

Εκτίμηση δείκτη ποιότητας ζωής αστικού χώρου με την εφαρμογή μεθόδων τηλεπισκόπησης και πολυκριτηριακής ανάλυσης

Περίληψη

Η εκτίμηση της ποιότητας ζωής είναι ένα θέμα που απασχολεί σε μεγάλο βαθμό τις σύγχρονες πόλεις των αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών κερδίζοντας ενδιαφέρον σε ποικίλες επιστήμες και αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση της πολιτικής και της δομής των αστικών χώρων. Από τη δεκαετία του 1980, με την εκπόνηση νέων μορφών περιβαλλοντικών κανόνων και κανονισμών, εισήχθησαν εναλλακτικές στρατηγικές και τακτικές, οι οποίες είχαν ως στόχο την ενσωμάτωση του περιβάλλοντος στον σχεδιασμό και κατά συνέπεια την αύξηση της ποιότητας ζωής στις πόλεις. Πολλές μελέτες χρησιμοποιούν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) σε συνδυασμό με την Τηλεπισκόπηση για να παρατηρήσουν και να αναλύσουν τις αστικές συνθήκες και να διασαφηνίσουν τις καταλληλότερες στρατηγικές βελτίωσης της καθημερινής ζωής και της συνολικής ποιότητας ζωής των κατοίκων στις πόλεις. Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την εκτίμηση της ποιότητας ζωής για την πόλη της Μυτιλήνης, συνδυάζοντας μεθόδους σύγχρονης Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης και τεχνικές Γεωπληροφορικής. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε η μέθοδος της Αντικειμενοστρεφούς Ταξινόμησης (OBIA) σε δεδομένα υψηλής χωρικής ανάλυσης (δορυφορική εικόνα QuickBird χρονολογίας 2006) και επιλέχθηκαν κριτήρια, όπως η πυκνότητα των κτιρίων, των οδών, του αστικού πρασίνου, καθώς και η απόσταση από τη θάλασσα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την προσέγγιση της εκτίμησης της ποιότητας ζωής με τη βοήθεια της μεθόδου της Διαδικασίας της Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytic Hierarchy Process - AHP). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κυρίως το νότιο τμήμα της Μυτιλήνης παρουσιάζει τις πιο αυξημένες τιμές ποιότητας ζωής, πράγμα που επιβεβαιώνεται και από τις αντίστοιχες αντικειμενικές αξίες γης. Συνεπώς, συμπεραίνεται ότι η συγκεκριμένη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε θα μπορούσε να συντελέσει σε μία πρώτη εκτίμηση της ποιότητας ζωής για τις σύγχρονες πόλεις.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Τηλεπισκόπηση, ταξινόμηση, ποιότητα ζωής, OBIA, QuickBird

Εισαγωγή

Η εκτίμηση της ποιότητας ζωής είναι ένα θέμα που απασχολεί σε μεγάλο βαθμό τις σύγχρονες πόλεις των αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών κερδίζοντας ενδιαφέρον σε ποικίλες επιστήμες, όπως στο σχεδιασμό, στη γεωγραφία, στην κοινωνιολογία, στην οικονομία, στη ψυχολογία, στην πολιτική επιστήμη, στη συμπεριφορική ιατρική, στη διοίκηση (Andrew 1999, Foo, 2001, Li & Weng, 2007) και φαίνεται να γίνεται ένα σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση πολιτικής και την αξιολόγηση της δομής των αστικών χώρων. Το πολυδιάστατο πρόβλημα της βελτίωσης της ποιότητας ζωής εξαρτάται από τους βασικούς παράγοντες της ανθρώπινης ευημερίας, όπως η υγεία, οι υποδομές και τα ανθρώπινα αγαθά

και σχετίζονται με τις αρχές της ζωής και της ανθρώπινης ευημερίας, όπως η ασφάλεια και η ελευθερία επιλογής (Feneri, Vagiona and Karanikolas, 2013).

Από τη δεκαετία του 1980, με την εκπόνηση νέων μορφών περιβαλλοντικών κανόνων και κανονισμών, εισήχθησαν εναλλακτικές στρατηγικές και τακτικές, οι οποίες είχαν ως στόχο την ενσωμάτωση του περιβάλλοντος στο σχεδιασμό και κατά συνέπεια την αύξηση της ποιότητας ζωής στις πόλεις (Floyd & Johnson, 2002). Αν και η εκτίμηση της ποιότητας ζωής είναι μία αρκετά υποκειμενική έννοια και είναι δύσκολο να μετρηθεί, πολλοί μελετητές έχουν προσπαθήσει να προσεγγίσουν τον υπολογισμό της. Ο Farid το 2017, προσπάθησε να εκτιμήσει την ποιότητα ζωής στην πόλη Assuit στην Αίγυπτο, χρησιμοποιώντας μία μεγάλη ποικιλία δεικτών που είναι σε θέση να εκτιμήσουν την ποιότητα ζωής και οι οποίοι απαρτίζονται από υποκειμενικά και αντικειμενικά κριτήρια. Σύμφωνα με τους Li & Weng (2007), έχουν εκτιμηθεί δύο κατηγορίες δεικτών για την προσέγγιση της ποιότητας ζωής: οι κοινωνικοί και οι προσωπικοί (Friedman, 1997). Πολλές μελέτες αξιολόγησης της ποιότητας ζωής έχουν χρησιμοποιήσει κοινωνικοοικονομικά δεδομένα απογραφής σε συνδυασμό με περιβαλλοντικές μεταβλητές που προέρχονται από αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες (Li & Weng 2006). Για παράδειγμα, ο Green (1957) χρησιμοποίησε μία αεροφωτογραφία για να εξαγάγει φυσικές μεταβλητές για μία περιοχή, συμπεριλαμβανομένων της πυκνότητας των κτιρίων και των χρήσεων γης, τις οποίες τις συνδύασε με κοινωνικοοικονομικά δεδομένα που πηγάζουν από τομείς όπως η εκπαίδευση, η εγκληματικότητα και η αξία της γης.

Πολλές μελέτες χρησιμοποιούν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) σε συνδυασμό με την Τηλεπισκόπηση για να παρατηρήσουν και να αναλύσουν τις αστικές συνθήκες και να διασαφηνίσουν τις καταλληλότερες στρατηγικές βελτίωσης της καθημερινής ζωής και της συνολικής ποιότητας ζωής των κατοίκων στις πόλεις (Porter & Tarrant 2001, Harner et al., 2002, Mennis 2002, Jensen, 2016). Η εφαρμογή δεδομένων τηλεπισκόπησης, καθώς και η ενσωμάτωσή τους στον τομέα των GIS, παρέχει στον σχεδιασμό έγκαιρες πληροφορίες και αντιμετώπιση των προβλημάτων στις πόλεις (Rahman *et al.*, 2011). Επίσης, σύμφωνα με τη μελέτη των Rahman et al. (2011), αυτές οι πληροφορίες που αποκτώνται μέσω αυτών των τεχνολογιών, όχι μόνο βοηθάνε στον σωστό σχεδιασμό και τη διαμόρφωση πολιτικών, αλλά παρέχουν και μία αξιολογή βάση δεδομένων για παρακολούθηση και μελλοντικό προγραμματισμό των εξελίξεων στις πόλεις.

Οι πρόοδοι τέτοιων τεχνολογιών καθιστούν δυνατή τη διεξαγωγή έρευνας εκτίμησης της ποιότητας ζωής βασισμένη σε δεδομένα και μεθόδους τηλεπισκόπησης, ενσωματώνοντας και δεδομένα απογραφής (Li and Weng, 2007). Για παράδειγμα, οι Weber και Hirsch (1992) ανέπτυξαν αστικούς δείκτες ποιότητας ζωής, συνδυάζοντας τηλεπισκοπικά δεδομένα από τον δορυφόρο SPOT με στοιχεία απογραφής για το Στρασβούργο της Γαλλίας. Ακόμη, οι Lo & Faber (1997), χρησιμοποιώντας πολλές GIS μεθόδους, δημιούργησαν έναν χάρτη εκτίμησης της ποιότητας ζωής για την περιοχή Athens Clark, στη Τζώρτζια των ΗΠΑ, συνδυάζοντας περιβαλλοντικούς παράγοντες προερχόμενοι από δορυφορικές εικόνες του Landsat Thematic Mapper (TM) (δεδομένα χρήσεων/καλύψεων της γης, θερμοκρασίας της επιφάνειας και δείκτη βλάστησης), με δεδομένα όπως η πυκνότητα, το κατά κεφαλήν εισόδημα, αξίες γης.

Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι τα δεδομένα τηλεπισκόπησης καταγράφουν αποτελεσματικά τις φυσικές ιδιότητες του περιβάλλοντος, παρέχουν μεγάλες ποσότητες έγκαιρων και ακριβών χωρικών πληροφοριών και χρησιμοποιούνται ευρέως στη χαρτογράφηση και την παρακολούθηση των αλλαγών στην κάλυψη και τη χρήση της γης (Welch 1982, Forster 1985, Pathan et al. 1993, Weng 2002, Li & Weng 2007). Επιπλέον, με τη γρήγορη ανάπτυξη των

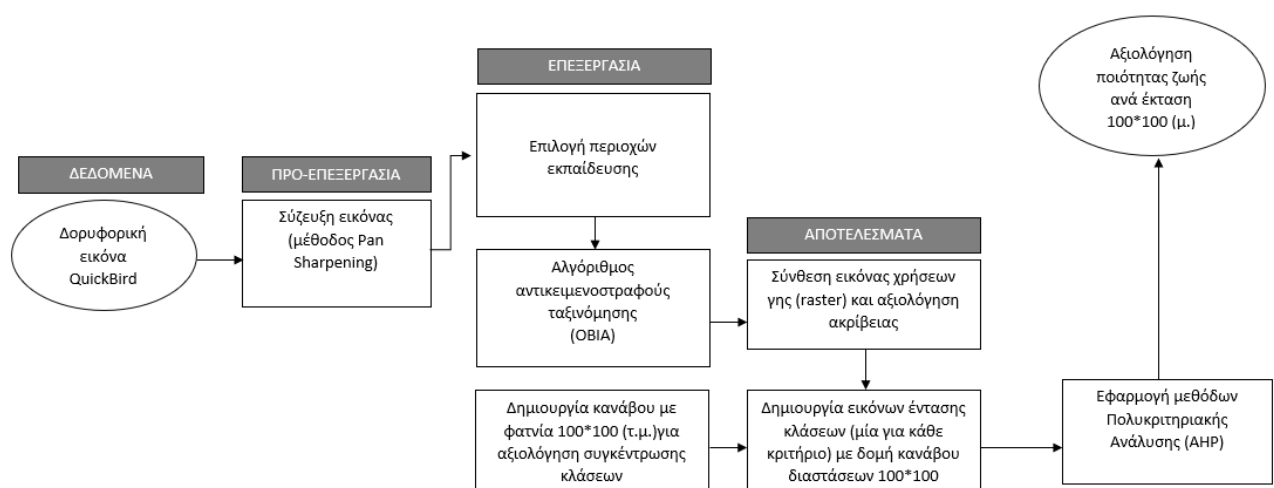
τηλεπισκοπικών αισθητήρων και με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών (π.χ. σύζευξη εικόνων), μπορεί να βελτιστοποιηθεί η χωρική ανάλυση των τηλεπισκοπικών δεδομένων και να αυξηθεί η χωρική ανάλυση (Meng *et al.*, 2019).

Δεδομένου ότι η εκτίμηση της ποιότητας ζωής στις πόλεις είναι πολυδιάστατο φαινόμενο, ο Massam (1999) για να ταξινομήσει την εκτίμηση αυτή χρησιμοποίησε τεχνικές πολυκριτηριακής ανάλυσης. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποίησε ένα υποθετικό σύνολο δεδομένων που περιλάμβανε 11 κριτήρια και 9 δείκτες. Ακόμη, σύμφωνα με τον Massam (1999), οι τεχνικές της πολυκριτηριακής ανάλυσης απαιτούν ρητά δεδομένα αναφορικά με τη σχετική σημασία των δεικτών, οι οποίοι εκφράζονται ως ένα σύνολο βαρών ή μια σύγκριση ανά ζεύγος.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η εκτίμηση της ποιότητας ζωής για την πόλη της Μυτιλήνης. Αυτό θα επιτευχθεί με χρήση τηλεπισκοπικών και GIS μεθόδων σε δορυφορική εικόνα υψηλής χωρικής ανάλυσης από τον δέκτη QuickBird, για το έτος 2006. Στόχος είναι να δημιουργηθεί ένας χάρτης εκτίμησης ποιότητας ζωής για τις οικιστικές περιοχές-γειτονιές της πόλης της Μυτιλήνης, ο οποίος θα μπορούσε να συντελέσει στη διαμόρφωση της ζήτησης για κατοικία και συνεπώς και των αξιών γης στην πόλη της Μυτιλήνης. Η τελική εκτίμηση και αξιολόγηση της ποιότητας αυτής γίνεται με τη βοήθεια της πολυκριτηριακής ανάλυσης και συγκεκριμένα με τη μέθοδο Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytic Hierarchy Process - AHP), χρησιμοποιώντας 4 κριτήρια, ενώ η εκτίμηση πραγματοποιείται σε δειγματικό χώρο έκταση 100x100μ.

Δεδομένα και μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασίστηκε στην προεπεξεργασία της δορυφορικής εικόνας QuickBird, χωρικής ανάλυσης 0,6μ. (στο παγχρωματικό) και στη συνέχεια στην εφαρμογή αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης και μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης με χρήση διαφόρων λογισμικών που θα παρουσιαστούν παρακάτω. Η Εικόνα 1, παρουσιάζει επιγραμματικά τη μεθοδολογία της παρούσας εργασίας.



Εικόνα 1: Διάγραμμα μεθοδολογίας για την εκτίμησης της ποιότητας ζωής

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε ο αστικός ιστός του Μυτιλήνης. Η πόλη της Μυτιλήνης αποτελεί πρωτεύουσα της περιφέρειας Βορειοανατολικού Αιγαίου και πρόκειται για παραλιακή πόλη. Διαθέτει μέτρια δομημένο αστικό ιστό, ο οποίος είναι πυκνότερος στα βόρεια και βορειοδυτικά, ενώ το νοτιοανατολικό του κομμάτι είναι πιο αραιοδομημένο. Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ από την απογραφή του 2011, ο πληθυσμός της πόλης της Μυτιλήνης ανέρχεται σε 27.247 κατοίκους. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι η δορυφορική εικόνα QuickBird με τέσσερα κανάλια στο ορατό φάσμα, ένα κανάλι στο κοντινό υπέρυθρο και ένα κανάλι στο παγχρωματικό. Ημερομηνία λήψης των δεδομένων είναι η 16-09-2006 και η ώρα 9:24 UTC, ενώ η χωρική διακριτική ικανότητα της δορυφορικής εικόνας είναι 2,64μ. στο πολυφασματικό και 0,66μ. στο πανχρωματικό. Στην Εικόνα 2, παρουσιάζεται η δορυφορική εικόνα QuickBird μαζί με το εγκεκριμένο όριο της πόλης της Μυτιλήνης, το οποίο αποτέλεσε και τα όρια της περιοχής μελέτης της παρούσας εργασίας, καθώς και τον κানাβο διαστάσεων 100x100μ για τον οποίο εκτιμήθηκε η ποιότητα ζωής.



Εικόνα 2: Δορυφορική εικόνα QUICKBIRD και κানাβος υποπεριοχών 100*100μ

Στο στάδιο της προεπεξεργασίας πραγματοποιήθηκε αρχικά η αλλαγή του προβολικού συστήματος της εικόνας από σύστημα προβολής WGS '84 (UTM Zone 35) στο ελληνικό ΕΓΣΑ '87. Έπειτα έγινε μία προσπάθεια βελτίωσης της χωρικής ανάλυσης της δορυφορικής εικόνας, εφαρμόζοντας τη μέθοδο της σύζευξης εικόνας μεταξύ του παγχρωματικού καναλιού και των πολυφασματικών, ώστε στο τέλος να παραχθεί μία εικόνα 4 καναλιών (B,G,R,NIR) με τη χωρική διακριτική ικανότητα του παγχρωματικού καναλιού (pansharpening) (Meng et al., 2019).

