



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Συμβολή της γεωπληροφορικής στην διαχρονική παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος»

ΦΥΝΤΙΚΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Τριμελής επιτροπή

1. Τσάνης Ιωάννης (Επιβλέπων Καθηγητής)
2. Καρατζάς Γεώργιος
3. Δρ. Αλεξάκης Δημήτριος

ΧΑΝΙΑ 2016

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα Εικόνων.....	3
Περιεχόμενα Πινάκων.....	9
Ευχαριστίες.....	13
Περίληψη.....	14
Abstract	15
1 Εισαγωγή.....	16
2 Χρήση των μεθόδων Γεωπληροφορικής στην διαχρονική παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος.....	18
2.1 Εισαγωγή.....	18
2.2 Δορυφορική τηλεπισκόπηση.....	18
2.2.1 Φορείς παροχής δορυφορικών εικόνων.....	28
2.2.2 Εφαρμογές στο παράκτιο περιβάλλον	31
2.3 Αεροφωτογραφίες.....	45
2.3.1 Φορείς παροχής αεροφωτογραφιών.....	51
2.4 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.)	53
2.5 Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσης (G.P.S.)	56
2.5.1 Εφαρμογές στο παράκτιο περιβάλλον.....	59
2.6 LIDAR.....	64
2.6.1 Φορείς παροχής εικόνων Lidar.....	68
2.6.2 Εφαρμογές στο παράκτιο περιβάλλον.....	69
2.7 UAV-Drones.....	75
2.7.1 Εφαρμογές στο παράκτιο περιβάλλον.....	80
3 Στατιστική Έρευνα.....	85
3.1 Εισαγωγή	85
3.2 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων.....	90
4 Νομοθεσία.....	131
4.1 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία.....	131
4.1.1 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας ζώνης.....	131
4.1.2 Ευρωπαϊκό πρόγραμμα INSPIRE.....	135
4.1.3 Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Copernicus.....	138
4.2 Ελληνική Νομοθεσία.....	140
4.2.1 Εναρμόνιση ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 2007/2/EK.....	140
4.2.2 Ενέργειες προς την ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων ζωνών από την Ελληνική πλευρά.....	141
5 Στατιστική ανάλυση από την ηλεκτρονική βάση Science Direct.....	145
5.1 Εισαγωγή.....	145
5.2 Στατιστικά στοιχεία για το έτος 2005.....	148
5.3 Στατιστικά στοιχεία για το έτος 2010.....	153
5.4 Στατιστικά στοιχεία για το έτος 2015.....	154
5.5 Στατιστικά στοιχεία ανά πενταετία.....	157
5.5.1 Ανθρώπινες Επεμβάσεις.....	158

5.5.2	Παράκτια διάβρωση.....	159
5.5.3	Γεωμορφολογία και φυσικές μεταβολές.....	160
5.5.4	Ευτροφισμός και ποιότητα νερού.....	161
5.5.5	Κλιματική Αλλαγή.....	162
5.5.6	Αμμοληψία.....	161
5.5.7	Εναπόθεση ιζημάτων	164
5.5.8	Παράκτια Βλάστηση.....	165
5.5.9	Παρακολούθηση (Monitoring)	166
5.6	Συμπεράσματα.....	167
6	Συμπεράσματα.....	168
7	Βιβλιογραφία.....	170
7.1	Ελληνική Βιβλιογραφία.....	170
7.2	Ξένη Βιβλιογραφία.....	172
7.3	Ιστοσελίδες.....	173

	Περιεχόμενα Εικόνων	Σελ.
Εικόνα 1	Δορυφορικό σύστημα IKONOS (πηγή: http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/geoeye-2/)	24
Εικόνα 2	Αρχική σελίδα της εφαρμογής Google Earth (Πηγή: http://filehippo.com/download_google_earth/)	30
Εικόνα 3	Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος φορέας παροχής δορυφορικών εικόνων Sentinel 1(Πηγή: https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1)	30
Εικόνα 4	Αμερικάνικος φορέας παροχής δορυφορικών εικόνων Landsat (Πηγή: http://earthexplorer.usgs.gov/)	31
Εικόνα 5	Δορυφορική εικόνα της περιοχής μελέτης Ras Ghareb (Πηγή: M.N. Hegazy, H.A. Effat)	32
Εικόνα 6	Αλλαγή στην έκταση της λίμνης Sabkha μεταξύ των ετών 1984 και 2000 (Πηγή: M.N. Hegazy, H.A. Effat)	34
Εικόνα 7	Πηγάδια παρακολούθησης των επιπέδων ρύπανσης στην περιοχή (Πηγή: M.N. Hegazy, H.A. Effat)	34
Εικόνα 8	Δορυφορική εικόνα της περιοχής μελέτης (Πηγή: Βασιλάκης Εμμανουήλ)	35
Εικόνα 9	Πολυχρονικές ψευδόχρωμες δορυφορικές εικόνες Landsat, η ασπρόμαυρη (κάτω αριστερά) είναι δορυφορική εικόνα του 1992 πριν την κατασκευή της γέφυρας και η διπλανή της ασπρόμαυρη (κάτω δεξιά) είναι δορυφορική εικόνα του 2005 όπου διακρίνεται η σύνδεση του Ρίου Αντιρρίου (Πηγή: Vassilakis Emmanuel)	36
Εικόνα 10	Δορυφορική εικόνα από τον δορυφόρο Landsat όπου διακρίνονται οι ανθρώπινες επεμβάσεις στο παράκτιο περιβάλλον	37
Εικόνα 11	Αεροφωτογραφία της περιοχής μελέτης 18/4/2015 (Πηγή: Google Earth)	38
Εικόνα 12	Μεταβολή της ακτογραμμής σε διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο πρώτο τμήμα του Κάτω Σταλού (Πηγή: Google earth)	38
Εικόνα 13	Μεταβολή της ακτογραμμής σε διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο δεύτερο τμήμα του Κάτω Σταλού (Πηγή: Google Earth)	39
Εικόνα 14	Μεταβολή της ακτογραμμής σε διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο τρίτο τμήμα του Κάτω Σταλού (Πηγή: Google earth)	39

Εικόνα 15	Μεταβολή της ακτογραμμής σε διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο τέταρτο τμήμα του Κάτω Σταλού (Πηγή: Google Earth)	39
Εικόνα 16	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο πρώτο τμήμα στην περιοχή μελέτης της Αγίας Μαρίνας (Πηγή: Google Earth)	40
Εικόνα 17	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο δεύτερο τμήμα στην περιοχή μελέτης της Αγίας Μαρίνας (Πηγή: Google earth)	40
Εικόνα 18	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο πρώτο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Πλατανιά (Πηγή: Google earth)	41
Εικόνα 19	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο δεύτερο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Πλατανιά (Πηγή: Google earth)	41
Εικόνα 20	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο τρίτο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Πλατανιά (Πηγή: Google earth)	42
Εικόνα 21	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο πρώτο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Γερανίου (Πηγή: Google earth)	42
Εικόνα 22	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών(2010-2015) στο δεύτερο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Γερανίου (Πηγή: Google earth)	42
Εικόνα 23	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο πρώτο τμήμα στην περιοχή μελέτης στον Πύργο Ψηλονέρου (Πηγή: Google earth)	43
Εικόνα 24	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών(2010-2015)στο πρώτο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Μάλεμε (Πηγή: Google earth)	43
Εικόνα 25	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών(2010-2015) στο δεύτερο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Μάλεμε (Πηγή: Google earth)	44
Εικόνα 26	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια τριών ετών(2012-2015) στην περιοχή μελέτης του Κολυμβαρίου (Πηγή: Google earth)	44
Εικόνα 27	Γεωμετρική αναπαράσταση λήψης αεροφωτογραφίας (πηγή: Μωυσιάδης)	47
Εικόνα 28	Αναπαράσταση της πρόσπτωσης δέσμης παράλληλων ακτινών σε συγκλίνοντα φακό (πηγή: Μωυσιάδης)	47
Εικόνα 29	Επικάλυψη αεροφωτογραφιών κατά μήκος της γραμμής πτήσης (πηγή: http://www.airphotos.gr/aerofotografies.html)	48
Εικόνα 30	Πλάγια και κατακόρυφη αεροφωτογραφία (πηγή: Μωυσιάδης Αθ. 2016)	50
Εικόνα 31	Νοτιότερη ακτή της λίμνη του Michigan (πηγή: The origin of collapse features appearing in a migrating parabolic dune along the southern coast of Lake Michigan)	52
Εικόνα 32	Αρχική σελίδα Οργανισμού Κτηματολογίου & Χαρτογραφήσεων Ελλάδας Ο.Κ.Χ.Ε. (Πηγή: http://www.okxe.gr/el)	53
Εικόνα 33	Αρχική σελίδα Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού Γ.Υ.Σ. (Πηγή: http://web.gys.gr/GeoSearch/)	54
Εικόνα 34	Δορυφορικό πλέγμα GPS (Πηγή: Πεταλωτή, Πατσουράκου, Καβακόγλου ,Γεωργιάδου, Δημητριάδου)	58
Εικόνα 35	Χάρτης του τμήματος ελέγχου GPS (Πηγή: http://xenon.colorado.edu/spotlight/index.php?action=kb&page=41)	59
Εικόνα 36	Η περιοχή μελέτης Jonian στην περιοχή Basilicata στην Ιταλία	62
Εικόνα 37	Μεταβολή της ακτογραμμής από το 1870 έως το 2005 στην περιοχή Jonian	62
Εικόνα 38	Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την περίοδο από το 1870 έως το 2005. Το φαινόμενο της διάβρωσης είναι εμφανές κατά μήκος της ακτογραμμής Jonian.	63

Εικόνα 39	Καθαρή μεταβολή της ακτογραμμής (α) μακροπρόθεσμη αλλαγή ακτών (1870-2005) (β) για τον αιγιαλό 32 km-μακρύ Ionian. Τα ποσοστά αλλαγής μεταξύ 1870 και 2005 υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας 323 κάθετα σημεία κατά μήκος της ακτογραμμής, χωρίζοντας την ακτογραμμή κατά διαστήματα κάθε 100 m. Η ανάλυση ακτών έδειξε ότι τα βαριά σημεία διάβρωσης υπήρξαν στις εκβολές του ποταμού Sinni, στη βορειοανατολική πλευρά των εκβολών του ποταμού Agri, και μεταξύ των εκβολών των Basento and Bradano	64
Εικόνα 40	Εφαρμογές της τεχνολογίας Lidar στην δασοπονία (πηγή: www.geomatics.gr)	65
Εικόνα 41	Εφαρμογές της τεχνολογίας Lidar στις 3D μοντελοποιήσεις των γραμμών μεταφοράς ενέργειας (πηγή: www.geomatics.gr)	65
Εικόνα 42	Πλήρες σύστημα Laser Scanning (Πηγή: http://www.aspl.ece.ufl.edu/starek.htm)	66
Εικόνα 43	Μηχανισμοί σάρωσης (πηγή: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_DAI4/ch01s02.html)	67
Εικόνα 44	Ευρωπαϊκή υπηρεσία για την λήψη εικόνων Lidar (Πηγή: http://www.eufar.net/)	70
Εικόνα 45	Lidar αεροφωτογραφία όπου φαίνονται τα πλημμυρικά όρια της πλημμυρικής περιοχής σε αντίθεση με τα προηγούμενα ταξινομημένα πλημμυρικά όρια τα οποία χαρτογραφήθηκαν από την FEMA	71
Εικόνα 46	Αεροφωτογραφίες Lidar πριν και μετά του χτυπήματος του τυφώνα Κατρίνα στο νησί Dauphin	72
Εικόνα 47	Α) Πολιτείες της Βορειοανατολικής Καρολίνας Β) Η ταυτοποίηση των λεκανών απορροής Τα τρίγωνα στην εικόνα 1B υποδηλώνουν τις θέσεις των γεωδαιτικών σημείων αναφοράς για την αξιολόγηση της ακρίβειας του συνόλου των δεδομένων ανύψωσης	74
Εικόνα 48	Χάρτες ευαισθητών εδαφών ... προερχόμενα από α) GTOPO30 β) SRTM δεδομένα γ) 1 arc second NED δ) 1/9 arc second NED (Lidar Source)	75
Εικόνα 49	Επισκόπηση διαφόρων UAVs συστημάτων (Henri Eisenbeiß, 2009)	77
Εικόνα 50	Απεικόνιση της ονοματολογίας των UAVs σύμφωνα με τον Αμερικανικό Υπουργείο Εσωτερικής Ασφάλειας	81
Εικόνα 51	α) Τοποθεσία της πόλης Borghetto στην Ιταλία και θαλάσσια περιοχή Liguria	82
Εικόνα 52	α) Η μεταβολή της ακτογραμμής διαχρονικά β) όπου με τα μπλε βέλη δείχνουν τις κύριες και δευτερεύουσες πηγές ιζημάτων που εισχωρούν στην θάλασσα	83
Εικόνα 53		84
Εικόνα 54	Διάγραμμα ποσοστών συμμετεχόντων ανά ιδιότητα	90
Εικόνα 55	Τι ποσοστό των ερωτηθέντων γνωρίζει τις μεθόδους της γεωπληροφορικής	93
Εικόνα 56	Διάγραμμα ποσοστών των μέσων ενημέρωσης σε θέματα γεωπληροφορικής	95
Εικόνα 57	Διάγραμμα ποσοστών παρακολούθησης του περιβάλλοντος από τους προπτυχιακούς φοιτητές	98
Εικόνα 58	Διάγραμμα ποσοστών παρακολούθησης του περιβάλλοντος από μεταπτυχιακούς φοιτητές	99
Εικόνα 59	Διάγραμμα ποσοστών παρακολούθησης του περιβάλλοντος από τα μέλη ΔΕΠ	100
Εικόνα 60	Διάγραμμα ποσοστών παρακολούθησης του περιβάλλοντος από τα μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	101

Εικόνα 61	Διάγραμμα ποσοστών παρακολούθησης του περιβάλλοντος από τους ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες	102
Εικόνα 62	Διάγραμμα ποσοστών περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές	106
Εικόνα 63	Διάγραμμα ποσοστών περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί	107
Εικόνα 64	Διάγραμμα ποσοστών περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ	108
Εικόνα 65	Διάγραμμα ποσοστών περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	109
Εικόνα 66	Διάγραμμα ποσοστών περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες	110
Εικόνα 67	Διάγραμμα ποσοστών των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές	113
Εικόνα 68	Διάγραμμα ποσοστών των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές	113
Εικόνα 69	Διάγραμμα ποσοστών των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	114
Εικόνα 70	Διάγραμμα ποσοστών των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ	114
Εικόνα 71	Διάγραμμα ποσοστών των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες	115
Εικόνα 72	Διάγραμμα με ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές	117
Εικόνα 73	Διάγραμμα με ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές	117
Εικόνα 74	Διάγραμμα με ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	118
Εικόνα 75	Διάγραμμα με ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ	118
Εικόνα 76	Διάγραμμα με ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκαν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες	119
Εικόνα 77	Διάγραμμα ποσοστών με τις πιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως	121

	δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές	
Εικόνα 78	Διάγραμμα ποσοστών με τις πιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές	121
Εικόνα 79	Διάγραμμα ποσοστών με τις πιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	122
Εικόνα 80	Διάγραμμα ποσοστών με τις πιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ	122
Εικόνα 81	Διάγραμμα ποσοστών με τις πιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες	123
Εικόνα 82	Διάγραμμα ποσοστών των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές	126
Εικόνα 83	Διάγραμμα ποσοστών των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές	127
Εικόνα 84	Διάγραμμα ποσοστών των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	128
Εικόνα 85	Διάγραμμα ποσοστών των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ	129
Εικόνα 86	Διάγραμμα ποσοστών των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθέντες ιδιότητες	130
Εικόνα 87	Αρχική σελίδα του Inspire (Πηγή: http://inspire.ec.europa.eu/)	136
Εικόνα 88	Χάρτης με τα κράτη μέλη της Ε.Ε.	137
Εικόνα 89	Πύλη γεωχωρικών δεδομένων	138
Εικόνα 90	Επιλέγοντας Coastal & Marine Research	138
Εικόνα 91	Αναλυτικές οδηγίες προγράμματος	139
Εικόνα 92	Η ιστοσελίδα του Copernicus(Πηγή: http://www.copernicus.eu/main/marine-monitoring)	140
Εικόνα 93	Λογότυπο της Εθνικής Υποδομής Γεωχωρικών Δεδομένων(Πηγή: http://www.inspire.okxe.gr/)	141
Εικόνα 94	Η αρχική σελίδα του Sciences Direct(Πηγή: http://www.sciencedirect.com/)	146
Εικόνα 95	διάγραμμα στατιστικών για το έτος 2005	150
Εικόνα 96	Ραβδόγραμμα με την αναλογία Paper ανά μέθοδο για το έτος 2005	151
Εικόνα 97	Διάγραμμα στατιστικών για το έτος 2010	153
Εικόνα 98	Ραβδόγραμμα με την αναλογία paper ανά μέθοδο για το έτος 2010	154
Εικόνα 99	Διάγραμμα στατιστικών για το έτος 2015	156
Εικόνα 100	Ραβδόγραμμα με την αναλογία paper ανά μέθοδο για το έτος 2015	157
Εικόνα 101	Διάγραμμα στατιστικών για την πενταετία 2005-2015	159
Εικόνα 102	Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις	160
Εικόνα 103	Συγκριτικά στοιχεία (2005-2015)ανά μέθοδο για την παράκτια διάβρωση	161

Εικόνα 104	Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για την γεωμορφολογία και τις φυσικές μεταβολές	162
Εικόνα 105	Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για τον ευτροφισμό και την ποιότητα νερού	163
Εικόνα 106	Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για την κλιματική αλλαγή	164
Εικόνα 107	Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για την αμμοληψία	165
Εικόνα 108	Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για την εναπόθεση ιζημάτων	166
Εικόνα 109	Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για την παράκτια βλάστηση	167
Εικόνα 110	Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για το Monitoring	168

	Περιεχόμενα Πινάκων	Σελ.
Πίνακας 1	Ταξινόμηση δορυφόρων με βάση τη μάζα του ωφέλιμου φορτίου (Καρτάλης και Φειδάς 2006)	22
Πίνακας 2	Τροχιές δορυφόρων Landsat (Μερτίκας 1999)	23
Πίνακας 3	Χαρακτηριστικές ιδιότητες δορυφόρου IKONOS (Πηγή: Περάκης, Μωυσιάδης, Φαρασλής 2016)	24
Πίνακας 4	Χαρακτηριστικά δορυφόρων SPOT 1-5(Πηγή: Περάκης Κωνσταντίνος Μωυσιάδης Αθανάσιος Φαρασλής Ιωάννης 2016, Καρτάλης Κωνσταντίνος Φειδάς Χαράλαμπος 2006)	25
Πίνακας 5	Όργανα υψηλής ανάλυσης δορυφόρων SPOT 1-5(Πηγή: Περάκης Κωνσταντίνος Μωυσιάδης Αθανάσιος Φαρασλής Ιωάννης 2016, Καρτάλης Κωνσταντίνος Φειδάς Χαράλαμπος 2006)	26
Πίνακας 6	Τεχνικά χαρακτηριστικά HRS & HRG του δορυφόρου SPOT 5(Πηγή: Περάκης Κωνσταντίνος Μωυσιάδης Αθανάσιος Φαρασλής Ιωάννης 2016, Καρτάλης Κωνσταντίνος Φειδάς Χαράλαμπος 2006)	27
Πίνακας 7	Όργανα υψηλής ανάλυσης δορυφόρων SPOT 6-7(Πηγή: Περάκης Κωνσταντίνος Μωυσιάδης Αθανάσιος Φαρασλής Ιωάννης 2016)	28
Πίνακας 8	Χαρακτηριστικά καναλιών του Quickbird (Πηγή: Καρτάλης και Φειδάς)	28
Πίνακας 9	Στοιχεία μεταβολής της ακτογραμμής για το παραλιακό τμήμα Σταλός-Αγία Μαρίνα	41
Πίνακας 10	Στοιχεία μεταβολής της ακτογραμμής για το παραλιακό τμήμα Πλατανιάς – Γεράνι	43
Πίνακας 11	Στοιχεία μεταβολής της ακτογραμμής για το παραλιακό τμήμα Πύργος Ψηλονέρι-Κολυμβάρι	44
Πίνακας 12	Σύγκριση Lidar με φωτογραμμετρία (πηγή: Hyppa et all 2001,Baltsavias 1999c,Schenk 1999a,Kraus 2002)	69
Πίνακας 13	Κατηγορίες UAV όπως εξάγονται από την UVS International	76
Πίνακας 14	Ταξινόμηση UAVs που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φωτογραμμετρικές εφαρμογές(Henri Eisenbeiß,2009)	77
Πίνακας 15	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά ανά ιδιότητα	90
Πίνακας 16	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά στο κατά πόσο γνωρίζουν τις μεθόδους της γεωπληροφορικής	91
Πίνακας 17	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μέσω ενημέρωσης σε θέματα γεωπληροφορικής	94
Πίνακας 18	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μεθόδων που γνωρίζουν περισσότερο οι προπτυχιακοί φοιτητές	96
Πίνακας 19	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μεθόδων που γνωρίζουν περισσότερο οι μεταπτυχιακοί φοιτητές	96
Πίνακας 20	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μεθόδων που γνωρίζουν περισσότερο τα μέλη ΔΕΠ	96
Πίνακας 21	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μεθόδων που γνωρίζουν περισσότερο τα μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	97
Πίνακας 22	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μεθόδων που γνωρίζουν περισσότερο όπως δήλωσαν οι ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες	97
Πίνακας 23	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές	103

Πίνακας 24	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές	103
Πίνακας 25	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ	104
Πίνακας 26	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	104
Πίνακας 27	Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν άνηκαν σε καμία από τις άνω κατηγορίες	105
Πίνακας 28	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές	111
Πίνακας 29	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές	112
Πίνακας 30	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	112
Πίνακας 31	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ	112
Πίνακας 32	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες	112
Πίνακας 33	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές	116
Πίνακας 34	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές	116
Πίνακας 35	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	116
Πίνακας 36	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ	116
Πίνακας 37	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες	117
Πίνακας 38	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά με τις ποιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές	120
Πίνακας 39	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά με τις ποιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές	120

Πίνακας 40	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά με τις ποιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	120
Πίνακας 41	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά με τις ποιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ	120
Πίνακας 42	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά με τις ποιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν άνηκαν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες	120
Πίνακας 43	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές	124
Πίνακας 44	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές	124
Πίνακας 45	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ	124
Πίνακας 46	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ	125
Πίνακας 47	Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθέντες ιδιότητες	125
Πίνακας 48	Βασικό θεσμικό πλαίσιο για την διαχείριση παράκτιων ζωνών (Παπαϊωάννου)	142
Πίνακας 49	Στατιστικά στοιχεία για το έτος 2005	149
Πίνακας 50	Στατιστικά στοιχεία για το έτος 2010	152
Πίνακας 51	Στατιστικά στοιχεία για το 2015	155
Πίνακας 52	Συμβολή των μεθόδων γεωπληροφορικής ανά πενταετία	158
Πίνακας 53	Συγκριτικά στοιχεία για τις ανθρώπινες επεμβάσεις (2005-2015)ανά μέθοδο	159
Πίνακας 54	Συγκριτικά στοιχεία για την παράκτια διάβρωση (2005-2015) ανά μέθοδο	160
Πίνακας 55	Συγκριτικά στοιχεία για τις φυσικές μεταβολές (2005-2015) ανά μέθοδο	161
Πίνακας 56	Συγκριτικά στοιχεία για τον ευτροφισμό και την ποιότητα νερού (2005-2015) ανά μέθοδο	162
Πίνακας 57	Συγκριτικά στοιχεία για την κλιματική αλλαγή(2005-2015) ανά μέθοδο	163
Πίνακας 58	Συγκριτικά στοιχεία για την αμμοληψία(2005-2015) ανά μέθοδο	164
Πίνακας 59	Συγκριτικά στοιχεία για την εναπόθεση ιζημάτων (2005-2015) ανά μέθοδο	165
Πίνακας 60	Συγκριτικά στοιχεία για την παράκτια βλάστηση (2005-2015) ανά μέθοδο	166

Πίνακας 61	Συγκριτικά στοιχεία για το Monitoring (2005-2015) ανά μέθοδο	167
---------------	--	-----

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας αισθάνομαι την υποχρέωση να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Τσάνη Ιωάννη για την ανάθεση, την επίβλεψη και την ευκαιρία που μου έδωσε να εντρυφήσω σε ένα ιδιαίτερα σημαντικό τομέα. Ιδιαίτερες ευχαριστίες πρέπει να δοθούν στον Καθηγητή και Κοσμήτορα της σχολής Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης κύριο Καρατζά Γεώργιο για την συνεισφορά του στην τελική μορφή της εργασίας μου καθώς και για τις συμβουλές και τις γνώσεις που έχω αποκτήσει από τον ίδιο όλα τα χρόνια των σπουδών μου. Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον Δρ. Αλεξάκη Δημήτρη για την άψογη συνεργασία που είχαμε, τις πολύτιμες συμβουλές του και την σημαντικότερη προσφορά των γνώσεων και τις εμπειρία του.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους φίλους μου και την οικογένεια μου που με στήριξαν με τις δικές τους δυνατότητες καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου. Τους εύχομαι ειλικρινά να πραγματοποιήσουν κάθε τους επιθυμία.

Με Σεβασμό
Φυντικάκης Γεώργιος

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάστηκαν οι μέθοδοι της γεωπληροφορικής όπως δορυφορική τηλεπισκόπηση, αεροφωτογραφίες, Lidar, GIS, GPS, UAV-Drones καθώς και η συμβολή τους στην διαχρονική παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος. Σκοπός της εργασίας ήταν να παρουσιαστεί ένας τρόπος παρακολούθησης των μεταβολών που επιφέρουν διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα διαχρονικά στις ακτογραμμές παγκοσμίως, μέσω της γεωπληροφορικής.

Αρχικά, γίνεται αναλυτική παρουσίαση των μεθόδων της γεωπληροφορικής μελετώντας την τεχνολογία τους και την συνεισφορά τους στις διάφορες επιστήμες καθώς και σε εφαρμογές που έχουν χρησιμοποιηθεί στο παράκτιο περιβάλλον. Στο τέλος κάθε μεθόδου, παρατίθενται ορισμένες εφαρμογές των εν λόγω μεθόδων πάνω σε θέματα παρακολούθησης των μεταβολών σε παράκτιο περιβάλλον διαχρονικά. Αξιοσημείωτο, είναι το γεγονός της διεξαγωγής προσωπικής παρακολούθησης των μεταβολών της ακτογραμμής από το 2005 -2015 του βόρειου παραλιακού άξονα του Νομού Χανίων μέσω αεροφωτογραφιών του Google earth. Η πλειοψηφία των εφαρμογών έκαναν αναφορά σε περιβαλλοντικά ζητήματα όπως διάβρωσης, ρύπανσης παράκτιων υδάτων και σε ανθρώπινες επεμβάσεις.

Επίσης στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας διεξήχθη στατιστική έρευνα για την καταγραφή της διείσδυσης της επιστήμης της Γεωπληροφορικής στον ακαδημαϊκό χώρο (Προπτυχιακοί φοιτητές, μεταπτυχιακοί φοιτητές, εργαστηριακό επιστημονικό προσωπικό, μέλη ΔΕΠ). Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε εντός και εκτός του Πολυτεχνείου. Οι ερωτήσεις που τους διατυπώθηκαν ήταν κλειστού τύπου και είχαν διατυπωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφευχθεί όσο το δυνατόν η άρνηση των συμμετεχόντων να απαντήσουν και για να είναι πιο εύκολο η εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Επιπλέον, σημαντικό μέρος της παρούσας εργασίας αποτελεί το νομοθετικό κομμάτι. Στο 4^ο κεφάλαιο γίνεται λόγος σε Ευρωπαϊκή και Ελληνική Νομοθεσία. Όσο αφορά στην Ευρωπαϊκή νομοθεσία γίνεται παρουσίαση της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Παράκτιας Ζώνης (ΟΔΠΖ) που έχει ως στόχο την αειφορική διαχείριση και χρήση των παράκτιων ζωνών για την διατήρηση των παράκτιων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων για τις μελλοντικές γενιές. Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται λόγος για τις νομοθετικές ενέργειες που έχουν γίνει από Ελληνικής πλευράς για την εναρμόνιση της εσωτερικής νομοθεσίας με την οδηγία 2007/2/ΕΚ.

Στην συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την στατιστική έρευνα στην ηλεκτρονική επιστημονική βιβλιοθήκη Sciences Direct. Στόχος της έρευνας ήταν η καταγραφή της ερευνητικής τάσης που υπάρχει παγκοσμίως στον επιστημονικό κλάδο της Γεωπληροφορικής. Συγκεκριμένα, η έρευνα διεξήχθη σε επιστημονικά άρθρα για τις χρονιές 2005,2010,2015 από όπου έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων για την διαχρονική συμβολή της Γεωπληροφορικής στην παρακολούθηση περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης. Όπως την παράκτια διάβρωση, τις ανθρώπινες

επεμβάσεις, την μεταβολή της παράκτιας φυτοκάλυψης, την κλιματική αλλαγή και την εναπόθεση ιζημάτων.

Τέλος, παρατίθενται τα συνολικά συμπεράσματα που εξάγονται από την εργασία όπως και η διατύπωση της συνολικής συνεισφοράς της εργασίας.

Abstract

This thesis presents the methods of geoinformatics, including satellite remote sensing, aerial photography, Lidar, GIS, GPS, UAV-Drones and their contribution to temporal monitoring of the coastal environment. The aim of the work was to present a way of monitoring changes that cause various environmental issues over time on coastlines worldwide through geoinformatics.

Initially, there is a detailed presentation of geoinformatics methods studying their technology and their contribution to various sciences as well as to applications that have been used in the coastal environment. At the end of each method, are listed some applications of these methods on monitoring issues of changes in coastal environment over time. Noteworthy is the fact of conducting personal monitoring of changes in the coastline of the northern coastal axis of Chania from 2005 - 2015, through satellite images of Google Earth. The majority of applications made reference to environmental issues such as erosion, coastal pollution and human interventions.

Also as part of this work, survey was conducted to record the penetration of Geoinformatics science in academia (undergraduates, graduate students, laboratory scientific staff, professors). For this purpose, a questionnaire was created and distributed inside and outside of the university. The questions raised were the closed type and formulated in such a way as to avoid possible refusal of participants to respond and to be easier to export the results.

Moreover, important part of present work constitutes the legislative piece. In the 4th chapter becomes reason in European and Greek Legislation. As long as it concerns in the European legislation becomes presentation of Completed Management of Coastal Area (ODPZ) that aims at as the aeiforiki management and use of coastal areas for the maintenance the coastal and marine ecosystems for the future generations. In the end of capital becomes reason for the legislative actions that have become from Greek side for the harmonisation of internal legislation with the directive 2007/2/EK.

Then, the results obtained from the survey are presented on the electronic scientific library Science Direct. The aim of the study was the documentation of the research trend is worldwide in scientific field of Geomatics. Concretely, the research was carried out in scientific articles on the years 2005,2010,2015 by where became comparison of results for the timeless contribution of Geoinformatics in the follow-up of environmental questions of coastal area. As the coastal erosion, the human interventions, the change of coastal plants, the climatic change and the deposition of sediments.

Finally, are mentioned the total conclusions that are exported from the work as the formulation of total contribution of work.

Κεφάλαιο 1

1.1 Εισαγωγή (Introduction)

Στην παρούσα εργασία αναφερόμαστε στην δυνατότητα της μελέτης και παρακολούθησης (Monitoring) των διαφόρων τύπου αλλαγών που δύναται να λάβουν χώρα στην ζώνη που εκτείνεται ανάμεσα στο θαλάσσιο περιβάλλον και την στεριά. Με την συμβολή σύγχρονων προϊόντων και τεχνικών της Γεωπληροφορικής όπως για παράδειγμα δορυφορική τηλεπισκόπηση, Lidar, GPS κ.α.. Η σημασία της παρακολούθησης και μελέτης της παράκτιας ζώνης αποτελεί αδιαμφισβήτητα επιτακτική ανάγκη για την εκτίμηση των επιπτώσεων που επιφέρουν σε αυτό οι ανθρώπινες επεμβάσεις, η συνεχώς αυξανόμενη θαλάσσια στάθμη λόγω της κλιματικής αλλαγής με την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Παράκτια ζώνη είναι το φυσικά δυναμικά όριο ανάμεσα στην στεριά και την θάλασσα. Είναι ένα δυναμικό ευάλωτο οικοσύστημα του οποίου η θέση μετατοπίζεται συνεχώς (Usha Natesan, Anitha Parthasarathy et al., 2015), σε μια προσπάθεια ώστε να επιτευχθεί κατάσταση ισορροπίας (Pandian et al., 2004). Ο ρυθμός μεταβολής της ακτογραμμής φανερώνει τις διαφόρου τύπου επιδράσεις που έχουν συμβεί διαχρονικά στο φυσικό περιβάλλον, εξαιτίας των επιρροών που επιδρούν στον κύκλο ζωής του, είτε αυτές είναι φυσικές είτε ανθρώπινες επιρροές, όπως κλιματική αλλαγή και τεχνικά έργα, είναι φυσιολογικό να υφίσταται μεταβολές με διάφορα επίπεδα έντασης. Η διαχρονική παρακολούθηση των μεταβολών μπορεί να οδηγήσει στα πραγματικά αίτια με στόχο τη λήψη των κατάλληλων μέτρων προστασίας (Α. Αϊναλή, Ι. Γήτας, et. al.).

Οι παράκτιες ζώνες υποβάλλονται σε ταχεία διάβρωση άλλοτε από φυσικές διεργασίες και άλλοτε σε ένα βαθμό από ανθρωπογενείς δραστηριότητες για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η συνεχής μείωση του μεγέθους της ζώνης μπορεί επίσης να επηρεάζεται από την σταθερή άνοδο της στάθμης της θάλασσας όπου και συνοδεύεται από διάβρωση. Αυτό αναμένεται να δημιουργήσει μια σοβαρή οικολογική ανισορροπία στο διαφορετικά εύθραυστο οικοσύστημα, αν δεν ληφθούν μέτρα αποτελεσματικής διαχείρισης των παράκτιων ζωνών, όπως είναι η παράκτια ζώνη του Μπαγκλαντές όπου αποτελεί η πρώτη χώρα στον κόσμο στους τροπικούς κυκλώνες και εξηκοστή χώρα στις πλημμύρες λόγω κλιματικής αλλαγής (Government of Bangladesh , 2008).

Η ακτογραμμή μεταβάλλεται συνεχώς και για τον προσδιορισμό της απαιτείται η καταγραφή του μετώπου της σε όλες τις εποχές του χρόνου σε σχέση με διάφορα φυσικά φαινόμενα (διαβρώσεις, παλίρροιες, κ.α.) αλλά και σε σχέση με την ανθρώπινη δραστηριότητα (Dolan et al, 1980; Boak and Turner, 2005; Turner et al., 2007). Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να συγκεντρωθούν κατά τη διάρκεια διάφορων εποχών και αρκετών ετών έτσι ώστε να είναι δυνατό να ελεγχθούν οι χωρικές και εποχιακές αλλαγές στις παράκτιες ζώνες.

Οι διαχρονικές αλλαγές που προκαλούνται σε μια περιοχή παρουσιάζονται με τη χρήση δορυφορικών εικόνων και την επεξεργασία τους από τις σύγχρονες μεθόδους της Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η Τηλεπισκόπηση σε συνδυασμό με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών προσφέρουν τη δυνατότητα

ανάπτυξης ενός ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης και διαχείρισης των φυσικών οικοσυστημάτων (Καρτέρης, 2004).

Η αυτόματη ανίχνευση και εξαγωγή των ακτογραμμών είναι μια βασική και ουσιαστικής σημασίας διαδικασία για ποικίλες γεωγραφικές, χαρτογραφικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές στο παράκτιο περιβάλλον. Η ακτογραμμή μεταβάλλεται συνεχώς και για τον προσδιορισμό της απαιτείται η καταγραφή του μετώπου της σε όλες τις εποχές του χρόνου σε σχέση με διάφορα φυσικά φαινόμενα (διαβρώσεις, παλίρροιες, κ.α.) αλλά και σε σχέση με την ανθρώπινη δραστηριότητα (Dolan et al, 1980; Boak and Turner, 2005; Turner et al., 2007).

Τέλος, ιδιαίτερης σημασίας είναι η δυνατότητα για αναγνώριση ζωνών που βρίσκονται στα πρόθυρα καταστροφικών αλλαγών όπως η διάβρωση μέσα από τεχνικές ταξινόμησης και ανίχνευσης μμεταβολών. Σύμφωνα με μελέτες έχει διαπιστωθεί ότι η δορυφορική Τηλεπισκόπηση αποτελεί ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό εργαλείο για τον έλεγχο της ποιότητας των παράκτιων ζωνών περιοδικά, επιτρέποντας την αναγνώριση πιθανών κινδύνων σε σύντομα χρονικά διαστήματα.

Κεφάλαιο 2

Η χρήση των μεθόδων γεωπληροφορικής στην διαχρονική παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος

2.1 Εισαγωγή

Παράκτια ζώνη ή αλλιώς ακτογραμμή όπως έχει καθιερωθεί να λέγεται η περιοχή που διαχωρίζει την στεριά από το θαλάσσιο περιβάλλον. Η συγκεκριμένη περιοχή έχει σαφή και συγκεκριμένα όρια τα οποία δεν παραμένουν σταθερά αλλά συνεχώς μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου. Ο ρυθμός μεταβολής της ακτογραμμής φανερώνει τις διαφόρου τύπου επιδράσεις που έχουν συμβεί διαχρονικά. Άλλοτε αυτές προέρχονται από την επίδραση των φυσικών διεργασιών και άλλοτε από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Δεδομένου ότι ένα μεγάλο ποσοστό των ανθρώπινων δραστηριοτήτων λαμβάνουν χώρα κοντά ή κατά μήκος της παράκτιας ζώνης (EUROSION 2004). Στην συνέχεια πρόκειται να γίνει αναλυτική αναφορά σε διάφορες τεχνικές-μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως αυτές είναι η δορυφορική τηλεπισκόπηση, το παγκόσμιο σύστημα αναφοράς θέσης (GPS), οι αεροφωτογραφίες, τα Lidar, UAV-Drones και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) που χρησιμοποιούνται για την διαχρονική παρακολούθηση και μελέτη των μεταβολών αυτών.

2.2 Δορυφορική Τηλεπισκόπηση

Με τον όρο τηλεπισκόπηση ή αλλιώς τηλεανίχνευση (remote sensing όπως αποδίδεται στα Αγγλικά) νοείται η λήψη πληροφοριών για την περιγραφή ενός αντικειμένου ή ενός φαινομένου ή μιας περιοχής με την χρήση συσκευών ανίχνευσης που δεν βρίσκονται σε επαφή με το αντικείμενο μελέτης. Πρακτικά στην τηλεπισκόπηση χρησιμοποιούνται καταγραφείς διαφόρων τεχνολογιών (δέκτες) μέσω των οποίων συλλέγεται και στην συνέχεια αναλύεται πληροφορία που αφορά αντικείμενα ή περιοχές. Με βάση τα παραπάνω, η τηλεπισκόπηση μπορεί να θεωρηθεί ότι καλύπτει τεράστιο εύρος εφαρμογών, τόσο στις γεωεπιστήμες που ο όρος είναι ευρύτερα γνωστός όσο και σε άλλες επιστήμες (αστροφυσική, αστρονομία, ιατρική, βιολογία, φυσική κ.α.). Από τις αεροφωτογραφίες, τους κατασκοπευτικούς και εμπορικούς δορυφόρους, μέχρι και τα τηλεσκόπια, τα ραντάρ, τα σόναρ, τους μαγνητικούς τομογράφους και τις ακτινογραφίες, οι μέθοδοι που ακολουθούνται απαρτίζουν την επιστήμη της Τηλεπισκόπησης (Τζώτσος Α. και Αργιαλάς Δ.). Ποιο συγκεκριμένα η τηλεπισκόπηση του περιβάλλοντος είναι η απόκτηση πληροφοριών για μια γήινη επιφάνεια με την από απόσταση μέτρηση και αποτύπωση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της γης και την ατμόσφαιρα. Οι φωτογραφίες αέρος, η λήψη δορυφορικών εικόνων και οι εικόνες από τα RADAR αποτελούν τις διάφορες μορφές καταγραφής δεδομένων από απόσταση. Ποιο διαδεδομένα είναι αυτά που προέρχονται από ανιχνευτές οι οποίοι φέρονται από δορυφόρους (δορυφορική τηλεπισκόπηση) (Καρτάλης και Φείδας 2006).

Ειδικότερα στις γεωεπιστήμες, ο όρος είναι πιο διαδεδομένος και οι εφαρμογές έχουν μεγαλύτερο εύρος από κάθε άλλο επιστημονικό κλάδο. Η Τηλεπισκόπηση ερευνά μέσω

παρατήρησης με μοναδικό τρόπο τα φυσικά φαινόμενα της γης όπως τον καιρό, την ατμόσφαιρα, τους ωκεανούς, τη βλάστηση, τη γεωλογία των εδαφών, το αστικό περιβάλλον, παράκτιο περιβάλλον, την γεωργία, τις φυσικές καταστροφές (πυρκαγιές, πλημύρες, σεισμούς, κατολισθήσεις, ξηρασία, καταιγίδες, ανεμοστρόβιλους, παγετώνες κλπ), τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο περιβάλλον, τη ρύπανση των πόλεων, την διάβρωση και άλλα πολλά φαινόμενα της φυσικής γήινης επιφάνειας. Το μοναδικό χαρακτηριστικό της Τηλεπισκόπησης να παρέχει πληροφορίες χωρίς την ανάγκη επιτόπιας επίσκεψης του επιστήμονα, χωρίς την παρέμβαση στην περιοχή μελέτης και με ιδιαίτερα χαμηλό κόστος, αποτελεί ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της έναντι άλλων μεθόδων συλλογής πληροφορίας (Α. Τζώτσος, Δ. Αργιαλάς).

Ιστορικά η τηλεπισκοπικές μέθοδοι έκαναν την εμφάνιση τους γύρω στα μέσα του 19ου αιώνα με σκοπό την παρατήρηση της φύσης και του εδάφους από ψηλά. Τα πρώτα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη του στόχου ήταν φωτογραφίες από αερόστατο. Στην συνέχεια με το πέρασμα των χρόνων και την εξέλιξη των πτητικών μηχανών είχαμε την χρήση αεροπλάνων και τεχνικών δορυφόρων. Στην σημερινή εποχή έχει δοθεί έμφαση στην χρήση δορυφορικών πλατφόρμων και αερομεταφερόμενων δεκτών είτε ψηφιακών είτε αναλογικών για την παρακολούθηση της γήινης επιφάνειας. Ειδικότερα με την έλευση της ψηφιακής εποχής και την ταυτόχρονη ανάπτυξη των επιστημών των ηλεκτρονικών υπολογιστών, τηλεπισκόπηση πέρασε σε μια καθαρά ψηφιακή εποχή και έγινε ένα από τα καλύτερα πεδία εφαρμογής των παραπάνω πιο θεωρητικών επιστημών (Α. Τζώτσος, Δ. Αργιαλάς). Στον 20ο αιώνα η δορυφορική τηλεπισκόπηση κάνει την εμφάνιση της στα μέσα του 1950 με την εκτόξευση δυο δορυφόρων αρχικά από την Ρωσία (SPUTNIC-1) και στην συνέχεια από την Αμερική (EXPLORE-1). Στην συνέχεια το 1972 η NASA σε συνεργασία με το Υπουργείο εσωτερικών των ΗΠΑ θέτουν σε εφαρμογή πρόγραμμα εκτόξευσης δορυφόρων με το όνομα ERTS όπου στα ελληνικά μεταφράζεται δορυφόροι για την καταγραφή των φυσικών διαθέσιμων της γης. Σκοπός των οποίων ήταν η ανά τακτά χρονικά διαστήματα καταγραφή των πλουτοπαραγωγικών πηγών της γης με παθητικούς δέκτες που θα λειτουργούσαν σε διακεκριμένα τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Μαζί με άλλους δυο δορυφόρους που εκτοξευτήκαν στα τέλη της δεκαετίας του '70 οι παραπάνω αποτελούν την πρώτη γενιά δορυφόρων. Έπειτα τους δορυφόρους δεύτερης γενιάς ανήκουν οι δορυφόροι που εκτοξεύτηκαν στις αρχές της δεκαετίας του '80 που μετονομάστηκαν Landsat, παράλληλα δορυφόροι με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως ο Γαλλικό SPOT (Satellite Probatoire pour l' Observation Terrestre), ο Ιαπωνέζικος MOS-1 (Marine Observation Satellite), ο Ινδικό IRS-1A (Indian Resource Satellite) και τέλος ο Ρώσικος SOJUZKARTA έρχονται να συμπληρώσουν τους δορυφόρους δεύτερης γενιάς (Dasodata.gr).

Οι αισθητήρες των δορυφορικών συστημάτων οι λεγόμενοι και ως δορυφορικοί αισθητήρες ανιχνεύουν και καταγράφουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που είτε ανακλάται είτε εκπέμπεται από την επιφάνεια σε διάφορες φασματικές περιοχές. Οι δορυφορικοί αισθητήρες χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες. Στην κατηγορία των ενεργητικών και σε αυτήν των παθητικών δορυφορικών αισθητήρων. Οι ενεργητικοί αισθητήρες όπως είναι τα radar έχουν την δικιά τους πηγή ακτινοβολίας, όπου και εκπέμπουν ακτινοβολία προς το υπό μελέτη αντικείμενο ή στην υπό μελέτη περιοχή. Στην συνέχεια η ακτινοβολία ανακλάται στον στόχο και επιστρέφει πίσω αλλοιωμένη στο σύστημα από όπου και

καταγράφεται. Από την άλλη η παθητικοί δορυφορικοί αισθητήρες είναι συστήματα ανίχνευσης και καταγραφής της εκπεμπόμενης ή ανακλώμενης ακτινοβολίας του υπό μελέτη στόχου. Η ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία που καταγράφεται από τα συστήματα ανίχνευσης δημιουργεί εικόνες πολυφασματικές λόγω του ότι η ενέργεια καταγράφεται σε πολλές περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Τα τηλεπισκοπικά δεδομένα αποτελούν διάφορες καταγραφές της φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας και του περιβάλλοντος όπως αυτά προκύπτουν σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή από τους αντίστοιχους δέκτες (Μιχαηλίδου 2011). Η επεξεργασία των ψηφιακών εικόνων αποσκοπεί στην λήψη πληροφοριών που περιέχονται σε αυτές και δεν είναι δυνατόν να αντληθούν με γυμνό μάτι. Το πλήθος των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτές είναι τεράστιο και εξαρτάται κυρίως από τις δυνατότητες που έχει η συσκευή ανίχνευσης. Η σωστή αξιοποίηση των τηλεσκοπικών δεδομένων προϋποθέτει την προ-επεξεργασία τους ώστε να απαλειφθούν μια σειρά από σφάλματα και αλλοιώσεις που εάν παραμείνουν θα υποβαθμίσουν την ποιότητα της τελικής πληροφορίας και θα οδηγήσουν σε εσφαλμένα ή αλλοιωμένα συμπεράσματα. Ως κύριος στόχος της επεξεργασίας είναι η ανάκτηση και ανάλυση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν με την χρησιμοποίηση αλγορίθμων επεξεργασίας μέσω υπολογιστικών συστημάτων. Οι διορθώσεις στην εικόνα που λαμβάνεται από τον ανιχνευτή μπορεί να είναι: Ραδιομετρική διόρθωση, γεωμετρική διόρθωση, ατμοσφαιρική διόρθωση. Η ραδιομετρική τιμή ενός εικονοστοιχείου (PIXEL) μιας εικόνας μπορεί να μεταβληθεί λόγω ποικίλων παραγόντων (σφάλμα στην απόκριση του ανιχνευτή, ηλεκτρονικός θόρυβος, μεταβολές στις συνθήκες φωτισμού κ.α.) και λόγω του ότι δεν είναι εύκολη η ποσοτικοποίηση αυτών για αυτό λαμβάνουν ραδιομετρικές διορθώσεις βασιζόμενες σε υποθέσεις και μοντέλα. Παράλληλα λόγω γεωμετρικών παραμορφώσεων υπεισέρχονται και γεωμετρικές διορθώσεις όπως την αναγωγή της καμπύλης γεωμετρίας της εικόνας σε επίπεδη γεωμετρία απαλείφοντας τα σφάλματα που προέρχονται από την επιφάνεια του γήινου ελλειψοειδούς αλλά και τις κίνησης της γης και του δορυφόρου που φέρει τον ανιχνευτή. Επίσης γεωμετρικές διορθώσεις επιβάλλονται για να διορθώσουν σφάλματα που οφείλονται στο έντονο ανάγλυφο της περιοχής. Τέλος, η διεξαγωγή των απαραίτητων ατμοσφαιρικών διορθώσεων όπου αφορούν στην απαλοιφή των σφαλμάτων από την επίδραση των συστατικών της ατμόσφαιράς (νερό, αερολύματα κ.α.) στην εξερχόμενη στο διάστημα της ανακλώμενης από την γήινη επιφάνεια ηλιακής ακτινοβολίας.

Σήμερα μια πληθώρα δορυφόρων βρίσκονται σε λειτουργία εξασφαλίζοντας δεδομένα για μια σειρά από εφαρμογές που αφορούν το περιβάλλον και το κλίμα. Τα τελευταία έτη έχει επικρατήσει η ανάγκη για την κατασκευή μικρών δορυφόρων με το επιχείρημα του μικρού οικονομικού κόστους και της χρήσης τους σε συγκεκριμένες ως επί το πλείστον εφαρμογές που ενδιαφέρουν την επιστημονική κοινότητα. Έτσι λοιπόν υπάρχουν δυο κατηγορίες δορυφόρων που κατασκευάζονται οι μεγάλοι και οι μικροί δορυφόροι. Στην συνέχεια παρουσιάζεται πίνακας με την ταξινόμηση των δορυφόρων με βάση την μάζα του ωφέλιμου φορτίου που μπορούν να φέρουν.

Πίνακας 1: Ταξινόμηση δορυφόρων με βάση τη μάζα του ωφέλιμου φορτίου (Καρτάλης και Φείδας 2006)

	Μάζα (συμπεριλαμβανομένου του καυσίμου) Kg
Μεγάλοι δορυφόροι	>1000 kg
Μεσαίου μεγέθους δορυφόροι	500-1000 kg
Μίνι δορυφόροι	100-500 kg
Μίκρο δορυφόροι	10-100 kg
Νάνο δορυφόροι	1-10 kg
Πίκο δορυφόροι	0.1-1 kg
Femto δορυφόροι	<100 gr

Από τα στοιχεία του (πίνακα 1) ως μικροί δορυφόροι χαρακτηρίζονται οι δορυφόροι που η μάζα τους συμπεριλαμβανομένου του καυσίμου τους δεν ξεπερνάει τον μισό τόνο. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ολοένα και περισσότερη ζήτηση δορυφόρων πολύ μικρού φορτίου όπως για παράδειγμα είναι οι Micro, οι Nano και οι Pico δορυφόροι με σκοπό στην λειτουργία τους σε ποικίλες εφαρμογές όπως στην Μετεωρολογία, πρόγνωση πλημμύρων, ανίχνευση και παρακολούθηση της ρύπανσης, στην προστασία του περιβάλλοντος κ.α. και από συγκεκριμένες κατηγορίες χρηστών.

Από την εμπειρία που υπάρχει αξίζει να αναφερθούν ορισμένα είδη δορυφορικών συστημάτων που έχουν χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στην μελέτη του χερσαίου υδάτινου και ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος.

Δορυφόροι LANDSAT

Στις αρχές της δεκαετίας του '70 και συγκεκριμένα το 1972 η NASA εκτόξευσε τον πρώτο δορυφόρο ονόματι ERST 1 (Earth Resource Technology Satellite) της σειράς Landsat 1. Σκοπός των δορυφόρων της σειράς αυτής ήταν η απόκτηση πληροφοριών για τις πλουτοπαραγωγικές πηγές της γης σε τομείς όπως της γεωλογίας, μετρήσεις βιομάζας, χαρτογράφηση των δασών, των χρήσεων γης, των περιβαλλοντικών αλλαγών και των παράκτιων ζωνών κ.α. Στην συνέχεια το 1975 λαμβάνει χώρα η εκτόξευση ενός δεύτερου δορυφόρου πάλι της ίδιας σειράς ο Landsat 2 και το 1978 η εκτοξεύεται ο τρίτος σε σειρά δορυφόρος με όνομα Landsat 3, έτσι ολοκληρώνεται η πρώτη γενιά δορυφόρων. Τα χαρακτηριστικά των οποίων είναι πανομοιότυπα μεταξύ τους όπως φαίνεται στην συνέχεια

- Ηλιοσύγχρονη πολική τροχιά από τον ισημερινό κλίσης 99ο
- Ύψος πτήσης 920 Km
- Χρόνος περιστροφής 103 min που ερμηνεύεται σε 14 περιστροφές την ημέρα
- Η διεύθυνση σάρωσης της γης γινόταν από τον Βορρά προς τον Νότο (82° Βορράς & 83° Νότος) εκτός από τους πόλους σε 18 ημέρες.
- Δυο διαδοχικά περάσματα της ίδιας ημέρας απέχουν μεταξύ τους 2875 Km στον Ισημερινό λόγω της περιστροφής της γης. Ενώ στα 150 με 159 Km δυτικότερα ο δορυφόρος περνάει την δεύτερη ημέρα σε σχέση με το πέρασμα της πρώτης ημέρας.

Ο βασικός αισθητήρας της πρώτης γενιάς δορυφόρων ήταν πολυφασματικός και είχε την δυνατότητα καταγραφής δεδομένων σε 4 διαφορετικά φασματικά κανάλια δυο στην περιοχή του ορατού και δυο στην περιοχή του εγγύς υπερύθρου. Σύμφωνα με βιβλιογραφικά στοιχεία ο MSS (Multispectral Scanner Subsystem) όπως ονομάστηκε αισθητήρας της πρώτης γενιάς δορυφόρων είχε χωρική διακριτική ικανότητα 79m x 79m και η ραδιομετρική ανάλυση των τελικών εικόνων του ήταν 6 bits. Επιπλέον χαρακτηριστικό στοιχείο αυτών ήταν κάμερες τύπου RVB (Return Beam Vidicon Cameras) οι οποίες λάμβαναν δεδομένα σε διαφορετικές περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και συγκεκριμένα στα 0.48 έως και 0.83 μm ενώ η τελική εικόνα είχε διαστάσεις 185Km x 185Km (Καρτάλης και Φείδας 2006).

Στην συνέχεια στις αρχές της δεκαετίας του '80 και συγκεκριμένα τον Ιούλιο 1982 και τον Μάρτιο 1984 εκτοξεύτηκαν δυο ακόμα δορυφόροι συνέχεια των αρχικών με βελτιωμένα χαρακτηριστικά σε σχέση με αυτών τις πρώτης γενιάς. Ο Landsat 4 και ο Landsat 5 αποτελούν τους δορυφόρους δεύτερης γενιάς. Οι αισθητήρες της γενιάς αυτής σε σχέση με τους δορυφόρους της πρώτης γενιάς παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές, έχοντας περισσότερα πλεονεκτήματα. Ορισμένα παρουσιάζονται στην συνέχεια

- Ο θεματικός χαρτογράφος TM (Thematic Mapper) είναι πολυφασματικός σαρωτής που στελεχώνει τους δορυφόρους δεύτερης γενιάς, προσδίδοντας καλύτερη φασματική διακριτική ικανότητα σε σχέση με τους αισθητήρες MSS.
- Έχοντας 7 διαφορετικά φασματικά κανάλια έναντι των 4 των MSS.
- Χαρακτηριστική διαφορά αποτελούν οι 16 ανιχνευτές για κάθε φασματικό κανάλι έναντι των 6 ανιχνευτών που χρησιμοποιούνται ανά κανάλι.
- Η ραδιομετρική διακριτική ικανότητα των τελικών εικόνων του θεματικού χαρτογράφου είναι στα 8 bits έναντι των 6 bits του MSS.

Τέλος την δεύτερη γενιά δορυφόρων Landsat έρχεται να κλείσουν άλλοι δυο δορυφόροι που εκτοξεύτηκαν την δεκαετία του '90 ο Landsat 6 και Landsat 7. Από τους δυο αυτούς δορυφόρους ο Landsat 7 συνέχισε να δίνει δεδομένα μιας και προκάτοχος του λόγω τεχνικών προβλημάτων δεν λειτούργησε ποτέ. Βασικό χαρακτηριστικό σημείο του τελευταίου είναι ο πολυφασματικός του αισθητήρας ETM+ όπως ονομάστηκε και αποτελεί βελτιωμένη «έκδοση» του TM που φέρει ο Landsat 5. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία των τροχιών των δορυφόρων που αναφέρθηκαν παραπάνω σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές

Πίνακας 2: Τροχιές δορυφόρων Landsat (Μερίκας 1999)

Σύστημα	Δορυφόροι πρώτης γενιάς (Landsat 1,2,3)	Δορυφόροι δεύτερης γενιάς (Landsat 4,5,7)
Ύψος πτήσης	920 Km	705
Τροχιές ανά Ημέρας	14	14.5
Αριθμός τροχιών για την ολική κάλυψη της γης	251	233
Πλευρική επικάλυψη στον ισημερινό	14%	7,6%

Λειτουργία	1972-1984	1982
------------	-----------	------

Δορυφορικό σύστημα IKONOS

Το πρώτο εμπορικό δορυφορικό σύστημα ικανό να συλλέξει παγχρωματικές εικόνες χωρικής ανάλυσης 0.82 m και πολυφασματικές με χωρική ανάλυση 0.32 m. Το IKONOS 2 (εικόνα 1) τέθηκε σε λειτουργία στις αρχές του 2000 από την Space Imaging Inc. Οι εικόνες από τους παγχρωματικούς και πολυφασματικούς αισθητήρες μπορούν να συγχωνευτούν και να δημιουργήσουν έγχρωμες εικόνες ανάλυσης 0.8 m (Pan-sharpened). Οι εικόνες που προσφέρει το δορυφορικό σύστημα IKONOS χρησιμοποιούνται για θέματα εθνικής ασφάλειας, για στρατιωτική χαρτογράφηση, για εναέριες και θαλάσσιες μεταφορές αλλά και θέματα τοπικού και περιφερειακού χαρακτήρα όπως είναι διάφορες πολεοδομικές εφαρμογές, αστική εξάπλωση καταγραφή χρήσεων-καλύψεων γης σε μεγάλες κλίμακες, καταγραφές διαφόρων δικτύων κ.ά.



Εικόνα 1: Δορυφορικό σύστημα IKONOS (πηγή: <http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/geoeye-2/>)

Τεχνικά χαρακτηριστικά δορυφορικού συστήματος IKONOS (πίνακας 3)

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικές ιδιότητες δορυφόρου IKONOS (Πηγή: Περάκης, Μωυσιάδης, Φαρασλής 2016)

Σύστημα	IKONOS
Μέγεθος σκάφους	1,83 x 1.57 m (σχήμα εξαγωνικού πρίσματος)
Χωρική ανάλυση	Παγχρωματικό: 0,82 m Πολυφασματικό: 3,2m
Ύψος πτήσης	681-709 Km
Ακρίβεια θέσης	9-15m
Τροχιές ανά Ημέρας	14.7
Επαναληψιμότητα	1-3 days
Εύρος κάλυψης τροχιάς	11,3 Km
Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα	11 bits
Επιφάνεια καταγραφής	240.000 Km ² /day
Λειτουργία	7-12 years

Δορυφορικό σύστημα SPOT

Το δορυφορικό σύστημα SPOT λειτουργεί υπό την αιγίδα του Γαλλικού οργανισμού CNES. Η εκτόξευση του πρώτου δορυφόρου λαμβάνει χώρα το 1986 όπου και τίθεται σε λειτουργία ο δορυφόρος SPOT 1 ο οποίος και θα δώσει τις πρώτες δορυφορικές εικόνες του δύο μήνες αργότερα. Ο δεύτερος κατά σειρά δορυφόρος SPOT 2 εκτοξεύεται το 1990 έχοντας παρόμοια τεχνικά χαρακτηριστικά με τον πρώτο (SPOT 1). Και ο SPOT 3 ο οποίος τέθηκε σε τροχιά το 1993 αλλά λόγω τεχνικών προβλημάτων το 1996 σταμάτησε να λειτουργεί. Έχουν ηλιοσύγχρονη τροχιά με γωνία κλίσης 98.7° με τον Ισημερινό και υψομετρική απόσταση 822 Km. Έχουν την δυνατότητα σαρώνουν ολόκληρη την γη και να περνάνε πάνω από το ίδιο σημείο την ίδια ώρα κάθε 26 ημέρες.

Φέρουν δυο πανομοιότυπους σαρωτές τύπου HRV όπου και έχουν την δυνατότητα λειτουργίας ως πολυφασματικοί (XS) όσο και ως παγχρωματικοί αισθητήρες (PN). Ως πολυφασματικοί αισθητήρες οι δορυφόροι SPOT 1 2 3 καταγράφουν σε τρεις πολυφασματικές περιοχές με χωρική διακριτική ικανότητα 20m και με ραδιομετρική διακριτική ικανότητα 8 bits. Οι τρεις φασματικές περιοχές διακρίνονται στο πράσινο με μήκος κύματος 0.50-0.59 μm στο κόκκινο που είναι η 2η φασματική περιοχή με μήκος κύματος 0.61-0.68 μm και τέλος στο κοντινό υπέρυθρο με μήκος κύματος 0.79-0.89 μm . Αντιθέτως ως παγχρωματικοί αισθητήρες οι προαναφερθέντες δορυφόροι καταγράφουν σε μια μόνο φασματική περιοχή στην παγχρωματική φασματική περιοχή με μήκος κύματος 0.51-0.73 μm και με χωρική διακριτική ικανότητα 10 m.

Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα ο Γαλλικός οργανισμός εκτοξεύει άλλους δυο δορυφόρους ονόματι SPOT 4 και SPOT 5 που εκτοξεύτηκαν το 1998 και το 2002 αντίστοιχα. Χαρακτηρίζονται από βελτιωμένα τεχνικά χαρακτηριστικά και με μεγαλύτερο προσδοκώμενο όριο λειτουργίας. Βασικές ομοιότητες και διαφορές που διακρίνονται ανάμεσα στους SPOT 4-5 με τους SPOT 1-2-3 παρουσιάζονται στον (πίνακα 4). Ενώ στον (πίνακα 5) γίνεται περιγραφή των χαρακτηριστικών των οργάνων υψηλής ανάλυσης και των στερεοσκοπικών που φέρουν οι δορυφόροι SPOT 1-5.

