επομένως, ανάλογα με την ένταση των τιμών, οι περιοχές αυτές υστερούν ή υπερτερούν σε σχέση με την ευρύτερη περιοχή. Και στις δύο περιπτώσεις, τα συμπεράσματα σχετίζονται με τον χαρακτηρισμό αναγκαιότητας επέμβασης στην περιοχή.



Εικόνα 22: Χωρικό Πρότυπο ανάλογα τη θετική & αρνητική συσχέτιση

Πηγή: https://saylordotorg.github.io/text_essentials-of-geographic-information-systems/s12-03-surface-analysis-spatial-inter.html

Το χωρικό πρότυπο μιας διανομής καθορίζεται από τη ρύθμιση των μεμονωμένων οντοτήτων στο διάστημα και τις γεωγραφικές σχέσεις μεταξύ τους. Η ικανότητα του καθορισμού των χωρικών προτύπων είναι μια προϋπόθεση στην κατανόηση των περίπλοκων χωρικών διαδικασιών που κρύβονται κάτω από την κατανομή ενός φαινομένου. Η χωρική αυτοσυσχέτιση δείχνει το βαθμό στον οποίο το περιστατικό ενός χαρακτηριστικού γνωρίσματος επηρεάζεται από τα παρόμοια χαρακτηριστικά γνωρίσματα στην παρακείμενη περιοχή. Έτσι, οι στατιστικές της χωρικής αυτοσυσχέτισης παρέχουν χρήσιμους δείκτες για τα πρότυπα αυτά. Η μέθοδος της χωρικής αυτοσυσχέτισης βρίσκει εφαρμογή:

- στον προσδιορισμό των προτύπων που ακολουθούν τα δεδομένα
- στην περιγραφή του χωρικού προτύπου και την χρήση του ως διαγνωστικό εργαλείο για τους συντελεστές της παλινδρόμησης
- ως επαγωγική στατιστική για να στηρίξει τις υποθέσεις για τα στοιχεία
- ως τεχνική παρεμβολή στοιχείων

Υπάρχουν πολλοί δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης (Cliff and Ord, 1973, 1981; Goodchild, 1986; Haining, 1990; Chou, 1997):

- Οι σφαιρικοί δείκτες Moran I και Geary c, η μηδενική και εναλλακτική υπόθεση, η κανονική και τυχαία κατανομή.
- Τοπικοί δείκτες της χωρικής σύνδεσης (local indicators spatial autocorrelation, LISA Gi).

Για να υπολογιστεί ο συντελεστής χωρικής αυτοσυσχέτισης μιας μεταβλητής πρέπει να συσχετιστούν οι τιμές αυτής της μεταβλητής για τα ζευγάρια όλων των παρατηρήσεων. Εντούτοις όμως, δε θα συσχετιστούν όλα τα ζευγάρια των τοποθεσιών αλλά μόνο εκείνα που θεωρούνται γείτονες.

3.5.1 Δείκτης Χωρικής Αυτοσυσχέτισης Moran I

Η μέτρηση της συσχέτισης (ταυτόχρονη αλλαγή στην τιμή δύο αριθμητικά εκτιμημένων τυχαίων μεταβλητών) μεταξύ των γειτονικών παρατηρήσεων σε ένα πρότυπο γίνεται χρησιμοποιώντας τον δείκτη χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran I. Ο δείκτης αυτός ορίζεται ως το μέτρο της συσχέτισης μεταξύ των γειτονικών παρατηρήσεων σε ένα σχέδιο (Boots and Getis 1988).

Ο υπολογισμός του δείκτη Moran I (Moran, 1950) επιτυγχάνεται με το πηλίκο της χωρικής συνδιακύμανσης με την συνολική διακύμανση της μεταβλητής. Οι τιμές που προκύπτουν είναι για μία κλίμακα από το -1 έως το 1. Οι θετικές τιμές αντιπροσωπεύουν τη θετική χωρική αυτοσυσχέτιση, ενώ το αντίστροφο ισχύει για τις αρνητικές τιμές. Η μηδενική τιμή του δείκτη δεν αντιπροσωπεύει καμία χωρική αυτοσυσχέτιση καθώς φανερώνει ένα τυχαίο πρότυπο. Ο τύπος για τον υπολογισμό του δείκτη Moran I δίνεται από τη σχέση (3.2):

$$I = \frac{(N/S_0) \times \sum_i x_i \times \sum_j w_{ij} \times (x_i - \mu) \times (x_j - \mu)}{\sum_i (x_i - \mu)^2} \quad (3.2)$$

Όπου:

το μ είναι ο μέσος όρος της μεταβλητής X ,

w_{ij} είναι τα στοιχεία του πίνακα των βαρών,

S_0 είναι το άθροισμα των στοιχείων του πίνακα βαρών, δηλαδή $S_0 = \sum_i w_{ij}$.

Παράλληλα με τον υπολογισμό του δείκτη Moran's I, μπορεί να δημιουργηθεί το διάγραμμα διασποράς του Moran στο οποίο προβάλλονται σε σύστημα δύο αξόνων τα ζεύγη τιμών που αφορούν την κανονικοποιημένη τιμή της μεταβλητής (z-score) που μελετάται και την κανονικοποιημένη τιμή του αθροίσματος των τιμών των γειτόνων σταθμισμένων με τα αντίστοιχα βάρη. Με βάση το συνδυασμό των προσήμων των τιμών των ζευγών αυτών και το επίπεδο σημαντικότητας των τοπικών δεικτών Moran's I, είναι δυνατή η δημιουργία του χάρτη χωρικών προτύπων. Πρόκειται για ένα θεματικό χάρτη όπου κάθε χωρική οντότητα έχει ταξινομηθεί σε μία από τις παρακάτω πέντε κατηγορίες:

- Υψηλή – Υψηλή (High – High) που αφορά σε χωρικές οντότητες με υψηλή τιμή που συνορεύουν με οντότητες με επίσης υψηλές τιμές της υπό μελέτη μεταβλητής
- Χαμηλή – Χαμηλή (Low – Low) που αφορά σε χωρικές οντότητες με χαμηλή τιμή που συνορεύουν με οντότητες με επίσης χαμηλές τιμές της υπό μελέτη μεταβλητής
- Χαμηλή – Υψηλή (Low – High) που αφορά σε χωρικές οντότητες με χαμηλή τιμή που συνορεύουν με οντότητες με υψηλές τιμές της υπό μελέτη μεταβλητής
- Υψηλή – Χαμηλή (High – Low) που αφορά σε χωρικές οντότητες με υψηλή τιμή που συνορεύουν με οντότητες με χαμηλές τιμές της υπό μελέτη μεταβλητής
- Μη στατιστικά σημαντικό τοπικό δείκτη Moran's I

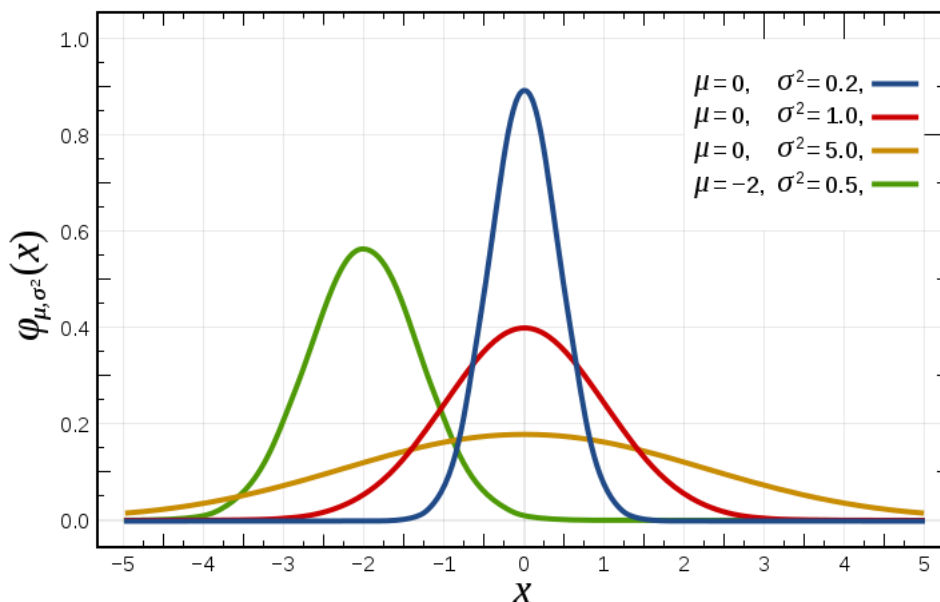
3.6 Κανονική Κατανομή

Μία άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται στη παρούσα διπλωματική εργασία, είναι μία στατιστική μέθοδος της Κανονικής Κατανομής. Η Κατανομή αυτή, χρησιμοποιείται στη σύγκριση μεταξύ του ποσοστού θέασης του ουρανού και ορισμένων κοινωνικών δεικτών.

Η κανονική κατανομή (γνωστή και ως Γκαουσιανή κατανομή) αναφέρεται σε συνεχείς μεταβλητές αποτελώντας μία συνεχή συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας. Χρησιμοποιείται ως μία πρώτη προσέγγιση για να περιγραφούν τυχαίες μεταβλητές πραγματικών τιμών, οι οποίες τείνουν να συγκεντρώνονται γύρω από μια μέση τιμή. Η κανονική κατανομή αποτελεί την πιο σημαντική κατανομή της στατιστικής μεθοδολογίας για τους εξής βασικούς λόγους:

- Την κανονική κατανομή ακολουθούν είτε με ακρίβεια είτε με μεγάλη προσέγγιση τα περισσότερα συνεχή φαινόμενα.
- Πολλές ασυνεχείς κατανομές πιθανοτήτων μπορούν να προσεγγιστούν μέσω της κανονικής κατανομής. Για παράδειγμα πολλά πληθυσμιακά χαρακτηριστικά, όπως το ύψος, το βάρος η βαθμολογία σε διαγώνισμα, κ.λπ.
- Η κανονική κατανομή αποτελεί σύμφωνα με το κεντρικό οριακό θεώρημα (το άθροισμα ενός ικανοποιητικά μεγάλου αριθμού ανεξάρτητων και ισόνομων τυχαίων μεταβλητών προσεγγίζεται από την κανονική κατανομή) τη βάση της στατιστικής συμπερασματολογίας ή επαγωγικής στατιστικής.
- Τυχαία σφάλματα που εμφανίζονται σε διάφορες μετρήσεις έχουν κανονική κατανομή. Γι' αυτό το λόγο η Κανονική κατανομή αναφέρεται πολλές φορές και ως κατανομή σφαλμάτων.

Η γραφική παράσταση της σχετιζόμενης συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας έχει σχήμα "καμπάνας", και είναι γνωστή ως Γκαουσιανή συνάρτηση ή κωδωνοειδής καμπύλη:



Σχήμα 6: Συνάρτηση Πυκνότητας – Πιθανότητας για διάφορες παραμέτρους
Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η συνάρτηση της Κανονικής Κατανομής ορίζεται από τη παρακάτω σχέση (3.3):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \times e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3.3)$$

Όπου:

e=η βάση των νεπέρειων λογαρίθμων ($\approx 2,71828$),

π =η γνωστή μαθηματική σταθερά ($\approx 3,14159$),

μ =ο μέσος του πληθυσμού,

σ =η τυπική απόκλιση του πληθυσμού,

X=μία τιμή της συνεχούς τυχαίας μεταβλητής στο διάστημα $-\infty$ έως $+\infty$,

ονομάζεται κανονικά κατανομημένη με μέση τιμή μ και διακύμανση σ^2 .

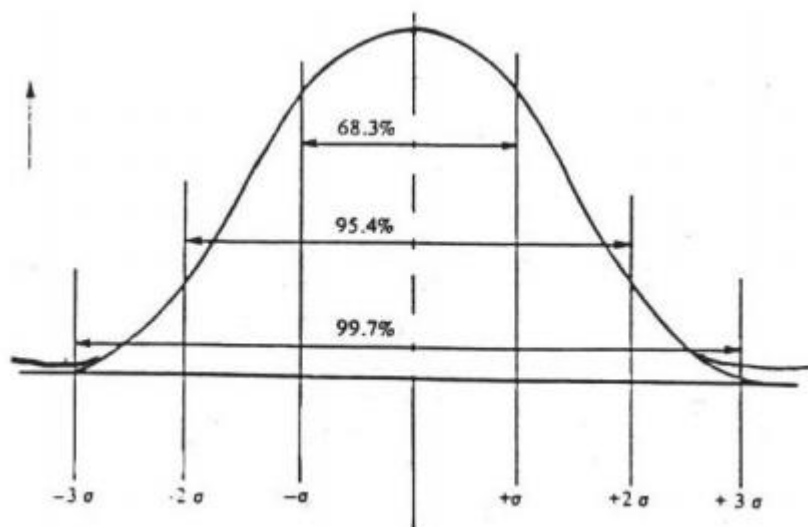
Για μια τυχαία μεταβλητή η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας συμβολίζεται με $\phi(z)$ και η συνάρτηση κατανομής με $\Phi(z)$.

Οι μετρήσεις των μεταβλητών που λαμβάνονται κατά την διάρκεια μιας διαδικασίας παραγωγής (π.χ. βάρη(weights)) συχνά κατανέμονται κανονικά σε σχέση με τον μέσο(μ). Όσον αφορά το "εύρος"(spread) των τιμών που μετρούνται σε μια κανονική κατανομή του πληθυσμού, για αυτό ισχύει:

Το 68.27% των τιμών βρίσκονται μέσα σε διάστημα όσο 1 τυπική απόκλιση του μέσου.

Το 95.45% των τιμών βρίσκονται μέσα σε διάστημα όσο 2 τυπικές αποκλίσεις του μέσου.

Το 99.73% των τιμών βρίσκονται μέσα σε διάστημα όσο 3 τυπικές αποκλίσεις του μέσου.

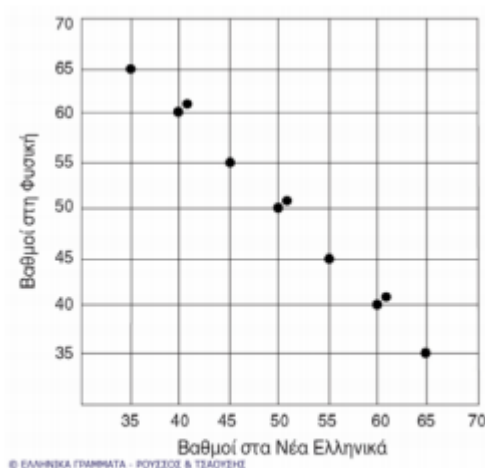


Σχήμα 7: Διάγραμμα Εύρους Τιμών που μετρούνται σε μία κανονική κατανομή
Πηγή: <https://eclass.duth.gr/modules/>

Η κανονική κατανομή όπως προαναφέρθηκε και προηγουμένως, χρησιμοποιείται ευρέως. Αυτό συμβαίνει διότι συμπεριφέρεται ικανοποιητικά από μαθηματικής άποψης. Ωστόσο, η κανονική κατανομή περιλαμβάνει το κεντρικό οριακό θεώρημα στο οποίο οφείλεται η ευρεία δυνατότητα εφαρμογών της κανονικής κατανομής. Το κεντρικό οριακό θεώρημα βασικά δηλώνει ότι καθώς το μέγεθος δειγμάτων (n) αυξάνεται, εμφανίζονται τα ακόλουθα:

- Η κατανομή δειγματοληψίας (sampling distribution) του μέσου γίνεται περίπου κανονική ανεξάρτητα από την κατανομή της αρχικής μεταβλητής.
- Η κατανομή δειγματοληψίας του μέσου είναι κεντροθετημένη στον μέσο (μ) του πληθυσμού της αρχικής μεταβλητής. Επιπλέον, η τυπική απόκλιση της κατανομής της δειγματοληψίας του μέσου approaches σ/\sqrt{N} .

Η καμπύλη της κανονικής κατανομής δείχνει πόσο "πυκνές" είναι παρατηρήσεις συγκεκριμένων τιμών. Έτσι τιμές δεδομένων σε πυκνές περιοχές της καμπύλης είναι πιο πιθανές. Για παράδειγμα, η κανονική καμπύλη είναι πιο ψηλή στο κέντρο - είναι πιο πυκνή στο κέντρο - έτσι παρατηρήσεις κοντά στο κέντρο είναι πιο πιθανές από άλλες πιο απομακρυσμένες, όπου η καμπύλη έχει μικρότερο ύψος (είναι πιο αραιή). Αυξανόμενου του σ (και κατά συνέπεια ελαττωμένης της μέγιστης τιμής - και ταυτοχρόνως απομακρυνόμενων των σημείων καμπής $\mu \pm \sigma$ από το κέντρο συμμετρίας) το εύρος ή αλλιώς η διασπορά της κανονικής καμπύλης αυξάνεται, ενώ η οξύτητα της ελαττώνεται. Αυτό σημαίνει ότι όταν έχουμε $N(\mu, \sigma^2)$ με μεγάλες σχετικά τιμές του σ^2 η μορφή της γραφικής παράστασης της (χ) είναι "πλατυσμένη" ενώ για μικρές τιμές του σ^2 η έχει ίχ(χ) οξύτερο σχήμα.



Απόλυτη Αρνητική Συσχέτιση $r = -1.0$

Σχήμα 10: Απόλυτη Αρνητική Συσχέτιση – Γραφική Αναπαράσταση του Δείκτη Συσχέτισης
 Πηγή: Ρούσσος & Τσαούσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ωστόσο, το ζήτημα που τίθεται είναι πως ερμηνεύεται αυτός ο δείκτης. Αναλυτικότερα, όταν υπάρχει θετική συσχέτιση (positive correlation), τότε όταν αυξάνεται η μία μεταβλητή, τότε αυξάνεται και η άλλη μεταβλητή. Αντιθέτως, όταν υπάρχει αρνητική συσχέτιση (negative correlation) όταν αυξάνεται η μία μεταβλητή, τότε μειώνεται η άλλη μεταβλητή. Ωστόσο, πέρα από το πρόσημο του δείκτη Συσχέτισης, σημαντική παράμετρος αποτελεί και η τιμή του. Παρακάτω, ακολουθεί ένας πίνακας, σύμφωνα με τον οποίο ανάλογα τη τιμή του δείκτη συσχέτισης, χαρακτηρίζεται αντιστοίχως η συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών:

Τιμές Δείκτη Συσχέτισης:	Χαρακτηρισμός Συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών:
0	Δεν υπάρχει συσχέτιση
1/(-1)	Απόλυτη Θετική Συσχέτιση / Απόλυτη Αρνητική Συσχέτιση
0 – 0.3 / 0 – (-0.3)	Αδύναμη Θετική Συσχέτιση/ Αδύναμη Αρνητική Συσχέτιση
0.3 – 0.7 / (-.03) – (-0.7)	Κανονική Θετική Συσχέτιση/ Κανονική Αρνητική Συσχέτιση
0.7- 1.0 / (-.07) – (1.0)	Ισχυρή Θετική Συσχέτιση/ Ισχυρή Αρνητική Συσχέτιση

Πίνακας 1: Μέγεθος Δείκτη Συσχέτισης
 Πηγή: <http://www.dmstat1.com/res/TheCorrelationCoefficientDefined.html>

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο δείκτης συσχέτισης αφορά ένα στατιστικό κριτήριο που δίνει πληροφορίες μόνο για τη συμμεταβολή των δύο μεταβλητών που μελετώνται και όχι για το αν υπάρχει αιτιώδης σχέση μεταξύ τους. Παρακάτω, ακολουθούν οι δύο δείκτες συσχέτισης Pearson & Spearman, που χρησιμοποιούνται στην εξής διπλωματική εργασία.

3.7.1 Δείκτης Συσχέτισης Pearson

Πρόκειται για το πιο (συντριπτικά) κοινό συντελεστή συσχέτισης, ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως από το μεγαλύτερο πλήθος ερευνών. Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson είναι ένα αριθμητικό μέτρο ή δείκτης του μεγέθους της συσχέτισης μεταξύ δύο συνόλων τιμών. Κυμαίνεται σε μέγεθος από +1.00 μέχρι -1.00 περνώντας και από το 0.00 . Χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο όταν και οι δύο μεταβλητές ακολουθούν τη κανονική κατανομή, συμβολίζεται με r και ορίζεται από τη σχέση (3.4):

Δειγματικός Συντελεστής Γραμμικής Συσχέτισης του Pearson:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad (3.4)$$

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο συντελεστής συσχέτισης Pearson είναι ο πιο ευαίσθητος δείκτης σε μη γραμμικές σχέσεις. Για το λόγο αυτό, ο δείκτης Pearson επιλέγεται μονάχα όταν και οι δύο μεταβλητές που εξετάζονται, ακολουθούν κανονικές κατανομές.

3.7.2 Δείκτης Συσχέτισης Spearman

Ο δείκτης συσχέτισης Spearman χρησιμοποιείται όταν οι βασικές παραδοχές του συντελεστή συσχέτισης Pearson δεν πληρούνται από τα δεδομένα και ειδικά όταν οι τιμές μίας μεταβλητής είναι έντονα ασύμμετρες (στρεβλωμένες). Κυμαίνεται σε μέγεθος από +1.00 μέχρι -1.00 περνώντας και από το 0.00 . Ουσιαστικά, ο συντελεστής εκείνος δίνει το μέγεθος της γραμμικής συσχέτισης ποιοτικών μεταβλητών διάταξης, συμβολίζεται με ρ και δίνεται από τη παρακάτω σχέση:

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n \delta_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)} \quad (3.5)$$

όπου,

n το μέγεθος του δείγματος και $\delta_i = x_i - y_i$, $i = 1, 2, \dots, n$.

Ο δείκτης συσχέτισης Spearman, χρησιμοποιείται όταν έστω και μία από τις δύο μεταβλητές δεν ακολουθεί τη κανονική κατανομή. Οι ιδιότητες του, είναι οι εξής:

- Παίρνει τιμές στο κλειστό διάστημα $[-1, 1]$. Αν συμφωνούν πλήρως οι δύο κατατάξεις είναι $\rho = 1$, ενώ όταν η μια διάταξη είναι ριζικά διαφορετική από την άλλη (για παράδειγμα, αν το μέγεθος δείγματος είναι 8 τότε το X είναι 1 όταν το Y είναι 8, το X είναι 2 όταν το Y είναι 7, κ.ο.κ) είναι $\rho = -1$. Η τιμή 0 δείχνει το μικρότερο βαθμό συσχέτισης.
- • Αν στην κατάταξη έχουμε ισοβαθμίες, δίνουμε, ως θέση, σε όλες τις θέσεις που ισοβαθμούν, τη μέση τιμή τους. Για παράδειγμα, αν η βαθμολογία οκτώ φοιτητών στα Μαθηματικά είναι: 10, 9, 9, 8, 7, 6, 6, 6 τότε η κατάταξη γίνεται ως εξής:

Φοιτητές	Βαθμός στα Μαθηματικά	Κατάταξη
A	10	1
B	9	2,5
Γ	9	2,5
Δ	8	4
E	7	5
ΣΤ	6	7
Z	6	7
H	6	7

Πίνακας 2: Παράδειγμα Συσχέτισης Spearman

Πηγή: https://el.wikipedia.org/wiki/Συντελεστής_συσχέτισης_Spearman

- Όταν υπάρχουν πολλές ισοβαθμίες ο συντελεστής ρ δεν είναι αξιόπιστος. Σε αυτή την περίπτωση ενδείκνυται ο δείκτης Kendall W.

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει ολόκληρη τη διαδικασία συλλογής, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης των δεδομένων της εργασίας. Αρχικά, παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης στην οποία εφαρμόστηκε ο αλγόριθμος. Έπειτα ακολουθεί η διαδικασία συλλογής δεδομένων, η εφαρμογή του αλγόριθμου και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Στη συνέχεια, ακολουθεί η εφαρμογή ορισμένων διαδικασιών χωρικής ανάλυσης με στόχο τη παραγωγή λεπτομερέστερης πληροφορίας. Τέλος, ακολουθεί η στατιστική ανάλυση των δεδομένων και ορισμένων κοινωνικών δεικτών, με στόχο την ανάδειξη του ποσοστού θάλασης του ουρανού ως ένα σημαντικό δείκτη βιωσιμότητας.

4.1 Περιοχή Μελέτης

Η Περιφέρεια της Αττικής αποτελεί τη μεγαλύτερη πληθυσμιακά περιφέρεια της Ελλάδας με πληθυσμό που αγγίζει τους 3.750.000 κατοίκους (<https://el.wikipedia.org>). Η Περιφέρεια Αττικής αποτελεί πρώτη όχι μόνο σε πληθυσμό αλλά και ως προς το χαρακτηριστικό της πυκνοδόμησης, αφού σε εκείνη περιλαμβάνεται το πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας, συγκεντρώνοντας το 1/3 του πληθυσμού της χώρας, σύμφωνα με την απογραφή του 2011. Στην παρούσα εργασία ως περιοχή μελέτης θεωρούνται 38 Καλλικρατικοί δήμοι της Αττικής, οι οποίοι ανήκουν στο Κεντρικό Τομέα Αθηνών, το Βόρειο Τομέα, το Δυτικό Τομέα, το Νότιο Τομέα και το Τομέα Πειραιώς με μοναδική εξαίρεση το Δήμο Χαϊδαρίου (ο οποίος επεκτείνεται ως το κόλπο της Ελευσίνας και ως εκ τούτου εκτρέπεται αρκετά από τα όρια της περιοχής μελέτης). Συγκεκριμένα, οι δήμοι που επιλέχθηκαν είναι οι εξής:

- Αθήνα
- Βύρωνας
- Γαλάτσι
- Δάφνη
- Ζωγράφου
- Ηλιούπολη
- Καισαριανή
- Φιλαδέλφεια
- Άγιος Δημήτριος
- Άλιμος
- Γλυφάδα
- Ελληνικό
- Καλλιθέα
- Μοσχάτο
- Νέα Σμύρνη
- Παλαιό Φάληρο
- Αγία Παρασκευή
- Μαρούσι
- Βριλήσσια
- Ηράκλειο
- Κηφισιά
- Πεύκη
- Μεταμόρφωση
- Νέα Ιωνία
- Παπάγου
- Φιλοθέη
- Χαλάνδρι
- Αγία Βαρβάρα

- Καματερό
- Αιγάλεω
- Ίλιον
- Περιστερί
- Πετρούπολη
- Πειραιάς
- Νίκαια
- Κορυδαλλός
- Κερατσίνι – Δραπετσώνα
- Πέραμα

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι συγκεκριμένοι δήμοι της Αττικής δεν επιλέχθηκαν τυχαία. Το σύνολο των συγκεκριμένων 38 Καλλικρατικών Δήμων, περιλαμβάνει το συντριπτικά μεγαλύτερο οικιστικό ιστό της Αττικής. Ταυτόχρονα, η συγκεκριμένη περιοχή μελέτης περιλαμβάνει όχι μόνο το πυκνοκατοικημένο κέντρο της Αθήνας, αλλά και τα προάστια της πόλης τα οποία διαφοροποιούνται σε μεγάλο βαθμό (όχι μόνο ως προς το κέντρο αλλά και μεταξύ τους). Περιοχές όπως ο δήμος της Ραφήνας ή της Ελευσίνας δεν θα είχε νόημα να συμπεριληφθούν στη περιοχή μελέτης καθώς εξετάζεται το κέντρο της πόλης σε σχέση με τα προάστια του σε μία λογική (ως προς την ακτίνα), συνεχής ροή. Επίσης, οι προαναφερθείσες περιοχές δεν συμπεριλήφθηκαν λόγω και του γεγονότος ότι αποκόπονται από τη περιοχή μελέτης είτε λόγω παρουσίας πρασίνου και ορεινών όγκων, είτε απουσίας δόμησης.

4.2 Συλλογή δεδομένων

Η εφαρμογή του αλγορίθμου όπως έχει ήδη αναφερθεί, απαιτεί συγκεκριμένα δεδομένα εισόδου προκειμένου να υπολογίσει το ποσοστό κάλυψης του ουρανού. Συγκεκριμένα, ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί ένα ζεύγος συντεταγμένων κάθε φορά, το οποίο αντιστοιχεί σε μία εικόνα του προγράμματος «Google Maps - Street View». Με βάση αυτή την εικόνα και τις συντεταγμένες (χρωματικές – γεωγραφικές), ο αλγόριθμος υπολογίζει το ποσοστό του ουρανού. Έχοντας αποσαφηνισμένα τα όρια της περιοχής μελέτης (38 Καλλικρατικοί Δήμοι της Αττικής), επόμενο ζητούμενο είναι η λήψη δείγματος από εκείνους. Τα σημεία του δείγματος πάρθηκαν αρχικά με ένα συστηματικό τρόπο και στη συνέχεια με ένα τυχαίο τρόπο. Παρακάτω, ακολουθεί λεπτομερώς η διαδικασία της λήψης του δείγματος από τη περιοχή μελέτης.

4.2.1 Δημιουργία Κανάβου

Η λήψη του δείγματος έπρεπε να γίνει λαμβάνοντας υπόψη δύο παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας είναι η περιοχή μελέτης. Αναλυτικότερα, πρόκειται για μία περιοχή με πολύ μεγάλη έκταση της τάξης των 297 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Ο δεύτερος παράγοντας ο οποίος έπρεπε να ληφθεί υπόψη, είναι το γεγονός ότι ο αλγόριθμος υπολογίζει το ποσοστό του ουρανού για ένα σημείο κάθε φορά. Επομένως, έπρεπε να εξετασθεί μία πολύ μεγάλη περιοχή με ένα εύστοχο, αντιπροσωπευτικό δείγμα σημείων σε ένα αλγόριθμο που εισάγεται ένα σημείο τη φορά.

Για τους παραπάνω λόγους, οι Καλλικρατικοί Δήμοι έπρεπε να διαιρεθούν σε φατνία συγκεκριμένου μεγέθους και να υπολογισθεί τελικά ένα σημείο ανά φατνίο. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν πρόκειται να παρθεί το σύνολο των φατνίων ενός δήμου αλλά, ένα επαρκές πλήθος (ή αλλιώς ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα).. Η διαδικασία αυτή (του υπολογισμού του επιτρεπτού αριθμού φατνίων από το οποίο θα πρέπει να παρθεί δείγμα σε σχέση με το σύνολο των φατνίων) αποτελεί ένα αλγόριθμο ο οποίος ονομάζεται «Sample Size Calculator» και επεξηγείται παρακάτω. Στο σημείο αυτό, για να γίνει σαφής η διαδικασία, θα πρέπει να αναφερθεί ότι αν παραδείγματος χάρη υπάρχουν 10 φατνία μέσα στη περιοχή μελέτης και ο αλγόριθμος θεωρήσει ότι 8 φατνία αποτελούν ικανοποιητικό δείγμα , αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον 1 σημείο δείγματος για κάθε ένα από τα 8 φατνία (δηλαδή 8 σημεία δείγματος).

Το αμέσως επόμενο ζήτημα αφορά το μέγεθος των φατνίων που θα επικαλύψουν τη περιοχή μελέτης. Συγκεκριμένα, τα φατνία θα δημιουργήσουν ένα κάναβο ο οποίος θα επικαλύψει τη περιοχή μελέτης και θα σχεδιαστεί στο ελεύθερο λογισμικό

“QGIS”. Τρία πιθανά μεγέθη φατνίου τα οποία εξετάστηκαν είχαν πλευρές 1000 x 1000 m, 500 x 500 m & 100 x 100 m.

1^η Περίπτωση: Φατνίο με πλευρές 1000 x 1000 m

Η πρώτη περίπτωση δημιούργησε ένα πολύ απλό κάναβο, ο οποίος ωστόσο δεν θα ήταν αξιόπιστος. Δεδομένου του γεγονότος ότι ο μέσος όρος των Δήμων έχει έκταση της τάξης των 5 – 10 τετραγωνικών χιλιομέτρων, τότε αυτό μεταφράζεται ως 5 – 10 φατνία σε ένα Δήμο. Το οποίο συνεπάγεται, ότι το δείγμα του Δήμου θα αποτελούν 5-10 σημεία (ο αλγόριθμος επιλέγει τον ικανοποιητικό αριθμό των φατνίων από το σύνολο τους, δηλαδή τον αριθμό των σημείων). Όπως είναι λογικό, 10 σημεία δεν μπορούν να αποτελέσουν ένα ικανοποιητικό δείγμα για οποιαδήποτε δήμο καθώς είναι υπερβολικά μικρός αριθμός. Επομένως, αυτό το μέγεθος φατνίου απορρίφθηκε λόγω υπερβολικά μικρού αριθμού σημείων του δείγματος.