Για την εξαγωγή των τύπων εδαφοκάλυψης πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της αντικειμενοστραφούς ανάλυσης (Object Based Analysis - OBIA). Η μέθοδος OBIA διαχωρίζει την εικόνα σε ομάδες εικονοστοιχείων με παρόμοιες ιδιότητες, οι οποίες τείνουν να απεικονίζουν αντικείμενα, ή τμήματα αντικειμένων, της δορυφορικής εικόνας (π.χ. δομή στέγης, κομμάτι οδού, αυτοκίνητα, τμήματα δέντρων, κ.λπ.). Αρχικά, πραγματοποιήθηκε πολυφασματική κατάτμηση (αλγόριθμος *multi-resolution segmentation*) στην οποία επιλέχθηκαν μετά από δοκιμές οι παράμετροι κλίμακα (scale), σχήμα (shape) και συνοχή (compactness). Η παράμετρος shape αντιπροσωπεύει το μέγεθος των διακριτών τμημάτων που θα προκύψουν, ενώ η παράμετρος compactness, το πόσο συνεκτικά μεταξύ τους θα είναι τα τμήματα. Επίσης, στο περιβάλλον εκτέλεσης του αλγόριθμου δόθηκε μεγαλύτερη βαρύτητα στο κοντινό υπέρυθρο (NIR). Ο λόγος που δόθηκε βαρύτητα στο NIR είναι διότι αυτός ο συνδυασμός των καναλιών τείνει να διαχωρίζει καλύτερα τα διαφορετικά αντικείμενα των δορυφορικών εικόνων.

Μετά την κατάτμηση, επιλέχθηκαν οι κλάσεις οι οποίες θα συνθέσουν το αποτέλεσμα της ταξινόμησης και θα δώσουν το τελικό αποτέλεσμα των χρήσεων γης. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν 6 κλάσεις: *Κτίρια (Buildings)* σε 2 κατηγορίες-υποκλάσεις (*Κεραμοσκεπή-Tile roof* και *Πλακοσκεπή-Concrete roof*), *Οδικό δίκτυο (Roads)*, *Αστικό πράσινο (Urban green)*, *Θάλασσα (Sea)* και *Άλλες αστικές περιοχές (Other urban areas)*. Η κλάση *Θάλασσα* επιλέχθηκε ουσιαστικά για να διαχωριστεί από τον αστικό ιστό, ενώ η κλάση *Άλλες αστικές περιοχές* απαρτίζεται, κυρίως, από χώρους όπως λιμάνια, χώροι στάθμευσης, πάρκα χωρίς βλάστηση, κλπ. Στη συνέχεια, καθορίστηκαν τα στατιστικά στοιχεία τα οποία, επίσης, εισήχθησαν στον αλγόριθμο για να βοηθήσουν στην έκβαση του, κατά το δυνατόν, καλύτερου αποτελέσματος ταξινόμησης. Αφού υπολογίστηκε και ο δείκτης πρασίνου NDVI, επιλέχθηκαν και εισήχθησαν στον αλγόριθμο οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις τους κάθε καναλιού, καθώς και το NDVI.

Επόμενο βήμα ήταν η αξιολόγηση της ταξινόμησης η οποία βασίσθηκε στη δημιουργία τυχαίων σημείων πάνω στην ταξινομημένη επιφάνεια και στην εξαγωγή του πραγματικού τύπου εδαφοκάλυψης σύμφωνα με τη φωτοερμηνεία της εικόνας αλλά και τη γνώση των συγγραφέων για την περιοχή μελέτης. Με βάση τα σημεία αυτά δημιουργήθηκε ο πίνακας συσχέτισης, καθώς υπολογίστηκαν τα σφάλμα χρήστη ταξινομητή και το ολικό σφάλμα. Τέλος, υπολογίστηκε ο συντελεστής kappa, όπου και εξετάστηκαν τα λάθη παρερμηνείας (level of commission), που αφορούν την ταξινόμηση σημείων σε λάθος κατηγορίες και τα λάθη παράβλεψης (level of omission), δηλαδή την έλλειψη του ικανοποιητικού αριθμού σημείων σε μία κλάση (Boschetti et. al, 2004). Ο συντελεστής Cohen's Kappa, αποτελεί ένα ισχυρό στατιστικό στοιχείο το οποίο ελέγχει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων μιας ταξινόμησης και κυμαίνεται από 0 έως 1, όπου το μηδέν αντιπροσωπεύει το ποσό συμφωνίας που μπορεί να αναμένεται από τυχαία πιθανότητα και το 1 την τέλεια συμφωνία μεταξύ των συγκρινόμενων μονάδων (McHugh, 2012).

Για την πολυκριτηριακή ανάλυση μελετήθηκαν 4 βασικά κριτήρια, τα οποία επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τη διαμόρφωση της ποιότητας ζωής στις πόλεις. Τα κριτήρια που αναφέρονται σε πυκνότητα, μετρήθηκαν τα αντίστοιχα τάξης pixel του ταξινομημένου χάρτη που δημιουργήθηκε παραπάνω για κάθε δειγματικό χώρο 100x100μ. Αυτά είναι:

1. Πυκνότητα δόμησης κτιρίων: Η πυκνότητα δόμησης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της ποιότητας ζωής, καθώς είναι ένας δείκτης που δείχνει το πώς συγκεντρώνεται ο πληθυσμός στις πόλεις. Να σημειωθεί ότι δεν έχει μελετηθεί ο τρόπος συγκέντρωσης των κτιρίων ανά έκταση, το οποίο θα έδινε μία καθολική προσέγγιση στον υπολογισμό του κριτηρίου. Το υπό εκτίμηση κριτήριο αξιολογήθηκε

σε 4 κατηγορίες: *Low Build density (0-10%)*, *Moderate Build density (10-25%)*, *High Build density (25-40%)* και *Very Build density (40-60%)*, όπου όσο πιο πυκνοκατοικημένη η περιοχή τόσο μικρότερη η ποιότητα ζωής.

2. Πυκνότητα οδικού δικτύου: Σύμφωνα με την ίδια διαδικασία, κατανεμήθηκε, ομοίως, σε 4 κατηγορίες: *Low Road density (0-25%)*, *Moderate Road density (25-50%)*, *High Road density (50-75%)* και *Very High Road density (75-100%)*. Στη παρούσα εργασία η αυξημένη πυκνότητα του οδικού δικτύου αξιολογείται αρνητικά, για το λόγο ότι προκαλεί μεγάλη ρύπανση, τόσο ηχητική, όσο και ατμοσφαιρική και γενικά υποβαθμίζει σημαντικά το περιβάλλον.
3. Πυκνότητα αστικού πρασίνου και βλάστησης: Το αστικό πράσινο και γενικά η ύπαρξη βλάστησης στις πόλεις, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην αύξηση της ποιότητας ζωής των κατοίκων. Δεδομένου αυτού, ως κριτήριο για την εκτίμηση της ποιότητας ζωής ήταν απαραίτητη η διερεύνηση της πυκνότητας του αστικού πρασίνου για κάθε υπο-περιοχή της πόλης της Μυτιλήνης. Όπως και στα προηγούμενα κριτήρια, η ανάλυση κατανεμήθηκε σε 4 κατηγορίες: *Low Green density (0-25%)*, *Moderate Green density (25-50%)*, *High Green density (50-75%)* και *Very High Green density (75-100%)*, με τη διαφορά, ότι στο παρόν κριτήριο η υψηλή πυκνότητα πρασίνου αξιολογείται θετικά για την ποιότητα ζωής.
4. Μέση απόσταση από τη θάλασσα: Λόγω του ότι η πόλη της Μυτιλήνης είναι παραλιακή, η απόσταση από τη θάλασσα και γενικότερα από το παραλιακό μέτωπο είναι σημαντική, διότι παίζει ρόλο τόσο στην ποιότητα ζωής, όσο και στη διαμόρφωση των αξιών γης. Για το παρόν κριτήριο και σε κάθε υπό-περιοχή υπολογίστηκε η μέση απόσταση από τη θάλασσα και τα αποτελέσματα χωρίστηκαν σε 6 κλάσεις από τα 0 έως το 1250 μέτρα (σε ευκλείδεια απόσταση). Γενικά, έγινε η παραδοχή ότι όσο πιο κοντά είναι μία περιοχή στη θάλασσα, τόσο αυξάνει το επίπεδο ποιότητας ζωής.