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά δορυφόρων SPOT 1-5(Πηγή: Περάκης Κωνσταντίνος Μωυσιάδης Αθανάσιος Φαρασλής Ιωάννης 2016, Καρτάλης Κωνσταντίνος Φειδάς Χαράλαμπος 2006)

	SPOT 5	SPOT 4	SPOT 1-2-3
Πλατφόρμα εκτόξευσης	Ariane 4	Ariane 4	Ariane 2/3
Προγραμματισμένη διάρκεια ζωής	5 χρόνια	5 χρόνια	3 χρόνια
Τύπος τροχιάς	Ηλιοσύγχρονη	Ηλιοσύγχρονη	Ηλιοσύγχρονη
Υψομετρική απόσταση	822 Km	822 Km	822 Km
Γωνία Κλίσης	$98,7^\circ$	$98,7^\circ$	$98,7^\circ$
Ταχύτητα	7.4 km/sec	7.4 km/sec	7.4 km/sec
Ρυθμιστής ύψους	Earth-pointing και ελεγχόμενη εκτροπή άξονα	Earth-pointing και ελεγχόμενη εκτροπή άξονα	Earth-pointing
Κύκλος τροχιάς	26 ημέρες	26 ημέρες	26 ημέρες
Περίοδος τροχιάς	101.4 λεπτά	101.4 λεπτά	101.4 λεπτά

Συνολική μάζα	3000kg	2760 kg	1800 kg
Διαστάσεις	3.1x3.1x5.7 m	2x2x5.6 m	2x2x4.5 m
Ισχύς	2400 W	2100 W	1100 W

Πίνακας 5: Όργανα υψηλής ανάλυσης δορυφόρων SPOT 1-5(Πηγή: Περάκης Κωνσταντίνος Μωυσιάδης Αθανάσιος Φαρασλής Ιωάννης 2016, Καρτάλης Κωνσταντίνος Φειδάς Χαράλαμπος 2006)

	SPOT 5	SPOT 4	SPOT 1-3
Τύπος σαρωτή	HRG 1 & 2	HRVIR 1 & 2	HRV 1 & 2
Φασματικές περιοχές και η διακριτική ικανότητα	3 ζώνες στην πολυφασματική λειτουργία (10 m) & 1 παγχρωματική λειτουργία (5 m) & 1 μέσο υπέρυθρο (20 m)	3 ζώνες στην πολυφασματική λειτουργία (20 m) & 1 παγχρωματική λειτουργία (10 m) & 1 μέσο υπέρυθρο (20 m)	3 ζώνες στην πολυφασματική λειτουργία (20 m) & 1 ζώνη στην παγχρωματική (20 m)
Φασματικό εύρος	P: 0,48-0.71 μm B1 (πράσινο): 0.50-0.59 μm B2 (κόκκινο): 0.61 –0.68 μm B3 (εγγύς υπέρυθρο): 0.78-0.89 μm B4 (μέσο υπέρυθρο): 1.58 –1.75 μm	P: 0.51-0.73 μm B1 (πράσινο): 0.50-0.59 μm B2 (κόκκινο): 0.61 –0.68 μm B3 (κοντινό υπέρυθρο): 0.79 –0.89 μm B4 (μέσο υπέρυθρο): 1.58 –1.75 μ	P: 0.51-0.73 μm B1 (πράσινο): 0.50-0.59 μm B2 (κόκκινο): 0.61-0.68 μm B3(κοντινό υπέρυθρο): 0.78 –0.89 μm
Εύρος σάρωσης	60 km x 60 km	60 km x 60 km	60 km x 60 km
Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα	8 bits	8 bits	8 bits

Στον δορυφόρο SPOT 5 εκτός από τους δυο σαρωτές υψηλής ανάλυσης (HRG 1 & HRG 2) έχουν προστεθεί δυο ακόμα σαρωτές που έχουν την δυνατότητα λήψης εικόνων ταυτοχρόνως. Ο ένας σαρωτής σαρώνει την περιοχή μπροστά από τον δορυφόρο με γωνία 20ο παράλληλα ο άλλος σαρώνει την περιοχή πίσω από αυτόν με την ίδια γωνία αλλά με χρονική διαφορά 1.5 min. Στον ακόλουθο (πίνακα 6) παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του στερεοσκοπικού ανιχνευτή του δορυφόρου SPOT 5. Βασικό χαρακτηριστική δυνατότητα των δορυφόρων SPOT είναι η σάρωση μιας περιοχής υπό γωνία που μπορεί να φτάσει έως και 27° σε σχέση με την κατακόρυφο, με βήμα 0.6ο. Η κλίση του κατόπτρου του δορυφόρου ελέγχεται από το κέντρο ελέγχου του εδάφους. Κατά την διάρκεια ενός πλήρους κύκλου (26 ημέρες) η δυνατότητα σάρωσης υπό γωνία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση της συχνότητας σάρωσης της ίδιας περιοχής (Καρτάλης-Φειδάς 2006).

Πίνακας 6: Τεχνικά χαρακτηριστικά HRS & HRG του δορυφόρου SPOT 5(Πηγή: Περάκης Κωνσταντίνος Μωυσιάδης Αθανάσιος Φαρασλής Ιωάννης 2016, Καρτάλης Κωνσταντίνος Φειδάς Χαράλαμπος 2006)

	SPOT 5 HRG (High Geometric Resolution)	SPOT 5 HRS (High Stereoscopic Resolution)
Φασματικές περιοχές και διακριτική ικανότητα (μm)	3ζώνες στην πολυφασματική λειτουργία (10 m) & 1 παγχρωματική λειτουργία (5 m) & 1 μέσο υπέρυθρο (20 m)	1 ζώνη στην παγχρωματική λειτουργία με διακριτική χωρική ικανότητα 5 x 10 m & 3 ζώνες στην πολυφασματική λειτουργία με χωρική διακριτική ικανότητα 1km & 1 ζώνη στο μέσο υπέρυθρο με χωρική διακριτική ικανότητα 2 km.
Φασματικό εύρος	P: 0,48-0.71 μm B1 (πράσινο): 0.50-0.59 μm B2 (κόκκινο): 0.61 –0.68 μm B3 (κοντινό υπέρυθρο): 0.78-0.89 μm B4 (μέσο υπέρυθρο): 1.58 – 1.75 μm	P: 0,49-0.69 μm B0 (μπλε): 0.45-0.52 μm B2 (κόκκινο): 0.61 –0.68 μm B3 (κοντινό υπέρυθρο): 0.78-0.89 μm B4 (μέσο υπέρυθρο): 1.58 – 1.75 μm
Εύρος κάλυψης	60 x 60 km	600 x 120 km
Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα	8 bits	8 bits

Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες ο Γαλλικός οργανισμός εκτόξευσε άλλους δυο δορυφόρους τον SPOT 6(2012) και τον SPOT 7 (2014). Σκοπός τους η παροχή δορυφορικών εικόνων υψηλής ποιότητας και χωρικής διακριτικής ανάλυσης. Κάνοντας σύγκριση των τεχνικών χαρακτηριστικών των δυο πρόσφατων δορυφόρων με τους δορυφόρους SPOT 4-5 μπορεί να εξαχθεί πως υπάρχει αρκετά μεγάλη βελτίωση στην χωρική διακριτική ικανότητα μεγαλύτερη και από την προσδοκώμενη. Αποτέλεσμα αυτού είναι η υψηλή ακρίβεια που παρουσιάζεται στην σάρωση μιας περιοχής. Οι δορυφορικές εικόνες που προκύπτουν λόγω της υψηλούς ακρίβειας αποτελούν χρήσιμες σε ποικίλες εφαρμογές διαφόρων τομέων επίσης είναι εύκολα επεξεργάσιμες μέσω των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών GIS.

Ορισμένα χαρακτηριστικά των οργάνων υψηλής ανάλυσης των αισθητήρων που φέρουν οι SPOT 6 και SPOT 7 παρουσιάζονται στον επόμενο (πίνακα 7)

Πίνακας 7: Όργανα υψηλής ανάλυσης δορυφόρων SPOT 6-7(Πηγή: Περάκης Κωνσταντίνος Μωυσιάδης Αθανάσιος Φαρασλής Ιωάννης 2016)

SPOT 6 & 7	
Φασματικές περιοχές και η διακριτική ικανότητα	4 ζώνες στην πολυφασματική λειτουργία & 1 παγχρωματική λειτουργία (1.5 m)
Φασματικό εύρος	P: 450-745 nm B1 (Blue): 450-525 nm B2 (Green): 530 –590 nm B3 (Red): 625-695 nm B4 (κοντινό υπέρυθρο): 760 –890 nm
Εύρος σάρωσης	60 km x 60 km
Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα	8 bits

Δορυφορικό σύστημα Quickbird

Ο δορυφόρος Quickbird τέθηκε σε τροχιά τον Δεκέμβριο του 2001. Η τροχιά του είναι ηλιοσύγχρονη πολική σε ύψος 450 km από την επιφάνεια της γης και τέμνει τον ισημερινό με γωνία 97.2°. Η ταχύτητα του δορυφόρου είναι στα 25560 km/hr και διαγράφει μια πλήρης τροχιά κάθε 94 min. Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα λήψης στερεοζευγών κατά μήκος της τροχιάς του δορυφόρου.

Ο δορυφόρος Quickbird φέρει δυο καταγραφείς, έναν παγχρωματικό και έναν πολυφασματικό. Τα χαρακτηριστικά των οποίων παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα

Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά καναλιών του Quickbird (Πηγή: Καρτάλης και Φειδάς)

Κανάλι	Φασματική περιοχή	Μήκη Κύματος (μm)	Χωρική διακριτική ικανότητα (m)
Pan	Παγχρωματικό	0.45-0.90	0.6
1	Μπλε	0.45-0.52	2.8
2	Πράσινο	0.52-0.60	2.8
3	Κόκκινο	0.63-0.69	2.8
4	Εγγύς Υπέρυθρο	0.76-0.90	2.8

Τέλος πρόκειται για ένα δορυφορικό σύστημα με υψηλή χωρική και ραδιομετρική ικανότητα των 11 bits. Ο συνδυασμός αυτών των δυο, δίνουν μια νέα και διάσταση στην ανάλυση και την ακρίβεια που απαιτείται από ποικίλες εφαρμογές.

Δορυφορικό σύστημα Sentinel 1

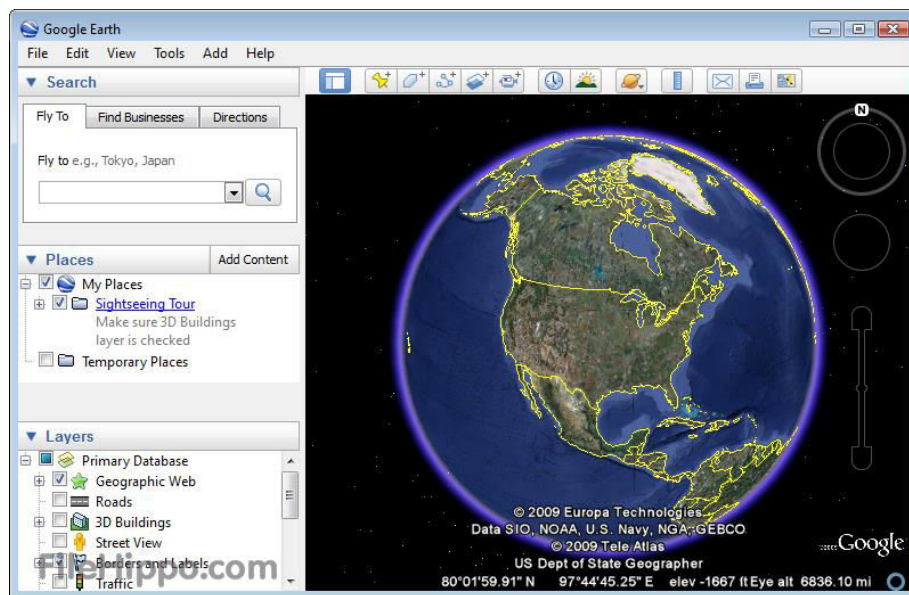
Το δορυφορικό σύστημα Sentinel 1 αποτελείται από δυο δίδυμους δορυφόρους ενεργητικής τηλεπισκόπησης που αναπτύχθηκαν από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος στα πλαίσια της παγκόσμιας παρακολούθησης περιβάλλοντος και ασφάλειας (Copernicus).

Οι δορυφόροι Sentinel 1 και Sentinel 2 που εκτοξευτήκαν το 2014 ο πρώτος και το 2016 ο δεύτερος, θα παρέχουν ένα μοναδικό σύνολο παρατηρήσεων λόγω της ικανότητας τους να αποκαλύπτουν ακόμα και μικρές παραμορφώσεις στην επιφάνεια της γης. Χαρακτηριστικό επίσης σημείο αποτελεί το γεγονός πως το δορυφορικό σύστημα Sentinel 1 φέρει ένα προηγμένης τεχνολογίας όργανο Radar ακτινοβολίας καναλιού C όπου εξυπηρετεί την λήψη δορυφορικών εικόνων της επιφάνειας τη Γης ημέρα και νύχτα ανεξαρτήτου καιρού.

Το προϊόντα των δορυφόρων Sentinel 1 αναμένεται να χρησιμοποιηθούν σε πλήθος εφαρμογών όπως στην παρακολούθηση της γήινης επιφάνειας, των δασικών εκτάσεων, των υδάτων, τις γεωργίας. Επίσης, στην παρακολούθηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, στην χαρτογράφηση πετρελαιοκηλίδων και γενικότερα στην παρακολούθηση της κλιματικής αλλαγής.

2.2.1 Φορείς παροχής δορυφορικών εικόνων

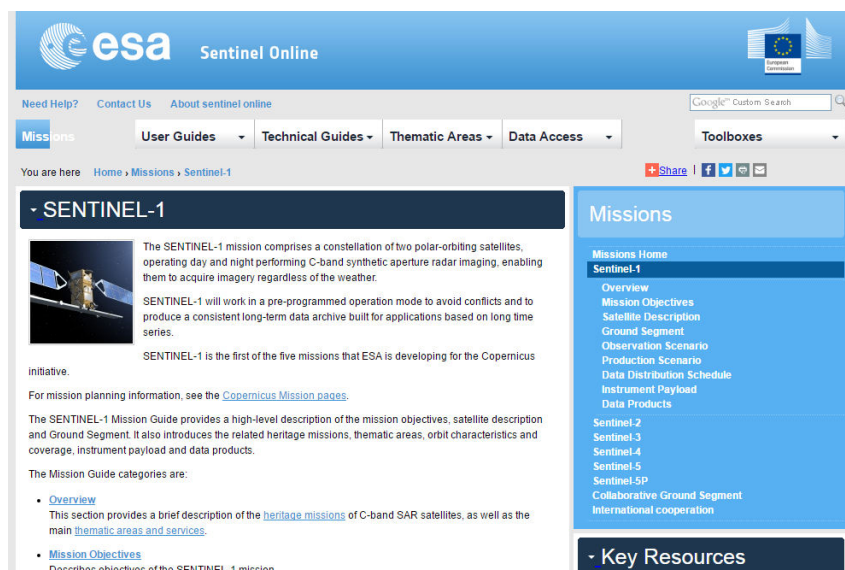
Στην ενότητα αυτή πρόκειται να γίνει αναφορά σε περιπτώσεις διαχρονικών μεταβολών της ακτογραμμής και η παρακολούθηση της με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Οι δορυφορικές εικόνες άλλοτε παρέχονται δωρεάν χωρίς να καταβληθεί κάποιο χρηματικό ποσό και άλλοτε με την καταβολή χρηματικού ποσού. Στην περίπτωση του Google earth που γίνεται αναφορά στην συνέχεια, η παροχή δορυφορικών εικόνων είναι δωρεάν. Ποιο συγκεκριμένα είναι ένα εργαλείο μελέτης όπου κανείς μπορεί να το χρησιμοποιήσει κατεβάζοντας το δωρεάν στον ηλεκτρονικό του υπολογιστή. Το Google earth είναι πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της γής και το οποίο είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο. Πριν το 2004 το πρόγραμμα είχε την ονομασία Earth Viewer 3D, όνομα που δόθηκε από την κατασκευάστρια εταιρία του Keyhole Inc. Μετά το 2004 η google εξαγόρασε την εταιρία και μετονόμασε το πρόγραμμα Google Earth (εικόνα 2) όπως κυκλοφορεί και σήμερα.



Εικόνα 2: Αρχική σελίδα της εφαρμογής Google Earth (Πηγή: http://filehippo.com/download_google_earth/)

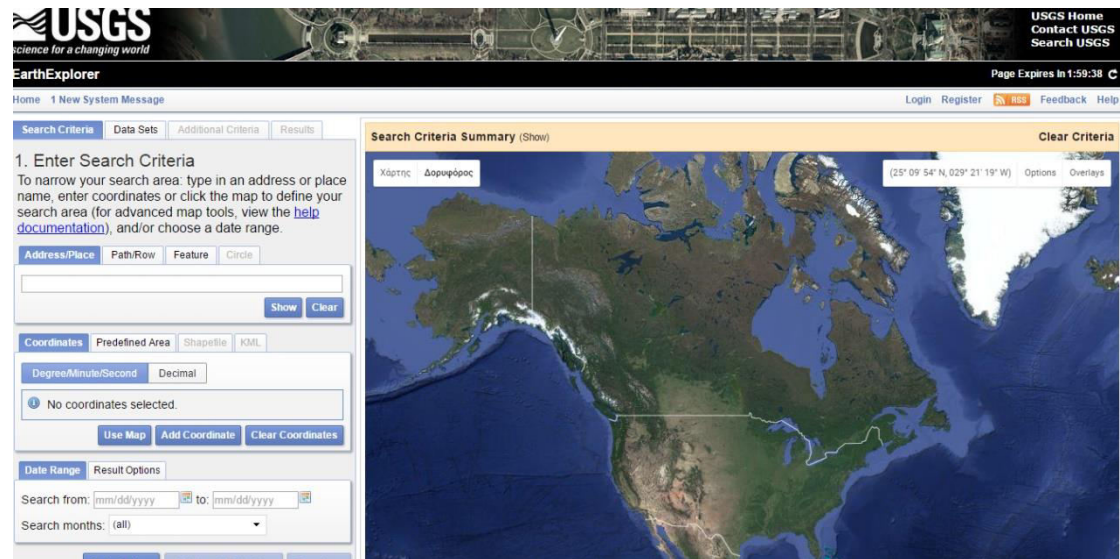
Το κόστος αγοράς δορυφορικών εικόνων εξαρτάται άμεσα από την γεωμετρική διακριτική ικανότητα (χωρική ανάλυση). Όσο μεγαλύτερη γεωμετρική διακριτική ανάλυση έχει η δορυφορική εικόνα τόσο υψηλότερο κόστος έχει σε σχέση με δορυφορικές εικόνες χαμηλής χωρικής ανάλυσης όπου το κόστος δύναται να είναι μηδενικό. Με τον όρο γεωμετρική διακριτική ικανότητα (χωρική ανάλυση) νοείται η ελάχιστη επιφάνεια εδάφους που δύναται να αποτυπωθεί. Στις ψηφιακές απεικονίσεις αυτό ορίζεται σαν μέγεθος εικονοστοιχείου στο έδαφος και μετριέται σε μέτρα(m).(Τζώτσος Α.,Αργιαλάς Δ.).

Ένας φορέας παροχής δορυφορικών εικόνων είναι ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος (ΕΟΔ) (εικόνα 3). Δια μέσου του οποίου είναι δυνατή η λήψη δορυφορικών εικόνων Sentinel 1. Η γεωμετρική διακριτική ικανότητα των εικόνων ανέρχεται στα 10m.



Εικόνα 3: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος φορέας παροχής δορυφορικών εικόνων Sentinel 1(Πηγή: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1>)

Στην συνέχεια, ένας ακόμη φορέας παροχής δορυφορικών εικόνων είναι ο αμερικάνικος φορέας παροχής USGS (εικόνα 4) μέσω του οποίου είναι δυνατή η λήψη δορυφορικών εικόνων Landsat 8. Η γεωμετρική διακριτική ικανότητα των δορυφορικών εικόνων Landsat ανέρχεται στα 30m.



Εικόνα 4: Αμερικάνικος φορέας παροχής δορυφορικών εικόνων Landsat (Πηγή: <http://earthexplorer.usgs.gov/>)

2.2.2 Εφαρμογές στο παράκτιο περιβάλλον

Στην ενότητα αυτή πρόκειται να γίνει αναφορά σε διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα που έλαβαν χώρα διαχρονικά στην παράκτια ζώνη και για την παρακολούθηση τους έγινε χρήση της μεθόδου της δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Η ρύπανση του παράκτιου και θαλάσσιου οικοσυστήματος και των υπογείων υδάτων από πετρελαιοκηλίδες αποτελεί ένα από τα κυριότερα περιβαλλοντικά ζητήματα υποβάθμισης αυτού.

Στην προκειμένη περίπτωση η μελέτη εστιάζεται στην παράκτια περιοχή της Ras Ghareb (εικόνα 5) που βρίσκεται στην πόλη Pas Ghareb στην βορειοανατολική έρημο της Αιγύπτου, στην δυτική ακτή του κόλπου του Suez όπου σύμφωνα με την απογραφή του 2006 αριθμεί 32.369 κατοίκους.



Εικόνα 5: Δορυφορική εικόνα της περιοχή μελέτης Ras Ghareb (Πηγή: M.N. Hegazy, H.A. Effat)

Η κύρια ασχολία των κατοίκων της πόλης Pas Ghareb είναι η εξερεύνηση, η παραγωγή και η εξαγωγή πετρελαίου. Με την δραστηριοποίηση στον τομέα αυτόν δημιουργήθηκε μια περιβαλλοντική απειλή ρύπανσης του εδάφους, των υπογείων υδάτων και του παράκτιου οικοσυστήματος. Κατά την διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που πάρθηκαν από μετρήσεις που διεξήχθησαν στην περιοχή παρουσία ομάδας μηχανικών και δεδομένα που πάρθηκαν από την χρήση μεθόδων γεωπληροφορικής (δορυφορικής τηλεπισκόπησης και GIS).

Δορυφορικές εικόνες υψηλής χωρικής και φασματικής ανάλυσης επεξεργάστηκαν και ερμηνεύτηκαν κατάλληλα για τη παραγωγή χαρτών αναφοράς για το φυσικό περιβάλλον της περιοχής μελέτης. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκαν δύο εικόνες Landsat του 1984 και του 2000, προκειμένου να γίνει ανίχνευση των περιβαλλοντικών αλλαγών που συνέβησαν στη περιοχή μελέτης σε χρονικό διάστημα 16 ετών. Τα δορυφορικά δεδομένα που ελήφθησαν διορθώθηκαν γεωμετρικά και ραδιομετρικά πριν από την επεξεργασία της εικόνας. Η τεχνική επεξεργασίας εφαρμόστηκε σε ψευδοχρωματική σύνθεση των φασματικών

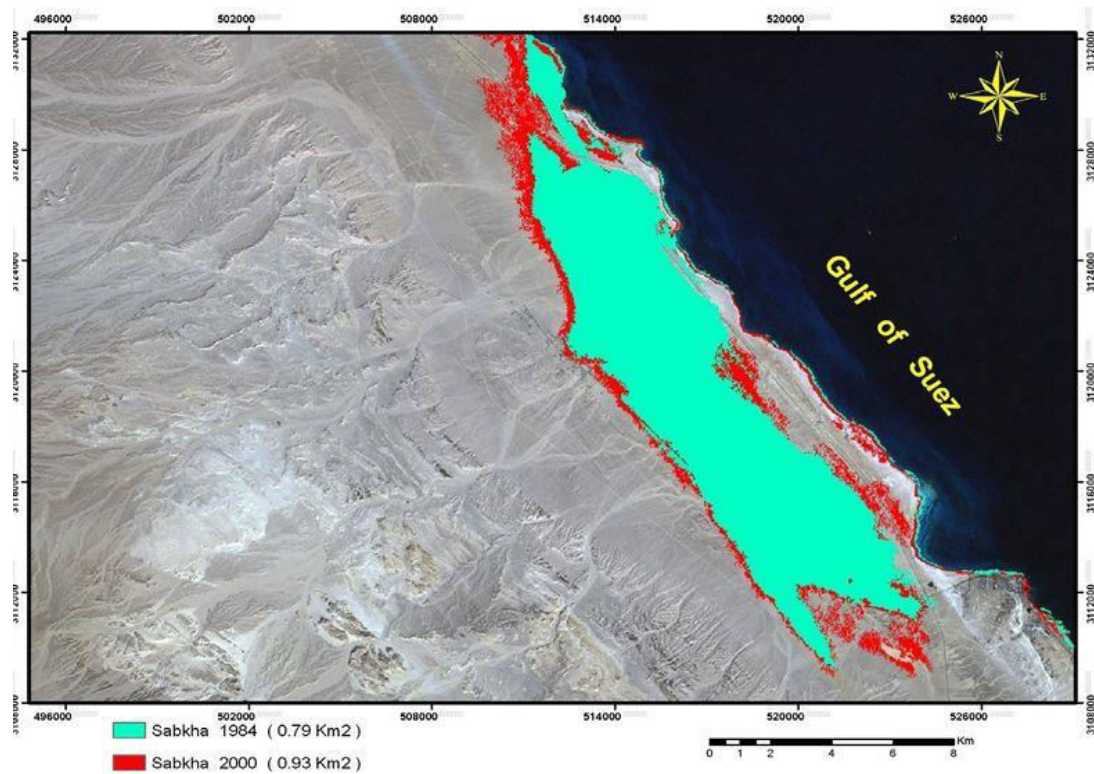
καναλιών 2, 4, 7. Τα δεδομένα των δύο εικόνων γεωαναφέρθηκαν και αναδιατυπώθηκαν σε περιβάλλον GIS. Τα SRTM (δεδομένα τροποποιημένου συστήματος ραντάρ) δημιούργησαν μια πιο ολοκληρωμένη, υψηλής ανάλυσης ψηφιακή τοπογραφική βάση δεδομένων της επιφάνειας της γης. Τα ανεπεξέργαστα δεδομένα SRTM που κάλυπταν τη περιοχή μελέτης διορθώθηκαν και επεξεργάστηκαν για τη δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DEM), το οποίο είναι χρήσιμο για τη μελέτη των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών.

Στην συνέχεια στην περιοχή μελέτης έλαβε χώρα γεωφυσική έρευνα με στόχο την διερεύνηση της υπόγειας γεωλογίας και τον καθορισμό του πάχους των λιθολογικών στρωμάτων. Περιελάμβανε την χρήση ηλεκτρικής διερεύνησης των γεωλογικών και υδρολογικών χαρακτηριστικών των στρωμάτων της περιοχής. Η ηλεκτρική διερεύνηση εφαρμόστηκε χρησιμοποιώντας την μέθοδο Schlumberger.

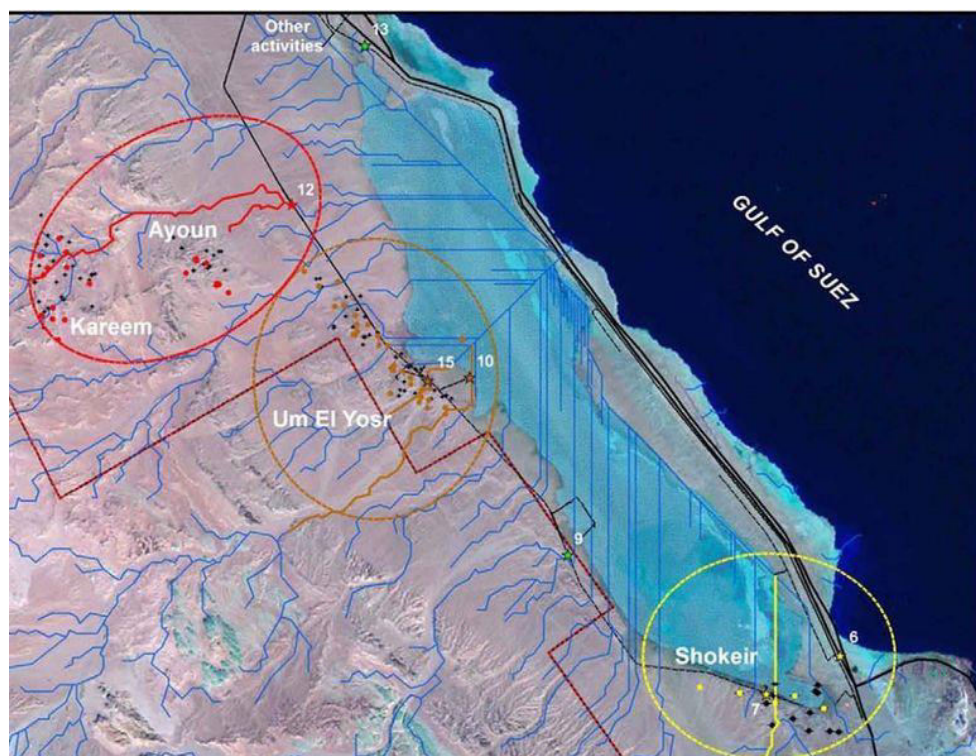
Έπειτα κατά τον έλεγχο και την ερμηνεία των δορυφορικών και γεωφυσικών δεδομένων, πάρθηκαν δείγματα επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, ώστε προσδιοριστούν με ακρίβεια τα πιθανά θερμά σημεία. Τα δείγματα που συλλέχθηκαν για εργαστηριακή ανάλυση, είχαν ως στόχο το ποσοτικό χαρακτηρισμό της ποιότητας των επιφανειακών υδάτων και την αξιολόγηση των επιπτώσεων των δραστηριοτήτων εξόρυξης πετρελαίου. Για την λήψη δείγματος από την υπόγεια υδάτινη μάζα χρειάστηκε να γίνουν 4 γεωτρήσεις στην περιοχή ώστε να διαπιστωθεί για τυχόν διαρροές από τις δραστηριότητες εκμετάλλευσης στην περιοχή μελέτης.

Έπειτα από την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και η οποία παρουσιάστηκε παραπάνω, προκύπτει η παρουσία πετρελαιοκηλίδων σε επιφανειακά ύδατα της λίμνης Subkha κοντά στην περιοχή Shukeir. Στην εικόνα 6 παρατηρείτε η επέκταση της περιοχής των κοιτασμάτων πετρελαίου στα επιφανειακά ύδατα της λίμνης, συγκρίνοντας τις δορυφορικές εικόνες που λήφθηκαν από τον δορυφόρο Landsat μεταξύ του 1984 και του 2000. Αρχικά η έκταση την πετρελαιοκηλίδας ήταν 0.8 km^2 (1984) και μετά από 16 έτη ανήλθε στα 0.94 km^2 . Πιθανός αυτό μπορεί να οφείλεται στην απόρριψη του παραγόμενου νερού από την χρήση του πετρελαίου σε λίμνες εξάτμισης. Το νερό των οποίων να κατέληξε μέσω διάχυσης στη λίμνη Subkha. Από τις εργαστηριακές αναλύσεις που έγιναν σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν προέκυψαν συγκεντρώσεις πετρελαίου εξαιρουμένων κάποιων μικρών συγκεντρώσεων αργού πετρελαίου στις γεωτρήσεις. Τα ύδατα στην περιοχή χαρακτηρίζονται ακατάλληλα για χρήση από τους κατοίκους λόγω της αλατότητας που παρουσιάζουν.

Τέλος, τα υπόγεια ύδατα δεν μπορούν να έχουν καμία χρήση στη περιοχή, λόγω του γεγονότος ότι είναι υφάλμυρα. Αναμένεται ότι εάν οι πηγές της ρύπανσης στη περιοχή καθαριστούν και διακοπούν την εισροή ρύπων στην υδάτινη μάζα, η ποιότητα τόσο των επιφανειακών όσο και των υπογείων υδάτων θα βελτιωθεί με το χρόνο. Η εφαρμοζόμενη μεθοδολογία και οι εφαρμοζόμενες τεχνικές απέδειξαν τη σκοπιμότητα της χρήσης διαφορετικών δεδομένων ψηφιακής τηλεπισκόπησης, σε συνδυασμό με τις επιτόπιες έρευνες και τις μετρήσεις σε περιβάλλον GIS, για τη παρακολούθηση της ρύπανσης και τη καλύτερη διαχείριση του περιβάλλοντος. Για τον καλύτερο έλεγχο των επιπέδων ρύπανσης της υπόγειας υδάτινης μάζας προτάθηκε η δημιουργία πηγαδιών παρατήρησης (εικόνα 7) (M.N. Hegazy, H.A. Effat).



Εικόνα 6: Αλλαγή στην έκταση της λίμνης Sabkha μεταξύ των ετών 1984 και 2000 (Πηγή: M.N. Hegazy, H.A. Effat)



Εικόνα 7: Πηγάδια παρακολούθησης των επιπέδων ρύπανσης στην περιοχή (Πηγή: M.N. Hegazy, H.A. Effat)

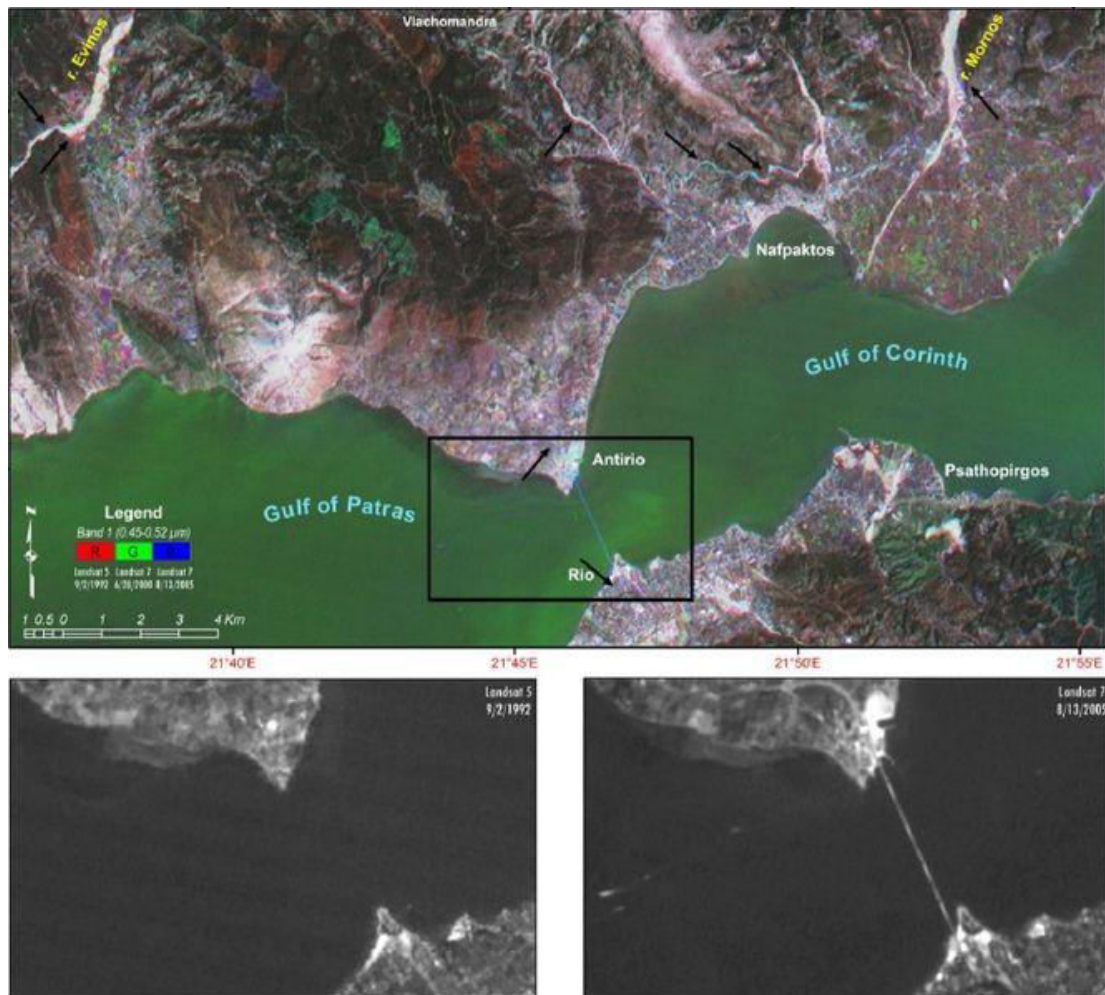
Μια άλλη εξίσου σημαντική έρευνα η οποία παρουσιάζεται στην συνέχεια, αφορά τις διαχρονικές συνέπειες που υφίστανται ο παράκτιος χώρος λόγω των ανθρώπινων επεμβάσεων. Οι εκτεταμένες ανθρώπινες επεμβάσεις που έχουν γίνει τα τελευταία 20-30

χρόνια στις παράκτιες περιοχές με την κατασκευή οδικού δικτύου, γεφυρών και άλλων υποδομών στο όνομα της ανάπτυξης της χώρας έχει προκαλέσει εκτεταμένες περιβαλλοντικές αλλοιώσεις. Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα είναι οι περιβαλλοντικές αλλαγές που έχουν σημειωθεί στην περιοχή του Πατραϊκού & Κορινθιακού κόλπου στον Ελλαδικό χώρο. Η κατασκευή της γέφυρας Ρίου-Αντιρρίου (εικόνα 8) με την σύνδεση της Πελοποννήσου με την υπόλοιπη ηπειρωτική Ελλάδα προσέλκυσε όλο και περισσότερο κόσμο και οδήγησε στην περαιτέρω ανάπτυξη της χώρας μας, η οποία αφορούσε τόσο την επέκταση και διεύρυνση του υφιστάμενου οδικού δικτύου στο βορειοανατολικό και δυτικό τμήμα της, όσο και την κατασκευή ενός νέου φράγματος του ποταμού Εύηνου στα ανατολικά του ηπειρωτικού τμήματος της. Όλες αυτές οι αναπτυξιακές παρεμβάσεις λοιπόν, επέφεραν σημαντικές αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον και στην επιφάνεια μιας τεκτονικά και γεωμορφολογικά ενεργής περιοχής, οι οποίες αποτελούν αντικείμενο μελέτης και έρευνας της παρούσας μελέτης, μέσω της χρήσης της τηλεπισκόπησης.

Με την χρήση των μεθόδων τηλεπισκόπησης κυρίως μέσω των δορυφορικών συστημάτων Landsat και Quikbird σε διαφορετικές χρονικές περιόδους 1992,2000,2002,2005 (εικόνα 9) δίνουν την δυνατότητα καταγραφής των αλλαγών στο χερσαίο και παράκτιο περιβάλλον, λόγω των άμεσων και έμμεσων επιπτώσεων της ανθρώπινης παρέμβασης.

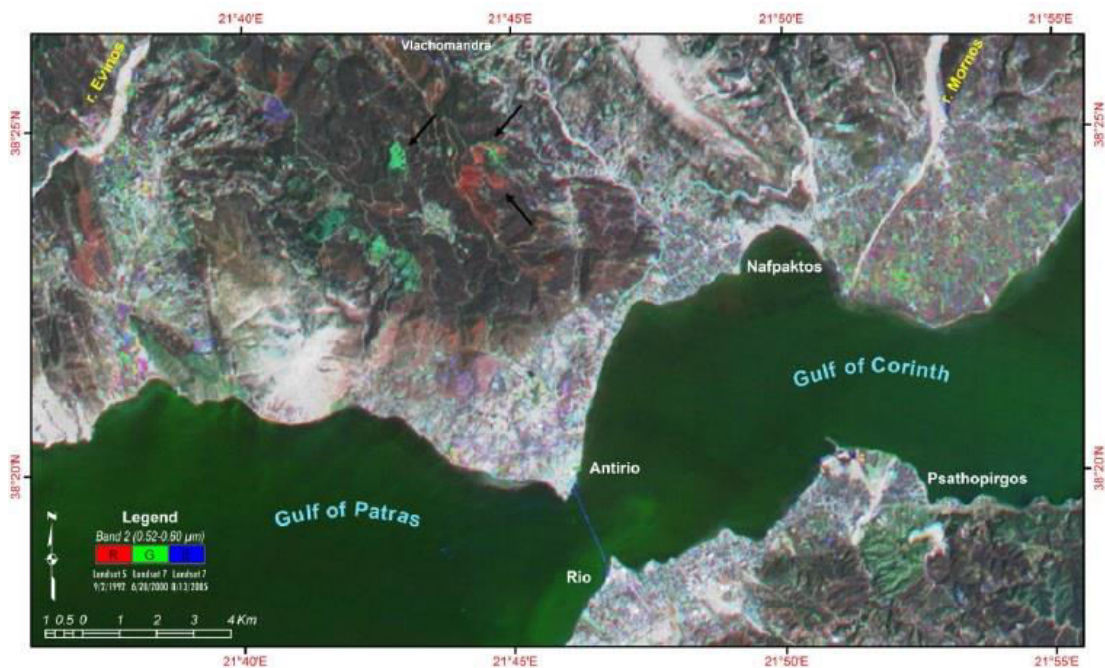


Εικόνα 8: Δορυφορική εικόνα της περιοχής μελέτης (Πηγή: Βασιλάκης Εμμανουήλ)



Εικόνα 9: Πολυχρωμικές ψευδόχρωμες δορυφορικές εικόνες Landsat, η ασπρόμαυρη (κάτω αριστερά) είναι δορυφορική εικόνα του 1992 πριν την κατασκευή της γέφυρας και η διπλανή της ασπρόμαυρη (κάτω δεξιά) είναι δορυφορική εικόνα του 2005 όπου διακρίνεται η σύνδεση του Ρίου Αντιρρίου (Πηγή: Vassilakis Emmanuel)

Η διαχρονική (1992-2005) ερμηνεία που αποκτήθηκε με την συμβολή του πολυφασματικού καναλιού λήψης δορυφορικών εικόνων του δορυφορικού συστήματος Landsat, αποτελεί σημαντικό κεφάλαιο στην αναγνώριση και ερμηνεία των αλλαγών που υπέστησαν οι προαναφερθέντες περιοχές. Στην επόμενη εικόνα (εικόνα 10) διακρίνονται ορισμένες από τις ανθρώπινες επιδράσεις σε βάθος δεκαετίας.



Εικόνα 10: Δορυφορική εικόνα από τον δορυφόρο Landsat όπου διακρίνονται οι ανθρώπινες επεμβάσεις στο παράκτιο περιβάλλον

Με την παρατήρηση της παραπάνω εικόνας φαίνεται η αποτύπωση της συνδετικής γραμμής των περιοχών του Ρίου με το Αντίρριο με την κατασκευή της γέφυρας. Άλλες εξίσου σημαντικές αλλαγές αποτυπώνονται πάνω στον χάρτη με χρώματα όπως κόκκινο, μπλε, πράσινο. Σύμφωνα με την βιβλιογραφική πηγή με κόκκινο χρώμα αποτυπώνεται η αποκατάσταση καμένης έκτασης γης βόρεια της περιοχής του Αντιρρίου, με το μπλε χρώμα έχει αποτυπωθεί η δημιουργία Λατομείου και τέλος με το πράσινο χρώμα αποτυπώνεται η ύπαρξη αμπελώνων.

Ένα συνολικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι πως χωρίς την χρήση των μεθόδων της γεωπληροφορικής και δει συγκεκριμένα της δορυφορικής τηλεπισκόπησης θα ήταν δύσκολο έως και αδύνατον να παρατηρήσουμε και να καταγράψουμε τις διάφορες αλλαγές που πραγματοποιούνται πάνω στην γήινη επιφάνεια.

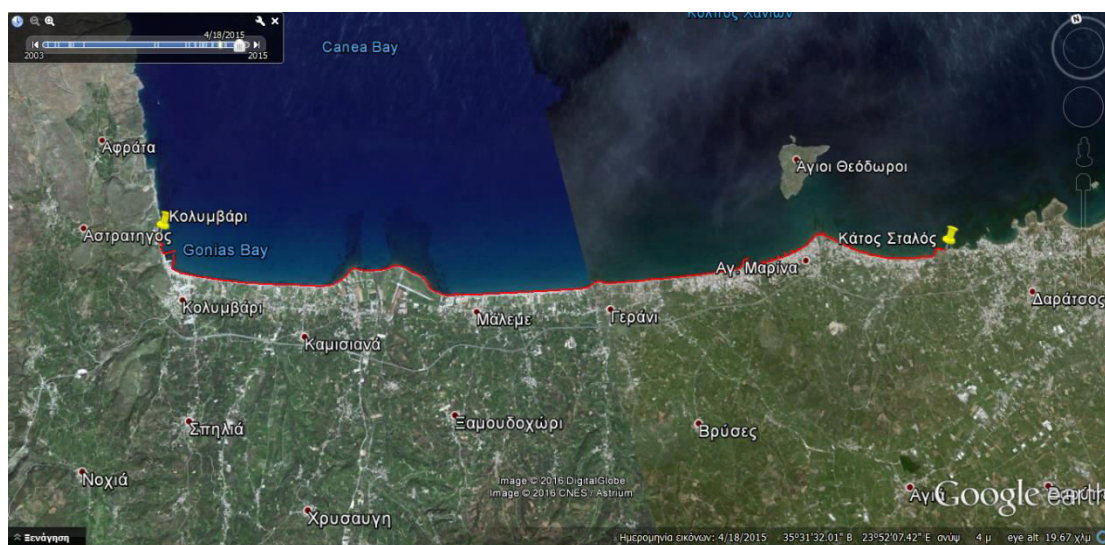
Εφαρμογή της δορυφορικής Τηλεπισκόπησης στην διαχρονική παρακολούθηση της παράκτιας ζώνης του Νομού Χανίων

Στην συνέχεια στα πλαίσια της μελέτης της χρήσης της δορυφορικής τηλεπισκόπησης ως τεχνική για την παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος διαχρονικά, πρόκειται να γίνει αναφορά στην ακτογραμμή του βόρειου τμήματος του Νομού Χανίων. Η περιοχή μελέτης εκτείνεται από την περιοχή του Κάτω Σταλού έως την περιοχή του Κολυμβαρίου στο βόρειο παραλιακό άξονα του Νομού Χανίων (εικόνα 11). Σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ) από την απογραφή του 2011 εκτιμάται ότι γύρω στους 6.850 κατοίκους διαμένουν κατά μήκος της ακτογραμμής. Οι δυο αυτές περιοχές ανήκουν στις Δημοτικές ενότητες Ν. Κυδωνίας του Δήμου Χανίων και στην Δημοτικές ενότητες Κολυμβαρίου του Δήμου Πλατανιά αντίστοιχα. Συγκεκριμένα στην μελέτη το σημείο αναφοράς όπως φαίνεται στον χάρτη είναι στην κακιά στροφή της περιοχής του

Σταλού έως στο σημείο της ακτογραμμής που φθάνει στην Ορθόδοξη Ακαδημία Κρήτης στην περιοχή του Κολυμβαρίου. Η χιλιομετρική απόσταση των δυο αυτών σημείων είναι στα 18,5 Km.

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζετε από ήπιο μεσογειακό κλίμα με υγρούς χειμώνες και ξηρά καλοκαίρια. Κατά την θερινή περίοδο η οποία αρχίζει από τα μέσα Απριλίου έως και τις πρώτες εβδομάδες του Οκτωβρίου οι δεκάδες παραλίες του βόρειου τμήματος του Ν. Χανίων αποτελούν πόλος έλξης για δεκάδες χιλιάδες τουρίστες κάθε χρόνο.

Η παρακάτω δορυφορική εικόνα είναι για το έτος 2015. Συνεχίζοντας, θα γίνει σύγκριση αυτής με την ακτογραμμή της ίδιας ακριβώς περιοχής για το έτος 2010.



Εικόνα 11: Αεροφωτογραφία της περιοχής μελέτης 18/4/2015 (Πηγή: Google Earth)

Αρχικά θα γίνει παρουσίαση της μεταβολής της ακτογραμμής μέσω δορυφορικών εικόνων για τις τοπικές κοινότητες Αγίας Μαρίνας και Κάτω Σταλού της δημοτικής ενότητας Ν. Κυδωνίας του καλικρατικού Δήμου Χανίων (εικόνες 12-15).



Εικόνα 12: Μεταβολή της ακτογραμμής σε διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο πρώτο τμήμα του Κάτω Σταλού (Πηγή: Google earth)



Εικόνα 13: Μεταβολή της ακτογραμμής σε διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο δεύτερο τμήμα του Κάτω Σταλού (Πηγή: Google Earth)



Εικόνα 14: Μεταβολή της ακτογραμμής σε διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο τρίτο τμήμα του Κάτω Σταλού (Πηγή: Google earth)



Εικόνα 15: Μεταβολή της ακτογραμμής σε διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο τέταρτο τμήμα του Κάτω Σταλού (Πηγή: Google Earth)



Εικόνα 16: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο πρώτο τμήμα στην περιοχή μελέτης της Αγίας Μαρίνας (Πηγή: Google Earth)

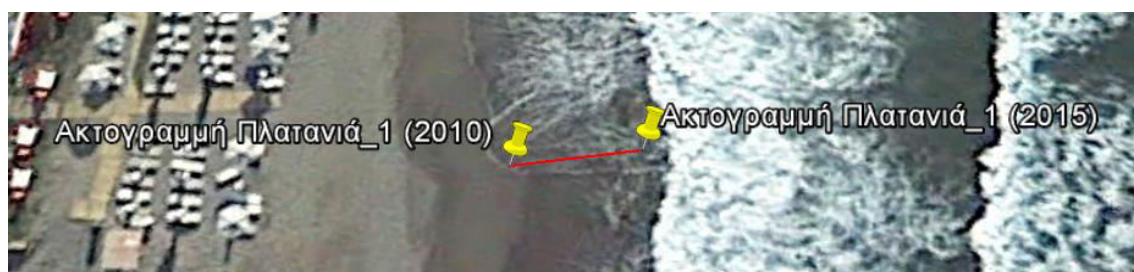


Εικόνα 17: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο δεύτερο τμήμα στην περιοχή μελέτης της Αγίας Μαρίνας (Πηγή: Google earth)

Το παραλιακό τμήμα Σταλός Αγία Μαρίνα βρίσκεται 6 km δυτικά της πόλης των Χανίων. Σύμφωνα με την απογραφή του 2011 υπολογίζετε ότι διαμένουν γύρω στους 2873 κατοίκους. Οι περιοχές τις Άγιας Μαρίνας και του Κάτω Σταλού χαρακτηρίζονται τουριστικές περιοχές με ιδιαίτερη προσέλευση ξένων επισκεπτών κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου. Στα πλαίσια της εργασίας εξετάσαμε την μεταβολή της ακτογραμμής διαχρονικά. Αρχικά με δορυφορική εικόνα του 2010 και στην συνέχεια με αντίστοιχη του 2015 σημειώσαμε με κόκκινη λεπτή γραμμή την μεταβολή που έχει επέλθει στο συγκεκριμένο τμήμα. Πρέπει να τονιστεί πως κατά την διάρκεια της μελέτης διαπιστώθηκαν ορισμένα σφάλματα που υπάρχουν από την προσαρμογή των διαχρονικών εικόνων στην εφαρμογή του Google Earth. Για τον λόγο αυτό, έγινε προσπάθεια υπολογισμού των σφαλμάτων μέσω σταθερών σημείων από τις εκάστοτε εικόνες (π.χ. στέγες σπιτιών, γωνίες πισινών κ.α.). Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται οι μεταβολές τις ακτογραμμής για κάθε σημείο εξέτασης μαζί με το αντίστοιχο σφάλμα. Στην τελευταία στήλη του πίνακα δίνεται ο υπολογισμός της μεταβολής χωρίς το σφάλμα.

Πίνακας 9: Στοιχεία μεταβολής της ακτογραμμής για το παραλιακό τμήμα Σταλός- Αγία Μαρίνα

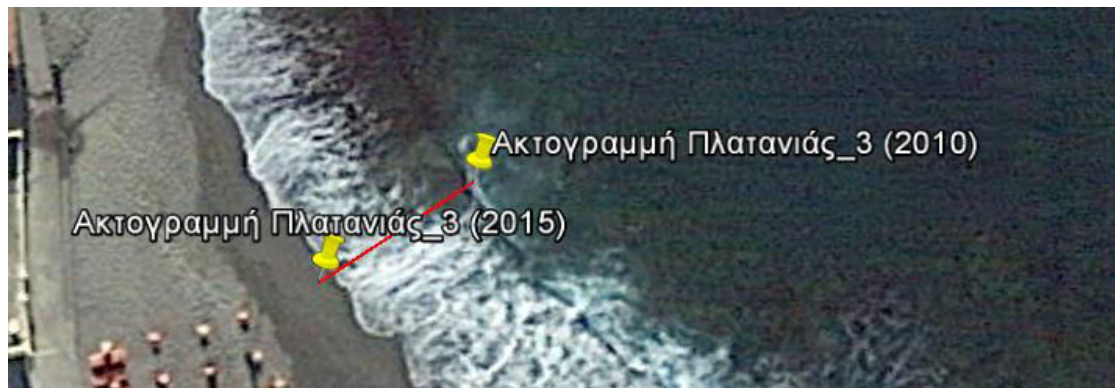
Σημεία	Μεταβολή 2010- 2015 με σφάλμα (m)	Σφάλμα (m)	Μεταβολής 2010- 2015 χωρίς σφάλμα (m)
1° Σταλός	+3.84	+4.78	-0.94
2° Σταλός	-6.48	+4.78	-1.7
3° Σταλός	+5.39	+0.91	4.48
4° Σταλός	+6.41	+2.36	+4.05
1° Αγία Μαρίνα	-5,70	-4,34	-1,36
2° Αγία Μαρίνα	+4,84	+1	+3,84



Εικόνα 18: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο πρώτο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Πλατανιά (Πηγή: Google earth)



Εικόνα 19: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο δεύτερο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Πλατανιά (Πηγή: Google earth)



Εικόνα 20: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο τρίτο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Πλατανιά (Πηγή: Google earth)



Εικόνα 21: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο πρώτο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Γερανίου (Πηγή: Google earth)



Εικόνα 22: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο δεύτερο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Γερανίου (Πηγή: Google earth)

Στην συνέχεια της μελέτης πρόκειται να εξεταστούν οι διαχρονικές μεταβολές σε βάθος πενταετίας για το παραλιακό τμήμα Πλατανιάς-Γεράνι (εικόνες 18-22). Το παραλιακό τμήμα Πλατανιάς –Γεράνι βρίσκεται περίπου 10 km δυτικά των Χανίων. Σύμφωνα με την απογραφή πληθυσμού του 2011 στις περιοχές αυτές διαμένουν 1291 κάτοικοι. Κατά την θερινή περίοδο ο πληθυσμός αυξάνεται σημαντικά λόγω προσέλευσης επισκεπτών. Στα πλαίσια της εργασίας εξετάσαμε την μεταβολή της ακτογραμμής διαχρονικά. Αρχικά με δορυφορική εικόνα του 2010 και στην συνέχεια με αντίστοιχη του 2015 σημειώσαμε με

κόκκινη λεπτή γραμμή την μεταβολή που έχει επέλθει στο συγκεκριμένο τμήμα. Πρέπει να τονιστεί πως κατά την διάρκεια της μελέτης διαπιστώθηκαν ορισμένα σφάλματα που υπάρχουν από την προσαρμογή των διαχρονικών εικόνων στην εφαρμογή του Google Earth. Για τον λόγο αυτό, έγινε προσπάθεια υπολογισμού των σφαλμάτων μέσω σταθερών σημείων από τις εκάστοτε εικόνες (π.χ. στέγες σπιτιών, γωνίες πισινών κ.α.). Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται οι μεταβολές της ακτογραμμής για κάθε σημείο εξέτασης μαζί με το αντίστοιχο σφάλμα. Στην τελευταία στήλη του πίνακα δίνεται ο υπολογισμός της μεταβολής χωρίς το σφάλμα.

Πίνακας 10: Στοιχεία μεταβολής της ακτογραμμής για το παραλιακό τμήμα Πλατανιάς – Γεράνι

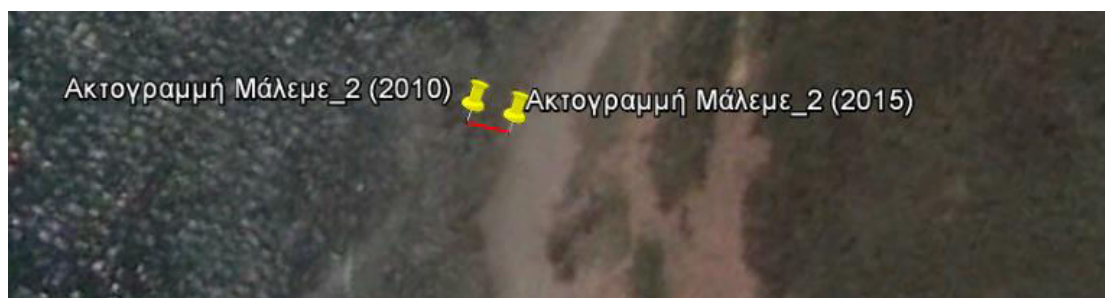
Σημεία	Μεταβολή 2010-2015 με σφάλμα (m)	Υπολογισμός Σφάλματος	Μεταβολή 2010-2015 χωρίς σφάλμα (m)
1° Πλατανιάς	+8	+1,6	+6,4
2° Πλατανιάς	+8,13	-2,21	+10,34
3° Πλατανιάς	-11,2	+2,21	-13,41
1° Γεράνι	+5,61	+1,32	4,29
2° Γεράνι	-11,2	-1,15	-10,05



Εικόνα 23: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στην περιοχή μελέτης στον Πύργο Ψηλονέρου (Πηγή: Google earth)



Εικόνα 24: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών (2010-2015) στο πρώτο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Μάλεμε (Πηγή: Google earth)



Εικόνα 25: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια πέντε ετών(2010-2015) στο δεύτερο τμήμα στην περιοχή μελέτης του Μάλεμε (Πηγή: Google earth)



Εικόνα 26: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την διάρκεια τριών ετών(2012-2015) στην περιοχή μελέτης του Κολυμβαρίου (Πηγή: Google earth)

Στο τελευταίο τμήμα της περιοχής μελέτης αφορά το παραλιακό τμήμα από τον Πύργο ψηλονέρι έως και την Περιοχή του Κολυμβαρίου (εικόνες 23-26). Η συνολική έκταση του τμήματος υπολογίζεται γύρω στα 8.3km. Βρίσκεται δυτικά του Νομού Χανίων και σε απόσταση 16.4km από την πόλη των Χανίων. Το συγκεκριμένο τμήμα είναι λιγότερο τουριστικό σε σχέση με τα προηγούμενα εξεταζόμενα σημεία της περιοχής μελέτης (Σταλός, Αγιά Μαρίνα, Πλατανιάς). Σύμφωνα με την απογραφή πληθυσμού του 2011 στην περιοχή διαμένουν γύρω στους 1800 κατοίκους. Στα πλαίσια της εργασίας εξετάσαμε την μεταβολή της ακτογραμμής διαχρονικά. Αρχικά με δορυφορική εικόνα του 2010 και στην συνέχεια με αντίστοιχη του 2015 σημειώσαμε με κόκκινη λεπτή γραμμή την μεταβολή που έχει επέλθει στο συγκεκριμένο τμήμα. Πρέπει να τονιστεί πως κατά την διάρκεια της μελέτης διαπιστώθηκαν ορισμένα σφάλματα που υπάρχουν από την προσαρμογή των διαχρονικών εικόνων στην εφαρμογή του Google Earth. Για τον λόγο αυτό, έγινε προσπάθεια υπολογισμού των σφαλμάτων μέσω σταθερών σημείων από τις εκάστοτε εικόνες (π.χ. στέγες σπιτιών, γωνίες πισινών κ.α.). Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται οι μεταβολές τις ακτογραμμής για κάθε σημείο εξέτασης μαζί με το αντίστοιχο σφάλμα. Στην τελευταία στήλη του πίνακα δίνεται ο υπολογισμός της μεταβολής χωρίς το σφάλμα.

Πίνακας 11: Στοιχεία μεταβολής της ακτογραμμής για το παραλιακό τμήμα Πύργος Ψηλονέρι-Κολυμβάρι

Σημεία	Μεταβολή 2010-2015 με σφάλμα (m)	Υπολογισμός Σφάλματος	Μεταβολή 2010-2015 χωρίς σφάλμα (m)
Πύργος Ψηλονέρι	-9,31	-1,74	-7,57
1° Μάλεμε	+3,93	-1,26	+5,19
2° Μάλεμε	+5,29	-2,32	-2,97
Κολυμβάρι	+11,33	+2,62	8,71

Από την εφαρμογή της δορυφορικής τηλεπισκόπησης στην διαχρονική παρακολούθηση του παραλιακού τμήματος Σταλός –Κολυμβάρι προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Τα εξεταζόμενα σημεία εκτείνονται σε μια περιοχή 18.5km η οποία βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του Νομού Χανίων
2. Έγινε χρήση δορυφορικών εικόνων μέσω της εφαρμογής του Google Earth για τις χρονιές 2010-2015 όπου και εξετάστηκε η διαχρονική μεταβολή στα εκάστοτε εξεταζόμενα σημεία
3. Κατά την διάρκεια της μελέτης διαπιστώθηκε ύπαρξη σφάλματος μεταξύ των δορυφορικών εικόνων του 2010-2015.Όπου ο υπολογισμός του σφάλματος υπολογίστηκε εμπειρικά λαμβάνοντας υπόψη την μεταβολή σταθερών σημείων όπως για παράδειγμα τις στέγες κατοικιών, τα άκρα των πισινών.
4. Αφαίρεση σφάλματος από την αρχική μεταβολή και υπολογισμός της πραγματικής μετατόπισης της ακτογραμμής σε κάθε εξεταζόμενο σημείο.
5. Η ύπαρξη θετικού πρόσημου στις μεταβολές των εξεταζόμενων σημείων δηλώνει την διαχρονική εναπόθεση άμμου η οποία μετακινήθηκε από κάποιο άλλο εξεταζόμενο σημείο όπου έχουμε αρνητική μεταβολή.
6. Τέλος, οι μετρήσεις που πάρθηκαν είναι καθαρά εμπειρικές και δεν αποτέλεσαν αποτέλεσμα μετρήσεων ακριβείας. Ο στόχος ήταν η ανάδειξη της δορυφορικής τηλεπισκόπησης στην διαχρονική παρακολούθηση των μεταβολών της ακτογραμμής με χρήση εικόνων από το google earth.

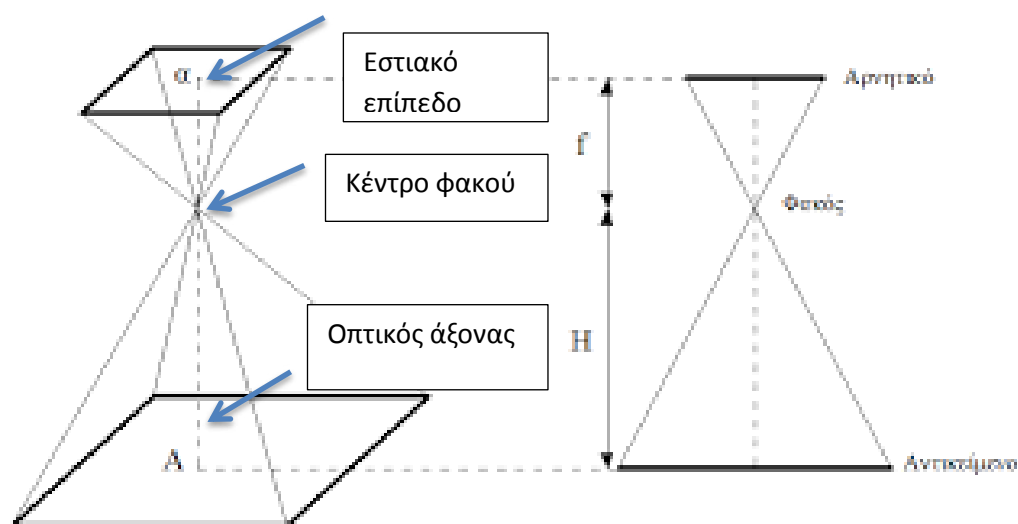
2.3 Αεροφωτογραφίες

Φωτογραμμετρία είναι η τέχνη, η επιστήμη και η τεχνική απόκτησης αξιόπιστων μετρητικών πληροφοριών του σχήματος, της διάστασης και της θέσης οποιουδήποτε αντικειμένου στο χώρο και στο περιβάλλον, μέσω διαδικασιών καταγραφής και μέτρησης σε μία ή περισσότερες εικόνες. Η Φωτοερμηνεία είναι κλάδος της Φωτογραμμετρίας. Σκοπός της είναι η αναγνώριση και ο προσδιορισμός φυσικών ή ανθρωπογενών χαρακτηριστικών, μέσω διαδικασιών ανάλυσης και ερμηνείας εικόνων. Η τυποποίηση της φωτοερμηνευτικής γνώσης για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο γίνεται μέσω μιας σειράς ιδιοτήτων που ονομάζονται φωτοερμηνευτικά χαρακτηριστικά, τα οποία χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών. Οι αεροφωτογραφίες αποτελούν τα πρωταρχικά δεδομένα της Φωτογραμμετρίας και της Τηλεπισκόπησης (Μωυσιάδης Αθ.). Ως αεροφωτογραφία χαρακτηρίζεται γενικά οποιαδήποτε φωτογραφία της γήινης επιφάνειας (ξηράς ή θάλασσας) που έχει ληφθεί από αέρος, δηλαδή από πτητικό μέσο, (αεροπλάνο, ελικόπτερο, αερόστατο ή διαστημόπλοιο). Ανάλογα της διεύθυνσης του σημείου λήψης προς τον ορίζοντα αυτή διακρίνεται σε κατακόρυφη, κεκλιμένη και πλάγια αεροφωτογραφία. Οι δέκτες των συστημάτων τηλεπισκόπησης διακρίνονται σε φωτογραφικούς και μη φωτογραφικούς. Οι μεν φωτογραφικοί δέκτες λειτουργούν στο ορατό φάσμα ($\lambda=0.4-0.7\mu\text{m}$) και σε τμήμα του υπεριώδους φάσματος ($\lambda=0.3-0.9\mu\text{m}$). Αντιθέτως τα μη φωτογραφικά συστήματα λειτουργούν σε φασματικό εύρος από τις ακτίνες Χ ($\lambda=0,03$ έως 300 nm) μέχρι και τα ραδιοκύματα ($\lambda \geq 30\text{ cm}$). Με τον όρο εικόνα νοείται οποιαδήποτε φασματική καταγραφή ανεξάρτητα από το μήκος κύματος ή την συσκευή που την δημιουργήσει. Ενώ με τον όρο φωτογραφία θεωρείται η εικόνα που καταγράφεται σε μήκη κύματος από 0.3 έως και $0.9\mu\text{m}$. Για μήκη κύματος που είναι μικρότερα των $0.3\mu\text{m}$ το ηλιακό φως απορροφείται από το όζον ενώ για μήκη κύματος μεγαλύτερα των $0.9\mu\text{m}$ τα φωτογραφικά γαλακτώματα δεν είναι ευαίσθητα (Μερτίκας, 1999).