2^η Περίπτωση: Φατνίο με πλευρές 100 x 100 m

Η δεύτερη περίπτωση δημιουργεί ένα αρκετά σύνθετο κάναβο ο οποίος ίσως αποδίδει υπερβολική λεπτομέρεια (η οποία είναι δύσκολο να αποδοθεί). Παραδείγματος χάρη, αν ένας δήμος έχει έκταση 10 τετραγωνικά χιλιόμετρα, θα έπρεπε να σχεδιαστούν 1000 φατνία των 100 x 100 μέτρων, δηλαδή να παρθούν 378 φατνία, ή αλλιώς 378 σημεία (με βάση τον αλγόριθμο Sample Size Calculator). Ένα τέτοιο γεγονός, αποτελεί μία χρονοβόρα διαδικασία καθώς ο αλγόριθμος εξετάζει ένα σημείο κάθε φορά, επομένως τα 378 σημεία απαιτούν και τον αντίστοιχο χρόνο. Πέραν όμως τούτου, το πιο σημαντικό εμπόδιο στην υλοποίηση του είναι ότι αποτελεί και μία σύνθετη διαδικασία, κατά την οποία δεν είναι σίγουρο ότι θα μπορούν να παρθούν δείγματα για όλα τα φατνία. Αναλυτικότερα, υπάρχουν δήμοι όπως ο δήμος της Ηλιούπολης, όπου το μεγαλύτερο μέρος του Δήμου αποτελεί φυσική έκταση. Αν ο Δήμος διαιρεθεί σε τόσο μικρής έκτασης φατνία (όπως είναι οι πλευρές 100 x 100 m), αυτό αυτόματα σημαίνει και πολύ μεγάλο πλήθος σημείων, το οποίο μπορεί να μην είναι εφικτό, καθώς στο μεγαλύτερο τμήμα της φυσικής έκτασης δεν υπάρχουν δρόμοι και κατ' επέκτασιν, εικόνα από το Street View. Επομένως, δεν θα είναι καθόλου εύκολο να παρθούν τα απαραίτητα σημεία του δείγματος, όσο αξιόπιστα αποτελέσματα και αν δίνει. Εν κατακλείδι, η περίπτωση αυτή απορρίπτεται λόγω του γεγονότος ότι δεν μπορεί να παρθεί τόσο μεγάλο πλήθος σημείων σε δήμους με μεγάλες εκτάσεις πρασίνου όπου δεν υπάρχει η ικανότητα αξιοποίησης του Street View.

3^η Περίπτωση: Φατνίο με πλευρές 500 x 500 m

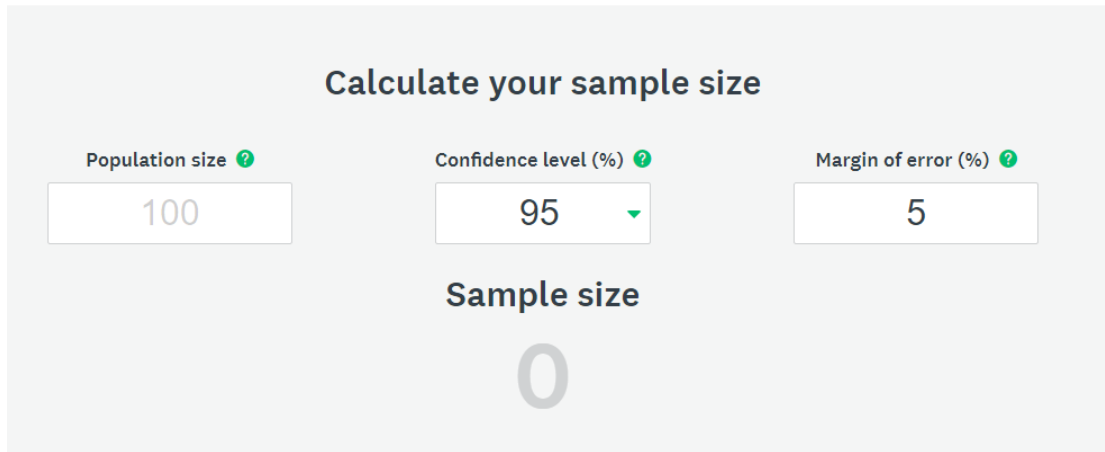
Η Τρίτη περίπτωση δημιουργεί ένα κάναβο με φατνία μεσαίου μεγέθους, όπου φαίνεται να αποτελεί και τη καταλληλότερη επιλογή. Λαμβάνοντας υπόψη το χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός δήμου των 10 τετραγωνικών χιλιομέτρων, θα πρέπει να σχεδιασθούν 40 φατνία εντός της περιοχής (δηλαδή 37 σημεία δείγματος με βάση τον αλγόριθμο). Πρόκειται επομένως για τη καταλληλότερη επιλογή του μεγέθους των φατνίων, καθώς δεν δίνεται ούτε ελάχιστη πληροφορία (από την οποία συνεπάγεται ότι δεν δίνονται αξιόπιστα αποτελέσματα), αλλά ούτε και υπερβολική πληροφορία η οποία ενέχει το κίνδυνο να μην μπορεί να παραχθεί.

Έχοντας επιλέξει το σωστό μέγεθος των φατνίων, το επόμενο βήμα αποτελεί η δημιουργία του κανάβου στο ελεύθερο λογισμικό «QGIS». Στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφερθεί ότι η αρχή (και κατ' επέκτασιν το τέλος του κανάβου) επιλέχθηκε με τυχαίο τρόπο, καθώς στόχος ήταν η επικάλυψη ολόκληρης της περιοχής μελέτης με φατνία έκτασης 250.000 τετραγωνικά μέτρα το καθένα. Παρακάτω, δίνεται το αποτέλεσμα της δημιουργίας των φατνίων στη περιοχή μελέτης:

4.2.2 Αλγόριθμος Sample Size Calculator

Επόμενο βήμα μετά τη δημιουργία κανάβου, αποτελεί η λήψη του δείγματος και πιο συγκεκριμένα, η επιλογή των απαραίτητων σημείων με βάση τα φαινία που επικαλύπτουν τη περιοχή μελέτης. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, (Κεφάλαιο 4.2.1) η επιλογή των σημείων πραγματοποιήθηκε με βάση τον αλγόριθμο Sample Size Calculator. Σύμφωνα με τον αλγόριθμο αυτό, εκείνος δέχεται το συνολικό αριθμό φαντίων ενός δήμου (στη συγκεκριμένη περίπτωση) και παράγει τον ικανοποιητικό αριθμό φαντίων κατά το οποίο πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένα σημείο σε κάθε ένα από τα φαντία αυτού του δείγματος. Προκειμένου ο αλγόριθμος αυτός να είναι πλήρως κατανοητός, επεξηγείται αναλυτικά ακριβώς παρακάτω:

Αρχικά, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο αλγόριθμος αυτός είναι διαθέσιμος σε πολλές ιστοσελίδες, ανάλογα με το είδος των δεδομένων και των αποτελεσμάτων που πρέπει να παραχθούν. Για το σκοπό της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής εργασίας, επιλέχθηκε η ιστοσελίδα www.surveymonkey.com καθώς αποτελεί μία απλή ιστοσελίδα, φιλική προς το χρήστη και εύκολα κατανοητή.



The image shows a web interface for calculating sample size. It has a title 'Calculate your sample size'. There are three input fields: 'Population size' with the value 100, 'Confidence level (%)' with a dropdown menu set to 95, and 'Margin of error (%)' with the value 5. Below these fields, the 'Sample size' is displayed as 0.

Εικόνα 25: User Interface της ιστοσελίδας www.surveymonkey.com
Πηγή: www.surveymonkey.com

Σε αυτή την ιστοσελίδα, ζητούνται τρία διαφορετικά μεγέθη και ακριβώς παρακάτω, δίνεται το αποτέλεσμα του απαραίτητου μεγέθους του δείγματος (Sample Size). Για να γίνει πλήρως κατανοητός ο αλγόριθμος, θα πρέπει να διευκρινιστούν τόσο οι έννοιες που χρησιμοποιούνται τόσο και το μαθηματικό μοντέλο του αλγορίθμου.

Αρχικά, θα πρέπει να αποσαφηνιστεί η σημασία του μεγέθους του δείγματος. Το Sample Size (ή αλλιώς target population), αποτελεί τον αριθμό των πλήρων απαντήσεων όπου η έρευνα θα πρέπει να λάβει υπόψιν της. Ο αριθμός αυτός καλείται δείγμα, καθώς εκπροσωπεί ένα μέρος του συνόλου αντικειμένων του οποίου εξετάζεται (www.surveymonkey.com).

Το πρώτο μέγεθος το οποίο ζητείται αφορά το Population Size, δηλαδή τον αριθμό του πληθυσμού (φαντίων στη συγκεκριμένη περίπτωση) που θα εξετασθεί. Συνηθέστερα, πρόκειται για έναν αριθμό ανθρώπων από το οποίο ζητείται ένα ικανοποιητικό δείγμα, ωστόσο το αντικείμενο διαφοροποιείται κάθε φορά με τις ανάγκες της έρευνας (www.surveymonkey.com).

Το δεύτερο μέγεθος που ζητείται το επίπεδο εμπιστοσύνης (confidence level). Πρόκειται για το βαθμό εμπιστοσύνης, που συσχετίζεται με ένα διάστημα εμπιστοσύνης, δηλαδή η πιθανότητα ότι το διάστημα περιέχει τη πραγματική τιμή της παραμέτρου. Το μέγιστο και συνηθέστερο ποσοστό που δίνεται είναι της τάξεως

του 95%, καθώς με ένα τόσο μεγάλο επίπεδο εμπιστοσύνης, τα σημεία του δείγματος (που πρέπει να παρθούν) αυξάνονται και ελαττώνεται η πιθανότητα λάθους του δείγματος (www.surveymonkey.com).

Το τρίτο και τελευταίο μέγεθος που ζητείται είναι το περιθώριο σφάλματος ή αλλιώς margin of error. Πρόκειται για το μέγιστο σφάλμα (το οποίο υπολογίζεται ως ποσοστό) που μπορεί να έχει η μέση πληθυσμιακή τιμή από τη μέση δειγματική τιμή. Ουσιαστικά, εκφράζει το ποσοστό των τυχαίων δειγματοληπτικών σφαλμάτων στα αποτελέσματα μίας έρευνας. Επομένως, θα πρέπει να παρθεί το μικρότερο ποσοστό (το οποίο είναι και το συνηθέστερο), της τάξεως του 5% (www.surveymonkey.com).

Πέραν ωστόσο, των εννοιών που ζητούνται και παράγονται, για να γίνει πλήρως κατανοητός ο αλγόριθμος, θα πρέπει να υπάρξει αναφορά και στο τρόπο υπολογισμού του μεγέθους του δείγματος. Συγκεκριμένα, ο αλγόριθμος αποτελείται από ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο υπολογίζει το ικανοποιητικό δείγμα με βάση την εξής σχέση (4.1):

$$\text{Sample Size} = \frac{z^2 \times p \times (1-p)}{e^2} \times \frac{1}{1 + ((z^2 \times p \times (1-p)) / (e^2 N))} \quad (4.1)$$

Όπου:

Sample Size: το μέγεθος του δείγματος

N: ο αριθμός του πληθυσμού (Population Size)

e: το περιθώριο σφάλματος σε ποσοστιαία μορφή (margin of error)

z: z-score

Z-score είναι ο αριθμός της τυπικής απόκλισης μίας δεδομένης αναλογίας που δίνεται με βάση το διάστημα εμπιστοσύνης (95% στη συγκεκριμένη περίπτωση, επομένως το z-score είναι 1,96). Η τιμή του z-score δίνεται με βάση το παρακάτω πίνακα:

Desired Confidence Level	z-score
80%	1.28
85%	1.44
90%	1.65
95%	1.96
99%	2.58

Πίνακας 3: Τυπική απόκλιση Z-score με βάση το διάστημα εμπιστοσύνης

Πηγή: www.surveymonkey.com

4.3 Διαδικασία Δειγματοληψίας

Γνωρίζοντας την έκταση που καταλαμβάνει κάθε Δήμος, η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εύρεση των σημείων είναι η εξής:

1) Μετατροπή της έκτασης του κάθε Δήμου από τετραγωνικά χιλιόμετρα σε τετραγωνικά μέτρα.

2) Διαίρεση της έκτασης αυτής με τον αριθμό 25.000. Δηλαδή, διαίρεση της έκτασης του δήμου σε τετραγωνικά μέτρα διαιρεμένη με την έκταση ενός φατνίου (500 x 500 m²) προκειμένου να βρεθεί ο αριθμός των φατνίων μέσα την έκταση αυτή. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε περίπτωση που το αποτέλεσμα είναι πραγματικός αριθμός, στρογγυλοποιείται προς τον αμέσως μεγαλύτερο ακέραιο αριθμό. Πρόκειται, για το population size που θα εισαχθεί μέσα στον αλγόριθμο και δίνεται από τη σχέση (4.2):

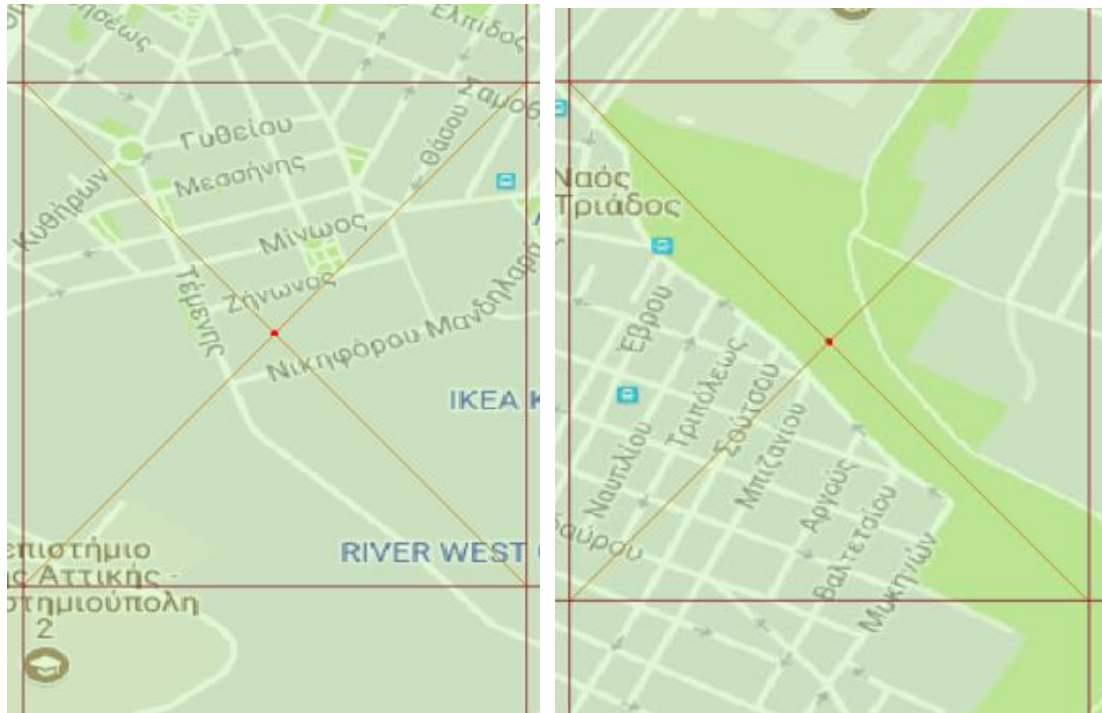
$$A = \frac{B \times 1000000}{250000} \quad (4.2)$$

A: Αριθμός φατνίων (25000m²) ο οποίος περιλαμβάνεται σε μία έκταση δήμου (Population Size)

B: έκταση δήμου σε km²

3) Ο αριθμός των φατνίων που καλύπτει την εκάστοτε έκταση (population size) εισάγεται μέσα στον αλγόριθμο και παράγεται το ικανοποιητικό δείγμα φατνίων (sample size) και κατά συνέπεια, παράγεται ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός σημείων που πρέπει να παρθούν.

4) Το επόμενο βήμα, αναφέρεται στο ελεύθερο λογισμικό "QGIS" και στη δημιουργία των σημείων. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να αναφερθεί ότι πρωταρχικός στόχος ήταν η εισαγωγή των σημείων να γίνει με συστηματικό τρόπο μέσα στα φατνία του δείγματος. Αναλυτικότερα, ο συστηματικός αυτός τρόπος προσδιόριζε ότι τα σημεία θα πρέπει να εισαχθούν στα κεντροειδή των φατνίων του δείγματος. Ωστόσο, μία τέτοια διαδικασία δεν ήταν εφικτή πρακτικά, καθώς στη προσπάθεια εισαγωγής των συντεταγμένων, πολλά κεντροειδή των φατνίων δημιούργησαν πρόβλημα (σε σχέση με την εικόνα του Street View). Αναλυτικότερα, χαρακτηριστικά παραδείγματα των προβλημάτων στα κεντροειδή που παρουσιάστηκαν ήταν η παρουσία πρασίνου, η απουσία οδικού δικτύου, είτε απλά η απουσία εικόνας του προγράμματος Street View.



Εικόνα 26: Περίπτωση 1 (αριστερά) έλλειψης οδικού δικτύου & Περίπτωση 2 (δεξιά) παρουσίας πρασίνου

Πηγή: www.surveymonkey.com

4.4 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

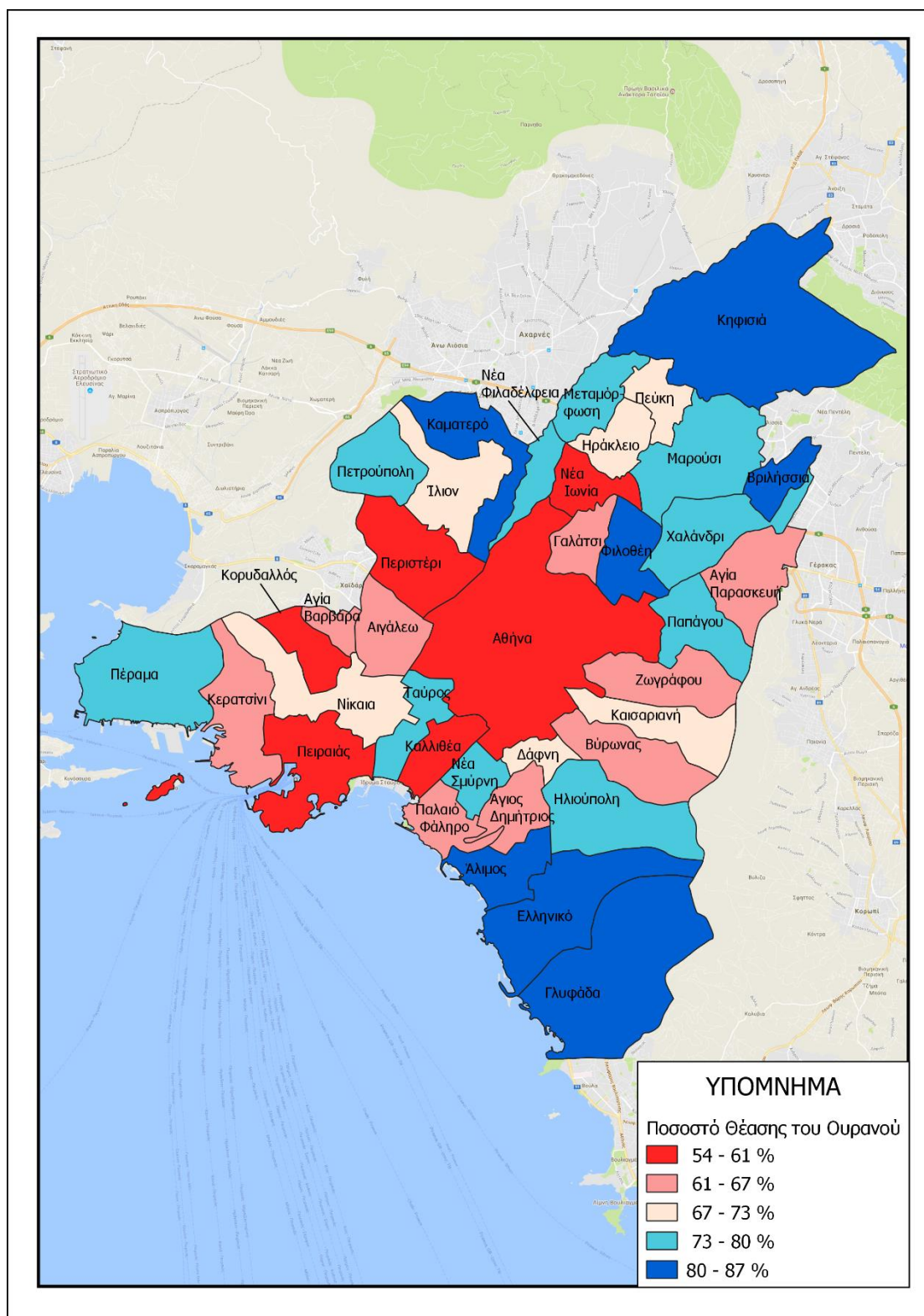
Έχοντας δεδομένη τη περιοχή μελέτης, επόμενο βήμα ήταν η διαίρεση της σε φατνία της τάξεως των 25000 τετραγωνικών μέτρων (m^2). Στη συνέχεια, για κάθε Δήμο, εισάχθηκε στον αλγόριθμο του Sample Size Calculator ο αριθμός των φατνίων και παράχθηκε η πληροφορία των ελάχιστων σημείων που θα πρέπει να παρθούν ως δείγμα για τον υπολογισμό του ποσοστού του ουρανού. Τα αποτελέσματα που παρήχθησαν αφορούσαν τόσο τα σημεία του δείγματος μεμονωμένα όσο και για κάθε Δήμο ξεχωριστά. Παρακάτω παρουσιάζεται ολόκληρη η παραγόμενη πληροφορία σε μορφή πίνακα και σε μορφή χάρτη:

ΔΗΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (τ.μ.)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΟΥΡΑΝΟΥ
ΑΘΗΝΑ	38.96	132	54,97 %
ΒΥΡΩΝΑΣ	9.20	37	62,69 %
ΓΑΛΑΤΣΙ	4.21	19	65,65 %
ΔΑΦΝΗ	2.35	10	71,90 %
ΖΩΓΡΑΦΟΥ	8.52	37	64,70 %
ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ	12.72	43	74,76 %
ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ	7.84	29	66,00 %
ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ	3.73	16	74,07 %
ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	5.36	24	60,80 %
ΑΛΙΜΟΣ	5.91	24	83,73 %
ΓΛΥΦΑΔΑ	10.18	40	85,34 %
ΕΛΛΗΝΙΚΟ	9.90	41	86,06 %
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	4.63	21	54,43 %
ΜΟΣΧΑΤΟ	5.24	19	77,42 %
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	3.52	15	54,93 %
ΠΑΛΑΙΟ ΦΑΛΗΡΟ	4.76	19	65,95 %
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	5.64	22	63,96 %
ΜΑΡΟΥΣΙ	13.07	49	75,32 %
ΒΡΙΛΗΣΣΙΑ	3.86	16	81,20 %
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	4.65	20	68,79 %
ΚΗΦΙΣΙΑ	22.59	77	83,28 %
ΠΕΥΚΗ	3.74	16	69,85 %
ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ	5.50	22	75,59 %
ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ	4.44	18	59,69 %
ΠΑΠΑΓΟΥ	8.63	31	75,19 %
ΦΙΛΟΘΕΗ	6.20	25	80,84 %
ΧΑΛΑΝΔΡΙ	10.81	42	74,53 %

{Με οδηγό τον Ουρανό}

ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ	2.09	9	64,89 %
ΚΑΜΑΤΕΡΟ	9.11	34	81,01 %
ΑΙΓΑΛΕΩ	6.45	25	66,42 %
ΙΛΙΟΝ	9.45	36	69,94 %
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	10.05	39	59,84 %
ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ	7.05	23	76,85 %
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	10.87	39	59,97 %
ΝΙΚΑΙΑ	11.17	40	69,51 %
ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ	4.32	17	58,77 %
ΚΕΡΑΤΣΙΝΙ	9.33	34	64,52 %
ΠΕΡΑΜΑ	14.73	42	74,61 %

Πίνακας 4: Ποσοστό του ουρανού ανά Δήμο της Περιοχής Μελέτης

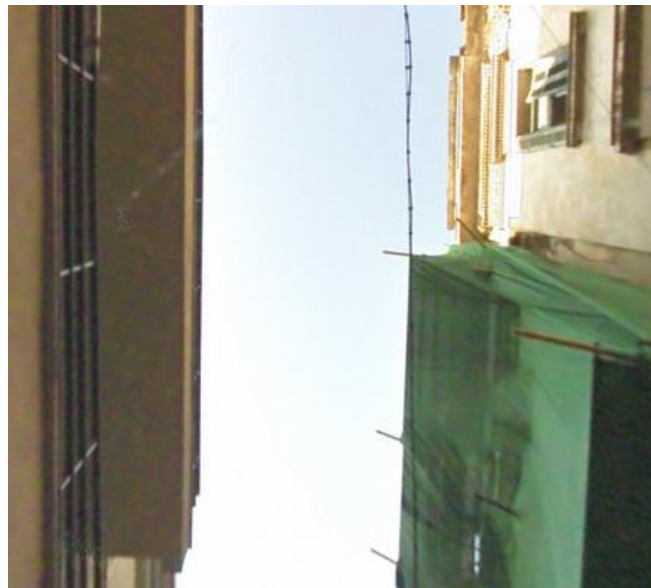


Χάρτης 2: Ποσοστό θέασης Του Ουρανού ανά Δήμο

Μία πρώτη εκτίμηση των αποτελεσμάτων, αφορά τη σαφή διάκριση μεταξύ πυκνοκατοικημένων και αραιοκατοικημένων περιοχών που συμπεριλήφθηκαν στη περιοχή μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό θέασης του ουρανού τόσο λιγότερα εμπόδια υφίστανται στην εικόνα της περιοχής που εξετάστηκε. Αυτό συνεπάγεται ότι όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό αυτό, τόσο λιγότερη βλάστηση υπάρχει και ταυτόχρονα τόσο μικρότερο είναι το ύψος των

κτιρίων και μεγαλύτερη είναι η απόσταση μεταξύ τους (δηλαδή τόσο περισσότερο αραιοκατοικημένη είναι η περιοχή).

Σύμφωνα με το παραπάνω χάρτη, οι περισσότερο πυκνοκατοικημένοι δήμοι της Αττικής, είναι ο Δήμος Αθηναίων, ο Δήμος Καλλιθέας, ο Δήμος Περιστερίου, ο Δήμος Νέας Ιωνίας, ο Δήμος Κορυδαλλού και ο Δήμος του Πειραιά. Τα ποσοστά θέασης των συγκεκριμένων Δήμων ανήκουν μόλις στο διάστημα 54%-61% το οποίο σημαίνει ότι πρόκειται υψηλά κτίρια σε κοντινή απόσταση το ένα από το άλλο. Παρακάτω, δίνονται δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα εικόνων οι οποίες συμπεριλήφθηκαν στον υπολογισμό του ποσοστού θέασης του ουρανού για το Δήμο Αθηναίων και το Δήμο Περιστερίου αντίστοιχα.

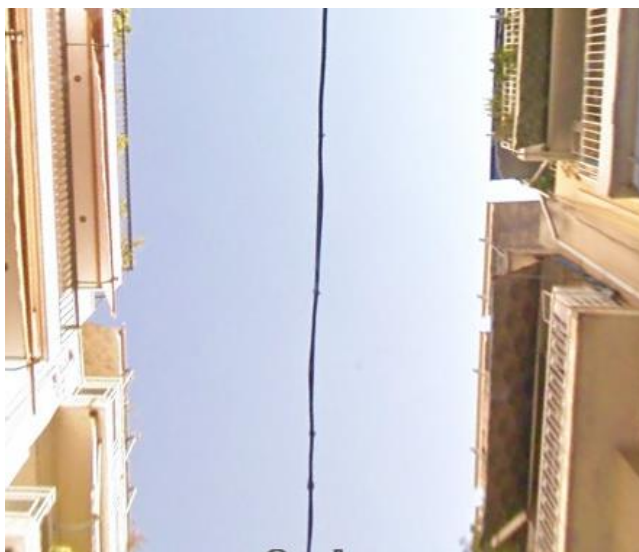


Εικόνα 27: Παράδειγμα Εικόνας από το Δήμο Αθηναίων
Πηγή: Google Street View



Εικόνα 28: Παράδειγμα Εικόνας από το Δήμο Περιστερίου
Πηγή: Google Street View

Σχετικά πυκνοκατοικημένοι Δήμοι θεωρούνται και οι Δήμοι του Αιγάλεω, Αγίας Βαρβάρας, Κερατσινίου, Αγίου Δημητρίου, Παλαιού Φαλήρου, Βύρωνα, Ζωγράφου, Αγίας Παρασκευής και Γαλατσίου. Συγκριμένα τα ποσοστά των προαναφερθέντων Δήμων ανήκουν στο διάστημα 61% - 67%. Οι Δήμοι αυτοί, θεωρούνται ήδη πυκνοκατοικημένοι, πολλούς εκ των οποίων διαθέτουν ωστόσο μεγάλο ποσοστό πρασίνου στην έκτασή τους. Λόγω του γεγονότος ότι τα σημεία κατανεμήθηκαν όσο το δυνατόν περισσότερο στη μεγαλύτερη έκταση του χώρου (μέθοδος των φατνίων), οι περιοχές με πράσινο επηρεάστηκαν σημαντικά ως προς το ποσοστό θέασης του ουρανού. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι Δήμοι Βύρωνα και Ζωγράφου, οι οποίοι είναι αρκετά πυκνοκατοικημένοι, ωστόσο το ποσοστό της περιοχής τους επηρεάστηκε και από τη μεγάλη έκταση πρασίνου που καταλαμβάνει το βουνό του Υμηττού.



Εικόνα 29: Παράδειγμα Εικόνας από το Δήμο Ζωγράφου
Πηγή: Google Street View

Λιγότερο πυκνοκατοικημένοι με ποσοστό θέασης του ουρανού να κυμαίνεται μεταξύ του 67%-73% είναι οι Δήμοι Καισαριανής, Πεύκης, Ηρακλείου, Γαλατσίου, Ιλίου, Νίκαιας και Δάφνης. Πρόκειται για τους Δήμους όπου συνεχίζουν να συμπεριλαμβάνουν ένα μεγάλο αριθμό κατοικιών. Ωστόσο, είτε διαθέτουν ένα σημαντικό ποσοστό πρασίνου (όπως ο Δήμος της Καισαριανής και ο Δήμος του Γαλατσίου) είτε το ύψος των κτιρίων δεν είναι τόσο μεγάλο σε σχέση με το πλάτος των δρόμων (όπως ο Δήμος της Νίκαιας). Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ο Δήμος της Νίκαιας αποτελεί μία αξιοπερίεργη περίπτωση της μελέτης αυτής. Ο δήμος αυτός, ο οποίος περιέχει 105430 κατοίκους (Απογραφή ΕΛΣΤΑΤ,2011) και επομένως θεωρείται ένας από τους μεγαλύτερους δήμους της Αττικής ως προς τον αριθμό των κατοίκων. Ωστόσο, πέραν από τη μεγάλη έκταση της (6.649 km²) η περιοχή αυτή άνησε οικοδομικά το 1920 όταν ακόμη τα κτίρια της Αθήνας ήταν χαμηλά σε ύψος. Επομένως, λόγω των παραπάνω συγκυριών το ποσοστό θέασης του Δήμου της Νίκαιας δεν είναι τόσο χαμηλό όσο θα έπρεπε να είναι λόγω της πληθυσμιακής του πυκνότητας. Παρακάτω, ακολουθεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μίας συνοικίας της Νίκαιας, που αποτυπώνει ακριβώς αυτή τη κατάσταση:



Εικόνα 30: Παράδειγμα Εικόνας του Δήμου Νίκαιας
Πηγή: Google Street View

Η κατάσταση αρχίζει να βελτιώνεται στην επόμενη ομάδα της κατάταξης των Δήμων, η οποία κυμαίνεται (ως προς το ποσοστό θέασης του ουρανού) στο διάστημα 73%-80%. Οι Δήμοι αυτοί δεν είναι άλλοι από τους εξής: Πέραμα, Μοσχάτο, Ηλιούπολη, Μαρούσι, Χαλάνδρι, Παπάγου, Μεταμόρφωση, Φιλαδέλφεια και Πετρούπολη. Στους παραπάνω δήμους, το ποσοστό θέασης του ουρανού θεωρείται ικανοποιητικό, το οποίο σημαίνει ότι οι συγκεκριμένες περιοχές δεν είναι πυκνοκατοικημένες και μεταξύ των κτιρίων τους υφίσταται μία σημαντική απόσταση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο Δήμος Μοσχάτου. Ο συγκεκριμένος Δήμος, περιλαμβάνει δρόμους με σχετικά μεγάλο πλάτος ως προς το ύψος των κτιρίων και ταυτόχρονα, ένα μεγάλο πλήθος δένδρων. Χαρακτηριστική εικόνα της κατάστασης του Δήμου Μοσχάτου ακολουθεί παρακάτω:



Εικόνα 31: Παράδειγμα Εικόνας του Δήμου Μοσχάτου
Πηγή: Google Street View

Τελευταία ομάδα Δήμων με το υψηλότερο ποσοστό θέασης του ουρανού (80% - 86%) αποτελούν οι Δήμοι του Αλίμου, της Γλυφάδας, του Ελληνικού, των Βριλησίων, της Κηφισιάς, της Φιλοθέης και του Καματερού. Οι συγκεκριμένοι Δήμοι είτε παρουσιάζουν χαμηλό ύψος κτιρίων συγκριτικά με το πλάτος των δρόμων (όπως ο Δήμος Φιλοθέης), είτε παρουσιάζουν μεγάλο τμήμα πρασίνου (Δήμος Κηφισιάς) είτε είναι αρκετά αραιοκατοικημένοι όπως ο Δήμος του Ελληνικού. Αξίζει να σημειωθεί ότι πέρα από το Δήμο της Φιλοθέης (ο οποίος ανέκαθεν παρουσίαζε ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ως προς το πολεοδομικό της ιστό), οι υπόλοιποι δήμοι βρίσκονται στα προάστια της Αττικής, σε μία ακτίνα μεγάλη ως προς το κέντρο της. Γεγονός καθόλου τυχαίο, καθώς τα προάστια της Αττικής έχουν ως επί το πλείστον μεγαλύτερη έκταση, νεόδμητα κτίρια και δρόμους μεγαλύτερου πλάτους. Παρακάτω, ακολουθούν χαρακτηριστικά παραδείγματα της της εικόνας των κατοικιών στους Δήμους του Ελληνικού και της Κηφισιάς. Ένα τελευταίο αξιοσημείωτο γεγονός αφορά το Δήμο της Κηφισιάς, ο οποίος ήταν ο μοναδικός δήμος με την εξής ιδιαιτερότητα: Το μεγαλύτερο (αν όχι όλο) πλήθος εικόνων που πάρθηκαν ως δείγματα, δεν συμπεριλάμβαναν κτίρια ως εμπόδια αλλά μονάχα τη βλάστηση (ως εμπόδια). Πιο συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο πλήθος εικόνων περιλάμβανε δρόμους μικρού πλάτους και κτίρια (μεγάλου ύψους) τα οποία βέβαια δεν παρουσιάστηκαν στις εικόνες, καθώς η βλάστηση υπέρ -κάλυπτε όλα τα υπόλοιπα εμπόδια.