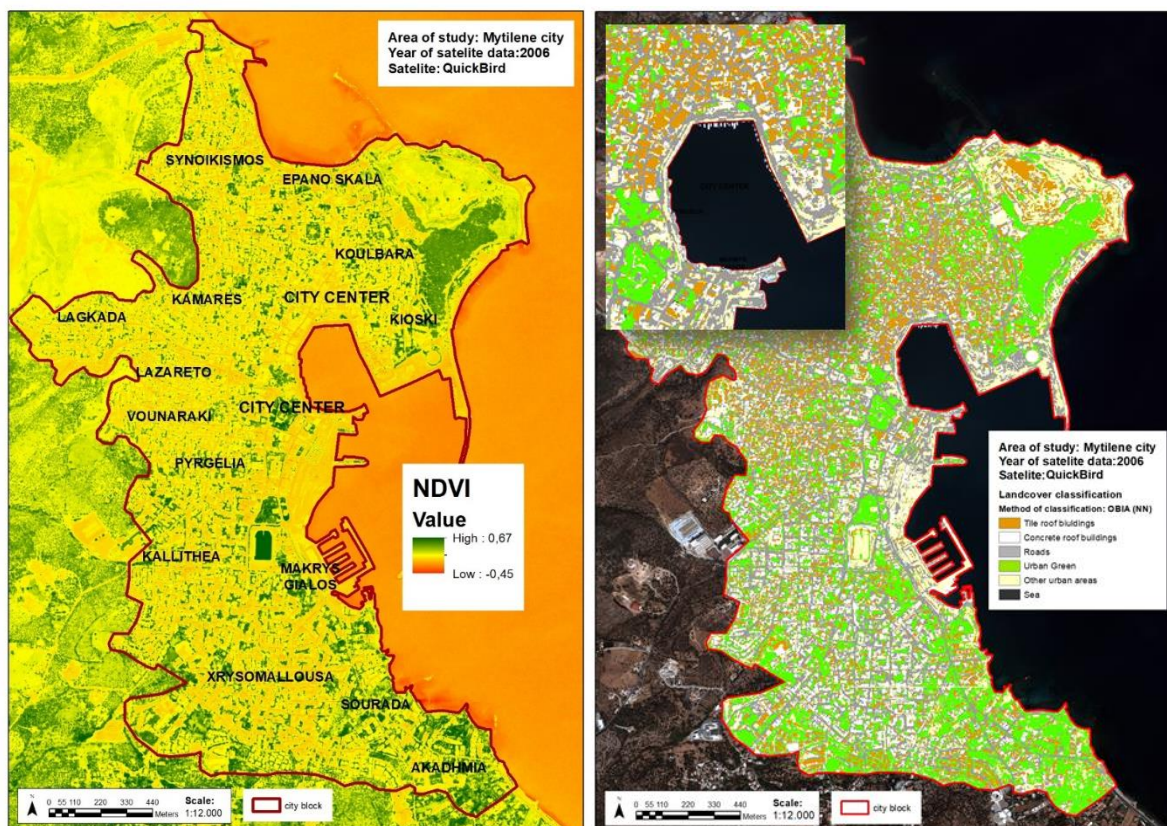
Για την εκτίμηση της ποιότητας συνδυάστηκαν τα παραπάνω κριτήρια και αποδόθηκαν σε αυτά βάρη, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ο τελικός χάρτης εκτίμησης της ποιότητας ζωής. Για να επιτευχθεί το παραπάνω, εφαρμόστηκε η Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytic Hierarchy Process-AHP). Η μέθοδος AHP είναι μία πολυκριτηριακή μέθοδος λήψης αποφάσεων, η οποία αναπτύχθηκε αρχικά από τον Thomas L. Saaty (1980) και περιλαμβάνει συγκρίσεις στόχων και εναλλακτικών επιλογών με φυσικό τρόπο και ανά ζεύγη, μετατρέποντας τις μεμονωμένες προτιμήσεις σε βάρη κλίμακας αναλογίας και στη συνέχεια σε γραμμικά βάρη για τις αντίστοιχες εναλλακτικές λύσεις. Τα βάρη που προκύπτουν χρησιμοποιούνται για να ταξινομηθούν οι εναλλακτικές λύσεις, έτσι ώστε να ενισχυθεί η διαδικασία λήψης αποφάσεων. Στην πραγματικότητα ο πίνακας συγκρίσεων δεν είναι τέλεια συναφής και για τον έλεγχο αξιοπιστίας του πίνακα προτείνεται από το Saaty (1980) η χρήση του δείκτη συνάφειας CI και του λόγου συνάφειας CR. Όταν ο λόγος συνέπειας είναι αρκετά μικρός, τότε ο πίνακας συγκρίσεων θεωρείται συνεπής και ως κριτήριο χρησιμοποιείται η τιμή 0,1. Σε περίπτωση που $CR > 0,1$ τότε προτείνεται η επαναξιολόγηση των βαθμών σημαντικότητας που έχουν επιλεγεί στον πίνακα συγκρίσεων.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Για την κατάτμηση της εικόνας, μετά από δοκιμές, επιλέχθηκαν οι παράμετροι κλίμακα (scale), σχήμα (shape) και συνοχή (compactness) με τιμές 25, 0,4 και 0,5, αντίστοιχα. Αποτέλεσμα της κατάτμησης είναι η δημιουργία ομογενών πολυγώνων τα οποία

αντιπροσωπεύουν τα διακριτά αντικείμενα της δορυφορικής εικόνας. Στην Εικόνα 3, παρουσιάζονται ο δείκτης βλάστησης NDVI, καθώς και τα αποτελέσματα της κατάτμησης και της ταξινόμησης. Σημειώνεται ότι το αποτέλεσμα της ταξινόμησης περιορίστηκε σύμφωνα με το όριο πόλης της Μυτιλήνης, με σκοπό, να μελετηθεί μόνο το πολεοδομικό συγκρότημα και να αποφευχθούν σφάλματα ακρίβειας, δεδομένου ότι τα δείγματα εκπαίδευσης πάρθηκαν εντός του ορίου πόλεως.

Ο έλεγχος ακριβείας βασίσθηκε σε 204 τυχαία σημεία εντός της περιοχής μελέτης. Αφού αναγνωρίστηκαν οι πραγματικές τάξεις, δημιουργήθηκε ο πίνακας συσχέτισης (Πίνακας 1). Παρατηρείται ότι αν και το δείγμα των σημείων ήταν τυχαίο επιλέχθηκαν αρκετά παραπάνω σημεία στη κλάση *Θάλασσα* σε σχέση με τις υπόλοιπες κλάσεις, δεδομένου ότι δεν έγινε κάποια ιεράρχηση ως προς της κλάσεις. Το γεγονός αυτό σίγουρα επηρεάζει αρνητικά την ακρίβεια της ταξινόμησης, η οποία για το σύνολο των σημείων είναι 82,84%. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε ο συντελεστής *kappa*, έτσι ώστε να μπορέσουν να γίνουν διακριτά το μέγεθος και το είδος των σφαλμάτων ανά κλάση. Σύμφωνα με τους Pontius & Millones, 2011, ο δείκτης *kappa* αποτελεί ένα ισχυρό μέτρο της συμφωνίας μεταξύ διακριτών στοιχείων γιατί λαμβάνει υπόψιν την περίπτωση να συμβεί μία συμφωνία τυχαία. Βάσει του πίνακα που ακολουθεί, διαπιστώνεται ότι η κλάση που έχει ταξινομηθεί με την μικρότερη ακρίβεια είναι η κλάση *Υπόλοιπες αστικές περιοχές*, οι οποίες κατά την εκπαίδευση του αλγόριθμου εισήχθησαν πολλά διαφορετικά είδη δειγμάτων, ενώ ικανοποιητικές ταξινομήσεις έχουν οι κλάσεις *Αστικό Πράσινο* και *Κεραμοσκεπή Κτίρια*. Όπως παρατηρείται ο συντελεστής *kappa* που προκύπτει ανήκει στο διάστημα 0.61-0.80, δηλαδή πρόκειται για μία καλή ταξινόμηση (συντελεστής *kappa*=0.78).