Μετά την ανακάλυψη της φωτογραφίας το 1849, για πρώτη φορά αεροφωτογραφίες πάρθηκαν με αλεξιπτωτα το 1870, για στρατιωτικούς σκοπούς και για τη σύνταξη τοπογραφικών χαρτών και διαγραμμάτων. Οι αεροφωτογραφίες χρησιμοποιούνται ως βοηθητικά μέσα στην επιστήμη και παίρνονται από ειδικά αεροσκάφη εξοπλισμένα με φωτογραφικές μηχανές. Τις τελευταίες δεκαετίες, έγινε δυνατή με τη βοήθεια των δορυφόρων η λήψη φωτογραφιών από πολύ μεγάλες αποστάσεις, οι οποίες καλούνται δορυφορικές φωτογραφίες (βλ. δορυφορική τηλεπισκόπηση). Φωτογραφίες που παίρνονται από το έδαφος, καθώς επίσης και οι αεροφωτογραφίες δίνουν ένα μεγάλο αριθμό επιτεδομετρικών λεπτομερειών και επιπλέον σημαντικά στοιχεία για το είδος των εδαφών, για τη μορφολογία του ανάγλυφου, για το είδος της βλάστησης κ.λπ. Με τις αεροφωτογραφίες μπορούν να συνταχθούν χάρτες με διάφορες κλίμακες και να κατασκευαστούν φωτομωσαϊκά. Σήμερα οι αεροφωτογραφίες και οι δορυφορικές φωτογραφίες αποτελούν ένα από τα σύγχρονα και απαραίτητα μέσα έρευνας πολλών επιστημών, όπως π.χ. της Γεωλογίας, της Γεωμορφολογίας, της Ωκεανογραφίας, της Μετεωρολογίας, της Εδαφολογίας κ.ά.

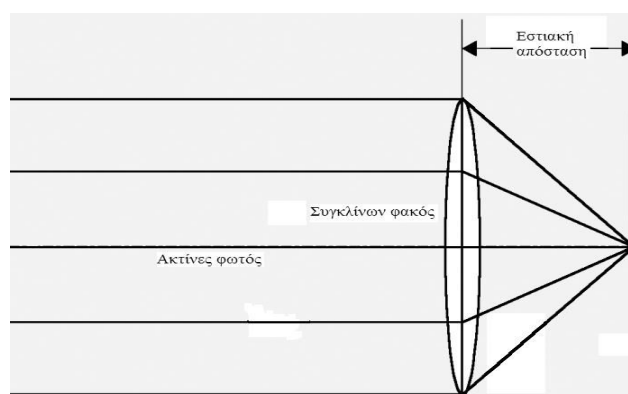
Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η ανάπτυξη των δορυφορικών προγραμμάτων και η αξιοποίηση διαφόρων τύπων δορυφορικής τηλεπισκόπησης που έχουν ως βάση την

ηλεκτρονική τεχνολογία, δεν έθεσε στο περιθώριο τις συμβατικές αεροφωτογραφίες. Οι τελευταίες εξακολουθούν να αξιοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα στη δημιουργία τοπογραφικών χαρτών, στη γεωλογική έρευνα και χαρτογράφηση, στην καταγραφή εδαφοκάλυψης και φυτοκάλυψης, καθώς και στη μελέτη του πολεοδομικού ιστού αστικών περιοχών. Στο σημείο αυτό σημαντικό είναι να διατυπωθούν ορισμένες έννοιες για την περισσότερη κατανόηση της λειτουργίας των συστημάτων συμβατικής αεροφωτογραφίας. Μερικές από τις έννοιες που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στην πορεία, όπως και η γεωμετρική αναπαράσταση λήψης αεροφωτογραφίας φαίνονται στην συνέχεια.



Εικόνα 27: Γεωμετρική αναπαράσταση λήψης αεροφωτογραφίας (πηγή: Μωυσιάδης)

Το κέντρο του φακού είναι το προοπτικό κέντρο από το οποίο περνούν οι ακτίνες που εκπέμπονται από τα σημεία της γήινης επιφάνειας, ώστε να αποτυπωθούν αυτά πάνω στο φιλμ. Με τον όρο Εστία του φακού νοείται το σημείο στο οποίο συγκλίνουν οι παράλληλες ακτίνες οι οποίες διέρχονται από τον φακό (βλ. εικόνα 28). Η εστία βρίσκεται σε μια απόσταση f η οποία ονομάζεται εστιακή απόσταση από το κέντρο του φακού και πάνω στην επιφάνεια που ονομάζεται εστιακό επίπεδο (βλ. εικόνα 27).

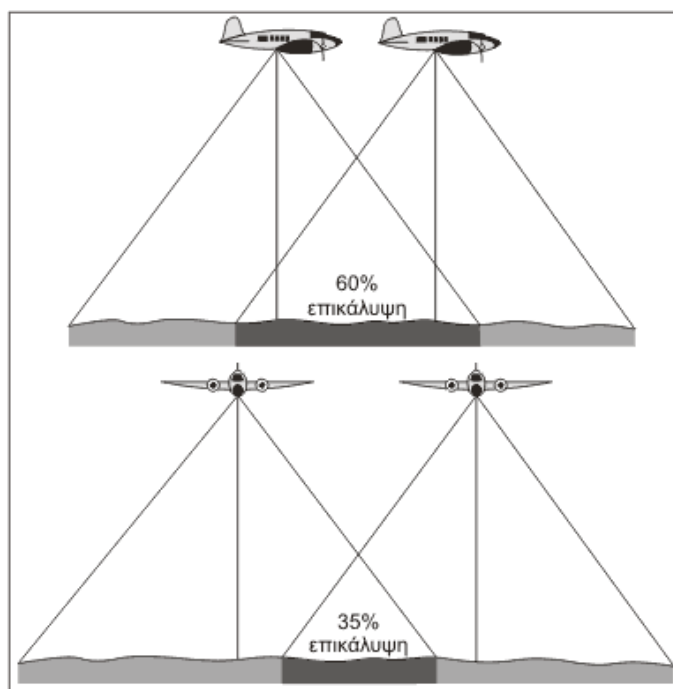


Εικόνα 28: Αναπαράσταση της πρόσπτωσης δέσμης παράλληλων ακτίνων σε συγκλίνοντα φακό (πηγή: Μωυσιάδης)

Στην ίδια εικόνα (εικόνα 27) διακρίνεται ο οπτικός άξονας ή αλλιώς άξονας λήψης. Με άλλα λόγια είναι η ευθεία που ενώνει το κέντρο του φακού με το κέντρο της φωτογραφίας. Στην εικόνα 27 το κέντρο της φωτογραφίας ονομάζεται κύριο σημείο και συμβολίζεται με Α. Αν

στην εικόνα 27 ο οπτικός άξονας είναι κατακόρυφος το οπτικό κέντρο συμπίπτει με το ναδίρ της φωτογραφίας. Όπου Ναδίρ (N) είναι το σημείο τομής της κατακόρυφου που περνάει από το κέντρο του φακού με την επιφάνεια του εδάφους. Αν όμως ο οπτικός άξονας δεν είναι κατακόρυφος, τότε τα σημεία A και N δεν συμπίπτουν.

Καθώς το εναέριο σύστημα φωτογράφισης κινείται στις αεροφωτογραφίες που λαμβάνονται κατά μήκος της γραμμής πτήσης του παρατηρείται αλληλοεπικάλυψη σε ένα αρκετά σημαντικό ποσοστό. Με άλλα λόγια το ίδιο σημείο μπορεί να παρουσιαστεί σε δύο με τρεις συνεχόμενες φωτογραφίες. Υπάρχουν δυο είδη επικάλυψης (εικόνα 29), η κατά μήκους επικάλυψη και πλευρική επικάλυψη. Στο μεν πρώτο είδος επικάλυψης το ποσοστό ανέρχεται στο 60% ενώ στο δε δεύτερο είδος στο 35%. Αποτέλεσμα του μεγάλου ποσοστού που παρατηρείται στην κατά μήκους επικάλυψη είναι η αποτύπωση των γειτονικών κύριων σημείων στην ίδια αεροφωτογραφία με το εκάστοτε κύριο σημείο. Τα γειτονικά σημεία τα οποία βρίσκονται πάνω στην ίδια γραμμή πτήσης με το κύριο σημείο ονομάζονται συζυγή κύρια σημεία.



Εικόνα 29: Επικάλυψη αεροφωτογραφιών κατά μήκος της γραμμής πτήσης (πηγή: <http://www.airphotos.gr/aerofotografies.html>)

Τα είδη των αεροφωτογραφιών είναι ποικίλα. Αρχικά πρέπει να γίνει ξεκάθαρο από ποια βάση εξετάζονται για να μπορεί να διακριθεί σε επιμέρους κατηγορίες. Οι αεροφωτογραφίες δύναται να ταξινομηθούν είτε ως προς την φασματική ζώνη, είτε ως προς την κλίση που σχηματίζεται του οπτικού άξονα της φωτογραφικής μηχανής και της κατακόρυφου τέλος είτε ως προς το οπτικό πεδίο της κάμερας.

Ταξινόμηση ως προς την φασματική ζώνη

➤ Ασπρόμαυρες παγχρωματικές

Αρκετά διαδεδομένες στις γεωεπιστήμες είναι οι ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες στο ορατό φάσμα, που ονομάζονται παγχρωματικές. Η καταγραφή παγχρωματικών

αεροφωτογραφιών γίνεται στην ζώνη του ορατού φάσματος με μήκη κύματος $\lambda=0,3-0,7$ μm . Οι οποίες απεικονίζουν μόνο τις μεταβολές της φωτεινότητας ενός φωτεινού πεδίου.

➤ **Έγχρωμες φωτογραφίες στο ορατό φάσμα και στο υπέρυθρο ($\lambda=0,3-0,9\mu\text{m}$)**

Το ανθρώπινο μάτι έχει τη δυνατότητα να διακρίνει 64 διαβαθμίσεις του γκρι και 20.000 χρωματικές αποχρώσεις. Το φιλμ που χρησιμοποιείται στις αεροφωτογραφίες αυτές είναι ευαίσθητο στην μπλε, πράσινη, κόκκινη και ανακλώμενη υπέρυθρη ακτινοβολία. Οι υπέρυθρες αεροφωτογραφίες είναι πολύ χρήσιμες για τον προσδιορισμό ειδών βλάστησης, τη διάκριση υδάτινων επιφανειών και τη χαρτογράφηση της περιεχόμενης υγρασίας στο έδαφος.

➤ **Ασπρόμαυρες υπέρυθρες**

Στις αεροφωτογραφίες αυτές αποτυπώνεται το ορατό σε μήκη κύματος $\lambda=0,6-0,9\mu\text{m}$ και ένα μέρος του υπέρυθρου φάσματος $\lambda=1,2\mu\text{m}$ στους τόνους του γκρι. Οι ασπρόμαυρες υπέρυθρες αεροφωτογραφίες είναι πολύ σημαντικές για τη χαρτογράφηση του περιβάλλοντος, αφού σε αυτές αποτυπώνονται με μεγάλη σαφήνεια οι διαφορετικοί τύποι βλάστησης. Είναι πολύ χρήσιμες για τον διαχωρισμό της βλάστησης και των υδάτινων μαζών. Συγκεκριμένα η πλατύφυλλη βλάστηση ανακλά περισσότερη υπέρυθρη ακτινοβολία από την κωνοφόρα βλάστηση και αποτυπώνεται με πιο φωτεινούς τόνους από αυτήν, η οποία αποτυπώνεται σε πιο σκούρο τόνο. Περιοχές με καθαρό νερό καταγράφονται με πολύ σκούρο τόνο και έτσι γίνεται εύκολη η αποτύπωση και χαρτογράφηση του υδρογραφικού δικτύου και άλλων υδάτινων επιφανειών. Τέλος, οι σκιές των αντικειμένων είναι σχεδόν μαύρες στις υπέρυθρες αεροφωτογραφίες

➤ **Υπεριώδους φάσματος**

Η υπεριώδης ζώνη με μήκη κύματος $\lambda=3\text{nm} - 0,4\mu\text{m}$ είναι η ζώνη που εκτείνεται ανάμεσα στην περιοχή των ακτινών Χ και το ορατό φάσμα. Η ατμόσφαιρα επιτρέπει την διάδοση μόνο σε μήκη κύματος από $0,3-0,4\mu\text{m}$ διότι ως τα $0,3\mu\text{m}$ η ατμοσφαιρική σκέδαση είναι τόσο έντονη ώστε η παραγωγή αξιόπιστης φωτογραφίας σε αυτή την ζώνη να είναι αδύνατη. Η αξιοποίηση αεροφωτογραφιών της κατηγορίας αυτής περιορίζεται στην ανίχνευση των πετρελαιοκηλίδων όπου η ανακλαστικότητα είναι μεγαλύτερη.

Ταξινόμηση με βάση την κλίση

Εκτός από την διάκριση τους με βάση την φασματική ζώνη, οι αεροφωτογραφίες διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες με βάση την κλίση του οπτικού τους άξονα.

➤ **Κατακόρυφες αεροφωτογραφίες**

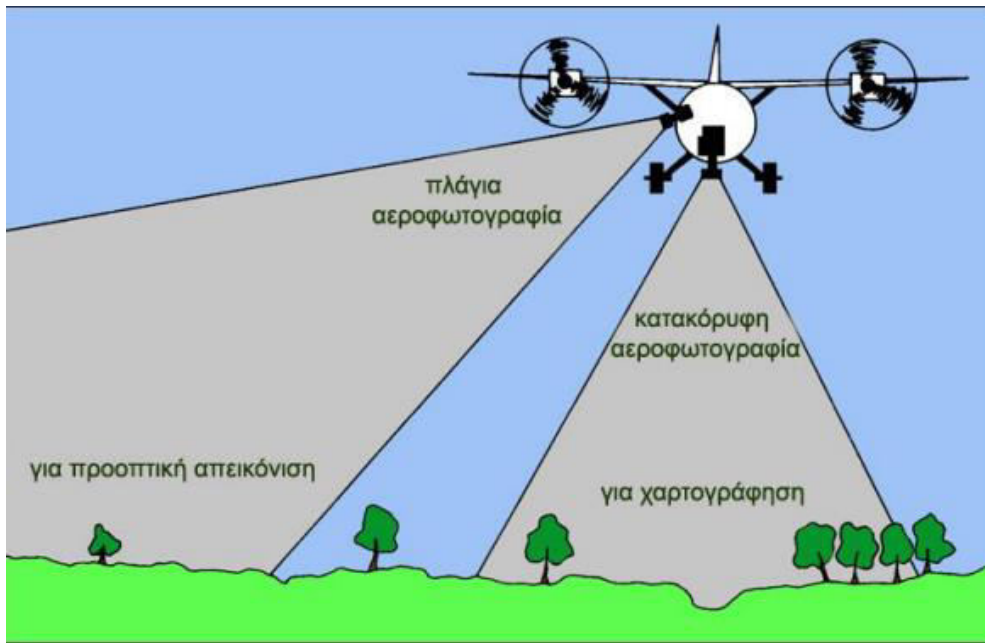
Όπως έχει ειπωθεί προηγουμένως, οπτικός άξονας είναι η ευθεία που συνδέει το κέντρο του φακού με το κέντρο της φωτογραφίας. Αν η ευθεία αυτή σε σχέση με την κατακόρυφη της δεν ξεπερνάει τις $3-5^\circ$ τότε γίνεται λόγος για κατακόρυφες αεροφωτογραφίες (εικόνα 4).

➤ **Χαμηλές πλάγιες αεροφωτογραφίες**

Αντιθέτως, όταν η κλίση του οπτικού άξονα της αεροφωτογραφίας ξεπερνάει τις $3-5^\circ$ χωρίς όμως να διακρίνεται ο ορίζοντας τότε οι εν λόγω αεροφωτογραφίες ονομάζονται χαμηλές πλάγιες αεροφωτογραφίες (εικόνα 30).

➤ **Υψηλές πλάγιες ή πανοραμικές αεροφωτογραφίες**

Ενώ, όταν η κλίση του οπτικού άξονα είναι αρκετά μεγαλύτερη των 5° σε σχέση με την κατακόρυφο της τότε γίνεται αναφορά για τις πανοραμικές αεροφωτογραφίες.



Εικόνα 30: Πλάγια και κατακόρυφη αεροφωτογραφία (πηγή: Μωυσιάδης Αθ. 2016)

Ορισμένα βασικά πλεονεκτήματα τόσο των κατακόρυφων αεροφωτογραφιών όσο και των πλάγιων παρουσιάζονται στην συνέχεια:

Πλεονεκτήματα κατακόρυφων αεροφωτογραφιών

- Ομοιόμορφη σταθερή κλίματα σε όλη την έκταση των κατακόρυφων αεροφωτογραφιών. Αποτέλεσμα του οποίου είναι η εύκολη διεξαγωγή των απαιτούμενων φωτογραμμετρικών διορθώσεων σε σχέση με τις πλάγιες αεροφωτογραφίες.
- Στις κατακόρυφες αεροφωτογραφίες δεν παρατηρείται το φαινόμενο της επικάλυψης αντικειμένων από άλλα αντικείμενα όπως συμβαίνει στις πλάγιες αεροφωτογραφίες. Συνεπώς η ερμηνεία των πρώτων είναι ευκολότερη από αυτήν των δεύτερων.
- Στην περίπτωση των κατακόρυφων αεροφωτογραφιών αν η απεικονιζόμενη επιφάνεια είναι επίπεδη μπορεί αυτές να χρησιμοποιηθούν ως χάρτες με την προθήκη υπομνήματος και χαρτογραφικού κάρναβου.
- Τέλος η στερεοσκοπική μελέτη είναι πιο αξιόπιστη στην κατακόρυφη από ότι στην πλάγια αεροφωτογραφία.

Πλεονεκτήματα πλάγιων αεροφωτογραφιών

- Η πλάγια αεροφωτογραφία σε σχέση με την κατακόρυφη καλύπτει μεγαλύτερη επιφάνεια από ότι μια κατακόρυφη αεροφωτογραφία για δεδομένο ύψος και εστιακή απόσταση
- Στην περίπτωση της πλήρους νεφοκάλυψης της ατμόσφαιρας οι κατακόρυφες αεροφωτογραφίες δεν χαρακτηρίζονται από καθαρότητα και ευκρίνεια των

αντικειμένων της γήινης επιφάνειας. Αντιθέτως, στην περίπτωση της πλάγιας αεροφωτογραφίας η λήψη γίνεται καθαρότερη.

- Ο υπολογισμός των υψών στις πλάγιες αεροφωτογραφίες είναι ακριβέστερος σε σχέση με τις κατακόρυφες.

Ταξινόμηση με βάση το οπτικό πεδίο της κάμερας

Τέλος, οι αεροφωτογραφίες ταξινομούνται με βάση το εύρος του οπτικού πεδίου της κάμερας. Οι τρεις τύποι οπτικού πεδίου διακρίνονται σε :

- Κανονικό (50-75°)
- Ευρύ(75-100°)
- Πολύ ευρύ (100-125°)

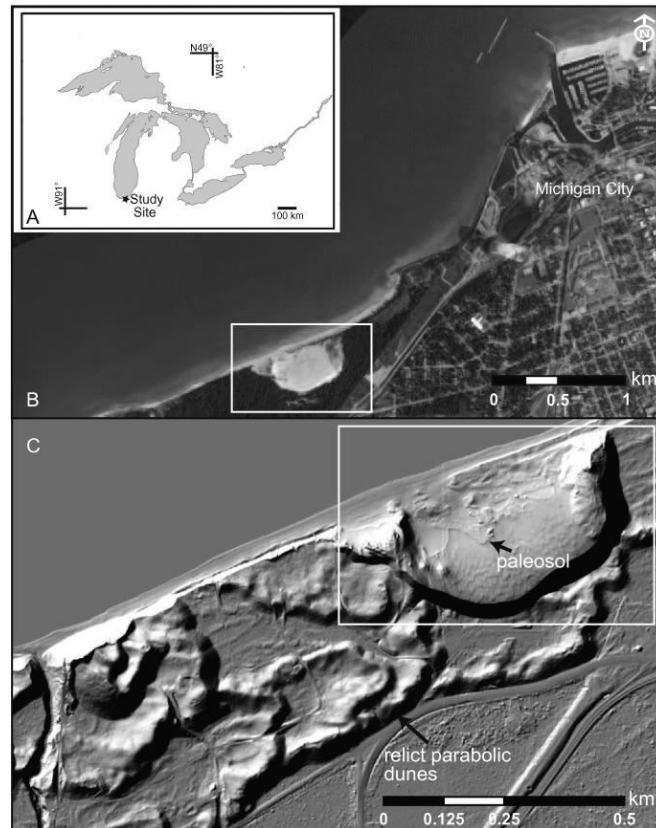
Το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο οπτικό πεδίο είναι αυτό των 90° που αντιστοιχεί στον τύπο αεροφωτογραφιών με ευρύ οπτικό πεδίο. Αεροφωτογραφίες με πολύ ευρύ οπτικό πεδίο δεν ενδείκνυται για υπολογισμούς ακριβείας μιας και υπεισέρχονται μεγάλες παραμορφώσεις στα απεικονιζόμενα αντικείμενα.

Φωτογραφική κλίμακα

Η κλίμακα (K) μιας αεροφωτογραφίας ορίζεται ο λόγος της απόστασης μεταξύ δυο σημείων στην εικόνα ως προς την μεταξύ τους απόσταση στο έδαφος. Η μαθηματική διατύπωση είναι η ακόλουθη(Μερτίκας, 1999):

$$K = \frac{f}{H}$$

Όπου f η εστιακή απόσταση της μηχανής και H το ύψος πτήσης. Συμπερασματικά προκύπτει πως αεροφωτογραφίες με μεγαλύτερη κλίμακα (K) έχουν μικρό ύψος πτήσης (H) μιας και είναι αντίστροφος ανάλογα ποσά. Το μικρό ύψος πτήσης σημαίνει πως καλύπτει μικρότερο εύρος από την εξεταζόμενη περιοχή από ότι όταν η αεροφωτογραφίες είναι από μεγαλύτερο ύψος πτήσης. Τέλος, κατά την παρατήρηση δυο αεροφωτογραφιών διαφορετικής κλίμακας η μια μεγαλύτερης της άλλης, συμπεραίνεται πως στην μεν πρώτη περίπτωση τα αντικείμενα της γήινης επιφάνειας αποτυπώνονται σε μεγαλύτερο μέγεθος (δλδ έρχονται πιο κοντά στον παρατηρητή της φωτογραφίας) σε σχέση με την δεύτερη περίπτωση όπου τα αντικείμενα φαίνονται μικρότερου μεγέθους (εικόνα 31).



Εικόνα 31: Νοτιότερη ακτή της λίμνη του Michigan (πηγή: The origin of collapse features appearing in a migrating parabolic dune along the southern coast of Lake Michigan)

2.3.1 Φορείς παροχής αεροφωτογραφιών

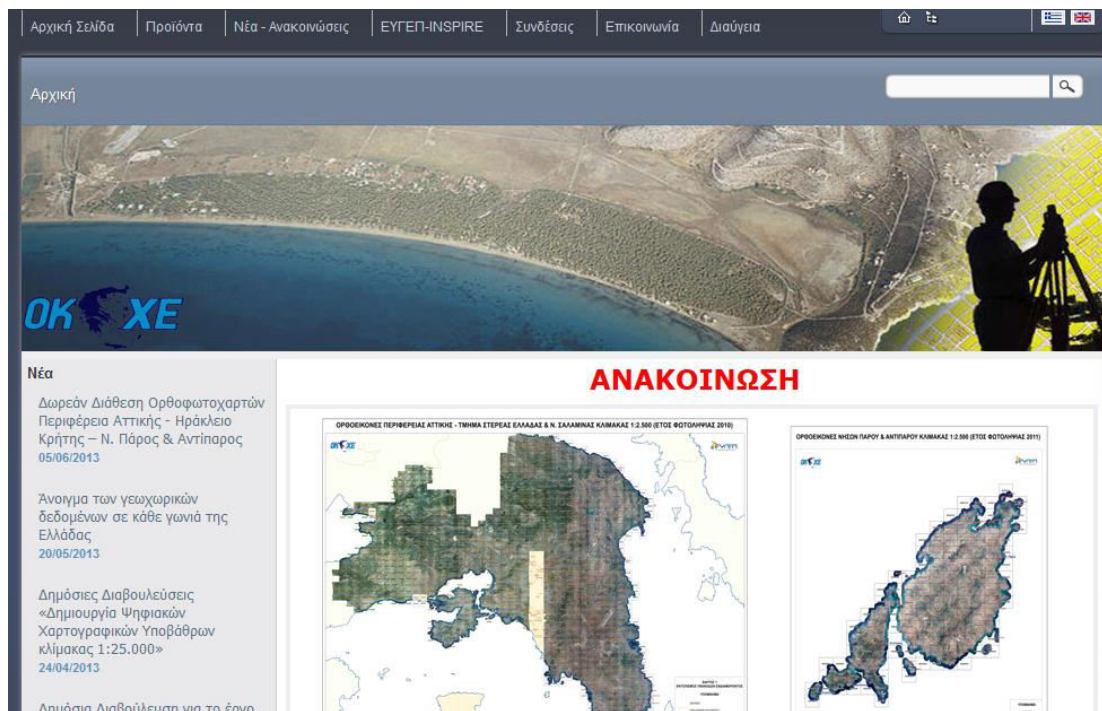
Στην ενότητα αυτή πρόκειται να γίνει αναφορά σε περιπτώσεις διαχρονικών μεταβολών της ακτογραμμής και η παρακολούθηση της με την μέθοδο της αεροφωτογραφίας.

Οργανισμοί από τους οποίους δύναται να αναζητήσουμε αεροφωτογραφίες είναι ο Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδας (Ο.Κ.Χ.Ε.) (εικόνα 32) αλλά και από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.) (εικόνα 33) που υπάγεται στο Υπουργείο Εθνικής Αμύνης και εποπτεύεται από την διεύθυνση γεωγραφικού σώματος του γενικού επιτελείου στρατού.

Ο οργανισμός κτηματολογίου και χαρτογράφησης Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε.) συστάθηκε με την ψήφιση του νόμου 1647/1986. Στην συνέχεια τροποποιήθηκε με τον νόμο Ν.3882/2010 για την εναρμόνιση της Ελληνικής έννομης τάξης με την οδηγία του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 14^η Μαρτίου 2007 οδηγία 2007/2/ΕΚ. Σύμφωνα με την νομοθεσία συστήνεται η εθνική υπηρεσία γεωχωρικών πληροφοριών για την οποία έχει γίνει αναφορά σε προηγούμενο κείμενο της παρούσας εργασίας.

Με τον παραπάνω νόμο (Ν.3882/2010) στις άμεσες αρμοδιότητες του Ο.Κ.Χ.Ε. είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η οργάνωση, η λειτουργία, η διαχείριση και η εποπτεία της

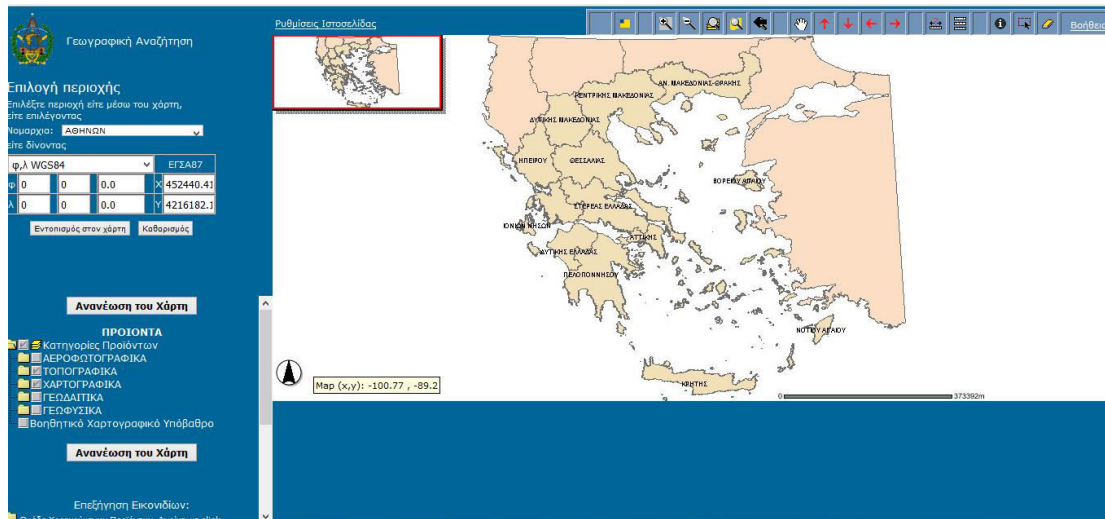
Εθνικής Υποδομής Γεωχωρικών Πληροφοριών της Ελλάδας. Επιπρόσθετα στα πλαίσια των αρμοδιοτήτων του είναι ο έλεγχος και επιβεβαίωση των δεδομένων που καταχωρούνται από τις ειδικές επιτροπές διαφόρων δημόσιων υπηρεσιών (ΚΟΣΕ). Ο ΟΚΧΕ θα βεβαιώνει ότι αυτά είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές της INSPIRE προτού τα ενσωματωθούν στον κατάλογο του geoportail, προκειμένου να διασφαλίζει την αξιοπιστία και την ορθότητα της παρεχόμενης γεωπληροφορίας. Τα γεωχωρικά δεδομένα θα διατίθενται χωρίς κάποια χρέωση μεταξύ των φορέων της δημόσιας διοίκησης και προς τους πολίτες.



Εικόνα 32: Αρχική σελίδα Οργανισμού Κτηματολογίου & Χαρτογραφήσεων Ελλάδας Ο.Κ.Χ.Ε. (Πηγή: <http://www.okxe.gr/el>)

Επιπλέον ένας άλλος φορέας παροχής γεωδαιτικών πληροφοριών αποτελεί η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.). Η γεωγραφική υπηρεσία στρατού παράγει, διαχειρίζεται, και διανέμει γεωγραφικά δεδομένα έναντι αμοιβής. Ορισμένες εργασίες που πραγματοποιούνται από την γεωγραφική υπηρεσία στρατού και είναι εγκεκριμένες από το γενικό επιτελείο στρατού (ΓΕΣ) αποτελούν οι :

- Γεωδαιτικές - Γεωφυσικές εργασίες
- Αεροφωτογραφίες
- Χαρτογραφικές εργασίες
- Εργασίες Συνόρων
- Παραγωγή ψηφιακών Γεωγραφικών Δεδομένων
- Υποστήριξη Ενόπλων Δυνάμεων και εξυπηρέτηση Δημοσίων Φορέων και του πολίτη



Εικόνα 33: Αρχική σελίδα Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού Γ.Υ.Σ. (Πηγή: <http://web.gys.gr/GeoSearch/>)

2.4 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.)

Η ανάγκη του ανθρώπου για συστηματική καταγραφή και ταξινόμηση των ιδιαίτερων στοιχείων της γήινης επιφάνειας, καθώς και η αναγκαιότητα διάθεσης ειδικών πληροφοριών που αφορούσαν στη γήινη επιφάνεια, ήταν οι αιτίες που οδήγησαν στην κατασκευή των πρώτων χαρτών, που απετέλεσαν την πρόδρομη μορφή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) (Χαλκιάς, 2006). Σύμφωνα με τον ορισμό που έδωσε ο Goodchild το 1985 ως Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απόδοσης πληροφορίας που αναφέρεται σε φαινόμενα που εξελίσσονται στο γεωγραφικό χώρο». Τα ΓΣΠ εξελεχθήκαν με την πρόοδο της τεχνολογίας των Η/Υ όπου πριν από την από αυτήν οι όποιες εργασίες γινόντουσαν σε χειρονακτικό επίπεδο. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 και μετά όπου και άρχισε η ενσωμάτωση των ΓΣΠ στους Η/Υ. Από τότε μία σειρά εξελίξεων, όχι μόνο στα λογισμικά αυτά αλλά και στη τεχνολογία των υπολογιστών, είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων συστημάτων ολοένα πιο ισχυρών που χειρίζονται, αναλύουν και παρουσιάζουν, γεωγραφικής φύσεως πληροφορίες. Για το λόγο αυτό ονομάστηκαν Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.) και χρησιμοποιήθηκαν από ένα ευρύ κοινό επιστημόνων, ποικίλων ειδικοτήτων, που συνεχώς αυξάνεται. Σήμερα, υπάρχουν στην αγορά G.I.S., που έχουν αναπτυχθεί από διαφορετικές εταιρείες, όμως όλα λειτουργούν με βάση την ίδια φιλοσοφία και τις ίδιες αρχές, έχουν παρόμοιες δυνατότητες και τηρούν συγκεκριμένα πρότυπα που υπαγορεύονται από τη διεθνή οργάνωση "Open G.I.S.". Πράγματι, η τεχνολογία παίζει το σημαντικότερο ρόλο στην οργάνωση και λειτουργία ενός ΓΣΠ και μέσω αυτής αξιοποιούνται προχωρημένες γνώσεις που προέρχονται από πληροφορίες που προσπορίζουν εξελιγμένα συστήματα συλλογής τους. Συστήματα και πρακτικές που υιοθετήθηκαν από τις επιστήμες της Γεωγραφίας, της Τηλεπισκόπησης, της Τοπογραφίας, της Φωτογραμμετρίας, κ.λπ., και τα οποία μαζί με τις διάφορες μαθηματικές μεθόδους ανάλυσης και αξιολόγησης των πληροφοριών συγκροτούν τον επιστημονικό χώρο των ΓΣΠ.

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών είναι ένα πολυδιάστατο επιστημονικό πεδίο όπου μπορεί να έχει παράλληλη εφαρμογή σε πολλούς επιστημονικούς τομείς. Ορισμένοι από τους οποίους είναι (Χαλκιάς 2011):

Χαρτογραφία: Η πιο σημαντική πηγή τροφοδοσίας δεδομένων σε ένα ΓΠΣ είναι τα προϊόντα της χαρτογραφίας οι χάρτες.

Γεωγραφία: Η Γεωγραφία ασχολείται σε γενικές γραμμές με την κατανόηση του κόσμου και τη θέση του ανθρώπου πάνω σε αυτόν. Έχοντας μακρά παράδοση και ισχυρό θεωρητικό υπόβαθρο σε θέματα ανάλυσης του χώρου, συνεισφέρει άμεσα στα ΓΣΠ, ιδιαίτερα σε θέματα σχεδιασμού, ανάλυσης και εφαρμογών.

Τηλεπισκόπηση ή τηλεανίχνευση: Η τηλεπισκόπηση είναι η μέθοδος συλλογής δεδομένων από απόσταση είτε μέσω δορυφορικών εικόνων ή από αεροφωτογραφίες. Η συνεχής ενημέρωση τους λόγω της λήψης ανά τακτά χρονικά διαστήματα, η καλύτερη ανάλυση που παρουσιάζουν λόγω της μεγαλύτερης διακριτικής ικανότητας που παρουσιάζουν στις μέρες και η οικονομικά προσιτή τιμή τους είναι ορισμένα από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν.

Συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS): Τα συστήματα εντοπισμού θέσης ή όπως είναι γνωστό GPS είναι συσκευές οι οποίες λαμβάνουν σήμα από τον δορυφόρο και εκπέμπουν πίσω σε αυτόν την ακριβή θέση που βρίσκεται πάνω στην γη. Τα δεδομένα των GPS μπορούν να εισαχθούν σε ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφορικών ΓΣΠ και να παρέχουν πληροφορίες θέσης.

Τοπογραφία: Με την συμβολή των ΓΣΠ στην τοπογραφία δίνονται δεδομένα σχετικά με την ακριβή θέση γεωγραφικών δεδομένων όπως γεωτεμάχια, κτιρίων κ.α.

Πληροφορική: Η πληροφορική είναι η επιστήμη που παρέχει το υλικό και το λογισμικό για την εισαγωγή και επεξεργασία των δεδομένων και την αναπαράσταση των πληροφοριών ενός ΓΣΠ.

Μαθηματικά - Στατιστική: Πολλοί κλάδοι των μαθηματικών, ειδικά η γεωμετρία, η στατιστική και η θεωρία των γράφων χρησιμοποιούνται στα ΓΣΠ για τον σχεδιασμό του συστήματος καθώς και στην ανάλυση των χωρικών δεδομένων. Η στατιστική ειδικότερα, βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή στα ΓΠΣ τόσο στις τεχνικές ανάλυσης, όσο και στην εκτίμηση ασφαλμάτων και αβεβαιότητας στα δεδομένα.

Εισαγωγή δεδομένων σ' ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών (ΣΓΠ) και η μετέπειτα διαχείριση τους

Σε ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών υπάρχουν διαφόρων κατηγοριών δεδομένα αυτά που τα ονομάζουμε πρωτογενή δεδομένα και αυτά που τα ονομάζουμε δευτερογενή αλλά και τα περιγραφικά δεδομένα. Τα μεν πρωτογενή είναι δεδομένα που προέκυψαν από άμεσες (απευθείας) μετρήσεις μεγεθών, είναι ψηφιακής μορφής και μπορούν να εισαχθούν χωρίς επεξεργασία στο σύστημα του GIS και διακρίνονται σε ψηφιδωτά και σε διανυσματικά. Αντιθέτως τα δευτερογενή είναι τα ψηφιδωτά και τα διανυσματικά τα οποία για να χρησιμοποιηθούν απαιτείται προεξεργασία. Δεδομένα που έχουν συλλεχθεί

από την δορυφορική τηλεπισκόπηση (Ψηφιδωτά δεδομένα), τα LIDAR και από τα GPS(διανυσματικά δεδομένα) θεωρούνται πρωτογενή. Ενώ οι συσκευές σάρωσης αναλογικών χαρτών που χρησιμοποιούνται για την ψηφιοποίηση δευτερογενών δεδομένων, η χειρονακτική ψηφιοποίηση και η ψηφιοποίηση σε οθόνη αποτελούν τα δευτερογενή δεδομένα. Ενώ η περιγραφική πληροφορία έχει σχέση με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αντικειμένου. (Τσολάκης,2013, Αγγελοπούλου Δ. 2009).Το σύνολο των εργασιών που λαμβάνει χώρα εντός των ορίων του συστήματος διαχειρίζεται από 6 ομάδες εργασιών η αλλιώς υποσυστήματα του λογισμικού υποστήριξης των λειτουργιών ενός ΓΣΠ. Οι προαναφερθέντες ομάδες εργασιών είναι οι εξής (Τσουχλαράκη Α.,2001)(Μανιάτης Γ. 1993)

- **Εισαγωγή δεδομένων:** Δεδομένα που προέρχονται από υπάρχοντες χάρτες και διαγράμματα, ψηφιακά στοιχεία που έχουν συλλεχθεί από δορυφορικές εικόνες ή από αεροφωτογραφίες μπορούν να εισαχθούν στο σύστημα.
- **Συλλογή και επαλήθευση:** Το σύστημα της συλλογής και επαλήθευσης των δεδομένων αναλώνεται αποκλειστικά με την συλλογή των πληροφοριών που εισάγονται στο σύστημα και με την μετέπειτα εφόσον είναι απαραίτητη επεξεργασία τους ώστε να είναι συμβατά με το σύστημα.
- **Αποθήκευση δεδομένων:** Στο σύστημα της αποθήκευσης δεδομένων ορίζεται ο τρόπος με τον οποίο οργανώνονται η θέση, οι συνδέσεις και οι χαρακτήρες των γεωγραφικών στοιχείων μέσα στην βάση.
- **Διαχείριση και ανάλυση της βάσης δεδομένων:** Η διαχείριση των βάσεων δεδομένων γίνεται σύμφωνα με το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (ΣΔΒΔ) όπου καλύπτονται πολλές και διαφορετικές ανάγκες, να υπάρχει αποτελεσματική αποθήκευση, ανάκτηση και ενημέρωση των στοιχείων, να αποφεύγονται οι πολλαπλές καταγραφές των ίδιων στοιχείων, και να εξασφαλίζονται οι συνθήκες διαρκούς, ολοκληρωμένης και ασφαλούς λειτουργίας του συστήματος.
- **Απεικόνιση δεδομένων:** Η απόδοση των εισαγόμενων δεδομένων στο σύστημα και αφότου έχουν υποστεί την ανάλογη επεξεργασία γίνεται με τις περιφερειακές μονάδες εξόδου. Όπως αυτές είναι η οθόνη, ο εκτυπωτής, ο σχεδιαστής, τα μαγνητικά μέσα.
- **Επικοινωνία με τον χρήστη:** Το περιβάλλον εργασίας του GIS είναι φιλικό απέναντι στον χρήστη. Τα δυο αυτά μέρη είναι απαραίτητο να συνεργαστούν ώστε να μπορεί να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα που αναζητά ο χρήστης. Η αλληλεπιδρούσα επικοινωνία όπως έχει ονομαστεί γίνεται στα πλαίσια διατύπωσης μιας σειράς εντολών από το χρήστη οι οποίες πρέπει να έχουν και την ανάλογη ανταπόκριση από το σύστημα.

Κατηγορίες των εφαρμογών ενός ΓΣΠ

Οι εφαρμογές των G.I.S. είναι πολλές και κάθε φορά ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη γίνεται και η ανάλογη προσαρμογή. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των περιπτώσεων είναι η χωρική επεξεργασία και η προβολή δεδομένων που έχουν γεωγραφική υπόσταση. Οι λειτουργίες ενός G.I.S. είναι πολυάριθμες και καθορίζονται από την ορθότητα σχεδίασης της εφαρμογής και των δεδομένων. Οι σημαντικότερες γεωγραφικές αναλύσεις που πραγματοποιούνται σε ένα G.I.S. είναι (ΕΥΕΛΠΙΔΟΥ,ΑΝΤΩΝΙΟΥ,2016):

- **Αναζήτηση- επιλογή:** Είναι η δυνατότητα εύρεσης των χαρακτηριστικών ενός ή περισσότερων καθορισμένων αντικειμένων που υπόκεινται σε ένα σύνολο προϋποθέσεων και κανόνων που υπαγορεύει ο χρήστης
- **Μετατροπές κλίμακας:** Πρόκειται για την ικανότητα του συστήματος να μετατρέπει γρήγορα και με μεγάλη ακρίβεια την κλίμακα των χαρτογραφικών αποτελεσμάτων του
- **Μετατροπές της ικανότητας ανάλυσης:** Πρόκειται για τη δυνατότητα συνοπτικής παρουσίασης κάποιων αναλυτικών μορφών και το αντίστροφο
- **Μέτρηση γεωγραφικών στοιχείων:** Είναι η δυνατότητα μέτρησης αποστάσεων, μηκών, εμβαδών κ.λπ
- **Μελέτη απλών αναλύσεων κυρίαρχης τάσης:** Εδώ, αναφέρονται ερωτήσεις καθώς και στατιστικές εκτιμήσεις, που αφορούν στην πορεία εξέλιξης μίας κατάστασης ή μίας περιοχής
- **Σύνθετη απεικόνιση:** Πρόκειται για τη χρησιμοποίηση ενός ή περισσότερων επιπέδων πληροφορίας, έτσι ώστε να είναι δυνατή η παραγωγή σύνθετων χαρτών
- **Προσομοίωση και μοντελοποίηση:** Αφορά στην ανάπτυξη μοντέλων, τα οποία περιγράφουν τις συνθήκες λειτουργίας που διέπουν ένα σύστημα, άλλοτε με μαθηματικό και άλλοτε με περιγραφικό τρόπο. Η εργασία αυτή αποσκοπεί στην προσομοίωση της φυσικής πραγματικότητας, έτσι ώστε να γίνει εφικτή η αυτοματοποιημένη παρακολούθηση της εξέλιξης του συστήματος συναρτήσει του χρόνου, καθώς και η εκτίμηση της εξελικτικής του πορείας.

2.5 Παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (G.P.S.)

Σαν τεχνολογία το GPS είναι μια αρκετά πρόσφατη ανακάλυψη των επιστημών. Πολύ πριν γίνει λόγος για το GPS, για να μπορέσουν να προσανατολιστούν οι άνθρωποι κατά την περίοδο της αρχαιότητας χρησιμοποιούσαν σημεία αναφοράς διαφόρων αστερισμών. Ύστερα από χρόνια έγιναν γνωστά τα πρώτα τεχνητά εργαλεία προσανατολισμού όπως η πυξίδα και ο εξάντας. Για την τότε εποχή αποτέλεσαν τα πιο εύχρηστα εργαλεία για τον άνθρωπο. Στην πορεία διαπιστώθηκαν ορισμένα μειονεκτήματα όπως ήταν ότι ο εξάντας μπορούσε να μην προσδιορίσει με ευκολία το γεωγραφικό πλάτος ενός αντικείμενου π.χ. ενός πλοιαρίου αλλά δεν ήταν καθόλου εύκολο αλλά σύνθετο να υπολογίσει το γεωγραφικό μήκος. Με αποτέλεσμα να επιφέρει την ανάγκη για εύρεση νέων για την εποχή τεχνολογιών. Φτάνοντας στον 17ο αιώνα έχουμε μια σημαντική εφεύρεση από τον επιστήμονα (John Harrison) ο οποίος μας έδωσε το γνωστό σε όλους μας χρονόμετρο. Συνεπώς με τον συνδυασμό δύων από τις παραπάνω τεχνολογίες του εξάντα και του πρόσφατα πλέον χρονομέτρου μπορούσαν να εκτιμήσουν με αρκετά μεγάλη ακρίβεια για τότε την θέση των πλοίων πάνω στον ναυτικό χάρτη. Στα μέσα του 20ου αιώνα η τεχνολογία στον συγκεκριμένο τομέα έδωσε τις γνώσεις τις με την δημιουργία των πρώτων συστημάτων εντοπισμού θέσης μέσω ραντάρ κάτι που χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα στον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο και χρησιμοποιείται και σήμερα (με αρκετές βελτιώσεις).

Το Navstar/GPS (Navigation System with timing and ranging-global positional system) ή όπως έχει επικρατήσει GPS είναι ένα παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης το οποίο στηρίζεται σ' ένα πλέγμα 24 τεχνικών δορυφόρων (εικόνα 34) με την βοήθεια των οποίων

μπορούμε να προσδιορίσουμε την θέση ενός σημείου παρατήρησης συντεταγμένων X,Y,Z ως προς ένα κατάλληλο σύστημα αναφοράς, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες. Το δορυφορικό σύστημα GPS σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ και ονομάστηκε "NAVSTAR GPS" (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System) για να ικανοποιήσει κυρίως στρατιωτικές ανάγκες ναυσιπλοΐας. Ύστερα δόθηκε για εμπορική χρήση (Φούντας Σ., Γεμτός Θεωφ., Αναστασίου, Παπανικολάου, Μαρίνου, Παραδείσης).



Εικόνα 34: Δορυφορικό πλέγμα GPS (Πηγή: Πεταλωτή, Πατσουράκου, Καβακόγλου ,Γεωργιάδου, Δημητριάδου)

Το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης GPS αποτελεί ένα παθητικό δορυφορικό σύστημα που σκοπός του είναι ο προσδιορισμός της ακριβείας θέσης, του χρόνου και της ταχύτητας ενός χρήστη πάνω σε ένα παγκόσμιο σύστημα αναφοράς. Προϋπόθεση είναι να μη παρεμβάλετε κάποιο εμπόδιο μεταξύ του χρήστη και του δορυφόρου (Βαλμής Σ. Αγγελίδης Μ., 2007). Ορισμένοι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του σήματος που δέχεται ο δέκτης αναφέρονται στην συνέχεια (Γεμτός- Φούντας,2016):

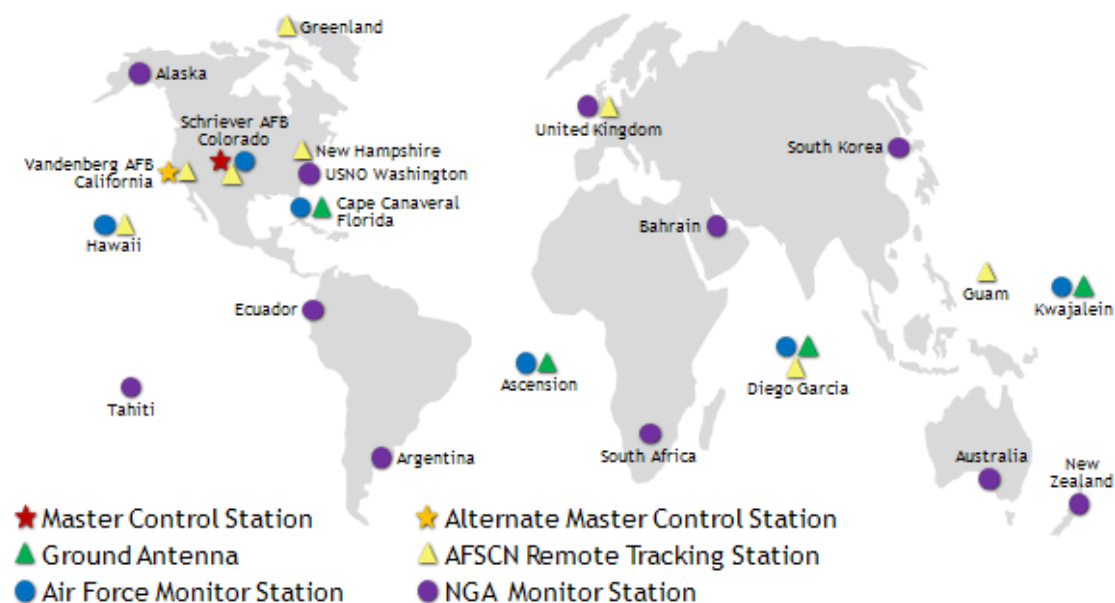
- Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στον δέκτη GPS
- Ο αριθμός των δορυφόρων από τους οποίους λαμβάνει σήμα ο δέκτης καθώς και οι σχετικές θέσεις τους
- Επιλεκτική διαθεσιμότητα του συστήματος
- Η εγκατάσταση του συστήματος
- Η ικανότητα διαφορικής διόρθωσης του συστήματος
- Οι παραμορφώσεις των δορυφορικών σημάτων που μπορεί να οφείλονται στην παρεμβολή αντικειμένων όπως για παράδειγμα κτήρια
- Επιδράσεις ιονόσφαιρας και τροπόσφαιρας
- Πιθανά σφάλματα των δεκτών ή και των δορυφορικών χρονομέτρων
- Σφάλματα από πληροφορίες που προέρχονται από τους δορυφόρους σχετικά με την τροχιά τους
- Τέλος, ανάκλαση του σήματος από διάφορα αντικείμενα της επιφάνειας της γης πριν αυτό καταλήξει στον δέκτη

Το σύστημα GPS αποτελείται από 3 αλληλεπιδρώντα τμήματα:

- Δορυφορικό ή διαστημικό τμήμα
- Επίγειο τμήμα ελέγχου
- Τμήμα τελικού χρήστη

Το δορυφορικό ή διαστημικό τμήμα αποτελείται από ένα πλέγμα 24 δορυφόρων οι οποίοι είναι ομοιόμορφα κατανομημένοι σε 6 τροχιακά επίπεδα και σχηματίζουν γωνία μεταξύ τους 60° και 55° με τον ισημερινό. Το δορυφορικό πλέγμα βρίσκεται 20.200 km από την επιφάνεια της γης και εκτελούν δυο περιστροφές γύρω από την γη κάθε 24 ώρο με ταχύτητα 3.9 km/sec. Η διάταξη των δορυφόρων είναι τέτοια έτσι ώστε να καλύπτει ομοιόμορφα με το σήμα του όλο των πλανήτη.

Το επίγειο τμήμα ελέγχου αποτελείται από ένα παγκόσμιο δίκτυο επίγειων εγκαταστάσεων που καταγράφουν τους δορυφόρους GPS. Οι δορυφόροι όπως είναι αναμενόμενο, ίσως να αντιμετωπίσουν κάποιου είδους προβλήματα κατά την διάρκεια λειτουργίας τους για αυτό τον λόγο οι απαραίτητοι έλεγχοι που πραγματοποιούνται αφορούν στην σωστή θέση, ταχύτητα τους, και σε επάρκεια ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα πραγματοποιούνται οι απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες που αφορούν στο σύστημα χρονομέτρησης ώστε να μην μεταδίδονται λανθασμένες πληροφορίες στους χρήστες (Αναστασίου Δ. Παπανικολάου Ξ. Μαρίνου Α. Παραδείσης Δ.,2014). Το τμήμα επίγειου ελέγχου αποτελείται σήμερα από ένα κύριο σταθμό κεντρικού ελέγχου που εδρεύει στο Κολοράντο των ΗΠΑ. Έναν εναλλακτικό κέντρο ελέγχου, δώδεκα κεραίες και δεκαέξι σημεία παρακολούθησης.



Εικόνα35:Χάρτης του τμήματος ελέγχου GPS (Πηγή: <http://xenon.colorado.edu/spotlight/index.php?action=kb&page=41>)

Τμήμα τελικού χρήστη, αποτελείται από χρήστες οι οποίοι μπορεί να είναι είτε πολίτες είτε ο στρατός. Οι δέκτες GPS που χρησιμοποιούνται από τους πολίτες δεν χρειάζονται άδεια λειτουργίας επειδή δεν στέλνουν σήματα αλλά μόνο λαμβάνουν. Οι δέκτες

μετασχηματίζουν τα σήματα που λαμβάνουν από τα SVs (Space Vehicles) για την εκτίμηση της θέσης, του χρόνου αλλά και τις ταχύτητες.

Διάφορα άλλα συστήματα παγκόσμιου εντοπισμού θέσης

Άλλα συστήματα παγκόσμιου εντοπισμού θέσης εκτός από το GPS όπου αναφέρθηκε παραπάνω, αποτελούν τα ακόλουθα:

GNSS

Τα GNSS είναι παγκόσμια δορυφορικά συστήματα και παρέχουν αυτόνομες γεω χωρικές πληροφορίες σε παγκόσμιο επίπεδο. Έχουν την δυνατότητα να καταγράψουν την θέση τους με ακρίβεια λίγων μέτρων. Και τα οποία μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες (Γεμτός Θ. και Φούντας Σπ., 2016):

- GNSS 1 είναι το πρώτο δορυφορικό σύστημα που παράχθηκε και συνδυάζει δορυφορικά συστήματα πλοήγησης τύπου GPS και GLONASS
- GNSS 2 είναι δορυφορικό σύστημα δεύτερης γενιάς και το οποίο παρέχει ένα ανεξάρτητο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης και το οποίο χρησιμοποιεί το ευρωπαϊκό σύστημα Gallileos
- Κεντρικά συστήματα δορυφορικής πλοήγησης όπως αυτά των GPS, Gallileos, Glonass

Gallileos

Το Gallileos είναι ένα μη ολοκληρωμένο GNSS σύστημα που υιοθέτησε η Ευρωπαϊκή ένωση και η ευρωπαϊκή υπηρεσία διαστήματος στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Σκοπός του οποίου είναι να παρέχει με ακρίβεια ένα σύστημα εντοπισμού θέσης όπου τα ευρωπαϊκά έθνη μπορούν να επικαλεστούν ανεξαρτήτως των συστημάτων των άλλων χωρών (π.χ. ΗΠΑ, Ρωσία, Κίνα).

Compass

Είναι ένα ακόμη παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης το οποίο αναπτύσσεται από την Κίνα. Αποτελεί σύστημα δεύτερης γενιάς και είναι γνωστό ως Compass ή Beidou-2. Στον σχεδιασμό του διαφέρει από τον Beidou-1 μιας και έχει 5 γεωστατικούς δορυφόρους έναντι των 4 που έχει το πρώτο. Επίσης σημαντικό πλεονέκτημα του είναι ότι ως στόχο έχει τον εντοπισμό θέσης και πλοήγησης σε παγκόσμιο επίπεδο.

2.5.1 Εφαρμογές στο παράκτιο περιβάλλον

Η πυκνότητα του πληθυσμού στις παράκτιες περιοχές του κόσμου είναι περίπου τρεις φορές υψηλότερη από τον παγκόσμιο μέσο όρο, και σχεδόν 23% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε απόσταση 100 km από μια ακτή και < 100 m πάνω από τη θάλασσα. Οι παράκτιες περιοχές υπόκεινται σε μια ευρεία ποικιλία φαινομένων όπως παραλλαγές της θαλάσσιας στάθμης, παλιρροιακή πλημμύρα, ανθρώπινες δραστηριότητες που συνεχώς τροποποιούνται και παίζουν θεμελιώδη ρόλο στην παράκτια ανάπτυξη και εκθέτουν τον κίνδυνο της διάβρωσης των ακτών.

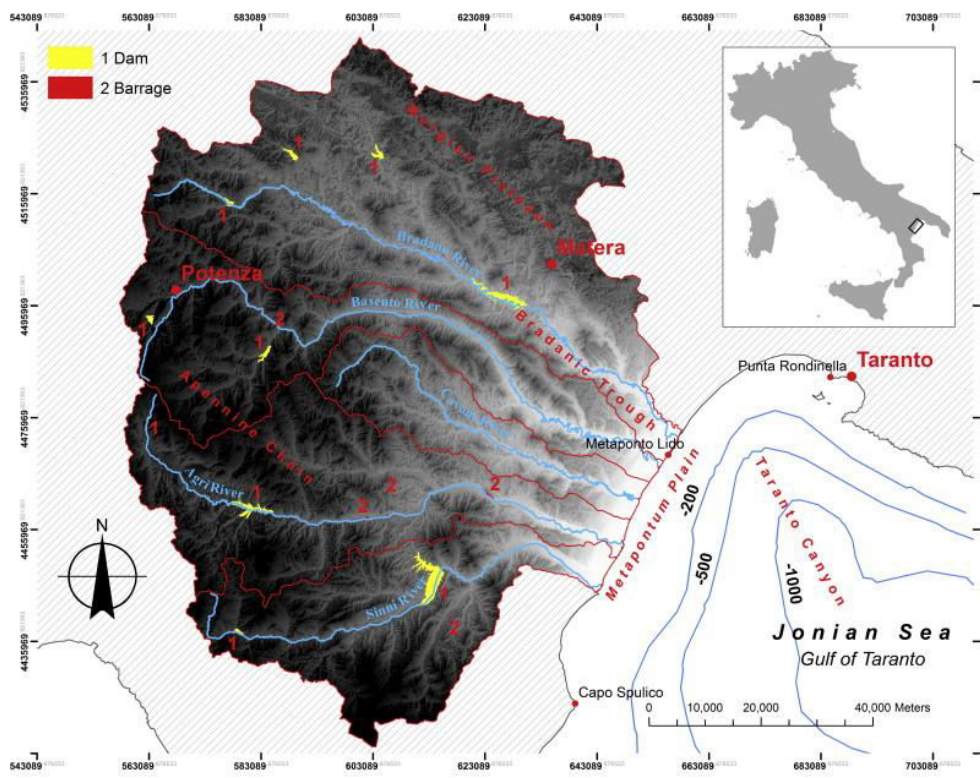
Η παράκτια διάβρωση συνδέεται με τις σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, επηρεάζοντας συχνά εκατοντάδες χιλιόμετρα ακτών. Η παράκτια διάβρωση

αντιπροσωπεύει ένα σοβαρό κοινωνικοοικονομικό πρόβλημα όχι μόνο σε τοπικό επίπεδο όπου έχει επιπτώσεις στους κατοίκους των παράκτιων περιοχών και στον τουρισμό, αλλά και σε περιφερειακό επίπεδο, όπου επηρεάζει την πιθανή περιφερειακή πρόοδο λόγω των σημαντικών οικονομικών απωλειών, των κοινωνικών προβλημάτων και της οικολογικής ζημίας.

Στη μεσογειακή περιοχή, οι μέσοι όροι κλίματος κατά τη διάρκεια των τελευταίων 2500 ετών εγγυούνται τις ευνοϊκές συνθήκες για τη συσσώρευση των ιζημάτων στις εκβολές των ποταμών και στις γειτονικές παράκτιες περιοχές. Μέχρι μερικές δεκαετίες πριν, οι συνθήκες συσσώρευσης στις παραλίες συντηρήθηκαν σε μερικές περιοχές που δεν επηρεάστηκαν από την έντονη πίεση πληθυσμών, όπως οι νοτιοδυτικές και νότιες ακτές της Τουρκίας. Εντούτοις, οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν προκαλέσει τις αυστηρές μορφολογικές αλλαγές ακτών κατά μήκος της νοτιοανατολικής τουρκικής ακτής της Μεσογείου κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 ετών.

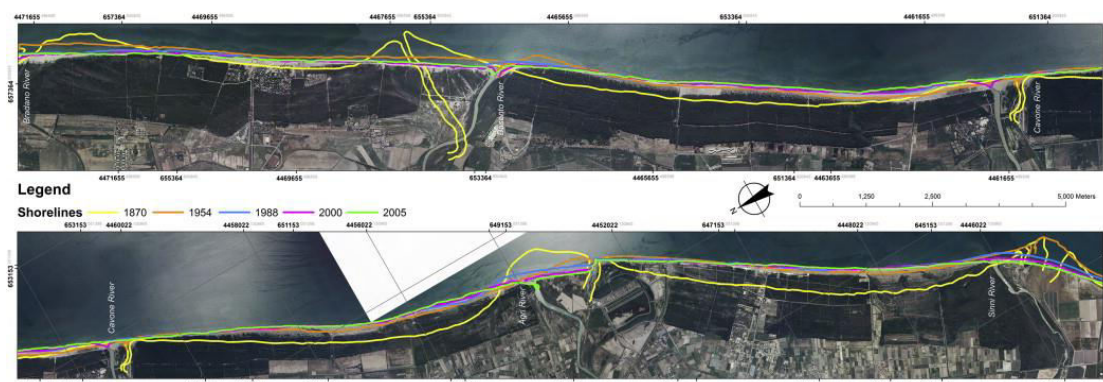
Η 32 km κατά μήκος ακτή Jonian της περιοχής του Basilicata είναι ευαίσθητη σε ένα τεράστιο και διαδεδομένο φαινόμενο υποχώρησης. Αυτό το φαινόμενο που αρχίζει στο δεύτερο μισό του 20ού αιώνα, και η έντασή του οποίου αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου. Η ακτή έχει δοκιμάσει στην οπισθοδρόμηση λόγω ενός ισχυρού ελλείμματος στο ισοζύγιο ιζημάτων που προκαλείται αρχικά από την ανεξέλεγκτη εναπόθεση άμμου και αμμοχάλικου από τις κοίτες των ποταμών και στη συνέχεια από την κατασκευή διάφορων φραγμάτων μεταξύ της δεκαετίας του '50 και της δεκαετίας του '90. Η ανθρώπινη δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε μέσα στις υδρογραφικές λεκάνες, όταν μετρήθηκαν από οικονομικής άποψης τα πλεονεκτήματα για την ανάπτυξη της υποδομής, την αποθήκευση ύδατος, και την παραγωγή υδροενέργειας για τη γεωργική, βιομηχανική και κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη της περιοχής Basilicata. Αυτό έχει αλλάξει έντονα το οικοσύστημα των ποταμών και το παράκτιο περιβάλλον λόγω της επακόλουθης έλλειψης εναπόθεσης ιζημάτων. Οι περιφερειακές αρχές διοίκησης λαμβάνουν αυτήν την περίοδο μέτρα για να προσδιορίσουν τις καλύτερες λύσεις ώστε να καταπολεμήσουν τη διάβρωση και να μειώσουν τον αντίκτυπο της στις δραστηριότητες αναψυχής και στον τουρισμό, τα οποία είναι τα κύρια προτερήματα σε αυτό το μέρος της ακτής.