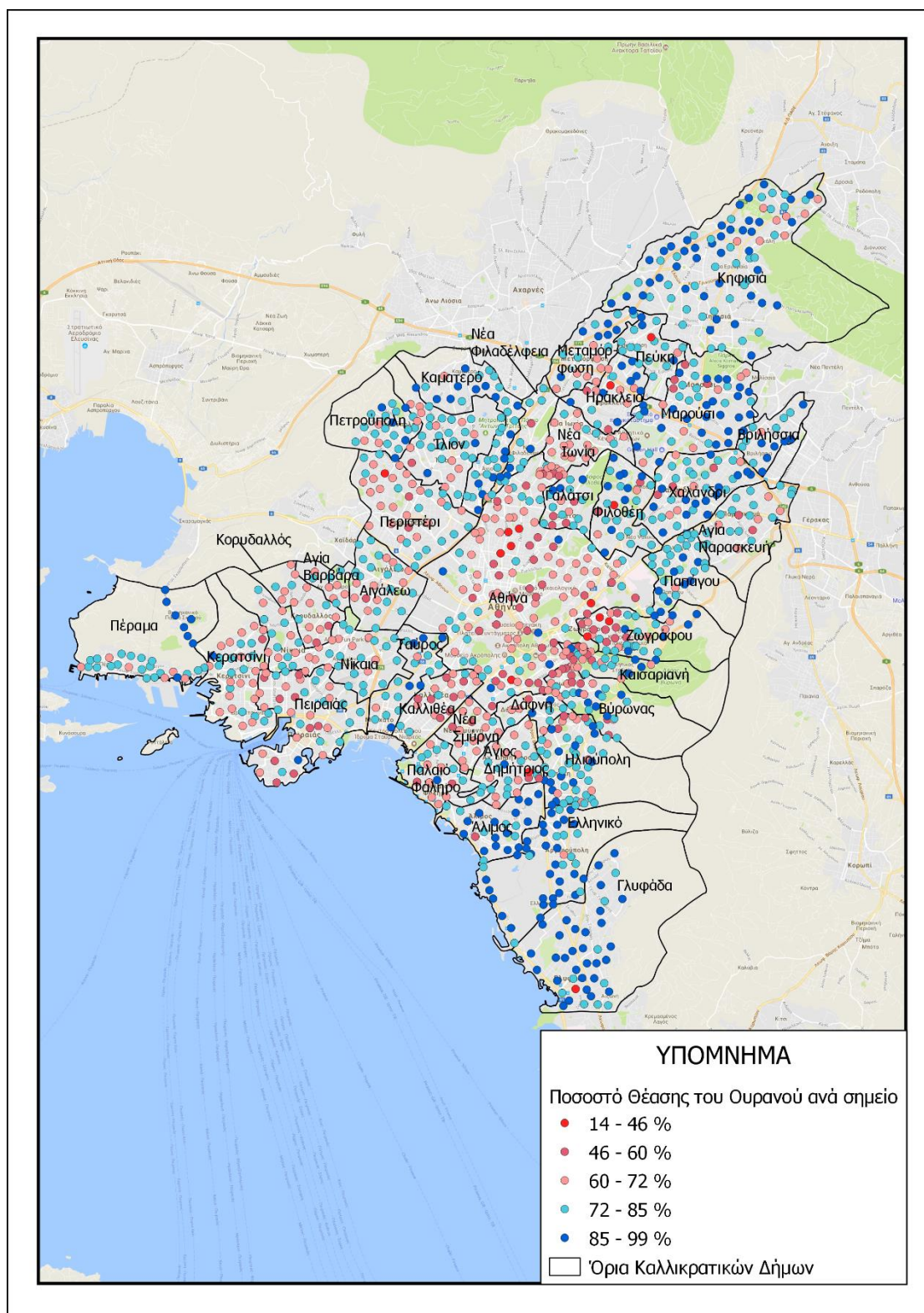


Εικόνα 32: Παράδειγμα Εικόνας του Δήμου Ελληνικού
Πηγή: Google Street View



Εικόνα 33: Παράδειγμα Εικόνας του Δήμου Κηφισιάς
Πηγή: Google Street View

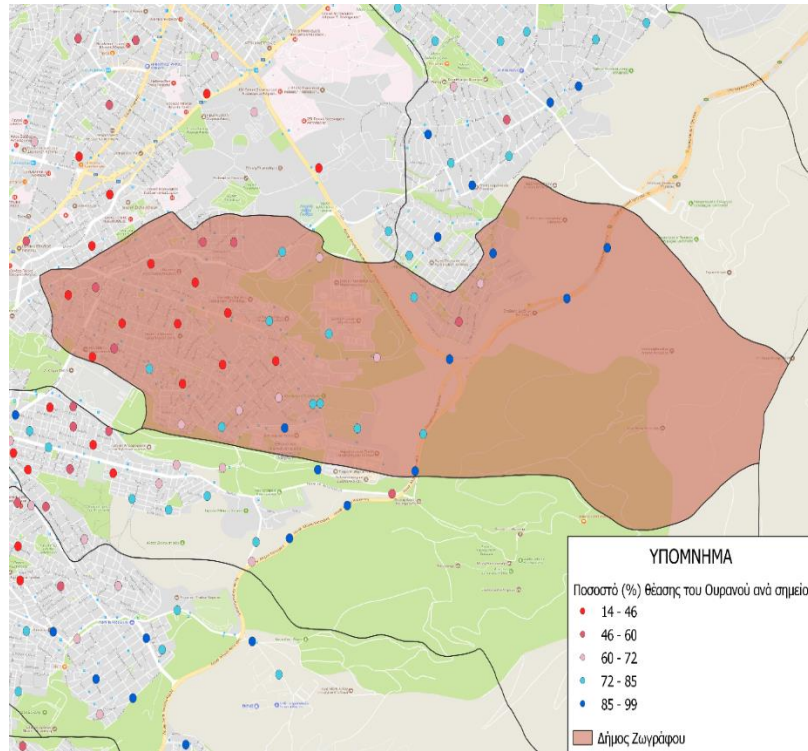
Παρακάτω, ακολουθούν και άλλοι χάρτες ανάλυσης του ποσοστού θέασης του ουρανού για τη καλύτερη κατανόηση του.



Χάρτης 3: Ποσοστό θέασης του ουρανού ανά σημείο δείγματος

Ένας ακόμη χάρτης που παράχθηκε αφορά το ποσοστό θέασης του Ουρανού ανά σημείο του δείγματος. Συγκεκριμένα, έχοντας ως δεδομένο το εύρος στο οποίο κυμαίνεται το ποσοστό του δείγματος (14 – 99 %), δημιουργήθηκαν 5 κλάσεις με όσο το δυνατόν πιο ίσο - κατανομημένα σημεία εντός τους. Σε μία γενική πρώτη εικόνα, ο χάρτης αυτός φαίνεται να παρουσιάζεται αρκετές ομοιότητες σε σχέση με το προηγούμενο χάρτη. Αναλυτικότερα, το μικρότερο ποσοστό θέασης του ουρανού

παρατηρείται σε σημεία εντός του Δήμου Αθηναίων, του Δήμου Καλλιθέας, του Δήμου Περιστερίου, του Δήμου Νέας Ιωνίας, του Δήμου Κορυδαλλού και του Δήμου Πειραιά. Ωστόσο, μέσα από αυτό το χάρτη, δίνεται μία καλύτερη εικόνα και για κάθε Δήμο ξεχωριστά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της ακριβέστερης εικόνας αποτελεί ο Δήμος Ζωγράφου, ο οποίος απεικονίζεται μεμονωμένα στο παρακάτω χάρτη :



Χάρτης 4: Ποσοστό θέασης του ουρανού ανά σημείο στο Δήμο Ζωγράφου

Με βάση το παραπάνω χάρτη, μικρότερο ποσοστό θέασης του ουρανού (δηλαδή πιο πυκνοκατοικημένη δόμηση) παρουσιάζεται στη περιοχή του Δήμου με κατεύθυνση το κέντρο της Αθήνας. Αντιθέτως, όσο η περιοχή μελέτης προσανατολίζεται περισσότερο προς τον Υμηττό, τόσο περισσότερο το ποσοστό αυτό αυξάνεται το οποίο σημαίνει πιο αραιή δόμηση. Θα πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό, ότι λόγω του αριθμού των φατνίων που έπρεπε να παρθούν ως δείγμα στο συγκεκριμένο δήμο, δημιουργήθηκαν σημεία τόσο στην οδό Κατεχάκη όσο και στην Αττική Οδό, όπου δεν υφίσταται κανένα εμπόδιο θέασης του ουρανού.

4.5 Χωρική Παρεμβολή IDW

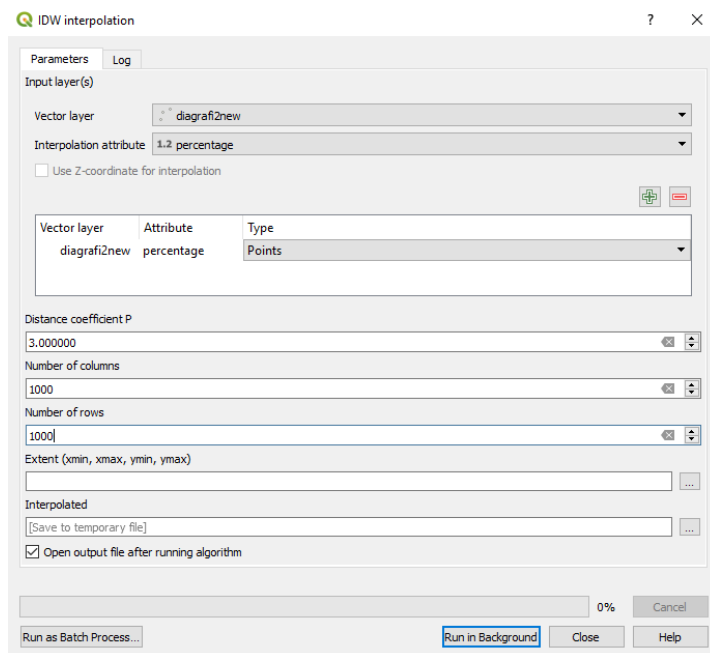
Επόμενο βήμα για την χωρική ανάλυση του φαινομένου που εξετάζεται, αποτελεί η Χωρική Παρεμβολή IDW (Inverted Distance Weighted Interpolation). Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο (κεφ. 3), η Χωρική Παρεμβολή αποτελεί μια διαδικασία εκτίμησης της τιμής ενός χαρακτηριστικού σε σημεία που δεν ανήκουν στο δείγμα, με βάση τις μετρήσεις στα σημεία του δείγματος. Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε η συγκεκριμένη μέθοδος (Παρεμβολή Αντίστροφης Απόστασης) είναι η βασική ιδέα πίσω από εκείνην. Πιο συγκεκριμένα, αυτή η μέθοδος βασίζεται στην υπόθεση, ότι κάθε διακριτό σημείο επηρεάζει τις τιμές των γειτονικών του σημείων, μέχρι μια ορισμένη απόσταση μεταξύ τους. Πρόκειται για μία μέθοδο αρκετά γρήγορη, με αποτελέσματα αρκετά ακριβή.

Η σταθμισμένη χωρική παρεμβολή της αντίστροφης απόστασης αποτελεί μία μέθοδο αρκετά απλή και φιλική προς το χρήστη. Αναλυτικότερα, μέσα στο περιβάλλον κατά το οποίο διενεργείται η παρεμβολή, ζητούνται τα εξής δεδομένα:

1) το θεματικό επίπεδο (shape file) και το attribute στο οποίο θα εφαρμοστεί η παρεμβολή, το οποίο είναι τα σημεία του δείγματος και τα αντίστοιχα ποσοστά θέασης του ουρανού.

2) η απόσταση που θα λάβει υπόψη η παρεμβολή προκειμένου ένα σημείο να επηρεαστεί από κάποιο άλλο σημείο. Δηλαδή, πρόκειται για την ακτίνα μέσα στην οποία το ζητούμενο σημείο θα λάβει υπόψιν τα ήδη δεδομένα σημεία. Η απόσταση αυτή πάρθηκε μετά από πολλές διαφορετικές δοκιμές. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η τιμή της έχει ιδιαίτερη σημασία για τη σωστή εφαρμογή του αλγορίθμου καθώς επηρεάζει άμεσα τη διαδικασία (αναλυτικότερη επεξήγηση στο κεφ. 3). Η τιμή έπειτα από πολλές δοκιμές επιλέχθηκε να είναι η τιμή 3.

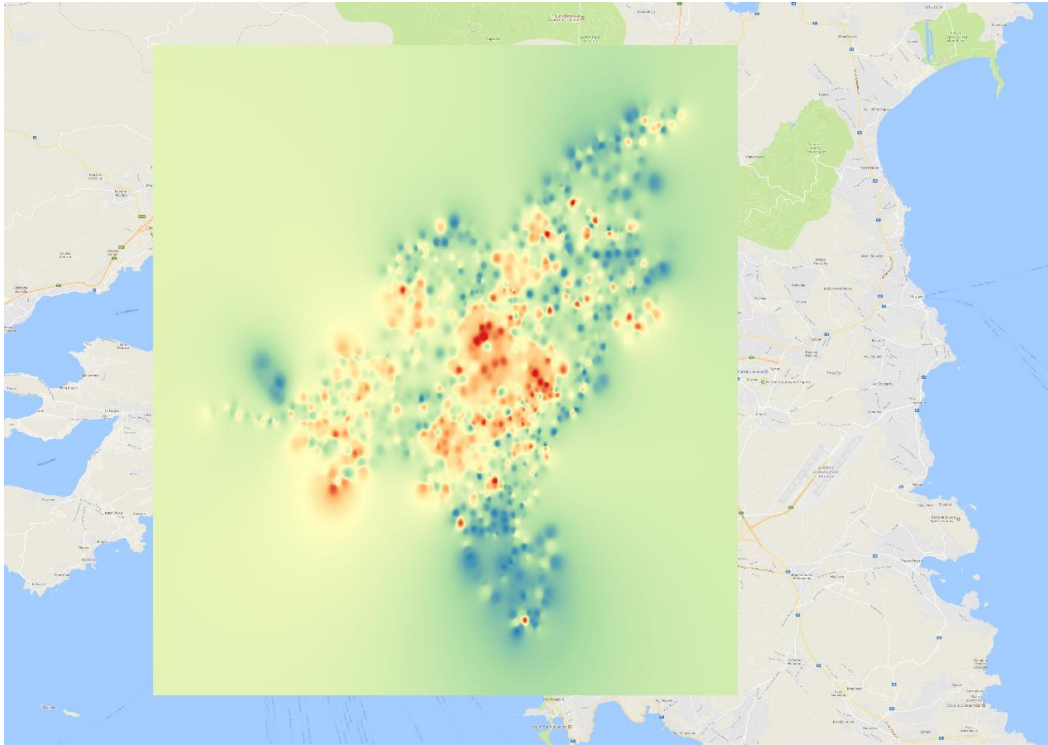
3) ο αριθμός των pixels από την οποία χαρακτηρίζεται κάθε γραμμή και στήλη της τελικής παραγόμενης εικόνας. Πιο συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο αριθμός, τόσο μεγαλύτερη ακρίβεια θα υπάρχει στη τελική εικόνα. Έπειτα από πολλές δοκιμές, ο αριθμός των γραμμών και ο αριθμός των στηλών της τελικής εικόνας επιλέχθηκε να είναι 1000.



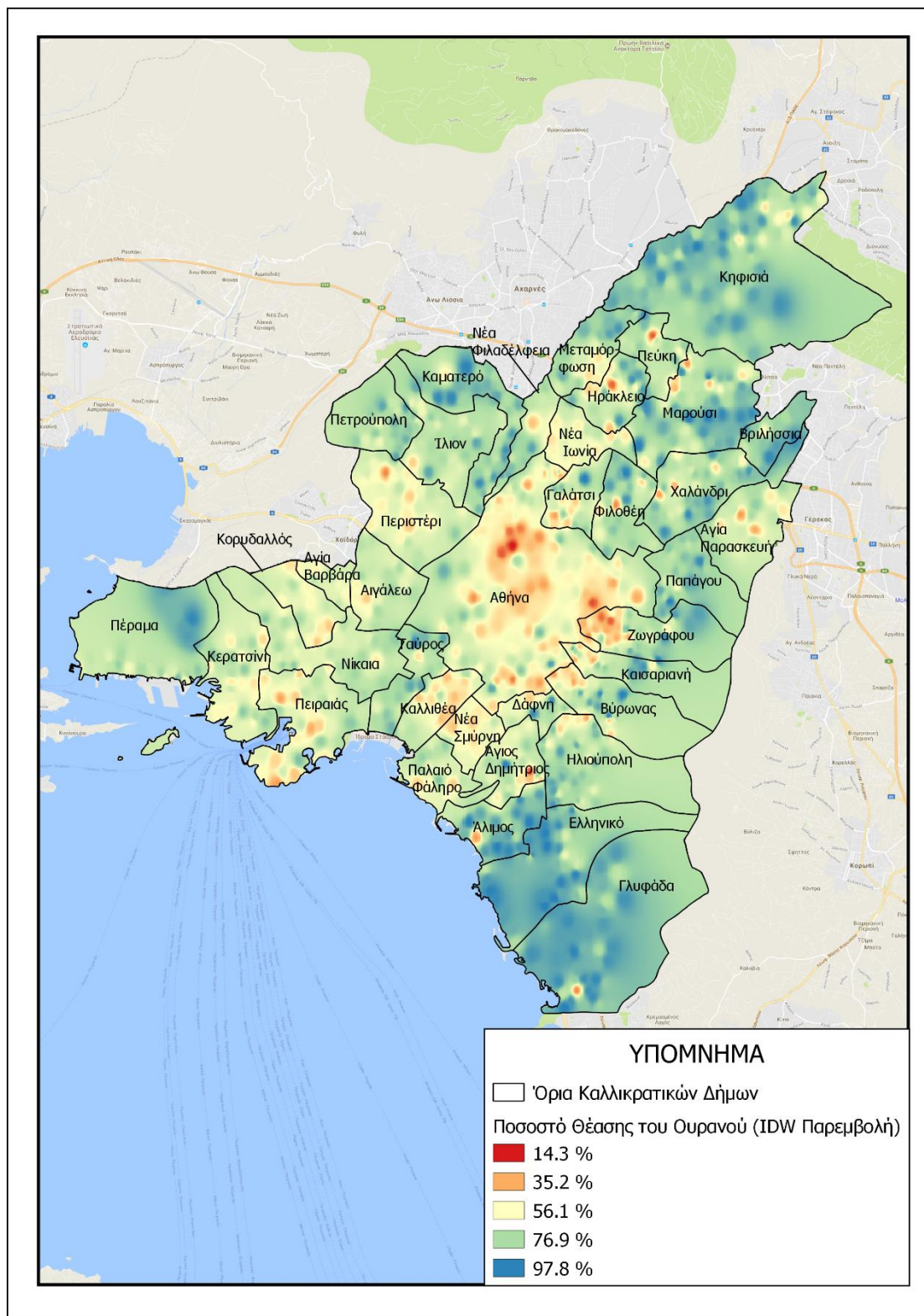
Εικόνα 34: Περιβάλλον Εντολής IDW Interpolation

Πηγή: QGIS

Μετά την εφαρμογή του αλγόριθμου το αποτέλεσμα ήταν μία εικόνα raster η οποία στη συνέχεια, έπρεπε να αποκοπεί εντός των ορίων της περιοχής μελέτης:



Χάρτης 5: Αποτέλεσμα IDW Παρεμβολής

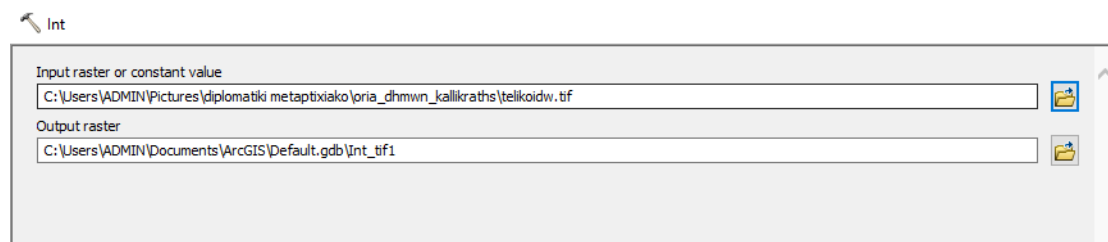


Χάρτης 6: Ποσοστό θέασης του Ουρανού κατά τη IDW Παρεμβολή

Όπως παρατηρείται από το παραπάνω χάρτη, το ποσοστό θέασης σε περιοχές χωρίς δείγμα, συμβαδίζει σε μεγάλο βαθμό με τις γειτονικές περιοχές (στις οποίες υφίσταται δείγμα). Αναλυτικότερα το μικρότερο ποσοστό θέασης εντοπίζεται στο Δήμο Αθηνών και μάλιστα σε σχετικά μεγάλη έκταση (ως προς ολόκληρη την έκτασή του). Ταυτόχρονα, μικρά ποσοστά θέασης παρατηρούνται και στο δυτικό τμήμα του

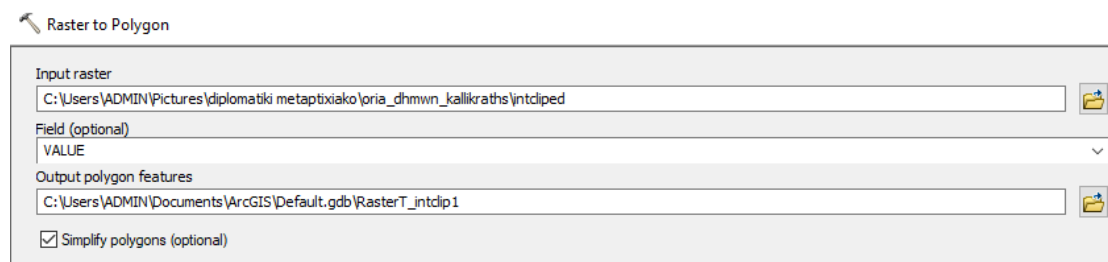
Δήμου Ζωγράφου, στο νότιο τμήμα του Γαλατσιού, στο βόρειο τμήμα της Καλλιθέας, στο κεντρικό τμήμα του Περιστερίου καθώς και στο δυτικό τμήμα του Πειραιά. Αντιθέτως, μεγάλο ποσοστό θέασης του ουρανού εντοπίζεται στους δήμους του Αλίμου, του Ελληνικού, της Γλυφάδας, του Χαλανδρίου, της Κηφισιάς και της Μεταμόρφωσης. Ο χάρτης αυτός όχι μόνο συμφωνεί με τα αποτελέσματα των προηγούμενων χαρτών αλλά και ισχυροποιεί τη τιμή του φαινομένου τοπικά. Τα ποσοστά θέασης του ουρανού παρουσιάζονται με συνεχή τρόπο, συμβάλλοντας έτσι στη καλύτερη κατανόηση του φαινομένου αυτού ανά δήμο. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι για τις περιοχές που περιλαμβάνουν ελάχιστα (ή και καθόλου) δεδομένα, παρουσιάζονται με μία ενιαία απόχρωση (αφήνοντας έτσι να εννοηθεί ότι δεν υφίστανται δεδομένα εκεί). Χαρακτηριστικό παράδειγμα η περιοχή του Υμηττού η οποία ανεξαρτήτως δήμου παρουσιάζεται με μία ενιαία απόχρωση η οποία έχει προέλθει από τα κοντινότερα σημεία του δείγματος. Το ίδιο φαινόμενο, παρατηρείται και για τη δυτική περιοχή του Δήμου Περάματος, όπου δεν υφίσταται οδικό δίκτυο και επομένως δεν υφίστανται σημεία δείγματος.

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι προκειμένου η πληροφορία αυτή να είναι επεξεργάσιμη και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περαιτέρω ανάλυση, θα πρέπει να μετατραπεί από raster εικόνα σε διανυσματική μορφή (vector). Η μετατροπή αυτή, έγινε μέσω της εντολής «Raster to Polygon». Η εντολή αυτή, δέχεται μία εικόνα raster με ακέραιες τιμές μονάχα, επομένως πριν την εισαγωγή του Raster στην εντολή, μετατράπηκαν οι τιμές του από πραγματικές σε ακέραιες μέσω της συνάρτησης int().

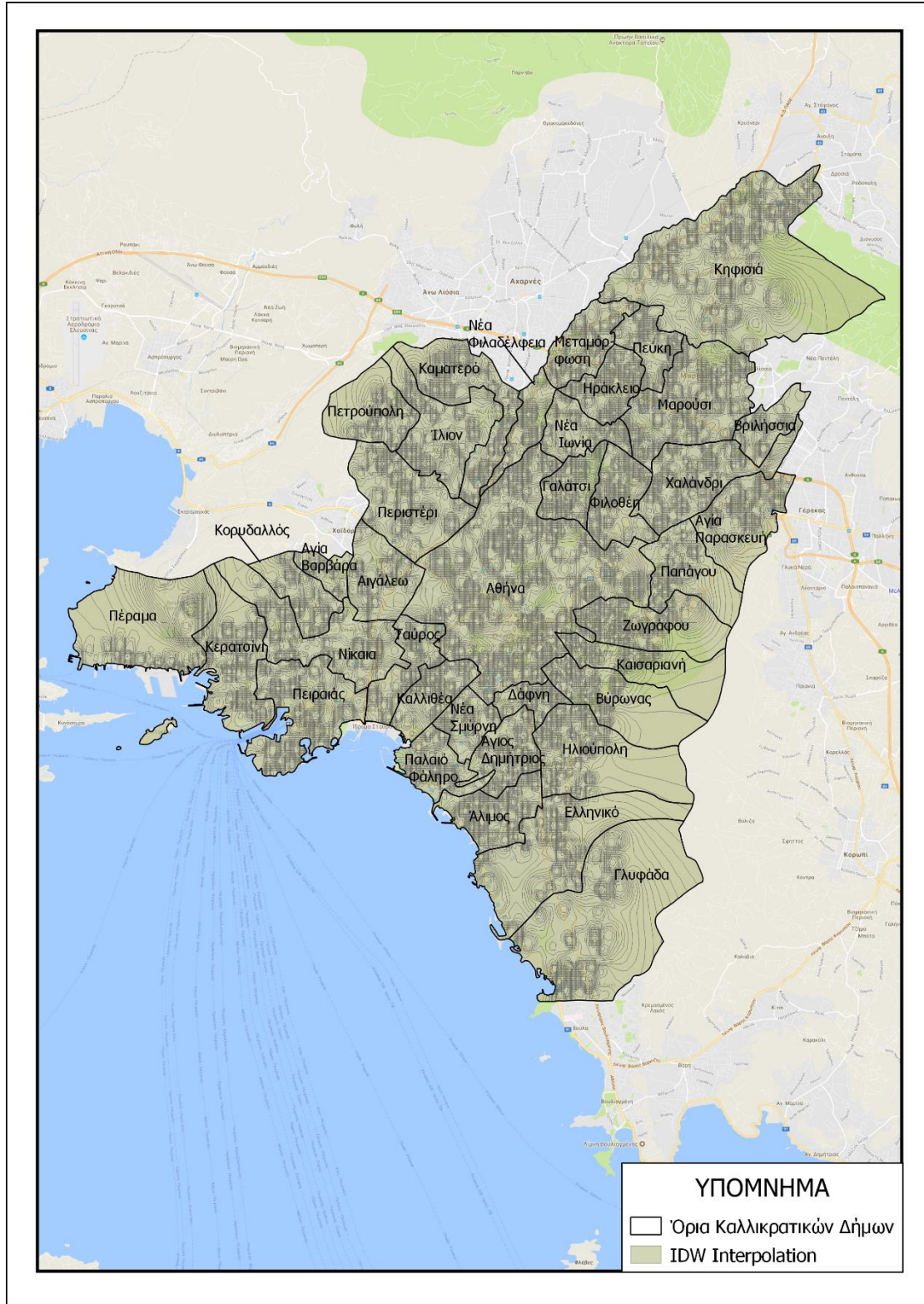


Εικόνα 35: Περιβάλλον Εντολής της Μετατροπής των πραγματικών τιμών ενός Raster σε ακέραιες τιμές
Πηγή: QGIS

Η εντολή «Raster to Polygon», ζητάει μονάχα δύο δεδομένα. Το πρώτο αφορά το raster με ακέραιες τιμές, ενώ το δεύτερο δεδομένο ζητάει αν θα χρησιμοποιηθεί η τιμή του φαινομένου ή κάποια άλλη τιμή για τη διεξαγωγή του διανυσματικού αρχείου. Εισάγοντας απλά το κατάλληλο Raster (με τις ακέραιες τιμές) και το όνομα της στήλης του φαινομένου βάση του οποίου θα βασιστεί η διανυσματοποίηση, εξάγεται το επιθυμητό vector αρχείο. Ουσιαστικά, θα πρέπει να σημειωθεί ότι το διανυσματικό αρχείο που εξάγεται αντιπροσωπεύει τη χωρική παρεμβολή που πραγματοποιήθηκε προηγουμένως με τη μορφή vector και όχι raster. Παρακάτω, ακολουθεί το περιβάλλον της εντολής καθώς και το ζητούμενο διανυσματικό αρχείο.