Εικόνα 3: Δείκτης NDVI (αριστερά) και τύποι εδαφοκάλυψης (δεξιά) για την περιοχή μελέτης

Πίνακας 1: Πίνακας συσχέτισης (Confusion matrix)

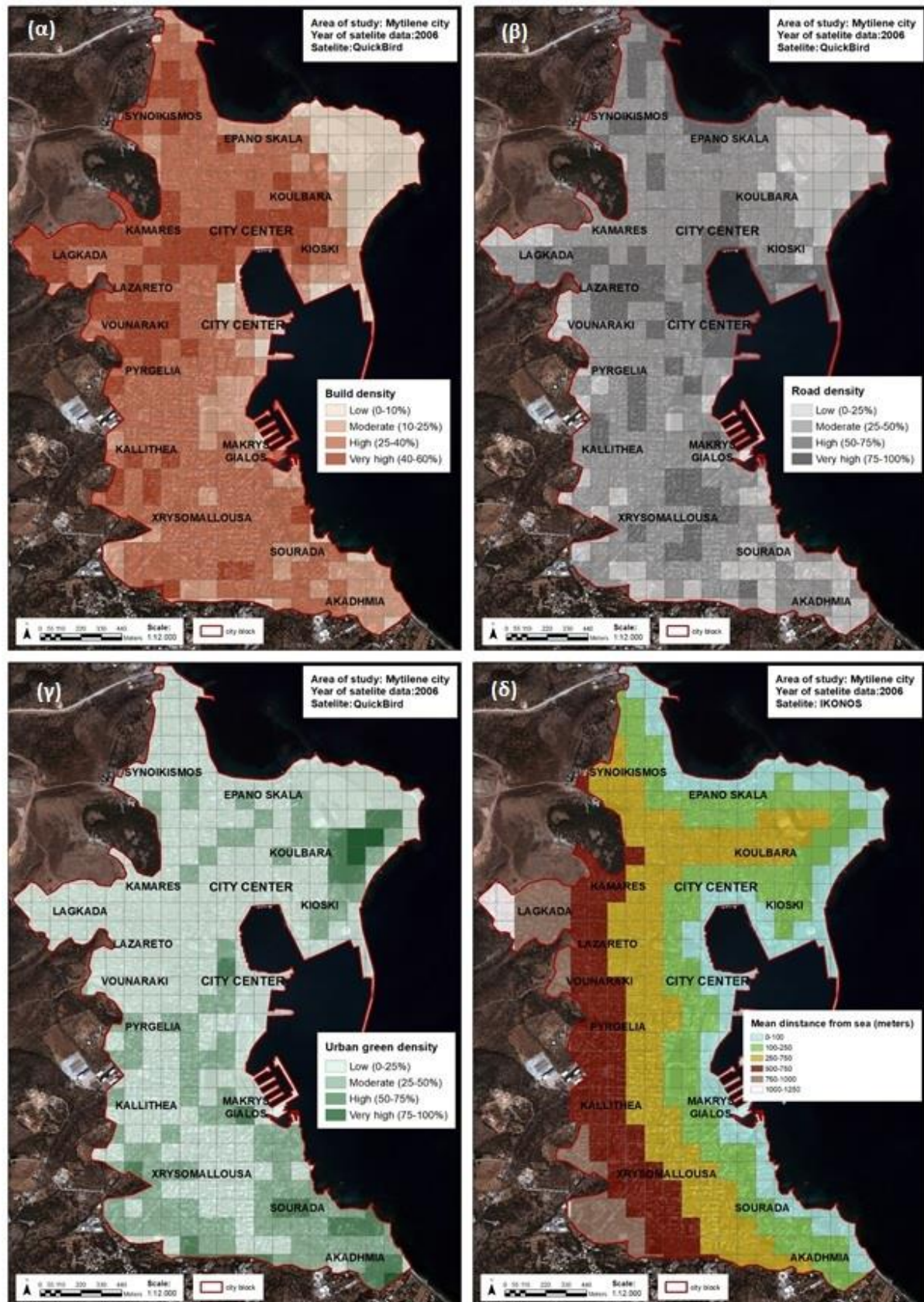
Δεδομένα ταξινόμησης	Δεδομένα Εκπαίδευσης							
		Πλακοσπεπή κτίρια	Υπόλοιπες αστικές περιοχές	Οδικό δίκτυο	Θάλασσα	Κεραμοσκεπή Κτίρια	Αστικό πράσινο	Σύνολο
	Πλακοσπεπή κτίρια	15	5	2	0	0	1	23
	Υπόλοιπες αστικές περιοχές	5	8	1	0	5	0	19
	Οδικό δίκτυο	2	6	16	0	0	0	24
	Θάλασσα	0	0	0	79	0	0	79
	Κεραμοσκεπή Κτίρια	1	0	1	0	30	0	32
	Αστικό πράσινο	0	3	2	0	1	21	27
	Σύνολο	23	22	22	79	36	22	204
	Ακρίβεια συστήματος (Producer's accuracy)	0,65	0,36	0,7	1	0,83	0,95	
Overall accuracy: 0,82843137 Kappa: 0,777944								

Έπειτα ακολούθησε η υπολογισμός των κριτηρίων σύμφωνα με την ταξινομημένη εικόνα. Η Εικόνα 4α που ακολουθεί, παρουσιάζει την πυκνότητα δόμησης των κτιρίων στην πόλη της Μυτιλήνης για το έτος 2006, χωρισμένη σε 4 κλάσεις. Όπως παρατηρείται και από τον παραπάνω χάρτη, η μεγαλύτερη πυκνότητα δόμησης κτιρίων της τάξης του 40-60% (Very High Build Density) συγκεντρώνεται στις περιοχές «Κέντρο», «Καμάρες», «Λαγκάδα» και «Βουναράκι», ενώ η πλειοψηφία των υποπεριοχών, που βρίσκονται περιμετρικά των περιοχών του, ανήκουν στην κατηγορία High Density (25-40%). Γενικά, παρατηρείται ότι το νότιο κομμάτι της Μυτιλήνης είναι πιο αραιοδομημένο σε σχέση με το βόρειο, πράγμα το οποίο εξηγείται κυρίως από τους ισχύοντες πολεοδομικούς όρους των περιοχών (αυξημένοι συντελεστές κάλυψης), αλλά και ότι το βόρειο τμήμα αποτελεί τον αρχικό πυρήνα της πόλης. Αντίθετα, στο νότιο συγκεντρώνονται πιο νεόδμητες, σχετικά, περιοχές. Επίσης, υψηλές πυκνότητες δόμησης της τάξης του 25-40% εντοπίζονται και στις περιοχές της «Χρυσομαλούσας» και της «Καλλιθέας». Όσον αφορά τις αραιοδομημένες υπο-περιοχές, αυτές εντοπίστηκαν κυρίως στο νοτιοανατολικό κομμάτι της πόλης και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές «Μακρύ Γιαλός», «Σουράδα» και «Ακαδημία».

Σχετικά με την πυκνότητα του οδικού δικτύου (Εικόνα 4β), η μεγαλύτερη πυκνότητα οδικού δικτύου εντοπίζεται στο κέντρο της πόλης και στις περιοχές «Λαγκάδα», «Λαζαρέτο», και «Συνοικισμό», αλλά και στο νότιο τμήμα της πόλης και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της «Χρυσομαλούσας». Και σε αυτό το κριτήριο, όπως είδαμε και προηγουμένως, παρατηρείται ότι στο νότιο τμήμα της πόλης, φαίνεται να αραιώνει και η πυκνότητα του οδικού δικτύου, με τον ρυθμό που αραιώνει και η πυκνότητα της δόμησης. Σε γενικές γραμμές, πάντως και κατά μέσο όρο, η πόλη της Μυτιλήνης φαίνεται να έχει μέτρια πυκνότητα οδικού δικτύου, δηλαδή της τάξης 25-50% ανά 10Ha έκτασής της.