Αυτή η μελέτη εξετάζει την εφαρμογή μιας μεθοδολογίας βασισμένης στην ανάλυση της εξέλιξης ακτών, αξιολογώντας με στόχο την παράκτια διάβρωση και τις μορφολογικές αλλαγές στη συγκεκριμένη περιοχή όπου αυτή η διαδικασία είναι η εντονότερη. Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στην παράκτια περιοχή της θάλασσας Jonian, μέσα στα διοικητικά σύνορα της περιοχής Basilicata, από τη βορειοανατολική πλευρά του κόλπου του Taranto. Αυτή η περιοχή είναι μέρος της ευρύτερης φυσιογραφικής μονάδας που επεκτείνεται μεταξύ Capo Spulico και Punta Rondinella. Η περιοχή αυτή αποτελεί μέρος της ευρύτερης φυσιογραφικής μονάδας που επεκτείνεται μεταξύ του Capo Spulico και Punta Rondinella. Ποιο συγκεκριμένα οριοθετείται από τα βορειοανατολικά από τους λόφους Murgian plateaux και νοτιοδυτικά από την οροσειρά Apennine (εικόνα 36)



Εικόνα 36: Η περιοχή μελέτης Jonian στην περιοχή Basilicata στην Ιταλία

Η ανάλυση δείχνει πως την περίοδο από το 1870 έως το 1954 τα ποτάμια τροφοδοτούσαν με ιζήματα την ακτή, η οποία ήταν μεγαλύτερη της διάβρωσης του δέλτα του ποταμού. Στη συνέχεια, αξιοπρόσεκτες αλλαγές παρατηρήθηκαν στην ακτή την περίοδο μεταξύ 1954 και 2005 (περισσότερα από 640.000 m² περιοχής υποχώρησε, με ένα μέσο ποσοστό παράκτιας διάβρωσης στα 16,500 m²/yr και ένα μέγιστο ποσοστό του 50,000 m²/yr). Μεταξύ του 1954 και του 2005 η μέση καθαρή μετακίνηση της ακτογραμμής ήταν 30m.



Εικόνα 37: Μεταβολή της ακτογραμμής από το 1870 έως το 2005 στην περιοχή Jonian

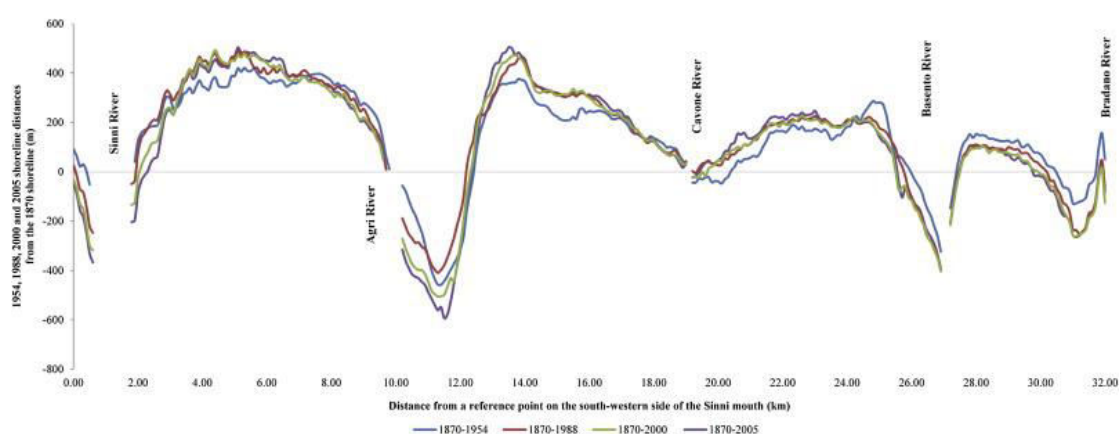
Στην εικόνα 37 παρουσιάζεται διαχρονικά η μεταβολή της ακτογραμμής στην παράκτια περιοχή της Jonian. Τα δεδομένα προέρχονται από την χρήση ιστορικών χαρτών, αεροφωτογραφιών και GPS. Τα ποσοστά μεταβολής της ακτογραμμής από το 1870 έως το 2005 υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας 323 κάθετα σημεία κατά μήκος της ακτογραμμής. Όπου το κάθε ένα από αυτά απείχε 100m.

Η αλλαγή των ακτών αναλύθηκε με την χρήση ιστορικού χάρτη από το 1870, αεροφωτογραφίες οι οποίες έχουν υποστεί γεωμετρική διόρθωση από 1954, 1988 και 2000 αλλά και δεδομένα από GPS το 2005. Τα βήματα επεξεργασίας της αεροφωτογραφίας, η διαχείριση δεδομένων εικόνας, η κατασκευή γεωδομένων και η τεχνικές επικάλυψης πραγματοποιήθηκαν με την χρήση λογισμικών όπως ER Mapper 7.2 και ArcGIS 9.3.

Το 1870 η ακτογραμμή ήταν χαρτογραφημένη σε τοπογραφικό φύλλο του Ιταλικού στρατιωτικού γεωγραφικού ινστιτούτου, σε κλίμακα 1:50.000. Το 1954 και το 2000 η ακτογραμμή ήταν σκιαγραφημένη σε αεροφωτογραφίες του Ιταλικού στρατιωτικού γεωγραφικού ινστιτούτου σε κλίμακα 1:34.000 και 1:10.000 αντίστοιχα. Όλες οι αεροφωτογραφίες αναφερόντουσαν στο σύστημα προβολής WGS84/UTM 33 χρησιμοποιώντας έναν μεταβλητό αριθμό επίγειων σημείων ελέγχου (GCPs). Τα σημεία αυτά επιλεχθείσα συγκρίνοντας κάθε αεροφωτογραφία με τις ορθοκανονικές μωσαϊκές της Εθνικής Ιταλικής Γεωπύλης (Geoport) από το 2000 και μετά. Το 1988 η ακτογραμμή ψηφιοποιήθηκε χρησιμοποιώντας σετ γεωμετρικά διορθωμένων μωσαϊκών κλίμακας 1:10.000. Το 2005 η ακτογραμμή δημιουργήθηκε με χαρτογραφημένα σημεία GPS χρησιμοποιώντας Leica GPS System. Τα στοιχεία του GPS διορθώθηκαν κάνοντας χρήση του λογισμικού Leica Geo.

Στις εικόνες 38 και 39 παρουσιάζεται η παραλλαγή της ακτογραμμής με την πάροδο του χρόνου καθώς επίσης και η συνολική μεταβολή από το 1870 έως το 2005. Οι κύριες αλλαγές στα 4 εξεταζόμενα χρονικά διαστήματα παρουσιάζονται στην συνέχεια.

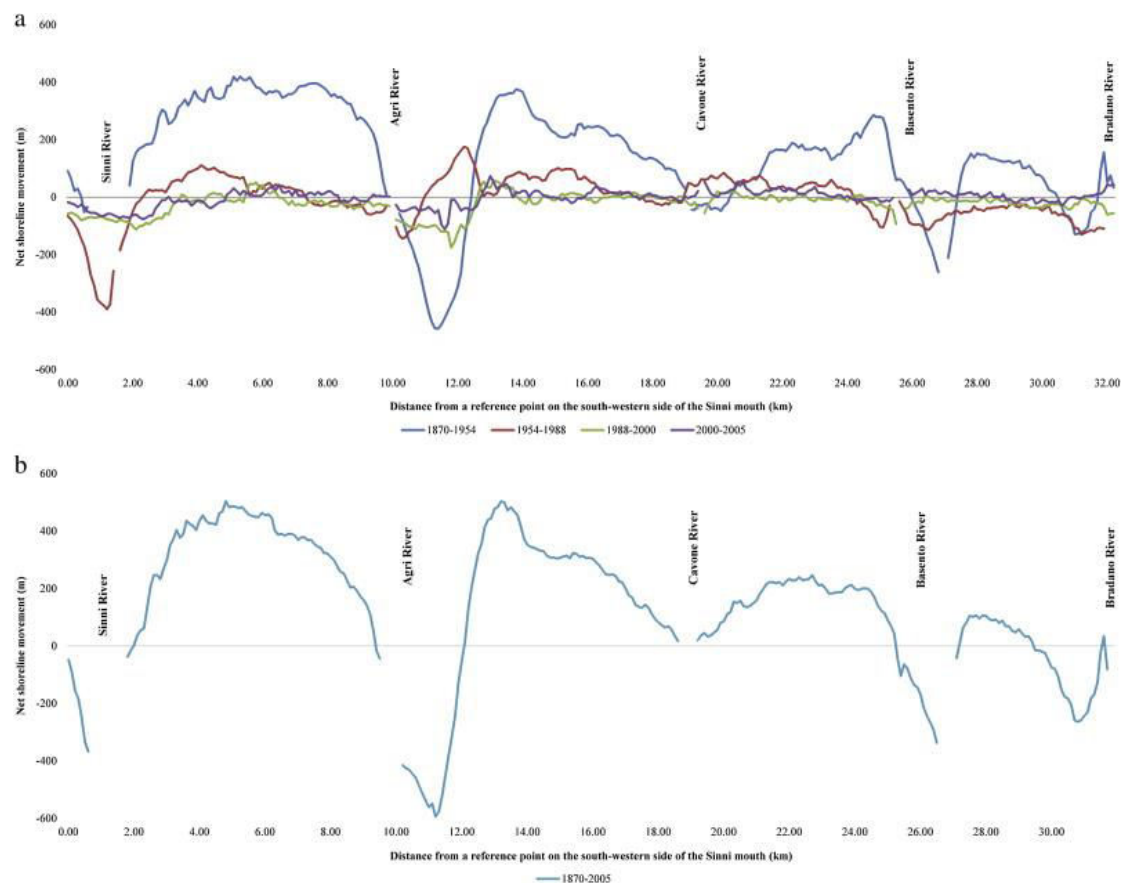
Για την περίοδο 1870 έως το 1954 μια σύγκριση των ακτογραμμών δείχνει την επικράτηση της προσαύξησης αυτών η οποία υπολογίζεται στα 5.400.000 m² έναντι των 826.000 m² της υποχώρησης λόγω διάβρωσης. Με μέσο όρο υποχώρησης 1.67 m/year και με μέγιστη τιμή στα 4.27 m/year να καταγράφεται στην βορειοανατολική πλευρά της όχθης του ποταμού Agri.



Εικόνα 38: Μεταβολή της ακτογραμμής κατά την περίοδο από το 1870 έως το 2005. Το φαινόμενο της διάβρωσης είναι εμφανές κατά μήκος της ακτογραμμής Jonian.

Μεταξύ του 1988 και του 2000 η παράκτια διάβρωση αυξήθηκε απότομα. Ποιο συγκεκριμένα παρουσιάστηκαν τα εξής στοιχεία. Αρχικά στις εκβολές του ποταμού Sinni η υποχώρηση ήταν στα 9,35 m/year , στην βορειοανατολική πλευρά των εκβολών του

ποταμού Agri η υποχώρηση ανήλθε στα 14.58 m/year, και ολόκληρος ο αιγιαλός μεταξύ των ποταμών Basento και Brandano υποχώρησε κατά 10.36 m/year. Κατά την διάρκεια από το 2000 έως το 2005 κατά την ανάλυση παρατηρήθηκαν επίσης ραγδιαίες μεταβολές υποχώρησης όπως στις εκβολές του ποταμού Sinni όπου ανήλθε στα 14.47 m/year, στην βορειοανατολική πλευρά των εκβολών του ποταμού Agri όπου ήταν 22.22 m/year αλλά και στο βορειοανατολικό πλευρό της παράκτιας ζώνης ανάμεσα στις εκβολές των ποταμών Basento και Brandano όπου ήταν στα 5.83 m/year. Η μέση μεταβολή κατά μήκος των παραλιών ανήλθε στα +55,000 m²/year το οποίο χαρακτηρίστηκε ως προσαύξηση κατά τα έτη 1870 με 1954. Στον αντίποδα κατά τα έτη 1954 με 2005 όπου επικράτησε διάβρωση η μεταβολή ήταν 16,500 m²/year. Σε γενικές γραμμές 640.000 m² αμμώδεις παραλίες χάθηκαν κατά μήκος της ακτογραμμής Jonian στην περιοχή Basilicata μεταξύ των 1954 και του 2005. Η μέση καθαρή μεταβολή της ακτογραμμής κατά τα έτη 1870 με 1954 ήταν στα +110 m ενώ κατά τα έτη 1954 με 2005 η μεταβολή ήταν στα -30m. Στη μεν πρώτη περίοδο παρατηρείται προσαύξηση ενώ στην δεύτερη περίοδο διάβρωση της ακτογραμμής. Κύριος στόχος της παρούσας μελέτης είναι ο καθορισμός των μεταβολών που παρουσιάζονται στην ακτογραμμή Jonian στην περιοχή Basilicata την περίοδο από το 1870 έως το 2005 και κατά την διάρκεια αυτής να μελετηθεί η σχέση με τις κύριες περιβαλλοντικές τροποποιήσεις μέσα στις λεκάνες συλλογής.

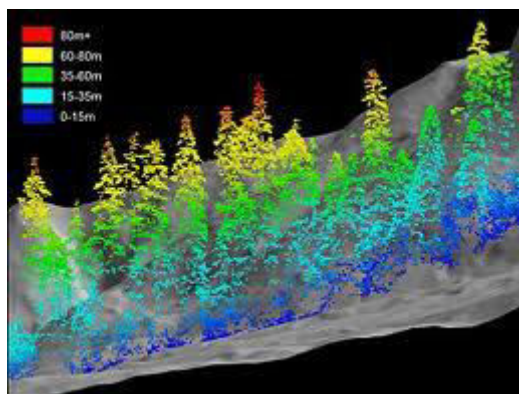


Εικόνα 39: Καθαρή μεταβολή της ακτογραμμής (α) μακροπρόθεσμη αλλαγή ακτών (1870-2005) (β) για τον αιγιαλό 32 km-μακρύ Jonian. Τα ποσοστά αλλαγής μεταξύ 1870 και 2005 υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας 323 κάθετα σημεία κατά μήκος της ακτογραμμής, χωρίζοντας την ακτογραμμή κατά διαστήματα κάθε 100 m. Η ανάλυση ακτών έδειξε ότι τα βαριά σημεία διάβρωσης υπήρξαν στις εκβολές του ποταμού Sinni, στη βορειοανατολική πλευρά των εκβολών του ποταμού Agri, και μεταξύ των εκβολών των Basento and Brandano

2.6 Lidar

Είναι μια μέθοδος η οποία επιτρέπει την συλλογή υψομετρικών δεδομένων μεγάλης πυκνότητας και ακρίβειας χρησιμοποιώντας τεχνικές σάρωσης με Laser. Η συγκεκριμένη είναι αρκετά δημοφιλής ανάμεσα στην κοινότητα των μηχανικών λόγω της εξαιρετικής υψηλής ακρίβειας και της μεγάλης πυκνότητας σημείων, των ρεαλιστικών τρισδιάστατων αναπαραστάσεων δρόμων κτηρίων αλλά έργων ακτογραμμής.

Lidar (Light Detection and Ranging) είναι μέθοδος ανίχνευσης από απόσταση (is a remote sensing method). Είναι μια μέθοδος τηλεπισκόπησης που χρησιμοποιεί το φως υπό μορφή παλλόμενου λέιζερ για να μετρήσει τις σειρές (μεταβλητές αποστάσεις) στην γη (National Oceanic and atmospheric administration). Έχει ποικίλες εφαρμογές όπως για την παρακολούθηση και προστασία του παράκτιου περιβάλλοντος, για την χαρτογράφηση έργων οδοποιίας, αγωγών, έργων μεταφοράς ενέργειας, καθώς και για πλημμυρική προστασία και υδρογραφικές προσομοιώσεις (Εικόνα 40 και 41)



Εικόνα 40: Εφαρμογές της τεχνολογίας Lidar στην δασοπονία (πηγή: www.geomatics.gr)



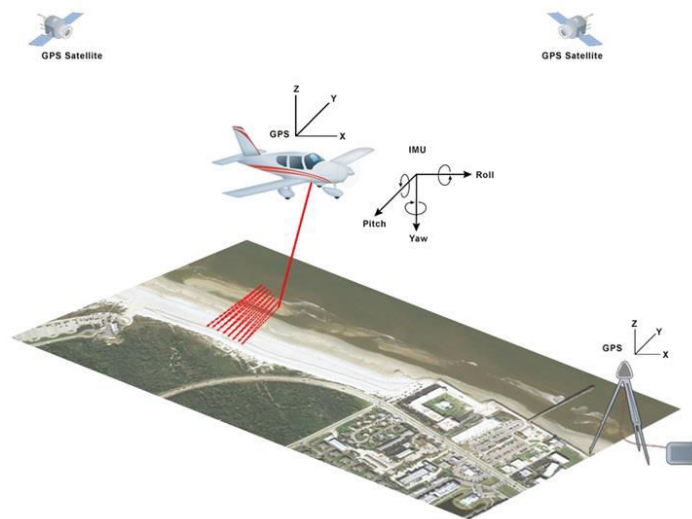
Εικόνα 41: Εφαρμογές της τεχνολογίας Lidar στις 3D μοντελοποιήσεις των γραμμών μεταφοράς ενέργειας (πηγή: www.geomatics.gr)

Τα συστήματα Lidar (Light Detection And Ranging) ανήκουν στη κατηγορία των ενεργητικών τηλεσκοπικών συστημάτων που εκπέμπουν μερικές χιλιάδες παλμούς Laser-Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας) ανά δευτερόλεπτο. Βασιζόμενη στην τεχνική της μέτρησης του χρόνου που μεσολαβεί από την απόσταση που χρειάζεται να διανύσει ο παλμός της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από το σύστημα στην επιφάνεια από όπου θα ανακλαθή και

στην συνέχεια θα επιστρέψει και ξανά πίσω στο σύστημα. Η μέτρηση του χρόνου που χρειάζεται για να διανύσει την παραπάνω απόσταση μετριέται από χρονόμετρο ακριβείας και στην συνέχεια μετατρέπεται σε απόσταση.

Τα συστήματα Lidar ανήκουν στην κατηγορία των συστημάτων κινητής χαρτογράφησης MMS (Mobile Mapping Systems) ή με τον νέο όρο τεχνολογίες κινητής χαρτογράφησης (MMT) ο οποίος ενσωματώνει σύγχρονες μεθόδους και ποιο πολύπλοκες τεχνολογίες συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων (Schwartz and El-Sheimy 2007). Επιπλέον αποτελείται από εναέριες και επίγειες διατάξεις. Πιο αναλυτικά παρουσιάζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα Lidar (Εικόνα 42):

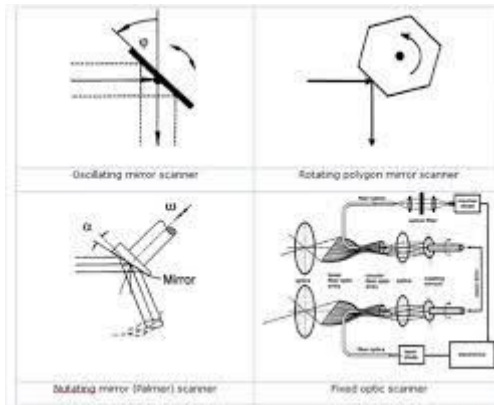
- Εναέρια βάση στήριξης την λεγόμενη πλατφόρμα (αεροσκάφος, ελικόπτερο, UAV κ.α.) καθώς και μηχανισμό ανάρτησης του συστήματος.
- Διατάξεις αερομεταφερόμενου τοπογραφικού συστήματος Lidar (σαρωτές Laser)
- Σύστημα προσδιορισμού θέσης και προσανατολισμού POS, το οποίο αποτελείται από GPS (Global Position System) και INS (Inertial Navigation System) δηλαδή στα ελληνικά ως αδρανειακό σύστημα πλοήγησης και το οποίο χρησιμεύει για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων του στόχου.
- Υψηλής ακρίβειας χρονόμετρο που χρησιμεύει για τον συγχρονισμό όλων των υποσυστημάτων
- Τέλος από την μονάδα αποθήκευσης δεδομένων σημείων από τις διαδοχικές μετρήσεις και τα συστήματα χειρισμού ελέγχου.



Εικόνα 42: Πλήρες σύστημα Laser Scanning(Πηγή: <http://www.aspl.ece.ufl.edu/starek.htm>)

Σαρωτής Lidar

Όπως προείπαμε και παραπάνω είναι τηλεσκοπικά συστήματα που εκπέμπουν ανά δευτερόλεπτο χιλιάδες παλμούς Laser. Οι κυριότεροι μηχανισμοί της τεχνικής εκτροπής των παλμών Laser είναι οι ακόλουθοι (Baltsavias 1999a) & (Wehr and Lohr 1999) (Εικόνα 43):



Εικόνα43:Μηχανισμοίσάρωσης(πηγή:http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_DAI4/ch01s02.html)

Ταλαντευόμενο κάτοπτρο (Oscillating mirror): Είναι ο ποιο διαδεδομένος μηχανισμός και ευρέως χρησιμοποιούμενο μηχανισμό. Ο οποίος αποτελείται από ένα μόνο κάτοπτρο ή από ένα ζευγάρι επίπεδων ταλαντευόμενων κατόπτρων. Τα συγκεκριμένα συστήματα, κατοχυρώνουν την κάλυψη της περιοχής με κίνηση της εκπεμπόμενης δέσμης του Laser κάθετα στην διεύθυνση της πτήσης σ' ένα διάστημα που καθορίζεται από την γωνία σάρωσης του σαρωτή. Η γωνία σάρωσης του κατόπτρου σε σχέση με την κάθετη γωνία στην διεύθυνση πτήσης μετρίεται συνεχώς από γωνιακό κωδικοποιητή. Η ακτίνα που προσπίπτει επάνω στα περιστρεφόμενα κάτοπτρα διαγράφει επίπεδο κάθετο στην φορά πτήσης του αεροσκάφους και καλύπτει περιοχή εκατέρωθεν του άξονα πτήσης. Η χρήση αυτού του τύπου μηχανισμού σάρωσης διπλής κατεύθυνσης έχει ως αποτέλεσμα την σάρωση σημείων εδάφους σε πρότυπο που ονομάζεται πριονωτό ή σε ημιτονοειδές πρότυπο. Η ταχύτητα του κατόπτρου μειώνεται καθώς προχωράμε προς τις ακραίες σημεία σάρωσης όπου και μηδενίζεται σε αυτά. Η πυκνότητα αντιθέτως αυξάνεται στα σημεία όπου εκεί η ταχύτητα και η επιτάχυνση μειώνονται παράγοντας με αυτόν τον τρόπο άνιση κατανομή μετρήσεων.

Κλονιζόμενο κάτοπτρο (Nutating mirror): Στα συστήματα σαρωτών Lidar του είδους αυτού, ο άξονας περιστροφής του κατόπτρου σχηματίζει γωνία 45° με την διεύθυνση της ακτίνα Laser που εκπέμπεται. Με την περιστροφή του κατόπτρου ως προς τον άξονα περιστροφής του, έχει ως αποτέλεσμα την μεταβολή της γωνίας των 45° που σχηματίζεται μεταξύ αυτού και της διεύθυνσης της ακτίνας και έτσι έχουμε στον χώρο κωνοειδής κίνηση όπου και έχει την ονομασία κλονισμός. Η παραπάνω εκτροπή σε συνδυασμό με την μεταφορά της πλατφόρμας του σαρωτή, δημιουργούν ελλειπτικής μορφής πρότυπο σάρωσης στο έδαφος. Η εν λόγω τεχνική ονομάζεται σάρωση Palmer. Επίσης, βασικό σημείο αποτελεί το γεγονός ότι το έδαφος σαρώνεται δυο φορές μια κατά την εμπρόσθια κίνηση του σαρωτή και άλλη μια φορά κατά την οπίσθια κίνηση του. Έχοντας ως πλεονέκτημα την σάρωση κενών σημείων.

Περιστρεφόμενο πολυγωνικό κάτοπτρο (Rotating optical polygon mirror): Στον μηχανισμό αυτό ο σαρωτής κινείται κατά την μια κατεύθυνση (Unidirectional) και την περιστροφή του κατόπτρου με σταθερή ταχύτητα, χωρίς να προκαλεί σφάλμα επιτάχυνσης στην γωνιακή παρατήρηση. Κατά την συλλογή δεδομένων του μηχανισμού επειδή δεν υπάρχει σημείο που να υποδηλώνει τα πλευρικά όρια της λωρίδας σάρωσης και για να αποφευχθούν οι

παλμοί Laser από τα όρια της σάρωσης περιορίζεται το οπτικό πεδίο FOV σε σχέση με την γωνία σάρωσης. Ένα βασικό μειονέκτημα του μηχανισμού αυτού είναι το γεγονός ότι για μεγάλο χρονικό διάστημα κατά την περιστροφή του κατόπτρου δεν έχουμε συλλογή δεδομένων. Σύμφωνα με τους (Hyrra et all 2007) εταιρεία Terrapoint χρησιμοποιεί περιστρεφόμενα πολυγωνικά κάτοπτρα πολλαπλών όψεων σε αρκετά συστήματα της. Όπως επίσης και η εταιρεία Riegl χρησιμοποιεί περιστρεφόμενα κάτοπτρα τα οποία περιστρέφονται 360° με σταθερή ταχύτητα και παράγουν σημεία κατά μήκος παράλληλων γραμμών στο έδαφος .

Σάρωση οπτικών ινών (Fiber scanner): Η διαφορά του μηχανισμού αυτού σε σχέση με τους προηγούμενους μηχανισμούς έγκειται στο γεγονός ότι δεν χρησιμοποιούνται κινητές κατοπτρικές επιφάνειες για την σάρωση αλλά μια διάταξη σταθερών οπτικών ινών. Οι οπτικές ίνες στην αρχή βρίσκονται σε κυκλική διάταξη ενώ στην συνέχεια στην έξοδο της εκπεμπόμενης ακτίνας και στην είσοδο των οπισθοσκεδαζόμενων ακτινών μετατρέπεται σε γραμμική διάταξη. Οι οπτικές ίνες στο σύστημα της διάταξης έχουν σταθερή απόσταση μεταξύ τους, και είναι τοποθετημένες στα εστιακά κέντρα των φακών όπου γίνεται η εκπομπή των ακτινών υπό καθορισμένη γωνία κλίσης αλλά και η συλλογή αυτών κατά την επιστροφή τους στο σύστημα. Ο παλμός λέιζερ αφότου παραχθεί από την παλμογεννήτρια κατευθύνεται μέσω μιας διόδου Laser όπου είναι τοποθετημένη στην κυκλική διάταξη των οπτικών ινών. Δια μέσου ενός συστήματος φακών εκπέμπεται σε ένα κλωνιζόμενο στρογγυλό κάτοπτρο από όπου και ανακλάται. Έπειτα μέσω του ίδιου του συστήματος φακών οδηγείται σε μια οπτική ίνα στο αρχική κυκλική διάταξη, από εκεί στην συνέχεια οδηγείται στο γραμμική διάταξη των οπτικών ινών από όπου και εξέρχεται με προορισμό την περιοχή του στόχου αφού πρωτίστως υποστεί εκτροπή υπό ορισμένη γωνία μέσω ενός φακού που βρίσκεται υπό γωνία με το έδαφος. Η εκπεμπόμενη ακτίνα αφού σκεδαστεί από τον στόχο επιστρέφει και πάλι πίσω στο σύστημα μας από όπου και παραλαμβάνεται από τον αντίστοιχο φακό ο οποίος με την σειρά του την οδηγεί στην αντίστοιχη οπτική ίνα για να μεταφερθεί για ψηφιοποίηση. Εν ολίγης ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία από αυτήν που ακολουθήθηκε για την εκπομπή. Σύμφωνα με τον μηχανισμό αυτόν η σάρωση του εδάφους πραγματοποιείται σ' ένα μοτίβο παράλληλων μεταξύ τους γραμμών όπου η απόσταση μεταξύ τους εξαρτάται από την απόσταση που έχουν οι οπτικές ίνες μεταξύ τους στο σύστημα της γραμμικής διάταξης, ενώ αντίστοιχα το πλάτος της λωρίδας σάρωσης εξαρτάται από το ύψος πτήσης. Βασικό πλεονέκτημα του συγκεκριμένου μηχανισμού είναι ότι έχουμε ομοιόμορφη κάλυψη της περιοχής σάρωσης και την παραγωγή υψηλής ποιότητας ψηφιακό μοντέλο. Τέλος, ο συγκεκριμένος μηχανισμός εφαρμόζεται μονάχα από την εταιρεία TopoSys στο σύστημα Lidar Falcon.

Διαφορές Lidar με την κλασσική φωτογραμμετρία

Με την κλασσική φωτογραμμετρία για πολλές δεκαετίες αποτελούσε κύρια συλλογή 3D πληροφοριών για την επιφάνεια του εδάφους. Τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την εμφάνιση του Lidar και την παραγωγή ψηφιακών προϊόντων DEM DSM. Με την εμφάνιση του το LIDAR το οποίο δεν φιλοδοξεί να αντικαταστήσει την ήδη υπάρχουσα κλασσική φωτογραμμετρία αλλά αντιθέτως λειτουργεί συμπληρωματικά με αυτήν. Το βασικό πλεονέκτημα που προσφέρεται στην προκειμένη περίπτωση είναι ότι το Lidar αποτελεί έναν εναλλακτικό δέκτη, με τον οποίο υπάρχει η δυνατότητα να παραχθούν δεδομένα που δεν ήταν δυνατόν να παραχθούν πριν την εμφάνιση του. Όπως τελικά έχει

αποδειχθεί η νέα αυτή πλέον τεχνολογία συμβάλει στην επίλυση χρόνιων προβλημάτων όπως για παράδειγμα σάρωση παράκτιων ζωνών και δασοκαλυμμένων εκτάσεων όπου ήταν δύσκολο να εντοπιστούν σημεία πάνω στο έδαφος με τη μέθοδο της αεροφωτογραφίας. Στην παρούσα φάση οι δυο αυτές μέθοδοι (Lidar & αεροφωτογραφίες) δεν δρουν ανταγωνιστικά αλλά συμπληρωματικά όπως προείπα. Τα μειονεκτήματα που είχαν εντοπιστεί με την εφαρμογή της αεροφωτογραφίας πλέον αντισταθμίζονται με τα πλεονεκτήματα της άλλης μεθόδου. Με την συμπληρωματική τους λειτουργία βελτιώνουν ποιοτικά την παραγωγή του DEM και παρέχοντας την απαραίτητη οπτική κάλυψη της περιοχής.

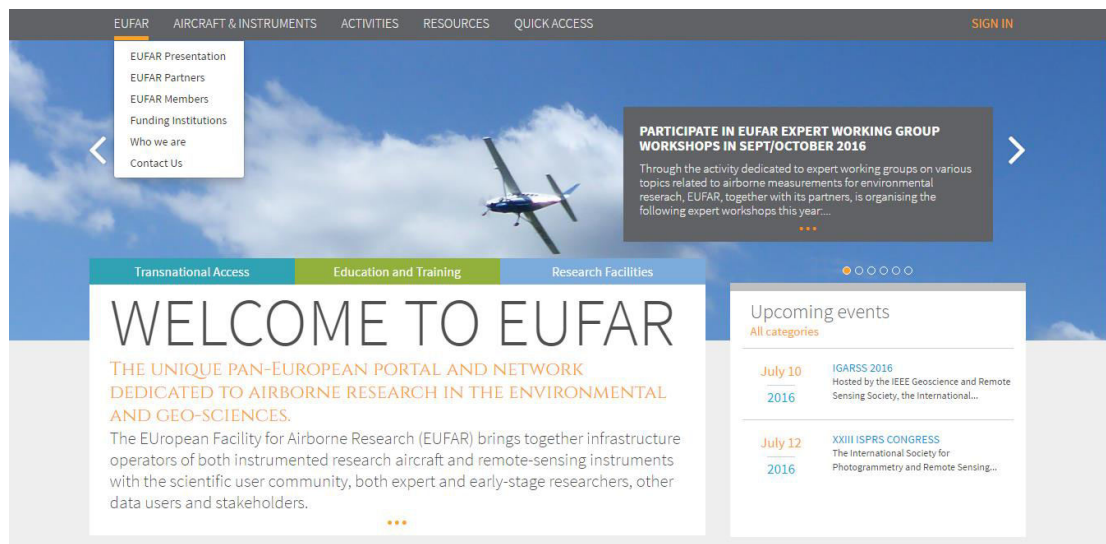
Στον επόμενο πίνακα θα παρουσιαστούν σημαντικές διαφορές που συναντώνται στις δυο αυτές μεθόδους. Μερικές από τις οποίες αποτελούν βασικά ωφέλει των εκάστοτε μεθόδων.

Πίνακας 12: Σύγκριση Lidar με φωτογραμμετρία (πηγή: Hyppa et al 2001, Baltsavias 1999c, Schenk 1999a, Kraus 2002)

Κλασική Φωτογραμμετρία	Lidar
Δεδομένα μόνο την ημέρα	24 ^η λειτουργία
Παθητικοί δέκτες	Ενεργοί δέκτες υψηλής ενέργειας
Οι ακτίνες δεν μπορούν να διαπεράσουν την βλάστηση	Οι ακτίνες έχουν την δυνατότητα να διαπεράσουν την βλάστηση
Απαραίτητη επεξεργασία δεδομένων πριν την παράδοση τους	Γρήγορη επεξεργασία και άμεση παράδοση δεδομένων
Διανυσματικά δεδομένα χωρίς αυτόματη κατηγοριοποίηση	Ψηφιακά δεδομένα με ημιαυτόνομη κατηγοριοποίηση ή σημειοσύνολο X,Y,Z
Απαραίτητα γνωστά σημεία στο έδαφος (φωτοσταθερά, GCP)	Απαραίτητα γνωστά σημεία στο έδαφος μόνο για ελέγχους της ακρίβειας. Σταθμός αναφοράς GPS 20 km από την περιοχή πτήσης
Εύκολη διαδικασία μέτρησης ασυνεχειών, γραμμών αλλαγής κλίσης, ορίων	Αδύνατη η μέτρηση ασυνεχειών και γραμμικών στοιχείων
Απαραίτητος ο προγραμματισμός πτήσης	

2.6.1 Φορείς παροχής εικόνων Lidar

Φορέας παροχής εικόνων Lidar αποτελεί η ευρωπαϊκή υπηρεσία EUFAR (εικόνα 44). Ο προγραμματισμός για την λήψη εικόνων Lidar γίνεται κατόπιν αιτήματος. Ο ερευνητικός οργανισμός υποχρεούται να υποβάλει αίτημα για την πραγματοποίηση πτήσης αεροσκάφους για την λήψη εικόνων Lidar. Στην περίπτωση που η ευρωπαϊκή υπηρεσία κάνει δεκτή την αίτηση πραγματοποίησης πτήσης τότε γίνεται ο προγραμματισμός πτήσης πάνω από την περιοχή μελέτης που έχει οριστεί από τον ερευνητικό οργανισμό. Στην περίπτωση της Ελλάδας λόγω γραφειοκρατικών κολλημάτων δεν πραγματοποιούνται πτήσεις αεροσκαφών για την λήψη εικόνων Lidar.

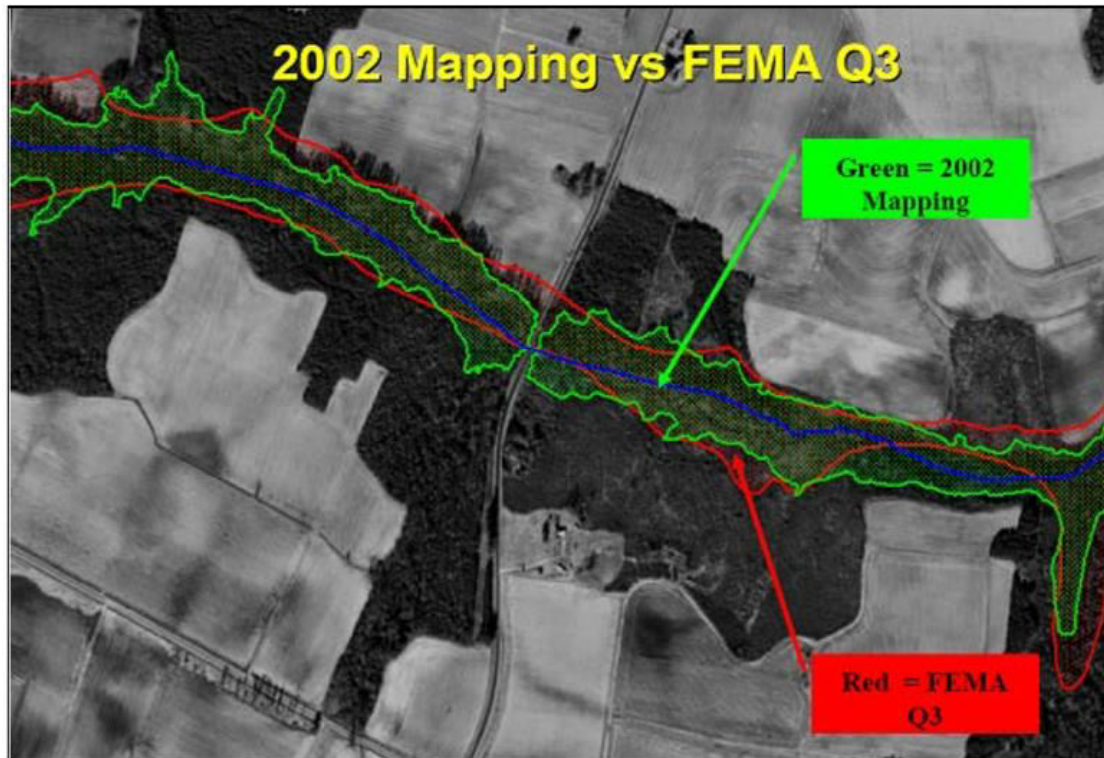


Εικόνα 44: Ευρωπαϊκή υπηρεσία για την λήψη εικόνων Lidar (Πηγή: <http://www.eufar.net/>)

2.6.2 Εφαρμογές της μεθόδου Lidar

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως το Lidar είναι ένα σύστημα τηλεπισκόπησης με πολλά πλεονεκτήματα έναντι της δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Όπως αυτά είναι η υψηλή ακρίβεια, η κάλυψη μεγάλων περιοχών και η λήψη γρήγορων και αποτελεσματικών δειγμάτων από τις εξεταζόμενες περιοχές. Ορισμένα παραδείγματα από διάφορες εφαρμογές τις εν λόγω τεχνικής παρουσιάζονται στην συνέχεια.

Ενημέρωση και δημιουργία πλημμυρικών χαρτών (εικόνα 45): Η χρήση των Lidar στην συγκεκριμένη εφαρμογή αποτέλεσα τον σημαντικό οδηγό για τον επαναπροσδιορισμό των πλημμυρικών ορίων μιας και μετά το χτύπημα του τυφώνα στην Βόρεια Καρολίνα οι υπάρχουσες πλημμυρικές ζώνες αποδείχθηκαν ανεπαρκείς.



Εικόνα 45: Lidar αεροφωτογραφία όπου φαίνονται τα πλημμυρικά όρια της πλημμυρικής περιοχής σε αντίθεση με τα προηγούμενα ταξινομημένα πλημμυρικά όρια τα οποία χαρτογράφηθηκαν από την FEMA.

Μεταβολές στην παράκτια χαρτογράφηση

Το παράκτιο περιβάλλον αποτελεί έναν χώρο ο οποίος υφίστανται συνεχώς μεταβολές λόγω των διαφόρων φυσικών παραγόντων. Ορισμένοι φυσικοί παράγοντες είναι ο άνεμος, οι θερμοκρασιακές μεταβολές, η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, οι βροχοπτώσεις κ.α. Συνέπεια όλων αυτών είναι διαχρονική γεωμορφολογική μεταβολή όπως διάβρωση, μεταφοράς και εναπόθεσης ιζημάτων. Τα στοιχεία που προκύπτουν με την χρήση των Lidar παρέχουν την δυνατότητα να μετρηθούν οι μεταβολές που υφίσταται ο παράκτιος χώρος. Στην ακόλουθη εικόνα φαίνονται οι διαφορές πριν και μετά το χτύπημα του τυφώνα Κατρίνα στο νησί Dauphin (εικόνα 46).



Εικόνα 46: Αεροφωτογραφίες Lidar πριν και μετά του χτυπήματος του τυφώνα Κατρίνα στο νησί Dauphin

Εφαρμογές Lidar στο παράκτιο περιβάλλον

Η σημασία της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στη διαμόρφωση των παράκτιων ζωνών είναι μια καλά αναγνωρισμένη έννοια μέσα στην επιστημονική κοινότητα, και η οποία αποτελεί μια πρόκληση. Η τοπογραφία στην εν λόγω περίπτωση αποτελεί βασική παράμετρο για πολλές από τις διαδικασίες που εμπλέκονται στην αλλαγή του παράκτιου περιβάλλοντος. Για τον λόγο αυτό απαιτούνται ενημερωμένα υψομετρικά δεδομένα υψηλής ανάλυσης και υψηλής ακρίβειας. Οι Χάρτες των περιοχών που υπόκεινται σε πιθανές πλημμύρες έχουν μεγάλη χρησιμότητα για τη σχεδίαση και ασχολούνται με τις επιπτώσεις από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Ωστόσο, οι περισσότεροι από τους χάρτες που παράγονται σήμερα είναι απλοϊκές παραστάσεις που προέρχονται από παλαιότερες, με υψομετρικά δεδομένα κατά προσέγγιση. Κατά τα τελευταία αρκετά χρόνια, τεράστιες ποσότητες υψομετρικών δεδομένων υψηλής ποιότητας που προέρχονται από LIDAR έχουν γίνει διαθέσιμα. Λόγω της υψηλής κατακόρυφης ακρίβειάς τους και χωρικής ανάλυσης τους, τα δεδομένα LIDAR είναι μια εξαιρετική πηγή των ενημερωμένων πληροφοριών από τις οποίες μπορεί να βελτιωθεί η αναγνώριση και η οριοθέτηση των ευάλωτων εδαφών. Τέσσερα υψομετρικά σύνολα δεδομένων διαφόρων αναλύσεων και ακρίβειας υποβλήθηκαν σε επεξεργασία για να αποδείξουν ότι η βελτίωση της ποιότητας των δεδομένων LIDAR οδηγεί σε περισσότερες ακριβείς οριοθετήσεις των παράκτιων εδαφών που είναι ευάλωτες σε πλημμύρες. Ένα

βασικό στοιχείο της σύγκρισης ήταν να υπολογίσει και το λογαριάσει την κάθετη αβεβαιότητα των συνόλων δεδομένων ανύψωσης.

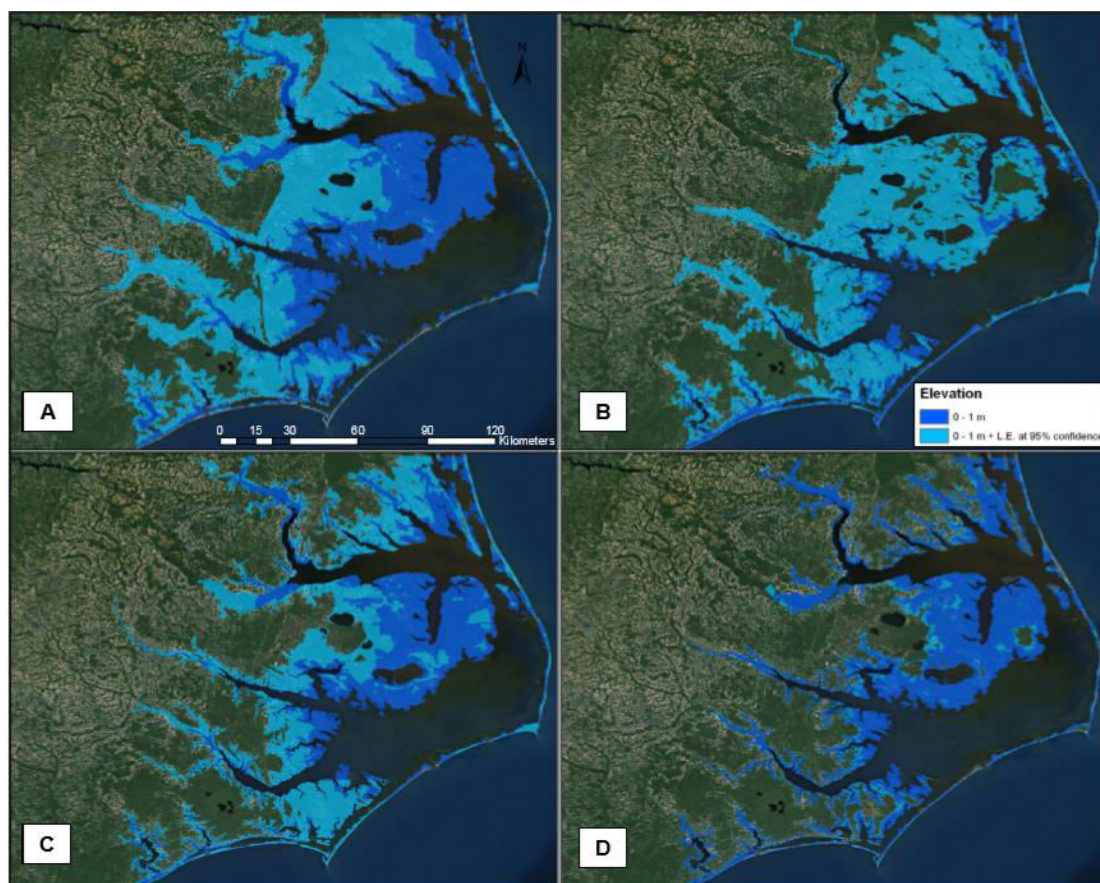
Η σύγκριση αυτή δείχνει ότι τα LIDAR επιτρέπουν μια πιο λεπτομερή περιγραφή της πιθανής ζώνης πλημμύρας σε σύγκριση με άλλους τύπους μοντέλων ανύψωσης. Δείχνει επίσης πώς η ασφάλεια του σχετικά με την οριοθέτηση των ευάλωτων εδαφών σε ένα δεδομένο σενάριο ανόδου της στάθμης της θάλασσας είναι πολύ βελτιωμένη όταν προέρχονται από υψηλότερης ανάλυσης LIDAR δεδομένων.

Τα υψομετρικά δεδομένα LIDAR, εκτός από τα NED, SRTM και GTOPO30 δεδομένα, επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν για τις παράκτιες περιοχές της Βόρειας Καρολίνας, συμπεριλαμβανομένου του εκβολών των Outer Banks και Albemarle-Pamlico Sound(εικόνα 47). Η περιοχή μελέτης συμπεριλαμβάνει τις λεκάνες απορροής των ποταμών Pasquotank, Chowan, Roanoke, Tar-Pamlico, Neuse, και White Oak. Τα δεδομένα LIDAR συλλέχθηκαν ως μέρος μιας εθνικής συλλογής από το: "Πρόγραμμα χαρτογράφησης πλημμυρών της Βόρεια Καρολίνας" (North Carolina Floodplain Mapping Program-NCFMP). Η διαθεσιμότητα των υψηλής ποιότητας δεδομένων LIDAR σε ένα ευρύ και ποικίλο φάσμα παράκτιων περιοχών, προσφέρει μια εξαιρετική δυνατότητα να εξεταστεί πώς η ανάλυση και η ακρίβεια του συνόλου των υψομετρικών δεδομένων επηρεάζει την ανάλυση της άνοδο της στάθμης της θάλασσας.



Εικόνα 47: Α) Πολιτείες της Βορειοανατολικής Καρολίνας Β) Η ταυτοποίηση των λεκανών απορροής
Τα τρίγωνα στην εικόνα 1B υποδηλώνουν τις θέσεις των γεωδαιτικών σημείων αναφοράς για την αξιολόγηση
της ακρίβειας του συνόλου των δεδομένων ανύψωσης

Επειδή η παράκτια ανύψωση είναι μια σημαντική παράμετρος στις επιστημονικές μελέτες για την αύξηση της στάθμης της θάλασσας, πρέπει να είναι γνωστή με ακρίβεια, και τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση της αύξησης στις αναλύσεις πρέπει να υποστηρίζουν την ορθή οριοθέτηση των υψομετρικών ζωνών που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένο επίπεδο της θάλασσας ενισχύοντας τα σενάρια. Οι ακριβείς οριοθετήσεις είναι ιδιαίτερα σημαντικές αν η πιθανή περιοχή πλημμύρας χρησιμοποιείται ως μάσκα για να παράγουν εκτιμήσεις για τον πληγέντα πληθυσμό, τους τύπους κάλυψης γης, τις υποδομές ή τις οικονομικές δραστηριότητες. Οι πρόσφατες συλλογές υψηλής ευκρίνειας, υψηλής ακρίβειας LIDAR δεδομένων παρέχουν την απαιτούμενη ποιότητα των παράκτιων υψομετρικά δεδομένων για την επιφάνεια της θάλασσας αυξάνοντας τις μελέτες επιπτώσεων. Τα υψομετρικά δεδομένα LIDAR παρέχουν μια σημαντική βελτίωση σε σχέση με τα σύνολα δεδομένων ανύψωσης που έχουν χρησιμοποιηθεί προηγουμένως σε παγκόσμιο και περιφερειακό επίπεδο για την αξιολόγηση της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.



Εικόνα 48: Χάρτες ευαίσθητων εδαφών ... προερχόμενα από α)GTOPO30 β)SRTM δεδομένα γ) 1 arc second NED δ) 1/9 arc second NED (Lidar Source)

Όπως αποδεικνύεται εδώ, η αυξανόμενη διαθεσιμότητα υψηλής ποιότητας LIDAR δεδομένων στις παράκτιες περιοχές, θα επιτρέψει τη βελτίωση των αξιολογήσεων που πρέπει να γίνουν σε περισσότερες περιοχές. Καθώς περισσότερα δεδομένα LIDAR γίνονται διαθέσιμα, θα μπορούσαν να ενταχθούν σε εθνικά σύνολα δεδομένων, όπως η NED (Gesch, 2007) για την παροχή βελτιωμένης πληροφόρησης για κρίσιμες εφαρμογές όπως η μοντελοποίηση της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Η κοινότητα των χρηστών για τα "γεωχωρικά" δεδομένα έχει αναγνωρίσει τη χρησιμότητα του lidar τηλεπισκόπησης ως ένα μέσο για να παρέχει εξαιρετικά λεπτομερή και ακριβή δεδομένα για πολλές εφαρμογές και υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον ώστε να αναπτυχθεί μια πρωτοβουλία για μια εθνική συλλογή lidar για τις Ηνωμένες Πολιτείες (Stoker et al, 2007, Stoker, Harding, and Parrish, 2008). Αν μια τέτοια πρωτοβουλία είναι επιτυχής, τότε μια πραγματικά εθνική αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων της άνοδο της στάθμης της θάλασσας στις Ηνωμένες Πολιτείες θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί.

2.7 UAV Drones

Τα UAV (Unmanned aerial vehicle) όπως είναι η αγγλική τους ορολογία, η οποία μεταφράζεται στα Ελληνικά ως το μη- επανδρωμένο εναέριο όχημα. Το οποίο είναι κοινά γνωστό με την ονομασία τηλεκατευθυνόμενο (Drone) και το οποίο αναφέρεται με διάφορες έννοιες στην διεθνή και μη, βιβλιογραφία. Είναι το αεροσκάφος χωρίς ανθρώπινη παρουσία στο πιλοτήριο. Μια πτήση του UAV μπορεί είτε να ελέγχεται χειροκίνητα από <<πιλότο>> που βρίσκεται στο έδαφος, είτε αυτόματα από υπολογιστές που είναι εγκατεστημένοι στο πιλοτήριο είτε και από άλλα οχήματα.

Διάφορες ονομασίες που έχουν δοθεί κατά καιρούς είναι (Gogarty & Hagger, 2008, σσ. 74-75)

- ✓ UVS: Κάθε όχημα που λειτουργεί χωρίς έναν άνθρωπο σε φυσική επαφή με το εν λόγω όχημα.
- ✓ UV variants(παραλλαγή): Τα τέσσερα αρκτικόλεξα που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τα UVs που λειτουργούν σε διαφορετικά περιβάλλοντα είναι τα UAV (μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα),UGVs (μη επανδρωμένα οχήματα εδάφους) ,USVs [μη επανδρωμένα οχήματα επιφάνειας (νερού)], και UUVs (μη επανδρωμένα υποβρύχια οχήματα)
- ✓ UCV: Αναφέρεται σε οπλισμένα UVs δηλαδή σε μη επανδρωμένο εναέριο όχημα μάχης.
- ✓ Drones:Ο όρος είναι αναμφισβήτητο ο πιο κοινός και ευρεία διαδεδομένος όρος συνώνυμος του UVS.Συγκεκριμένα χρησιμοποιείται για να αναφερθεί στα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα UVS.
- ✓ Τηλεκατευθυνόμενα οχήματα : άλλος ένα κοινός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα UVs περιλαμβάνει Remotely Piloted Vehicles και Remotely Operated Vehicles. Αναφέρονται σε οχήματα που ελέγχονται από τον άνθρωπο μέσω ασύρματης ζεύξης.
- ✓ Ρομποτική: Οι πιο αυτόνομες μορφές UVS συχνά αναφέρονται ως ρομπότ ή ρομποτικά συστήματα.

Τα τηλεκατευθυνόμενα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις παρακάτω κατηγορίες, με βάση το μέγεθος, το βάρος, την αντοχή και το ύψος πτήσης. (Πίνακας 13) (Eisenbeiss H. , A mini unmanned aerial vehicle (UAV): system overview and image acquisition, 2004,)

Πίνακας 13: Κατηγορίες UAV όπως εξάγονται από την UVS International

Κατηγορία	Μάζα (Kg)	Εμβέλεια (Km)	Ύψος πτήσης (m)	Αντοχή (hours)
Micro	<5	<10	250	1
Mini	<25/30/150	<10	150/250/300	<2
Close Range	25-150	10-30	3000	2-4
Medium Range	50-250	30-70	3000	3-6
High altitude long endurance	>250	>70	>3000	>6

Και στην συνέχεια η UVS-International τα κατατάσσει στις εξής ομάδες: (Remondino, Barazzetti, Nex, Scaioni, & Sarazzi, UAV photogrammetry for mapping and 3D modeling –current status and future perspectives–, 2011, σελ:1)

- ✓ Τακτικά UAVs: Τα οποία περιλαμβάνουν μικρού και μεσαίου χαμηλού υψομέτρου πτήσης συστήματα. Οι μάζες τους κυμαίνονται έως 1000 Kg, το ύψος πτήσης φτάνει τα 500 Km και η αντοχή τους κυμαίνεται από μερικά λεπτά έως και 2-3 days.
- ✓ Στρατηγικά UAVs (Strategical): περιλαμβάνουν συστήματα που μπορούν να πετάξουν μέχρι και τα ανώτερα στρώματα της στρατόσφαιρας αλλά και έξω από αυτή. Και έχουν διάρκεια 2-4 days
- ✓ Τέλος τα, Special tasks UAVs ειδικών καθηκόντων UAVs: Όπως τα αυτόνομα μη επανδρωμένα μαχητικά οχήματα.



Εικόνα 49: Επισκόπηση διαφόρων UAVs συστημάτων(Henri Eisenbeiß,2009)

Τις περισσότερες φορές τα UAVs μπορούν να κατηγοριοποιηθούν χρησιμοποιώντας τα κύρια χαρακτηριστικά των αεροσκαφών όπως ηλεκτρικά ή μη ηλεκτρικά, ελαφρύτερα ή βαρύτερα από τον αέρα, ευλύγιστα ή σταθερά ή περιστρεφόμενα πτερύγια. (Πίνακας 14)

Πίνακας 14: Ταξινόμηση UAVs που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φωτογραμμετρικές εφαρμογές(Henri Eisenbeiß,2009)

Ελαφρύτερα από τον αέρα		Βαρύτερα από τον αέρα		
Μη ηλεκτρικά	Μπαλόνι	Ευλύγιστα πτερύγια	Σταθερά πτερύγια	Περιστρεφόμενα πτερύγια
		Ανεμόπτερο	Ανεμόπτερα	Χαρταετός με

				ρότορα
Paraglider				
Χαρταετοί				
Ηλεκτρικά	Αερόπλοιο	Paraglider	Προπέλα Μηχανοκίνητα	Απλοί ρότορες
				Με δυο ρότορες
				Με τέσσερις ρότορες
				Με πολλούς ρότορες

Από τον (πίνακα 14) συμπεραίνουμε ότι τα UAVs με περιστρεφόμενα πτερύγια μπορούν να ταξινομηθούν σε απλούς, διπλούς, τετραπλούς και σε πολλαπλούς ρότορες. Τα συστήματα με έναν ρότορα έχουν έναν κύριο ρότορα και έναν ρότορα στην ουρά. Ο κύριος ρότορας βοηθά στην ανύψωση και δίνει ώθηση, και ο ρότορας στην ουρά χρησιμεύει στο να αντισταθμίσει την κίνηση περιστροφής και την ροπή. Τα συστήματα με δύο ρότορες καλούνται και ως coaxial systems και διαφέρουν από τα συστήματα με έναν ρότορα. Διότι έχουν αυξημένο διαθέσιμο ωφέλιμο φορτίο και μπορούν και μπορούν να λειτουργήσουν σε μεγαλύτερα υψόμετρα με την ίδια κινητήρια δύναμη. Επιπρόσθετα μπορούν να ελεγχθούν πιο εύκολα και έχουν μειωμένο επίπεδο θορύβου. Τα συγκεκριμένα συστήματα έχουν κατά προσέγγιση μεγαλύτερη απόδοση κατά 30% σε σχέση με όλες τις διαθέσιμες κινητήριες δυνάμεις που δίνουν ανύψωση και ώθηση. Ωστόσο τα συστήματα με δυο ρότορες έχουν ένα κύριο μειονέκτημα, χρησιμοποιώντας δυο ρότορες τοποθετημένους στον ίδιο άξονα, οι οποίοι πρέπει να περιστρέφονται σε αντίθετες κατευθύνσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η μηχανική πολυπλοκότητα. Γενικά υπάρχοντα συστήματα με έναν και με δύο ρότορες έχουν μεγαλύτερη ενέργεια (δύναμη) από τα συστήματα με τέσσερις και με πολλαπλούς ρότορες. Σύμφωνα με αυτά τα είδη συστημάτων είναι σε θέση να μεταφέρουν περισσότερο ωφέλιμο φορτίο τα οποία αντιστοιχούν σε μεγαλύτερο αριθμό, μέγεθος και βάρος αισθητήρων τοποθετημένους στο UAV σύστημα (Henri Eisenbeiß, 2009).

Αφού τα υπάρχοντα συστήματα τεσσάρων ρότορων έχουν χαμηλότερο ωφέλιμο φορτίο, εξοπλίζονται με ελαφρύτερους αισθητήρες και χαμηλότερους κόστους. Με το μικρό τους μέγεθος και την ευελιξία στους ελιγμούς μπορούν να πετάξουν σε εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους. Με το μειονέκτημα ότι είναι ευάλωτο σε περιβαλλοντικές συνθήκες όπως ο άνεμος και η λειτουργία τους περιορίζεται σε περιοχές μικρότερης έκτασης. Στις μέρες μας τα συστήματα με πολλαπλούς ρότορες έχουν παρόμοιο μέγεθος και βάρος όπως αυτά με τέσσερις ρότορες, τα οποία μπορούν να μεταφέρουν μεγαλύτερο ωφέλιμο φορτίο και είναι πιο σταθερό και με μεγαλύτερη ασφάλεια συγκριτικά με συστήματα που απέτυχαν, σύμφωνα με τον πλεονασμό των συστημάτων πολλαπλών ρότορων.

Τα τροφοδοτούμενα αεροσκάφη με σταθερά πτερύγια κινούνται και ανυψώνονται χρησιμοποιώντας έλικες ή στροβιλοκινητήρες. Τα μη τροφοδοτούμενα όπως τα ανεμόπτερα, χρησιμοποιούν τον άνεμο για να κινηθούν και να ανυψωθούν. Σε αντίθεση με τα συστήματα σταθερών πτερυγίων, τα συστήματα με περιστρεφόμενα πτερύγια μπορούν να λειτουργούν πιο κοντά στα αντικείμενα και να είναι πιο ευέλικτα στους ελιγμούς. Από την άλλη πλευρά, τα UAV με σταθερά πτερύγια είναι συνήθως σε θέση να παραμείνουν για

μμεγαλύτερο χρονικό διάστημα στον αέρα και να καλύψουν μεγαλύτερη έκταση περιοχών (Henri Eisenbeiß, 2009)

Σε αντίθεση με τα ελικοφόρα συστήματα, τα μη τροφοδοτούμενα μπαλόνια και ανεμόπτερα, ελέγχονται από σχοινιά. Συνεπώς, το ύψος στο οποίο μπορούν να φτάσουν αυτά τα συστήματα περιορίζεται και η λειτουργία τους εξαρτάται και από την απόσταση που έχουν από τον χειριστή. Επιπλέον, η ένταση του ανέμου επιδρά στη λειτουργία του συστήματος σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι στα UAV περιστρεφόμενων ή σταθερών πτερυγίων (Eisenbeiß, 2009).

Σε σύγκριση με τα προαναφερθέντα συστήματα, τα τροφοδοτούμενα αερόπλοια, εξαιτίας της ανυψωτικής τους ικανότητας, έχουν το πλεονέκτημα να παρατείνουν την παραμονή τους στον αέρα και επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εφαρμογές που σχετίζονται με παρακολούθηση διαρκείας (Eisenbeiß, 2009)

Έπειτα θα γίνει λόγος για τις μεθόδους πτήσης των παραπάνω συστημάτων, όπου έχουμε τις εξής: (Eisenbeiß & Sauerbier, 2011)

- Χειροκίνητη λειτουργία πτήσης (Manual Flight Mode): Το σύστημα ακολουθεί τις εντολές του χειριστή από το τηλεχειριστήριο και δεν υπάρχει κανένας αυτοματισμός. Ο χειριστής είναι αυτός που ελέγχει από το έδαφος την κατάσταση του συστήματος όπως για παράδειγμα τα καύσιμα, οι μπαταρίες, την ραδιοζεύξη.
- Ημιαυτόνομη ή υποβοηθούμενη λειτουργία πτήσης (Semi - automated or assisted): Η υποβοηθούμενη λειτουργία απλοποιεί τον χειρισμό του UAV, δεδομένου ότι το σύστημα έχει σταθεροποιηθεί και ο χειριστής αναλαμβάνει μόνο την ευθύνη για την καθοδήγηση του με βάση το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (global navigation satellite system- GNSS).
- Αυτόνομη λειτουργία πτήσης (Autonomous Flight Mode): Όπου πλέον η δουλειά του χειριστή-πιλότου αντικαθίσταται από ένα αυτόματο σύστημα πλοήγησης το οποίο ακολουθεί ένα προκαθορισμένο ίχνος πτήσης. Η λειτουργία αυτή είναι χρήσιμη ιδιαίτερα στον τομέα των συμβατικών φωτογραμμετρικών πτήσεων καθώς επιτρέπει την αποτελεσματική και ακριβή πλοήγηση στα σημεία λήψης

Πλεονεκτήματα μη επανδρωμένων εναέριων μέσων

Τα τελευταία χρόνια και με την εξέλιξη της τεχνολογίας τα μη επανδρωμένα εναέρια μέσα γνωρίζουν μεγάλη άνθιση. Οφείλεται στο ότι παρουσιάζουν περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά εναέρια μέσα. Μερικά από τα πλεονεκτήματα τους είναι:

- Χαμηλό κόστος κατασκευής και συντήρησης
- Μπορούν να πραγματοποιήσουν πτήση οπουδήποτε και με οποιεσδήποτε συνθήκες χωρίς τον κίνδυνο του ανθρώπινου παράγοντα.
- Με την πρόοδο της τεχνολογίας και της τεχνογνωσίας μπορούν να προσομοιώνουν τα χαρακτηριστικά των επανδρωμένων αεροσκαφών και να πετάξουν με υψηλότερες ταχύτητες και σε μεγαλύτερο επίσης ύψος.

- Επιπλέον έχουν την δυνατότητα να εξοπλιστούν με διάφορες συσκευές όπως π.χ. θερμικές κάμερες ανάλογα πάντα με την εκάστοτε χρήση τους.