Εικόνα 36: Περιβάλλον Εντολής «Raster to Polygon»
Πηγή: QGIS

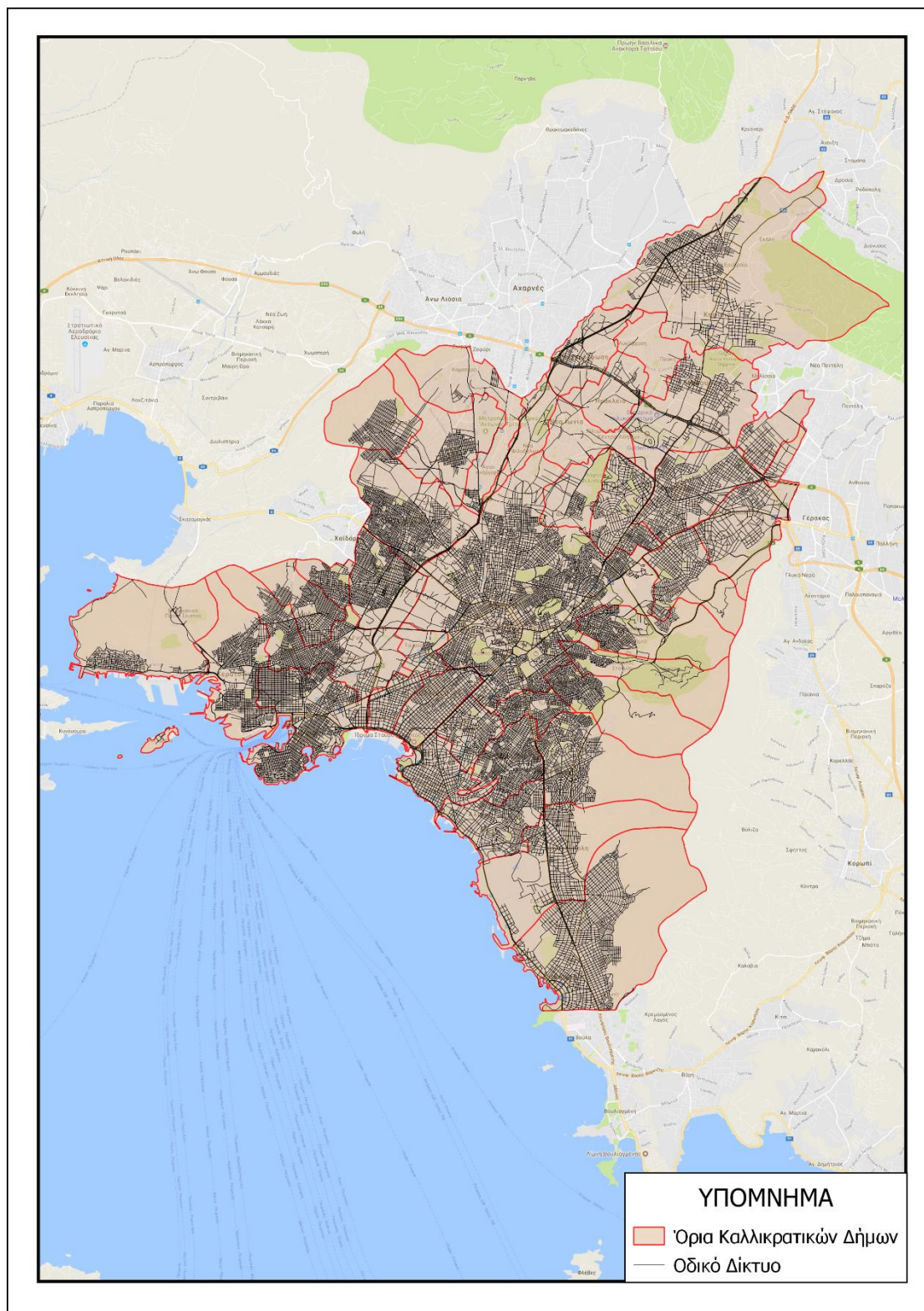


Χάρτης 7: Διανυσματικό Αρχείο του IDW Interpolation

4.6 Overlap Οδικού Δικτύου

Επόμενο βήμα αποτελεί η συγκέντρωση της χωρικής πληροφορίας του ποσοστού θέασης του ουρανού στο οδικό δίκτυο της Αθήνας. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόζοντας τη διαδικασία της χωρικής παρεμβολής IDW, πλέον ολόκληρη η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από ένα ποσοστό θέασης του ουρανού. Πρόκειται δηλαδή για ένα συνεχές φαινόμενο και όχι για ένα διακριτό φαινόμενο όπως ίσχυε μετά τη συλλογή των δεδομένων. Αυτός ο συνεχής καταμερισμός του φαινομένου πρόκειται να αποδοθεί στο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης, προκειμένου ο χρήστης να γνωρίζει το ποσοστό θέασης του ουρανού ανά το τμήμα του οδικού δικτύου που τον ενδιαφέρει. Η εφαρμογή αυτή, πραγματοποιείται μέσω της εντολής "Join Attributes By Location" στο πρόγραμμα "QGIS". Η εντολή αυτή όπως έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο 3, χρησιμοποιεί δύο θεματικά επίπεδα και ουσιαστικά ενώνει το πρώτο θεματικό επίπεδο με τα χαρακτηριστικά του δεύτερου θεματικού επιπέδου μέσω της κοινής τους γεωμετρίας. Πιο συγκεκριμένα, διατηρώντας τη γεωμετρία και τα χαρακτηριστικά του πρώτου θεματικού επιπέδου, αντιγράφονται σε εκείνο τα χαρακτηριστικά του δεύτερου θεματικού επιπέδου με κριτήριο που ταυτίζονται τα δύο αυτά θεματικά επίπεδα. Επομένως, τα δεδομένα που εισάγονται για την υλοποίηση αυτής της εντολής είναι τα εξής:

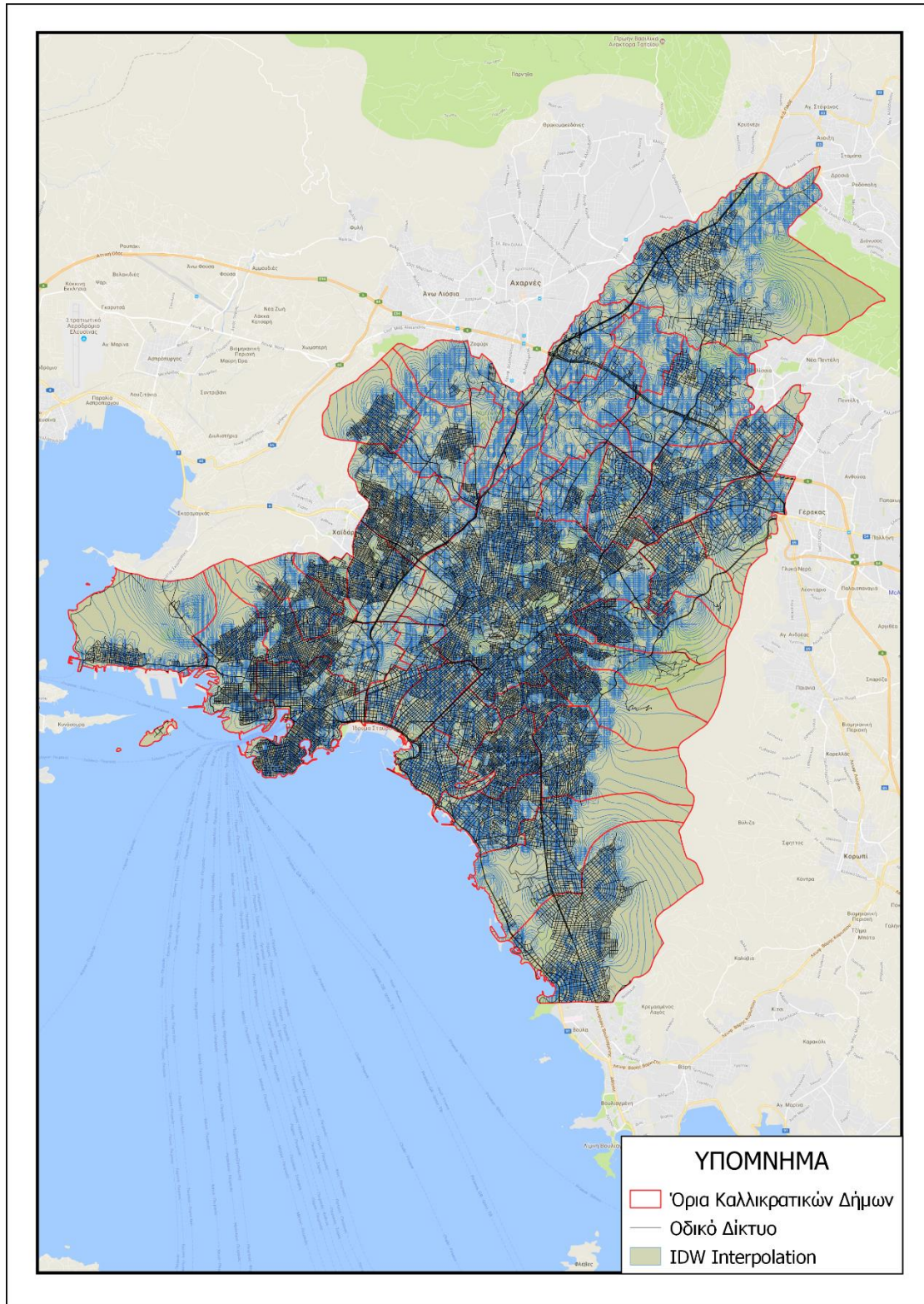
1) Το πρώτο θεματικό επίπεδο, το οποίο αφορά το κύριο θεματικό επίπεδο με τη γεωμετρία που επιθυμεί ο χρήστης να διατηρήσει. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το θεματικό αυτό επίπεδο είναι το οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης και είναι το εξής:



Χάρτης 8: Οδικό Δίκτυο της περιοχής μελέτης

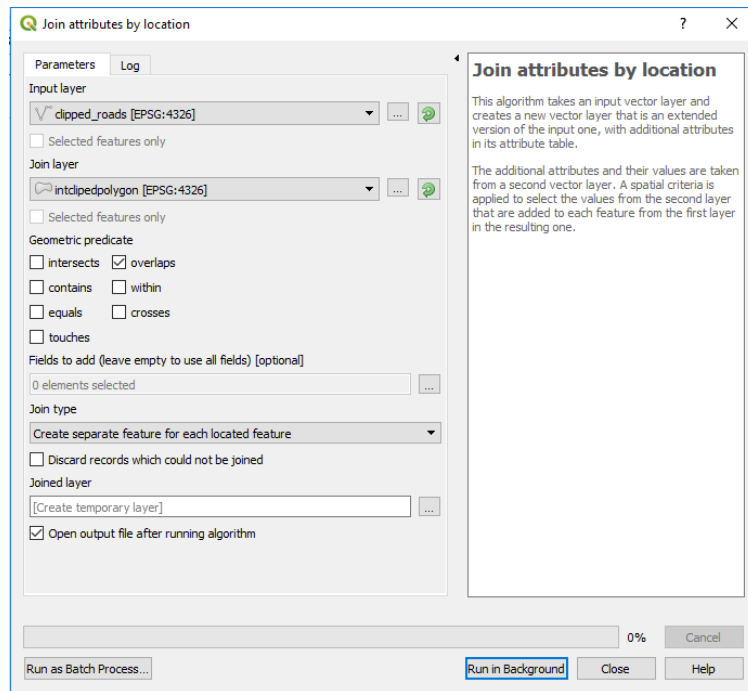
2) Το δεύτερο θεματικό επίπεδο αφορά τα χαρακτηριστικά (από το οποίο) θα παρθούν και θα εισαχθούν στο πρώτο επίπεδο με χωρικό τρόπο. Το συγκεκριμένο αυτό αρχείο, αφορά τη διανυσματοποίηση της χωρικής παρεμβολής το οποίο παρουσιάζεται στο προηγούμενο ακριβώς κεφάλαιο.

3) Επόμενο ζητούμενο της εντολής είναι ο γεωμετρικός τρόπος με τον οποίο θα γίνει το join. Συγκεκριμένα, αν αυτός ο τρόπος αφορά τη διασταύρωση των γεωμετριών των δύο αυτών θεματικών επιπέδων, τη περίληψη του ενός επιπέδου μέσα στο άλλο και ούτε κάθε εξής. Ο τρόπος που επιλέχθηκε για τη παρούσα εργασία είναι η συνταύτιση των δύο γεωμετριών (overlap). Πιο συγκεκριμένα, ένα σημείο του οδικού δικτύου, θα παίρνει τη τιμή του φαινομένου που υφίσταται το αντίστοιχο σημείο του διανυσματικού αρχείου της χωρικής παρεμβολής:



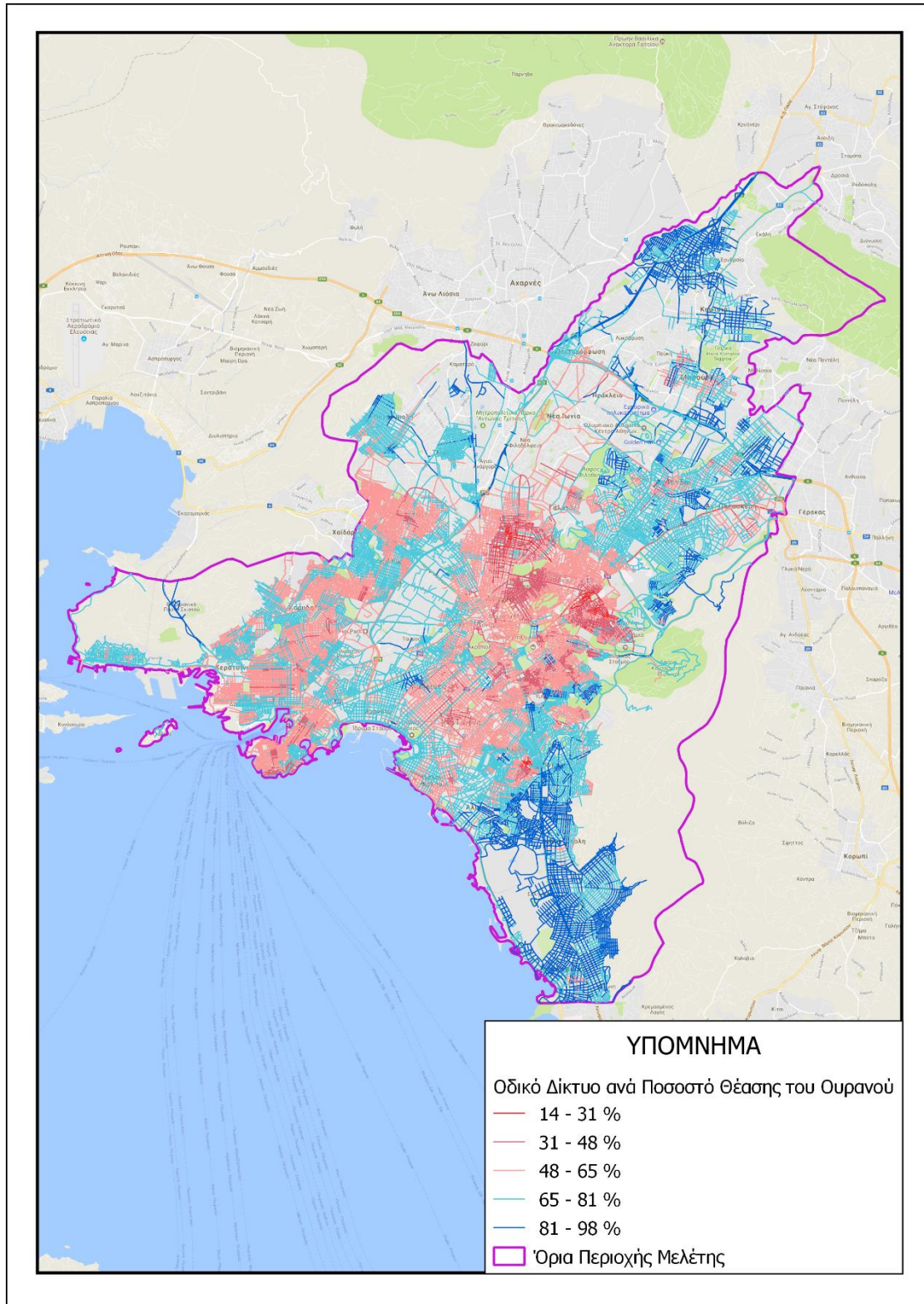
Χάρτης 9: Overlay του Οδικού Δικτύου & της Χωρικής Παρεμβολής

4) Τέταρτο και τελευταίο ζητούμενο, αποτελεί ο τρόπος με τον οποίο θα γίνει το spatial join. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκε να παίρνεται διαφορετική τιμή του φαινομένου για κάθε feature ξεχωριστά (με βάση τη τοποθεσία του).



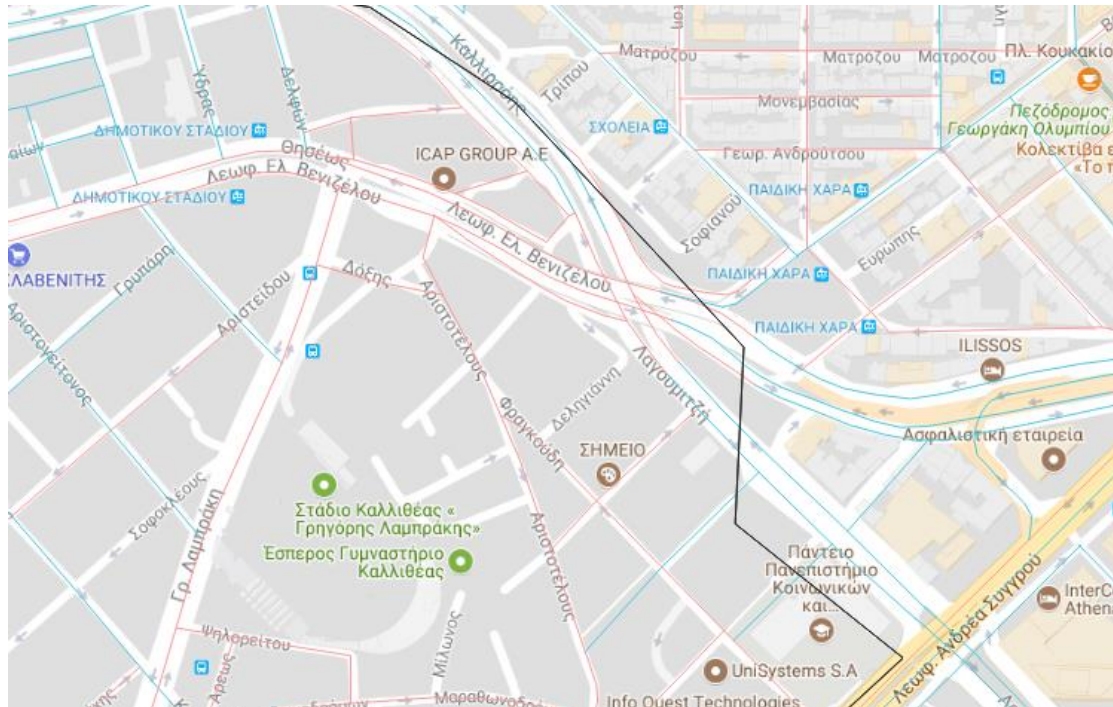
Εικόνα 37: Περιβάλλον της Εντολής «Join Attributes by Location»
Πηγή: QGIS

Παρακάτω, ακολουθεί ο χάρτης του οδικού δικτύου, ο οποίος δείχνει το ποσοστό θέασης του ουρανού ανά τμήμα του. Πρόκειται για ένα χάρτη με ιδιαίτερη σημασία στη μελέτη αυτού του φαινομένου στη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης.



Χάρτης 10: Οδικό Δίκτυο ανά Ποσοστό Θέασης του Ουρανού

Ο παραπάνω χάρτης, παρουσιάζει μία ακόμη πιο ευκρινή και κατανοητή εικόνα του φαινομένου που εξετάζεται στη περιοχή μελέτης. Αναλυτικότερα, ο χάρτης αυτός πέρα του γεγονότος ότι συμβαδίζει με τα αποτελέσματα των προηγούμενων χαρτών, παρουσιάζει μία πλήρη εικόνα του ποσοστού θέασης του ουρανού ανά τμήμα του οδικού δικτύου. Επομένως, παράγεται μία ακόμη πιο λεπτομερή πληροφορία η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διεξαγωγή πολλών χρήσιμων συμπερασμάτων όπως είναι η μελέτη ενός συγκεκριμένου Οικοδομικού Τετραγώνου ή η μελέτη μιας συγκεκριμένης οδικής αρτηρίας, η οποία μπορεί να χαρακτηρίζεται από διαφορετικό ποσοστό θέασης του ουρανού ανάλογα τη περιοχή . Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η λεωφόρος Ελευθερίου Βενιζέλου (Δήμος Καλλιθέας), η οποία χαρακτηρίζεται από διαφορετικό ποσοστό πριν και μετά τη κάθετη οδό Καλλιρόης:



Εικόνα 38: Παράδειγμα του Ποσοστού Θέασης του Ουρανού επί της Λεωφόρου Ελ. Βενιζέλου

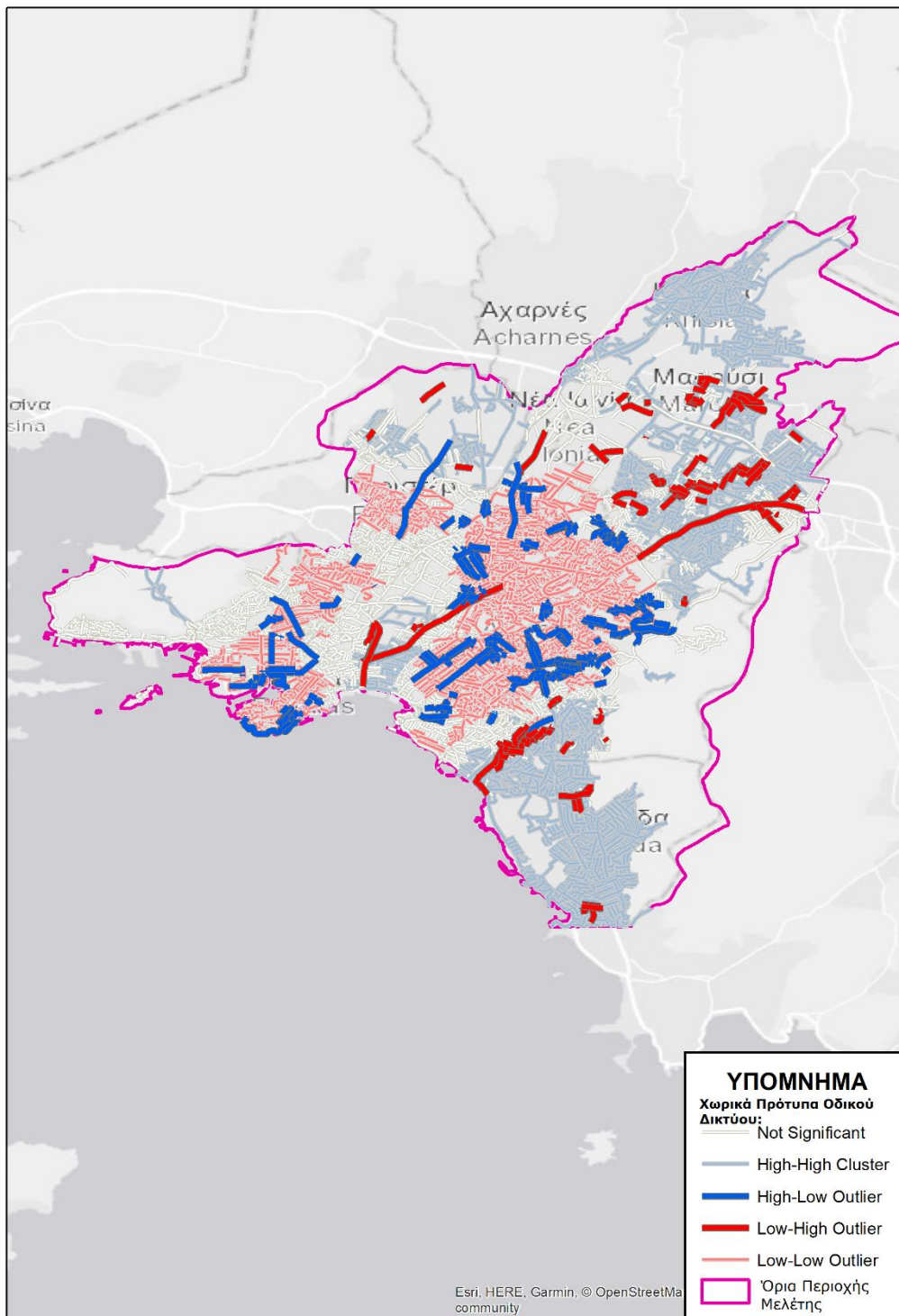
Πέραν της μελέτης συγκεκριμένων περιπτώσεων, ο χάρτης του οδικού δικτύου, παρουσιάζει (όπως και οι προηγούμενοι χάρτες της ανάλυσης) μικρότερο ποσοστό θέασης στο Δήμο Αθηνών και μάλιστα σε σχετικά μεγάλη έκταση. Ταυτόχρονα, μικρά ποσοστά θέασης παρατηρούνται και στο δυτικό τμήμα του Δήμου Ζωγράφου, στο νότιο τμήμα του Γαλασίου, στο βόρειο τμήμα της Καλλιθέας, στο κεντρικό τμήμα του Περιστερίου καθώς και στο δυτικό τμήμα του Πειραιά. Αντιθέτως, μεγάλο ποσοστό θέασης του ουρανού εντοπίζεται στους δήμους του Αλίμου, του Ελληνικού, της Γλυφάδας, του Χαλανδρίου, της Κηφισιάς και της Μεταμόρφωσης.

Προκειμένου ωστόσο, να αξιολογηθεί ορθά ο χάρτης του οδικού δικτύου με το ποσοστό θέασης του ουρανού, προστέθηκε μία ακόμη διαδικασία της χωρικής ανάλυσης. Αναλυτικότερα, για τη ποιοτικότερη σύγκριση των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκε η χωρική αυτοσυσχέτιση με το τοπικό δείκτη Moran's I.

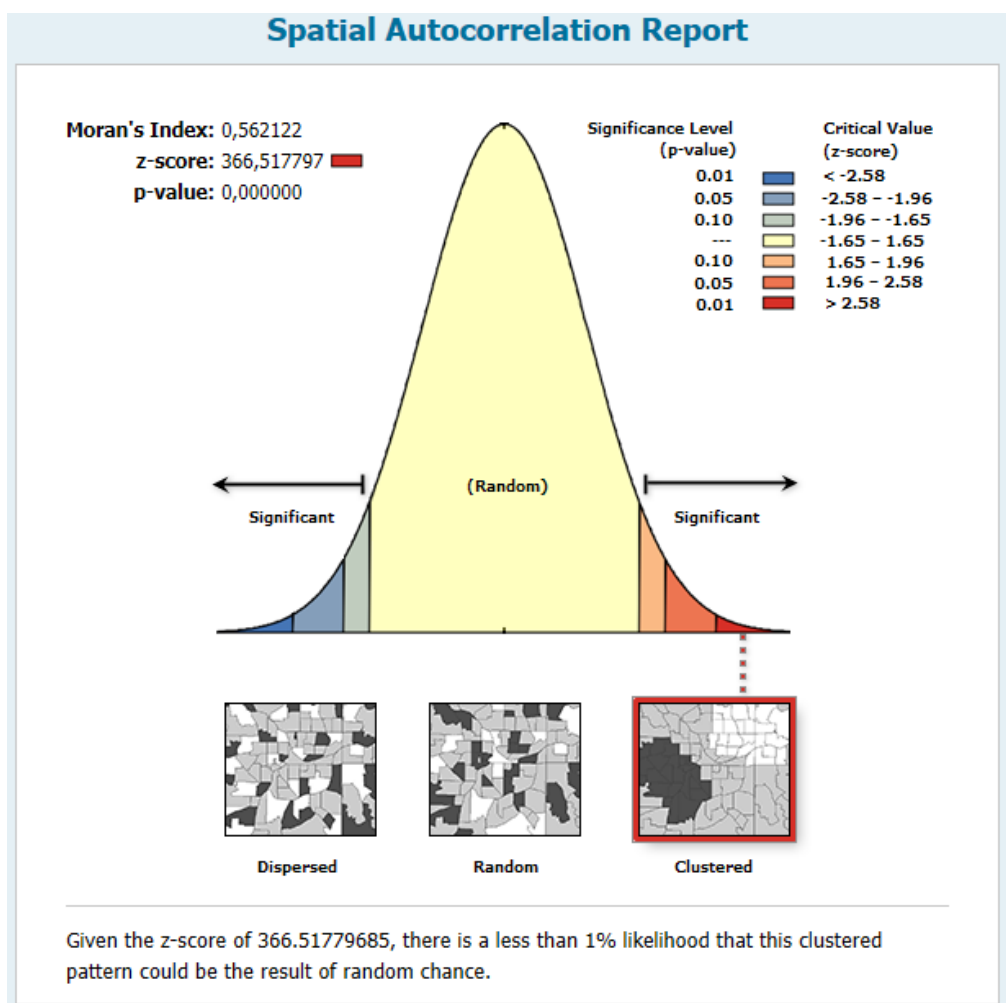
4.7 Χωρική Αυτοσυσχέτιση

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο (κεφάλαιο 3), Χωρική αυτοσυσχέτιση είναι η συσχέτιση μεταξύ των τιμών μιας μεταβλητής που οφείλεται αυστηρά στην εγγύτητα των τιμών αυτών στο γεωγραφικό χώρο, εισάγοντας μια απόκλιση από την υπόθεση ανεξάρτητων παρατηρήσεων της κλασικής στατιστικής (Griffith, 2003). Στη παρούσα μελέτη, η διαδικασία της χωρικής αυτοσυσχέτισης εφαρμόζεται, προκειμένου να εξετασθούν ποιο χωρικό πρότυπο (και σε τι βαθμό) ακολουθούν τα ποσοστά θέασης του ουρανού που πρόκυψαν για κάθε τμήμα του οδικού δικτύου.

Πιο συγκεκριμένα, για τη συσχέτιση αυτή χρησιμοποιείται ο τοπικός δείκτης Moran I, καθώς είναι ένας από τους παλαιότερους και πιο κοινούς δείκτες που χρησιμοποιούνται για να εξετάσουν την ύπαρξη χωρικής αυτοσυσχέτισης σε χωρικά δεδομένα μίας μεταβλητής. Παρακάτω, αποδίδεται το αποτέλεσμα της χωρικής αυτοσυσχέτισης σε χάρτη καθώς και η αναφορά που τον συνοδεύει:



Χάρτης 11: Χωρικά Πρότυπα (Δείκτης Moran) Οδικού Δικτύου



Εικόνα 39: Αναφορά του δείκτη Moran

Σύμφωνα με τη παραπάνω αναφορά, η τιμή του δείκτη Moran είναι 0,56 το οποίο σημαίνει ότι υφίσταται θετική χωρική αυτοσυσχέτιση μεταξύ των τιμών του ποσοστού ουρανού ανά τμήμα του οδικού δικτύου της περιοχής μελέτης. Στη θετική χωρική αυτοσυσχέτιση, όπως σε αυτή τη περίπτωση, η τιμή μιας μεταβλητής σε μια δεδομένη θέση τείνει να είναι παρόμοια με τις τιμές της μεταβλητής στις κοντινές θέσεις. Αυτό σημαίνει ότι παραδείγματος χάρη, οι δρόμοι με υψηλό ποσοστό θέασης του ουρανού, τείνουν να γειτνιάζουν με δρόμους επίσης υψηλού ποσοστού θέασης. Ο εντοπισμός της θετικής αυτοσυσχέτισης βοηθά στην ερμηνεία της ευρύτερης περιοχής, ότι εκεί δηλαδή οι οντότητες λειτουργούν με την ίδια ένταση. Ταυτόχρονα, τα αποτελέσματα αναφέρονται σε ομαδοποιημένη κατανομή των δεδομένων το οποίο μεταφράζεται ως παρόμοιες τιμές του ποσοστού του ουρανού ανά συγκεκριμένες περιοχές.

Ο παραπάνω χάρτης επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα των προηγούμενων χαρτών όσον αφορά ποιες περιοχές παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά θέασης του ουρανού και ποιες όχι. Συγκεκριμένα, υψηλά ποσοστά θέασης παρουσιάζουν οι περιοχές που περιλαμβάνουν αρτηρίες χαρακτηρισμένες ως High - High cluster (οι ίδιες και οι γειτονικές αρτηρίες παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό θέασης του ουρανού). Αυτές οι περιοχές είναι κατά κύριο λόγο ο Δήμος του Ελληνικού, της Γλυφάδας της Κηφισιάς και της Αγίας Παρασκευής. Αντιθέτως, οι περιοχές με χαμηλό ποσοστό θέασης είναι εκείνες που περιλαμβάνουν οδικές αρτηρίες χαρακτηρισμένες ως Low - Low cluster (οι ίδιες και οι γειτονικές αρτηρίες παρουσιάζουν χαμηλό ποσοστό θέασης του

ουρανού). Αυτές οι περιοχές είναι κατά κύριο λόγο ο Δήμος Αθηναίων, του Περιστερίου και της Καλλιθέας.

Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθούν ότι πέρα από τις ομοιογενείς γειτονικές οδικές αρτηρίες, υφίστανται και μερικές ανεξάρτητες οδικές αρτηρίες οι οποίες φαίνεται να συγκεντρώνουν διαφορετικά ποσοστά θέασης του ουρανού από τις γειτονικές και για το λόγο αυτό, υπάγονται σε διαφορετικές ομάδες ταξινόμησης. Αυτή η συσχέτιση αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κριτήριο για την αξιολόγηση της πληροφορίας που εισάχθηκε σε όλο το οδικό δίκτυο της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, χαρακτηριστικό παράδειγμα διαφορετικών τιμών ποσοστού θέασης σε γειτονικές αρτηρίες αποτελεί και η οδός Θηβών. Ειδικότερα, η οδός Θηβών παρουσιάζει έντονα υψηλά ποσοστά θέασης του ουρανού σε αντίθεση με τη περιοχή που την περιβάλλει (χαμηλά ποσοστά θέασης του ουρανού) και για το λόγο αυτό, έχει χαρακτηριστεί ως High - Low Cluster.



Εικόνα 40: Οδός Θηβών

Εν κατακλείδι, οι χάρτες που παρήχθησαν για τη μελέτη του φαινομένου που αφορά το ποσοστό θέασης του ουρανού διεξήγαγαν ένα πανομοιότυπο αποτέλεσμα όσον αφορά τις τιμές (του ποσοστού). Ειδικότερα, όλοι οι χάρτες παρουσίασαν μικρό ποσοστό θέασης κατά κύριο λόγο στους Δήμους Αθηναίων, Καλλιθέας, Περιστερίου, Ζωγράφου και Πειραιά. Αντιθέτως, μεγάλο ποσοστό θέασης του ουρανού εντοπίστηκαν κάθε φορά στους δήμους Αλίμου, Ελληνικού, Γλυφάδας, Χαλανδρίου, Κηφισιάς και Μεταμόρφωσης. Παρόλα αυτά, κάθε χάρτης παρουσιάζει τα αποτελέσματα με εντελώς διαφορετικό τρόπο και βαθμό λεπτομέρειας. Ο χάρτης των σημείων του δείγματος παρουσιάζει το ποσοστό σε ένα τοπικό βαθμό για συγκεκριμένες θέσεις εντός της περιοχής μελέτης. Αντιθέτως, ο χάρτης της χωρικής παρεμβολής παρουσιάζει το ποσοστό θέασης για ολόκληρη τη περιοχή μελέτης. Ταυτόχρονα, ο χάρτης του οδικού δικτύου, δείχνει τα ποσοστά θέασης εντός του οδικού άξονα, πληροφορία ή οποία όπως προαναφέρθηκε μπορεί να αξιοποιηθεί με διαφορετικό τρόπο από τις προηγούμενες. Τέλος, ο χάρτης της χωρικής αυτοσυσχέτισης του οδικού δικτύου, παρουσιάζει ποιοι οδικοί άξονες διαθέτουν όμοιες τιμές (του ποσοστού θέασης του ουρανού) με τους γειτονικούς άξονες και ποιοι όχι. Ουσιαστικά, με αυτό το χάρτη αποδίδεται ακριβέστερη πληροφορία του οδικού δικτύου και μπορεί να αξιολογηθεί ορθότερα το αποτέλεσμα της χωρικής παρεμβολής. Ωστόσο, συμπερασματικά όλοι οι παραπάνω χάρτες μπορούν να αξιοποιηθούν για κάθε χρήση και είδος μελέτης που αποσκοπεί η περαιτέρω έρευνα.

4.8 Εφαρμογή σε 25 Διεθνείς Πόλεις

Επόμενο κεφάλαιο μετά τη διεξαγωγή των αποτελεσμάτων του ποσοστού θέασης για κάθε Δήμο της Αττικής, αποτελεί η σύγκριση των αποτελεσμάτων με 15 Διεθνείς Πόλεις. Συγκεκριμένα, θα πρέπει αν σημειωθεί ότι η σύγκριση θα πραγματοποιηθεί μονάχα ανάμεσα στα κέντρα των πόλεων (συμπεριλαμβανομένης και της Αττικής), καθώς η έκταση της κάθε πόλης ξεπερνά τα όρια της παρούσας μελέτης. Οι πόλεις αυτές δεν επιλέχθηκαν τυχαία, αλλά με βάση το δείκτη Ποιότητας Ζωής Mercer (Mercer Quality of Life) από την εταιρεία ανθρωπίνου δυναμικού Mercer. Με βάση αυτό το δείκτη, οι πόλεις με το μεγαλύτερο δείκτη ποιοτικότερης ζωής είναι οι εξής:

- 1) Βιέννη, Αυστρία
- 2) Ζυρίχη, Ελβετία
- 3) Όκλαντ, Νέα Ζηλανδία
- 4) Μόναχο, Γερμανία
- 5) Βανκούβερ, Καναδάς
- 6) Ντίσελντορφ, Γερμανία
- 7) Φρανκφούρτη, Γερμανία
- 8) Γενεύη, Ελβετία
- 9) Κοπεγχάγη, Δανία
- 10) Σίδνεϋ, Αυστραλία

Ταυτόχρονα, πέρα από τις 10 πρώτες πόλεις στη λίστα Mercer, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η θέση της Αθήνας στη λίστα βρίσκεται στη 86^η θέση της λίστας Mercer. Επομένως, κρίθηκε σωστό να μελετηθούν όχι μόνο οι 10 ποιοτικότερες πόλεις του κόσμου αλλά και 15 πόλεις που βρίσκονται κοντά στη κατάταξη της Αθήνας. Ο λόγος για τον οποίο εξετάζεται το παράδειγμα των διεθνών πόλεων είναι προκειμένου να διαπιστωθεί αν υφίσταται σχέση μεταξύ του δείκτη ποιότητας ζωής και εν τέλει του ποσοστού θέασης του ουρανού. Οι πόλεις που εξετάστηκαν και βρίσκονται κοντά στη θέση (της διάταξης) της Αθήνας με τη σειρά που εξετάστηκαν είναι οι εξής:

- 78) Los Angeles, Αμερική
- 79) Dubai, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα
- 80) Montevideo, Ουρουγουάη
- 81) Seoul, Νότια Κορέα
- 82) Bratislava, Σλοβακία
- 83) Βαρσοβία, Πολωνία
- 84) Ταϊπέι, Ταϊβάν
- 85) Kuala Lumpur, Μαλαισία
- 86) **Αθήνα, Ελλάδα**
- 87) Tallinn, Εσθονία
- 88) Durban, Αφρική
- 89) Buenos Aires, Αργεντινή
- 90) Santiago, Χιλή
- 91) Busan, Νότια Κορέα
- 92) Cape Town, Νότια Αφρική
- 93) Johannesburg, Νότια Αφρική

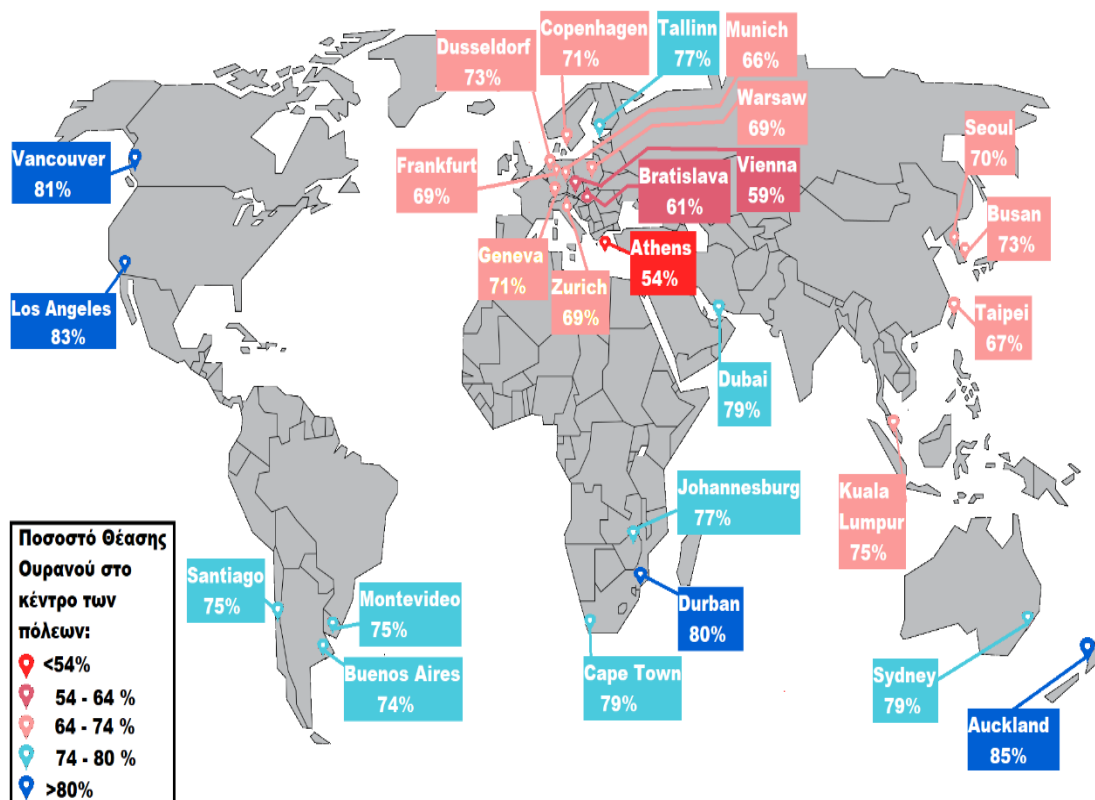
Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπήρχαν ορισμένες πόλεις ενδιάμεσα της παραπάνω λίστας, που ωστόσο δεν πάρθηκαν ως δείγματα καθώς δεν περιλάμβαναν Google Street View που αποτελεί τη βασική πηγή δεδομένων (όπως η Λεμεσός, Κύπρος). Αναλυτικότερα, σε πρώτο στάδιο βρέθηκε το κέντρο της κάθε πόλης ξεχωριστά. Έπειτα, εφαρμόστηκε ο κάρναβος φατνίων μεγέθους 500 x 500 m ακριβώς πάνω από το κέντρο τους και εφαρμόστηκε τυχαία δειγματοληψία 1 σημείου ανά φατνίο (όπως και στη περίπτωση της Αττικής) και τελικά πάρθηκαν 25 σημεία ανά πόλη. Τα σημεία εκείνα, εισάχθηκαν στον αλγόριθμο του υπολογισμού θέασης

του ουρανού και έπειτα υπολογίσθηκε ο μέσος όρος τους. Το αποτέλεσμα ανά πόλη δίνεται στο παρακάτω πίνακα καθώς και στον αντίστοιχο χάρτη:

Πόλη ανά κατάταξη Mercer:	Αριθμός Σημείων ανά Φατνίο 500 x 500 τ.μ.	Ποσοστό Θέασης του Ουρανού (%):
1)Vienna	25	58,85
2)Zurich	25	68,60
3)Auckland	25	84,06
4)Munich	25	65,90
5)Vancouver	25	81,51
6)Dusseldorf	25	73,88
7)Frankfurt	25	68,63
8)Geneva	25	70,80
9)Copenhagen	25	70,71
10)Sydney	25	79,18
78)Los Angeles	25	82,92
79)Dubai	25	78,84
80)Montevideo	25	74,58
81)Seoul	25	70,32
82)Bratislava	25	60,79
83)Warsaw	25	68,54
84)Taipei	25	67,15
85)Kuala Lumpur	25	73,49
86)Athens	25	54,67
87)Tallinn	25	76,61
88)Durban	25	79,80
89)Buenos Aires	25	73,92
90)Santiago	25	74,60
91)Busan	25	72,58
92)Cape Town	25	79,04
93)Johannesburg	25	76,70

Πίνακας 5: Πόλη ανά Κατάταξη Mercer * Ποσοστό θέασης του ουρανού

Τα παραπάνω αποτελέσματα, για τη καλύτερη κατανόηση τους αποτυπώνονται στο Παρακάτω Παγκόσμιο χάρτη:



Χάρτης 12: Ποσοστό Θέασης του Ουρανού σε 25 Διεθνείς Πόλεις

Με βάση το παραπάνω χάρτη, παρατηρείται ότι η πόλη με το μικρότερο ποσοστό θέασης του ουρανού στο κέντρο της είναι η Αθήνα με ποσοστό 54%. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να αναφερθεί ξανά ότι τα σημεία αφορούν ένα κεντρικό τμήμα μονάχα της πόλης εκτάσεως 6.25 km². Στον αντίποδα της θέσεως της Αθήνας, βρίσκεται το Auckland με ποσοστό θέασης του ουρανού 85%. Με μία πρώτη ματιά, φαίνεται ότι παρά την υψηλή θέση των Ευρωπαϊκών πόλεων στη λίστα Mercer, οι πόλεις εκείνες δεν έχουν και τα πιο υψηλά ποσοστά θέασης του ουρανού. Τελικά φαίνεται ότι το ποσοστό θέασης του ουρανού δεν σχετίζεται τόσο από τη ποιότητα ζωής των κατοίκων των πόλεων όσο από άλλους παράγοντες. Παρακάτω, ακολουθεί η ανάλυση κάθε πόλης ξεχωριστά ως προς το ποσοστό θέασης ουρανού αλλά και μία συνολική ανάλυση και ένα καταληκτικό συμπέρασμα των 25 διεθνών πόλεων.

1) Βιέννη

Αναλυτικότερα, το κέντρο της πόλης της Βιέννης, χαρακτηρίζεται από ένα σχετικά άναρχο τρόπο δόμησης των κτιρίων, καθώς γνώρισε μεγάλη ανάπτυξη τις πρώτες δεκαετίες του 13^{ου} αιώνα. Αυτό είχε σαν συνέπεια, να δημιουργηθεί στο κέντρο ένα οδικό δίκτυο με μικρού πλάτους δρόμους και υψηλά κτίρια. Επομένως, συγκρίνοντας το ποσοστό θέασης του κέντρου της Βιέννης με τα αντίστοιχα ποσοστά των ελληνικών Δήμων, τότε θα μπορούσε κανείς να παρομοιάσει το κέντρο της πόλης της Βιέννης, με το δήμο του Αγίου Δημητρίου. Παρακάτω, αποδίδεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του κέντρου της Βιέννης.



Εικόνα 41: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο της Βιέννης
Πηγή: Google Street View

2) Μόναχο

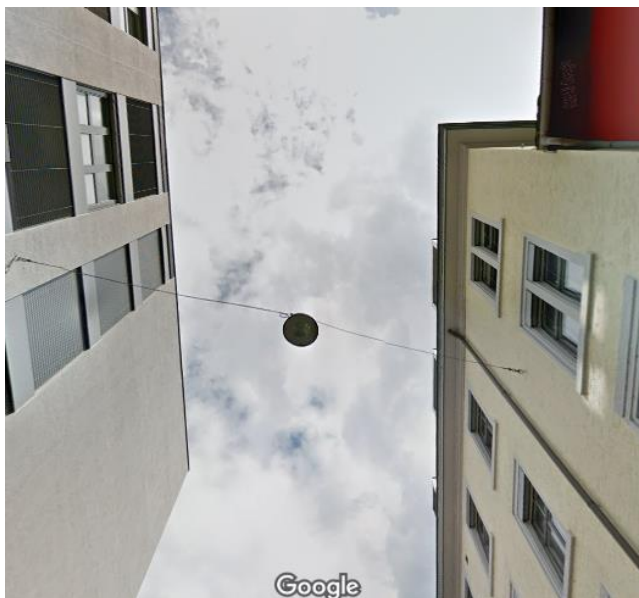
Αμέσως μετά, στη σειρά της κατάταξης ακολουθεί η πόλη του Μονάχου στη Γερμανία με ποσοστό θέασης του ουρανού 66%. Η πόλη αυτή, θεωρείται από πολλούς αρκετά πυκνοκατοικημένη τόσο στο κέντρο της όσο και στα προάστια της. Ειδικότερα, το Μόναχο είναι μία από τις πιο ευημερούσες και ταχύτερα αναπτυσσόμενες πόλεις της Γερμανίας. Αποτελεί κορυφαίο προορισμό για τη μετανάστευση και την εκπατρισμένη περιοχή, παρά το γεγονός ότι είναι ο δήμος με τη μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού στη Γερμανία. Συγκρίνοντας το ποσοστό θέασης του κέντρου του Μονάχου με τα αντίστοιχα ποσοστά των ελληνικών Δήμων, τότε θα μπορούσε κανείς να παρομοιάσει το κέντρο της πόλης του Μονάχου, με το δήμο του Παλαιού Φαλήρου. Παρακάτω, αποδίδεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του κέντρου του Μονάχου.



Εικόνα 42: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο του Μονάχου
Πηγή: Google Street View

3) Ζυρίχη

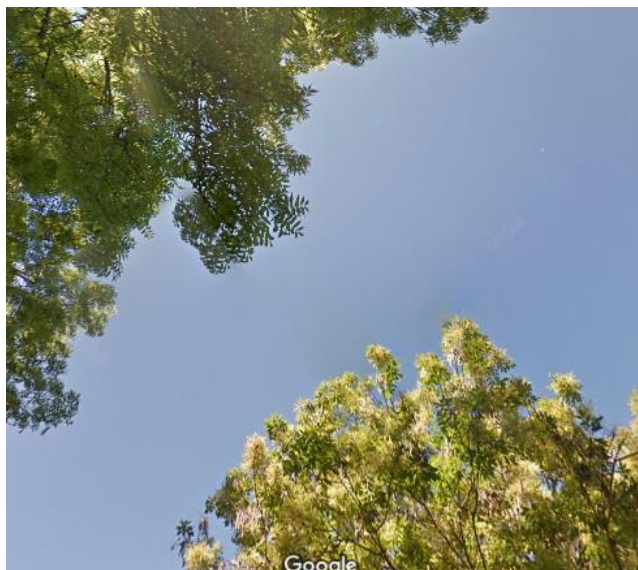
Τρίτη στη κατάταξη με το μεγαλύτερο ποσοστό θέασης του ουρανού, αποτελεί η πόλη της Ζυρίχης στην Ελβετία με ποσοστό 69%. Συγκεκριμένα, η Ζυρίχη είναι η μεγαλύτερη πληθυσμιακά και ταυτόχρονα, η πιο πυκνοκατοικημένη πόλη της Ελβετίας. Ολόκληρη η πόλη αναπτύχθηκε το Μεσαίωνα με ένα άναρχο τρόπο γύρω από το ποταμό Limmat, με κτίρια άλλοτε κλασσικά και άλλοτε μοντέρνα. Συγκρίνοντας το ποσοστό θέασης του κέντρου της Ζυρίχης με τα αντίστοιχα ποσοστά των ελληνικών Δήμων, τότε θα μπορούσε κανείς να παρομοιάσει το κέντρο της πόλης της Ζυρίχης, με το δήμο της Δάφνης. Παρακάτω, αποδίδεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του κέντρου της Ζυρίχης.



Εικόνα 43: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο της Ζυρίχης
Πηγή: Google Street View

4) Βανκούβερ

Μεγάλο ποσοστό θέασης του ουρανού (81%) εμφανίζει η πόλη του Βανκούβερ στο Καναδά. Πρόκειται για μία πόλη γεμάτη αντιθέσεις καθώς συνδυάζει πανύψηλα καταπράσινα δένδρα, υψηλούς ουρανοξύστες και χαμηλά βικτωριανά κτίρια. Πρόκειται για μία παραθαλάσσια πόλη η οποία δεν θεωρείται αρκετά πυκνοκατοικημένη σε σχέση με υπόλοιπες πόλεις του Καναδά (8^η στη κατάταξη). Στη συγκεκριμένη μελέτη, τα σημεία του δείγματος πάρθηκαν στο κέντρο της πόλης, το οποίο δεν περιλαμβάνει ουρανοξύστες (όπως συμβαίνει στο λιμάνι) αλλά οικιστικές ζώνες με ομοιόμορφα κατανομημένοι οικιστικό δίκτυο (δρόμοι μεγάλου πλάτους) και με έντονο το στοιχείο του πρασίνου. Συγκρίνοντας το ποσοστό θέασης του κέντρου του Βανκούβερ με τα αντίστοιχα ποσοστά των ελληνικών Δήμων, τότε θα μπορούσε κανείς να παρομοιάσει το κέντρο της πόλης του Βανκούβερ, με το δήμο των Βριλησίων. Παρακάτω, αποδίδεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του κέντρου του Βανκούβερ.



Εικόνα 44: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο του Βανκούβερ
Πηγή: Google Street View

5) Auckland

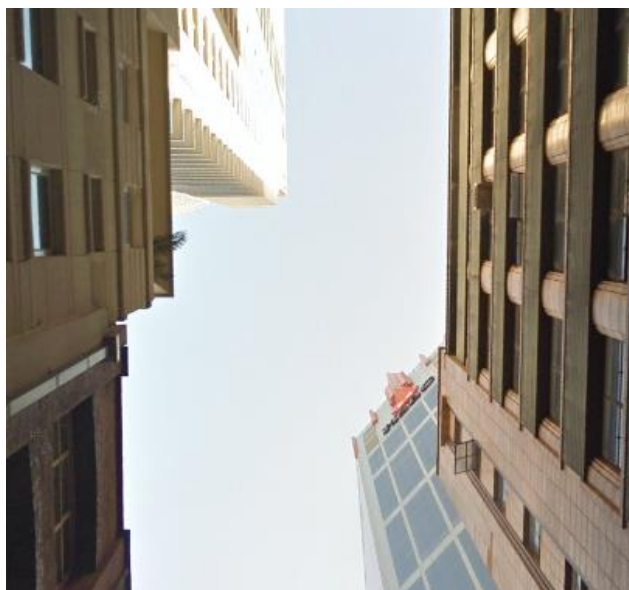
Η πόλη με το μεγαλύτερο ποσοστό θέασης του ουρανού είναι το Auckland (85%) της Νέας Ζηλανδίας. Πρόκειται για τη μεγαλύτερη αστική περιοχή στη Νέα Ζηλανδία, η οποία περιβάλλεται από θάλασσα και διαθέτει υψηλούς ουρανοξύστες στο λιμάνι της και οικιστικούς ιστούς στο κέντρο της (όπως η περιοχή του Βανκούβερ). Η οργάνωση του οδικού δικτύου είναι καλύτερη από το Βανκούβερ, ωστόσο οι δρόμοι έχουν πολύ μεγάλο πλάτος με μικρότερη παρουσία του πρασίνου. Για τους κατοίκους της πόλης, η κορυφαία ποιότητα της ζωής αιτιολογείται όχι μόνο από την ασφάλεια των κατοίκων αλλά και από το ειδυλλιακό και εναρμονισμένο με τη φύση, περιβάλλον της πόλης. Συγκρίνοντας το ποσοστό θέασης του κέντρου του Auckland με τα αντίστοιχα ποσοστά των ελληνικών Δήμων, τότε θα μπορούσε κανείς να παρομοιάσει το κέντρο της πόλης του Auckland, με το δήμο της Γλυφάδας. Παρακάτω, αποδίδεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του κέντρου του Auckland.



Εικόνα 45: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο του Auckland
Πηγή: Google Street View

6) Σίδνεϋ

Επόμενη θέση στη κατάταξη των ποιοτικότερων πόλεων αποτελεί το Σίδνεϋ της Αυστραλίας με ποσοστό θέασης του ουρανού 79%. Το Σίδνεϋ ή και Σύδνεϋ (αγγλικά: Sydney, προφέρεται Σύντνυ) είναι η μεγαλύτερη πόλη της Αυστραλίας, και πρωτεύουσα της Νέας Νότιας Ουαλίας (New South Wales) της πολυπληθέστερης πολιτείας της Ωκεανίας. Το κέντρο του Σίδνεϋ κατά κύριο λόγο απαρτίζεται από υπερβολικά ψηλούς ουρανοξύστες, οι οποίοι άλλοτε απέχουν σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους (μεγάλου πλάτους δρόμοι) και άλλοτε με μικρή σχετικά απόσταση. Η πόλη εκείνη, δεν μπορεί να προσδιορισθεί εύκολα ως προς το ποσοστό θέασης του ουρανού, καθώς περιλαμβάνει πολλές διαφορετικές περιπτώσεις όσον αφορά τη σχέση κτιρίων – δρόμων. Παρακάτω, ακολουθεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα θέασης του ποσοστού ουρανού από το κέντρο της πόλης:



Εικόνα 46: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο του Σίδνεϋ
Πηγή: Google Street View

7) Ντίσελντορφ

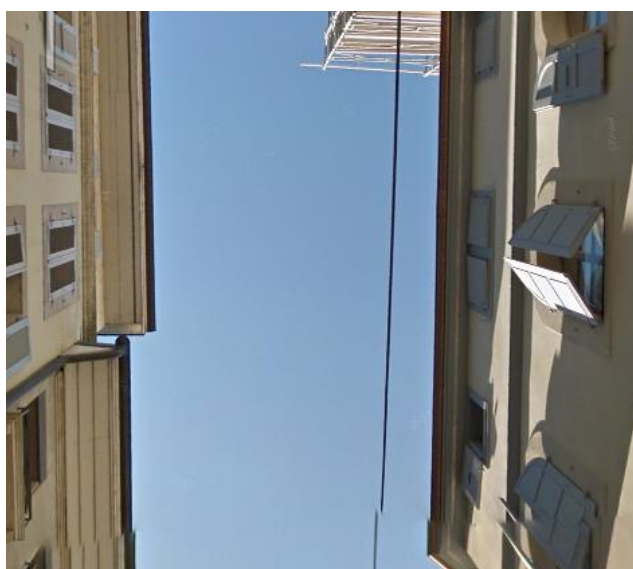
Έβδομη στη λίστα της παγκόσμιας κατάταξης πόλεων με τη μεγαλύτερη ποιότητα ζωής αποτελεί το Ντίσελντορφ της Γερμανίας. Το κέντρο της πόλης εκείνης συγκεντρώνει ποσοστό θέασης του ουρανού 73%. Το Ντίσελντορφ θεωρείται ένα από τα μεγαλύτερα πολιτιστικά, αλλά επίσης και οικονομικά και διοικητικά κέντρα της Γερμανίας και όσον αφορά την αστική έκτασή του, η πόλη διαιρείται στη νέα και στη παλιά πόλη. Η παλαιά πόλη, χαρακτηρίζεται από σχετικά μικρού πλάτους δρόμους και υψηλά ιστορικά κτίρια. Από την άλλη πλευρά, το καινούργιο τμήμα της πόλης περιλαμβάνει ουρανοξύστες με σχετικά μεγάλους ωστόσο δρόμους. Επομένως, λαμβάνοντας δείγμα και από τα δύο τμήματα της πόλης το αποτέλεσμα απέφερε ένα σχετικά καλό ποσοστό σε σχέση με τα δεδομένα της Ευρώπης (παλαιοί πλακόστρωτοι δρόμοι – υψηλά ιστορικά κτίρια). Παρακάτω, αποδίδεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της παλαιάς πόλης και ένα παράδειγμα του καινούργιου τμήματος:



Εικόνα 47: Παλαιά Πόλη & Σύγχρονη Πόλη του Ντίσελντορφ
Πηγή: www.tripadvisor.com.gr

8) Γενεύη

Επόμενη πόλη της λίστας της κατάταξης των πόλεων αποτελεί η Γενεύη της Ελβετίας με ποσοστό θέασης του ουρανού 71%. Η Γενεύη αποτελεί τη δεύτερη πιο πυκνοκατοικημένη πόλη της Ελβετίας μετά τη Ζυρίχη (69%, ποσοστό θέασης του ουρανού). Το συντριπτικό ποσοστό της έκτασης της Γενεύης αποτελείται από ιστορικά κτίρια, τα οποία δεν απέχουν σε μεγάλη απόσταση το ένα από το άλλο. Βέβαια, εκτός από ιστορικά κτίρια, υφίστανται και καινούργια εμβληματικά κτίρια (με μεγάλη απόσταση το ένα από το άλλο), καθώς στην πόλη εδρεύουν πολυάριθμοι διεθνείς οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένης της ευρωπαϊκής έδρας του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ). Πέραν ωστόσο το είδος των κτιρίων, αξίζει να αναφερθεί ότι, τα μοναδικά «εμπόδια» που εντοπίστηκαν στο κέντρο της πόλης (ως προς τη θέαση του ποσοστού του ουρανού) είναι κτίρια. Αντιθέτως, η παρουσία της βλάστησης είναι ελάχιστη έως μηδενική. Παρακάτω, ακολουθεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα θέασης του ουρανού από το κέντρο της πόλης:



Εικόνα 48: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο της Γενεύης
Πηγή: [Google Street View](https://www.google.com/streetview/)

9) Κοπεγχάγη

Ένατη θέση στη λίστα της κατάταξης των ποιοτικότερων πόλεων, αποτελεί η πόλη της Κοπεγχάγης με ποσοστό θέασης του ουρανού 71%. Η Κοπεγχάγη αποτελεί τη πρωτεύουσα της Δανίας και ταυτόχρονα τη πιο πολυπληθέστερη πόλη της. Η πόλη εκτείνεται και σε τμήματα του νησιού Άμαγκερ ενώ περικλείει και το Φρέντερικσμπεργκ, το οποίο είναι δήμος από μόνος του. Από το 2000 και μετά, η Κοπεγχάγη είχε σημαντική αστική και πολιτιστική ανάπτυξη, η οποία διευκολύνθηκε από επενδύσεις στα ιδρύματα και της υποδομές της. Η πόλη είναι το πολιτιστικό, οικονομικό και κυβερνητικό κέντρο της Δανίας και ένα από τα κύρια οικονομικά κέντρα της Βόρειας Ευρώπης. Το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό της έκτασης της, περιλαμβάνει νεοκλασικά κτίρια τα οποία είναι ενωμένα μεταξύ τους. Παρακάτω, ακολουθεί μία χαρακτηριστική εικόνα του κέντρου της πόλης:



Εικόνα 49: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο της Κοπεγχάγης, Δανία
Πηγή: <https://www.dreamstime.com/>

10) Φρανκφούρτη

Άλλη μία πόλη της Γερμανίας που βρίσκεται στη πρώτη δεκάδα της κατάταξης των ποιοτικότερων πόλεων, είναι η Φρανκφούρτη με ποσοστό θέασης του ουρανού 69%. Η Φρανκφούρτη είναι η πέμπτη μεγαλύτερη πόλη της Γερμανίας, βρίσκεται στον ποταμό Μάιν και έχει πληθυσμό περίπου 700.000 κατοίκους.^[3] Η αστική περιοχή αποκαλείται Φραγκφούρτη Ρήνου-Μάιν με πληθυσμό περί τα 2 εκατομμύρια κατοίκους. Η Φραγκφούρτη είναι γνωστή για τους ουρανοξύστες της και είναι η μόνη ευρωπαϊκή πόλη που επιτρέπει να κτιστούν ουρανοξύστες μέσα στο ιστορικό κέντρο της πόλης. Μαζί με το Παρίσι, το Λονδίνο, την Κωνσταντινούπολη και την Μαδρίτη είναι, επίσης, μια από τις λίγες ευρωπαϊκές πόλεις που διαθέτει σημαντικό αριθμό ουρανοξυστών. Η πόλη εκείνη, αποτελεί μία ιδιαίτερη περίπτωση καθώς περιλαμβάνει σχετικά μεγάλους δρόμους στο κέντρο της, ωστόσο περιλαμβάνει και μεγάλο πλήθος ουρανοξυστών. Παρακάτω, αποδίδεται μία συγκεκριμένη εικόνα της πόλης στο κέντρο της:



Εικόνα 50: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο της Φρανκφούρτης, Γερμανία
Πηγή: <https://gr.euronews.com/tag/frankfurt-germany>

78) Λος Άντζελες

Το Λος Άντζελες είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη των Ηνωμένων Πολιτειών από άποψη πληθυσμού, καθώς και ένα από τα σημαντικότερα οικονομικά, πολιτιστικά επιστημονικά και ψυχαγωγικά κέντρα του κόσμου. Βρίσκεται στη δυτική ακτή των Η.Π.Α., στην πολιτεία της Καλιφόρνιας. Το Λος Άντζελες είναι γνωστό για το μεσογειακό του κλίμα, την εθνοτική ποικιλομορφία και την εκτεταμένη μητρόπολη. Η πόλη είναι επίσης ένας από τους σημαντικότερους οικονομικούς κινητήρες εντός του έθνους, με μια διαφορετική οικονομία σε ένα ευρύ φάσμα επαγγελματικών και πολιτιστικών πεδίων. Το Λος Άντζελες είναι επίσης γνωστό ως το σπίτι του Χόλυγουντ, ένα σημαντικό κέντρο της παγκόσμιας βιομηχανίας ψυχαγωγίας. Χαρακτηρίζεται από ένα οδικό δίκτυο με δρόμους πολύ μεγάλους πλάτους και αρκετή βλάστηση στα περιχώρα της.