Στην Εικόνα 4γ, παρουσιάζεται η κατάσταση του πρασίνου. Μελετώντας τον ανωτέρω χάρτη διαπιστώνεται ότι το βόρειο τμήμα και κυρίως οι περιοχές του κέντρου, της «Καμάρας», της «Λαγκάδας» και το «Βουναράκι» συγκεντρώνουν μικρή πυκνότητα αστικού πρασίνου (της τάξης του 0-25%), σε σχέση με το νότιο τμήμα, όπου εμφανίζονται οι υψηλότερες τιμές. Πιο συγκεκριμένα, οι περιοχές «Μακρύς Γιαλός», «Σουράδα» και «Ακαδημία» συγκεντρώνουν τις

υψηλότερες τιμές όλης της περιοχής μελέτης, ενώ σύμφωνα με τον παρόν δείκτη, σε όλο το εύρος της πόλης, μπορούν να διακριθούν περιοχές όπως, άλση και πάρκα.



Εικόνα 4: Χάρτης πυκνότητας δόμησης κτιρίων, Μυτιλήνη, Έτος:2006

Τέλος, στην Εικόνα 4δ παρουσιάζεται η μέση απόσταση από την θάλασσα (σε μέτρα) για κάθε υπο-περιοχή 100*100 του κανάβου, για την πόλη της Μυτιλήνης, το 2006, χωρισμένη σε 6 κλάσεις. Μελετώντας το παραπάνω κριτήριο παρατηρείται ότι οι υπό-περιοχές με τη μεγαλύτερη απόσταση από τη θάλασσα βρίσκονται στις συνοικίες «Λαγκάδα», «Καμάρες», «Βουναράκι», «Πυργιέλια» και «Καλλιθέα», όπου γενικά συγκεντρώνουν και αρνητικά χαρακτηριστικά ως προς τα προηγούμενα κριτήρια.

Για την εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης συγκρίθηκαν τα κριτήρια ανά ζεύγη, με όλους τους πιθανούς συνδυασμούς και εν τέλει αποδόθηκαν στα κριτήρια βάρη σε μορφή ποσοστών. Με τον τρόπο αυτό τα κριτήρια κατηγοριοποιήθηκαν ως προς τη συμβολή τους στη αύξηση της ποιότητας ζωής, από το λιγότερο σημαντικό έως το σημαντικότερο. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια online λογισμικού¹. Ο Πίνακας 3, παρουσιάζει τις συγκρίσεις ανά ζεύγη σε μορφή κλίμακας από το 1 έως το 9, για τα 4 κριτήρια.

Πίνακας 3: Ιεράρχηση κριτηρίων σε μορφή κλίμακας

A - Importance - or B?			Equal	How much more?								
1	☐ Build density	or ☒ Green space	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☒ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	
2	☒ Build density	or ☐ Roads accommodation	☐ 1	☐ 2	☒ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	
3	☒ Build density	or ☐ Distance from sea	☐ 1	☒ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	
4	☒ Green space	or ☐ Roads accommodation	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☒ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	
5	☒ Green space	or ☐ Distance from sea	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☒ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	
6	☒ Roads accommodation	or ☐ Distance from sea	☐ 1	☒ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	
CR = 9.6% OK												

(Πηγή: https://bpmmsg.com/academic/ahp_calc.php)

Στον παραπάνω πίνακα αναλύθηκε ο βαθμός σημαντικότητας κάθε κριτηρίου, έναντι των υπολοίπων. Το κριτήριο πυκνότητας πρασίνου θεωρήθηκε το πιο σημαντικό ως προς όλα τα κριτήρια και βαθμολογήθηκε αναλόγως. Λιγότερη σημαντικότητα αποδόθηκε στο κριτήριο απόστασης από τη θάλασσα, χωρίς όμως να έχει αποδοθεί πολύ μεγαλύτερη βαθμολογία στα άλλα κριτήρια. Όπως παρατηρείται ο λόγος συνάφειας CR είναι 0,096, δηλαδή μέσα στα αποδεκτά όρια. Λαμβάνοντας υπόψη τα υπολογιζόμενα βάρη η εκτίμηση της ποιότητα ζωής για την πόλη της Μυτιλήνης προκύπτει από τη σχέση:

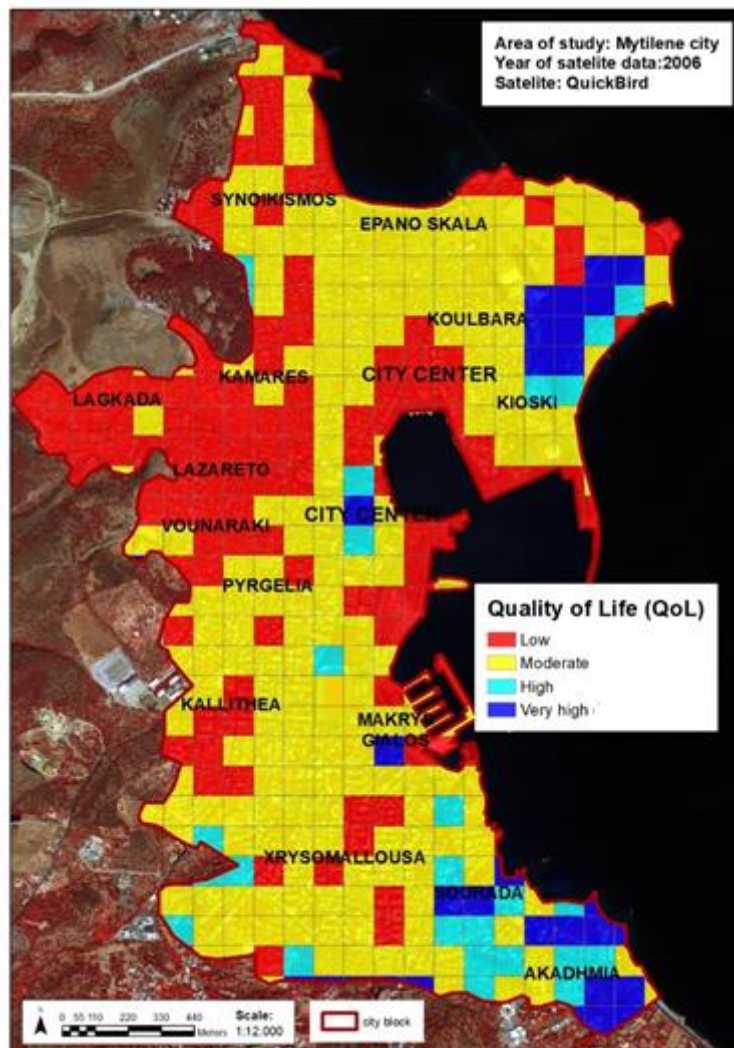
$$QoI = 0.607 * Green Space + 0.1903 * Build Density + 0.108 * Road Density - 0.0903 * Distance from Sea$$

Να σημειωθεί ότι επιλέχθηκε αρνητικό πρόσημο στο κριτήριο απόσταση από τη θάλασσα δεδομένου ότι αυξάνει τον δείκτη ποιότητας ζωής οι μικρές τιμές του συγκεκριμένου κριτηρίου, ενώ τα κριτήρια *Build Density* και *Road Density* αξιολογήθηκαν βάσει το βαθμό που επηρεάζουν την ποιότητα ζωής από το 0 έως το 100 (όλες οι παράμετροι της παραπάνω εξίσωσης ανοίχθηκαν στη μονάδα).