Οι μη επανδρωμένες πλατφόρμες UAS που χρησιμοποιούνται για επιστημονικές και στρατιωτικές χρήσεις ταξινομούνται με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος την αυτονομία τους και τις δυνατότητες (Εικόνα 50)(Watts et al,2012). Έτσι η γενικά αποδεκτή ονοματολογία στην πολιτική αεροπορία είναι η ακόλουθη:

MAV (Micro or (Miniature) or NAV (Nano Air Vehicles): Ονομάζονται έτσι εξαιτίας του μικρού τους μεγέθους, και τα οποία χρησιμοποιούνται για στρατιωτικούς σκοπούς. Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι πετούν σε χαμηλά ύψη χαμηλότερα των 330 m και η δυνατότητα των μπαταριών τους να τα περιορίζει σε χρονικά διαστήματα των (5-30 min).

VTOL (Vertical Take-off & Landing): Τα αεροσκάφη αυτά συνιστώνται σε περιπτώσεις όπου ο χώρος είναι περιορισμένος και προϋποθέτει αεροσκάφη συγκεκριμένων χαρακτηριστικών. Αυτού του τύπου τα αεροσκάφη ανάλογα με την σκιαγραφισμένη τους αποστολή μπορούν να πετάξουν σε διάφορα υψόμετρα είτε άλλοτε μεγαλύτερα είτε μικρότερα. Συνήθως πετούν σε χαμηλά ύψη. Οι απαιτήσεις υψηλής δύναμης για την αιώρηση περιορίζουν τις διάρκειες πτήσης για VOLTs, εκτός από μεγαλύτερα μεγέθη όπου οι αυξάνεται η χωρητικότητα καυσίμου και συνεπώς μεγαλύτερη αυτονομία.

LASE (Low Altitude, short Endurance): Συστήματα που είναι γνωστά και ως Unmanned Aircraft Systems. Τα συστήματα αυτά έχουν καταστήσει περιττή την χρήση του διαδρόμου για την απογείωση και προσγείωση των αεροσκαφών ενώ έχουν αξιοποιηθεί βέλτιστα για την εύκολη μεταφορά ανάπτυξη και ανάκτηση. Αυτού του είδους τα αεροσκάφη έχουν βάρος που κυμαίνεται μεταξύ 2-5 kg και με άνοιγμα των φτερών μικρότερο των 3 m, έτσι επιτρέπεται η απογείωση από μικρά συστήματα καταπελτών ή με το χέρι. Οι συμβιβασμοί μεταξύ του βάρους και τις ικανότητας που τείνει να μειώσει την διάρκεια αντοχής και επικοινωνίας σε 1-2 hours ή μέσα από μερικά χιλιόμετρα από τους επίγειους σταθμούς.

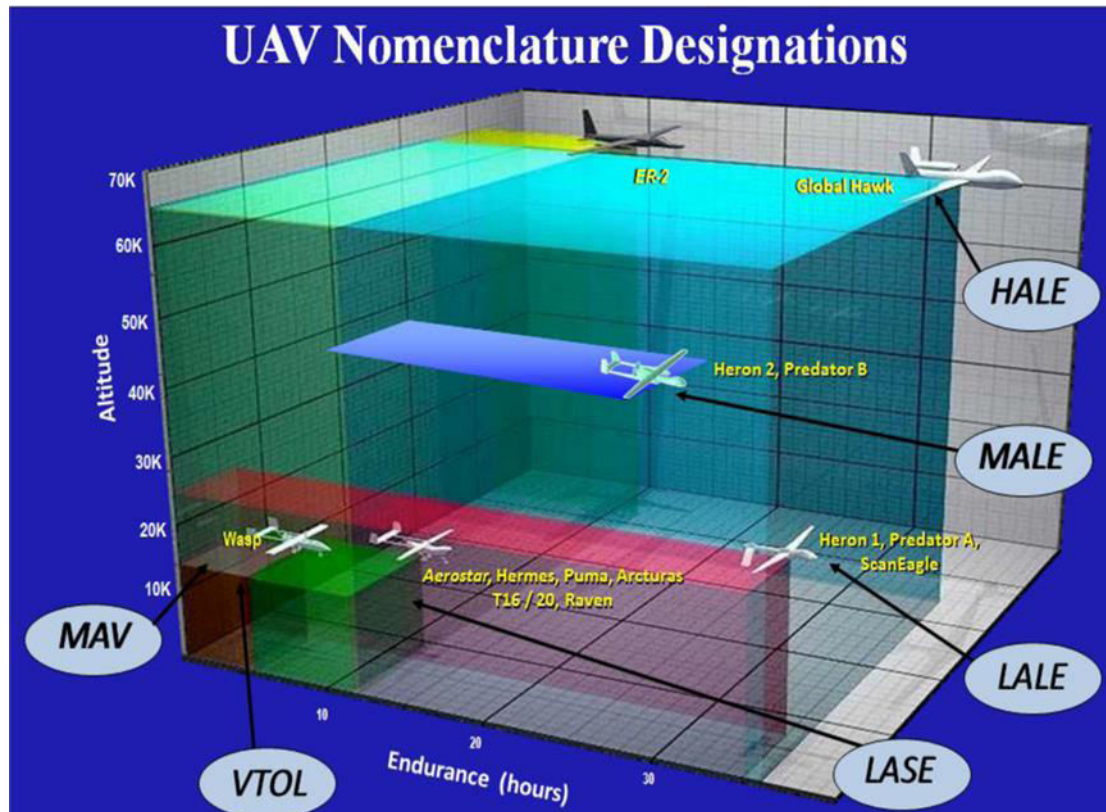
LASE Close: Αυτή η κατηγορία περιγράφει μικρού μεγέθους συστήματα τα οποία απαιτούν διαδρόμους απογείωσης και προσγείωσης αλλά λόγω του μεγάλους μεγέθους και βάρους τους έχουν αυξημένες δυνατότητες. Τα συστήματα αυτά μπορούν να πετάξουν σε υψόμετρο 1500 m και παρουσιάζουν μεγάλο χρόνο αντοχής.

LAL (Low Altitude Long Endurance): Τα αεροσκάφη αποτελούν την συνέχεια των sUAS που σχεδιάστηκαν στις ΗΠΑ και την FAA (Federal Aviation Administration) Τα συστήματα έχουν δυνατότητα να μεταφέρουν φορτίο αρκετών kg σε ύψος μερικών χιλιάδων μέτρων και για μεγάλες περιόδους.

MALE (Medium Altitude, Long Endurance): Το αεροσκάφος αυτής της κατηγορίας είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερο από την κατηγορία των αεροσκαφών χαμηλότερου ύψους, μπορούν να πετάξουν σε υψόμετρα πάνω από 9000 m, με πτήσεις εμβέλειας

εκατοντάδων χιλιομέτρων από τους επίγειους σταθμούς και την δυνατότητα αυτονομίας πολλών ωρών.

HALE (High Altitude, Long Endurance): Τα αεροσκάφη της κατηγορίας αυτής είναι μεγαλύτερα και ποιο σύνθετα των μη επανδρωμένων συστημάτων, μεγαλύτερα από της γενικής αεροπορίας επανδρωμένα αεροσκάφη. Τα συγκεκριμένα αεροσκάφη μπορούν να πετάξουν στα 20000 m ή σε αποστολές που βρίσκονται χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά. Μερικά αεροσκάφη αυτής της κατηγορίας (HALE) έχουν διάρκεια πτήσης πάνω από 30 ώρες και έχουν καταλάβει τα ρεκόρ στον χρόνο διάρκειας πτήσης και το ύψος.

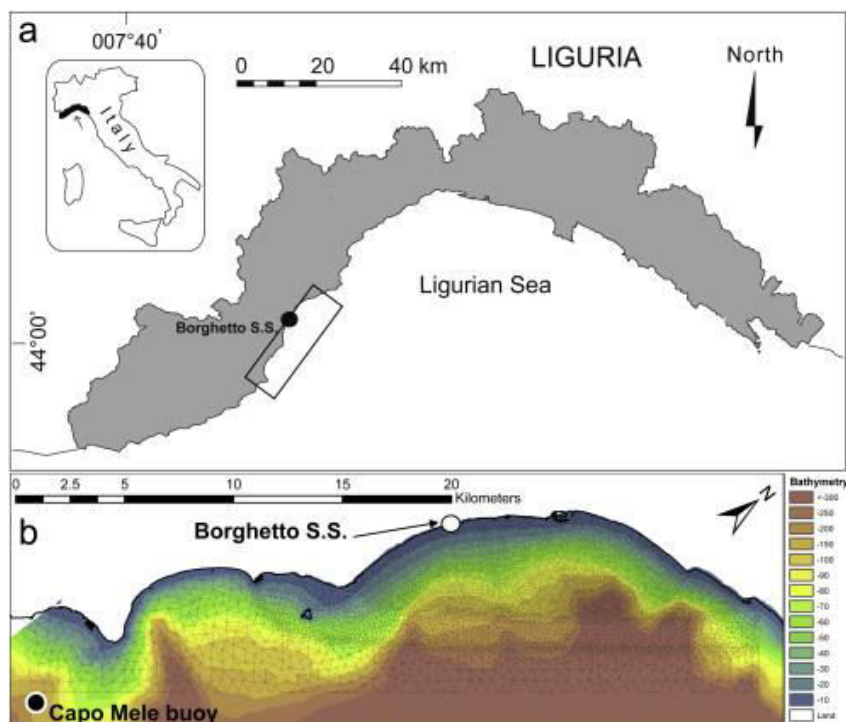


Εικόνα 50: Απεικόνιση της ονοματολογίας των UAVs σύμφωνα με τον Αμερικανικό Υπουργείο Εσωτερικής Ασφάλειας

2.7.1 Εφαρμογές στο παράκτιο περιβάλλον

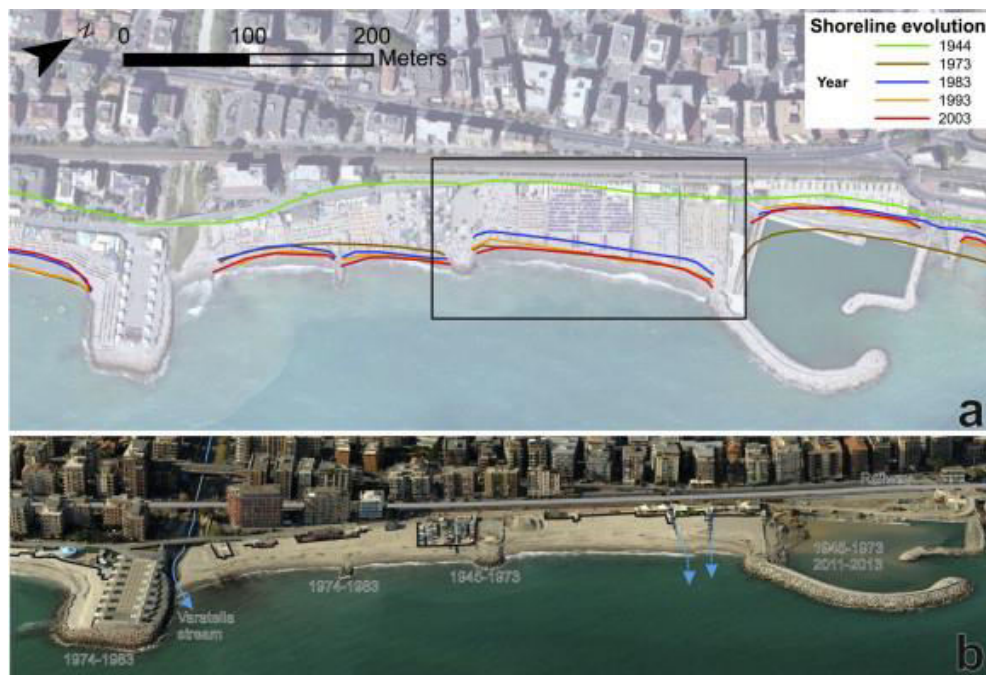
Η διαχρονική παρακολούθηση των επιπτώσεων που επιφέρουν οι θαλάσσιες καταιγίδες με την δημιουργία υψηλών κυμάτων κατά μήκος της ακτογραμμής αποτελεί θεμελιώδης για την μελέτη της ευαισθησίας που έχει η παράκτια ζώνη έναντι της διάβρωσης και των πλημμύρων. Στην μελέτη που παρουσιάζεται στην συνέχεια έχουν συλλεχθεί δεδομένα από αεροφωτογραφίες που έχουν ληφθεί με μη επανδρωμένα αεροσκάφη (UAV-DRONES). Όπου με την χρήση τοπογραφικών και αριθμητικών μοντέλων που προσομοιάζει την κυματική περίοδο και μπορεί να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων των μοντέλων για την εκτίμηση του φαινομένου κατά την διάρκεια δυο επεισοδίων. Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν προέκυψαν από τον συνδυασμό αεροφωτογραφιών από μη επανδρωμένα αεροσκάφη και των γεωγραφικών συστημάτων για την παροχή γρήγορων και οικονομικότερων πληροφοριών ακριβείας για την ακτογραμμή.

Στην παρούσα μελέτη η περιοχή μελέτης είναι μια κωμόπολη της βορειοδυτικής Ιταλίας ονόματι Borghetto (εικόνα 51) όπου αριθμεί περίπου 5000 κατοίκους. Ο αριθμός αυτός δεν παραμένει σταθερός κατά την θερινή περίοδο μιας και η περιοχή είναι ιδιαίτερα ελκυστική από τουρίστες με αποτέλεσμα να τριπλασιάζεται. Συνέπεια της μεγάλης αύξησης του πληθυσμού κατά την θερινή περίοδο δημιουργήθηκε η ανάγκη για υποδομές σε αποστάσεις που δεν ξεπερνούν ούτε τα 50 m από την ακτογραμμή.



Εικόνα 51: α)Τοποθεσία της πόλης Borghetto στην Ιταλία και θαλάσσια περιοχή Liguria

Το πρόβλημα της διάβρωσης για την συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί ένα από τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που μαστίζει την περιοχή για πολλά χρόνια. Ήδη από το 1870 όπου κατασκευάστηκε ο σιδηρόδρομος της περιοχής η παράκτια ζώνη της περιοχής είχε υποστεί διάβρωση. Κύριος λόγος εντατικοποίησης του φαινομένου αποτέλεσε η άντληση υλικών (αμμοχάλικου) από το ποτάμι Varatella για την κατασκευή του σιδηροδρόμου (εικόνα 52α). Από το 1944 η ακτογραμμή έχει επηρεαστεί από τα τεχνικά έργα που στόχο έχουν την προστασία της ακτής από την διάβρωση (εικόνα 52β). Σημαντικό παράδειγμα επέμβασης αποτέλεσε ο εφοδιασμός της παραλίας με 2000m³ άμμου το 2003 και το 2007.

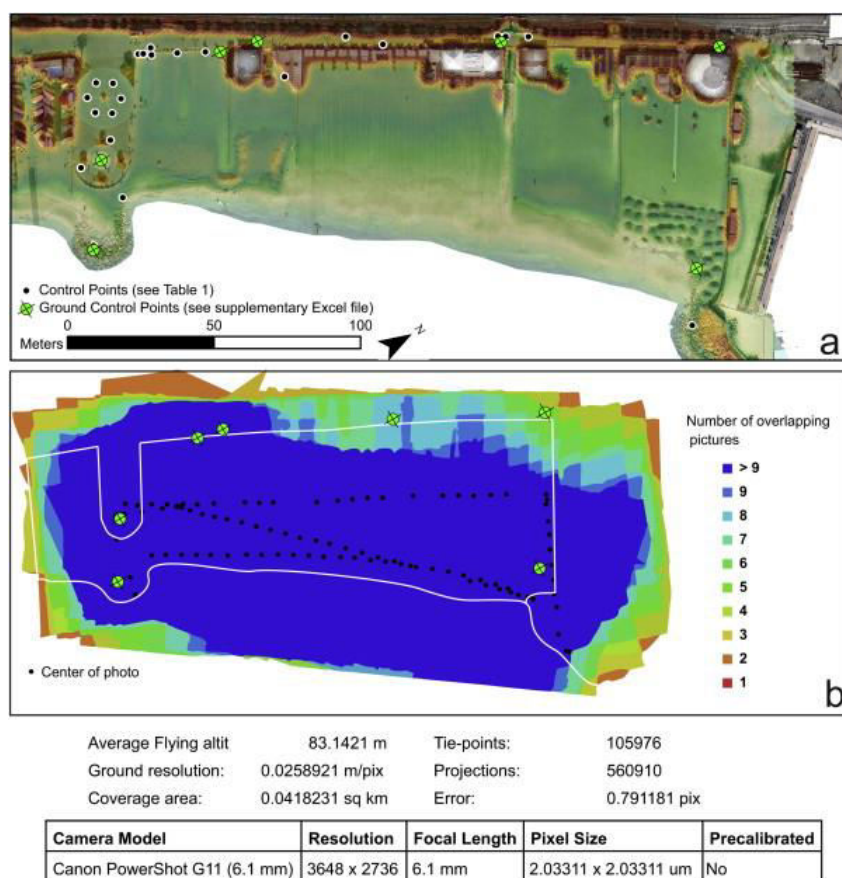


Εικόνα 52: α) Η μεταβολή της ακτογραμμής διαχρονικά β) όπου με τα μπλε βέλη δείχνουν τις κύριες και δευτερεύουσες πηγές ιζημάτων που εισχωρούν στην θάλασσα

Η χρήση των μη επανδρωμένων αεροσκαφών (UAV DRONES) έλαβε χώρα μόλις το 2013. Σε αυτήν την μελέτη χρειάστηκαν δυο μη επανδρωμένα αεροσκάφη όπου στόχος τους ήταν η χαρτογράφηση της περιοχής με αεροφωτογραφίες μετά την επέλαση θαλάσσιας καταιγίδας στην περιοχή. Αρχικά η πρώτη πτήση πραγματοποιήθηκε στις 15 Απριλίου του 2013 μετά την μικρού έντασης θαλάσσια καταιγίδα που έλαβε χώρα στις 13 Απριλίου 2013. Στην πτήση αυτή ο τύπος αεροσκάφους ήταν τύπου Mikrokopter Okto XL με ενσωματωμένη κάμερα τύπου Canon G11 και πέταξε στα 80 m πάνω από το έδαφος. Ενώ μια δεύτερη πτήση έλαβε χώρα λίγους μήνες αργότερα και συγκεκριμένα στις 27 Δεκεμβρίου του 2013 ύστερα από μια μεγάλης έντασης θαλάσσιας καταιγίδας που έλαβε χώρα στις 25 και 26 Δεκεμβρίου. Στην δεύτερη πτήση το μη επανδρωμένο αεροσκάφος τύπου DJI Phantom με κάμερα Canon Power Shot SD 940 IS πέταξε στα 80 m περίπου πάνω από το έδαφος. Αξιοσημείωτο είναι το ύψος των θαλάσσιων κυμάτων όπου έφθαναν και τα 7 m σε ύψος και με περίοδο επανεμφάνισης ανάλογης θαλάσσιας καταιγίδας τα 50 χρόνια. Σε κάθε μια από τις παραπάνω πτήσεις συλλέχθηκαν περίπου 130 αεροφωτογραφίες με κλίση 90°. Εξαιρουμένων αυτών αποτελούν οι αεροφωτογραφίες χαμηλής ποιότητας (κουνημένες, θολές κ.α.) αλλά και οι αεροφωτογραφίες που είναι αλληλεπικαλυπτόμενες μεταξύ τους.

Εκτός των UAV DRONES στην συγκεκριμένη μελέτη γίνεται λόγος για την χρήση του GPS. Σαν στόχους για GPS σημεία στο έδαφος χρησιμοποιήθηκαν καθορισμένες δομές οι οποίες μπορούν να αναγνωριστούν σε διαφορετικά set φωτογραφιών όπου η λήψη έγινε σε διαφορετικούς χρόνους για παράδειγμα το κέντρο των καπακιών των υπονόμων ή οι άκρες των κτηρίων ή οι πέτρες πάνω στις προβλήτες. Αυτό επιτρέπει να χαρτογραφήσουμε κάθε set φωτογραφιών χρησιμοποιώντας το ίδιο set σημείων και έτσι να αποφεύγετε να ξαναεκτελείτε μια έρευνα μετά από κάθε πτήση. Μια εναλλακτική μέθοδος GPS είναι αυτή της τοποθέτησης κινητών στόχων για την ώρα της πτήσης όπως οι ορθογώνιες χρωματιστές φόρμες.

Χρησιμοποιήσαμε 7 από τα GPS σημεία ως σημεία ελέγχου εδάφους (GCPs) τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί για να γεω - αναφέρουμε το σύνολο των σημείων και τις αεροφωτογραφίες οι οποίες έχουν υποστεί γεωμετρική διόρθωση με την βοήθεια της εργαλειοθήκης ελέγχου σημείου του AGISOFT PHOTOSCAN. Τα υπόλοιπα 23 σημεία GPS τα οποία ορίζονται ως σημεία ελέγχου, χρησιμοποιηθήκανε για να εκτιμήσουν την κάθετη ακρίβεια του τελικού ψηφιακού μοντέλου DEM. Η ανάλυση επικύρωσης εκτελέστηκε χρησιμοποιώντας RMSD (τετραγωνική ριζική σημεία) ανάμεσα στα σημεία ελέγχου CPs και τις τιμές που βγαίνουν από το DEM στην ίδια τοποθεσία. Τα αποτελέσματα δείχνουν η κάθετη ακρίβεια του DEM είναι μέσα σε ± 12 cm. Στην (εικόνα 53) φαίνονται τα αποτελέσματα του AGISOFT της ροής εργασίας και της κάλυψης των αέριων φωτογραφιών η οποία ορίζει την ακρίβεια του σημείου σύννεφου μέσα στην περιοχή της έρευνας.



Εικόνα 53:

Το σημείο σύννεφου που έχει αποκτηθεί από τις φωτογραμμετρικές τεχνικές τότε εισάχθηκε μέσα στο ARCGIS για να παραβληθεί σ' ένα συνεχόμενο DEM και να συγχωνευτεί με τις πολυδεσμικές πληροφορίες του REGIONE LIGURIA 2012. Για να υπολογίσουμε το DEM από την γεωμετρική διόρθωση χρησιμοποιήσαμε το εργαλείο του ARCGIS διαστημική αναλυτική επέκταση το οποίο είναι μια μέθοδος παρεμβολής ειδικά σχεδιασμένη για την δημιουργία των DEMs και βασισμένη στο πρόγραμμα ANUDEM αναπτυσσόμενο από το HUTCHINSON . Το αποτέλεσμα του DEM παρουσιάζεται στην εικόνα 53

Προκειμένου να βελτιώσουμε την προσέγγιση που προτείνετε εδώ και να παρέχουμε χρήσιμες πληροφορίες στους διαχειριστές του παράκτιου περιβάλλοντος, περαιτέρω

έρευνα πρέπει να διεξαχθεί σε δυο κατευθύνσεις πρώτον με συγκεκριμένη αναφορά στην περιοχή μελέτης είναι απαραίτητο να αυξήσουμε τον αριθμό των απαραίτητων ανόδων στον χρόνο και να συνεχίσουμε την σύγκριση με τα αποτελέσματα του μοντέλου. Αυτό θα επιτρέψει την βελτίωση των αποτελεσμάτων του ελέγχου ευαισθησίας τους στους παραμέτρους του μοντέλου και να ρυθμίσουμε τέτοιους παραμέτρους για να αποκτήσουμε καλύτερα ταιριάσματα. Δεύτερον είναι απαραίτητο να αυξήσουμε των αριθμό των τοποθεσιών μελέτης προκειμένου να ελέγξουμε την απόδοση του μοντέλου σε διαφορετικές γεωγραφικές συνθήκες με διαφορετικούς τύπους παραλιών. Παρόλο που η έρευνα πρέπει να διεξαχθεί, τονίζεται ότι η χρήση UAV DRONES για την μελέτη των παράκτιων περιοχών έχει την δυνατότητα να βελτιώσουμε την ικανότητα να παρέχονται αξιόπιστες τοπογραφικές πληροφορίες γρήγορα και με χαμηλό κόστος. Τέτοιες πληροφορίες είναι εξαιρετικής σημασίας για να ιδρύσουμε την ευαισθησία σε διαφορετικούς παραμέτρους και τελικά να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα τις μεταφοράς ιζήματος και των μοντέλων αύξησης.

Κεφάλαιο 3

Στατιστική Έρευνα

3.1 Εισαγωγή

Στις 12-Ιανουαρίου 2016 στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, δημιουργήθηκε το ακόλουθο ερωτηματολόγιο με θέμα «Η συμβολή της γεωπληροφορικής στην διαχρονική παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος». Η στατιστική έρευνα διεξήχθη μέσα σε ένα χρονικό διάστημα του ενός μήνα, ποιο συγκεκριμένα από τις 12 Ιανουαρίου 2016 έως και τις 12 Φεβρουαρίου 2016. Σκοπός της διεξαγωγής του ήταν η καταγραφή της διεξόδου της επιστήμης στον ακαδημαϊκό χώρο (φοιτητές, ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ, ΔΕΠ).

Το σύνολο των ερωτηματολογίων που απαντήθηκε ανέρχεται στα 60 και δόθηκε τόσο σε μέλη του Πολυτεχνείου Κρήτης όπως σε προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές, σε επιστημονικό εργαστηριακό προσωπικό και σε μέλη ΔΕΠ, όσο και σε απόφοιτους πανεπιστημιακών και τεχνολογικών σχολών. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η επιλογή των ερωτηθέντων ήταν καθαρά τυχαία χωρίς να μπει ως κριτήριο ο βαθμός προσέγγισης των γνώσεων που έχουν με τον αντικείμενο που εξετάζεται. Σημαντικό να τονιστεί είναι το γεγονός ότι μεγάλο ποσοστό των παραπάνω αξιολόγησε το ερωτηματολόγιο θετικά δείχνοντας μεγάλη προθυμία να συμμετέχει στην έρευνα.

Το ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε ήταν ένα γραπτό έντυπο το οποίο περιείχε έναν αριθμό επιλεγμένων ερωτήσεων με σκοπό την καταγραφή της γνώμης σε θέματα διαχρονικής παρακολούθησης του παράκτιου περιβάλλοντος με την χρήση τεχνικών γεωπληροφορικής όπως δορυφορικές εικόνες, αεροφωτογραφίες κ.α. Ο ερωτώμενος καλούνταν να διαβάσει όλες τις ερωτήσεις και να απαντήσει ανώνυμα και ειλικρινά με κριτήριο τις γνώσεις που έχει πάνω στην συγκεκριμένη τεχνολογία. Από το σύνολο των ερωτηματολογίων που προωθήθηκε στους ερωτώμενους στάλθηκε είτε με e-mail είτε και με προσωπική επίσκεψη του ερευνητή.

Σε ότι αφορά στο περιεχόμενο και στην επιλογή των κατάλληλων ερωτήσεων κατά την προετοιμασία σύνταξης του ερωτηματολογίου, ως στόχος υπήρξε η υιοθέτηση ενός γνώμονα με σκοπό την καταγραφής της γνώμης του ερωτώμενου πάνω σε θέματα παρακολούθησης της παράκτιας ζώνης. Ο τρόπος σύνταξης των ερωτήσεων που το απαρτίζουν έγινε προσεχτικά ώστε να αποφευχθεί η όσο το δυνατόν η άρνηση του ερωτηθέντα στο να συμμετάσχει, αλλά αντιθέτως στην παρότρυνση να διαλογιστεί πάνω στην συγκεκριμένη θεματολογία. Εξαιτίας του γεγονότος ότι δεν αποτελεί αντικείμενο άμεσης ανησυχίας και προβληματισμού ενός μεγάλου μέρους των πολιτών.

Η μορφή των ερωτήσεων που επελέγησαν ήταν κλειστούς τύπου καλώντας τους να απαντήσουν πάνω σε επιλεγμένες ήδη απαντήσεις. Αρκετές από τις ερωτήσεις είχαν το ίδιο πλήθος και περιεχόμενο απαντήσεων αλλάζοντας πάντα την οπτική γωνία από την οποία

μπορεί να τα αντικρίσει ο ερωτώμενος. Ο λόγος για τον οποίο επελέγησαν ερωτήσεις κλειστού τύπου ή αλλιώς ερωτήσεις δεδομένης απάντησης ήταν αποκλειστικά για λόγους ευκολίας χειρισμού του δείγματος κατά το τελικό στάδιο της ανάλυσης.

Οι τύποι των ερωτήσεων που διατυπώθηκαν ήταν κυρίως 3 διαφορετικών κατηγοριών. Όπως ερωτήσεις σύντομης απάντησης όπου εκεί καλούνταν να επιλέξουν μια και μόνο απάντηση από τις αναγραφόμενες. Ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών όπου ο ερωτώμενος καλούνταν να επιλέξει μια ή και περισσότερες επιλογές ανάλογα με το πόσες από τις ήδη διατυπωμένες απαντήσεις ήταν πιο κοντά σε αυτόν. Και σε ερωτήσεις όπου καλούνταν να κατατάξει τις δοθέντες απαντήσεις σε σειρά κατάταξης ανάλογα με το ποια απάντηση είναι κατά την γνώμη του πιο σημαντική ή πιο συμφέρουσα.

Στη οριστική του μορφή το ερωτηματολόγιο λαμβάνοντας υπόψη όλα τα προαναφερθέντα περιελάμβανε 9 κλειστού τύπου ερωτήσεις. Εκ των οποίων 2 ήταν ερωτήσεις σύντομης απάντησης, 2 ήταν ερωτήσεις όπου είχε την δυνατότητα επιλογής περισσότερων της μιας επιλογής και τέλος 5 ερωτήσεις από όπου καλούνταν να τοποθετήσει τις ήδη δοθέντες επιλογές σε σειρά κατάταξης.

Ακολουθεί το ερωτηματολόγιο όπως αυτό δόθηκε στους ερωτηθέντες:

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1. Τι ιδιότητα έχετε;

- ☐ Προπτυχιακός φοιτητής
- ☐ Μεταπτυχιακός/Διδακτορικός φοιτητής
- ☐ Ε.Τ.Ε.Π/Ε.Ε.Π./ΕΔΙΠ
- ☐ Μέλος ΔΕΠ
- ☐ Τίποτα από τα παραπάνω

2. Με βάσεις τις γνώσεις σας (όχι απαραίτητα μόνο όσες έχουν άμεση σχέση με το αντικείμενο σας), πόσο γνωρίζετε τις μεθόδους της Γεωπληροφορικής (Δορυφορική Τηλεπισκόπηση, μη- επανδρωμένα αεροσκάφη (UAV),GPS κλπ);

- ☐ Πολύ καλά (Είμαι ειδικός)
- ☐ Καλά (Έχω γνώσεις ή και κάνω χρήση τους)
- ☐ Μέτρια (Τις έχω ακουστά)
- ☐ Καθόλου (Δεν τις έχω ακούσει ή δεν γνωρίζω για αυτές)

2.1. Εφόσον έχετε απαντήσει θετικά στην προηγούμενη ερώτηση δηλώνοντας ότι γνωρίζετε ή κάνετε χρήση των μεθόδων της Γεωπληροφορικής, μέσα από ποια εργαλεία ενημερωθήκατε ή ήρθατε σε επαφή με την συγκεκριμένη τεχνολογία;

- ☐ Από το Internet

- ☐ Μέσα από τα ακαδημαϊκά συγγράμματα που μου παρέχει η σχολή
- ☐ Από επιστημονικά περιοδικά (Papers)
- ☐ Από την συμμετοχή μου σε εν λόγω σεμινάρια ή συνέδρια

3. Αν ναι, ποιες από τις ακόλουθες μεθόδους έχετε ακούσει ή γνωρίζετε περισσότερο για μέθοδο παρακολούθησης του περιβάλλοντος; (Συμπληρώστε με σειρά κατάταξης)

- ☐ Δορυφορική τηλεπισκόπηση (Remote Sensing)
- ☐ UAV Drones
- ☐ Αεροφωτογραφίες
- ☐ GPS (Global Position System)
- ☐ GIS (Geographical Information Systems)

4. Ποιο από τα ακόλουθα περιβαλλοντικά ζητήματα θα μπορούσαμε να το παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής; (Συμπληρώστε με σειρά κατάταξης)

- ☐ Ρύπανση Υδάτων σε παράκτια περιοχή
- ☐ Παράκτια διάβρωση
- ☐ Μεταβολή της φυτοκάλυψης σε παράκτια περιοχή
- ☐ Εναπόθεση ιζημάτων σε παράκτια περιοχή
- ☐ Κλιματική αλλαγή
- ☐ Την ανθρώπινη επέμβαση (οικιστική δραστηριότητα, αμμοληψίες, κλπ)

5. Ποιο περιβαλλοντικό πρόβλημα του παράκτιου περιβάλλοντος μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τη χρήση τεχνικών της δορυφορικής τηλεπισκόπησης; (Να επιλέξετε μέχρι και 2 επιλογές)

- ☐ Την παράκτια διάβρωση
- ☐ Τη ρύπανση των υδάτων
- ☐ Την εναπόθεση ιζημάτων σε παράκτια περιοχή
- ☐ Τη μεταβολή της φυτοκάλυψης σε παράκτια περιοχή
- ☐ Την ανθρώπινη επέμβαση (οικιστική δραστηριότητα, αμμοληψίες, κλπ)
- ☐ Την κλιματική αλλαγή

6. Με ποια από τις ακόλουθες τεχνικές της γεωπληροφορικής θα μπορούσαμε να εξάγουμε διαχρονικά ένα ασφαλές συμπέρασμα σχετικά με την μεταβολή της παράκτιας ζώνης (Συμπληρώστε με σειρά κατάταξης);

- ☐ Με την τοποθέτηση ενός GPS
- ☐ Μέσα από αεροφωτογραφίες από UAV Drones
- ☐ Με δορυφορικές εικόνες μέσω της δορυφορικής τηλεπισκόπησης

7. Ποια από τις ακόλουθες τεχνικές της γεωπληροφορικής πιστεύετε ότι είναι συμφέρουσα οικονομικά για την παρακολούθηση του φαινομένου της διάβρωσης του παράκτιου περιβάλλοντος (Συμπληρώστε με σειρά κατάταξης);

- ☐ Μετρήσεις με GPS
- ☐ Χρήση Δορυφορικών εικόνων
- ☐ Χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών

8. Ποια από τις ακόλουθες επιλογές αποτελεί μείζον περιβαλλοντικό ζήτημα για την παράκτια ζώνη του Νομού Χανίων (Συμπληρώστε με σειρά προτεραιότητας)

- ☐ Το ζήτημα της διάβρωσης
- ☐ Η εξαφάνιση της παράκτιας βλάστησης
- ☐ Ανθρώπινη επέμβαση – Περιβαλλοντική υποβάθμιση
- ☐ Έλλειψη θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού
- ☐ Ρύπανση των υδάτων

Παρουσίαση και περιγραφή της στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων

Στο σημείο αυτό θα γίνει παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την έρευνα. Πρώτα από όλα θα γίνει αναφορά στο ποσοστό των συμμετεχόντων από κάθε κατηγορία. Στην συνέχεια παρατίθενται για κάθε ερώτηση οι ανάλογοι πίνακες με τα απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα τους ποσοστά και στο τέλος τα διαγράμματα. Στις πρώτες ερωτήσεις οι απαντήσεις που έχουν δοθεί από τον κάθε ερωτώμενο αναγράφεται σ' ένα πίνακα ενώ στις υπόλοιπες ερωτήσεις οι οποίες απαιτούσαν την τοποθέτηση των απαντήσεων σε σειρά κατάταξης έχουν δημιουργηθεί περισσότερη τους ενός πίνακες.

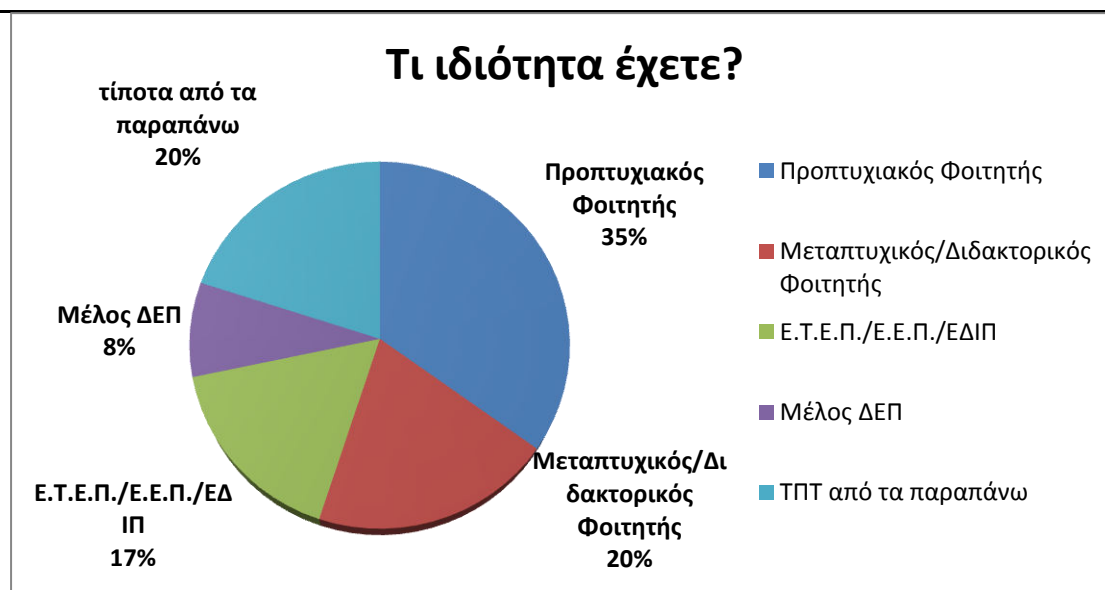
Στην αρχή του ερωτηματολογίου ο ερωτώμενος καλέστηκε να απαντήσει στην ιδιότητα που έχει. Ποιο συγκεκριμένα καλούνταν να επιλέξει αν είναι προπτυχιακός φοιτητής, Μεταπτυχιακός ή Υπ. Διδάκτορας, μέλος του επιστημονικού εργαστηριακού προσωπικού (ΕΤΕΠ ή ΕΔΙΠ), αν έχει θέση μέλους ΔΕΠ, αν δεν άνηκε σε κάποια από αυτές τις κατηγορίες τότε υπήρχε η επιλογή τίποτα από τα παραπάνω. Από τα δείγματα που συλλέχθηκαν, προέκυψαν τα ακόλουθα απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά.

Η ακριβής διατύπωση της ερώτησης ήταν:

1. Τι ιδιότητα έχετε;

Πίνακας 15: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά ανά ιδιότητα

	Σύνολο Ερωτηματολογίων κατά απόλυτη τιμή	Σύνολο ερωτηματολογίων σε ποσοστιαία τιμή
Προπτυχιακός Φοιτητής	21	35%
Μεταπτυχιακός φοιτητής/ Υπ. Διδάκτορας	12	20%
Ε.Τ.Ε.Π./Ε.Ε.Π./ΕΔΙΠ	10	17%
Μέλος ΔΕΠ	5	8%
τίποτα από τα παραπάνω	12	20%
Σύνολο	60	100%



Εικόνα 54: Διάγραμμα ποσοστών συμμετεχόντων ανά ιδιότητα

Λαμβάνοντας υπόψη τον πίνακα 15 και το αντίστοιχο διάγραμμα της εικόνας 54 διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των δειγμάτων συγκεντρώθηκε από προπτυχιακούς φοιτητές, μεταπτυχιακούς και από ερωτηθέντες που δεν είχαν καμία από τις παραπάνω ιδιότητες. Μέλη ΔΕΠ και μέλη του επιστημονικού εργαστηριακού προσωπικού ανταποκρίθηκαν στο ελάχιστο μιας η παρούσα στατιστική έρευνα διεξήχθη σε χρονικό διάστημα που συνέπιπτε με την εξεταστική περίοδο.

3.2 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Στην παρούσα ενότητα γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων για κάθε ερώτηση σε πίνακες και διαγράμματα που προέκυψαν από την στατιστική έρευνα. Στο τέλος κάθε ερώτηση παρατίθενται ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων.

2. Με βάσεις τις γνώσεις σας (όχι απαραίτητα μόνο όσες έχουν άμεση σχέση με το αντικείμενο σας), πόσο γνωρίζετε τις μεθόδους της Γεωπληροφορικής (Δορυφορική Τηλεπισκόπηση, μη- επανδρωμένα αεροσκάφη (UAV),GPS κλπ);

- ☐ Πολύ καλά (Είμαι ειδικός)
- ☐ Καλά (Έχω γνώσεις ή και κάνω χρήση τους)
- ☐ Μέτρια (Τις έχω ακουστά)
- ☐ Καθόλου (Δεν τις έχω ακούσει ή δεν γνωρίζω για αυτές)

Από τα δείγματα που συλλέχθηκαν προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα, τα οποία παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα και στο παρακάτω διάγραμμα

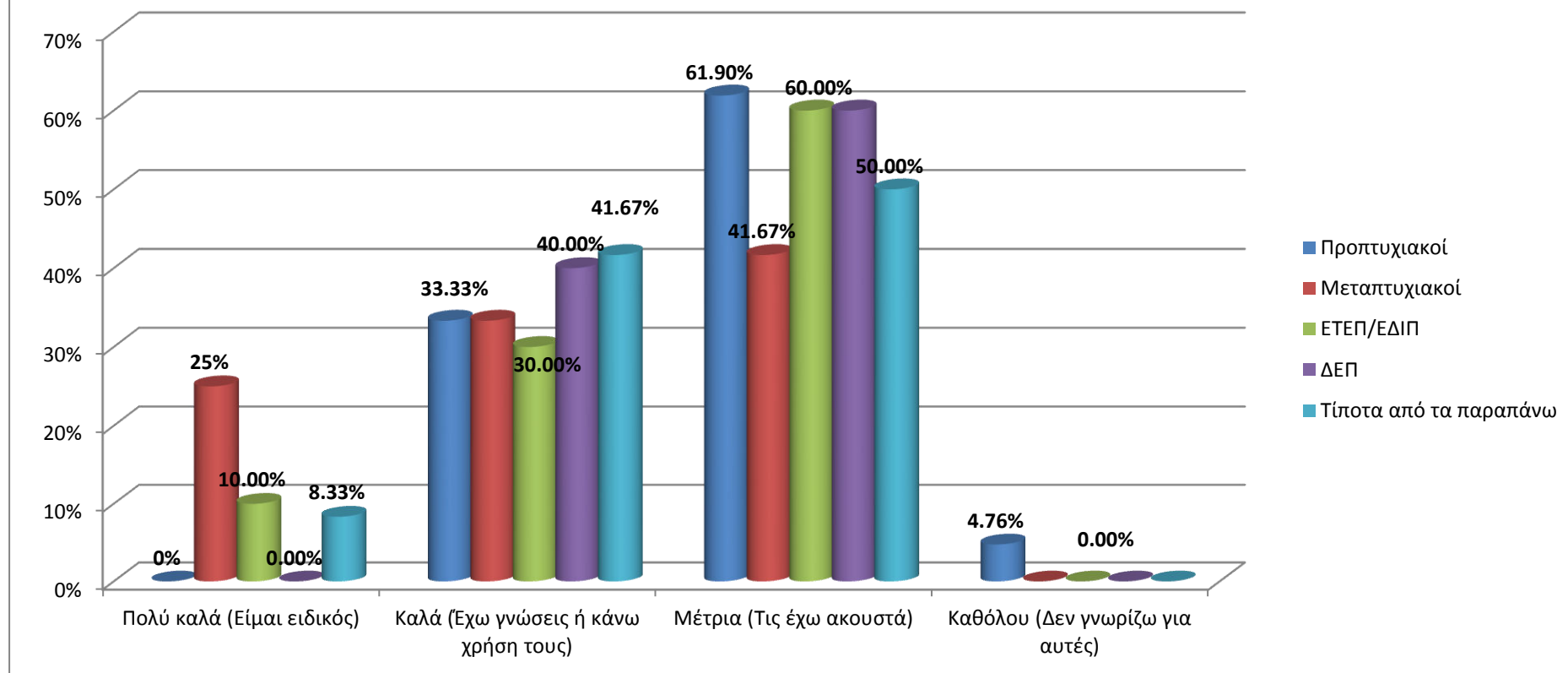
Πίνακας 16: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά στο κατά πόσο γνωρίζουν τις μεθόδους της γεωπληροφορικής

Ποσο γνωρίζετε τις μεθόδους Γεωπληροφορικής	Προπτυχιακοί		Μεταπτυχιακοί		ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ		ΔΕΠ		Τίποτα από τα παραπάνω	
Πολύ καλά (Είμαι ειδικός)	0	0%	3	25%	1	10,0 0%	0	0,00 %	1	8,33 %
Καλά (Έχω γνώσεις ή κάνω χρήση τους)	7	33,33 %	4	33,33%	3	30,0 0%	2	40,0 0%	5	41,6 7%
Μέτρια (Τις έχω ακουστά)	1 3	61,90 %	5	41,67%	6	60,0 0%	3	60,0 0%	6	50,0 0%
Καθόλου (Δεν γνωρίζω για αυτές)	1	4,76%	0	0,00%	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %
Σύνολο	2 1	100%	1 2	100%	1 0	100 %	5	100 %	1 2	100 %

Στην αρχή του ερωτηματολογίου οι ερωτηθέντες έπρεπε να δηλώσουν την ιδιότητα τους (π.χ. προπτυχιακός φοιτητής, μεταπτυχιακός φοιτητής, μέλος ΔΕΠ, μέλος ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ ή αν δεν ανήκε σε καμία από τις άνω κατηγορίες). Στην συνέχεια ρωτήθηκαν εάν έχουν γνώσεις πάνω σε θέματα γεωπληροφορικής. Με τον τρόπο αυτό γινόταν διαχωρισμός στους έχοντες και στους μη έχοντες γνώση πάνω στις μεθόδους της γεωπληροφορικής. Στην περίπτωση που οι ερωτηθέντες ανταποκρίνονταν θετικά, έπρεπε να επιλέξουν αν το επίπεδο των γνώσεων τους είναι πολύ καλό, καλό ή μέτριο. Αντιθέτως στην περίπτωση που ο ερωτηθέντας ανταποκρίνονταν αρνητικά έπρεπε να επιλέξει ότι δεν έχει καμία γνώμη σε θέματα γεωπληροφορικής με αποτέλεσμα να τερματιζόταν για τον ίδιο η διαδικασία συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου. Από τα στοιχεία που παρουσιάζονται από τον πίνακα 16 και από το αντίστοιχο διάγραμμα 55 το 98.3% (59 ερωτηματολόγια από τα 60) του

συνόλου των ερωτηθέντων ανταποκρίθηκε θετικά δηλώνοντας ότι έχει γνώσεις πάνω σε θέματα γεωπληροφορικής. Παράλληλα ένα μικρό ποσοστό της τάξεως του 1.7%(1 ερωτηματολόγιο από τα 60) δήλωσε ότι δεν γνωρίζει την σημασία και την χρησιμότητα των μεθόδων της γεωπληροφορικής. Κάνοντας μια ποιο εμπεριστατωμένη μελέτη του ακόλουθου διαγράμματος διακρίνεται ότι πολύ καλή επίγνωση του γνωστικού αντικειμένου κάνουν και χρήση αυτού παράλληλα για διάφορες εφαρμογές κατέχουν φοιτητές μεταπτυχιακού επιπέδου και το εργαστηριακό επιστημονικό προσωπικό (ΕΤΕΠ). Η πλειοψηφία των προπτυχιακών φοιτητών δήλωσε πως γνωρίζει τις μεθόδους της γεωπληροφορικής είτε επειδή τις έχει ακουστά είτε επειδή τις έχει μελετήσει μέσα από κάποιο σύγγραμμο ή από κάποιο άλλο μέσο. Περισσότερες πληροφορίες παρουσιάζονται στην συνέχεια. Ο αριθμός των ερωτηματολογίων που συλλεχθήκαν από τα μέλη ΔΕΠ του ιδρύματος δεν ήταν ικανοποιητικός με αποτέλεσμα να τα αποτελέσματα για την εν λόγω κατηγορία να μην θεωρούνται αντιπροσωπευτικά για το σύνολο των ΔΕΠ του ιδρύματος. Από τα 60 ερωτηματολόγια του δείγματος μόνο τα 5 προέρχονται από τα μέλη ΔΕΠ. Η πλειονότητα αυτών έχει μέτριες γνώσεις για τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως αποδεικνύει το 60% των μελών (3 στα 5) ενώ μονάχα το 40% των μελών (3 στα 5) ανέφερε ότι κατέχει ένα καλό επίπεδο γνώσεων. Τέλος, σημαντικό να αναφερθεί είναι το γεγονός πως ερωτηματολόγια τα οποία συμπληρώθηκαν από άτομα εκτός πολυτεχνειακής κοινότητας ή από ερωτηθέντες που άνηκαν στο Πολυτεχνείο Κρήτης αλλά δεν είχαν καμία από τις προαναφερθέντες ιδιότητες δήλωσαν ότι έχουν γνώσεις σχετικά με την εν λόγω επιστημονικό πεδίο αλλά δεν είναι αρκετές για να μπορέσουν να κάνουν χρήση αυτού. Ενώ ένα μικρό ποσοστό της τάξεως του 8% δήλωσε πως έχει πολύ καλές γνώσεις για την γεωπληροφορική και κάνει χρήση των μεθόδων της σε διάφορες εφαρμογές.

Πόσο γνωρίζετε τις μεθόδους της Γεωπληροφορικής



Εικόνα 55: Τι ποσοστό των ερωτηθέντων γνωρίζει τις μεθόδους της γεωπληροφορικής

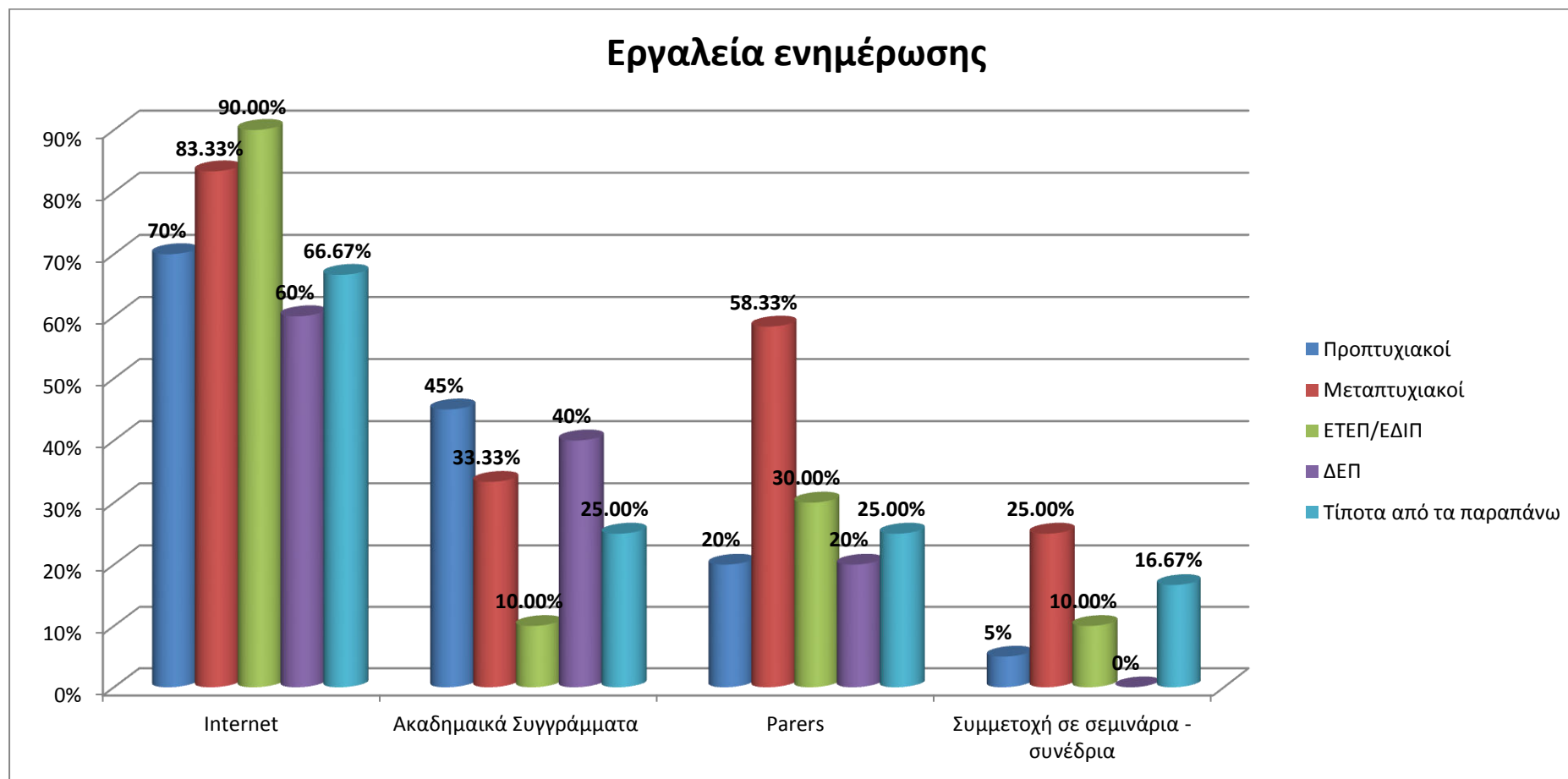
2.1. Εφόσον έχετε απαντήσει θετικά στην προηγούμενη ερώτηση δηλώνοντας ότι γνωρίζετε ή κάνετε χρήση των μεθόδων της Γεωπληροφορικής, μέσα από ποια εργαλεία ενημερωθήκατε ή ήρθατε σε επαφή με την συγκεκριμένη τεχνολογία;

- ☐ Από το Internet
- ☐ Μέσα από τα ακαδημαϊκά συγγράμματα που μου παρέχει η σχολή
- ☐ Από επιστημονικά περιοδικά (Papers)
- ☐ Από την συμμετοχή μου σε εν λόγω σεμινάρια ή συνέδρια

Πίνακας 17: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μέσω ενημέρωσης σε θέματα γεωπληροφορικής

Μέσα από ποια εργαλεία ενημερωθήκατε	Προπτυχιακοί		Μεταπτυχιακοί		ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ		ΔΕΠ		Τίποτα από τα παραπάνω	
Internet	14	70%	10	83,33%	9	90,00%	3	60%	8	66,67%
Ακαδημαϊκά Συγγράμματα	9	45%	4	33,33%	1	10,00%	2	40%	3	25,00%
Papers	4	20%	7	58,33%	3	30,00%	1	20%	3	25,00%
Συμμετοχή σε σεμινάρια - συνέδρια	1	5%	3	25,00%	1	10,00%	0	0%	2	16,67%

Στην συνέχεια της στατιστικής ανάλυσης θα γίνει αναφορά στα εργαλεία από τα οποία ήρθανε σε επαφή οι ερωτηθέντες. Να διευκρινιστή πως από το σημείο αυτό και έπειτα το δείγμα μας είναι ελαφρώς μειωμένο κατά ένα ερωτηματολόγιο μιας και ένας συμμετέχοντας δήλωσε από την αρχή πως δεν γνωρίζει για τις μεθόδους της γεωπληροφορικής. Σύμφωνα με τον πίνακα 15 και το αντίστοιχο διάγραμμα 56 το άθροισμα των ποσοστών για κάθε ιδιότητα ξεχωριστά δεν ισούται με 100% μιας και στην συγκεκριμένη ερώτηση ο συμμετέχων είχε την δυνατότητα να συμπληρώσει παραπάνω της μιας επιλογής. Με ποιο εμπεριστατομένη παρατήρηση του πίνακα 17 διαπιστώνεται ότι η χρήση του διαδικτυού (Internet) αποτελεί το κυρίαρχο μέσω ενημέρωσης σε θέματα γεωπληροφορικής. Αντιθέτως η επαφή με το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο μέσω των επιστημονικών άρθρων (papers) ή μέσω της συμμετοχής σε ημερίδες-συνέδρια περιορίζεται σε μεταπτυχιακούς φοιτητές και στο εργαστηριακό επιστημονικό προσωπικό. Οι προπτυχιακοί φοιτητές δήλωσαν ότι εκτός από την χρήση του διαδικτύου, η μελέτη ακαδημαϊκών συγγραμάτων που τους παρείχα η σχολή ήταν ένας ακόμη τρόπος επαφής με τη εν λόγω επιστήμη. Σε μικρότερο ποσοστό (25%) των προπτυχιακών δήλωσε ότι απέκτησε γνώσεις μέσα από την συμμετοχή του σε συνέδρια-ημερίδες και από την μελέτη επιστημονικών άρθρων.



Εικόνα 56: Διάγραμμα ποσοστών των μέσων ενημέρωσης σε θέματα γεωπληροφορικής

3. Αν ναι, ποιες από τις ακόλουθες μεθόδους έχετε ακούσει ή γνωρίζετε περισσότερο για μέθοδο παρακολούθησης του περιβάλλοντος; (Συμπληρώστε με σειρά κατάταξης)

- ☐ Δορυφορική τηλεπισκόπηση (Remote Sensing)
- ☐ UAV Drones
- ☐ Αεροφωτογραφίες
- ☐ GPS (Global Position System)
- ☐ GIS (Geographical Information Systems)

Πίνακας 18: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μεθόδων που γνωρίζουν περισσότερο οι προπτυχιακοί φοιτητές

	Σειρά κατάταξης									
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	1 ^η %	2 ^η %	3 ^η %	4 ^η %	5 ^η %
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	1	0	6	6	7	5,00%	0,00%	30,00%	30,00%	35,00%
Αεροφωτογραφίες	4	7	4	3	2	20,00%	35,00%	20,00%	15,00%	10,00%
UAV-DRONES	0	2	4	8	6	0,00%	10,00%	20,00%	40,00%	30,00%
GIS	7	5	4	1	3	35,00%	25,00%	20,00%	5,00%	15,00%
GPS	8	6	2	2	2	40,00%	30,00%	10,00%	10,00%	10,00%

Πίνακας 19: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μεθόδων που γνωρίζουν περισσότερο οι μεταπτυχιακοί φοιτητές

	Σειρά Κατάταξης									
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	7	0	1	2	2	58,33%	0,00%	8,33%	16,67%	16,67%
Αεροφωτογραφίες	2	5	4	1	0	16,67%	41,67%	33,33%	8,33%	0,00%
UAV-DRONES	0	2	1	3	6	0,00%	16,67%	8,33%	25,00%	50,00%
GIS	0	3	5	3	1	0,00%	25,00%	41,67%	25,00%	8,33%
GPS	3	2	1	3	3	25,00%	16,67%	8,33%	25,00%	25,00%

Πίνακας 20: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μεθόδων που γνωρίζουν περισσότερο τα μέλη ΔΕΠ

	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	3	1	0	1	0	60%	20%	0%	20%	0%
Αεροφωτογραφίες	1	4	0	0	0	20%	80%	0%	0%	0%
UAV-DRONES	0	0	1	1	3	0%	0%	20%	20%	60%
GIS	1	0	0	2	2	20%	0%	0%	40%	40%
GPS	0	0	4	1	0	0%	0%	80%	20%	0%

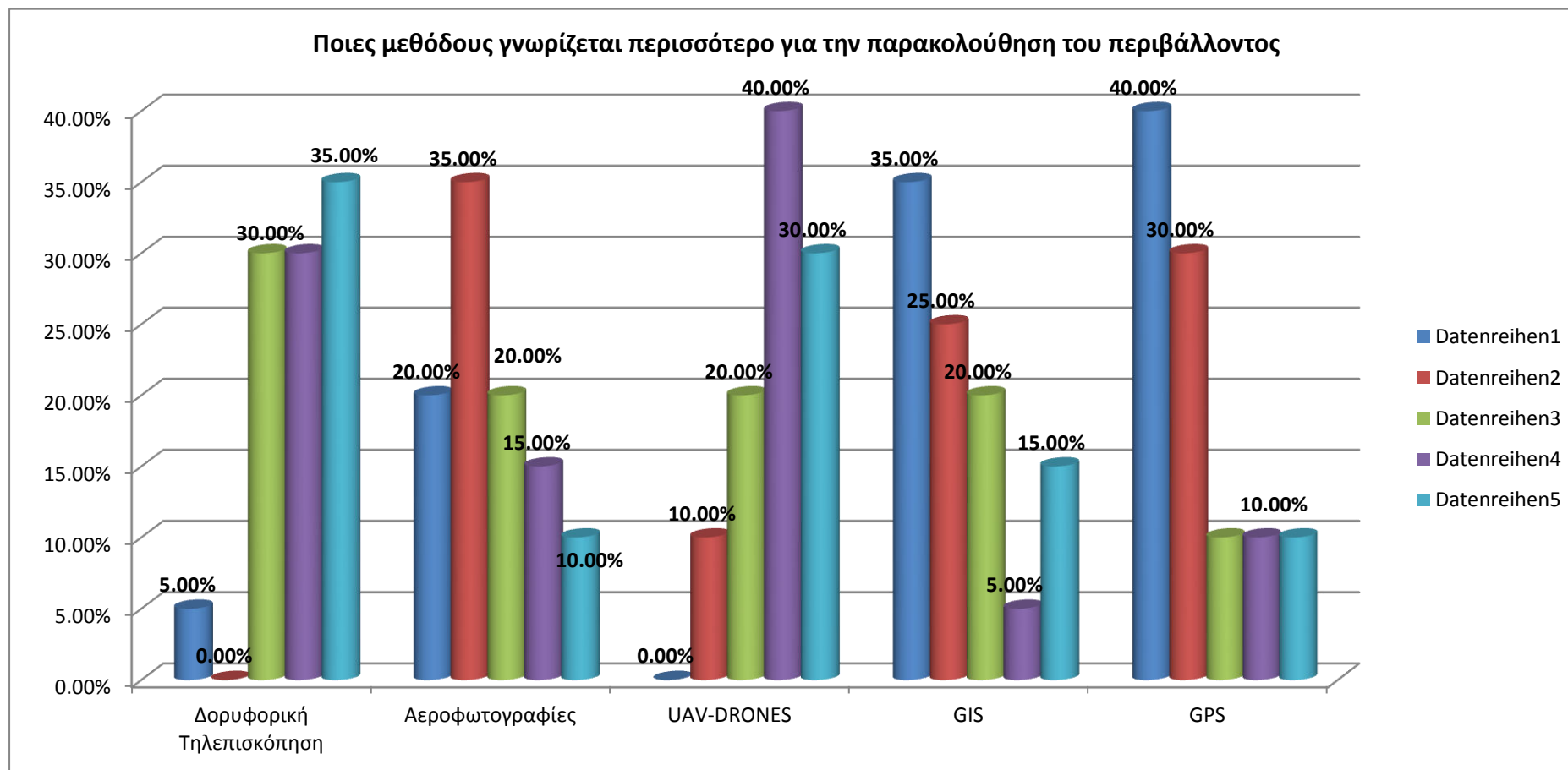
Πίνακας 21: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μεθόδων που γνωρίζουν περισσότερο τα μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ

	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	4	2	3	1	0	40,00%	20,00%	30,00%	10,00%	0,00%
Αεροφωτογραφίες	1	5	0	4	0	10,00%	50,00%	0,00%	40,00%	0,00%
UAV-DRONES	0	0	4	1	5	0,00%	0,00%	40,00%	10,00%	50,00%
GIS	3	2	0	3	2	30,00%	20,00%	0,00%	30,00%	20,00%
GPS	2	1	3	1	3	20,00%	10,00%	30,00%	10,00%	30,00%

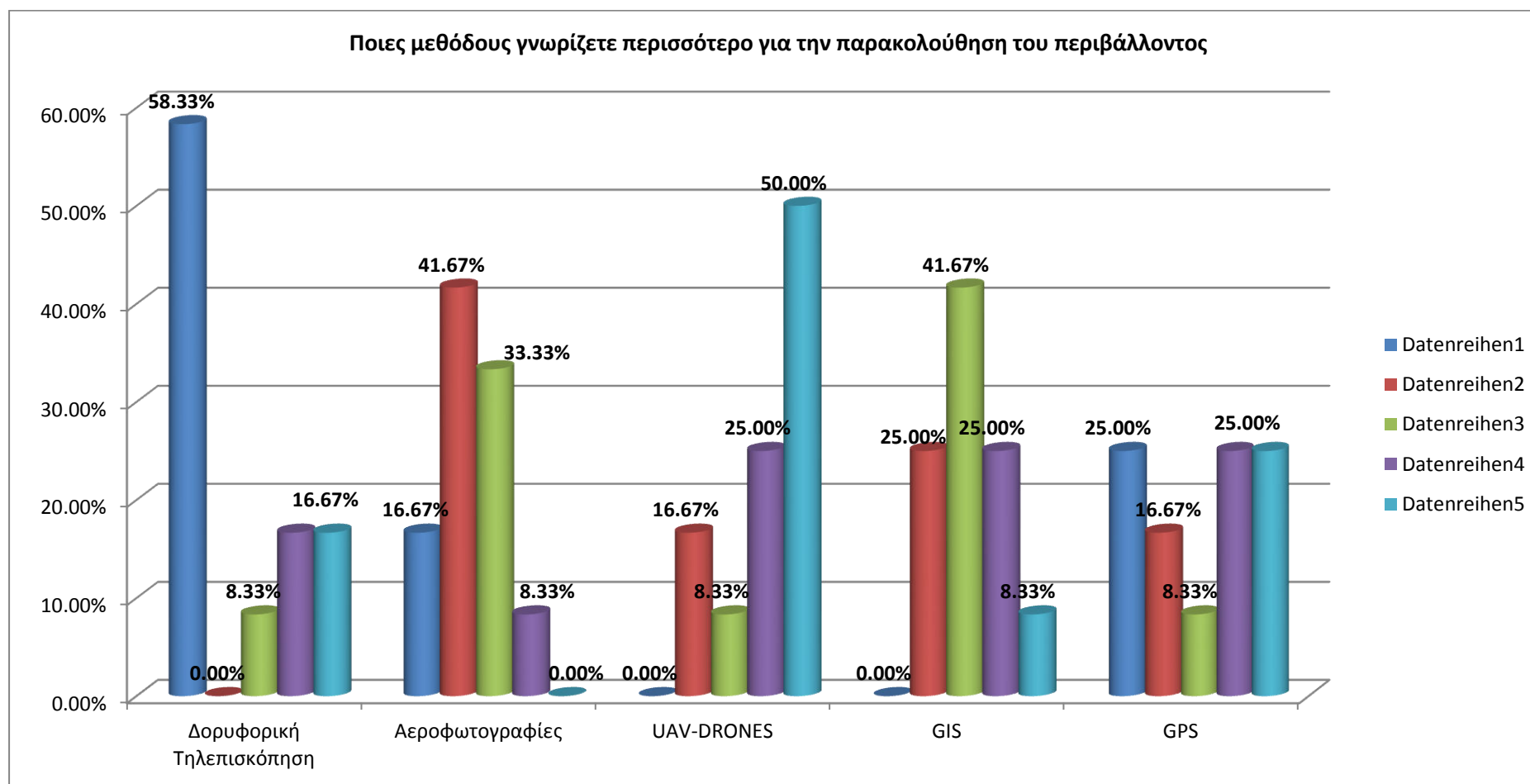
Πίνακας 22: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των μεθόδων που γνωρίζουν περισσότερο όπως δήλωσαν οι ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες

	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	4	3	1	2	2	33,33%	25,00%	8,33%	16,67%	16,67%
Αεροφωτογραφίες	4	2	2	3	1	33,33%	16,67%	16,67%	25,00%	8,33%
UAV-DRONES	0	0	4	3	5	0,00%	0,00%	33,33%	25,00%	41,67%
GIS	2	4	2	1	3	16,67%	33,33%	16,67%	8,33%	25,00%
GPS	2	3	3	3	1	16,67%	25,00%	25,00%	25,00%	8,33%

Στην συνέχεια του ερωτηματολογίου οι ερωτηθέντες εφόσον είχαν ανταποκριθεί θετικά στην 2^η ερώτηση συμπληρώνοντας πως έχουν γνώσεις ή έχουν ακουστά τις μεθόδους της γεωπληροφορικής, καλούνταν να κατατάξουν σε σειρά ποιες μεθόδους γνωρίζουν περισσότερο. Η επιλογή που έχει σημειωθεί με τον αριθμό 1 δηλώνει την δημοφιλέστερη μέθοδο παρακολούθησης του περιβάλλοντος ενώ η επιλογή 5 δηλώνει την λιγότερο δημοφιλέστερη μέθοδο. Οι απαντήσεις που έχουν συλλεχθεί από τις διάφορες κατηγορίες ερωτηθέντων είναι διαφορετικές μεταξύ τους. Ωστόσο, υπάρχουν ομοιότητες σε ορισμένα σημεία. Σύμφωνα με τον πίνακα 18 και το αντίστοιχο διάγραμμα 57 οι πλειοψηφία των προπτυχιακών φοιτητών κατέταξαν τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) και το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS) ως τις δημοφιλέστερες μεθόδους παρακολούθησης του περιβάλλοντος. Ίσως διότι είχαν την ευκαιρία να χειριστούν τις μεθόδους αυτές περισσότερο από ότι τις υπόλοιπες σε προπτυχιακά τους μαθήματα. Αντιθέτως η δορυφορική τηλεπισκόπηση και η μέθοδος των αεροφωτογραφιών αποτέλεσαν τις δημοφιλέστερες μεθόδους παρακολούθησης του περιβάλλοντος για τα μέλη ΔΕΠ,ΕΤΕΠ αλλά και για τους μεταπτυχιακούς φοιτητές. Αξίζει να σημειωθεί πως οι εν λόγω μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί από το παρελθόν για την διαχρονική παρακολούθηση είτε του παράκτιου είτε του χερσαίου περιβάλλοντος. Οι εφαρμογές που δύναται να βρει κανείς στο διαδίκτυο είναι ποικίλες είτε ως αυτόνομες τεχνολογίες είτε ως συνδυασμός με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) και το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης(GPS). Τέλος, βασική ομοιότητα στα αποτελέσματα τις έρευνας ήταν τα UAV- Drones όπου για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων αποτέλεσε την λιγότερο δημοφιλή μέθοδο παρακολούθησης του περιβάλλοντος. Να τονιστεί ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία έγινε γνωστή τα τελευταία 2-3 χρόνια και οι εφαρμογές της είναι περιορισμένες.