Εικόνα 51: Εικόνα 50: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο του Los Angeles, California
Πηγή: Google Street View

79) Ντουμπάι

Το Ντουμπάι είναι ένα από τα επτά εμιράτα και θεωρείται η μεγαλύτερη πόλη των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων, διοικητικό κέντρο του εμιράτου, με πληθυσμό 3.506.009 κατοίκων. Το Ντουμπάι είναι το μεγαλύτερο εμπορικό, οικονομικό και τουριστικό κέντρο της χώρας. Το Ντουμπάι είναι ουσιαστικά το πιο πυκνοκατοικημένο εμιράτο στα ΗΑΕ, καθώς εκεί ζει το 30% του πληθυσμού της χώρας. Το παράδοξο με τη συγκεκριμένη πόλη, είναι ότι δεν υπάρχει η υπηρεσία του Street View στο οδικό δίκτυο ανάμεσα στους ουρανοξύστες. Παρόλα αυτά, το οδικό δίκτυο στη πόλη αυτή έχει πολύ μεγάλο πλάτος ανεξαρτήτων του ύψους των κτιρίων (είτε πρόκειται για ουρανοξύστες είτε για κατοικίες).



Εικόνα 52: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο του Dubai, H.A.E.

Πηγή: <https://www.adrianflux.co.uk/driverless-cars/fleet-of-driverless-cars-set-to-hit-the-streets-of-dubai/>

80) Μοντεβιδέο

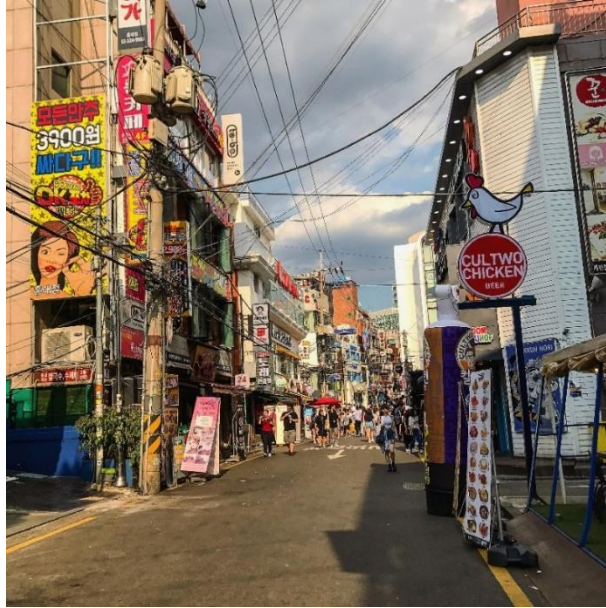
Το Μοντεβιδέο είναι η πρωτεύουσα, η μεγαλύτερη πόλη και το κυριότερο λιμάνι της Ουρουγουάης. Η πόλη από τη μία πλευρά, συγκεντρώνει τα ιστορικά κτίρια της παλαιά πόλης τα οποία αντικατοπτρίζουν πλήρως το οικιστικό μοντέλο της Λατινικής Αμερικής (σχετικά μεγάλου πλάτους δρόμοι και μικρού ύψους κτίρια). Από την άλλη πλευρά υφίστανται υψηλά κτίρια τα οποία απέχουν μικρές αποστάσεις μεταξύ τους.



Εικόνα 53: Εμπορικός δρόμος στη παλαιά συνοικία του Montevideo, Ουρουγκάη
<https://www.flickr.com/photos/hdepereda/3093337942>

81) Σεούλ

Η Σεούλ είναι η πρωτεύουσα και μεγαλύτερη πόλη της Νότιας Κορέας (Δημοκρατία της Κορέας). Με έναν πληθυσμό πάνω από δέκα εκατομμύρια ανθρώπων που ζουν μέσα στα όρια των περιχώρων της, η Σεούλ είναι μια από τις πολυπληθέστερες πόλεις στον κόσμο. Επιπλέον με έκταση μόνο 607 τετραγωνικών χιλιομέτρων, είναι επίσης μια από τις μικρότερες και τις πιο πυκνοκατοικημένες μεγάλες πόλεις. Η πυκνότητα πληθυσμού της Σεούλ έχει επιτρέψει να γίνει μια από τις παγκόσμιες ψηφιακά συνδεδεμένες πόλεις. Έχει επίσης περισσότερα από τρία εκατομμύρια καταχωρημένα οχήματα, που προκαλούν συχνά τις σχεδόν μόνιμες κυκλοφοριακές συμφορήσεις. Στην ευρύτερη ζώνη της περιοχής της Σεούλ, που περιλαμβάνει τη μεγάλη πόλη- λιμένα Ίντσον (Incheon), η πόλη έχει πάνω από είκοσι τρία εκατομμύριο κατοίκους. Αυτό την φέρνει στην τρίτη πιο πυκνοκατοικημένη μητροπολιτική περιοχή στον κόσμο, μετά το Τόκιο και την Πόλη του Μεξικού. Περίπου το μισό του ολόκληρου πληθυσμού της Νότιας Κορέας κατοικούν στη Σεούλ και στα περίχωρά της.



Εικόνα 54: Εμπορικός δρόμος στη παλαιά συνοικία της Seoul, Νότια Κορέα
Πηγή: <https://steemit.com/streetphotography/@travelersmemoire/seoul-city-streets>

82) Μπρατισλάβα

Η Μπρατισλάβα είναι η πρωτεύουσα της Σλοβακίας και η μεγαλύτερη πόλη της χώρας. Είναι η πιο πυκνοκατοικημένη πόλη της Κεντρικής Ευρώπης και η μοναδική πρωτεύουσα ευρωπαϊκού κράτους που βρίσκεται σχεδόν πάνω στα σύνορα με άλλο κράτος (Αυστρία). Η πόλη φιλοξενεί πανεπιστήμια, ένα σχετικά μεγάλο αριθμό μουσείων, καθώς επίσης και θέατρα και άλλους πολιτιστικούς θεσμούς (για παράδειγμα τη φημισμένη Σλοβάκινη Φιλαρμονική Ορχήστρα). Οι διάφορες εθνικότητες και θρησκείες που έζησαν και ζουν έχουν επηρεάσει ποικιλοτρόπως την αρχιτεκτονική της πόλης με τα γοτθικά κτίρια να συνυπάρχουν με τα μοντέρνα. Η Παλιά Πόλη της Μπρατισλάβα φιλοξενεί ιστορικά κτίρια και μεσαιωνικούς πύργους. Η πόλη είναι πλήρως εναρμονισμένη το αστικό μοντέλο δόμησης της Ευρώπης όπου κυριαρχούν νεοκλασσικά κτίρια και μικροί πλατύς δρόμοι.



Εικόνα 55: Παράδειγμα Πλάτους Δρόμου στο κέντρο της Μπρατισλάβα, Σλοβακία
Πηγή: Google Street View

83) Βαρσοβία

Η Βαρσοβία είναι η πρωτεύουσα της Πολωνίας και μεγαλύτερη πόλη της. Η Βαρσοβία όπως και αρκετές πόλεις της κεντρικής Ευρώπης διαιρείται στη παλαιά και τη καινούργια πόλη. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η παλιά Πόλη είναι συγκριτικά πολύ μικρότερη σε σχέση τις παλιές πόλεις σε άλλες ευρωπαϊκές πόλεις. Η Νέα Πόλη ονομάζεται έτσι επειδή ήταν το πρώτο μέρος της Βαρσοβίας που θα κατασκευάστηκε εκτός των τοίχων της πόλης, αλλά δεν είναι πολύ νεότερη από την παλιά πόλη και πολύ παλαιότερη από ό, τι οι περισσότερες άλλες γειτονιές της Βαρσοβίας. Τόσο η Παλιά και Νέα πόλη καταστράφηκαν σχεδόν ολοσχερώς κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, και ανακατασκευάστηκαν μετά τον πόλεμο. Ενώ, λόγω των σχολαστικής και επίπονης προσπάθειας, η εντύπωση που αποκομίζει κανείς είναι ότι από αυθεντικά ιστορικά κτίρια, ωστόσο είναι του 20ου αιώνα, επανερμηνεία της ιστορίας αυτής της περιοχής, και είναι στην πραγματικότητα ένα μίγμα των κτιρίων που υπήρχαν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, και σε πολλές περιπτώσεις μια πιο δημιουργική απομίμηση. Πέρα ωστόσο από τη διαφορετική ηλικία των κτιρίων, αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί ότι ολόκληρη πόλη χαρακτηρίζεται από μικρούς πλάτους δρόμους είτε πρόκειται για τη παλαιά πόλη (ενωμένα νεοκλασικά κτίρια) είτε πρόκειται για τη καινούργια πόλη (ουρανοξύστες).



Εικόνα 56: Παράδειγμα Πλάτους Δρόμου στο κέντρο της Βαρσοβίας, Πολωνία
Πηγή: Google Street View

84) Ταϊπέι

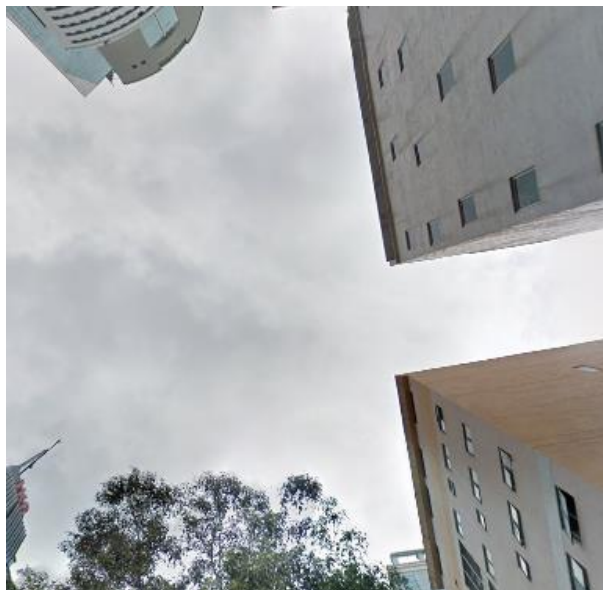
Στη 84^η θέση της λίστας των ποιοτικότερων πόλεων βρίσκεται η πόλη Ταϊπέι με ποσοστό θέασης του ουρανού 67%. Η πόλη εκείνη αποτελεί τη πρωτεύουσα της Δημοκρατίας της Κίνας ή αλλιώς Ταϊβάν. Η πρωτεύουσα Ταϊπέι ουσιαστικά αμφιταλαντεύεται ανάμεσα στον σύγχρονο τρόπο που είναι χτισμένες οι μεγαλουπόλεις των ασιατικών «τίγρεων» –όπως ονομάζονται οι χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας- και την κινεζική αστική παράδοση. Το κέντρο της πόλης περιλαμβάνεται κυρίως από ουρανοξύστες οι οποίοι ωστόσο έχουν μία σχετικά μεγάλη απόσταση μεταξύ τους (σε σχέση με την απόσταση των κτιρίων των πόλεων της Ευρώπης). Παρακάτω, ακολουθεί μία χαρακτηριστική εικόνα του κέντρο της πόλης Ταϊπέι:



Εικόνα 57: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο της Ταιπέι, Ταϊβάν
Πηγή: <https://pixabay.com/el/>

85) Κουάλα Λουμπούρ

Η επόμενη θέση στη λίστα των πόλεων, βρίσκεται η πόλη Kuala Lumpur με ποσοστό θέασης του ουρανού 73%. Η πόλη είναι η πρωτεύουσα και η μεγαλύτερη πόλη της Μαλαισίας. Η Κουάλα Λουμπούρ είναι η έδρα του κοινοβουλίου της Μαλαισίας, όπως και η επίσημη κατοικία του Βασιλιά της Μαλαισίας. Η πόλη είναι και το πολιτιστικό και οικονομικό κέντρο της χώρας, λόγω της θέσης της ως πρωτεύουσα. Επίσης, είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη μητροπολιτική περιοχή της χώρας από άποψη πληθυσμού όσο και οικονομίας. Το κέντρο της πόλης περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο πανύψηλους ουρανοξύστες, (μάλιστα υπάρχουν και 2 από τους μεγαλύτερους στον κόσμο οι «Πετρόνας»), με μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Παρακάτω, ακολουθεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα θέασης του ουρανού από το κέντρο της πόλης:



Εικόνα 58: Παράδειγμα Θέασης του Ουρανού στο κέντρο της Kuala Lumpur, Μαλαισία
Πηγή: Google Street View

87) Ταλίν

Στην 87^η θέση της λίστας βρίσκεται η πόλη Tallinn της Εσθονίας με ποσοστό θέασης του ουρανού 77%. Το Ταλίν είναι η πρωτεύουσα και μεγαλύτερη πόλη της Εσθονίας. Η Παλαιά Πόλη του Ταλίν αποτελεί μία από τις καλύτερα διατηρημένες μεσαιωνικές πόλεις στην Ευρώπη. Το Ταλίν αποτελεί το σημαντικότερο πολιτικό, οικονομικό, πολιτισμικό και εκπαιδευτικό κέντρο της Εσθονίας. Στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφερθεί ότι η πόλη παρόλο που υιοθετεί το ευρωπαϊκό μοντέλο των ιστορικών κτιρίων και μικρών δρόμων, εν τούτοις οι αναλογίες κτιρίων – δρόμων είναι αρκετά καλές. Παρακάτω, ακολουθεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας αναλογίας στο κέντρο της πόλης:



Εικόνα 59: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο της Tallinn, Εσθονία

Πηγή: <https://fintechzoom.com/2018/08/20/how-fintech-will-save-the-high-street/>

88) Ντουρμπάν

Στην 89^η θέση της λίστας των ποιοτικότερων πόλεων βρίσκεται το Durban της Αφρικής με ποσοστό θέασης ουρανού 80%. Αποτελεί σε πληθυσμό τη δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Νοτίου Αφρικής. Η πόλη περιλαμβάνει μικρό αριθμό ουρανοξυστών (σχετικά με τα μεγάλα αστικά κέντρα παγκοσμίως) δίπλα σε πολύ μεγάλου μήκους ακτογραμμές. Λόγω του γεγονότος ότι η πόλη αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια, το μεγαλύτερο τμήμα της αποτελείται από χαμηλά κτίρια. Ωστόσο, είτε πρόκειται για χαμηλά κτίρια είτε για ουρανοξύστες, η απόσταση των κτιρίων μεταξύ τους είναι μεγάλη καθώς οι δρόμοι έχουν μεγάλη έκταση. Παρακάτω, ακολουθεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα των δρόμων της πόλης:



Εικόνα 60: Παράδειγμα του οδικού δικτύου στο κέντρο του Durban, Νότια Αφρική
Πηγή: Google Street View

89) Μπουένος Άιρες

Το Μπουένος Άιρες είναι η πρωτεύουσα της Αργεντινής και η μεγαλύτερη πόλη και λιμάνι στη χώρα. Έντονα επηρεασμένο από τον ευρωπαϊκό πολιτισμό, το Μπουένος Άιρες αναφέρεται μερικές φορές ως "Παρίσι του νότου" ή "Παρίσι της Νότιας Αμερικής". Είναι μια από τις πιο περίπλοκες πόλεις στη Λατινική Αμερική, γνωστή για την αρχιτεκτονική, τη νυχτερινή ζωή και τα πολιτιστικά δρώμενα. Είναι επίσης από τις πιο πλούσιες πόλεις της Λατινικής Αμερικής, με μεγάλη μεσαία τάξη και μεγάλο αριθμό κατοίκων με ανώτερη εκπαίδευση. Το Μπουένος Αϊρες συνδυάζει αρχιτεκτονικά στοιχεία από το Παρίσι, τη Ρώμη, τη Μαδρίτη και τη Νέα Υόρκη. Χαρακτηρίζεται από υψηλές πολυκατοικίες και μικρότερους δρόμους συγκριτικά με τις πόλεις της κεντρικής και βόρειας Αμερικής.



Εικόνα 61: Παράδειγμα του οδικού δικτύου στο κέντρο του Buenos Aires, Αργεντινή
Πηγή: <https://pixabay.com/el/>

90) Σαντιάγο

Το Σαντιάγο είναι η πρωτεύουσα και η μεγαλύτερη πόλη της Χιλής. Περίπου τρεις δεκαετίες συνεχούς οικονομικής ανάπτυξης έχουν μετατρέψει το Σαντιάγο σε ένα από τα πλέον σύγχρονα και μοντέρνα αστικά κέντρα της Λατινικής Αμερικής, με εκτενή προαστιακή ανάπτυξη, δεκάδες εμπορικά κέντρα, και την εντυπωσιακή αύξηση κτηρίων υψηλής αρχιτεκτονικής. Το Σαντιάγο χαρακτηρίζεται από μεγάλες εκτάσεις πρασίνου σε διάσπαρτα σημεία εντός των πυκνά δομημένων συνοικιών. Διαιρείται στη καινούργια και τη παλαιά πόλη, οι οποίες ωστόσο και οι δύο χαρακτηρίζονται ως πυκνοκατοικημένες και πυκνοδομημένες.



Εικόνα 62: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο του Santiago, Χιλή
Πηγή: <https://www.masterfile.com/search/en/santiago+streets>

91) Μπούσαν

Το Μπούσαν, ή Πουσάν είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Νότιας Κορέας μετά τη Σεούλ με πληθυσμό περίπου 4,3 εκατομμύρια. Είναι το μεγαλύτερο λιμάνι στη Νότια Κορέα και το πέμπτο μεγαλύτερο λιμάνι στον κόσμο. Η πόλη βρίσκεται στην νότια άκρη της χερσονήσου της Κορέας. Οι έντονα πυκνοδομημένες περιοχές της πόλης βρίσκονται σε μια σειρά από στενές κοιλάδες (Gamcheon Dong), οι οποίες διαφοροποιούνται αρκετά σε σχέση με το κέντρο της πόλης ως προς τον τρόπο δόμησης τους. Οι συγκεκριμένες πυκνοδομημένες περιοχές δεν προσμετρήθηκαν στον υπολογισμό του ποσοστού θέασης του ουρανού καθώς δεν περιλαμβάνονται στην υπηρεσία του Google Street View.



Εικόνα 63: Εμπορικός δρόμος στο Κέντρο του Busan, Νότια Κορέα
Πηγή: <http://wikimapia.org/30671223/Seomyeon-Young-Street>

92) Κέιπ Τάουν

Το Κέιπ Τάουν είναι η νομοθετική πρωτεύουσα (έδρα του Κοινοβουλίου) και η τρίτη σε πληθυσμό πόλη της Νότιας Αφρικής. Επίσης είναι η επαρχιακή πρωτεύουσα της επαρχίας «Δυτικό Ακρωτήριο» (Western Cape). Η πόλη έχει ιδρυθεί σε ένα όμορφο φυσικό περιβάλλον στο οποίο δεν κυριαρχεί μεγάλο πλήθος ουρανοξυστών. Η πόλη διαθέτει σχετικά μεγάλους δρόμους (όπως το μοντέλο της Αμερικής) με αρκετό πράσινο σε όλη την έκταση της πόλης.



Εικόνα 64: Παράδειγμα του οδικού δικτύου στο Cape Town, Νότια Αφρική
Πηγή: Google Street View

93) Γιοχάνεσμπουργκ

Το Γιοχάνεσμπουργκ είναι η μεγαλύτερη και πλέον πυκνοκατοικημένη πόλη στη Νότια Αφρική. Πρόκειται για τη πρωτεύουσα της επαρχίας Γκαουτένκ η πλουσιότερη επαρχία της Νότιας Αφρικής, και η μεγαλύτερη μητροπολιτική περιοχή νότια της Σαχάρας. Η πόλη είναι μια από τις 40 μεγαλύτερες μητροπολιτικές περιοχές στον κόσμο. Το Γιοχάνεσμπουργκ ουσιαστικά αποτελεί το οικονομικό κέντρο με το σημαντικότερο χρηματιστήριο της Αφρικής. Διαθέτει επίσης μεγάλη ποικιλία βιομηχανιών κατασκευής, συμπεριλαμβανομένων εγκαταστάσεων χάλυβα

και τσιμέντου. Η πόλη διαθέτει μικρότερους δρόμους σε σχέση με τις άλλες πόλεις της Νοτίου Αφρικής και σαφέστερα περισσότερα υψηλότερα κτίρια (ουρανοξύστες).



Εικόνα 65: Παράδειγμα του οδικού δικτύου στο κέντρο του Johannesburg, Νότια Αφρική
Πηγή: Google Street View

Έπειτα από την ανάλυση κάθε πόλης ξεχωριστά, ακολουθεί παρακάτω η λίστα των ποιοτικότερων πόλεων ως μία συνεχή κατάταξη συγκριτικά με τα αποτελέσματα της μελέτης καθώς και το καταληκτικό συμπέρασμα της σχέσης μεταξύ του δείκτη ποιότητας ζωής και του ποσοστού θέασης του ουρανού.

Αλφαβητική Λίστα	Κατάταξη κατά τη λίστα Mercer	Κατάταξη με βάση το ποσοστό θέασης του ουρανού*	Διαφορά Κατατάξεων**
1)Auckland	1)Vienna	1)Auckland	Auckland: +9
2)Copenhagen	2)Zurich	2)Vancouver	Copenhagen: +3
3)Dusseldorf	3)Auckland	3)Sydney	Dusseldorf: +2
4)Frankfurt	4)Munich	4)Dusseldorf	Frankfurt: 0
5)Geneva	5)Vancouver	5)Geneva	Geneva: +3
6)Munich	6)Dusseldorf	6)Copenhagen	Munich: -5
7)Sydney	7)Frankfurt	7)Frankfurt	Sydney: +7
8)Vancouver	8)Geneva	8)Zurich	Vancouver: +3
9)Vienna	9)Copenhagen	9)Munich	Vienna: -9
10)Zurich	10)Sydney	10)Vienna	Zurich: -6
1)Athens	1)Los Angeles	1)Los Angeles	Athens: -7
2)Bratislava	2)Dubai	2)Durban	Bratislava: -10
3)Buenos Aires	3)Montevideo	3)Cape Town	Buenos Aires: +3
4)Busan	4)Seoul	4)Dubai	Busan: +3
5)Cape Town	5)Bratislava	5)Johannesburg	Cape Town: +12
6)Dubai	6)Warsaw	6)Tallinn	Dubai: -2
7)Durban	7)Taipei	7)Santiago	Durban: +9
8)Johannesburg	8)Kuala Lumpur	8)Montevideo	Johannesburg: +11
9)Kuala Lumpur	9)Athens	9)Buenos Aires	Kuala Lumpur: -2
10)Los Angeles	10)Tallinn	10)Kuala Lumpur	Los Angeles: 0
11)Montevideo	11)Durban	11)Busan	Montevideo: -5
12)Santiago	12)Buenos Aires	12)Seoul	Santiago: +6
13)Seoul	13)Santiago	13)Warsaw	Seoul: -8
14)Taipei	14)Busan	14)Taipei	Taipei: -7
15)Tallinn	15)Cape Town	15)Bratislava	Tallinn: +4
16)Warsaw	16)Johannesburg	16)Athens	Warsaw: -7

Πίνακας 6: Σύγκριση διεθνών πόλεων λίστας Mercer – πόλεων κατάταξης ποσοστού θέασης του ουρανού

* Η κατάταξη κατά το ποσοστό θέασης του ουρανού, γίνεται θεωρώντας πρώτη τη πόλη το μεγαλύτερο ποσοστό θέασης και ούτε κάθε εξής.

**Η διαφορά κατατάξεων αναφέρεται στη λίστα του ποσοστού θέασης του ουρανού σε σχέση με τη λίστα Mercer.

Με βάση το παραπάνω πίνακα, παρατηρείται ότι κυρίως οι Ευρωπαϊκές πόλεις είναι εκείνες που από τις υψηλές θέσεις της λίστας Mercer βρίσκονται σε χαμηλές θέσεις στη λίστα του ποσοστού θέασης του ουρανού. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η πόλη της Βιέννης (-9) και της Ζυρίχης (-6) όπου από τις πρώτες θέσεις στη κατάταξη κατά το Mercer, βρέθηκαν στις τελευταίες θέσεις κατά το ποσοστό θέασης του ουρανού. Αντιθέτως, πόλεις της Αφρικής από τις χαμηλές θέσεις στη λίστα Mercer βρέθηκαν σε υψηλές θέσεις στη λίστα θέασης του ουρανού όπως το Johannesburg (+11). Βέβαια, υπάρχουν και ορισμένες πόλεις της Αμερικής όπου κατέχουν υψηλές θέσεις τόσο στη λίστα Mercer όσο και στη λίστα θέασης του ουρανού όπως το Los Angeles.

Ο παραπάνω πίνακας εν τέλει, παράγει ένα ασφαλές συμπέρασμα σύμφωνα με το οποίο, το μοντέλο της αστικής οργάνωσης της πόλης, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και το ποσοστό θέασης του ουρανού της. Αντιθέτως, ο δείκτης ποιότητας ζωής των κατοίκων μίας πόλης δεν φαίνεται να αλληλοεπηρεάζεται από το ποσοστό θέασης του ουρανού της. Πιο συγκεκριμένα, με μία πρώτη ματιά από το πίνακα φαίνεται να μην υφίσταται συσχέτιση μεταξύ της λίστας των ποιοτικότερων πόλεων και των πόλεων με τα μεγαλύτερα ποσοστά θέασης. Από την άλλη πλευρά, ανάλογα την οργάνωση του αστικού ιστού της πόλης, διακρίνονται τα εξής συμπεράσματα: Πρώτον, όταν μία πόλη υιοθετεί το αστικό μοντέλο της Αμερικής ή της Αυστραλίας τότε θα διαθέτει εκτός από υψηλά κτίρια και μεγάλης εκτάσεως δρόμους (καλή σχέση μεταξύ δρόμου και κτιρίων), οι οποίοι με τη σειρά τους θα συντελούν σε ένα αυξημένο ποσοστό θέασης. Αντιθέτως, οι ευρωπαϊκές πόλεις έχουν υιοθετήσει ένα τελείως διαφορετικό μοντέλο της πόλης, με νεοκλασικά κτήρια, τα οποία είτε περιβάλλονται από μικρού πλάτους δρόμους είτε ακόμη είναι και ενωμένα μεταξύ τους. Τέλος, υφίσταται και το αστικό μοντέλο των Ασιατικών χωρών, όπου η ταχύτερη οικοδομική ανάπτυξη της πόλης σε συνδυασμό με το πρόβλημα του υπερπληθυσμού, δεν αφήνει περιθώρια για βάση υγιούς απόστασης ανάμεσα στα κτίρια.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι πόλεις της Βιέννης και του Μονάχου όπου ενώ βρίσκονται στις πρώτες θέσεις της λίστας με τις ποιοτικότερες πόλεις του κόσμου, λόγω του Ευρωπαϊκού μοντέλου που αναπτύχθηκε παραπάνω, βρίσκονται τελευταίες στη κατάταξη της λίστας του ποσοστού θέασης.

Εν κατακλείδι όλες οι πόλεις κατά το Mercer που επιλέχθηκαν για τη μελέτη, επιβεβαίωσαν το γεγονός ότι, καλύτερη ποιότητα ζωής δεν σημαίνει ούτε καλύτερη οργάνωση του αστικού ιστού (δρόμοι μεγάλης έκτασης), ούτε μεγαλύτερη παρουσία βλάστησης, ούτε φυσικά και μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των κτιρίων. Η μελέτη αυτή, επιβεβαιώνει για ακόμη μία φορά πόσο χαμηλό είναι το ποσοστό θέασης του ουρανού στο κέντρο της Αθήνας, αφού η πόλη ήρθε τελευταία στη κατάταξη. Παρακάτω, ως επίλογος όλων των παραπάνω αναλύσεων, ακολουθεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα των δρόμων του Auckland και της Βιέννης:



Εικόνα 66: Τμήμα του οδικού δικτύου του Auckland (αριστερά) & της Βιέννης (δεξιά)
Πηγή: Google Street View

4.9 Δείκτες Συσχέτισης Pearson & Spearman

Επόμενο βήμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί ο υπολογισμός του βαθμού συσχέτισης μεταξύ του ποσοστού θέασης του ουρανού και ορισμένων κοινωνικών δεικτών. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού θέασης του ουρανού και άλλων διάφορων κοινωνικών δεικτών δεν έχει ξανά πραγματοποιηθεί σε προηγούμενες μελέτες. Ωστόσο, κρίνεται αναγκαία η πραγματοποίηση της καθώς από την οποία, θα προκύψουν χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τη βιωσιμότητα της πόλης όσο και για την ίδια τη πόλη. Αρχικά, θα επιβεβαιωθεί ή θα απορριφθεί το γεγονός ότι υψηλά ποσοστά θέασης του ουρανού ταυτόχρονα σημαίνει και χαμηλή πληθυσμιακή συγκέντρωση της εξεταζόμενης περιοχής. Ταυτόχρονα, με αυτή τη συσχέτιση θα μπορεί να δοθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα των χαρακτηριστικών του πληθυσμού της περιοχής που εξετάζεται καθώς και κατά πόσο συνδέονται εκείνα με το ποσοστό θέασης του ουρανού. Πιο συγκεκριμένα, θα εξετασθεί κατά πόσο υφίσταται θετική ή αρνητική συσχέτιση (και σε τι βαθμό) μεταξύ του ποσοστού θέασης του ουρανού και των εξής κοινωνικών & οικονομικών δεικτών (ανά Καλλικρατικό Δήμο):

- 1) Πληθυσμιακών Πυκνοτήτων
- 2) Υψηλοοτήτων (Ελληνικής – Ευρωπαϊκής - Εκτός Ευρώπης)
- 3) Αριθμού Απασχολούμενων Μελών μίας Οικογένειας (Χωρίς Απασχολούμενο μέλος – 1 απασχολούμενο μέλος – 2 απασχολούμενα μέλη και πάνω)
- 4) Αριθμού οικογενειών & παιδιών
- 5) Επίπεδου Εκπαίδευσης
- 6) Ποσοστού εργαζομένων κατοίκων στον ίδιο δήμο
- 7) Τύπου Κατοικίας (Ιδιοκατοικούμενης - Ενοικιαζόμενης)
- 8) Αριθμού Αυτοκινήτων

Προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι παραπάνω συσχετίσεις, αρχικά με βάση το λειτουργικό SPSS, θα εξετασθεί κάθε κοινωνικός δείκτης για τη κανονικότητα του (ως προς τη κατανομή). Αν και τα δύο φαινόμενα που εξετάζονται (ποσοστό θέασης του ουρανού και κοινωνικού δείκτη) ακολουθούν τη κανονική κατανομή, τότε ο βαθμός συσχέτισης τους θα εξετασθεί με το δείκτη Pearson, διαφορετικά (αν έστω και ένας από τους δύο δείκτες δεν ακολουθεί τη κανονική κατανομή) τότε θα εξετασθεί με το δείκτη Spearman. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να αναφερθεί ότι εισάγοντας το ποσοστό θέασης του ουρανού για τους 38 Καλλικρατικούς δήμους της Αττικής, στο πρόγραμμα SPSS, το αποτέλεσμα που βγήκε είναι το εξής:

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ποσοστά Ουρανού	,101	38	,200 [*]	,966	38	,296

Εικόνα 67: Τεστ κανονικής κατανομής για το ποσοστό θέασης του Ουρανού

Παρατηρώντας το test Kolmogorov – Smirnov, η τιμή του Sig (Significant Value), είναι 0.2, το οποίο σημαίνει ότι πρόκειται για κανονική κατανομή καθώς η τιμή είναι μεγαλύτερη της τιμής 0,05 . Παρακάτω, ακολουθεί η ανάλυση των δεδομένων για κάθε κοινωνικό δείκτη ξεχωριστά.

1) Πληθυσμιακών Πυκνοτήτων

Η πρώτη συσχέτιση που εξετάζεται, αφορά το ποσοστό θέασης του ουρανού και των πληθυσμιακών πυκνοτήτων για κάθε δήμο της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, θα εξετασθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού θέασης του ουρανού και της πυκνότητας του πληθυσμού (κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο) ανά Δήμο. Μέσα από αυτή τη σύγκριση, θα φανεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της φωτεινότητας της περιοχής και του αριθμού των κατοίκων σε κάθε περιοχή.

Η πληθυσμιακή πυκνότητα των δήμων, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.2>0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $-0,823$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται ισχυρή αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται το πλήθος των κατοίκων (σε πολύ μεγάλο βαθμό). Γεγονός, απόλυτα δικαιολογημένο καθώς όπως έχει φανεί ήδη στη πράξη, όσο πιο πυκνοκατοικημένα είναι μία περιοχή, τόσο «λιγότερο ουρανό» θα μπορεί να δει ο κάτοικος της.