Η Εικόνα 5, παρουσιάζει την τελική οπτικοποίηση του δείκτη ποιότητας ζωής (QoI) για την πόλη της Μυτιλήνης και για το έτος 2006, σύμφωνα με την οποία παρατηρείται ότι το

¹ <https://bpmmsg.com/academic/>

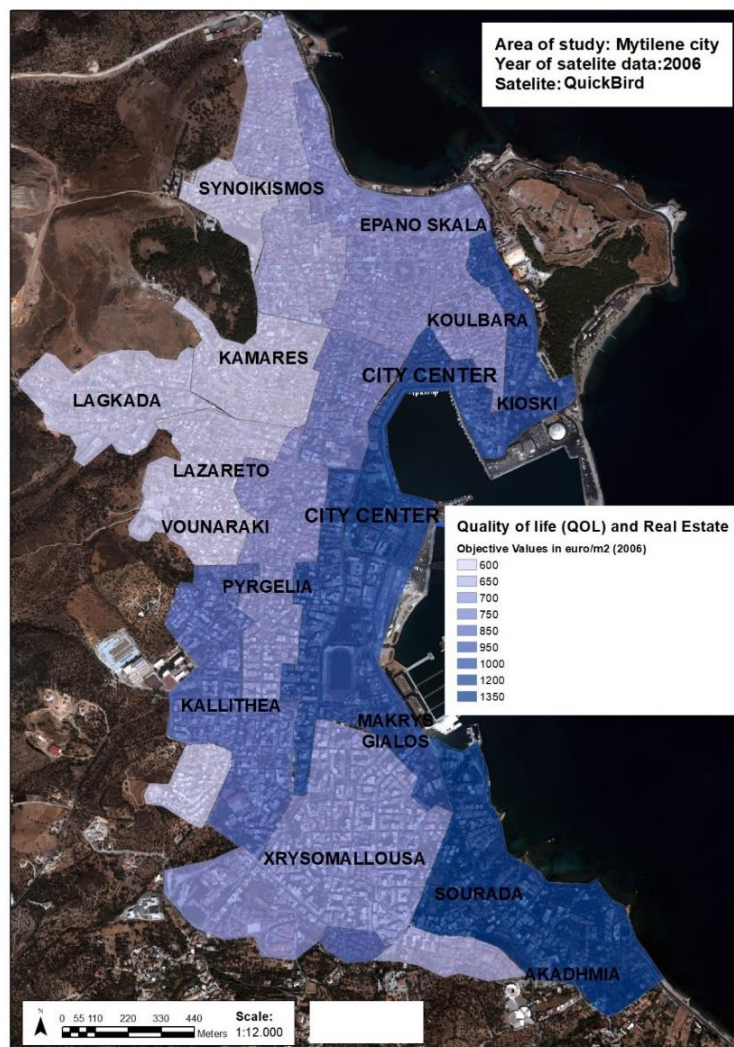
επίπεδο ποιότητας ζωής ποικίλει σημαντικά. Όσον αφορά τη χαμηλή ποιότητα ζωής (κόκκινο χρώμα), δηλαδή για περιοχές που ο ποσοστιαίος δείκτης ποιότητας ζωής κυμαίνεται από 0-40%, φαίνεται να έχει η περιοχή του κέντρου της πόλης, πράγμα αναμενόμενο λόγω της πυκνής δόμησης που εμφανίζονται στα αστικά κέντρα. Χαμηλοί δείκτες, επίσης, παρουσιάστηκαν στις περιοχές Λαγκάδα, Λαζαρέτο, Βουναράκι και Καλλιθέα και Συνοικισμός, αλλά και σε κάποιες περιοχές της Χρυσομαλλούσας, όπου εμφανίζονται οι δυσμενέστεροι συνδυασμοί των 4 υπό εκτίμηση κριτηρίων.



Εικόνα 5: Χάρτης δείκτης ποιότητας ζωής για τη πόλη της Μυτιλήνης (Έτος: 2006)

Οι μεσαίοι δείκτες ποιότητας ζωής (κίτρινο χρώμα) παρατηρείται ότι γενικά είναι ασθητοί σε όλο το εύρος της πόλης και είναι αυτοί που υπερिशύουν έναντι των άλλων, με τους περισσότερους από αυτούς να εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή του κέντρου, στη Επάνω Σκάλα και στη Χρυσομαλλούσα. Μεσαίοι δείκτες εντοπίζονται και στην περιοχή Κουλμπάρα και Κιόσκι, με τη διαφορά, ότι αυτές οι περιοχές έχουν μεγαλύτερη εγγύτητα με περιοχές υψηλότερων δεικτών ποιότητας ζωής. Αντίθετα, οι περιοχές Σουράδα και Ακαδημία παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές του δείκτη για όλη την έκταση της πόλης. Οι συγκεκριμένες περιοχές όπως διαπιστώθηκε προηγουμένος, ήταν αυτές με τις καλύτερες τιμές σε όλα τα κριτήρια και συνεπώς, είναι αναμενόμενο να παρουσιάζονται υψηλές τιμές του δείκτη ποιότητας ζωής.

Προσεγγίζοντας το θέμα της ποιότητας ζωής από την άποψη της διαμόρφωσης των αξιών γης, είναι ενδιαφέρον να συγκριθεί ο δείκτης, που προέκυψε ανωτέρω με τις αντίστοιχες αντικειμενικές τιμές ζώνης για την πόλη της Μυτιλήνης για το έτος 2006. Στην Εικόνα 6, απεικονίζονται οι τιμές ζώνης (αντικειμενικές αξίες), όπως προκύπτουν από την επίσημη ιστοσελίδα Αξιών Ακινήτων² για το έτος 2006. Να σημειωθεί ότι οι τιμές ζώνης άνα τ.μ. αφορούν τιμές για κατοικίες, οι οποίες διαμορφώνεται ανάλογα με τη εκάστοτε ζήτηση για κατοικία. Από την σύγκριση του χάρτη ποιότητας ζωής και του χάρτη αξιών προκύπτει μια χωρική ταύτιση με εξαίρεση την περιοχή του κέντρου όπου πάντοτε διατηρεί υψηλές τιμές ζώνης. Πιο συγκεκριμένα, το νοτιοδυτικό κομμάτι της πόλης είναι αυτό με τις μεγαλύτερες τιμές ζώνης, αλλά και με τους μεγαλύτερους δείκτες ποιότητας ζωής. Αντίθετα, οι περιοχές που προαναφέρθηκαν ως θεωρητικά 'υποβαθμισμένες' (Λαγκάδα, Βουναράκι, Λαζαρέτο, Καμάρες, Συνοικισμός) είναι αυτές με τις χαμηλότερες τιμές ζώνης για το 2006.



Εικόνα 6: Χάρτης τιμές ζωνών (€/τ.μ.) για τη πόλη της Μυτιλήνης (Έτος: 2006)

Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία, αφορά την εκτίμηση της ποιότητας ζωής για την πόλη της Μυτιλήνης, για το 2006, ενσωματώνοντας τεχνικές τηλεπισκόπησης και γεωπληροφορικής, αλλά και

² <https://www.eaxies.gr/>

μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης, χρησιμοποιώντας έναν αριθμό κατάλληλων κριτηρίων. Ως κύρια εργαλεία υλοποίησής της αποτέλεσαν η Τεχνική της Αντικειμενοστραφούς Ταξινόμησης και η Πολυκριτηριακή Μέθοδος της Αναλυτικής Ιεράρχησης (AHP).