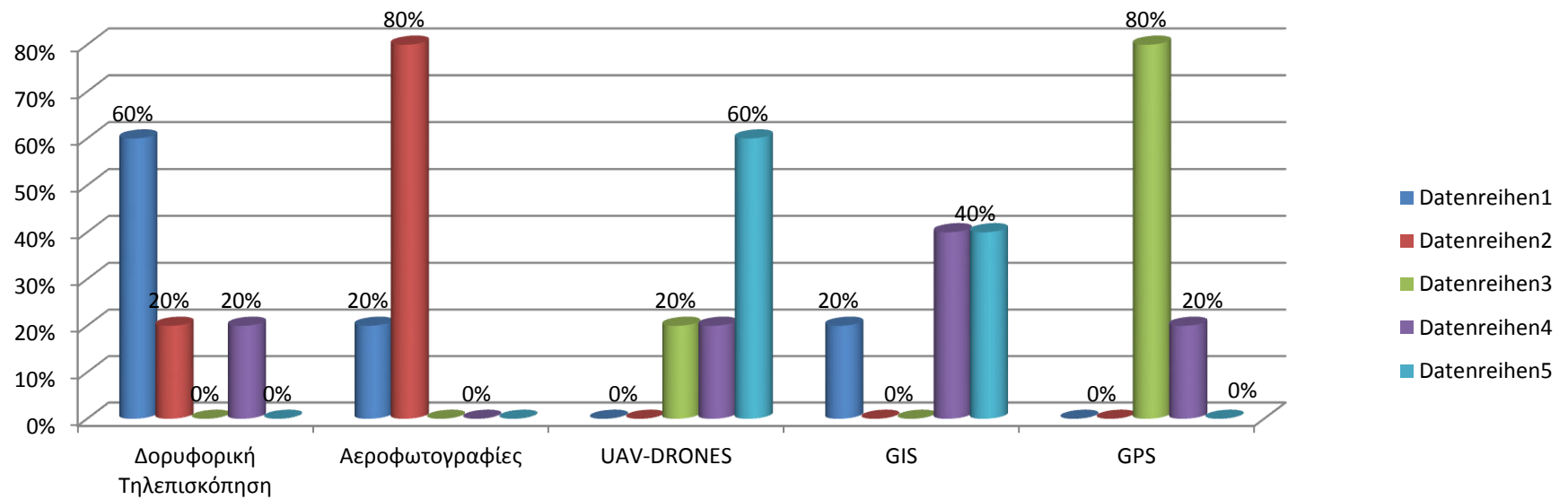


Εικόνα 57: Διάγραμμα ποσοστών παρακολούθησης του περιβάλλοντος από τους προπτυχιακούς φοιτητές

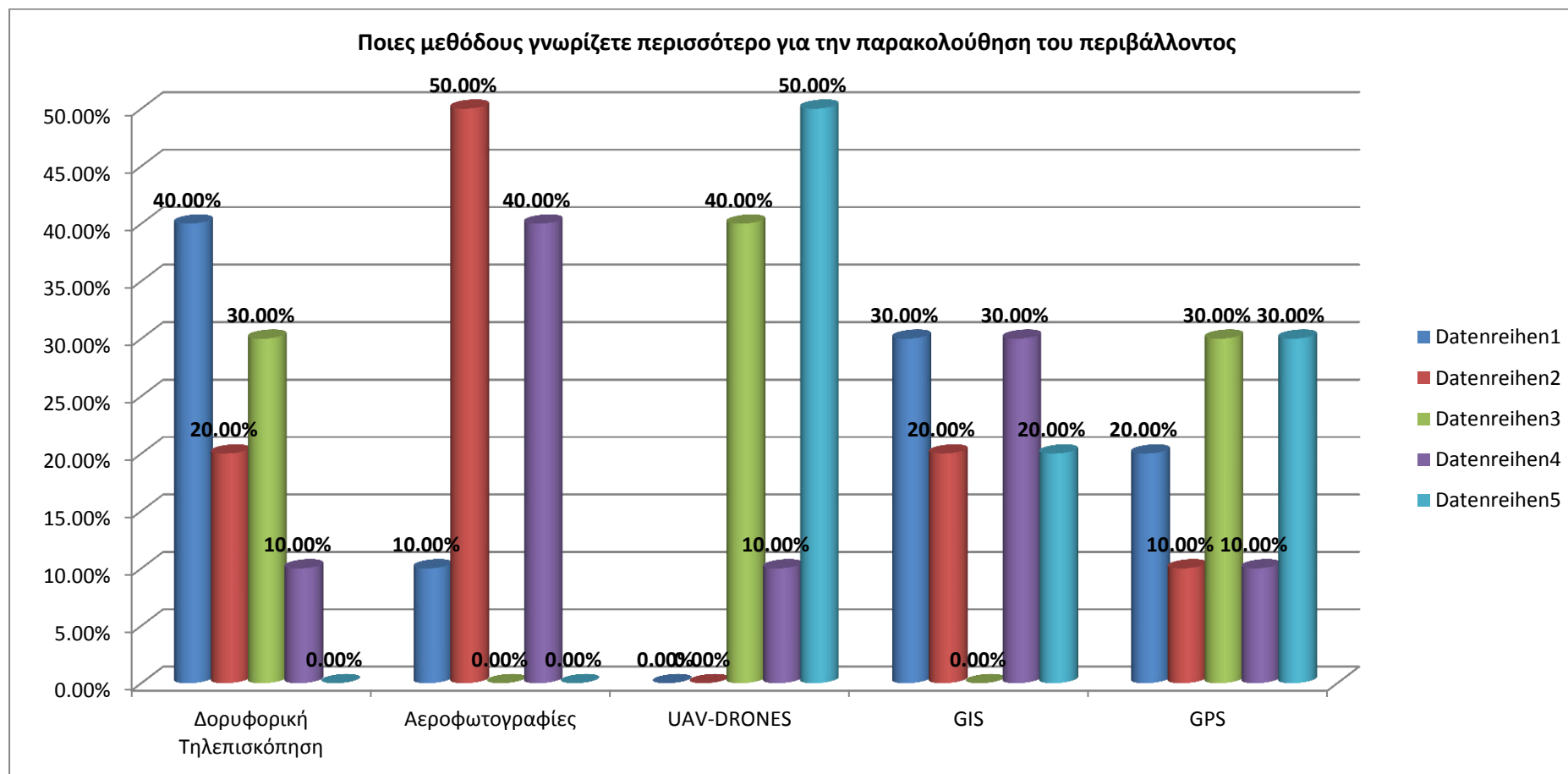


Εικόνα 58: Διάγραμμα ποσοστών παρακολούθησης του περιβάλλοντος από μεταπτυχιακούς φοιτητές

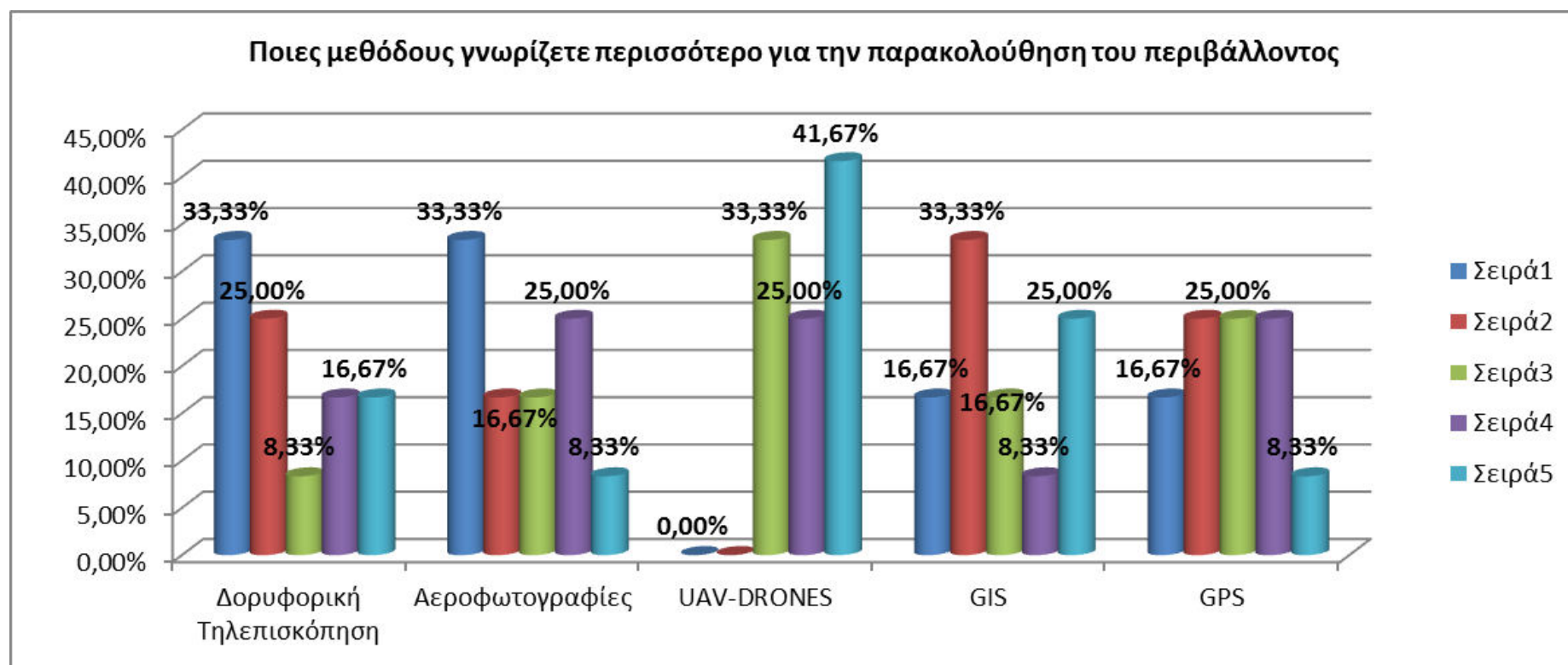
Ποια από τις μεθόδους γνωρίζεται περισσότερο για μέθοδο παρακολούθησης



Εικόνα 59: Διάγραμμα ποσοστών παρακολούθησης του περιβάλλοντος από τα μέλη ΔΕΠ



Εικόνα 60: Διάγραμμα ποσοστών παρακολούθησης του περιβάλλοντος από τα μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ



Εικόνα 61: Διάγραμμα ποσοστών παρακολούθησης του περιβάλλοντος από τους ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες

4. Ποιο από τα ακόλουθα περιβαλλοντικά ζητήματα θα μπορούσαμε να το παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής; (Συμπληρώστε με σειρά κατάταξης)

- ☐ Ρύπανση Υδάτων σε παράκτια περιοχή
- ☐ Παράκτια διάβρωση
- ☐ Μεταβολή της φυτοκάλυψης σε παράκτια περιοχή
- ☐ Εναπόθεση ιζημάτων σε παράκτια περιοχή
- ☐ Κλιματική αλλαγή
- ☐ Την ανθρώπινη επέμβαση (οικιστική δραστηριότητα, αμμοληψίες, κλπ)

Πίνακας 23: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές

Σειρά κατάταξης												
	1 η	2 η	3 η	4 η	5 η	6 η	1 ^η %	2 ^η %	3 ^η %	4 ^η %	5 ^η %	6 ^η %
Παράκτια Διάβρωση	5	3	4	2	5	1	25,0 0%	15,0 0%	20,0 0%	10,0 0%	25,0 0%	5,00 %
Ανθρώπινη επέμβαση	7	5	1	2	3	2	35,0 0%	25,0 0%	5,00 %	10,0 0%	15,0 0%	10,0 0%
Μεταβολή της φυτοκάλυψης	2	7	8	2	1	0	10,0 0%	35,0 0%	40,0 0%	10,0 0%	5,00 %	0,00 %
Ρύπανση υδάτων σε παράκτια περιοχή	4	1	4	4	2	5	20,0 0%	5,00 %	20,0 0%	20,0 0%	10,0 0%	25,0 0%
Εναπόθεση ιζημάτων	0	4	1	6	6	3	0,00 %	20,0 0%	5,00 %	30,0 0%	30,0 0%	15,0 0%
Κλιματική Αλλαγή	2	0	2	4	3	9	10,0 0%	0,00 %	10,0 0%	20,0 0%	15,0 0%	45,0 0%

Πίνακας 24: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές

Σειρά κατάταξης												
	1 η	2 η	3 η	4 η	5 η	6 η	1 ^η %	2 ^η %	3 ^η %	4 ^η %	5 ^η %	6 ^η %
Παράκτια Διάβρωση							16,6	16,6	8,33	16,6	33,3	8,33
	2	2	1	2	4	1	7%	7%	%	7%	3%	%
Ανθρώπινη επέμβαση							41,6	8,33	33,3	8,33	8,33	0,00
	5	1	4	1	1	0	7%	%	3%	%	%	%
Μεταβολή της φυτοκάλυψης							16,6	41,6	8,33	25,0	8,33	0,00
	2	5	1	3	1	0	7%	7%	%	0%	%	%
Ρύπανση υδάτων σε παράκτια περιοχή							8,33	33,3	8,33	8,33	25,0	16,6
	1	4	1	1	3	2	%	3%	%	%	0%	7%
Εναπόθεση ιζημάτων							0,00	0,00	33,3	25,0	25,0	16,6
	0	0	4	3	3	2	%	%	3%	0%	0%	7%
Κλιματική Αλλαγή							16,6	0,00	8,33	16,6	0,00	58,3
	2	0	1	2	0	7	7%	%	%	7%	%	3%

Πίνακας 25: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ

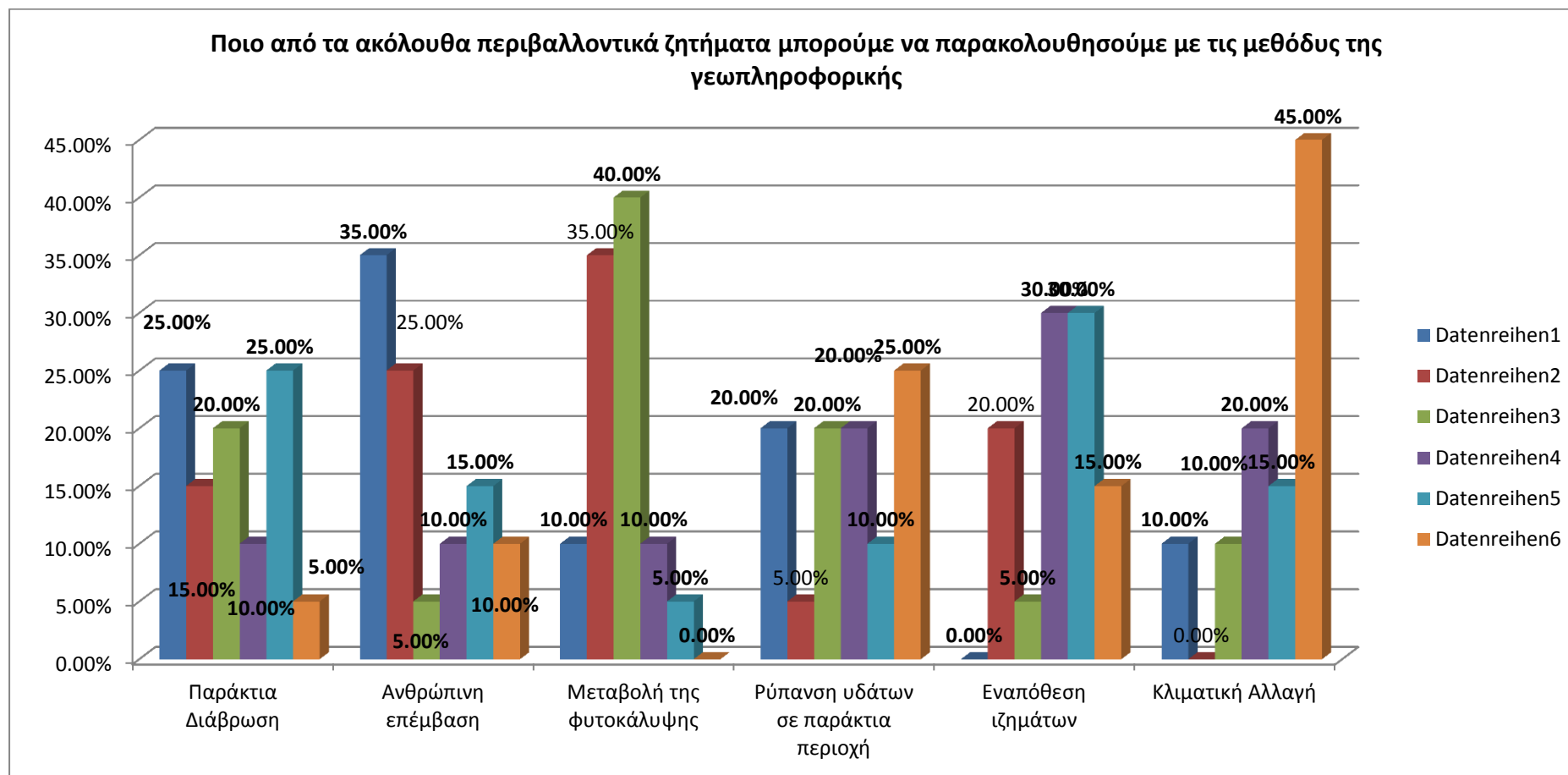
	Σειρά κατάταξης											
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η
Παράκτια Διάβρωση	3	1	0	0	1	0	60%	20%	0%	0%	20%	0%
Ανθρώπινη επέμβαση	2	3	0	0	0	0	40%	60%	0%	0%	0%	0%
Μεταβολή της φυτοκάλυψης	0	1	4	0	0	0	0%	20%	80%	0%	0%	0%
Ρύπανση υδάτων σε παράκτια περιοχή	0	0	0	1	1	3	0%	0%	0%	20%	20%	60%
Εναπόθεση ιζημάτων	0	0	1	4	0	0	0%	0%	20%	80%	0%	0%
Κλιματική Αλλαγή	0	0	0	0	3	2	0%	0%	0%	0%	60%	40%

Πίνακας 26: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ

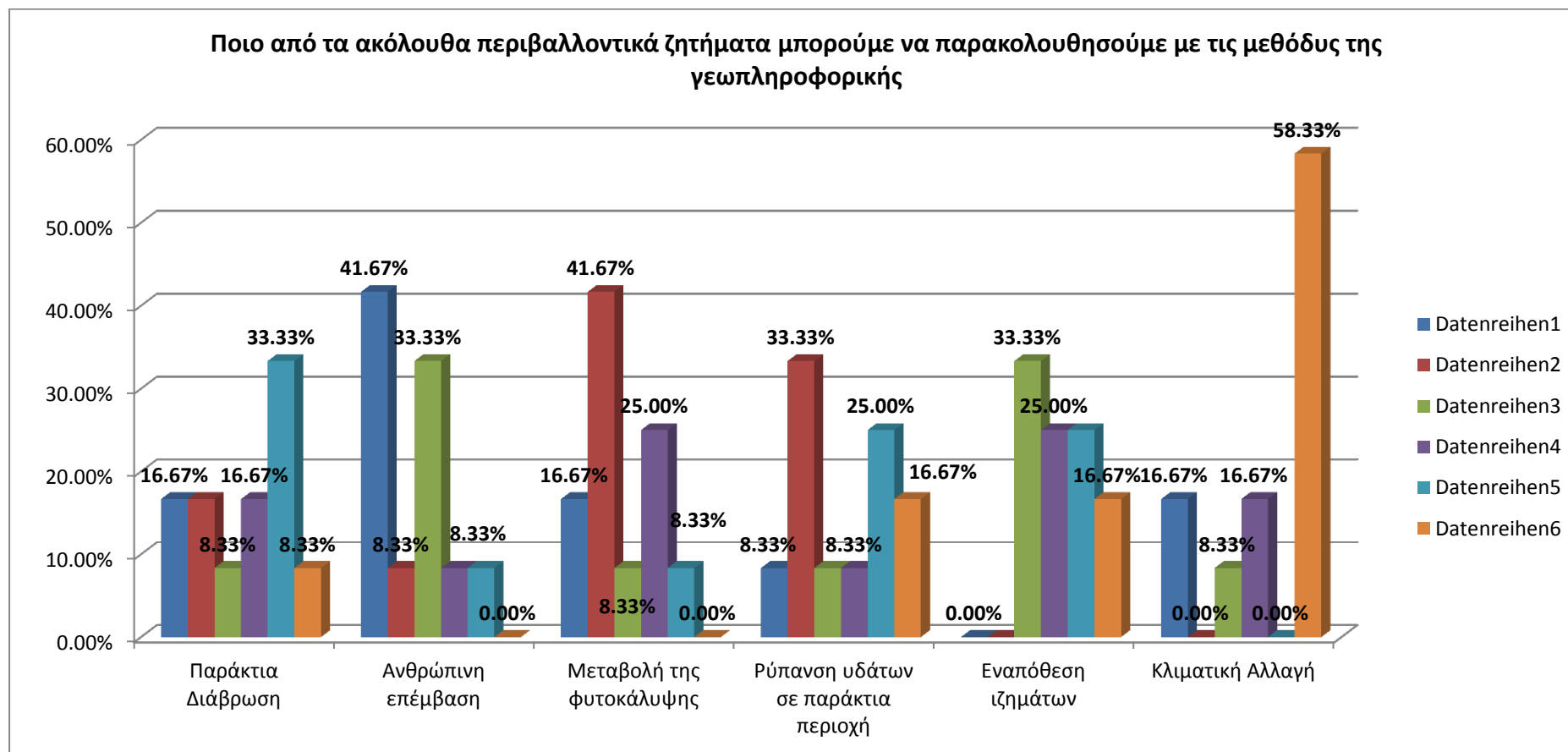
	Σειρά κατάταξης											
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	1 ^η %	2 ^η %	3 ^η %	4 ^η %	5 ^η %	6 ^η %
Παράκτια Διάβρωση							20,0	30,0	30,0	0,00	10,0	0,00
	2	3	3	0	1	0	0%	0%	0%	%	0%	%
Ανθρώπινη επέμβαση							30,0	10,0	20,0	30,0	10,0	0,00
	3	1	2	3	1	0	0%	0%	0%	0%	0%	%
Μεταβολή της φυτοκάλυψης							40,0	20,0	0,00	10,0	20,0	10,0
	4	2	0	1	2	1	0%	0%	%	0%	0%	0%
Ρύπανση υδάτων σε παράκτια περιοχή							10,0	20,0	10,0	20,0	50,0	0,00
	1	2	1	2	5	0	0%	0%	0%	0%	0%	%
Εναπόθεση ιζημάτων							0,00	20,0	30,0	20,0	10,0	20,0
	0	2	3	2	1	2	%	0%	0%	0%	0%	0%
Κλιματική Αλλαγή							0,00	0,00	10,0	20,0	0,00	70,0
	0	0	1	2	0	7	%	%	0%	0%	%	0%

Πίνακας 27: Απόλυτα νούμερα και τα αντίστοιχα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν άνηκαν σε καμία από τις άνω κατηγορίες

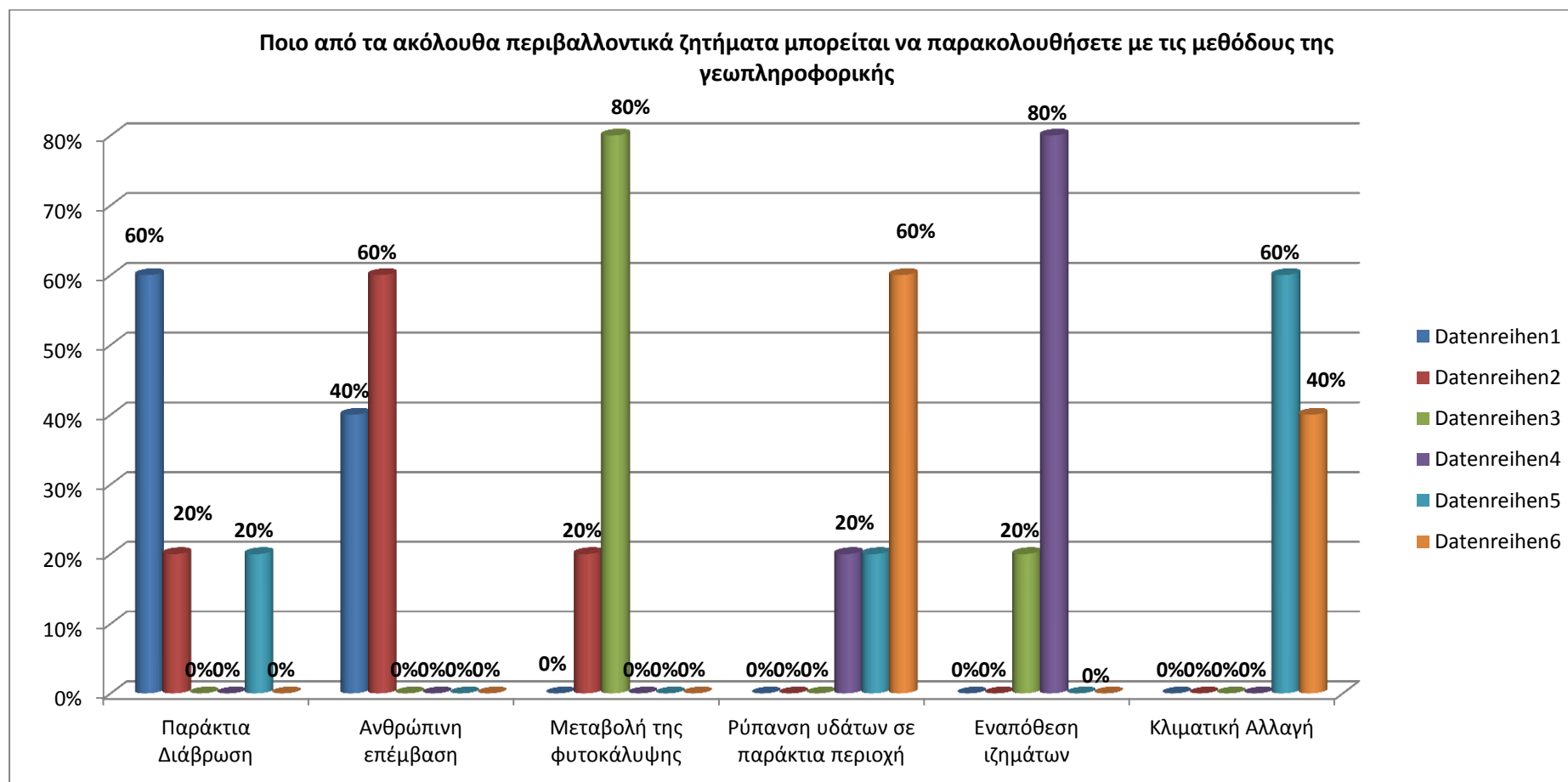
	Σειρά κατάταξης											
	1 η	2 η	3 η	4 η	5 η	6 η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η %
Παράκτια Διάβρωση	2	1	2	5	2	0	16,6 7%	8,33 %	16,6 7%	41,6 7%	16,6 7%	0,00 %
Ανθρώπινη επέμβαση	3	3	0	3	3	0	25,0 0%	25,0 0%	0,00 %	25,0 0%	25,0 0%	0,00 %
Μεταβολή της φυτοκάλυψης	1	5	1	1	3	1	8,33 %	41,6 7%	8,33 %	8,33 %	25,0 0%	8,33 %
Ρύπανση υδάτων σε παράκτια περιοχή	2	1	4	1	3	1	16,6 7%	8,33 %	33,3 3%	8,33 %	25,0 0%	8,33 %
Εναπόθεση ιζημάτων	0	0	5	1	1	5	0,00 %	0,00 %	41,6 7%	8,33 %	8,33 %	41,6 7%
Κλιματική Αλλαγή	4	2	0	1	0	5	33,3 3%	16,6 7%	0,00 %	8,33 %	0,00 %	41,6 7%



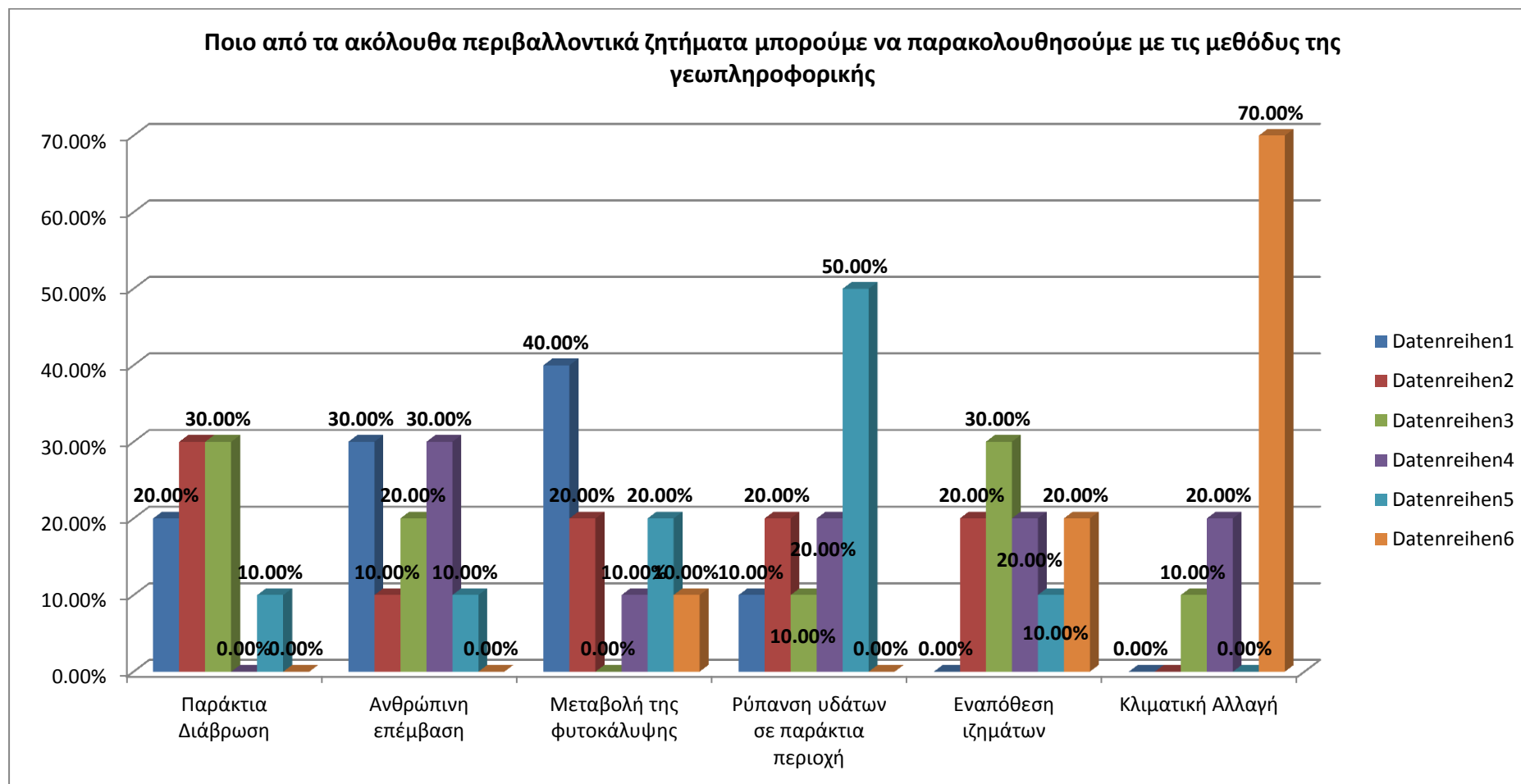
Εικόνα 62: Διάγραμμα ποσοστών περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές



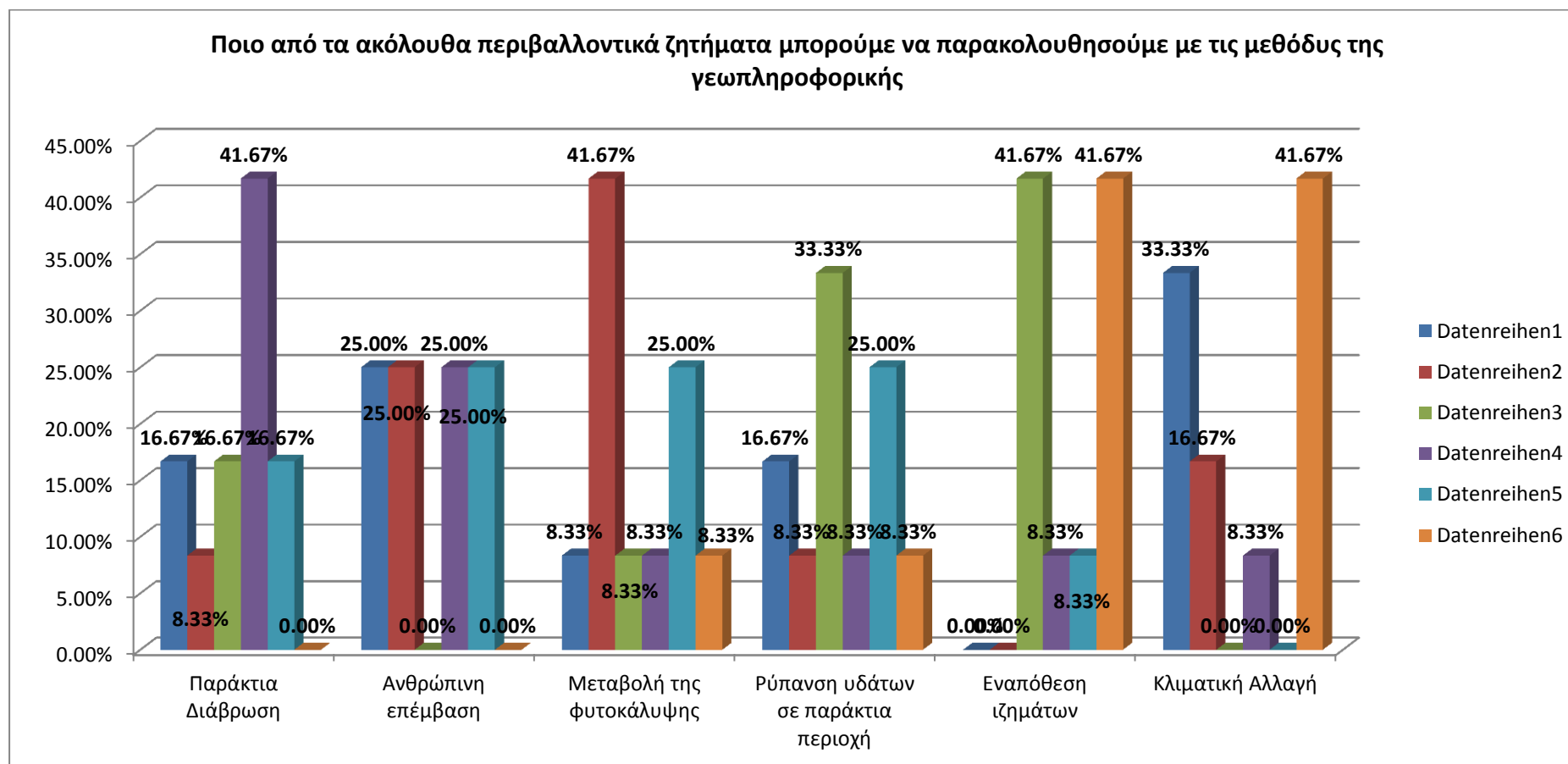
Εικόνα 63: Διάγραμμα ποσοστών περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές



Εικόνα 64: Διάγραμμα ποσοστών περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ



Εικόνα 65: Διάγραμμα ποσοστών περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ



Εικόνα 66: Διάγραμμα ποσοστών περιβαλλοντικών ζητημάτων που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες

Στην συνέχεια του ερωτηματολογίου, οι συμμετέχοντες στην στατιστική έρευνα καλούνταν να κατατάξουν σε σειρά τα περιβαλλοντικά ζητήματα που λαμβάνουν χώρα ως επί το πλείστον στην παράκτια ζώνη και τα οποία δύναται να παρακολουθηθούν διαχρονικά με τις μεθόδους της γεωπληροφορικής. Τα περιβαλλοντικά ζητήματα που δίνονταν ήταν η ρύπανση παράκτιων υδάτων, η παράκτια διάβρωση, η μεταβολή της φυτοκάλυψης, η εναπόθεση των ιζημάτων σε παράκτια περιοχή, η κλιματική αλλαγή και την ανθρώπινη επέμβαση (οικιστική δραστηριότητα, αμμοληψία κ.α.). Το κριτήριο της επιλογής της σειράς που επιλέγει να κατατάξει ο συμμετέχοντας τα ακόλουθα περιβαλλοντικά ζητήματα ήταν σύμφωνα με το ποιο ζήτημα απαιτεί περισσότερο μεθόδους γεωπληροφορικής στην διαχρονική του παρακολούθηση έναντι άλλων μεθόδων. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν δείχνουν πως η συνεισφορά της γεωπληροφορικής σε ζητήματα όπως η ανθρώπινη επέμβαση (π.χ. οικιστική ανάπτυξη) και παράκτια διάβρωση από την οποία έχουν επηρεαστεί χιλιάδες μέτρα ακτογραμμής παγκοσμίως είναι περισσότερο απαραίτητη έναντι άλλων μεθόδων, όπως καταγράφηκε από την πλειοψηφία των ερωτηθέντων. Αντιθέτως, περιβαλλοντικά ζητήματα όπως η κλιματική αλλαγή, η ρύπανση των παράκτιων υδάτων και η μεταβολή της παράκτιας βλάστησης δύναται να παρακολουθηθούν και με την χρήση άλλων μεθόδων.

5. Ποιο περιβαλλοντικό πρόβλημα του παράκτιου περιβάλλοντος μπορούμε να παρακολουθήσουμε με τη χρήση τεχνικών της δορυφορικής τηλεπισκόπησης; (Να επιλέξετε μέχρι και 2 επιλογές)

- ☐ Την παράκτια διάβρωση
- ☐ Τη ρύπανση των υδάτων
- ☐ Την εναπόθεση ιζημάτων σε παράκτια περιοχή
- ☐ Τη μεταβολή της φυτοκάλυψης σε παράκτια περιοχή
- ☐ Την ανθρώπινη επέμβαση (οικιστική δραστηριότητα, αμμοληψίες, κλπ)
- ☐ Την κλιματική αλλαγή

Πίνακας 28: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές

Απόλυτα τιμή	Ποσοστό %	
Παράκτια Διάβρωση	8	40%
Ρύπανση Υδάτων	3	15%
Εναπόθεση Ιζημάτων	3	15%
Μεταβολή Φυτοκάλυψης	9	45%
Ανθρώπινη παρέμβαση	12	60%
Κλιματική Αλλαγή	4	20%

Πίνακας 29: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές

	Απόλυτη τιμή	Ποσοστιαία τιμή %
Παράκτια Διάβρωση	6,00	50,00%
Ρύπανση Υδάτων	2,00	16,67%
Εναπόθεση Ιζημάτων	1,00	8,33%
Μεταβολή Φυτοκάλυψης	5,00	41,67%
Ανθρώπινη παρέμβαση	7,00	58,33%
Κλιματική Αλλαγή	3,00	25,00%

Πίνακας 30: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ

	Απόλυτη τιμή	Ποσοστιαία τιμή %
Παράκτια Διάβρωση	5,00	50,00%
Ρύπανση Υδάτων	1,00	10,00%
Εναπόθεση Ιζημάτων	3,00	30,00%
Μεταβολή Φυτοκάλυψης	3,00	30,00%
Ανθρώπινη παρέμβαση	7,00	70,00%
Κλιματική Αλλαγή	1,00	10,00%

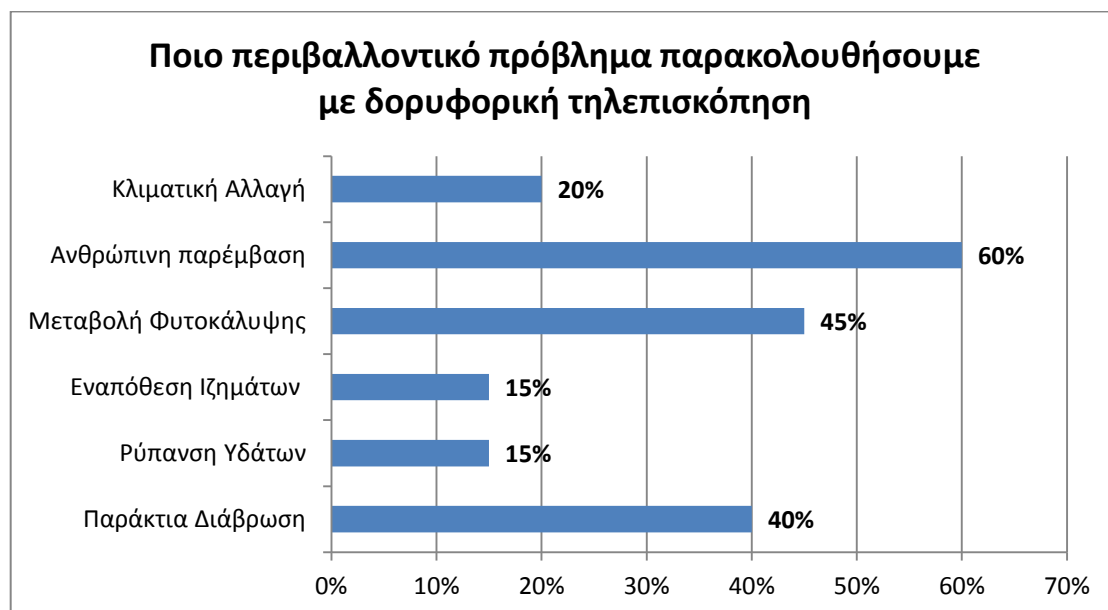
Πίνακας 31: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ

	Απόλυτη τιμή	Ποσοστό %
Παράκτια Διάβρωση	5	100%
Ανθρώπινη παρέμβαση	3	60%
Μεταβολή Φυτοκάλυψης	1	20%
Κλιματική Αλλαγή	1	20%
Ρύπανση των Υδάτων	0	0%
Εναπόθεση Ιζημάτων	0	0%

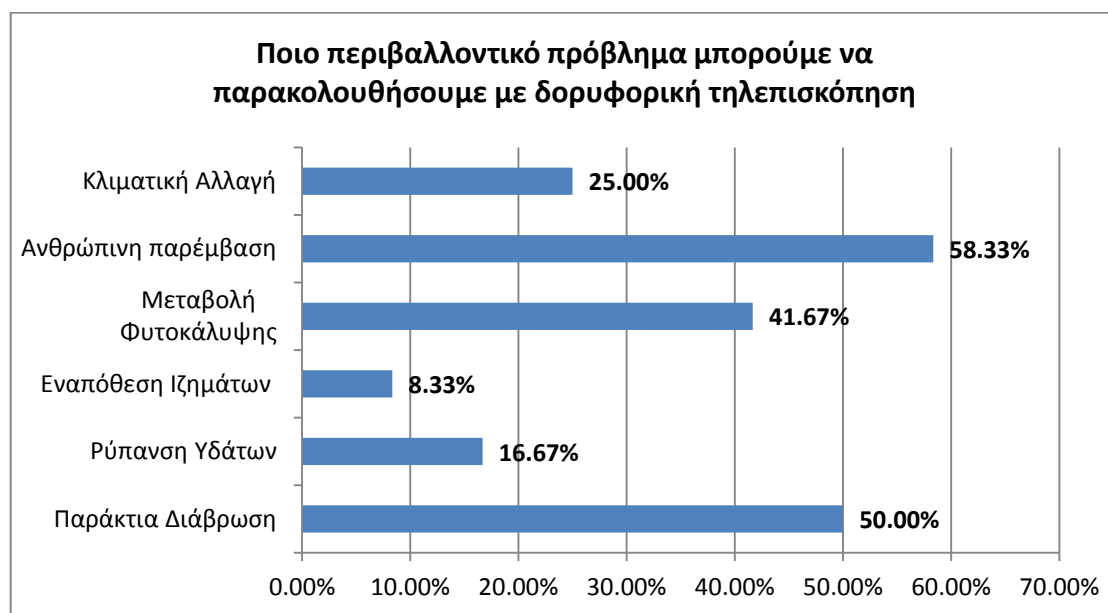
Πίνακας 32: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες

	Απόλυτη τιμή	Ποσοστιαία τιμή %
Παράκτια Διάβρωση	2	16,67%
Ρύπανση Υδάτων	4	33,33%
Εναπόθεση Ιζημάτων	1	8,33%
Μεταβολή Φυτοκάλυψης	6	50,00%

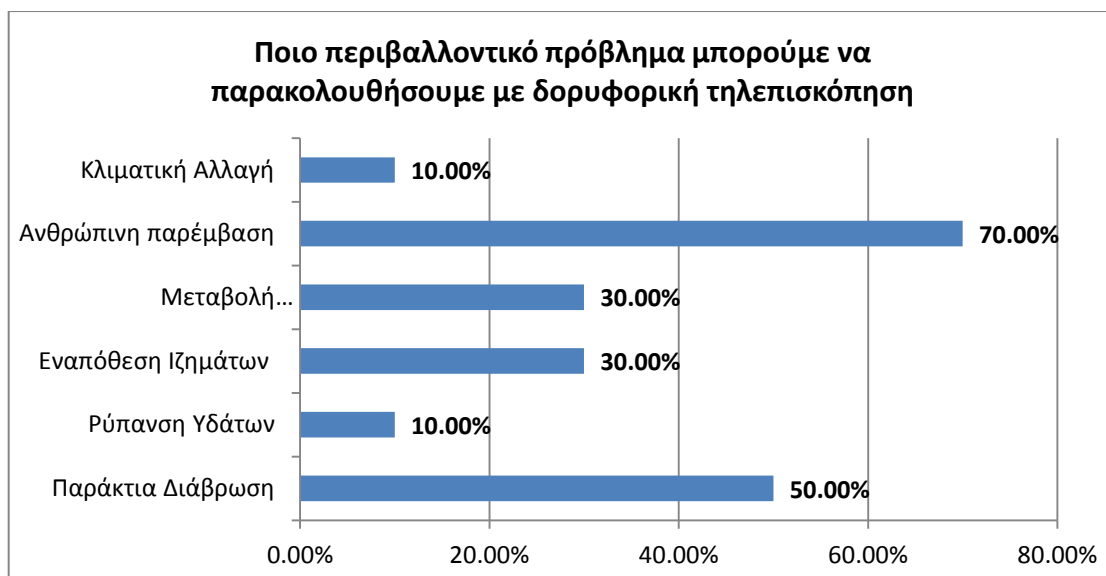
Ανθρώπινη παρέμβαση	8	66,67%
Κλιματική Αλλαγή	3	25,00%



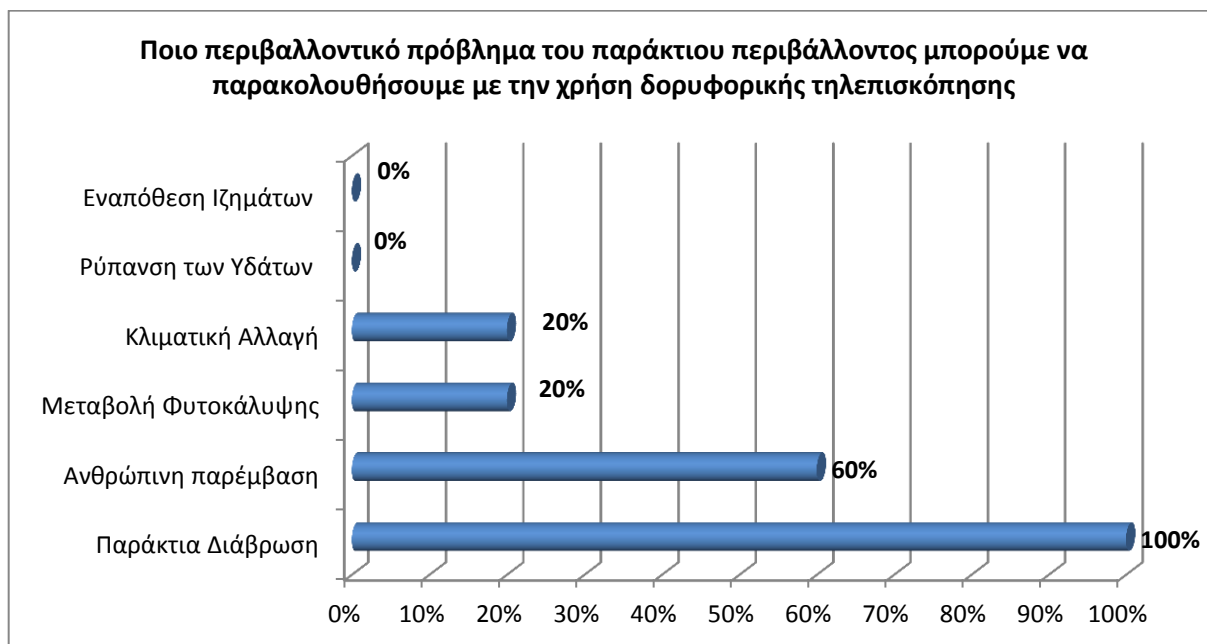
Εικόνα 67: Διάγραμμα ποσοστών των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές



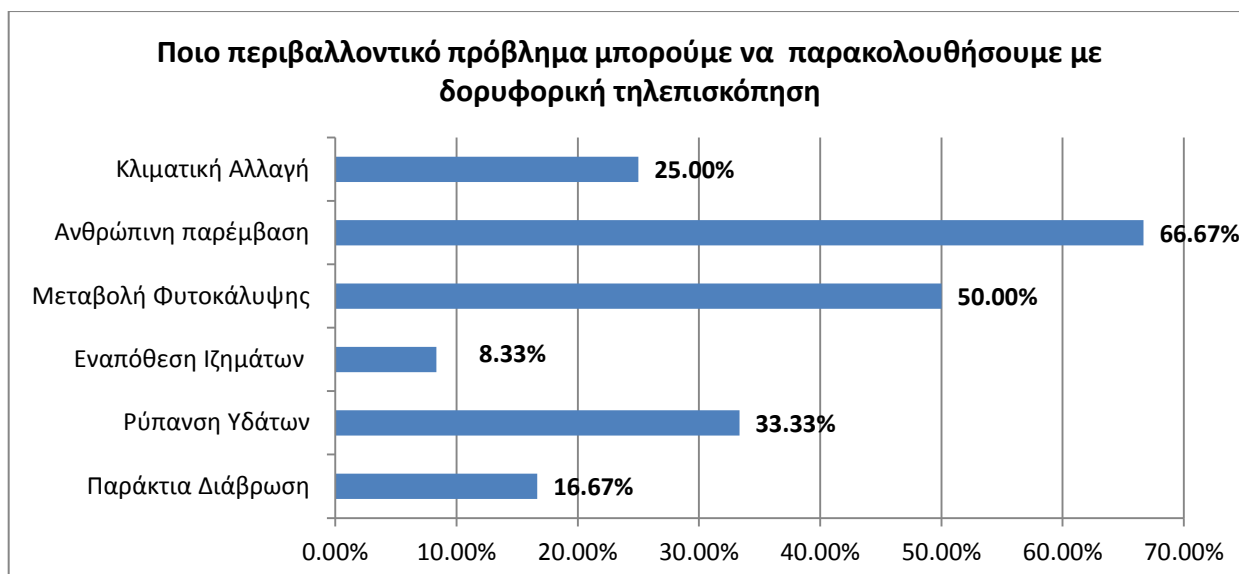
Εικόνα 68: Διάγραμμα ποσοστών των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές



Εικόνα 69: Διάγραμμα ποσοστών των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ



Εικόνα 70: Διάγραμμα ποσοστών των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ



Εικόνα 71: Διάγραμμα ποσοστών των περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης που μπορούμε να παρακολουθήσουμε με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες

Τα τελευταία χρόνια η τεχνική της δορυφορικής τηλεπισκόπησης χρησιμοποιείται για την συλλογή δεδομένων της γήινης επιφάνειας. Αποτελώντας διαχρονικά ένα σημαντικό εργαλείο για την μελέτη του περιβάλλοντος. Για τον λόγο αυτό έγινε καταγραφή των περιβαλλοντικών προβλημάτων του παράκτιου περιβάλλοντος που δύναται να καταγραφούν με την εν λόγω μέθοδο. Για την καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων έχουν κατασκευαστεί διαφορετικά διαγράμματα και πίνακες για κάθε ιδιότητα. Κοινά σημεία στα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί διακρίνεται από τα διαγράμματα των εικόνων 67-71. Εύλογα η ανθρώπινη παρέμβαση και η παράκτια διάβρωση είναι τα κυριότερα περιβαλλοντικά ζητήματα που δύναται να παρακολουθηθούν με την χρήση της τεχνικής της δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Αντιθέτως, η κλιματική αλλαγή, η ρύπανση των υδάτων και η εναπόθεση ιζημάτων αποτέλεσαν την επιλογή μικρότερου ποσοστού ερωτηθέντων. Μπορεί να οφείλεται στο γεγονός εξαγωγής πιο αξιόπιστων αποτελεσμάτων από την χρήση εναλλακτικών μεθόδων παρακολούθησης έναντι αυτών της γεωπληροφορικής.