2) Υψηκοτήτων

Η δεύτερη συσχέτιση που εξετάζεται, αφορά το ποσοστό θέασης του ουρανού και των υψηλοτήτων που περιλαμβάνει κάθε δήμος της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, θα εξετασθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού θέασης του ουρανού και των ελληνικών υψηλοτήτων, των υψηλοτήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τρίτον, των χωρών εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μέσα από αυτή τη σύγκριση, θα φανεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της φωτεινότητας της περιοχής και του είδους υψηλοτήτων.

α) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού θέασης Ουρανού & Ελληνικής Υψηκότητας:

Το ποσοστό των ελληνικών υπηκοοτήτων δεν ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.028<0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Spearman. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι 0,240. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται ασθενής θετική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο αυξάνεται το ποσοστό των Ελλήνων (κατά ένα πολύ μικρό ποσοστό).

β) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Υπηκοοτήτων Ευρωπαϊκής Ένωσης:

Το ποσοστό των ευρωπαϊκών υπηκοοτήτων δεν ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0<0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Spearman. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι -0,112. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται ασθενής αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται το ποσοστό των Ευρωπαϊκών Υπηκοοτήτων (κατά ένα πολύ μικρό ποσοστό).

γ) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Υπηκοοτήτων εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης:

Το ποσοστό των υπηκοοτήτων εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.117>0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι -0,325. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται το ποσοστό των υπηκοοτήτων εκτός της Ευρωπαϊκής ένωσης (σε σχετικά μεγάλο βαθμό).

3)Αριθμού Απασχολούμενων Μελών

Η τρίτη συσχέτιση που εξετάζεται, αφορά το ποσοστό θέασης του ουρανού και του αριθμού των απασχολούμενων μελών μίας οικογένειας σε κάθε δήμο της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, θα εξετασθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού θέασης και των περιπτώσεων να μην υφίσταται κανένα απασχολούμενο μέλος, να υφίσταται 1 απασχολούμενο μέλος και τελευταία περίπτωση, να υφίστανται πάνω από 2 μέλη απασχολούμενα σε μία οικογένεια. Μέσα από αυτή τη σύγκριση, θα φανεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της φωτεινότητας της περιοχής και του αριθμού των απασχολούμενων μελών μίας οικογένειας σε κάθε περιοχή.

α) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Κανενός Απασχολούμενου Μέλους:

Στο σημείο αυτό, εξετάσθηκε για το αν το ποσοστό των μη απασχολούμενων μελών μίας οικογένειας (κανένα απασχολούμενο μέλος στην οικογένεια) ακολουθεί και εκείνο τη κανονική κατανομή. Το ποσοστό της περίπτωσης να μην υπάρχει κανένα απασχολούμενο μέλος εντός μίας οικογένειας, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.183>0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι -0,513. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται η πιθανότητα να μην υφίσταται κανένα απασχολούμενο μέλος στην οικογένεια (σε σχετικά μεγάλο βαθμό).

β) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Ενόσ Απασχολούμενου Μέλους:

Στο σημείο αυτό, εξετάστηκε για το αν το ποσοστό του ενός απασχολούμενου μέλους εντός μίας οικογένειας (ένα μόνο απασχολούμενο μέλος στην οικογένεια) ακολουθεί και εκείνο τη κανονική κατανομή. Το ποσοστό της περίπτωσης να υπάρχει ένα απασχολούμενο μέλος εντός μίας οικογένειας, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.187>0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $-0,303$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται η πιθανότητα να υφίσταται ένα απασχολούμενο μέλος στην οικογένεια (σε σχετικά μεγάλο βαθμό).

γ) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Δύο (ή παραπάνω) Απασχολούμενων Μελών:

Στο σημείο αυτό, εξετάστηκε για το αν το ποσοστό των δύο ή παραπάνω απασχολούμενων μελών μίας οικογένειας (δύο ή και παραπάνω απασχολούμενα μέλη στην οικογένεια) ακολουθεί και εκείνο τη κανονική κατανομή. Το ποσοστό της περίπτωσης να υπάρχουν δύο τουλάχιστον απασχολούμενα μέλη εντός μίας οικογένειας, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.2>0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $-0,471$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική θετική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα να υφίστανται δύο τουλάχιστον απασχολούμενα μέλη στην οικογένεια (σε σχετικά μεγάλο βαθμό).

4) Αριθμού οικογενειών & παιδιών

Μία ακόμη συσχέτιση που εξετάζεται, αφορά τον αριθμό των οικογενειών και παιδιών που υφίσταται σε ένα δήμο. Πιο συγκεκριμένα, θα εξετασθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού θέασης του ουρανού και του αριθμού των οικογενειών και των παιδιών. Μέσα από αυτή τη σύγκριση, θα φανεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της φωτεινότητας της περιοχής και του αριθμού των οικογενειών και των παιδιών.

α) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Αριθμού Οικογενειών:

Στο σημείο αυτό, εξετάστηκε για το αν ο αριθμός των οικογενειών ακολουθεί και εκείνο τη κανονική κατανομή. Ο αριθμός των οικογενειών, δεν ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.000<0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Spearman. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $-0,389$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται και ο αριθμός των οικογενειών.

β) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Αριθμού Παιδιών:

Ο αριθμός των οικογενειών, δεν ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.000<0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Spearman. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $-0,348$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται και ο αριθμός των παιδιών.

5) Επίπεδου Εκπαίδευσης

Η πέμπτη συσχέτιση που εξετάζεται, αφορά το ποσοστό θέασης του ουρανού και το Επίπεδο Εκπαίδευσης για κάθε δήμο της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, το ποσοστό θέασης του ουρανού θα εξετασθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των εξής επιπέδων εκπαίδευσης: Κάτοχοι διδακτορικού ή μεταπτυχιακού τίτλου ή πτυχιούχοι, Πτυχιούχοι μεταδευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, Απόφοιτοι Λυκείου και Απόφοιτοι Δημοτικού. Μέσα από αυτή τη σύγκριση, θα φανεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της φωτεινότητας της περιοχής και του επιπέδου εκπαίδευσης των κατοίκων σε κάθε περιοχή.

α) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & των Κατόχων διδακτορικού ή μεταπτυχιακού τίτλου ή πτυχίου:

Στο σημείο αυτό, εξετάσθηκε για το αν το ποσοστό των Κατόχων διδακτορικού ή μεταπτυχιακού τίτλου ή πτυχίου ακολουθεί και εκείνο τη κανονική κατανομή. Το ποσοστό των Κατόχων διδακτορικού ή μεταπτυχιακού τίτλου ή πτυχίου, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.093>0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι 0,319. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική θετική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο αυξάνεται και το πλήθος των κατόχων διδακτορικού – μεταπτυχιακού ή απλώς πτυχίου.

β) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & των Πτυχιούχων μεταδευτεροβάθμιας εκπαίδευσης:

Το ποσοστό των Κατόχων διδακτορικού ή μεταπτυχιακού τίτλου ή πτυχίου, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.2>0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι 0,197. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική θετική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο αυξάνεται και το πλήθος των Πτυχιούχων μεταδευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (σε μικρό βαθμό).

γ) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Αποφοίτων Λυκείου:

Στο σημείο αυτό, εξετάσθηκε για το αν το ποσοστό των Αποφοίτων Λυκείου ακολουθεί και εκείνο τη κανονική κατανομή. Το ποσοστό των Αποφοίτων Λυκείου, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.27>0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι -0,451. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται και το πλήθος των Αποφοίτων Λυκείου (σε σχετικά μεγάλο βαθμό).

δ) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Αποφοίτων Δημοτικού:

Το ποσοστό των Αποφοίτων Δημοτικού, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.2>0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι -0,306. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται και το πλήθος των Αποφοίτων Δημοτικού (σε σχετικά μεγάλο βαθμό).

6) Ποσοστό εργαζομένων ίδιου δήμου κατοικίας & εργασίας

Η επόμενη συσχέτιση που εξετάζεται, αφορά το ποσοστό των εργαζομένων – κατοίκων που δουλεύουν στον ίδιο δήμο (ίδιος δήμος σε κατοικία & εργασία). Πιο συγκεκριμένα, θα εξετασθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού θέασης του ουρανού και του ποσοστού εργαζομένων - κατοίκων. Μέσα από αυτή τη σύγκριση, θα φανεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της φωτεινότητας της περιοχής και του αριθμού των εργαζομένων στον ίδιο δήμο που κατοικούν.

Στο σημείο αυτό, γνωρίζοντας ότι το ποσοστό θέασης του ουρανού ακολουθεί τη κανονική κατανομή, εξετάσθηκε για το αν το ποσοστό των εργαζομένων του ίδιου δήμου κατοικίας & εργασίας, ακολουθεί και εκείνο τη κανονική κατανομή. Το ποσοστό των εργαζομένων ίδιου δήμου κατοικίας & εργασίας, δεν ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.001 < 0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Spearman. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $-0,239$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται αδύναμη αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται και ο αριθμός των εργαζομένων στον ίδιο δήμο κατοικίας & εργασίας (σε σχετικά χαμηλό βαθμό).

7) Τύπου Κατοικίας

Η επόμενη συσχέτιση που εξετάζεται, αφορά το ποσοστό θέασης του ουρανού και των τύπων κατοικιών που περιλαμβάνει ο κάθε δήμος της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, θα εξετασθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού θέασης του ουρανού, των ιδιοκατοικημένων κατοικιών και των ενοικιαζόμενων κατοικιών. Μέσα από αυτή τη σύγκριση, θα φανεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της φωτεινότητας της περιοχής και των τύπων των κατοικιών που υπάρχουν σε κάθε περιοχή.

α) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Ιδιοκατοικουμένων Κατοικιών:

Το ποσοστό των ιδιοκατοικουμένων κατοικιών, δεν ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.02 < 0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Spearman. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $-0,508$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική θετική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο αυξάνεται και το ποσοστό των ιδιοκατοικουμένων κατοικιών (σε σχετικά μεγάλο βαθμό).

β) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Ενοικιαζόμενων Κατοικιών:

Γνωρίζοντας ότι το ποσοστό θέασης του ουρανού ακολουθεί τη κανονική κατανομή, εξετάσθηκε για το αν το ποσοστό ενοικιαζόμενων κατοικιών ακολουθεί και εκείνο τη κανονική κατανομή. Το ποσοστό των ενοικιαζόμενων κατοικιών, δεν ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.02 < 0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Spearman. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $-0,508$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κανονική αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται το ποσοστό των ενοικιαζόμενων κατοικιών (σε σχετικά μεγάλο βαθμό, όσο και ο βαθμός των ιδιοκατοικουμένων κατοικιών).

8) Αριθμοί Αυτοκινήτων

Η επόμενη συσχέτιση που εξετάζεται, αφορά το ποσοστό θέασης του ουρανού και τον αριθμό των αυτοκινήτων μίας μέσης οικογένειας για κάθε δήμο της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, θα εξετασθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού του ουρανού και του ποσοστού των οικογενειών που δεν έχουν κανένα αυτοκίνητο, που έχουν ένα αυτοκίνητο και εκείνων που έχουν πάνω από 2 αυτοκίνητα. Μέσα από αυτή τη σύγκριση, θα φανεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της φωτεινότητας της περιοχής και του αριθμού των αυτοκινήτων των οικογενειών σε κάθε δήμο της περιοχής μελέτης.

α) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Ποσοστού οικογενειών με κανένα αυτοκίνητο:

Στο σημείο αυτό, εξετάσθηκε για το αν το ποσοστό των οικογενειών που δεν έχουν αυτοκίνητο ακολουθεί και εκείνο τη κανονική κατανομή. Το ποσοστό των οικογενειών με κανένα αυτοκίνητο, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.2 > 0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $-0,688$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κατά κύριο λόγο ισχυρή αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται το πλήθος των οικογενειών που δεν έχουν αυτοκίνητο (σε σχετικά υψηλό βαθμό).

β) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Ποσοστού οικογενειών με ένα αυτοκίνητο:

Το ποσοστό των οικογενειών με κανένα αυτοκίνητο, δεν ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.045 < 0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Spearman. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $-0,064$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται αδύναμη αρνητική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο μειώνεται και το πλήθος των οικογενειών που έχουν ένα αυτοκίνητο (σε πολύ μικρό βαθμό).

γ) Σύγκριση μεταξύ Ποσοστού Θέασης Ουρανού & Ποσοστού οικογενειών με δύο ή παραπάνω αυτοκίνητα:

Το ποσοστό των οικογενειών που δεν έχουν κανένα αυτοκίνητο, ακολουθεί τη κανονική κατανομή ($\text{sig}=0.74 > 0.05$) και επομένως η σύγκριση μεταξύ των δύο ποσοστών, θα πραγματοποιηθεί με το δείκτη Pearson. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ, ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών ποσοτήτων είναι $0,683$. Αυτό σημαίνει ότι υφίσταται κατά κύριο λόγο ισχυρή θετική συσχέτιση των δύο μεγεθών και επομένως, όσο αυξάνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τόσο αυξάνεται και το πλήθος των οικογενειών που έχουν δύο ή και περισσότερα αυτοκίνητα (σε σχετικά υψηλό βαθμό).

Παρακάτω, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά όλοι οι κοινωνικοί δείκτες που εξετάστηκαν, μαζί με τη τιμή του δείκτη συσχέτισης τους (με το ποσοστό θέασης του ουρανού) καθώς και το τύπο συσχέτισης τους:

Κοινωνικός Δείκτης:	Δείκτης Pearson:	Δείκτης Spearman:	Τύπος Συσχέτισης
Ελληνική υπηκοότητα		+0.240	Ασθενής Θετική Συσχέτιση
Ευρωπαϊκή υπηκοότητα		-0.112	Ασθενής Αρνητική Συσχέτιση
Υπηκοότητα εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης	-0.325		Κανονική Αρνητική Συσχέτιση
Ιδιοκατοικούμενες κατοικίες		0.508	Κανονική Θετική Συσχέτιση
Ενοικιαζόμενες κατοικίες		-0.508	Κανονική Αρνητική Συσχέτιση
Κανένα απασχολ. μέλος στην οικογένεια	-0.513		Κανονική Αρνητική Συσχέτιση
Ένα απασχολ. μέλος στην οικογένεια	-0.303		Κανονική Αρνητική Συσχέτιση
Τουλάχιστον δύο απασχολ. μέλη στην οικογένεια	0.471		Κανονική Θετική Συσχέτιση
Πληθυσμιακή Πυκνότητα	-0.823		Ισχυρή Αρνητική Συσχέτιση
Κάτοχοι διδακτορικού ή μεταπτυχιακού τίτλου ή πτυχιούχοι	0.319		Κανονική Θετική Συσχέτιση
Πτυχιούχοι μεταδευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	0.197		Κανονική Θετική Συσχέτιση
Απόφοιτοι Λυκείου	-0.451		Κανονική Αρνητική Συσχέτιση
Απόφοιτοι Δημοτικού	-0.306		Κανονική Αρνητική Συσχέτιση
Οικογένειες με κανένα αυτοκίνητο		-0.688	Ισχυρή Αρνητική Συσχέτιση
Οικογένειες με ένα αυτοκίνητο		-0.064	Αδύναμη Αρνητική Συσχέτιση
Οικογένειες με δύο ή περισσότερα αυτοκίνητα	0.683		Ισχυρή Θετική Συσχέτιση
Ποσοστό των εργαζομένων του ίδιου δήμου κατοικίας & εργασίας		-0.239	Αδύναμη Αρνητική Συσχέτιση
Αριθμού Οικογενειών		-0.389	Κανονική Αρνητική Συσχέτιση
Αριθμού Παιδιών		-0.348	Κανονική Αρνητική Συσχέτιση

Πίνακας 7: Δείκτες & Βαθμός Συσχέτισης όλων των εξεταζόμενων κοινωνικών δεικτών

Όπως φαίνεται από το παραπάνω πίνακα, η ισχυρότερη συσχέτιση αφορά το ποσοστό θέασης του ουρανού και τη πληθυσμιακή πυκνότητα. Πιο συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό θέασης του ουρανού σε μία περιοχή, τότε τόσο λιγότερο αραιοκατοικημένη θα είναι η περιοχή. Η παραπάνω συσχέτιση ουσιαστικά επιβεβαιώνει το γεγονός ότι όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό θέασης του ουρανού, τόσο πιο αραιά, θα είναι δομημένα τα κτίρια της περιοχής. Μία άλλη συσχέτιση που αξίζει να αναφερθεί, αφορά το πλήθος των αυτοκινήτων μίας μέσης οικογένειας. Αναλυτικότερα, όσο μεγαλύτερο είναι το πλήθος αυτοκινήτων που διαθέτει μία οικογένεια, τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το ποσοστό θέασης του ουρανού. Αυτό συμβαίνει, διότι από τη παραπάνω έρευνα προκύπτει ότι μεγαλύτερο ποσοστό θέασης του ουρανού παρατηρείται σε περιοχές που βρίσκονται μακριά από το κέντρο της Αθήνας και επομένως είναι λογικό να υφίσταται μεγαλύτερη ανάγκη για χρήση αυτοκινήτου στη καθημερινότητα των κατοίκων. Σχετικά μεγάλη συσχέτιση φαίνεται να υφίσταται εν τέλει, ανάμεσα στο ποσοστό του ουρανού και τον αριθμό των μελών μίας οικογένειας καθώς και με το τύπο των οικογενειών. Αντιθέτως, αδύναμη συσχέτιση παρουσιάζεται ανάμεσα στο ποσοστό του ουρανού και του επιπέδου εκπαίδευσης καθώς και του είδους της υπηκοότητας.

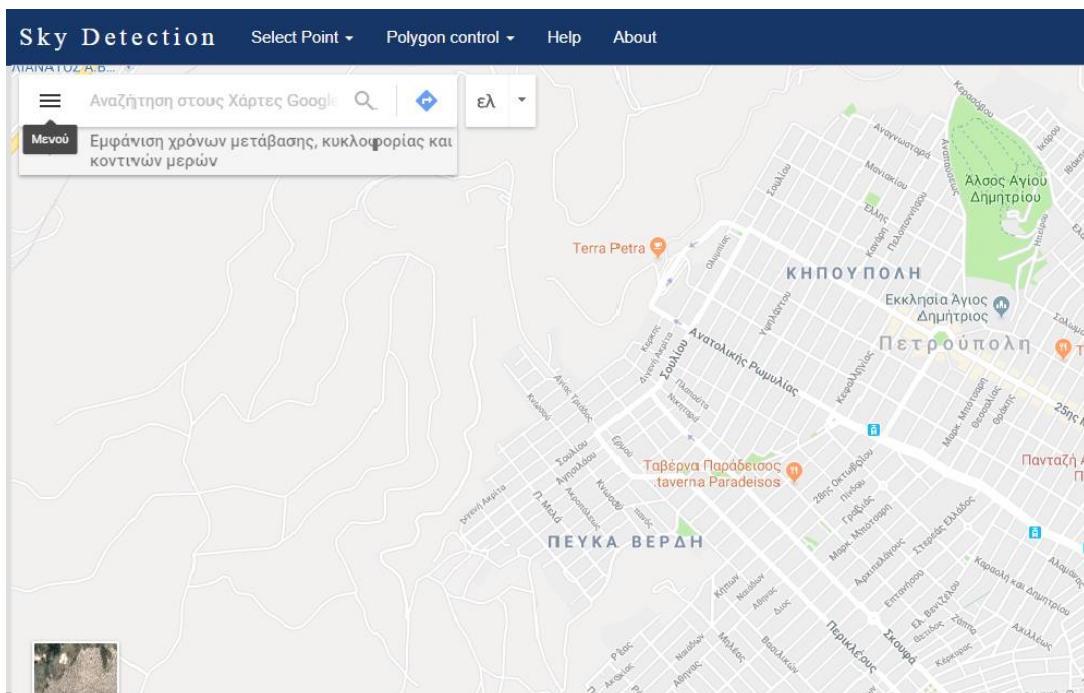
Εν κατακλείδι, με βάση την παραπάνω ανάλυση φαίνεται να υφίσταται συσχέτιση της φωτεινότητας της περιοχής και των κοινωνικών χαρακτηριστικών των κατοίκων της. Ειδικότερα, φαίνεται η φωτεινότητα της περιοχής δεν είναι τυχαία ως προς τον τρόπο επιλογής της κατοικίας και τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού αυτού.

5. ΙΣΤΟΤΟΠΟΣ SKY DETECTION

Στο κεφάλαιο αυτό, αναλύεται ο ιστότοπος που δημιουργήθηκε με σκοπό τη μελλοντική χρήση του. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση του ιστότοπου δεν κατέστη δυνατή, διότι στα μέσα της εκπόνησης της εργασίας, τροποποιήθηκε η πολιτική της εταιρείας Google ως προς τα ελεύθερα δικαιώματα του Google Api. Αναλυτικότερα, όλες οι λειτουργίες του κλειδαρίθμου Google Api ιδιωτικοποιήθηκαν και επομένως η δημιουργία ενός ιστότοπου βασισμένου στην ελεύθερη χρήση των Google Maps, δεν κατέστη δυνατή. Παρόλα αυτά, αναλύονται ο σκοπός και οι λειτουργίες του ιστότοπου για μελλοντική χρήση και περαιτέρω ανάπτυξη του.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο πρώτο κεφάλαιο, ο πρωταρχικός στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η ανάπτυξη ενός ιστότοπου για την εύρεση του ποσοστού του ουρανού σε με εικόνα με διάφορα εργαλεία. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτυχθούν τα εργαλεία του περιβάλλοντος του σε συνδυασμό με τις μελλοντικές ιδέες που θα υλοποιούνταν. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί για ακόμη μία φορά ότι ο λόγος για τον οποίο δεν συνέχισε η υλοποίηση αυτής της ιδέας δεν είναι άλλος από την ιδιωτικοποίηση του Google Map Api. Συγκεκριμένα, στις 16 Ιουλίου 2018 η Google πρόσθεσε ένα ειδικό (μηνιαίο) τιμολόγιο για τους ιστότοπους που θέλουν να συμπεριλάβουν εντός τους τις υπηρεσίες των Google Maps, Google Routes & Google Places. Η παρούσα εργασία βασίστηκε στην ιδέα τόσο των ελευθέρων δεδομένων, όσο και της ελεύθερης παραγόμενης πληροφορίας και αυτό ήταν ο λόγος για τον οποίο η υλοποίηση του ιστότοπου δεν προχώρησε. Ωστόσο, παρακάτω αναλύονται πλήρως οι λειτουργίες του με σκοπό τη μελλοντική χρήση και ολοκλήρωση του.

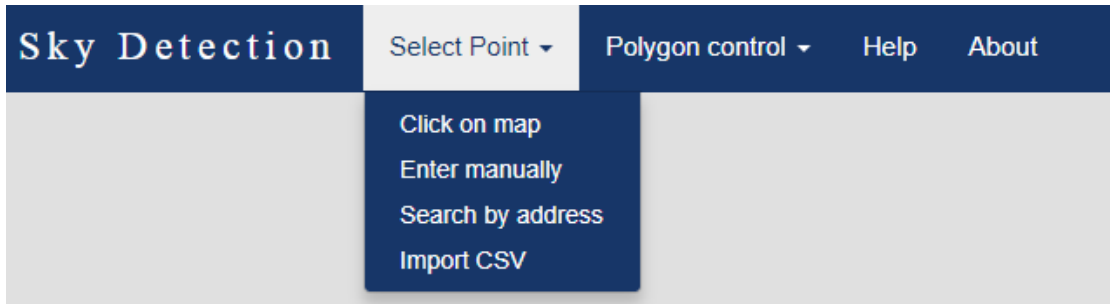
Ειδικότερα, ο ιστότοπος αυτός είχε ως στόχο την ανάπτυξη ενός φιλικού περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ο χρήστης θα είχε τη δυνατότητα όχι μόνο να εισάγει με διάφορους τρόπους τα δεδομένα (για την εύρεση του ποσοστού του ουρανού) αλλά και να οπτικοποιήσει τα αποτελέσματα. Παρακάτω, αποδίδεται η αρχική σελίδα του ιστότοπου με το όνομα 'Sky Detection':



Εικόνα 68: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.1

Όπως παρατηρείται, πρόκειται για μία απλή ιστοσελίδα η οποία ωστόσο εκτελούσε στο παρασκήνιο σύνθετες εντολές. Οι δύο κύριες επιλογές στο κεντρικό μενού αφορούσαν την εισαγωγή δεδομένων είτε με τη μορφή σημείων είτε με τη μορφή πολυγώνου.

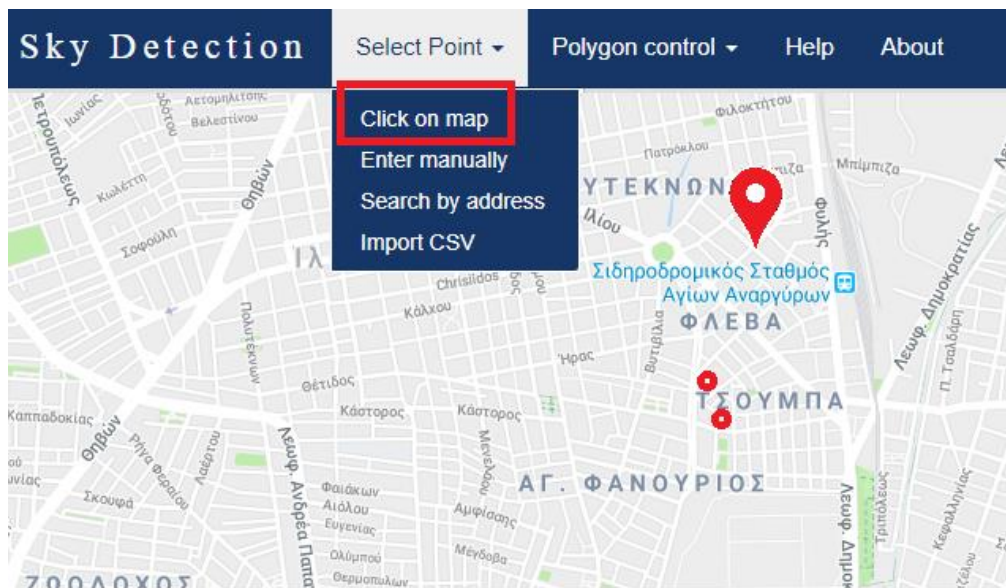
1) Εισαγωγή δεδομένων ως σημείων:



Εικόνα 69: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.2

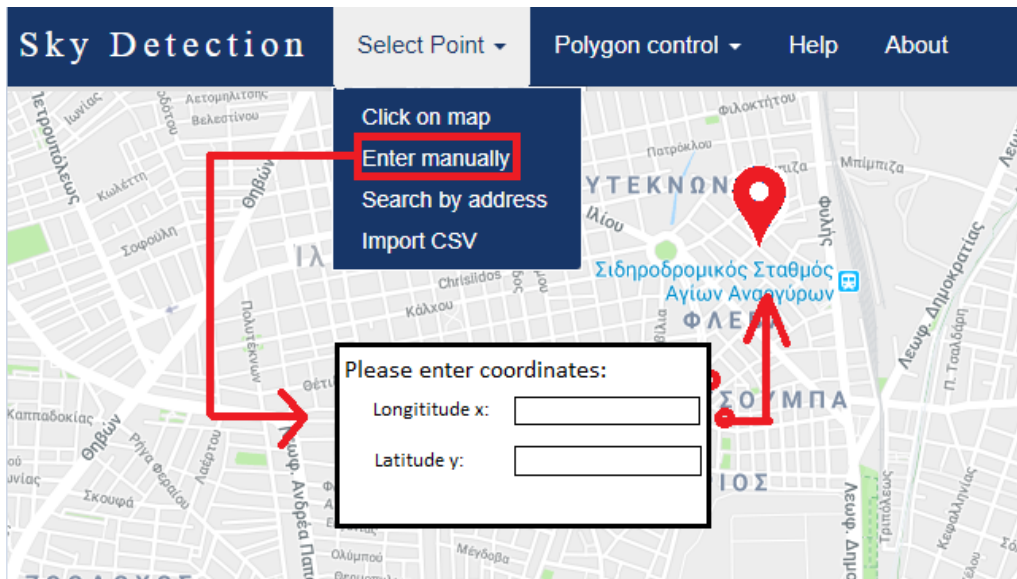
Η εισαγωγή δεδομένων με τη μορφή σημείων αποτελούνταν από τέσσερις διαφορετικούς τρόπους.

- Ο πρώτος τρόπος αφορά την επιλογή του σημείου από το χάρτη (με το πάτημα του αριστερού πλήκτρου)



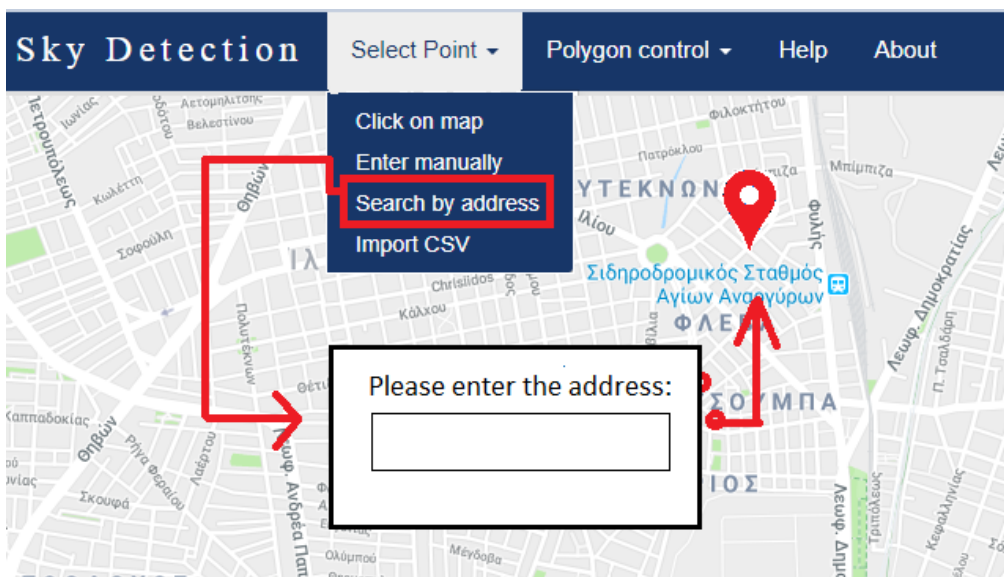
Εικόνα 70: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.3

- Ο δεύτερος τρόπος αφορά την εισαγωγή των γεωγραφικών συντεταγμένων, η οποία παραπέμπει στο αντίστοιχο σημείο στο χάρτη:



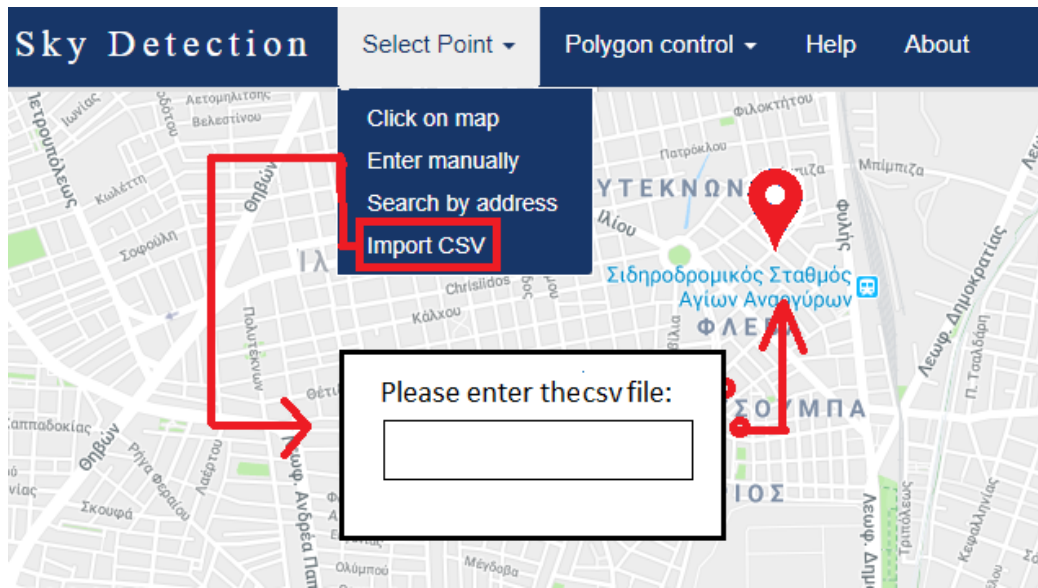
Εικόνα 71: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.4

- Ο τρίτος τρόπος αφορά την αναζήτηση σημείου με βάση τη διεύθυνση, η οποία παραπέμπει στο αντίστοιχο σημείο του χάρτη:



Εικόνα 72: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.5

- Ο τέταρτος και τελευταίος τρόπος αφορά την εισαγωγή ενός ή και μεγάλου πλήθους σημείων με τη μορφή csv file.