Η εκτίμησης της ποιότητα ζωής (QoI) στις πόλεις, αποτελεί ένα πολυσυζητημένο αντικείμενο της αστικής έρευνας, κυρίως στις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες. Αυτή η προσοχή οφείλεται στο γεγονός ότι οι μελέτες ποιότητας ζωής πολλές φορές εντοπίζουν προβληματικές περιοχές, με αποτέλεσμα να ενισχύεται η παρακολούθηση των πολεοδομικών πολιτικών σχεδιασμού. Η μέτρηση της ποιότητας ζωής είναι μία διαδικασία αρκετά πολύπλοκη, καθώς στην εκτίμησή της μπορεί να εμπλακούν πολλές παράμετροι, οι οποίες πολλές φορές χαρακτηρίζονται από υποκειμενικά κριτήρια, βασιζόμενα στην κρίση του εκάστοτε ερευνητή. Για το λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία, έγινε προσπάθεια επιλογής, όσο των δυνατών αντικειμενικότερων κριτηρίων, τα οποία κυρίως τείνουν να διαμορφώνουν τις αξίες γης και να συνεισφέρουν στην αύξηση της ποιότητας ζωής στις πόλεις. Τέλος, επισημαίνεται ότι η ακρίβεια του αποτελέσματος βασίζεται αποκλειστικά στη χωρική ανάλυση των αρχικών δορυφορικών δεδομένων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προκύπτουν, μπορεί να διαπιστωθεί η διαμόρφωση της ποιότητας ζωής για την πόλη της Μυτιλήνης και να αξιολογηθεί η πόλη της Μυτιλήνης υπό το πρίσμα της ποιοτικής κατοίκησης. Όμως, για να προκύψει το, όσο τον δυνατόν, πιο αξιόπιστο αποτέλεσμα, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερη ποικιλία δεικτών, όπως, δεδομένα πληθυσμού, οικονομική ευρωστία νοικοκυριών, απόσταση από το κέντρο της πόλης, κυκλοφοριακός φόρτος οδών, αλλά και αρκετά κοινωνικά κριτήρια, όπως ύπαρξη γκετοποιημένων ή υποβαθμισμένων κοινωνικά περιοχών, έτσι ώστε να αναπτυχθεί μία καλή μεθοδολογία προσέγγισης της εκτίμησης ποιότητας ζωής στις πόλεις. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η παρούσα προσέγγιση της εκτίμησης της ποιότητας ζωής, βασίστηκε αποκλειστικά και μόνο σε περιβαλλοντικά κριτήρια τα οποία εξάχθηκαν από τη δορυφορική εικόνα και συνεπώς, δεν εισάχθηκαν στο μοντέλο, πληθυσμιακές, κοινωνικές και οικονομικές παράμετροι. Το γεγονός αυτό μειώνει την αξιοπιστία του αποτελέσματος, καθώς, δεν μπορεί να αντιπροσωπεύει τις ακριβείς συνθήκες στις οποίες ζουν οι άνθρωποι.

Επίσης, το αποτέλεσμα που προκύπτει βασίζεται αποκλειστικά στην ακρίβεια της ταξινομημένης εικόνας, η οποία περιλαμβάνει ένα σφάλμα, δηλαδή μία απόκλιση από την πραγματικότητα. Για το λόγο αυτό στη παρούσα μελέτη ήταν θεμιτό το αποτέλεσμα του δείκτη ποιότητας ζωής να συγκριθεί με αξίες γης, έτσι ώστε να προκύψει κάποιου είδους επαλήθευση του αποτελέσματος. Περαιτέρω έρευνα δύναται να περιλαμβάνει την εκτίμηση της ποιότητας βασισμένη σε περισσότερα κριτήρια, την εφαρμογή μεθοδολογίας χωρικής συσχέτισης του δείκτη ποιότητας με τις αντικειμενικές και τις πραγματικές αξίες κατοικίας και τη διερεύνηση του φαινομένου διαχρονικά.

Βιβλιογραφία

- Andrew, K. (1999). 'Quality of life in cities'. Cities, 16, pp. 221–222.
- Boschetti, L., Flasse, S., Briovio, P. (2004). Analysis of the conflation between omission and commission in low spatial resolution dichotomic thematic products: The Pareto Boundary. Remote Sensing of Environment. ELSEVIER.
- Farid, M. (2017). 'Assessment of Life Quality Using GIS and Remote Sensing Techniques : A Case Study on Assuit City , Egypt'. ResearchGate.

- Feneri, Vagiona, D. and Karanikolas, N. (2013). 'Measuring quality of life (QOL) in urban environment: an integrated approach', Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Science and Technology Athens, Greece, (September), pp. 5–7.
- Floyd, M. F., and C. Y Johnson. 2002. Coming to terms with environmental justice in outdoor recreation: a conceptual discussion with research implications. Leisure Sciences.
- Foo, T.S., 2001, 'Quality of life in cities'. Cities, 18, pp. 1–2.
- Forster, B., 1985, An examination of some problems and solutions in monitoring urban areas from satellite platforms. International Journal of Remote Sensing, 6, pp. 139–151.
- Friedman, M., 1997, Improving the Quality of Life: A Holistic Scientific Strategy (Connecticut/London: Westport), pp. 19–5
- Green, N.E., 1957, Aerial photographic interpretation and the social structure of the city. Photogrammetric Engineering, 23, pp. 89–96.
- Harner, J., K. W. Warner, J. Pierce, and T. Huber. 2002. Urban environmental justice indices. Professional Geographer 54:318–331.
- Jensen, R. et al. (2016). 'Using Remote Sensing and Geographic Information Systems to Study Urban Quality of Life and Urban Forest Amenities'. Ecology and Society, 9(5).
- Li, G. and Weng, Q. (2007). 'Measuring the quality of life in city of Indianapolis by integration of remote sensing and census data'. International Journal of Remote Sensing, 28(2), pp. 249–267.
- Lo, C.P. and Faber, B.J. (1997). 'Integration of Landsat Thematic Mapper and census data for quality of life assessment'. Remote Sensing of Environment, 62, pp. 143–157.
- Massam, B. H. (1999). 'Analysis'. Journal of Geography information and Decision Analysis. Vol3, no.3, pp. 1–8.
- Meng, X. et al. (2019). 'Review of the pansharpening methods for remote sensing images based on the idea of meta-analysis: Practical discussion and challenges', Information Fusion, 46(June), pp. 102–113. doi: 10.1016/j.inffus.2018.05.006.
- Mennis, J. (2002). 'Using geographic information systems to create and analyze statistical surfaces of population and risk for environmental justice analysis'. Social Science Quarterly 84:281-297.
- McHugh, M. (2012). 'Interrater reliable: the Kappa statistic'. Published in Biochemia Medica: USA.
- Pathan, S.K., Sastry, S.V.C., Dhinwa, P.S., Mukund, R. and Majumdar, K.L. (1993). 'Urban growth trend analysis using GIS techniques: a case study of the Bombay metropolitan region'. International Journal of Remote Sensing, 14, pp. 3169–3179.
- Pontius, Robert; Millones, Marco (2011). "Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment". International Journal of Remote Sensing. 32 (15): 4407–4429. doi:10.1080/01431161.2011.552923.
- Porter, R., and M. A. Tarrant. (2001). 'A case study of environmental justice and federal tourism sites in southern Appalachia: a GIS application'. Journal of Travel Research 40:27–40.
- Rahman, A. et al. (2011). 'Urbanization and Quality of Urban Environment Using Remote Sensing and GIS Techniques in East Delhi-India', Journal of Geographic Information System, 03(01), pp. 62–84.
- Saaty, T.L. (1980). 'The Analytic Hierarchy Process'. McGraw-Hill International, New York, NY, U.S.A

- Weber, C. and Hirsch, J. (1992). 'Some urban measurements from SPOT data: urban life quality indices'. *International Journal of Remote Sensing*, 13, pp. 3251–3261.
- Welch, R. (1982). 'Spatial resolution requirements for urban studies'. *International Journal of Remote Sensing*, 3, pp. 139–146.
- Weng, Q. (2002), 'Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS, and stochastic modeling'. *The Journal of Environmental Management*, 64, pp. 273–284.

Estimation of the urban quality of life based on remote sensing and multicriteria decision analysis

The estimation of the urban quality of life mainly concerns modern cities of developed and developing countries, attracting interest from several science fields and it is an important tool for the evaluation of the policy and the structure of urban spaces. Since the 1980s, alternative strategies were introduced that aimed the inclusion of the environmental factor in urban planning to improve the quality of life in cities, with the formation of new environmental policies and regulations. A large number of studies utilize Geographic Information Systems (GIS) in combination with Remote Sensing to observe and analyze urban conditions and clarify the appropriate strategies to improve daily life and enhance citizen's quality of life. This research paper discusses the evaluation of the quality of life in Mytilene city, combining modern Satellite Remote Sensing and Geoinformation techniques. More specifically, Object-Based Image Analysis (OBIA) was applied on a high spatial resolution QuickBird image and the appropriate criteria were chosen including density of buildings, roads, urban green spaces and distance from the sea that were used to evaluate the urban quality of life based on the Analytic Hierarchy Process (AHP). The results show that mainly the southern part of Mytilene has higher quality of life, which was validated also by the objective land values (property's taxation value).

KEYWORDS: Remote Sensing, classification, Quality of Life (QOL), OBIA, QuickBird