6. Με ποια από τις ακόλουθες τεχνικές της γεωπληροφορικής θα μπορούσαμε να εξάγουμε διαχρονικά ένα ασφαλές συμπέρασμα σχετικά με την μεταβολή της παράκτιας ζώνης (Συμπληρώστε με σειρά κατάταξης);

- ☐ Με την τοποθέτηση ενός GPS
- ☐ Μέσα από αεροφωτογραφίες από UAV Drones
- ☐ Με δορυφορικές εικόνες μέσω της δορυφορικής τηλεπισκόπησης

Πίνακας 33: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές

	Σειρά κατάταξης					
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η (%)	2 ^η (%)	3 ^η (%)
Χρήση δορυφορικών εικόνων από δορυφορική τηλεπισκόπηση	6	10	4	30%	50%	20%
Τοποθέτηση GPS	6	2	12	30%	10%	60%
Μέσα από αεροφωτογραφίες από UAV-Drones	8	8	4	40%	40%	20%

Πίνακας 34: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές

ΣΕΙΡΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ						
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Χρήση δορυφορικών εικόνων από δορυφορική τηλεπισκόπηση	7	3	2	58,33 %	25,00 %	16,67 %
Τοποθέτηση GPS	2	2	8	16,67 %	16,67 %	66,67 %
Μέσα από αεροφωτογραφίες από UAV-Drones	3	7	2	25,00 %	58,33 %	16,67 %

Πίνακας 35: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ

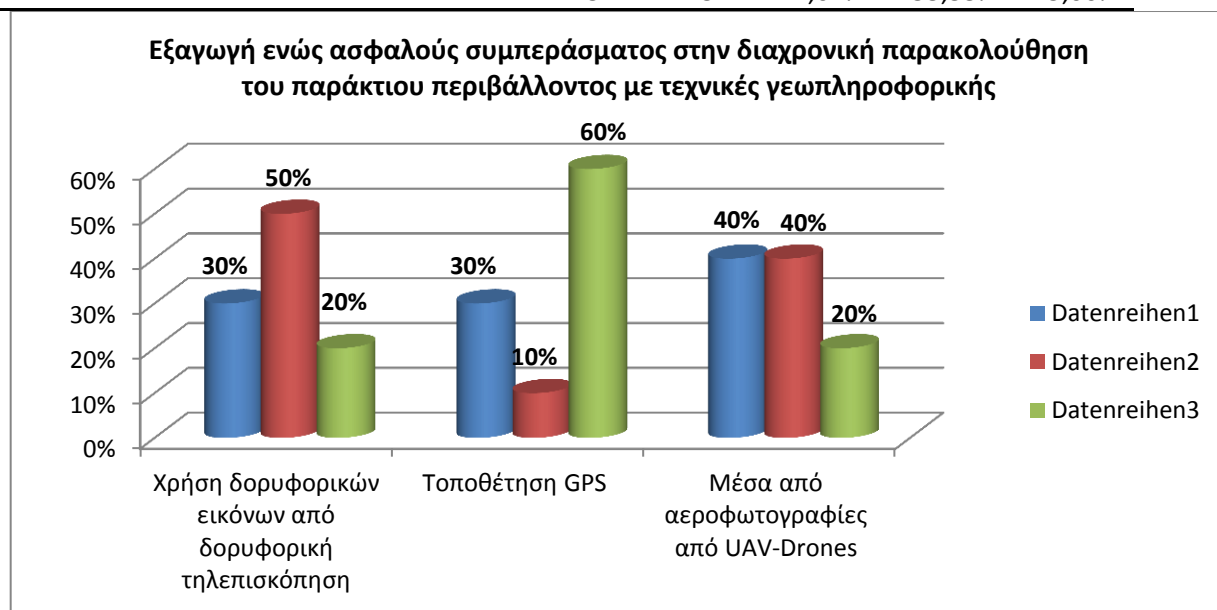
ΣΕΙΡΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ						
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Χρήση δορυφορικών εικόνων από δορυφορική τηλεπισκόπηση	6	3	1	60,00%	30,00%	10,00%
Τοποθέτηση GPS	0	2	8	0,00%	20,00%	80,00%
Μέσα από αεροφωτογραφίες από UAV-Drones	4	5	1	40,00%	50,00%	10,00%

Πίνακας 36: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ

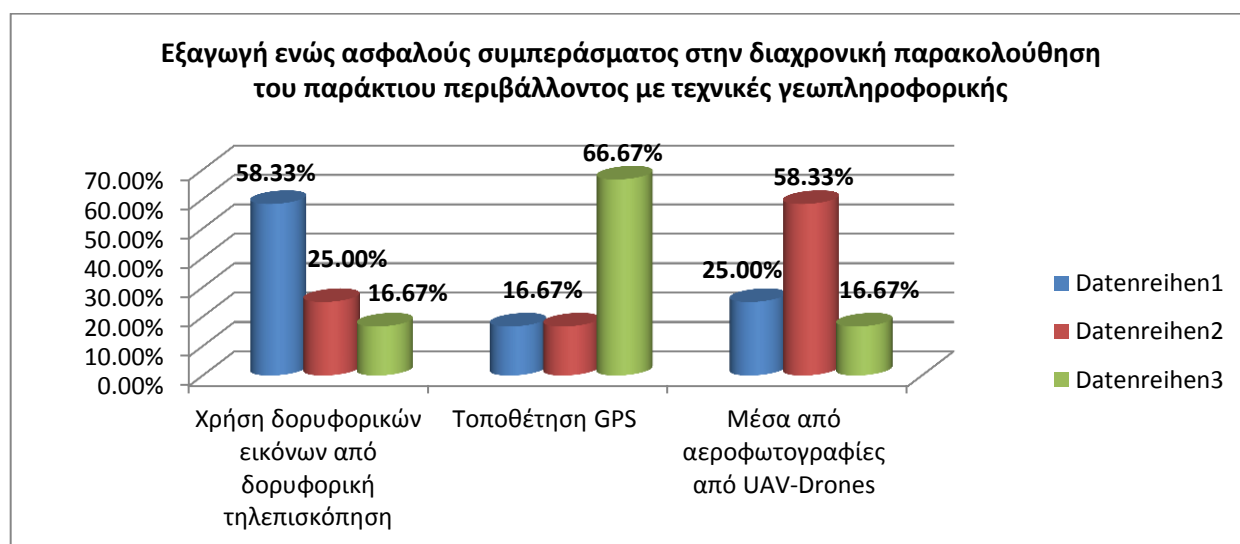
ΣΕΙΡΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ						
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Χρήση δορυφορικών εικόνων από δορυφορική τηλεπισκόπηση	3	2	0	60%	40%	0%
Τοποθέτηση GPS	2	0	3	40%	0%	60%
Μέσα από αεροφωτογραφίες από UAV-Drones	0	3	2	0%	60%	40%

Πίνακας 37: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες

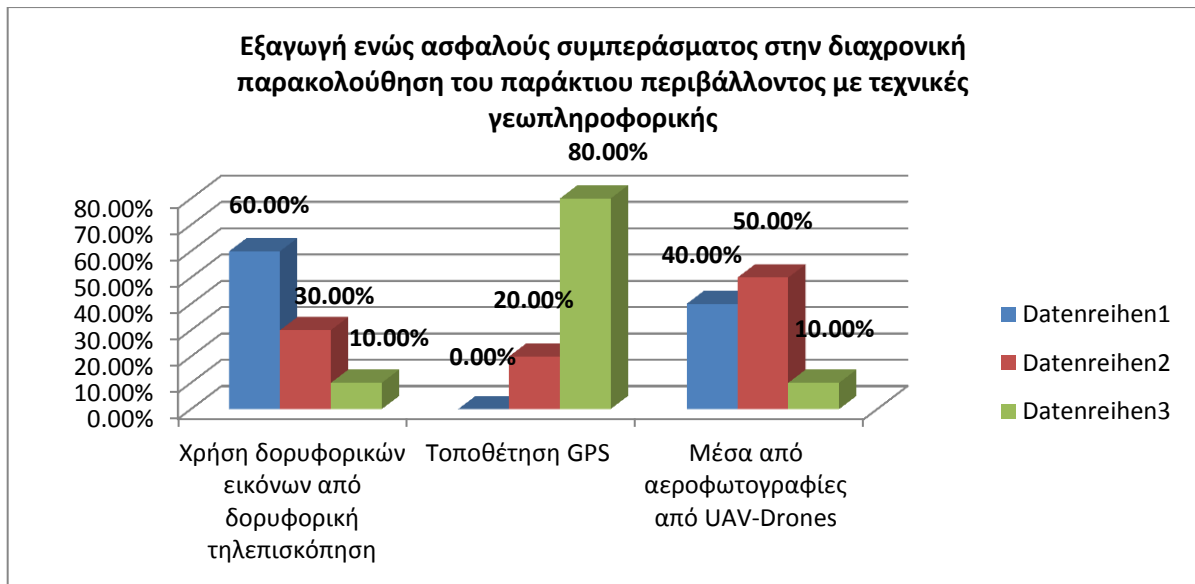
ΣΕΙΡΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ						
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Χρήση δορυφορικών εικόνων από δορυφορική τηλεπισκόπηση	5	3	4	41,67%	25,00%	33,33%
Τοποθέτηση GPS	2	5	5	16,67%	41,67%	41,67%
Μέσα από αεροφωτογραφίες από UAV-Drones	5	4	3	41,67%	33,33%	25,00%



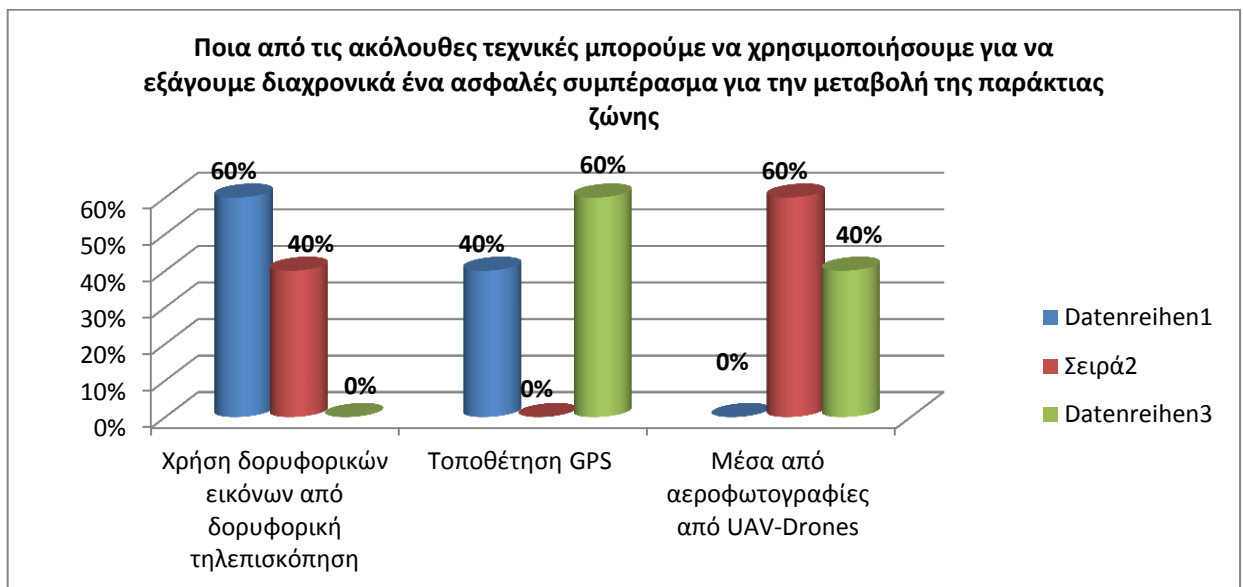
Εικόνα 72: Διάγραμμα με ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές



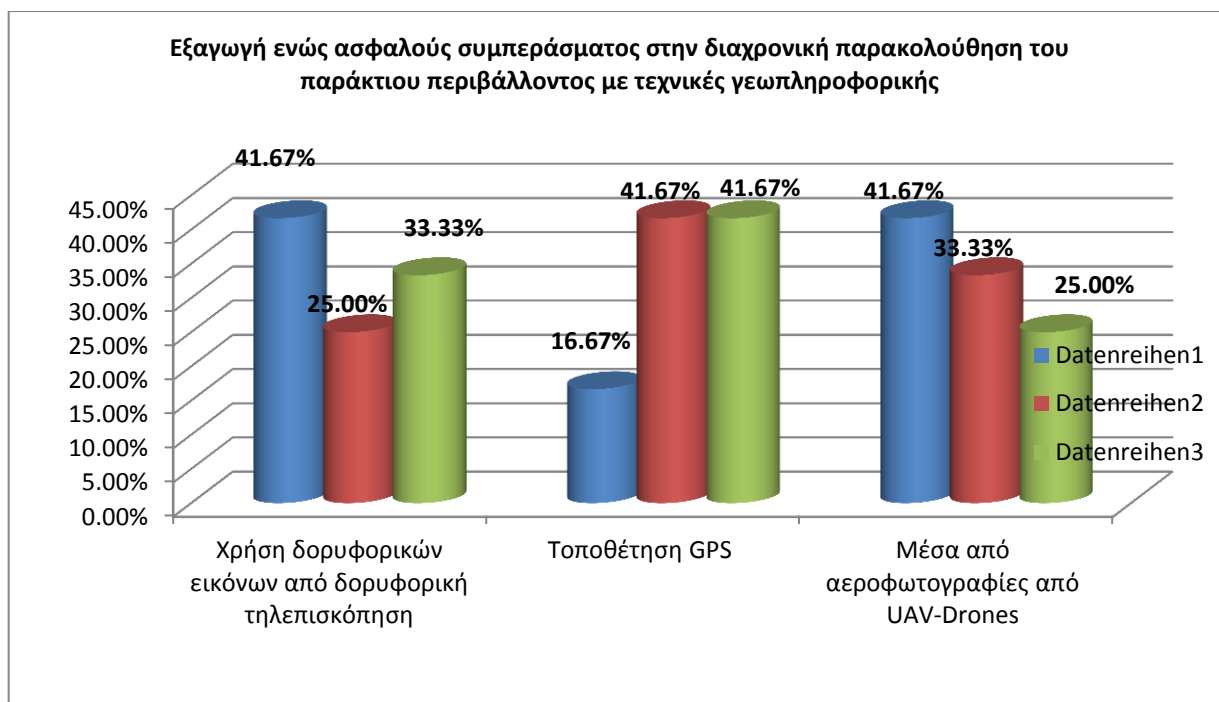
Εικόνα 73: Διάγραμμα με ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές



Εικόνα 74: Διάγραμμα με ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξαγάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ



Εικόνα 75: Διάγραμμα με ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξαγάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ



Εικόνα 76: Διάγραμμα με ποσοστά των τεχνικών αυτών όπου μπορούμε να εξάγουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα διαχρονικά για την μεταβολή της παράκτιας ζώνης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν άνηκαν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες

Στην 6^η ερώτηση, οι συμμετέχοντες καλούνταν να κατατάξουν σύμφωνα με την άποψη τους ποια μέθοδος δύναται να δώσει στον ερευνητή ποιο αξιόπιστα και ασφαλή συμπεράσματα στην διαχρονική παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος. Όπου με την επιλογή 1 δηλώνεται η πιο ασφαλής και αξιόπιστη μέθοδος παρακολούθησης και με την επιλογή 3 η λιγότερο ασφαλής μέθοδος παρακολούθησης. Ως συμπέρασμα προκύπτει πως η μέθοδος των δορυφορικών εικόνων που έχουν ληφθεί από την δορυφορική τηλεπισκόπηση μπορεί να δώσει σίγουρα, ασφαλή και αξιόπιστα αποτελέσματα στην διαχρονική μελέτη των μεταβολών του παράκτιου περιβάλλοντος. Επίσης μια ακόμη αξιόπιστη μέθοδος αποτελεί και η χρήση των UAV - Drones όπου αποτελούν μια πρόσφατη επιστημονική εφεύρεση και τα οποία έχουν την δυνατότητα της λήψης αεροφωτογραφιών από μικρό υψόμετρο. Ως την λιγότερο αξιόπιστη λύση αποτελεί η χρησιμοποίηση του GPS. Σύμφωνα με τα στοιχεία που εξάγονται από τους παραπάνω πίνακες η πλειοψηφία των ερωτηθέντων κατέταξε το GPS ως μια μέθοδο παρακολούθησης και λιγότερο ασφαλή και αξιόπιστα αποτελέσματα.

7. Ποια από τις ακόλουθες τεχνικές της γεωπληροφορικής πιστεύετε ότι είναι συμφέρουσα οικονομικά για την παρακολούθηση του φαινομένου της διάβρωσης του παράκτιου περιβάλλοντος (Συμπληρώστε με σειρά κατάταξης);

- ☐ Μετρήσεις με GPS
- ☐ Χρήση Δορυφορικών εικόνων
- ☐ Χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών

Πίνακας 38: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά με τις πιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές

Σειρά κατάταξης						
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η %	2 ^η %	3 ^η %
Μέτρηση με GPS	6	9	5	30%	45%	25%
Χρήση δορυφορικών εικόνων	12	5	3	60%	25%	15%
Χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών	2	6	12	10%	30%	60%

Πίνακας 39: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά με τις πιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές

	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Μέτρηση με GPS	6	3	3	50,00%	25,00%	25,00%
Χρήση δορυφορικών εικόνων	5	3	4	41,67%	25,00%	33,33%
Χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών	1	6	5	8,33%	50,00%	41,67%

Πίνακας 40: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά με τις πιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ

Σειρά κατάταξης						
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Μέτρηση με GPS	2	6	2	20,00%	60,00%	20,00%
Χρήση δορυφορικών εικόνων	5	1	4	50,00%	10,00%	40,00%
Χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών	3	3	4	30,00%	30,00%	40,00%

Πίνακας 41: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά με τις πιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ

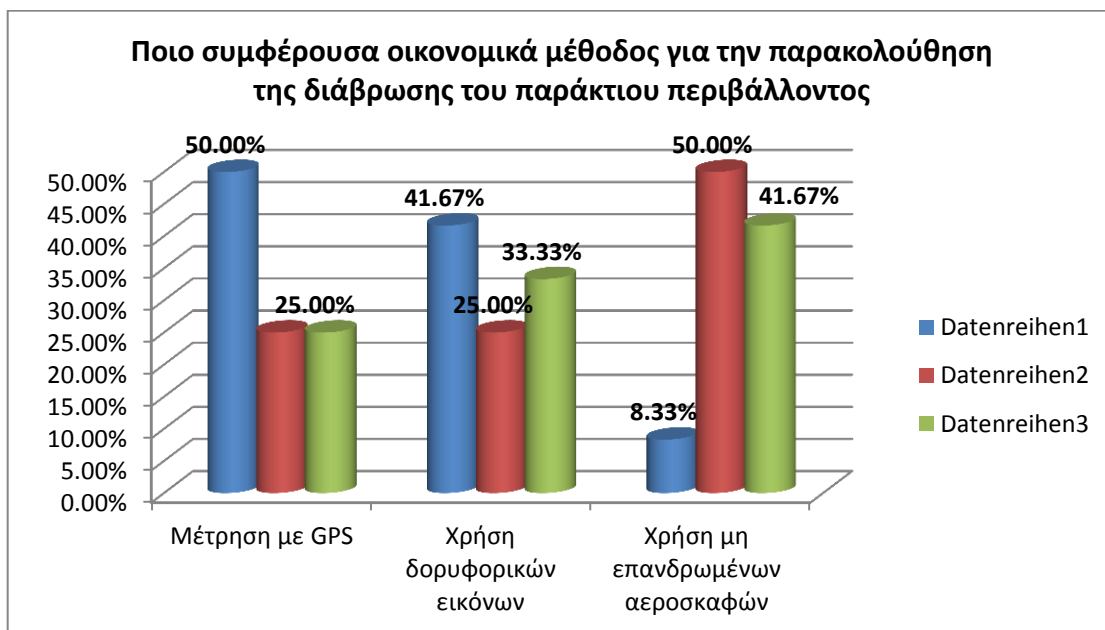
Σειρά κατάταξης						
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Μέτρηση με GPS	1	3	1	20%	60%	20%
Χρήση δορυφορικών εικόνων	0	2	3	0%	40%	60%
Χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών	4	0	1	80%	0%	20%

Πίνακας 42: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά με τις πιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν άνηκαν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες

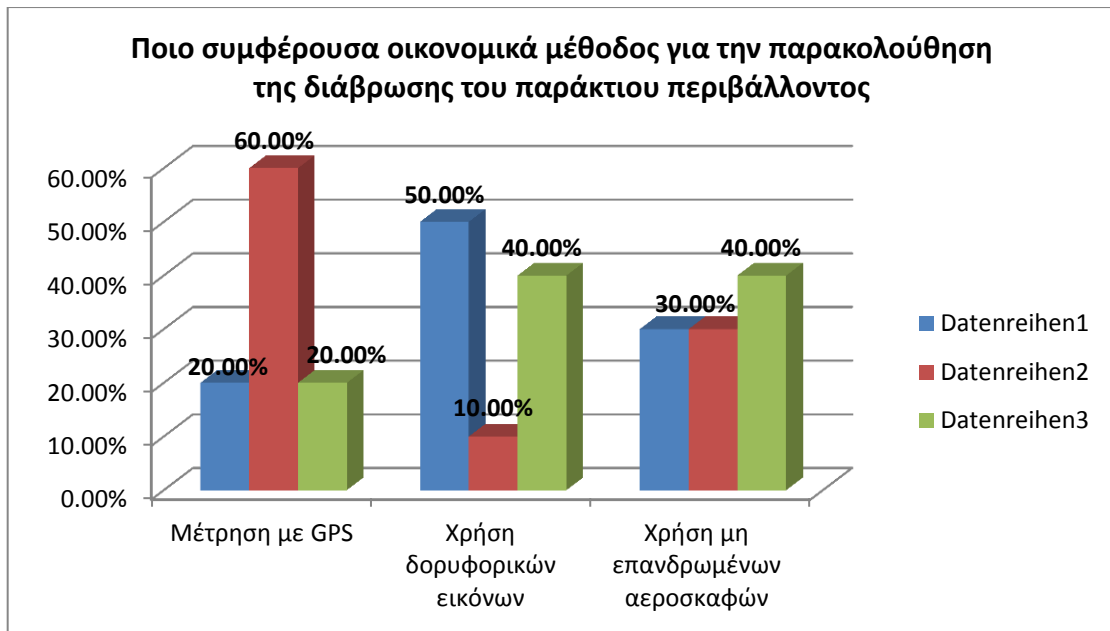
Σειρά κατάταξης						
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Μέτρηση με GPS	3	5	4	25,00%	41,67%	33,33%
Χρήση δορυφορικών εικόνων	6	2	4	50,00%	16,67%	33,33%
Χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών	3	5	4	25,00%	41,67%	33,33%



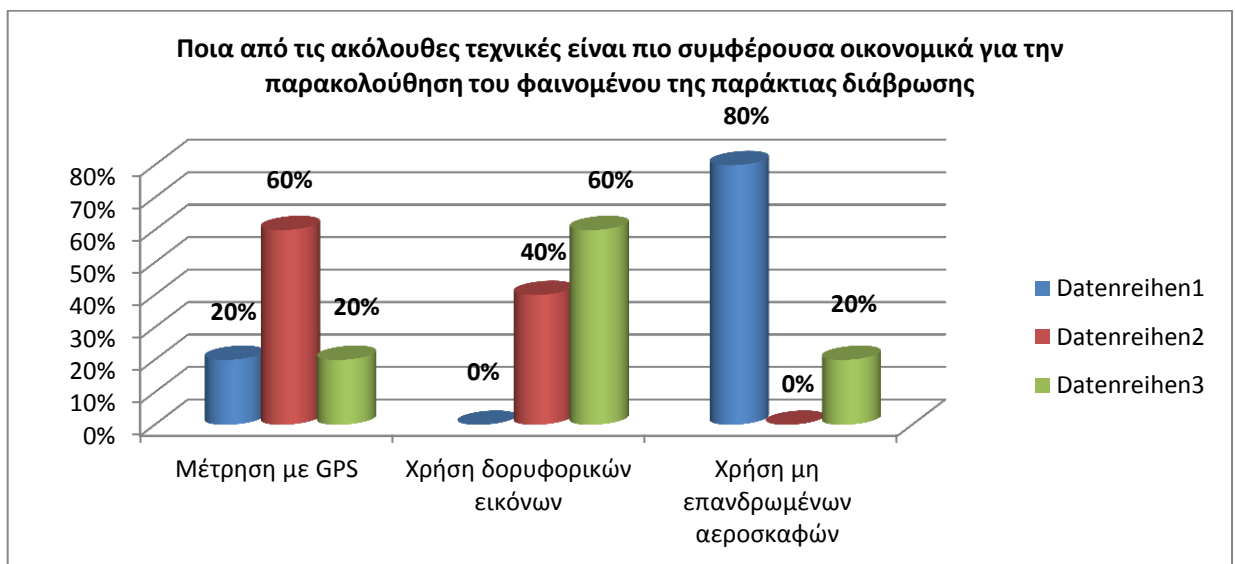
Εικόνα 77: Διάγραμμα ποσοστών με τις ποιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές



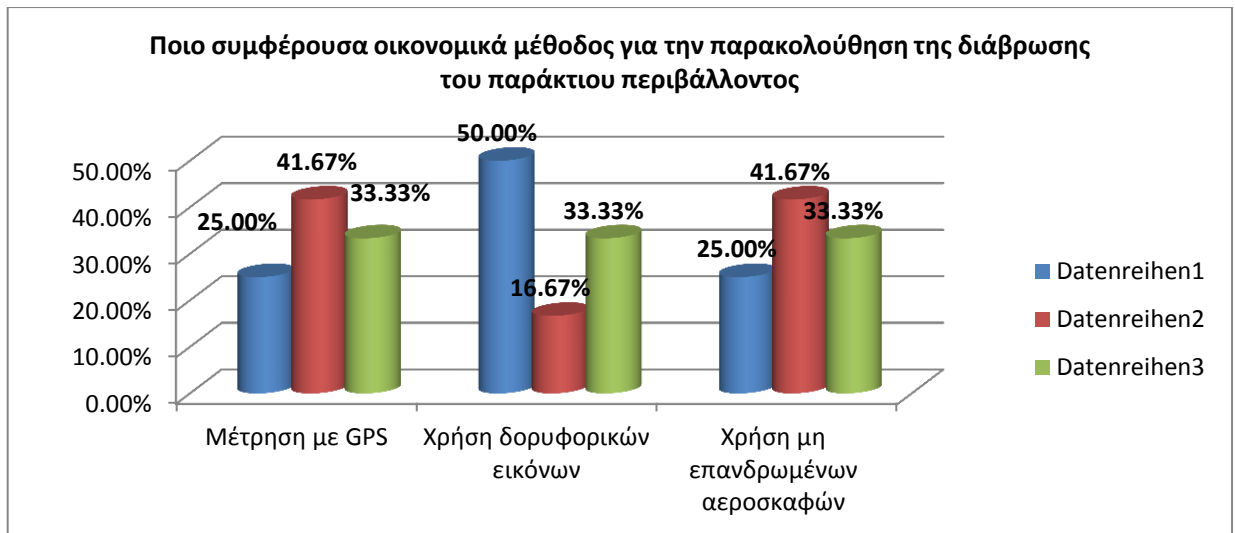
Εικόνα 78: Διάγραμμα ποσοστών με τις ποιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές



Εικόνα 79: Διάγραμμα ποσοστών με τις ποιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ



Εικόνα 80: Διάγραμμα ποσοστών με τις ποιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ



Εικόνα 81: Διάγραμμα ποσοστών με τις ποιο συμφέρουσες οικονομικά μεθόδους παρακολούθησης του φαινομένου της παράκτιας διάβρωσης όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθείσες ιδιότητες

Ως γνωστόν η παράκτια διάβρωση αποτελεί ένα καταστροφικό φαινόμενο για τις παράκτιες ζώνες παγκοσμίως. Τα τελευταία χρόνια οι συζητήσεις ειδικών και μη πάνω σε θέματα παράκτιου ενδιαφέροντος γίνονται όλο ένα και πιο έντονες. Για τον λόγο αυτό, θελήσαμε να ρωτήσουμε τους συμμετέχοντες να κατατάξουν τις αναγραφόμενες μεθόδους της γεωπληροφορικής σε σειρά από την πιο οικονομικά συμφέρουσα στην λιγότερο οικονομική λύση για την διαχρονική παρακολούθηση του φαινομένου της διάβρωσης. Τα στοιχεία που συλλέχτηκαν παρουσιάζουν την δορυφορική τηλεπισκόπηση ως την πιο οικονομικά συμφέρουσα λύση έναντι των μεθόδων του GPS και των μη επανδρωμένων αεροσκαφών. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι απαντήσεις που έχουν δοθεί διίστανται σε ορισμένα σημεία, παρουσιάζοντας την χρήση του GPS ίσως η πιο οικονομικά συμφέρουσα λύση έναντι της μεθόδου της δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Επειδή τα ερωτηματολόγια των διαφόρων ιδιοτήτων δεν είναι ισάριθμα μεταξύ τους δεν είναι εύκολο να καταλήξουμε σε μια αντιπροσωπευτική επιλογή.

8. Ποια από τις ακόλουθες επιλογές αποτελεί μείζον περιβαλλοντικό ζήτημα για την παράκτια ζώνη του Νομού Χανίων (Συμπληρώστε με σειρά προτεραιότητας)

- ☐ Το ζήτημα της διάβρωσης
- ☐ Η εξαφάνιση της παράκτιας βλάστησης
- ☐ Ανθρώπινη επέμβαση – Περιβαλλοντική υποβάθμιση
- ☐ Έλλειψη θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού
- ☐ Ρύπανση των υδάτων

Πίνακας 43: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές

Σειρά κατάταξης										
	1 η	2 η	3 η	4 η	5 η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Ανθρώπινη επέμβαση- Περιβαλλοντική υποβάθμιση	1 6	1	0	2	0	80,0 0%	5,00 %	0,00 %	10,0 0%	0,00 %
Έλλειψη θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού	2	5	6	4	4	10,0 0%	25,0 0%	30,0 0%	20,0 0%	20,0 0%
Παράκτια διάβρωση	0	3	4	6	7	0,00 %	15,0 0%	20,0 0%	30,0 0%	35,0 0%
Εξαφάνιση της παράκτιας βλάστησης	0	3	3	6	8	0,00 %	15,0 0%	15,0 0%	30,0 0%	40,0 0%
Ρύπανση υδάτων	2	8	7	2	1	10,0 0%	40,0 0%	35,0 0%	10,0 0%	5,00 %

Πίνακας 44: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές

Σειρά κατάταξης										
	1 η	2 η	3 η	4 η	5 η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Ανθρώπινη επέμβαση- Περιβαλλοντική υποβάθμιση	4	3	3	0	1	33,3 3%	25,0 0%	25,0 0%	0,00 %	8,33 %
Έλλειψη θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού	6	3	1	1	1	50,0 0%	25,0 0%	8,33 %	8,33 %	8,33 %
Παράκτια διάβρωση	2	4	2	3	3	16,6 7%	33,3 3%	16,6 7%	25,0 0%	25,0 0%
Εξαφάνιση της παράκτιας βλάστησης	0	0	4	2	5	0,00 %	0,00 %	33,3 3%	16,6 7%	41,6 7%
Ρύπανση υδάτων	0	2	2	6	2	0,00 %	16,6 7%	16,6 7%	50,0 0%	16,6 7%

Πίνακας 45: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ

Σειρά κατάταξης										
	1 η	2 η	3 η	4 η	5 η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Ανθρώπινη επέμβαση- Περιβαλλοντική υποβάθμιση	3	4	3	0	0	30,0 0%	40,0 0%	30,0 0%	0,00 %	0,00 %
Έλλειψη θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού	3	2	3	1	2	30,0 0%	20,0 0%	30,0 0%	10,0 0%	20,0 0%
Παράκτια διάβρωση	4	2	1	3	0	40,0 0%	20,0 0%	10,0 0%	30,0 0%	0,00 %
Εξαφάνιση της παράκτιας	0	2	0	4	3	0,00	20,0	0,00	40,0	30,0

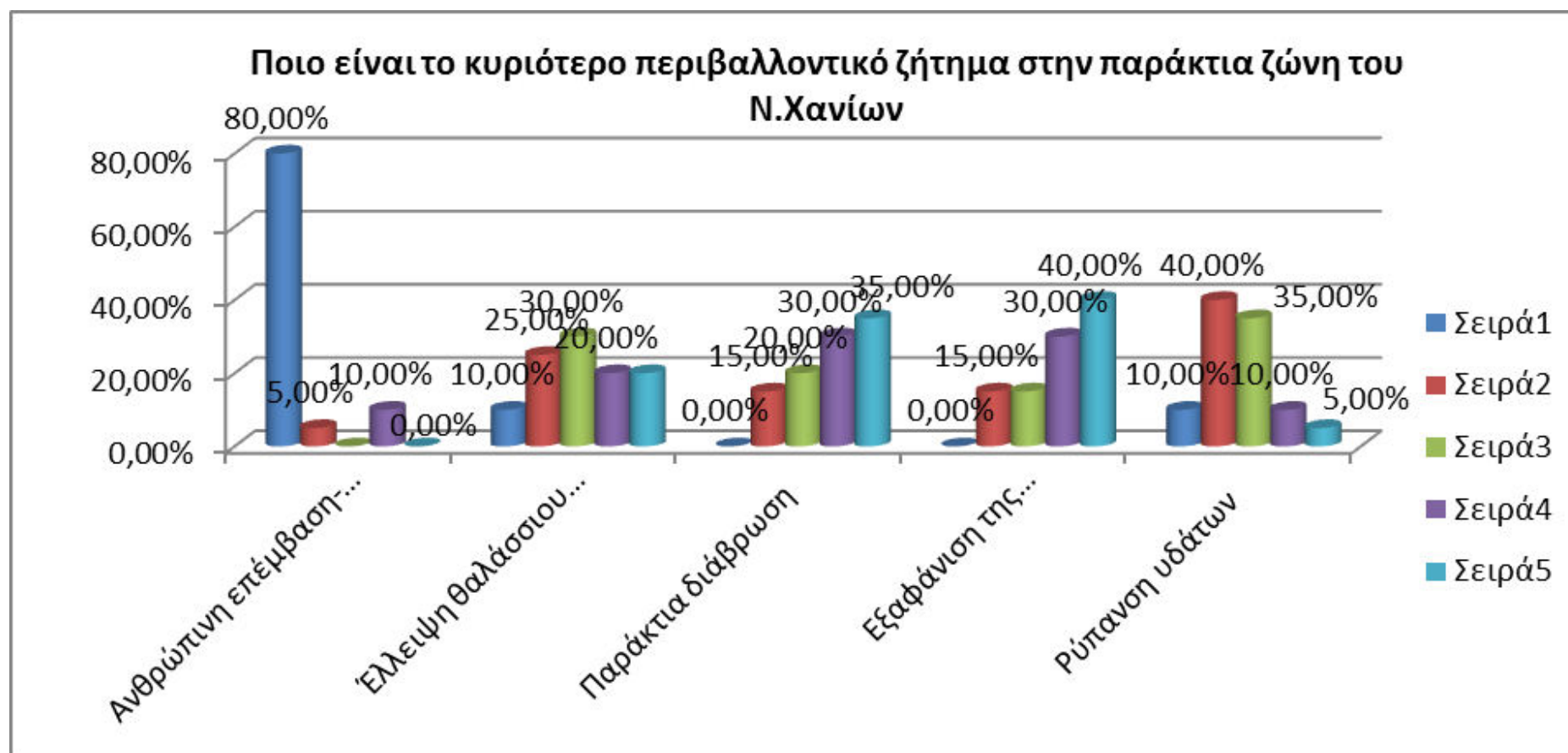
βλάστησης						%	0%	%	0%	0%
Ρύπανση υδάτων						0,00	0,00	30,0	20,0	50,0
	0	0	3	2	5	%	%	0%	0%	0%

Πίνακας 46: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ

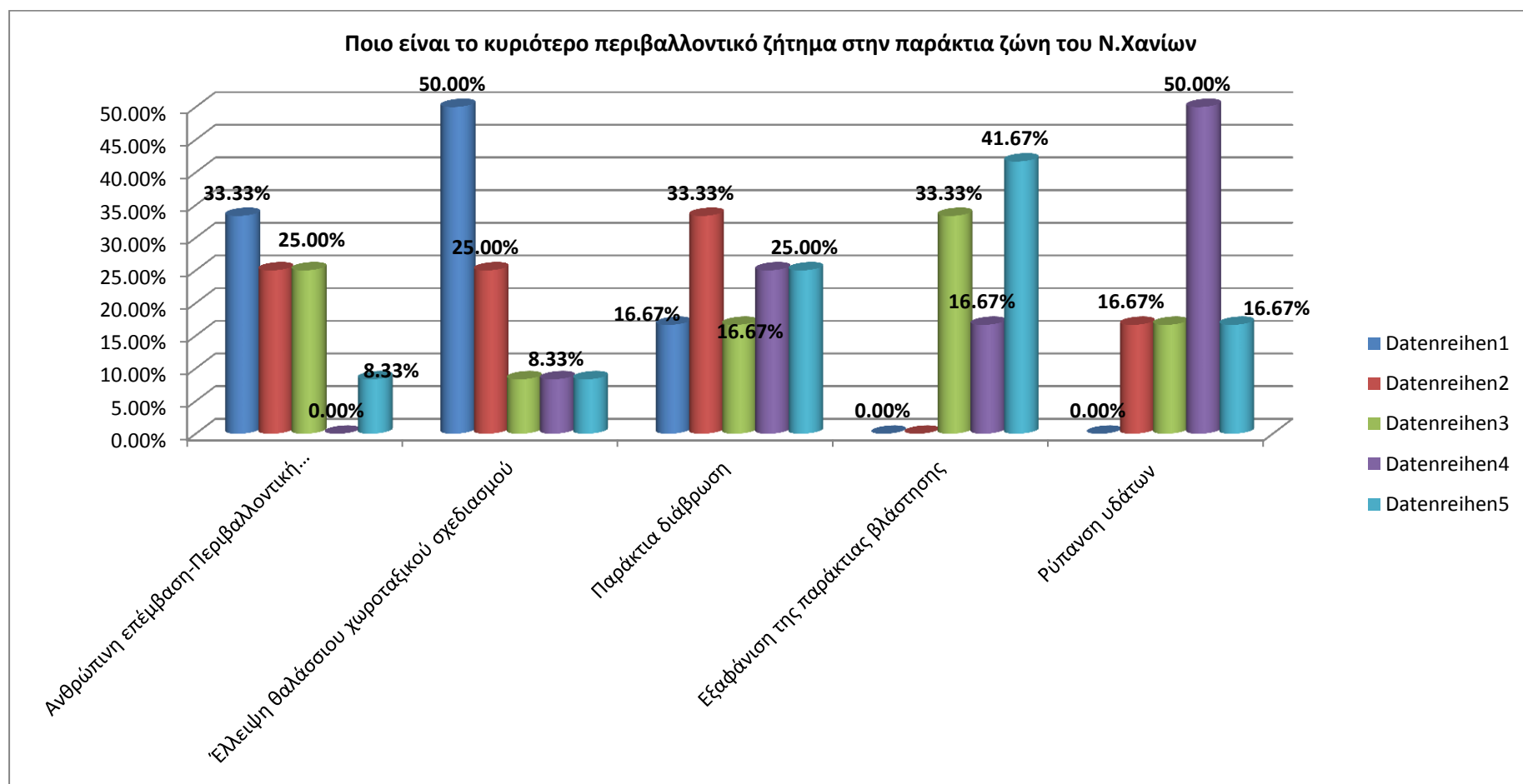
Σειρά κατάταξης										
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Ανθρώπινη επέμβαση- Περιβαλλοντική υποβάθμιση	1	3	1	0	0	20%	60%	20 %	0%	0%
Έλλειψη θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού	0	1	3	1	0	0%	20%	60 %	20%	0%
Παράκτια διάβρωση	4	0	0	1	0	80%	0%	0%	20%	0%
Εξαφάνιση της παράκτιας βλάστησης	0	1	1	3	0	0%	20%	20 %	60%	0%
Ρύπανση υδάτων	0	0	0	0	5	0%	0%	0%	0%	100%

Πίνακας 47: Απόλυτα νούμερα και τα ποσοστά των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθέντες ιδιότητες

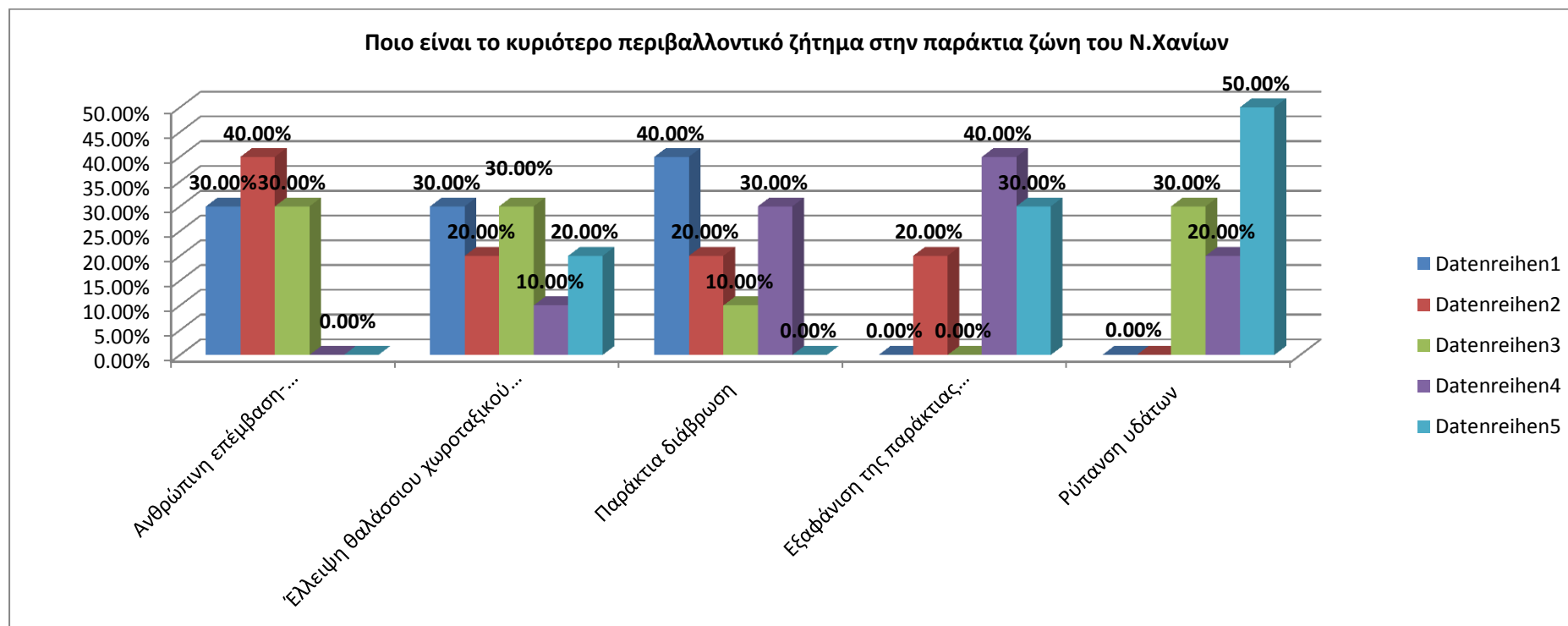
Σειρά κατάταξης										
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Ανθρώπινη επέμβαση- Περιβαλλοντική υποβάθμιση	5	6	1	0	0	41,6 7%	50,0 0%	8,33 %	0,00 %	0,00 %
Έλλειψη θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού	2	3	5	1	1	16,6 7%	25,0 0%	41,6 7%	8,33 %	8,33 %
Παράκτια διάβρωση	3	2	4	0	3	25,0 0%	16,6 7%	33,3 3%	0,00 %	25,0 0%
Εξαφάνιση της παράκτιας βλάστησης	0	1	0	7	4	0,00 %	8,33 %	0,00 %	58,3 3%	33,3 3%
Ρύπανση υδάτων	2	0	2	4	4	16,6 7%	0,00 %	16,6 7%	33,3 3%	33,3 3%



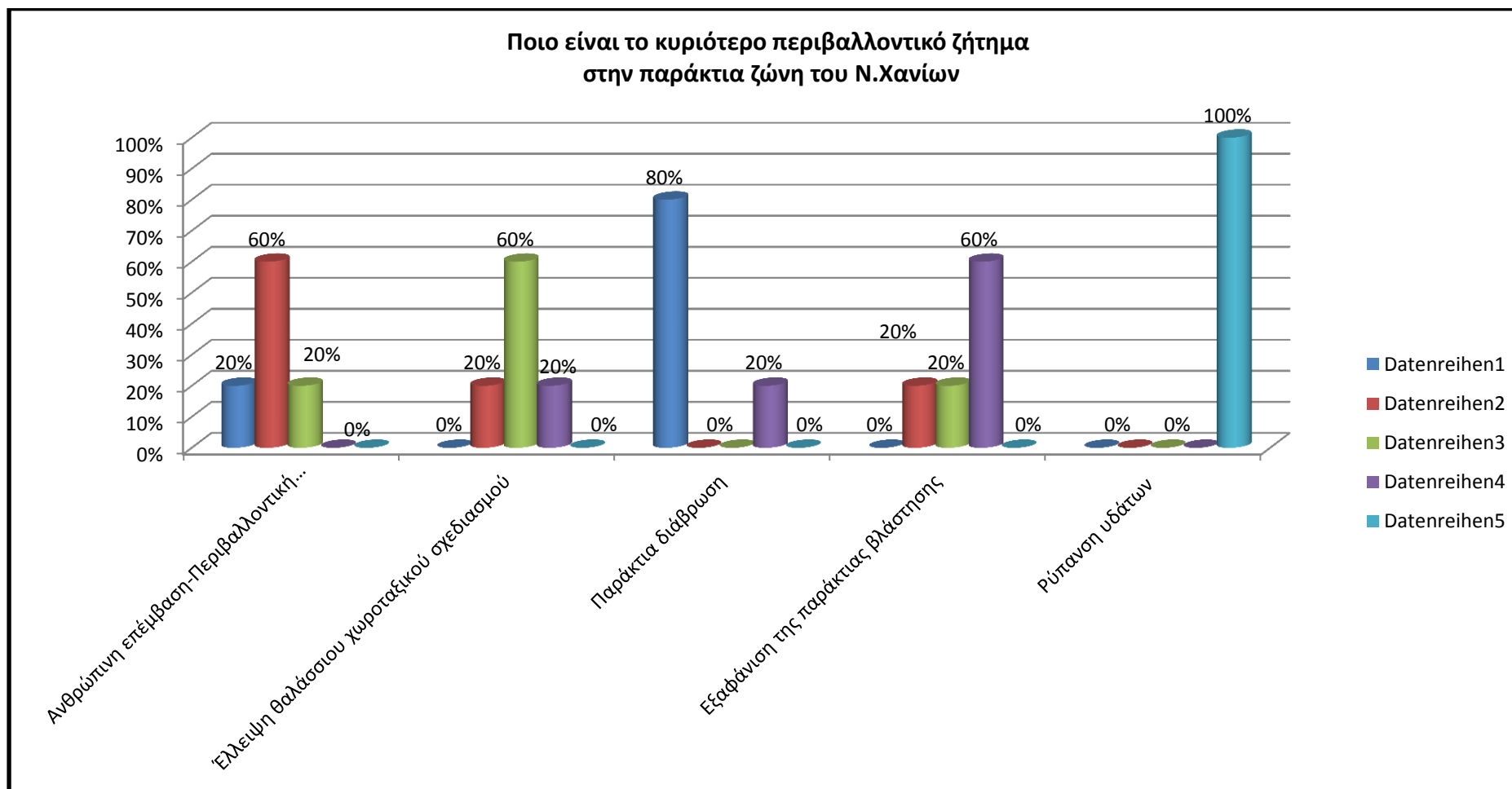
Εικόνα 82: Διάγραμμα ποσοστών των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν προπτυχιακοί φοιτητές



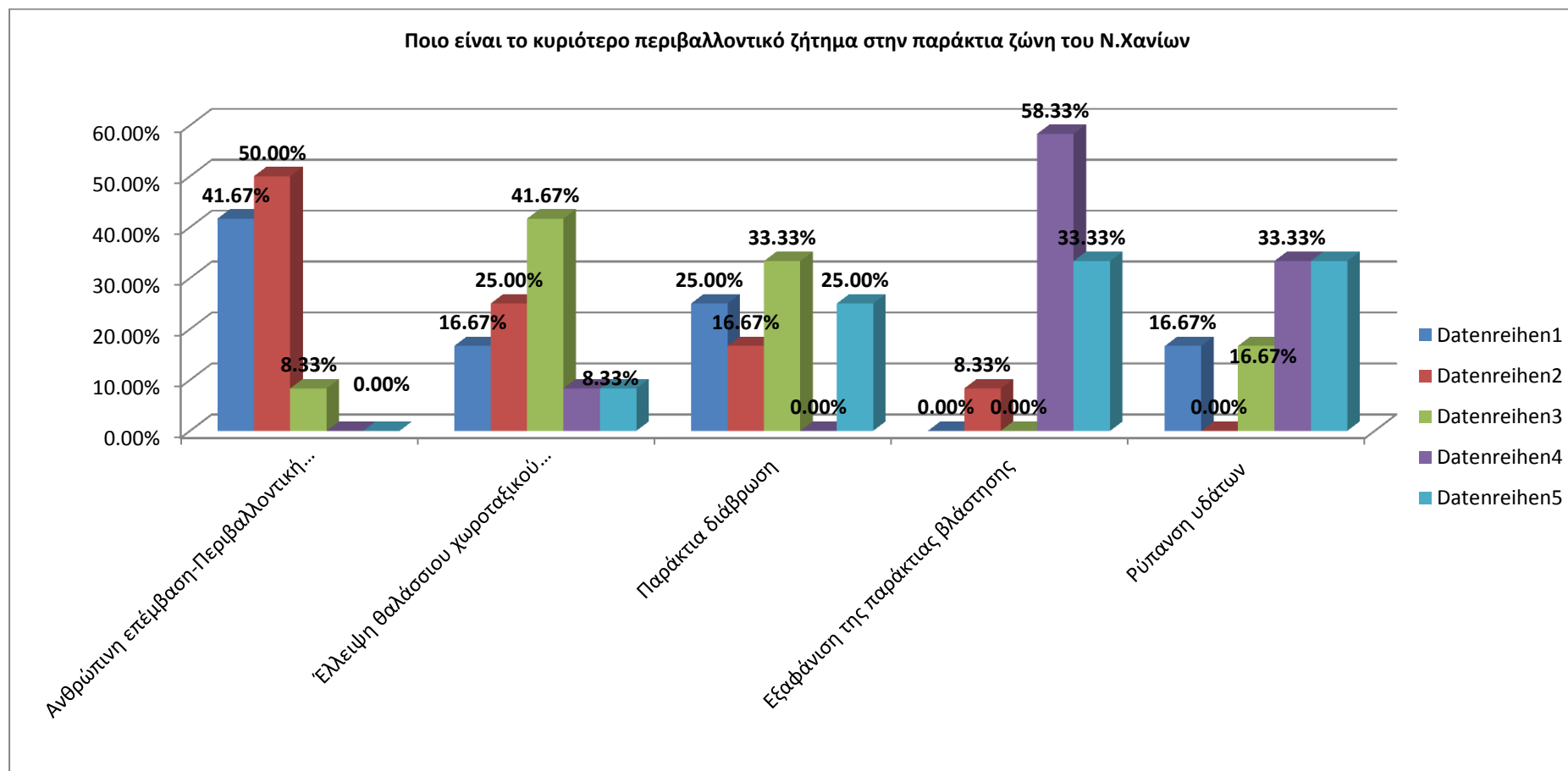
Εικόνα 83: Διάγραμμα ποσοστών των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μεταπτυχιακοί φοιτητές



Εικόνα 84: Διάγραμμα ποσοστών των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μέλη ΕΤΕΠ/ΕΔΙΠ



Εικόνα 85: Διάγραμμα ποσοστών των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν μέλη ΔΕΠ



Εικόνα 86: Διάγραμμα ποσοστών των κυριότερων περιβαλλοντικών ζητημάτων της ακτογραμμής του Ν. Χανίων όπως δήλωσαν ερωτηθέντες που δεν ανήκουν σε καμία από τις προαναφερθέντες ιδιότητες

Ο Νομός Χανίων καλύπτει το δυτικό άκρο της Κρήτης. Καταλαμβάνει μια έκταση 2.376 τετραγωνικών χιλιομέτρων, έχει ακτογραμμή πάνω από 250 χιλιόμετρα και πληθυσμό περίπου 150.000 μόνιμους κατοίκους. Ο νομός Χανίων έχει ακτές στο Βορρά, στο Νότο και στη Δύση. Οι παραλίες είναι αμμουδερές και κάποιες από αυτές με βότσαλα. Όλες έχουν κρυστάλλινα καθαρά και γαλάζια νερά. Το ιδιαίτερο φυσικό κάλος που έχει παράκτια ζώνη του Νομού, αποτελεί κίνητρο στην προσέλκυση χιλιάδων επισκεπτών κάθε χρόνο. Σε ερώτηση τοπικού ενδιαφέροντος, οι συμμετέχοντες καλούνταν να κατατάξουν σε σειρά τα αναγραφόμενα περιβαλλοντικά ζητήματα. Κριτήριο στην κατάταξη αποτελεί ο βαθμός σπουδαιότητας για τον Νομό. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν διαφέρουν σε ορισμένα σημεία. Χαρακτηριστικό αποτελεί το γεγονός πως η συντριπτική πλειοψηφία των προπτυχιακών φοιτητών, κατέταξε την ανθρώπινη επέμβαση και την διαχρονική περιβαλλοντική υποβάθμιση ως το σπουδαιότερο ζήτημα για τον Νομό. Παράλληλα, σε αρκετά μεγάλο βαθμό γίνεται λόγος για την έλλειψη θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού ως ένα σημαντικό ζήτημα. Άξιο αναφοράς είναι το ζήτημα της παράκτιας διάβρωσης που έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τις ακτές του Νομού Χανίων. Χαρακτηριστικό είναι ότι εκατοντάδες μέτρα ακτής χάνονται ετησίως σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει λόγω της παράκτιας διάβρωσης.

4ο Κεφάλαιο

Νομοθεσία

4.1 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

4.1.1 Ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων ζωνών

Η ολοένα και αυξανόμενη συγκέντρωση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου έχει οδηγήσει μοιραία στην κλιμακούμενη υποβάθμισή τους. Δυστυχώς, το παράκτιο περιβάλλον καλείται να αντιμετωπίσει σήμερα μια σειρά από προκλήσεις εξαιτίας των σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργούνται από την υπερεκμετάλλευση των παράκτιων πόρων, τη ρύπανση, καθώς και τις αλλαγές στις χρήσεις γης. Ωστόσο, η αυξημένη χρήση των παράκτιων και των θαλάσσιων ζωνών, καθώς και οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, των κινδύνων φυσικών καταστροφών και της διάβρωσης, ασκούν επίσης πίεση στους παράκτιους και θαλάσσιους πόρους. Επομένως απαιτείται ολοκληρωμένη και συνεκτική διαχείριση ώστε να διασφαλιστεί η αειφόρος ανάπτυξη και η διατήρηση των παράκτιων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων για τις μελλοντικές γενιές (Οδηγία του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου & συμβουλίου, Βρυξέλες 2013). Κύριος στόχος της προτεινόμενης οδηγίας είναι να προωθήσει τη βιώσιμη ανάπτυξη των θαλάσσιων και των παράκτιων δραστηριοτήτων και την αειφόρο χρήση των παράκτιων και θαλάσσιων πόρων μέσω της δημιουργίας ενός πλαισίου για την αποτελεσματική εφαρμογή του θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού στα ύδατα της ΕΕ και για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών των κρατών μελών (Οδηγία του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου & συμβουλίου, Βρυξέλλες 2013). Οι παράκτιες περιοχές της μεσογείου είναι πυκνοκατοικημένες και χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό. Συγκεκριμένα στην Ελλάδα πάνω από το 60% του πληθυσμού είναι συγκεντρωμένο στις παράκτιες περιοχές. Το 70 % της βιομηχανικής παραγωγής λαμβάνει χώρα στο παράκτιο περιβάλλον. Και το 90% των τουριστικών επενδύσεων αναπτύσσονται γύρω από παράκτιες περιοχές. Για το λόγο αυτό, οι παράκτιες περιοχές χρήζουν ιδιαίτερης διαχείρισης και προστασίας. Στις παράκτιες περιοχές των χωρών της Μεσογείου, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και η Ελλάδα, συνεχίζεται η άσκηση υψηλών πιέσεων στο περιβάλλον και η υποβάθμιση των παράκτιων πόρων (Οδηγία του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου & συμβουλίου, Βρυξέλες 2013). Επιπλέον, η Ελλάδα έχοντας συνολική έκταση 131957 Km² και το μεγαλύτερο μήκος ακτογραμμής στην μεσόγειο (15021 km), παρουσιάζοντας μετά από την Νορβηγία την μεγαλύτερη αναλογία μήκους ακτών ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (Πετρίδης, Κοπασάκης Διαμαντής 2010). Αποτελείται από χιλιάδες νησιά και βραχονησίδες στα οποία τα προβλήματα αυτά είναι ακόμη εντονότερα. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι και μη αναστρέψιμα.

Η ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων ζωνών (ΟΔΠΖ) εμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Σύμφωνα με το κεφάλαιο 7 της Ατζέντας 21 της συνθήκης του Ρίου το 1992 οι βασικοί τομείς που περιλαμβάνονται είναι (Πετρίδης, Κοπασάκης, Διαμαντής 2010):

- Ολοκληρωμένη διαχείριση και αειφόρο ανάπτυξη των παράκτιων και θαλάσσιων περιοχών
- Προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος
- Την αειφορική εκμετάλλευση και συντήρηση των θαλάσσιων οργανισμών είτε των διεθνών είτε των εθνικών υδάτων
- Την διατύπωση οποιασδήποτε μορφής αβεβαιότητας για την διαχείριση στα πλαίσια των παγκόσμιων κλιματικών αλλαγών
- Την ενδυνάμωση της διακρατικής συνεργασίας και του συντονισμού
- Την αειφορική ανάπτυξη των μικρών νησιών

Έπειτα έγινε αντιληπτό από την Ευρωπαϊκή επιτροπή και την διεθνή επιστημονική κοινότητα, ότι ικανό εργαλείο για την αντιμετώπιση των προβλημάτων και προστασία της παράκτιας ζώνης είναι η εφαρμογή της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης της Παράκτιας Ζώνης (ΟΔΠΖ). Συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προωθεί από τις αρχές του 21ου αιώνα μια προσέγγιση η οποία λαμβάνει υπόψη της σε κάθε κράτος μέλος, όλες τις διαστάσεις τις διαχείρισης των ιδιαίτερων ζωνών όπως αυτές είναι γεωφυσικές, οικονομικές, πολιτιστικές και θεσμικές. Η προσέγγιση αυτή δεν είναι καμία άλλη από την Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Παράκτιων Ζωνών (ΟΔΠΖ). Ως Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Ζωνών (ΟΔΠΖ) είναι η δυναμική διαδικασία για την αειφόρο διαχείριση και χρήση των παράκτιων ζωνών, λαμβάνοντας υπόψη τον ίδιο χρόνο ευθραυστότητας των παράκτιων οικοσυστημάτων και τοπίων, την ποικιλία των δραστηριοτήτων και χρήσεων, των αλληλεπιδράσεων, της ναυτιλιακής κατεύθυνσης συγκεκριμένων δραστηριοτήτων και χρήσεων και της επίδραση της τόσο στο θαλάσσιο όσο και στο χερσαίο τμήμα (Κωνσταντινίδου 2008).

<<Ως Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Ζωνών (ΟΔΠΖ) νοείται η διαδικασία η οποία διαμορφώνεται από τη συμμετοχή της διοίκησης και των κοινοτήτων, της επιστήμης και της διαχείρισης, των επιμέρους και του δημοσίου συμφέροντος για την υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου σχεδίου για την προστασία και ανάπτυξη των παράκτιων οικοσυστημάτων και πόρων>> (Βίττης 2004). Η ανάγκη αντιμετώπισης των θεμάτων που σχετίζονται με τις παράκτιες ζώνες προέκυψε επειδή i) έχει αναγνωριστεί η σημασία των ζωνών αυτών (περιβαλλοντικά και οικονομικά) ii) οι επιδράσεις που δέχονται οι ζώνες αυτές κυρίως από τις δραστηριότητες στην ενδοχώρα είναι μεγάλες iii) έπρεπε να ξεπεραστεί η αδυναμία συντονισμού των επιμέρους τμημάτων της διοίκησης που οφείλεται τόσο στο πως είναι δομημένη η διοίκηση όσο και στο τι κάθε τμήμα της διοίκησης μπορεί να έχει διαφορετικούς στόχους, που πολύ συχνά έρχονται σε σύγκρουση με τους στόχους των άλλων τμημάτων οι οποίοι δεν συνάδουν με την προστασία των παράκτιων ζωνών (Βίττης 2004, Μοσχοβούδη 2009).

Η Ευρωπαϊκή στρατηγική είναι «ολοκληρωμένη», δηλαδή περιλαμβάνει πολλές ξεχωριστές δράσεις διαφορετικής σημασίας. Δεν αποτελεί έναν κατάλογο εναλλακτικών λύσεων, αλλά έχει σχεδιαστεί ως μία συνεκτική δέσμη μέτρων. Με τον όρο «ολοκληρωμένη», δηλώνεται η συμμετοχή του συνόλου των πολιτικών και των επιπέδων διοίκησης καθώς και η χρονική

και η χωρική ολοκλήρωση των θαλάσσιων και χερσαίων στοιχείων της περιοχής-στόχου (Φράγκου 2009). Οι Βασικές αρχές στις οποίες στηρίζεται η ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων ζωνών σύμφωνα με τους Πετρίδη, Κοपाσάκης, Διαμαντής στο ΤΕΕ Θράκης είναι οι εξής:

- Ενδυνάμωση των τοπικών στόχων δράσης για αειφορική ανάπτυξη
- Προστασία και συντήρηση των οικοσυστημάτων
- Σχεδιασμός και εφαρμογή προγραμμάτων που θα διασφαλίζουν ότι μια αναπτυσσόμενη δραστηριότητα δεν θα επηρεάζει άλλες δραστηριότητες και τομείς
- Συγκέντρωση και συνεργασία των κοινωνικών φορέων στα διάφορα κέντρα λήψης αποφάσεων (όπως τοπικές κοινότητες, κρατικοί οργανισμοί, διακρατικοί οργανισμοί)
- Συγχρονισμός και συντονισμός ανάμεσα στις αποφάσεις των διαφορετικών κέντρων λήψης αποφάσεων
- Συντονισμός στην διαχείριση των παράκτιων ζωνών και των γειτονικών περιοχών της ξηράς και της θάλασσας

Οι στόχοι που επιδιώκονται να επιτευχθούν με την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών αποσκοπούν στην βιώσιμη ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών (Clark 1995):

- Διατήρηση υψηλής ποιότητας παράκτιου περιβάλλοντος
- Προστασία της βιοποικιλότητας
- Διατήρηση καίριας σημασίας ενδιαιτημάτων
- Διατήρηση καίριας σημασίας οικολογικών διαδικασιών
- Βιώσιμη χρήση φυσικών πόρων
- Έλεγχος των ρύπων
- Προσδιορισμός των περιοχών στις οποίες μπορούν να αναπτυχθούν ανθρώπινες δραστηριότητες, που πρέπει να διατηρηθούν
- Καθορισμός προδιαγραφών για τον καθορισμό των χρήσεων γης στις παράκτιες περιοχές και διευθέτηση των συγκρουόμενων χρήσεων γης
- Καθορισμός προδιαγραφών για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων στις παράκτιες περιοχές
- Προστασία από τις φυσικές καταστροφές
- Αποκατάσταση υποβαθμισμένου περιβάλλοντος
- Ανάπτυξη διαδικασιών ενημέρωσης και συμμετοχής των άμεσα εμπλεκόμενων κοινοτήτων

Για να επιτευχθούν οι επιδιωκόμενοι στόχοι, πρέπει η διαχείριση να είναι ολοκληρωμένη (UNEP/MAP/PAP 2001):

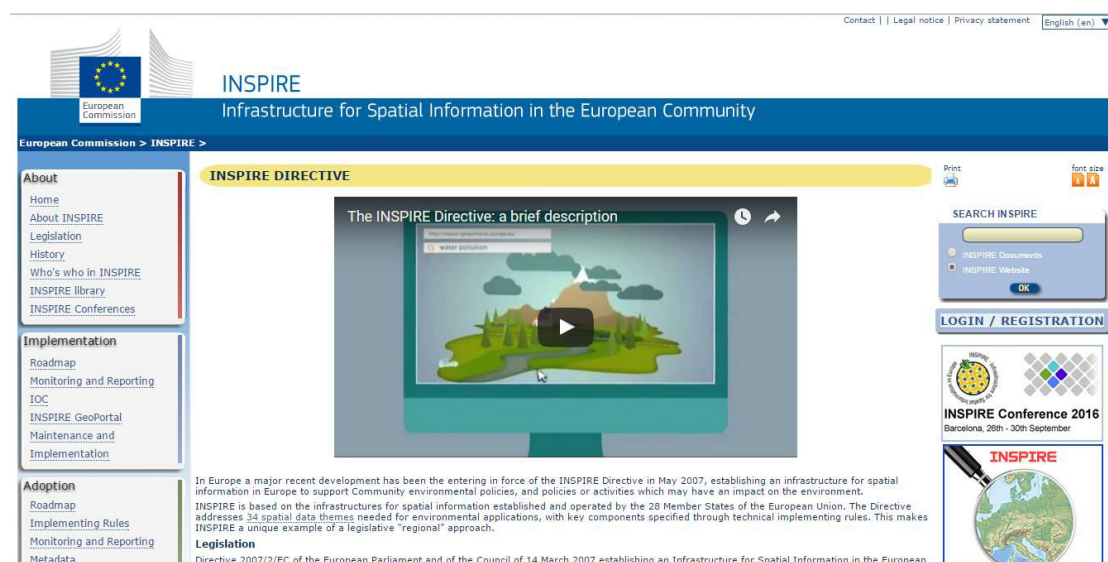
- **Γεωγραφικά**, επειδή υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παράκτιων συστημάτων και μεταξύ της θάλασσας και της ξηράς και δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός τους διοικητικά ή με άλλο τρόπο. Το εύρος της γεωγραφικής έκτασης εξαρτάται από το είδος των δραστηριοτήτων και τη σημασία της εξεταζόμενης περιοχής.

- **Χρονικά**, επειδή τα παράκτια συστήματα είναι δυναμικά και οι επιδράσεις από τις ανθρώπινες δραστηριότητες μπορεί να είναι σωρευτικές, πρέπει η εκτίμηση των επιπτώσεων των παρεμβάσεων ή των αποφάσεων να γίνεται σε διαφορετικούς χρονικούς ορίζοντες οι οποίοι θα αναπροσαρμόζονται.
- **Διατομεακά**, επειδή οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι πολλές και διαφορετικές μεταξύ τους (π.χ. αλιεία, βιομηχανία, υποδομές μεταφορών, τουρισμός κ.λπ.) και η διοικητική διαχείριση των δραστηριοτήτων γίνεται μεμονωμένα και αποσπασματικά, χωρίς να υπάρχει συνολικός σχεδιασμός και εκτίμηση της επίδρασης των δραστηριοτήτων αυτών σωρευτικά, (οριζόντια ολοκλήρωση).
- **Πολιτικά και θεσμικά**, επειδή τα όρια των παράκτιων οικοσυστημάτων επεκτείνονται πέρα από τα όρια των διοικητικών ορίων ακόμη και κρατών και γι' αυτό απαιτείται ενιαία αντιμετώπιση των πολιτικών μεταξύ των τοπικών αυτοδιοικήσεων και της περιφερειακής ή κεντρικής διοίκησης μέχρι ακόμη τη συνεργασία σε διεθνές επίπεδο (κάθετη ολοκλήρωση), ενώ απαραίτητη προϋπόθεση είναι η προσαρμογή της νομοθεσίας, ενοποιώντας ή συνδέοντας διαδικασίες ή ακόμη θεσμοθετώντας νέες διαδικασίες ή πλαίσια.
- **Διεπιστημονικά**, επειδή απαιτούνται γνώσεις που σχετίζονται τόσο με τις φυσικές όσο και με τις κοινωνικές και οικονομικές επιστήμες και με το σχεδιασμό και την εφαρμογή. Ταυτόχρονα, απαιτείται συνεχής έρευνα και συλλογή στοιχείων και η διεύρυνσή της σε όλους τους τομείς που σχετίζονται με τον παράκτιο χώρο.
- **Διαχειριστικά**, επειδή απαιτείται η δημιουργική συνεργασία της δημόσιας διοίκησης, της κοινωνίας και του ιδιωτικού τομέα, στη διαχείριση, την εκπαίδευση και την έρευνα, με σκοπό τη βιώσιμη ανάπτυξη ή τη διατήρηση των παράκτιων οικοσυστημάτων.