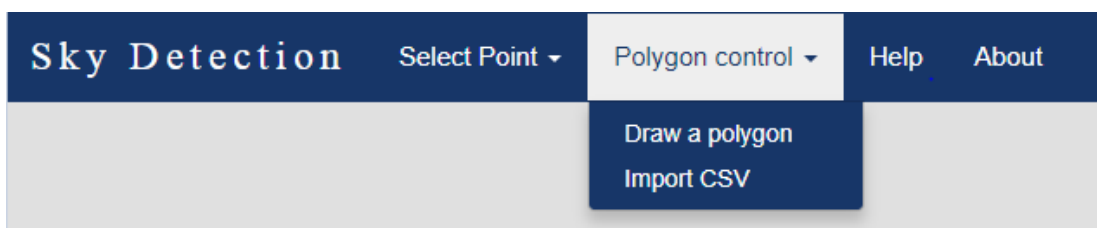
Εικόνα 73: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» Νο.6

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει σημειωθεί ότι η μορφή csv αποτελεί μία πολύ απλή μορφή Excel, η οποία θα πρέπει να ακολουθεί την εξής μορφοποίηση:

Points	x	y
1	23.456789...	32.568344..
2		
3		
...		

Πίνακας 8: Μορφή CSV αρχείου - εισαγωγή στον ιστότοπο

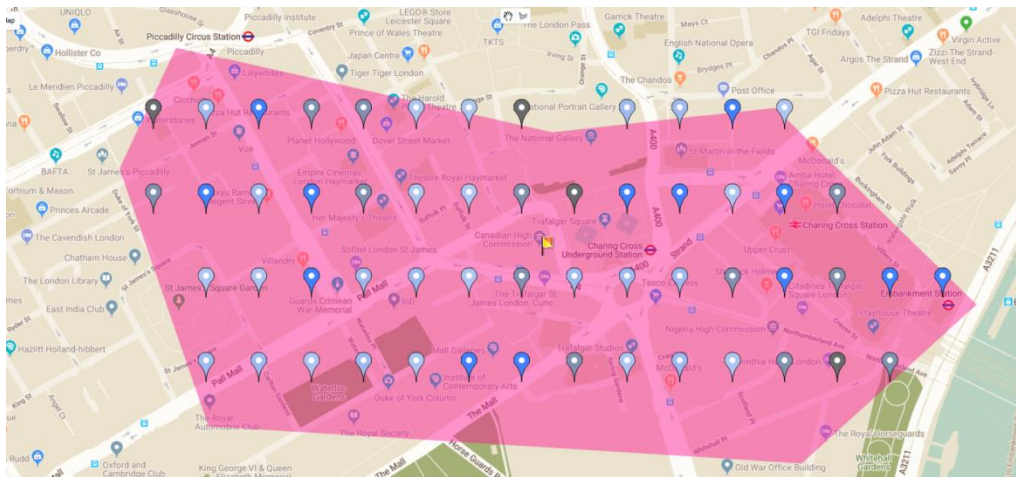
2)Εισαγωγή δεδομένων ως πολύγωνο:



Εικόνα 74: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» Νο.7

Η εισαγωγή δεδομένων με τη μορφή πολυγώνου αποτελούνταν από δύο διαφορετικούς τρόπους:

- Η πρώτη μέθοδος αφορά τη σχεδίαση ενός πολυγώνου από το χάρτη (πατώντας συνεχόμενο το πλήκτρο). Μετά τη σχεδίαση του πολυγώνου, δημιουργείται νοητά ένας κανάβος με συγκεκριμένο αριθμό στηλών και γραμμών με βάση τις διαστάσεις του πολυγώνου. Στη συνέχεια, μετά από τη δημιουργία κανάβου, δημιουργείται ένα πλήθος σημείων. Αυτό το πλήθος σημείων, εξετάζεται ως προς το ποσοστό θέασης του ουρανού και τελικά στην αναπτυσσόμενη μπάρα (στο κάτω τμήμα της ιστοσελίδας), μπορεί να διεξαχθεί το csv αρχείο το οποίο περιέχει όλα τα σημεία, τις συντεταγμένες τους και τα αντίστοιχα ποσοστά τους.



Εικόνα 75: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.8

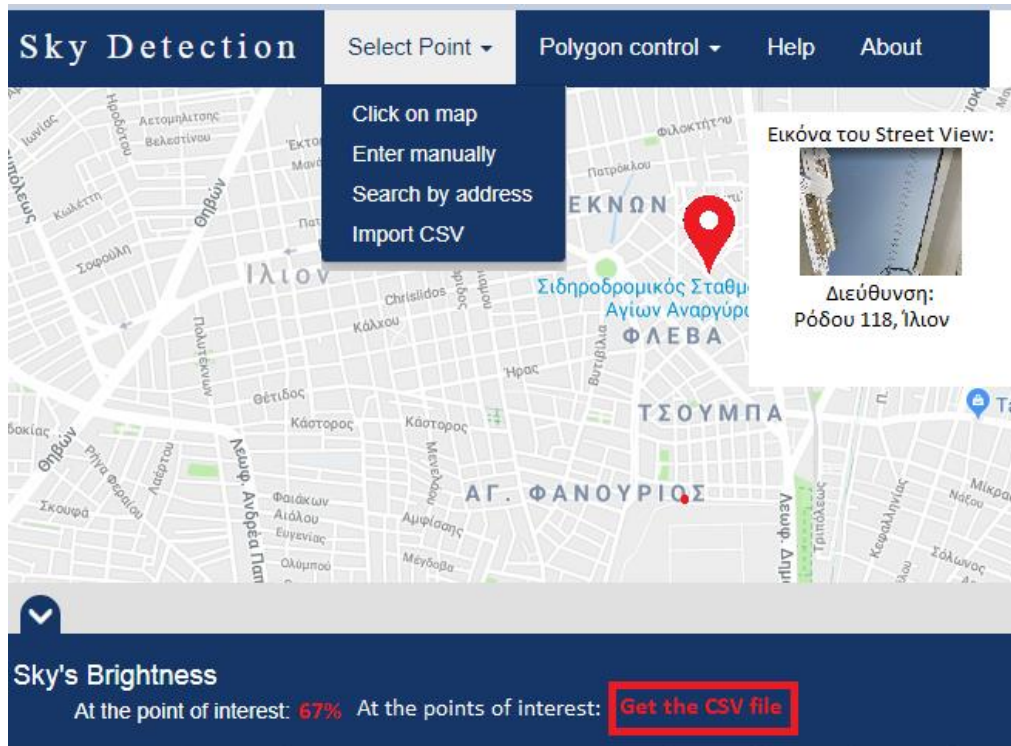
- Η δεύτερη μέθοδος αφορά την εισαγωγή ενός csv αρχείου με τα σημεία όπως συμβαίνει στην εισαγωγή ενός csv αρχείου για τα σημεία. Η μόνη διαφορά που εντοπίζεται είναι στην αναπαράσταση των σημείων. Συγκεκριμένα, στη πρώτη περίπτωση η εισαγωγή του csv αρχείου παρουσιάζονται μεμονωμένα τα σημεία, ενώ στη δεύτερη περίπτωση τα σημεία δημιουργούν μία περιοχή. Επομένως όπως και προηγούμενη εντολή, αυτό το πλήθος σημείων, εξετάζεται ως προς το ποσοστό θέασης του ουρανού και τελικά στην αναπτυσσόμενη μπάρα (στο κάτω τμήμα της ιστοσελίδας), μπορεί να διεξαχθεί το csv αρχείο το οποίο περιέχει όλα τα σημεία, τις συντεταγμένες τους και τα αντίστοιχα ποσοστά τους.



Εικόνα 76: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.9

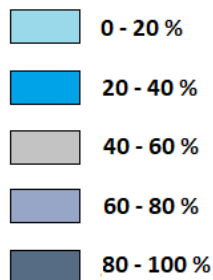
Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να αναφερθούν δύο ζητήματα που αφορούν την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων:

1) Οποιοδήποτε σημείο (ή πλήθος σημείων) και αν υπάρχει μέσα στο χάρτη του ιστότοπου, σέρνοντας το ποντίκι πάνω στο αντίστοιχο marker, εμφανίζεται η αντίστοιχη εικόνα του Street View και η διεύθυνση του σημείου. Ταυτόχρονα, στην αναπτυσσόμενη μπάρα στο κάτω μέρος της ιστοσελίδας εμφανιζόταν το ποσοστό του σημείου για το οποίο δόθηκαν οι συντεταγμένες του. Σε περίπτωση πλήθους σημείων (είτε σχημάτιζαν πολύγωνο είτε εισαγόntonταν ως διακριτά σημεία) με την εισαγωγή ενός csv αρχείου, υπήρχε η δυνατότητα εξαγωγής του ίδιου αρχείου με μόνη διαφορά την ύπαρξη ακόμη μίας στήλης με το ποσοστό του κάθε σημείου. Για τη καλύτερη κατανόηση όλων των παραπάνω εντολών, απεικονίστηκαν ακριβώς στη παρακάτω εικόνα – τμήμα της ιστοσελίδας:

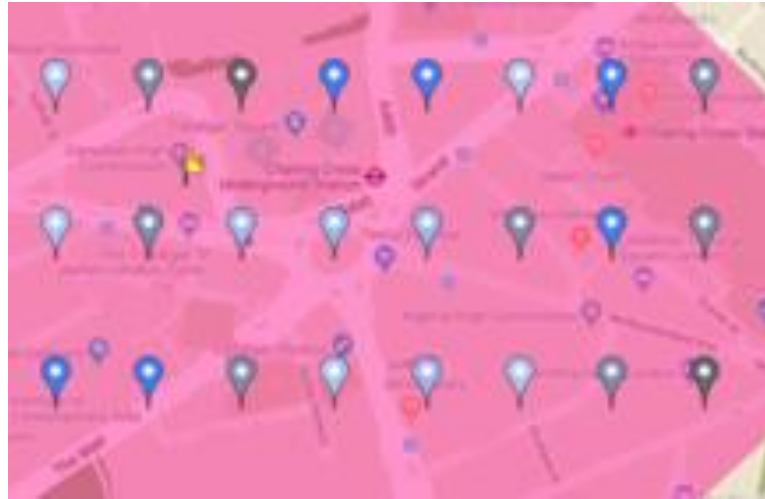


Εικόνα 77: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» Νο.10

2) Στη περίπτωση που υπήρχε πλήθος σημείων και όχι ένα σημείο, τότε τα σημεία παρουσιάζονταν με διαφορετικό χρώμα marker ανάλογα το ποσοστό θέασης του ουρανού. Αναλυτικότερα, είχε δημιουργηθεί 5 διαστήματα από το 0 μέχρι το 100 τα οποία ανάλογα το ποσοστό θέασης έδιναν στον αντίστοιχο marker το εξής χρώμα:



Σχήμα 11: Κλίμακα Χρωμάτων του Marker των σημείων της ιστοσελίδας «Sky Detection»



Εικόνα 78: Τμήμα της ιστοσελίδας «Sky Detection» No.11

Εν κατακλείδι, σκοπός του ιστότοπου ήταν η εισαγωγή είτε σημείων είτε πολύγωνων στον αλγόριθμο, ο υπολογισμός των αντίστοιχων ποσοστών θέασης του ουρανού και τελικά η οπτικοποίηση τους. Με αυτό τον αλγόριθμο, ο οποιοσδήποτε χρήστης διαβάζοντας τις οδηγίες του ιστότοπου, θα μπορούσε να τον χρησιμοποιήσει και να εξαγάγει αποτέλεσμα για το ποσοστό θέασης του ουρανού για οποιαδήποτε σημείο περιοχή επιθυμεί εκείνος. Η απλότητα του site στόχευε σε ευρεία χρήση του και για αυτό το λόγο, δεν θεωρήθηκε απαραίτητο να προστεθούν και άλλες σύνθετες λειτουργίες οι οποίες δεν ήταν εύκολο να χρησιμοποιηθούν από ένα απλό πολίτη. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της χρήσης του ιστότοπου, θα μπορούσε να είναι από ένα μεσιτικό γραφείο το οποίο θα αξιοποιούσε το ποσοστό αυτό για τον υπολογισμό αξίας ακινήτων μίας περιοχής.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί σημαντικό κομμάτι της αξιολόγησης του ποσοστού θέασης του ουρανού σε οποιαδήποτε περιοχή με αστική δόμηση. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, η εύρεση του ποσοστού θέασης του ουρανού ως ένας ανεξάρτητος, αυτόνομος δείκτης, δεν έχει απασχολήσει την επιστημονική κοινότητα σε μεγάλο βαθμό έως σήμερα. Αναλυτικότερα, οποιαδήποτε προσπάθεια του υπολογισμού του δείκτη SVF (Sky View Factor) έχει γίνει μέχρι σήμερα, κατά κύριο λόγο αποσκοπούσε στη μελέτη κάποιου άλλου φαινομένου που αφορά τον αστικό ιστό. Χαρακτηριστικά παραδείγματα, αποτελούν ο βιοκλιματικός σχεδιασμός μίας πόλης και ο αστικός εξαερισμός της. Ωστόσο, η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την αποκλειστική μελέτη του ποσοστού εκείνου, καθώς είτε μόνο του είτε συνδυαστικά με άλλους κοινωνικό-οικονομικούς δείκτες μπορεί να εξαγει πολύ χρήσιμα συμπεράσματα για την εικόνα, τη βιωσιμότητα και τη ποιότητα ζωής μίας σύγχρονης αστικής πόλης. Πιο συγκεκριμένα, στόχος της παρούσας εργασίας αποτέλεσε ο υπολογισμός του ποσοστού θέασης του ουρανού μέσα από ένα τελείως διαφορετικό μαθηματικό και αλγοριθμικό τρόπο (με βάση τα μέχρι σήμερα δεδομένα).

Αναλυτικότερα, σε πρώτο στάδιο διεξάχθηκαν χρήσιμα συμπεράσματα για το ποσοστό θέασης του ουρανού για κάθε ένα από τους 38 Καλλικρατικούς Δήμους της Αττικής. Το ποσοστό αυτό φαίνεται να ακολουθεί πλήρως αντίστροφη εικόνα από το ποσοστό δόμησης της Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, όσο μεγαλώνει το ποσοστό δόμησης μίας περιοχής (όσο περισσότερο πυκνοκατοικημένη είναι μία περιοχή), τόσο μειώνεται το ποσοστό θέασης του ουρανού για τη περιοχή εκείνη. Αυτό το συμπέρασμα είναι απόλυτα λογικό, καθώς μεγαλύτερο ποσοστό δόμησης σημαίνει μεγαλύτερο ύψος κτιρίων (και συνεπώς για τα ελληνικά δεδομένα μικρότερο πλάτος δρόμου) άρα και μικρότερο ποσοστό θέασης του ουρανού. Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, προέκυψε ότι το κέντρο της Αθήνας καθώς και ορισμένοι πυκνοκατοικημένοι δήμοι όπως το Περιστερί, ο Πειραιάς και η Καλλιθέα χαρακτηρίζονται από μικρό ποσοστό θέασης του ουρανού. Αντιθέτως, δήμοι που χαρακτηρίζονται από αραιοκατοικημένη δόμηση και ταυτόχρονα από μεγάλο ποσοστό θέασης του ουρανού είναι το Ελληνικό, η Γλυφάδα και η Κηφισιά.

Επόμενο σημαντικό βήμα της εργασίας αποτέλεσε η εισαγωγή της πληροφορίας του ποσοστού θέασης του ουρανού στο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης. Με βάση δηλαδή, τα μεμονωμένα σημεία του δείγματος, εν τέλει κάθε τμήμα του οδικού δικτύου χαρακτηρίζεται από ένα ποσοστό θέασης του ουρανού. Η πληροφορία εκείνη, μπορεί να αξιοποιηθεί με πολλούς τρόπους καθώς αποδίδει πολύ μεγαλύτερη λεπτομέρεια (από το επίπεδο ενός Δήμου σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου). Πρόκειται για μία σημαντική πληροφορία, η οποία μπορεί παραδείγματος χάρη να αξιοποιηθεί για την αξιολόγηση ενός ακινήτου είτε από μεσιτικά γραφεία είτε ακόμη και από ένα απλό πολίτη. Ταυτόχρονα, δεν θα πρέπει να λησμονείται ότι μέσα από αυτή την έρευνα και το δείκτη Moran, εξάγεται ένα ακόμη χρήσιμο συμπέρασμα. Το συμπέρασμα αυτό αναφέρεται στο γεγονός ότι πλέον μπορούν να εμφανιστούν οι δρόμοι που διαφέρουν στο ποσοστό θέασης του ουρανού σε σχέση με την ευρύτερη περιοχή που τους περιβάλλουν.

Στη συνέχεια, ακολούθησε η σύγκριση των κέντρων 25 διεθνών πόλεων (συν το κέντρο της Αθήνας) ως προς το ποσοστό θέασης του ουρανού. Τα αποτελέσματα από αυτή την έρευνα οδήγησαν σε ένα ιδιαίτερο συμπέρασμα. Αρχικά θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επιλογή των πόλεων δεν ήταν τυχαία καθώς οι πόλεις επιλέχθηκαν με βάση τη ποιότητα ζωής κατά το δείκτη Mercer. Το αναμενόμενο συμπέρασμα, θα ήταν το εξής: Όσο μεγαλύτερη ποιότητα ζωής χαρακτηρίζει μία πόλη, τόσο μεγαλύτερο ποσοστό θέασης ουρανού θα είχε κιόλας η πόλη αυτή καθώς τόσο μεγαλύτερη θα ήταν η απόσταση των κτιρίων μεταξύ τους. Το συμπέρασμα αυτό ωστόσο, απορρίφθηκε πλήρως από τη παρούσα μελέτη καθώς τελικά άλλο ήταν το

κριτήριο που έπαιξε καθοριστικό ρόλο. Πιο συγκεκριμένα, το ποσοστό θέασης του ουρανού δεν σχετίζεται με τη ποιότητα ζωής αλλά πρωτίστως, με τον τρόπο αστικής οργάνωσης του χώρου που χρησιμοποιεί η εκάστοτε πόλη. Αναλυτικότερα, τον τρόπο αστικής οργάνωσης που χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο η κεντρική Ευρώπη στα κέντρα των πόλεων της, αφορά τα εξής χαρακτηριστικά: μικρού πλάτους δρόμους (συνήθως πλακόστρωτους), ενωμένα νεοκλασικά κτήρια και έλλειψη πρασίνου. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα του μοντέλου αυτού, αποτελεί η πόλη της Βιέννης, η οποία λόγω των παραπάνω χαρακτηριστικών, εξήγαγε μικρό ποσοστό θέασης του ουρανού (παρόλο το γεγονός ότι κατατάσσεται στις πρώτες θέσεις της λίστας Mercer). Αντιθέτως, μεγάλα ποσοστά θέασης του ουρανού συγκέντρωσαν πόλεις της Αμερικής και της Αυστραλίας οι οποίες ακολουθούν ένα τελείως διαφορετικό μοντέλο αστικής δόμησης. Το μοντέλο εκείνο, χαρακτηρίζονται από περισσότερη βλάστηση και δρόμους μεγάλου πλάτους οι οποίοι συμβάλουν στη μεγαλύτερη θέαση του ουρανού (καθώς υφίσταται μεγάλη απόσταση των κτιρίων). Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι τελικά το ποσοστό θέασης του ουρανού στο κέντρο της Αθήνας αποτελεί ένα από τα μικρότερα ποσοστά θέασης του ουρανού παγκοσμίως, το οποίο έμμεσα υποδηλώνει για ακόμα μία φορά την πολύ μικρή απόσταση μεταξύ των κτιρίων.

Τελευταίο στάδιο της εργασίας αποτελεί η σύγκριση του ποσοστού θέασης του ουρανού με διάφορους κοινωνικούς δείκτες. Ειδικότερα, μέσα στην εφαρμογή ορισμένων δεικτών στατιστικής ανάλυσης, διεξάχθηκαν συμπεράσματα του κατά πόσο, το ποσοστό θέασης του ουρανού σχετίζεται με διάφορους κοινωνικούς δείκτες και κατ' επέκτασιν, με τα κοινωνικά χαρακτηριστικά ενός πληθυσμού. Ο πρώτος δείκτης με τον οποίο είχε μάλιστα την μεγαλύτερη συσχέτιση δεν είναι άλλος από τη πυκνότητα πληθυσμού. Συγκεκριμένα, το συμπέρασμα που προέκυψε είναι ότι όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα πληθυσμού σε μία περιοχή, τόσο μικρότερο είναι το ποσοστό θέασης του ουρανού στην περιοχή αυτή. Ταυτόχρονα, αξίζει να σημειωθεί ότι όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό ιδιοκατοικουμένων κατοικιών σε μία περιοχή, τόσο μεγαλύτερο είναι και το ποσοστό θέασης του ουρανού, ενώ αντιθέτως όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των ενοικιαζόμενων κατοικιών, τόσο μικρότερο είναι το ποσοστό θέασης. Τέλος, μία άλλη σύγκριση που απέφερε σημαντικά αποτελέσματα, αφορά το ποσοστό θέασης του ουρανού και τον αριθμό των αυτοκινήτων που διαθέτει μία μέση οικογένεια στη περιοχή μελέτης. Αναλυτικότερα, όσο περισσότερα αυτοκίνητα διαθέτει μία οικογένεια, τόσο μεγαλύτερο ποσοστό θέασης του ουρανού θα έχει η αντίστοιχη περιοχή. Όλες οι παραπάνω συσχετίσεις (όπως ολόκληρη η παρούσα μελέτη), ουσιαστικά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το χαμηλότερο ποσοστό θέασης του ουρανού επικεντρώνεται κυρίως στο κέντρο της πόλης όπου οι ανάγκες και τα χαρακτηριστικά των κατοίκων της διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό από τα προάστια της πόλης.

Σε μελλοντικές μελέτες τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας υπολογισμού του ποσοστού θέασης του ουρανού μπορούν να διαφοροποιηθούν με τη συλλογή περισσότερων δεδομένων και πιο συγκεκριμένα, περισσότερων σημείων του δείγματος. Τα περισσότερα σημεία του δείγματος αναμφισβήτητα θα οδηγήσουν σε ακόμη πιο ακριβή αποτελέσματα του ποσοστού θέασης του ουρανού για την εκάστοτε περιοχή μελέτης. Ταυτόχρονα, για τη μελλοντική και πιο ακριβή έρευνα του ποσοστού θέασης του ουρανού για μία περιοχή μελέτης, θα μπορούσε να προστεθεί στο μεθοδολογικό πλαίσιο η δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου του οδικού δικτύου της περιοχής μελέτης με στόχο την ανάδειξη του ποσοστού θέασης του ουρανού ανά τμήμα σε μία ρεαλιστικότερη εκδοχή. Ταυτόχρονα, έχοντας συγκεντρωμένη τη πληροφορία εκείνη στο οδικό δίκτυο, μέσω των εργαλείων Network ανάλυσης θα μπορούσε να δίνεται η αφετηρία και το τέλος και να ζητείται η φωτεινότερη διαδρομή μεταξύ των δύο σημείων.

Πέραν ωστόσο, των επιπρόσθετων μεθοδολογικών διαδικασιών, σαν μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να σημειωθεί και η βελτίωση του ίδιου του αλγόριθμου που χρησιμοποιήθηκε για τη παρούσα μελέτη. Πιο συγκεκριμένα, μία σημαντική βελτίωση που επιδέχεται αφορά τον εντοπισμό της βλάστησης με τη χρήση της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης. Αξιοποιώντας δηλαδή, τη πληροφορία της ανάκλασης του πρασίνου στο υπέρυθρο κανάλι, του σχήματος και της υψής του πρασίνου, θα ήταν δυνατό ο αλγόριθμος να αποδίδει πέραν του ποσοστό θέασης του ουρανού και ένα ποσοστό του πρασίνου επί της εικόνας.

Τέλος, σαν μελλοντική έρευνα στη διαδικασία εύρεσης του ποσοστού θέασης του ουρανού θα μπορούσε να προστεθεί και η χρήση και βελτιστοποίηση του ιστότοπου που δημιουργήθηκε στις αρχές της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ο ιστότοπος εκείνος, παρόλο που δεν είχε τη δυνατότητα να συνεχιστεί λόγω της αλλαγής της πολιτικής της Google, θα μπορούσε να αποτελέσει ένα χρήσιμο ελεύθερο εργαλείο για τον υπολογισμό του ποσοστού θέασης του ουρανού από οποιοδήποτε πολίτη.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία:

Ανδρέου Ε. (2011), Η Διερεύνηση των παραγόντων που διαμορφώνουν το μικρόκλιμα στα αστικά φαράγγια. Το παράδειγμα των παραδοσιακών και νεόδμητων οικισμών της Τήνου. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Αργυράκη Μ. (2008), Βιοκλιματικός σχεδιασμός, ηλιακά παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας στον κτηριακό τομέα, Αθήνα

Βαρθολομαίος Α. (2018), Εφαρμογές των τεχνικών παρατήρησης γης στον ανθεκτικό κλιματικά σχεδιασμό των πόλεων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Γιαννάκου Α. & Λατινόπουλος Δ. (2016), Βιοκλιματικός Σχεδιασμός κεντρικών περιοχών της πόλης: Η περίπτωση της περιοχής Αλλατίνη – Ντέπω της Θεσσαλονίκης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Γιαννούτσου Ε. & Γαλάνης Κ. (2012), Εφαρμογή του μοντέλου Rayman για τον υπολογισμό Βιοκλιματικών Συνθηκών στο ΤΕΙ Πειραιά, ΤΕΙ Πειραιά

Δερζέκος Π. & Αργιαλάς Δ. (2002), Διερεύνηση της Χρήσης Αντικειμενοστραφούς Ανάλυσης Δεδομένων Ikonos για τη Μελέτη του Αστικού Πράσινου. Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Δημοπούλου Δ. (2015), Αυτόματη εκτίμηση του ποσοστού πρασίνου ανά οικοδομικό τετράγωνο σε γεωχωρικά δεδομένα Google Earth, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ζαφειρόπουλος, Κ. (2005), Πως γίνεται μια επιστημονική εργασία; : Επιστημονική έρευνα και συγγραφή εργασιών, Αθήνα

Ζιώβα Ε. (2013). (ΑΝ) ΕΦΙΚΤΟ, Βιοκλιματικό σχεδιασμός κτιρίων σε πυκνό αστικό ιστό. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Καρτσακλή, Ε. (2011). Βιοκλιματικός σχεδιασμό υπαίθριων αστικών χώρων, προσομοίωση βιοκλιματικών συνθηκών με τη χρήση του προγράμματος EnviMet στην κεντρική πλατεία Νέας Σμύρνης. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Κουτσόπουλος Κ. , (2002), Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και ανάλυση του χώρου, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα

Κουτσόπουλος Κ. & Αργιαλάς Δ. & Κασσιός Κ. (2005), Ποσοτικοποίηση Ποιοτικών Χαρακτηριστικών Τοπίου με Αντικειμενοστραφή Ανάλυση Ψηφιακών Φωτογραφιών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μαργαρίτης Ε. (2007), Μεθοδολογικό Πλαίσιο χωρικής ανάλυσης ατμοσφαιρικής ρύπανσης αστικών περιοχών με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών: Χωροστάθμιση Σταθμών Μέτρησης στη πόλη του Βόλου, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μαραγκουδάκης Α. , Ανίχνευση και Εξαγωγή των Αδιαπέραστων Επιφανειών με Ανάπτυξη Βάσης Γνώσης σε Περιβάλλον Αντικειμενοστραφούς Ανάλυσης Ψηφιακών Τηλεπισκοπικών Δεδομένων, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μωραΐτη Κ. (2014), Η χρήση δεικτών ως εργαλείο μέτρησης της βιωσιμότητας των πόλεων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Φώτης, Γ.Ν (2009), Ποσοτική χωρική ανάλυση, Εκδόσεις Γκοβόστη, Αθήνα

Φώτης, Γ.Ν (2010), Γεωγραφική Συστήματα Πληροφοριών, Εκδόσεις Γκοβόστη, Αθήνα

Φώτης, Γ.Ν Κ. Κουτσόπουλος (2012), Διδακτικές Σημειώσεις Μαθήματος Γεωγραφίας & Ανάλυσης Χώρου, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Χαραλαμπόπουλος Ν. (2009), Ανάπτυξη μεθοδολογίας και εφαρμογές για την αξιολόγηση των βιοκλιματικών συνθηκών υπαίθριων χώρων με διαφορετική διαμόρφωση, Αθήνα

Διεθνής Βιβλιογραφία:

Bailey, G.T. (1990), Review of Statistical Spatial Analysis in Geographical Information Systems, Spatial Analysis and GIS. Hong Kong

Brown Michael J., Grimmond Sue, Ratti Carlo, (2001), Comparison of Methodologies for Computing Sky View Factor in Urban Environments, Indiana University

Chatzidimitriou, A., Liveris, P., Bruse, M., Topli, L. (2013), Urban Redevelopment and Microclimate Improvement: A Design Project in Thessaloniki. Greece 49th Conference, Sustainable Architecture for a Renewable Future, Munich, Germany

Chester L, Arnold Jr, James Gibbons (2007), Impervious Surface Coverage: The Emergence of a Key Environmental Indicator, Journal of the American Planning Association

Gulyas A. , Unger J., Matzarakis A. (2006), Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban Environment Modelling and measurements

Haining, R. (1990), Designing spatial data analysis Modules for Geographical Information Systems, Spatial Analysis and GIS. Hong Kong

Hammerle M., Gal T., Unger J., Matzarakis A. (2011), Comparison of models calculating the sky view factor used for urban climate investigations, Albert-Ludwigs-University of Freiburg

Herrmann J., Matzarakis A. (2012), Mean radiant temperature in idealized urban canyons-examples from Freiburg, Albert-Ludwigs-University of Freiburg

Hwang R., Lin T., Matzarakis A. (2011), Seasonal effects of urban street shading on long-term outdoor thermal comfort, Albert-Ludwigs-University of Freiburg

Irfanullah, Kamal Haider, Qasim Sattar, Sadaqat-ur-Rehman1 Amjad Ali (2013), An Efficient Approach for Sky Detection, IJCSI International Journal of Computer Science Issues

John Hasse and Vanessa Dornisch (2009), Integrating impervious surface management and smart growth development in new jersey, Middle States Geographer

Marie K. Svensson (2004), Sky view factor analysis – implications for urban air temperature differences, Goteborg University

Matzarakis A., Matuschek O. (2011), Sky view factor as a parameter in applied climatology-rapid estimation by the SkyHelios model, Stuttgart

Matzarakis A., Rutz F., Mayer H. (2007), Modelling radiation fluxes in simple and complex environments-application of the RayMan model

Matzarakis A., Rutz F., Mayer H. (2010), Modelling radiation fluxes in simple and complex environments : basics of the RayMan model

Myers, D. E. (1994), Spatial interpolation: an overview. Geoderma

R. Zhang, M.Chen (2011), Extraction of Streets from Google earth Imagery-Faculty of Engineering and Sustainable Development University of Gävle

Runming, Y. (2013), Design and management of sustainable built environments. London: Springer

Yehu Shen¹, and Qicong Wang (2013), Sky Region Detection in a Single Image for Autonomous Ground Robot Navigation, International Journal of Advanced Robotic Systems

Van Kuilenburg, J., de Gruijter, J. J., Marsman, B., και Bouma, J. (1982), Accuracy of spatial interpolation between point data on moisture supply capacity, compared with estimates from mapping units, Geoderma

Weber, D., and Englund, E. (1992), Evaluation and comparison of spatial interpolators, Mathematical Geology

Διαδίκτυακοί Ιστότοποι:

<https://www.codecademy.com/>

<https://developers.google.com/maps/documentation/>

<http://doc.arcgis.com/en/>

<https://gadm.org/>

<http://geodata.gov.gr/>

<http://gisnews.gr/>

<https://gisgeography.com/inverse-distance-weighting-idw-interpolation/>

http://www.gisresources.com/types-interpolation-methods_3/

<https://www.google.com/maps>

<https://javascript.info/>

<https://jsfiddle.net/>

<http://resources.esri.com/help/>

<http://www.spatialanalysisonline.com/>

<https://stackoverflow.com/>

<http://www.statistics.gr/>

<https://www.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>

<https://www.wikipedia.org/>

<https://www.w3schools.com/>

<http://www.workwithcolor.com/>

<https://wp-events-plugin.com/>

<https://www.quora.com/What-is-the-minimum-distance-between-two-buildings-required-in-American-code>

[https://www.researchgate.net/publication/321517861 Safe distance between adjacent buildings to avoid pounding in earthquakes](https://www.researchgate.net/publication/321517861_Safe_distance_between_adjacent_buildings_to_avoid_pounding_in_earthquakes)

https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5032/1/02_chapter_3.pdf

{Με οδηγό τον Ουρανό}