Ουσιαστικά πρόκειται, αφενός για συγκέντρωση, συσχέτιση και αξιολόγηση πληροφορίας, αφετέρου για οργάνωση, διαχείριση, εφαρμογή και επαναξιολόγηση των προτάσεων και σχεδίων. Η ολοκλήρωση, τέλος, αφορά την ταύτιση της νομοθετικής ρύθμισης, του επιστημονικά κρίσιμου και του κοινωνικώς αποδεκτού ως προς τη σημασία και την ανάγκη προστασίας της παράκτιας ζώνης. Η ευρωπαϊκή επιτροπή με την εφαρμογή της ολοκληρωμένης διαχείρισης της παράκτιας ζώνης επιτυγχάνει την ενημέρωση και την συμμετοχή και την συνεργασία όλων των αρμόδιων όπως επιστημονική κοινότητα, κοινωνικοί φορείς ώστε να αξιολογήσει τους κοινωνικούς στόχους σε μια δεδομένη παράκτια περιοχή και σε δεδομένη χρονική περίοδο. Η αφορμή εστιάζεται στην εφαρμογή του προγράμματος με την εισαγωγή των κατάλληλων δράσεων και στην επίτευξη των στόχων αυτού (Ευρωπαϊκή επιτροπή 1999).

4.1.2 Inspire (Infrastructure for Spatial Information in the European Community)

Η οδηγία υπό αριθμόν 2007/2/EK του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 14^η Μαρτίου 2007 για την δημιουργία υποδομής χωρικών πληροφοριών στην Ευρωπαϊκή κοινότητα (Inspire). Το Inspire (Εικόνα 87) είναι Ευρωπαϊκή οδηγία που θεσμοθετήθηκε στις 15 Μαρτίου 2007 και δεσμεύει όλα τα κράτη μέλη να εφαρμοστούν πλήρως με αυτήν μέχρι το 2019. Στόχος της οδηγίας είναι να δημιουργήσει μια ενιαία Ευρωπαϊκή υποδομή χωρικών δεδομένων. Για την ανάπτυξη ενός πλήρους λειτουργικού και παραγωγικού συστήματος για την άμεση διάθεση, χρήση και αξιοποίηση γεωγραφικών και θεματικών πληροφοριών. Θα παρέχει την δυνατότητα να μοιράζεται περιβαλλοντικά δεδομένα πληροφοριών ανάμεσα σε δημοσίους οργανισμούς και στην καλύτερη και εύκολη πρόσβαση στα χωρικά πληροφορίες από την μία άκρη στην άλλη της Ευρώπης. Η υλοποίηση του διακρίνεται σε τρεις φάσεις. Αρχικά είναι η προπαρασκευαστική φάση (2005-2006) στην συνέχεια η μεταβατική φάση (2007-2008) και τέλος η φάση εφαρμογής (2009-2013). Η επίσημη ιστοσελίδα του inspire είναι <http://inspire.ec.europa.eu/>



Εικόνα 87: Αρχική σελίδα του Inspire (Πηγή: <http://inspire.ec.europa.eu/>)

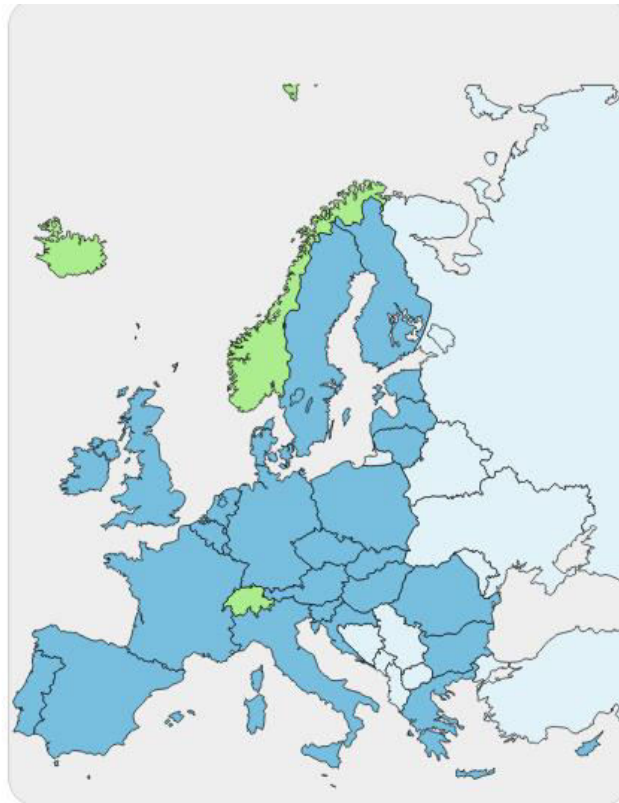
Η Ευρωπαϊκή υποδομή χωρικών δεδομένων θα βοηθάει στην χάραξη πολιτικής από την μία άκρη στην άλλη των συνόρων. Συνεπώς η χωρική πληροφορία σύμφωνα με την οδηγία είναι εκτενής και περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία τοπικών και τεχνικών θεμάτων.

Βασικές αρχές της οδηγίας είναι οι ακόλουθες:

- Τα δεδομένα θα συλλέγονται μόνο μια φορά και θα διατηρούνται όπου αυτά είναι κυρίως ποιο αποτελεσματικά
- Πρέπει να είναι δυνατόν να συνδυαστούν οι συνεχείς χωρικές πληροφορίες που λαμβάνονται από διαφορετικές πηγές από ολόκληρη την Ευρώπη και να μοιράζονται με πολλούς χρήστες και πολλές εφαρμογές
- Να είναι δυνατόν οι πληροφορίες που συλλέγονται σ' ένα επίπεδο να μοιράζονται με όλα τα άλλα επίπεδα/στάδια λεπτομερώς για ενδελεχή έρευνα γενικά για στρατηγικούς λόγους

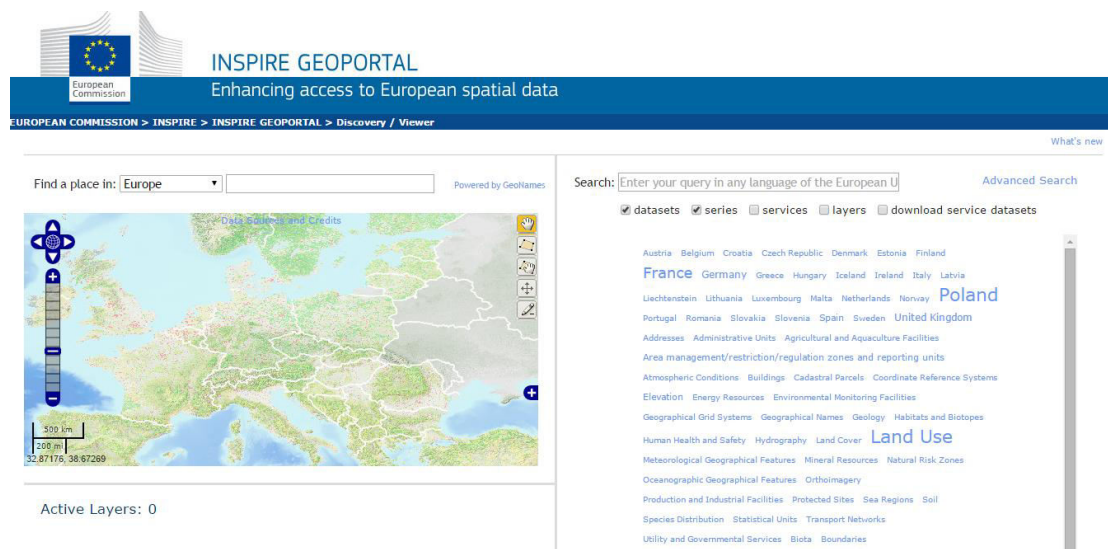
- Η γεωγραφική πληροφορία χρειάζεται για καλή διακυβέρνηση σε όλα τα επίπεδα, θα πρέπει να είναι εύκολα και διάφανα διαθέσιμη
- Να μπορείς να βρεις εύκολα την γεωγραφική πληροφορία που είναι διαθέσιμη, πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξυπηρετήσει μια συγκεκριμένη ανάγκη, κάτω από ποιες συνθήκες μπορώ να την αποκτήσω και να την χρησιμοποιήσω.

Ένα εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων ζωνών στα πλαίσια της διαχείρισης πληροφοριών, ανάπτυξης σχεδίων και εφαρμογής είναι το Inspire. Έπειτα σύμφωνα με την απόφαση 2009/442/EK της 5^η Ιουνίου 2009 της επιτροπής για την εφαρμογή της οδηγίας του Inspire, τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής ένωσης πρέπει να εκθέτουν ετησίως έναν αριθμό δεικτών για παρακολούθηση της εφαρμογής και τις χρήσεις των υποδομών για χωρικές πληροφορίες. Οι παρεχόμενες πληροφορίες περιλαμβάνουν έναν κατάλογο χωρικών στοιχείων και υπηρεσιών που ανήκουν σε εκείνες τις υποδομές. Τα κράτη μέλη που οφείλουν να προσαρμοστούν στην εν λόγω οδηγία φαίνονται στον ακόλουθο χάρτη.



Εικόνα 88: Χάρτης με τα κράτη μέλη της Ε.Ε.

Ακόμη μια απαίτηση της οδηγίας 2007/2/EK απαιτεί την επιτροπή να συστήσει μια πύλη γεωχωρικών δεδομένων όπου τα κράτη μέλη θα παρέχουν την δυνατότητα πρόσβασης στις υποδομές τους μέσω αυτής. Η ηλεκτρονική διεύθυνση που μπορεί να ανατρέξει κάποιος είναι (<http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/discovery/>) (εικόνα 89).



Εικόνα 89: Πύλη γεωχωρικών δεδομένων

Η Legally Mandated Organization (LMOs) δια μέσου της προκήρυξης εκδήλωσης ενδιαφέροντος για ανάπτυξη, παρέχει πληροφορίες στο Inspire. Μέσα από τις εκατοντάδες πληροφορίες που παρέχονται από τον LMOs μέσω της πλατφόρμας του Inspire κατευθυνόμαστε στην επιλογή του προγράμματος από το Coastal and Marine research (εικόνα 90).



Εικόνα 90: Επιλέγοντας Coastal & Marine Research

Εισέρχοντας στις αναλυτικές πληροφορίες του προγράμματος (εικόνα 91) παρατηρείτε πως ο οργανισμός που παρέχει την συγκεκριμένη πληροφορία είναι το κέντρο παράκτιων και θαλάσσιων ερευνών στην Ιρλανδία. Το ερευνητικό κέντρο αυτό αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του περιβαλλοντικού ερευνητικού τμήματος του Πανεπιστημίου Cork στην Ιρλανδία. Η έρευνα στο κέντρο παράκτιων και θαλάσσιων ερευνών αναλαμβάνεται δια μέσου μιας διεπιστημονικής προσέγγισης που περιλαμβάνει ερευνητικές με διάφορα

επιστημονικά υπόβαθρα (Βιολόγους, Επιστήμονες υπολογιστών, υδρογράφους, μηχανικούς κ.α.).

LMO Description	
Organisation	Coastal & Marine Research Centre
Details	
Level of authority	National Ireland
Formal Mandate	The Coastal & Marine Research Centre (CMRC) is a research centre which forms an integral part of the Environmental Research Institute (ERI) in University College Cork, Ireland.
Main Activities	Research in the CMRC is undertaken through a multi-disciplinary approach, involving researchers with a range of specialist backgrounds e.g. biologists, computer scientists, hydrographers, geographers and engineers. Basic and applied research in the CMRC is organised according to four specialist areas of interest: 1) Marine Geomatics 2) Coastal Processes and Seabed Mapping 3) Marine Mammal and Seabird Studies 4) Integrated Coastal Zone Management
LMO URL	http://cmrc.ucc.ie/
Comments	
LMO CONTACT INFORMATION	
Contact Person	Declan Dunne
Organisation	Coastal and Marine Research Centre
Function	Researcher
Address	Naval Base, Haulbowline, Cobh, Co. Cork
Country	IRELAND
Tel	+353.21.4703107
Fax	+353.21.4703132

Εικόνα 91: Αναλυτικές οδηγίες προγράμματος

4.1.3 Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Copernicus

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχοντας ως πολιτική την προστασία του περιβάλλοντος, την βιοποικιλότητα του εδάφους, την μάχη ενάντια στην κλιματική αλλαγή στηριζόμενη στις διαστημικές τεχνολογίες απαιτήθηκε η ανεξάρτητη πρόσβαση της στις υπηρεσίες τις διαστημικής βάσης. Τον Δεκέμβριο του 2007 με την υπογραφή της συνθήκης της Λισαβόνας από τα κράτη μέλη, η Ε.Ε πήρε την εξουσιοδότηση για την επίτευξη για την σύνταξη διαστημικής πολιτικής, την ίδρυση ανάλογων προγραμμάτων και τέλος των συντονισμών των εργασιών που γίνονται σε εθνικό επίπεδο. Στα πλαίσια αυτών λειτουργούν μέχρι σήμερα δυο διαστημικά προγράμματα, το Galileo και το Copernicus. Το Copernicus (εικόνα 92) γνωστό και ως GMES (Global Monitoring for Environment and Security) είναι ευρωπαϊκό πρόγραμμα για την σύσταση της ευρωπαϊκής ικανότητας για παρακολούθηση και τον έλεγχο της γης. Έχει σχεδιαστεί με σκοπό να ανταποκριθεί στα στοιχεία που προκύπτουν στους τομείς του περιβάλλοντος, της επιστήμης και στον τομέα των επιχειρήσεων. Χρησιμοποιώντας πληροφορίες από δορυφορικές και επίγειες παρατηρήσεις που παρέχονται από καθημερινές αναλύσεις οι οποίες προσφέρουν μια πρωτοφανείς ικανότητα παρακολούθησης και εύκολης κατανόησης.

Το CMEMS που είναι τα αρχικά των Copernicus Marine Environmental Monitoring Service και το οποίο χαρακτηρίζεται για την απλότητα και την ποιότητα των πληροφοριών που παρέχει στους χρήστες. Και ορίζεται από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά τα οποία είναι οι ολοκληρωμένες υπηρεσίες, ανοιχτή και ελεύθερη πρόσβαση στις υπηρεσίες, Αξιοπιστία υπηρεσιών και τέλος βιωσιμότητα υπηρεσιών. Ιδιωτικοί και δημόσιοι χρήστες της εφαρμογής χρειάζονται απαντήσεις από τις σημερινές κλιματικές και θαλάσσιες προκλήσεις. Για τον λόγο αυτόν το CMEMS υποστηρίζει και συμβάλει με εργαλεία πληροφοριών για πολλούς τομείς. Η βελτίωση της γνώσης των θαλασσών και των ωκεανών

είναι ένα από τα τρία θεμελιώδη εργαλεία της ολοκληρωμένης θαλάσσιας πολιτικής της ΕΕ. Μια καλή γνώση της περιβαλλοντικής θέσης των θαλασσίων υδάτων είναι απαραίτητη, σύμφωνα με τη θαλάσσια οδηγία πλαισίου στρατηγικής (MSFD), που προετοιμάζεται αυτήν την περίοδο από τα κράτη μέλη με την υποστήριξη του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΧ). Και η οποία διακρίνεται σε τέσσερις τομείς οι οποίοι είναι Ναυτιλιακή ασφάλεια, Παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον, θαλάσσιοι πόροι, καιρικές, εποχιακές προβλέψεις και κλιματικές δραστηριότητες.

Στην προκειμένη περίπτωση το ενδιαφέρον εστιάζεται στον τομέα του coastal and marine environment όπως αποδίδεται στα ελληνικά παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον. Οι κυριότερες εφαρμογές επικεντρώνονται στις υπηρεσίες παρακολούθησης σε Ευρωπαϊκά αλλά και σε εθνικά επίπεδα, η παρακολούθηση της ποιότητας νερού και τον έλεγχο ρύπανσης του μέσω φυσικών και παράκτιων βιογεωχημικών παραμέτρων. Επίσης σημαντικό περιβαλλοντικό ζήτημα όπως η αύξηση της στάθμης της θάλασσας που συντελεί στην έξαρση του φαινομένου της διάβρωσης. Η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας είναι μια από τις αρχικές φυσικές επιδράσεις της αλλαγής κλίματος και πολλά θαλάσσια οικοσυστήματα στις ευρωπαϊκές θάλασσες επηρεάζονται από την αυξανόμενη θερμοκρασία. Τις κυριότερες παράμετροι αποτελούν η θερμοκρασία, η αλατότητα, η στάθμη της θάλασσας, τα νιτρικά, η χλωροφύλλη κ.α.

The image shows the 'BENEFITS' section of the Copernicus Marine Environment Monitoring Service website. The header features the European Commission logo and the service name 'COPERNICUS MARINE ENVIRONMENT MONITORING SERVICE'. Below the header is a navigation bar with links: ABOUT US, BENEFITS, NEWS, SCIENCE & LEARNING, TRAINING, SERVICES PORTFOLIO, and a dropdown menu for SHORT-CUT TO SERVICES. The main content area is titled 'BENEFITS' and includes a sub-header 'ACCESS TO PRODUCTS' with a 'FIRST VISIT?' button. The text describes the service's role in marine applications: 'COPERNICUS MARINE ENVIRONMENT MONITORING SERVICE products and services are meant to serve all marine applications: Marine resources, Maritime safety, Coastal and Marine Environment, Seasonal Forecast & Climate.' It also mentions everyday applications for CMEMS datasets and a link to 'ANY QUESTION? Get help from the Service Desk'.

Εικόνα 92: Η ιστοσελίδα του Copernicus(Πηγή: <http://www.copernicus.eu/main/marine-monitoring>)

4.2 Ελληνική Νομοθεσία

4.2.1 Εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 2007/2/ΕΚ

Σύμφωνα με το δευτερογενές δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) η οδηγία εκδίδεται από το συμβούλιο μαζί με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. Τα κράτη – μέλη οφείλουν να μεταφέρουν την οδηγία στην εσωτερικής τους έννομη τάξη είτε με την έκδοση νόμου είτε με την έκδοση κοινής υπουργικής απόφασης. Θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η οδηγία θέτει χρονικά όρια προσαρμογής των κρατών μελών με αυτήν (εναρμόνιση εσωτερικής έννομης τάξης με αυτήν) (Μαριά Ε. 2012).

Στην παρούσα λοιπόν φάση η Ελλάδα ως κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης οφείλει να εναρμονιστεί πλήρως με την οδηγία 2007/2/ΕΚ. Τρία χρόνια αργότερα και συγκεκριμένα τον Σεπτέμβριο του 2010 θεσμοθετήθηκε το ΕΥΓΕΠ (εικόνα 93) με τον νόμο υπ' αριθμό Ν.3882/2010 – ΦΕΚ (166 Α) Υποδομή Γεωχωρικών Πληροφοριών για την εναρμόνιση με την οδηγία 2007/2/ΕΚ. Όπως αυτός τροποποίησε τον νόμο Ν.1647/1986 <<Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεως Ελλάδος>>.



Εικόνα 93: Λογότυπο της Εθνικής Υποδομής Γεωχωρικών Δεδομένων (Πηγή: <http://www.inspire.okxe.gr/>)

Ο Ν. 3882/2010 έχει στόχο την εξασφάλιση της ισότιμης πρόσβασης στα γεωχωρικά δεδομένα και υπηρεσίες για όλους τους πολίτες και τη Δημόσια Διοίκηση, την εξοικονόμηση πόρων, την προστασία του περιβάλλοντος και την ενθάρρυνση των επενδυτικών πρωτοβουλιών, μέσω της δημιουργίας της Εθνικής Υποδομής Γεωχωρικών Πληροφοριών. Στην Εθνική Υποδομή Γεωχωρικών Δεδομένων (GEOPORTAL) θα τηρείται πλήρης κατάλογος όλων των διαθέσιμων γεωδεδομένων και υπηρεσιών. Τόσο η Δημόσια Διοίκηση όσο και οι πολίτες θα μπορούν να έχουν πρόσβαση μέσω της πύλης στα γεωδεδομένα και να τα επεξεργαστούν. Θα παρέχονται επίσης πληροφορίες για δεδομένα και υπηρεσίες στα οποία δεν δίνεται άμεση πρόσβαση (π.χ. προσωπικά δεδομένα, δημόσια ασφάλεια κλπ), καθώς και οι αντίστοιχοι όροι διάθεσης.

Στόχος του νόμου Ν.3882/2010 είναι :

- Η ανάπτυξη και λειτουργία της Εθνικής Υποδομής Γεωχωρικών Πληροφοριών

- Η θέσπιση γενικών αρχών, κανόνων, μέτρων και διαδικασιών σε διοικητικό, νομικό και τεχνολογικό επίπεδο για την οργάνωση ενιαίων πρακτικών διαχείρισης, διάθεσης και κοινοχρησίας γεωχωρικών πληροφοριών

Συμπερασματικά μπορεί να αναφερθεί ότι η Ελλάδα σαν κράτος μέλος της ΕΕ οφείλει να εναρμονιστεί πλήρως με την οδηγία. Τα κράτη μέλη όπως και η Ελλάδα θα πρέπει να έχουν μεταφέρει στην δικιά τους έννομη τάξη την συγκεκριμένη οδηγία μέχρι το 2019. Στην παρούσα φάση διαπιστώνεται ότι η Ελλάδα μπορεί να μην έχει θεσμοθετήσει τον νόμο 3882/2010 με την δημιουργία της Εθνικής Υποδομής Γεωχωρικών Δεδομένων (ΕΥΓΕΠ) αλλά όμως δεν έχει εναρμονιστεί πλήρως. Τελικός σκοπός της εθνικής αυτής υποδομής είναι να συνδεθεί με την Ευρωπαϊκή (Inspire), κάτι το οποίο δεν έχει προχωρήσει ακόμα από τους αρμόδιους.

4.2.2 Ενέργειες προς την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών από την ελληνική πλευρά

Βασικό θεσμικό πλαίσιο από ελληνικής πλευράς για την ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα με τίτλο βασικό θεσμικό πλαίσιο για την διαχείριση παράκτιων ζωνών.

Πίνακας 48: Βασικό θεσμικό πλαίσιο για την διαχείριση παράκτιων ζωνών (Παπαϊωάννου)

Νόμοι διατάγματα	Ημερομηνία δημοσίευσης	Τίτλος
N. 1650/1986	16 Οκτωβρίου 1986	Προστασία του Περιβάλλοντος
N. 2742/1999	7 Οκτωβρίου 1999	ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ
N. 2971/2001	21 Δεκεμβρίου 2001	ΑΙΓΙΑΛΟΣ ΠΑΡΑΛΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ
N. 3010/2002	29 Απριλίου 2002	ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΤΟΥ Ν. 1650/1986 ΜΕ ΤΙΣ ΟΔΗΓΙΕΣ 97/11 Ε.Ε. ΚΑΙ 96/61 Ε.Ε., ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΥΔΑΤΟΡΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ
N. 3201/2003	12 Δεκεμβρίου 2003	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ, ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΑΙ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΩΝ ΝΗΣΙΩΝ ΠΟΥ ΥΠΑΓΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΑΡΜΟΔΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ
N.3199/2003	12 Δεκεμβρίου 2003	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ-ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/ΕΚ ΤΟΥ

Σύμφωνα με τον Νόμο Ν.1650/1986 περιλαμβάνει γενικές ρυθμίσεις που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος. Αναφέρεται ειδικά στην <<προστασία των ακτών των θαλασσών, των οχθών, των ποταμών, των λιμνών, των βυθών αυτών και των νησίδων ως φυσικών πόρων ως στοιχεία του οικοσυστήματος και ως στοιχεία του τοπίου>> Και σκοπός του παρόντος νόμου είναι << η θέσπιση θεμελιωδών κανόνων και η καθιέρωση κριτηρίων και μηχανισμών για την προστασία του περιβάλλοντος έτσι ώστε ο άνθρωπος ως άτομο και ως μέλος του κοινωνικού συνόλου να ζει σ' ένας υψηλής ποιότητας περιβάλλον μέσα στο οποίο να προστατεύεται η υγεία του και να ευνοείται η ανάπτυξη της προσωπικότητας του>>

Στην συνέχεια κομβικό σημείο της ελληνικής νομοθεσίας στην προστασία του αιγιαλού και της παράκτιας ζώνης υπήρξε η θέσπιση του νόμου 2971/2001 στις 21 Δεκεμβρίου 2001. Για πολλά χρόνια βασικός νόμος για την προστασία των ακτών ήταν ο βασιλικό νόμος ΑΝ2344/1940 περί αιγιαλού και παραλίας. Ο παρών νόμος υπέστη σημειακές τροποποιήσεις από τότε με τους νεότερους νόμους 3851/2010, 3986/2011, 4002/2011. Με βάση το άρθρο 1 του Ν. 2971/2001 όπου και ορίζονται οι ακόλουθοι ορισμοί.

Αιγιαλός ορίζεται η ζώνη ξηράς που βρέχεται από την θάλασσα από τις μεγαλύτερες και συνήθεις αναβάσεις των κυμάτων της.

Ως παραλία ορίζεται η ζώνη ξηράς που προστίθεται στον αιγιαλό, καθορίζεται σε πλάτος μέχρι και 50m από την οριογραμμή του αιγιαλού προς εξυπηρέτηση της επικοινωνίας της ξηράς με την θάλασσα και αντίστροφα.

Ως παλαιός αιγιαλός είναι η ζώνη ξηράς που προέκυψε από την μετακίνηση της ακτογραμμής προς την θάλασσα και οφείλεται σε φυσικές προσχώσεις ή τεχνικά έργα και προσδιορίζεται από την νέα γραμμή αιγιαλού και το όριο του παλαιότερα υφιστάμενου αιγιαλού.

Λιμένας ορίζεται η ζώνη ξηράς και θάλασσας μαζί με έργα και εξοπλισμό που επιτρέπουν κυρίως την υποδοχή κάθε είδους πλωτών μέσων και σκαφών αναψυχής, την φορτοεκφόρτωση, αποθήκευση, παραλαβή και προώθηση των φορτίων τους, την εξυπηρέτηση επιβατών και οχημάτων και την ανάπτυξη επιχειρηματικών δραστηριοτήτων που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τις θαλάσσιες μεταφορές.

Λιμενικά έργα ορίζονται εκείνα που εκτελούνται ολικός ή μερικώς στον αιγιαλό, την όχθη, την παραλία, ή την παρόχθια ζώνη μέσα στην θάλασσα στον πυθμένα της θάλασσας και στο υπέδαφος του βυθού, καθώς και εκείνα που επιφέρουν διαμόρφωση ή αλλοίωση των χώρων αυτών ή που προβλέπονται από τις διατάξεις περί λιμενικών ταμείων.

Σύμφωνα με τον άρθρο 2 του παρόντος νόμου αλλά και του άρθρου 967 ΑΚ, ο αιγιαλός, η παραλία, η όχθη, η παρόχθια ζώνη είναι πράγματα κοινόχρηστα και ανήκουν κατά κυριότητα στο δημόσιο το οποίο τα προστατεύει και τα διαχειρίζεται. Αντιθέτως ο παλαιός αιγιαλός και η παλαιά όχθη ανήκουν στην ιδιωτική περιουσία δημοσίου και καταγράφεται

ως δημόσιο κτήμα. Σημαντικό σημείο στον νόμο είναι το άρθρο 5 όπου στον αιγιαλό και την παραλία δεν επιτρέπεται η κατασκευή κτισμάτων και εν γένει κατασκευασμάτων. Αυθαίρετα κτίσματα που έχουν ανεγερθεί εν μέρει ή ολόκληρα μέσα στα προαναφερθέντα όρια κατεδαφίζονται υποχρεωτικά. Η εκτέλεση τεχνικών έργων επί του αιγιαλού ή της παραλίας ή της θάλασσας επιτρέπονται μόνο εφόσον έχει τηρηθεί η διαδικασία που ορίζεται από τα άρθρα 12 ή 14 του παρόντος νόμου αναλόγως της φύσης του έργου και με την προϋπόθεση ότι θα τηρηθούν οι όροι προστασίας της ακτής ως ουσιώδους στοιχείου του φυσικού περιβάλλοντος, σε διαφορετική περίπτωση θεωρούνται αυθαίρετα και υποχρεούνται να τα κατεδαφίσουν (Σιούτη, 2011). Στα πλεονεκτήματα του νόμου 2971/2001 συγκαταλέγονται η διαφύλαξη της μορφολογίας των ακτών και η ακεραιότητα της ακτογραμμής. Ο χαρακτηρισμός της ακτής ως προστατευτέου πόρου και ως οικοσυστήματος με αισθητική αξία χρήζει νομικής προστασίας. Για αυτό τον λόγο θεωρείται στοιχειώδες μέτρο προστασίας η απαγόρευση οποιασδήποτε κατασκευής κατά μήκος της ακτής τουλάχιστον 100 m. Το τελευταίο όριο πρέπει να διπλασιάζεται σε περιπτώσεις ειδικών προστατευόμενων περιοχών (Σιούτη, 2011). Συγκρίνοντας τα δυο νομοθετικά πλαίσια αυτό του νόμου Ν. 1650/1986 και αυτό του νεότερου Ν. 2971/2001 παρατηρείται ότι στον νεότερο νόμο δεν γίνεται αναφορά ότι οι παράκτιες περιοχές αποτελούν περιβαλλοντικό αγαθό και μη ανανεώσιμο πόρο, ενώ δεν συνδέεται με τις επιδιώξεις του νόμου του 1986 όπου στο άρθρο 1 και στην παράγραφο αυτού 3ε αναφέρεται ειδικά στην «προστασία των ακτών των θαλασσών, των οχθών των ποταμών, των λιμνών, του βυθού αυτών και των νησίδων ως φυσικών πόρων, ως στοιχείων οικοσυστημάτων και ως στοιχείων του τοπίου» ενώ σύμφωνα με το άρθρο 2 παρ. 3 του ν. 2971/2001 «ο κύριος προορισμός των ζωνών αυτών είναι η ελεύθερη και ακώλυτη πρόσβαση προς αυτές. Κατ' εξαίρεση ο αιγιαλός, η παραλία, η όχθη και η παρόχθια ζώνη μπορούν να χρησιμεύσουν για κοινωφελείς περιβαλλοντικούς και πολιτιστικούς σκοπούς και για απλή χρήση της παραγράφου 1 του άρθρου 13, καθώς επίσης και για την εξυπηρέτηση υπέρτερου δημοσίου συμφέροντος» και όχι η περιβαλλοντική τους σημασία.

Πέρα από τους παραπάνω νόμους η Ελληνική πλευρά έδειξε ενδιαφέρων για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών όπως φαίνεται από τα ακόλουθα προγράμματα στα οποία συμμετείχε.

Πρώτα από όλα με το πρόγραμμα Beachmed-e (Πηγή: <http://www.beachmed.eu/>) το οποίο διήρκησε από το 2006 έως και το 2008. Συμμετείχαν η περιφέρεια Kataluna της Ισπανίας, το νομαρχιακό συμβούλιο Herault της Γαλλίας, ο οργανισμός ναυτιλίας και ναυσιπλοΐας Languedoc-Roussillon της Γαλλίας, ο περιφέρειες Liguria, Toscane, Emilia Romagna, Lazio της Ιταλίας και από την Ελλάδα οι περιφέρειες Κρήτης και Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Ο τίτλος του προγράμματος ήταν « Στρατηγική διαχείρισης της προστασίας των ακτών για την βιώσιμη ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών της Μεσογείου». Τα μέτρα που λήφθηκαν στα πλαίσια του παραπάνω προγράμματος είναι πρώτα από όλα ο σχεδιασμός και η δημιουργία τεχνικών εργαλείων για τον χαρακτηρισμό του φαινομένου της διάβρωσης στην Μεσόγειο και την βιώσιμη εκμετάλλευση των πόρων. Στην συνέχεια η αλληλεπίδραση ανάμεσα στην ανάπτυξη του αστικού περιβάλλοντος και των μορφολογικά ευαίσθητων ζωνών σε σχέση με τον κίνδυνο καταιγίδων και διάβρωσης. Και τέλος προσδιορισμός των κανονιστικών και οργανωτικών παραγόντων για τον ορισμό, τη ρύθμιση και την διαχείριση της προστασίας των ακτών από όλους τους εμπλεκόμενους δημόσιους και

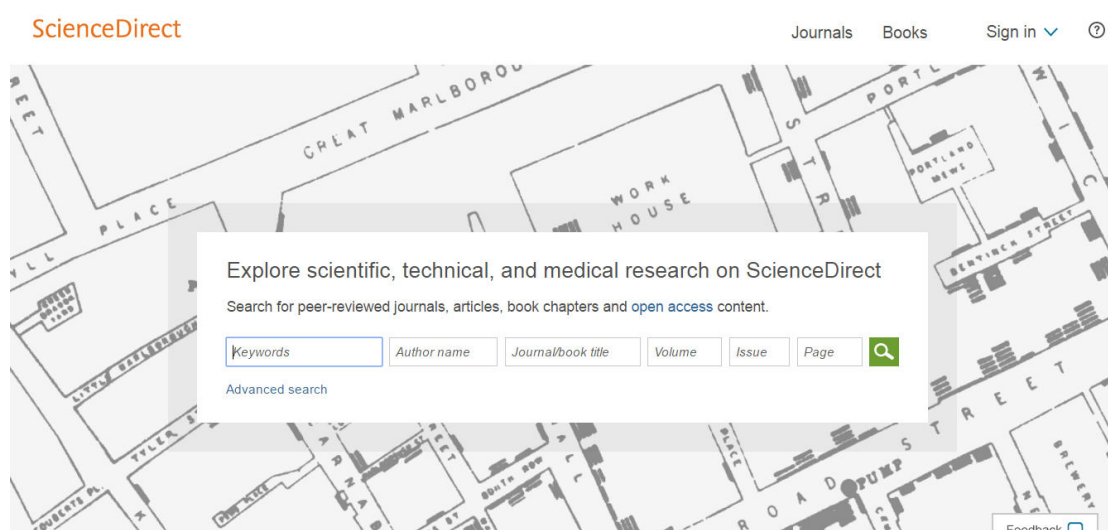
ιδιωτικούς φορείς (Πετρίδης, Κοπασάκης, Διαμαντής 2010). Επιπλέον σε ένα δεύτερο πρόγραμμα στο οποίο έλαβε η Ελλάδα μέρος μέσω την περιφέρειας Κρήτης και της περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης ήταν το ObseMedi (Πηγή: <http://www.beachmed.eu/Beachmede/SousProjets/OBSEMEDI/tabid/100/Default.aspx>) με στόχο την οργάνωση και προώθηση ενός ευρωπαϊκού παρατηρητηρίου για την προστασία των ακτών της Μεσογείου. Τα μέτρα του προγράμματος αυτού είναι τα ακόλουθα όπως η δημιουργία ενός οργανωτικού συστήματος για την συλλογή πληροφοριών, η περιοδική έρευνα της θέσης της ακτογραμμής σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ιζηματολογικός και ορυκτολογικός χαρακτηρισμός, η ανάπτυξη ενός θαλάσσιου δικτύου αναφοράς, τοποβαθυμετρική έρευνα της μορφολογίας της ακτής, απόκτηση ιζηματολογικών και στρωματογραφικών στοιχείων του θαλάσσιου πυθμένα, απόκτηση στοιχείων για την αξιολόγηση της καθίζησης στην παράκτια ζώνη, Απογραφή εργασιών και Φορέων-Υπηρεσιών που αφορούν την ακτή, Απόκτηση και ενημέρωση πληροφοριών χρήσης γης και θάλασσας κοντά στην παράκτια ζώνη, Επεξεργασία της θεματικής χαρτογραφίας για τον χωροταξικό σχεδιασμό σχετικά με τα σενάρια εξέλιξης των ακτών (Πετρίδης, Κοπασάκης, Διαμαντής 2010). Τέλος ενδιαφέρων παρουσιάζει το γεγονός ότι η συμμετοχή της Ελλάδας δεν ξεκίνησε μόνο το 2006 με την συμμετοχή της στο πρόγραμμα Beachmed-e αλλά σημαντική παρουσία είχε και σε ποικίλα άλλα προγράμματα προηγούμενων ετών. Επίσης σημαντικό αποτελεί το γεγονός της συμμετοχής της χώρας στο πρόγραμμα της διασυνοριακής συνεργασίας για την ανάπτυξη θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού Ελλάδας-Κύπρος. Οι εταίροι του προγράμματος ήταν το Πανεπιστήμιο Αιγαίου και η Ειδική Υπηρεσία Συντονισμού και Εφαρμογής συγχρηματοδοτούμενων Δράσεων του Υπουργείου Ναυτιλίας και Αιγαίου (ΕΥΣΕΔ/ΥΝΑ) από την Ελληνική πλευρά και από την Κυπριακή πλευρά το τμήμα εμπορικής ναυτιλίας του Υπουργείου συγκοινωνιών και έργων, το τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας του Υπουργείου Εσωτερικών όπως επίσης το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου καθώς και το Ωκεανογραφικό κέντρο του Πανεπιστημίου Κύπρου. Βασικός στόχος του προγράμματος αυτού ήταν η προετοιμασία των δυο χωρών Ελλάδας και Κύπρου στην Ευρωπαϊκής οδηγίας πλαίσιο για το χωροταξικό θαλάσσιο σχεδιασμό.

5^ο Κεφάλαιο

Στατιστική ανάλυση από την ηλεκτρονική βάση "Sciences Direct"

5.1 Εισαγωγή στο Sciences Direct

Το Science Direct (εικόνα 94) είναι πλατφόρμα που λειτουργεί από τον Αγγλο-Ολλανδικό εκδοτικό οίκο Elsevier και λειτουργεί επίσημα από τον Μάρτιο του 1997 (Giussani, Bruno 4 March 1997). Η συγκεκριμένη πλατφόρμα αριθμεί πάνω κάτω 3.500 επιστημονικά papers και περισσότερα από 34.000 επιστημονικά βιβλία ("ScienceDirect"). Τα παραπάνω επιστημονικά papers διακρίνονται στις εξής κύριες κατηγορίες, όπως Φυσική και Μηχανική επιστήμη, την επιστήμη της Υγείας, ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες και το LIFE SCIENCES. Η κάθε μια από τις παραπάνω κύριες κατηγορίες χωρίζεται σε υποκατηγορίες. Συνδυάζει ολοκληρωμένες και αξιόπιστες επιστημονικές τεχνικές και δημοσιεύσεις υγείας σε συνάρτηση με έναν προσιτό και αποτελεσματικό τρόπο κρατώντας συνεχώς ενημέρους τους χρήστες του.



Εικόνα 94: Η αρχική σελίδα του Sciences Direct (Πηγή: <http://www.sciencedirect.com/>)

Η εν λόγω πλατφόρμα έπαιξε καταλυτικό ρόλο στην ολοκλήρωση της στατιστικής έρευνας. Σκοπός της στατιστικής έρευνας αυτής ήταν η καταμέτρηση των επιστημονικών άρθρων που αναφέρονταν στην παρακολούθηση της παράκτιας ζώνης με την χρήση μεθόδων γεωπληροφορικής για τις χρονικές περιόδους 2005,2010,2015. Για την επίτευξη του συγκεκριμένου σκοπού κατευθυνθήκαμε στην επιλογή της κατηγορίας των φυσικών και μηχανικών επιστημών(Physical Sciences and Engineering) της ιστοσελίδας. Όπου και επιλέξαμε την υποκατηγορία «Γη και πλανητικές επιστήμες»(Earth and Planetary Sciences).Έπειτα αναζητήσαμε για κάθε χρονιά ξεχωριστά το πλήθος των επιστημονικών άρθρων που έχουν δημοσιευτεί και τα οποία πραγματεύονται περιβαλλοντικά ζητήματα

που λαμβάνουν χώρα στην παράκτια ζώνη και μπορούν να ανιχνευθούν με τεχνικές γεωπληροφορικής. Παρακάτω παρουσιάζονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη περίπτωση.

Οι μέθοδοι παρακολούθησης της παράκτιας ζώνης που εξετάστηκαν ήταν οι ακόλουθες:

- Δορυφορική τηλεπισκόπηση
- Αεροφωτογραφίες
- UAV Drones
- Lidar
- GIS
- GPS

Ο λόγος για την παράκτια ζώνη και τις διάφορες πιέσεις που ασκούνται σε αυτήν

Η έννοια της παράκτιας ζώνης μπορεί να είναι διαισθητικά κατανοητή αλλά όμως δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για το τι περιλαμβάνει η παράκτια ζώνη, αλλά υπάρχουν αρκετοί συμπληρωματικοί ορισμοί καθένας από τους οποίους εξυπηρετεί διαφορετικό σκοπό. Παρόλο που σε γενικές γραμμές καταλαβαίνουμε διαισθητικά τι εννοείται με τον όρο παράκτια ζώνη, είναι δύσκολο να καθορίσουμε την ακριβή έκταση της, είτε προς την ξηρά είτε προς τη θάλασσα. Ένας γενικός ορισμός εργασίας που χρησιμοποιείται από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος είναι “ το μέρος της ξηράς που επηρεάζεται από τη γειτνίαση με τη θάλασσα, και το μέρος της θάλασσας που επηρεάζεται από τη γειτνίαση με την ξηρά, μέχρι του σημείου στο οποίο οι χερσαίες δραστηριότητες του ανθρώπου έχουν μια μετρήσιμη επίδραση στην χημεία του νερού και στην θαλάσσια οικολογία” (Καλαϊτζιδάκη 1995)

Οι πιέσεις στις παράκτιες περιοχές αφορούν σε πιέσεις στην ποιότητα, ποσότητα και λειτουργία των φυσικών οικοσυστημάτων (ρύπανση, διάβρωση ακτών, καταστροφή ενδιαιτημάτων κα.), αλλά και σε πιέσεις προς το ανθρωπογενές περιβάλλον, που προέρχονται από τις ανταγωνιστικές και χωρίς σχεδιασμό χρήσεις (Δημοπούλου et al., 2007).

Στην συνέχεια παρουσιάζονται σε πίνακες και διαγράμματα τα στατιστικά στοιχεία για τις χρονιές του 2005,2010,2015. Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η καταμέτρηση των επιστημονικών άρθρων που έχουν δημοσιευθεί για κάθε χρονιά ξεχωριστά. Βασική προϋπόθεση ήταν η περιγραφή του καθενός από αυτά να αναφερόταν στην παρακολούθηση της παράκτιας ζώνης με την συμβολή μιας ή και περισσότερων μεθόδων. Ένα δεύτερο στάδιο της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η κατάταξη του καθενός από τα προαναφερθέντα στάδια σε μια κύρια κατηγορία ανάλογα με την θεματολογία την οποία πραγματευότανε. Οι κυριότερες ομάδες κατηγοριών που αναφέρονται στην συνέχεια είναι αυτή της παράκτιας διάβρωσης(coastal erosion),της ρύπανσης των παράκτιων υδάτων και δημιουργία ευτροφικών συνθηκών, η κλιματική αλλαγή έχοντας ως άμεση συνέπεια την αύξηση της στάθμης της θάλασσας, την γεωμορφολογία και τις φυσικές μεταβολές στο παράκτιο περιβάλλον, η εναπόθεση ιζημάτων, η αμμοληψία και τέλος η μεταβολή της παράκτιας φυτοκάλυψης. Σημαντικό να τονιστεί είναι ότι αρκετά επιστημονικά άρθρα τα οποία είχαν ναι μεν ξεκάθαρη αναφορά στην παρακολούθηση της ακτογραμμής με την

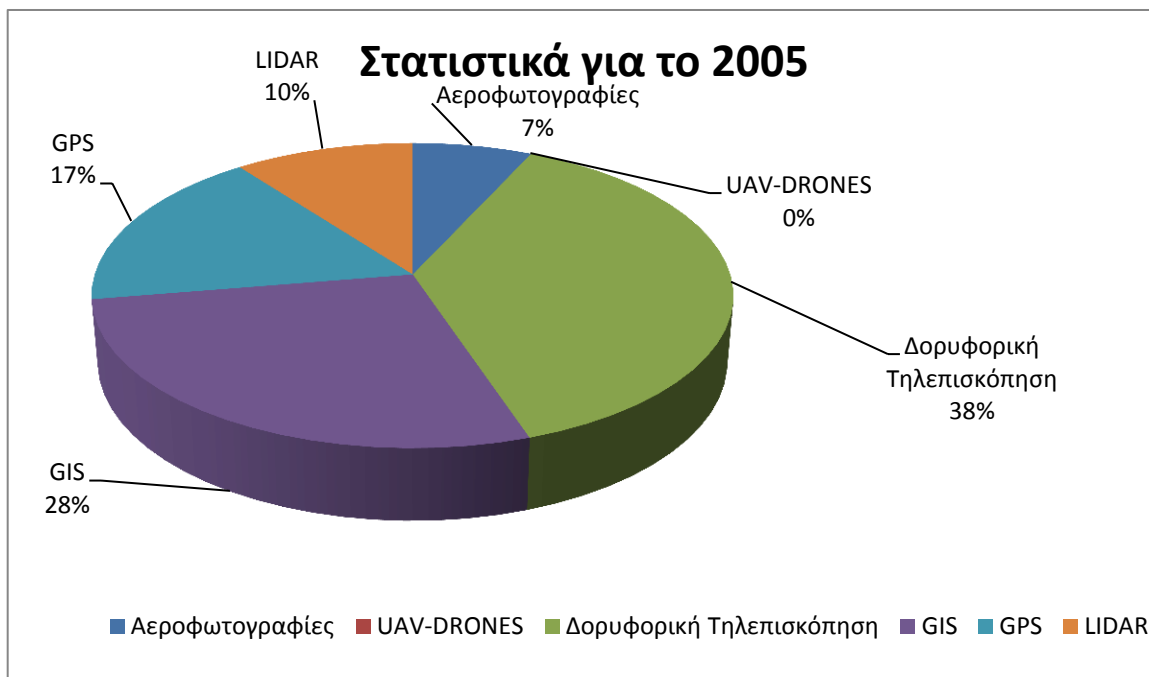
συμβολή των μεθόδων γεωπληροφορικής,αφετέρου όμως δεν μπορούσαν να καταταχθούν σε μια από τις άνω κατηγορίες. Για τον λόγο αυτό μια τελευταία κατηγορία είναι αυτή του Monitoring όπου και έχουν καταταχθεί το σύνολο των άρθρων που δεν μπορούσαν να υπαχθούν σε κάποια από τις άλλες κατηγορίες.

5.2 Στατιστικά στοιχεία για το έτος 2005

Στον ακόλουθο πίνακα 49 παρουσιάζονται τα στοιχεία που αντλήθηκαν από την εφαρμογή του Science direct για το έτος 2005.

Πίνακας 49: Στατιστικά στοιχεία για το έτος 2005

Στατιστικά στοιχεία για το 2005									
Μεθόδοι Γεωπληροφορικής	Papers	Papers για παράκτια διάβρωση	Papers για Ανθρώπινες επεμβάσεις	Papers για την Γεωμορφολογία & φυσικές μεταβολές	Paper για τον ευτροφισμό και την ποιότητα νερού	Papers για την κλιματική αλλαγή	Papers για αμοληψία	Papers για Monitoring	Papers για την εναπόθεση ιζημάτων
Αεροφωτογραφίες	2	0	1	1	0	0	0	0	0
UAV-DRONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	11	1	0	1	4	1	0	3	1
GIS	8	0	2	1	3	0	1	1	0
GPS	5	1	0	1	0	0	1	2	0
LIDAR	3	1	0	0	0	0	1	1	0
Σύνολο	29	3	3	4	7	1	3	7	1

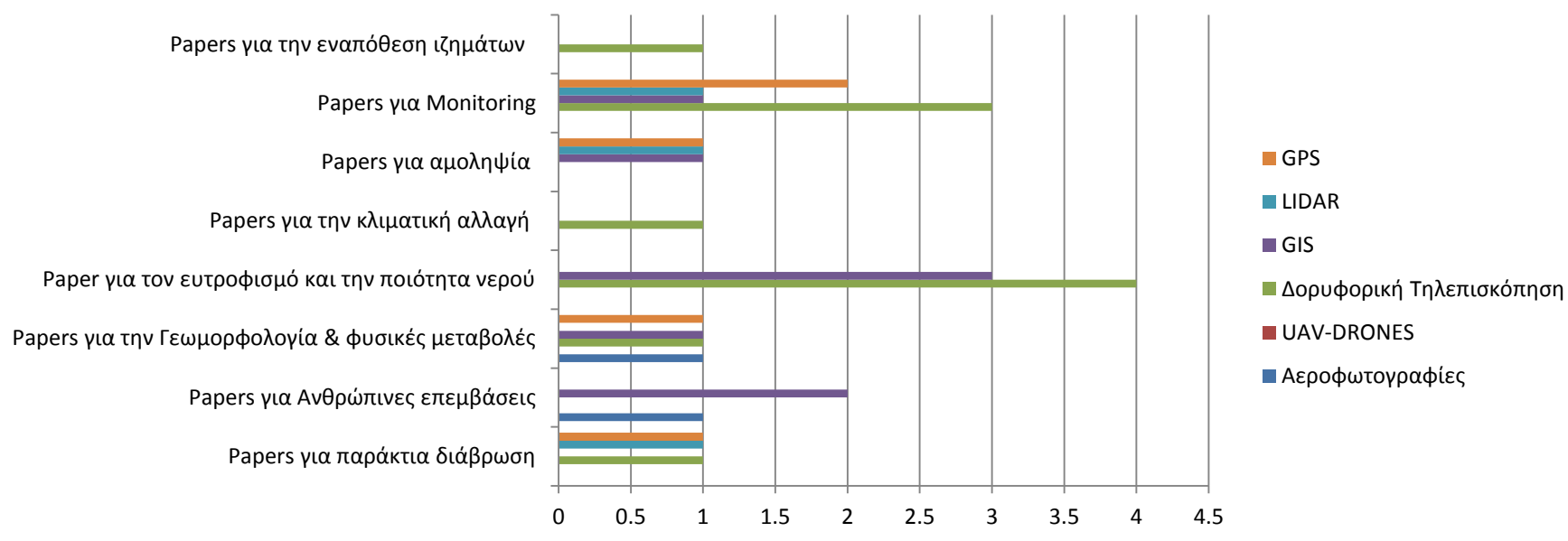


Εικόνα 95: διάγραμμα στατιστικών για το έτος 2005

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία για το έτος 2005 (εικόνα 95), παρατηρείται ότι για ένα μεγάλο μέρος της παρακολούθησης σε ποσοστό της τάξεως του 66% πραγματοποιείται με δορυφορική τηλεπισκόπηση (38%) και την χρήση του GIS (28%). Ενώ ακολουθούν σε μικρότερα ποσοστά η χρήση του GPS του Lidar και των αεροφωτογραφιών. Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ότι μηδενικό ποσοστό παρατηρείται στην μέθοδο παρακολούθησης με UAV Drones. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη όπως μεταφράζεται στα ελληνικά δεν αποτελεί όπως φαίνεται από τα στοιχεία γνωστικό αντικείμενο για την επιστημονική κοινότητα ακόμα. Η συγκεκριμένη τεχνική όπως θα δούμε και στην συνέχεια, άρχισε να χρησιμοποιείται για παρακολούθηση από το 2014.

Πιο συγκεκριμένα αναφέρεται παρακάτω (εικόνα 96) η συχνότητα χρήσης της κάθε μεθόδου σε ορισμένα βασικά περιβαλλοντικά ζητήματα που λαμβάνουν χώρα στην ακτογραμμή ή έχουν άμεση επίπτωση σε αυτήν. Σύμφωνα με το ακόλουθο διάγραμμα σημαντικό είναι να τονιστεί ότι για ένα μείζον ζήτημα όπως είναι η ρύπανση του υδάτινου οικοσυστήματος λόγω της ναυσιπλοΐας, αλλά και των θαλάσσιων ατυχημάτων που είναι συνήθη και συχνά βασικές πηγές ρύπανσης από πετρέλαιο, ενώ έχουν κίνδυνο για την εισαγωγή ανεπιθύμητων οργανισμών. Η αναζήτηση και εξόρυξη πετρελαίου από τη θάλασσα αποτελεί μικρή πηγή ρύπανσης της παράκτιας ζώνης (Καλαϊτζιδάκη 1995). Παρακολουθείται κυρίως με δορυφορικές εικόνες και στην συνέχεια με την χρησιμοποίηση εργαλείων του GIS.

Αναλογία σε Papers ανά μέθοδο για το 2005



Εικόνα 96: Ραβδόγραμμα με την αναλογία Paper ανά μέθοδο για το έτος 2005

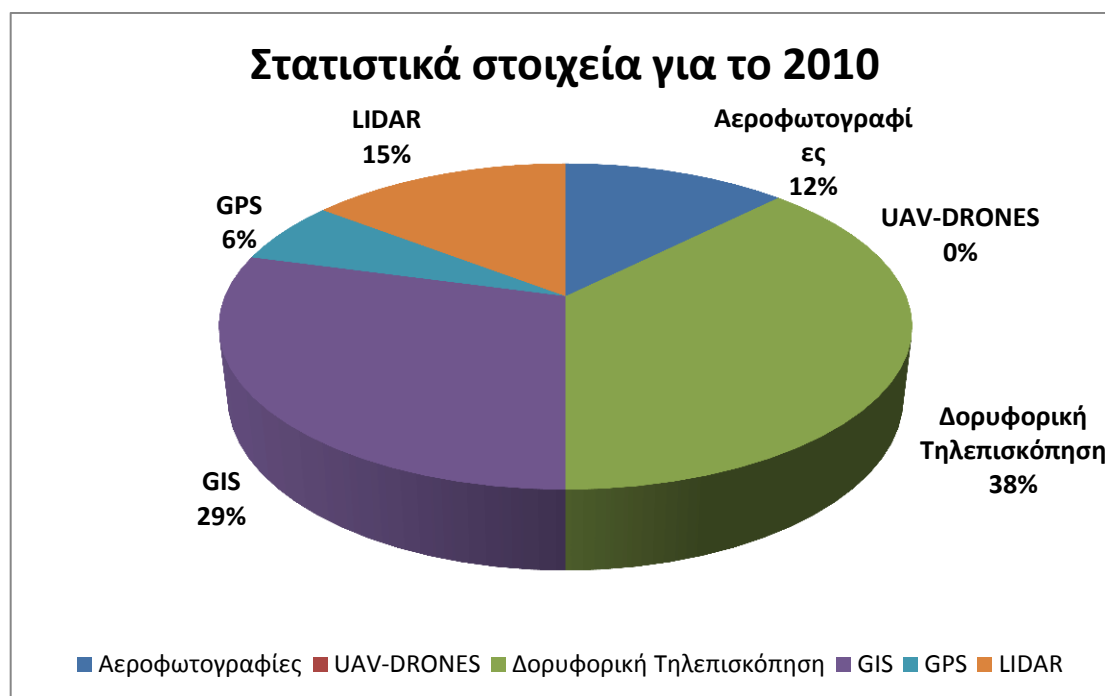
5.3 Στατιστικά στοιχεία για το έτος 2010

Στον ακόλουθο πίνακα 50 παρουσιάζονται τα στοιχεία που αντλήθηκαν από την εφαρμογή του Science direct για το έτος 2010.

Πίνακας 50: Στατιστικά στοιχεία για το έτος 2010

Στατιστικά στοιχεία για το 2010									
Μεθόδοι Γεωπληροφορικής	Papers	Papers για παράκτια διάβρωση	Papers για Ανθρώπινες επεμβάσεις	Papers για την Γεωμορφολογία & φυσικές μεταβολές	Paper για τον ευτροφισμό και την ποιότητα νερού	Papers για την κλιματική αλλαγή	Papers για αμοληψία	Papers για Monitoring	Papers για την εναπόθεση ιζημάτων
Αεροφωτογραφίες	6	1	1	3	0	0	1	0	0
UAV-DRONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	18	2	3	2	7	0	0	2	2
GIS	14	3	2	5	0	1	1	2	0
GPS	3	1	0	0	0	1	0	1	0
LIDAR	7	0	1	2	0	1	0	3	0
Σύνολο	48	7	7	12	7	3	2	8	2

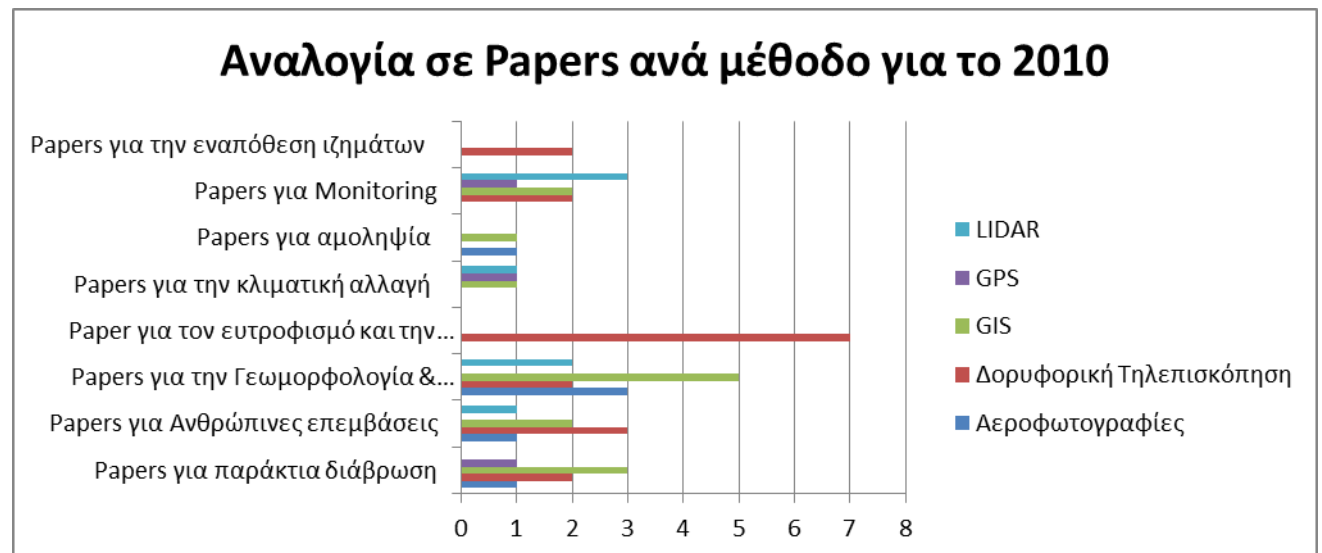
Μετά από πέντε χρόνια παρατηρείται σημαντική αύξηση στην χρήση μεθόδων γεωπληροφορικής στην παρακολούθηση διαχρονικών φαινομένων και ζητημάτων που συμβαίνουν πάνω ή κοντά στην ακτογραμμή και έχουν άμεση επίπτωση σε αυτήν. Μόνο για το 2005 είχαν βρεθεί ότι 29 επιστημονικά άρθρα πραγματευόντουσαν τέτοια ζητήματα ενώ για το 2010 τα άρθρα έφτασαν τα 48. Μέσα στα οποία σημαντικό μέρος και πάλι καταλαμβάνει η δορυφορική τηλεπισκόπηση σε ποσοστό 38% και το GIS να ακολουθεί με εξίσου μεγάλο ποσοστό της τάξεως του 29%(εικόνα 97). Σε ποιο μικρά ποσοστά χρήσης κυμαίνονται οι υπόλοιπες μέθοδοι όπως τα Lidar σε ποσοστό 15%, οι αεροφωτογραφίες σε ποσοστό 12% και το GPS σε ποσοστό 6%. Για ακόμη μια φορά όπως και για το 2005 ίσχυε το ίδιο, η τεχνική των μην επανδρωμένων αεροσκαφών (UAV-Drones) δεν ενδείκνυται λόγω του ότι ίσως δεν αποτελούσε ακόμη μια ώριμη τεχνική παρακολούθησης.



Εικόνα 97: Διάγραμμα στατιστικών για το έτος 2010

Στην συνέχεια γίνεται λόγος για τις επιμέρους κατηγορίες άρθρων και για τις διάφορες μεθόδους που έχουν χρησιμοποιηθεί σε αυτές (εικόνα 98). Για την συγκεκριμένη χρονιά αξίζει να σταθεί κάποιος σε 4 βασικές κατηγορίες άρθρων τα οποία είναι για την ποιότητα νερού και τον ευτροφισμό που έγινε λόγος και στην προηγούμενη παράγραφο (βλέπε στατιστικά για το έτος 2005), για την παράκτια διάβρωση, τις ανθρώπινες επεμβάσεις και τις διάφορες φυσικές και γεωμορφολογικές μεταβολές που υφίστανται κατά μήκος της ακτογραμμής. Ποιο συγκεκριμένα με την μέθοδο της δορυφορικής τηλεπισκόπησης παρακολουθήθηκε το 100% των άρθρων που είχαν αναφορά για την ρύπανση των παράκτιων υδάτων με επακόλουθο τον ευτροφισμό. Για το φαινόμενο της παράκτιας διάβρωσης που

αξίζει να αναφερθεί ότι προκαλείται από τα θαλάσσια ρεύματα και την παλίρροια, την δράση των κυμάτων και του ανέμου και είναι ένα φυσικό φαινόμενο σε πολλά μέρη των Ευρωπαϊκών ακτών (Καλαϊτζιδάκη 1995). Και για το οποίο έγινε χρήση περισσότερο της μεθόδου του GIS και της δορυφορικής τηλεπισκόπησης, και σε μικρότερο ποσοστό από αεροφωτογραφίες και το GPS.



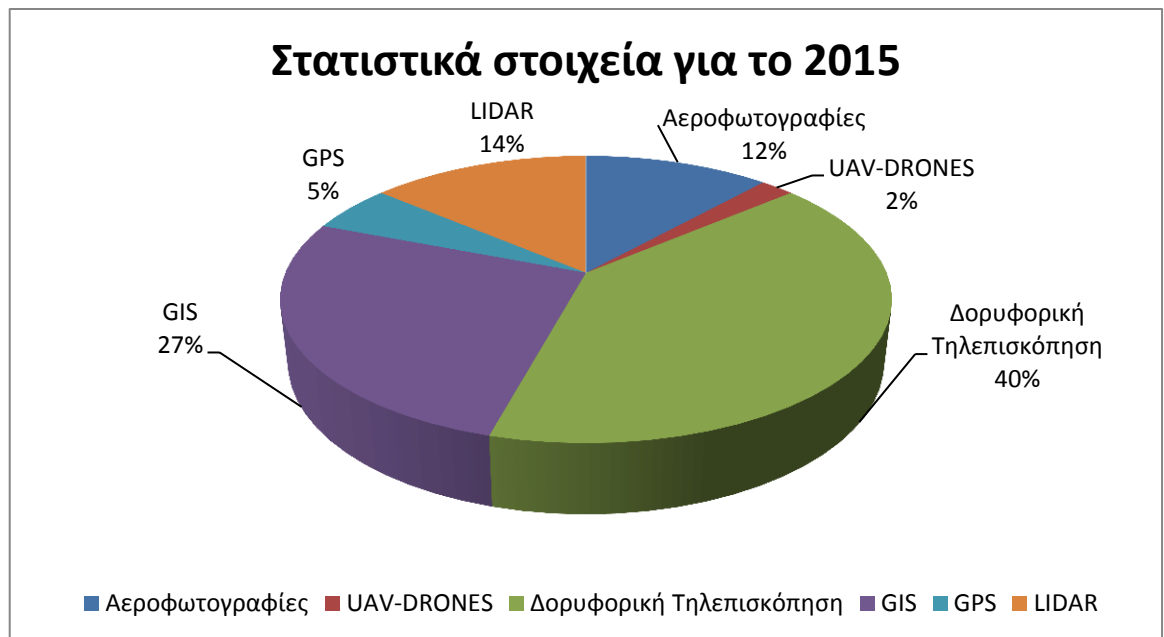
Εικόνα 98: Ραβδόγραμμα με την αναλογία paper ανά μέθοδο για το έτος 2010

5.4 Στατιστικά στοιχεία για το έτος 2015

Στον ακόλουθο (πίνακα 51) παρουσιάζονται τα στοιχεία που αντλήθηκαν από την εφαρμογή του Science direct για το έτος 2015.

Πίνακας 51: Στατιστικά στοιχεία για το 2015

Στατιστικά στοιχεία για το 2015										
Μεθόδοι Γεωπληροφορικής	Papers	Papers για παράκτια διάβρωση	Papers για Ανθρώπινες επεμβάσεις	Papers για την Γεωμορφολογία & φυσικές μεταβολές	Paper για τον ευτροφισμό και την ποιότητα νερού	Papers για την κλιματική αλλαγή	Papers για αμοληψία	Papers για Monitoring	Papers για την εναπόθεση ιζημάτων	Παράκτια Βλάστηση
Αεροφωτογραφίες	11	4	2	1	0	1	1	0	2	0
UAV-DRONES	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	38	3	5	3	10	2	1	9	2	3
GIS	25	5	8	2	1	6	0	2	0	1
GPS	5	1	1	2	0	0	0	1	0	0
LIDAR	13	3	1	3	0	3	0	1	0	2
Σύνολο	94	17	18	11	11	12	2	13	4	6



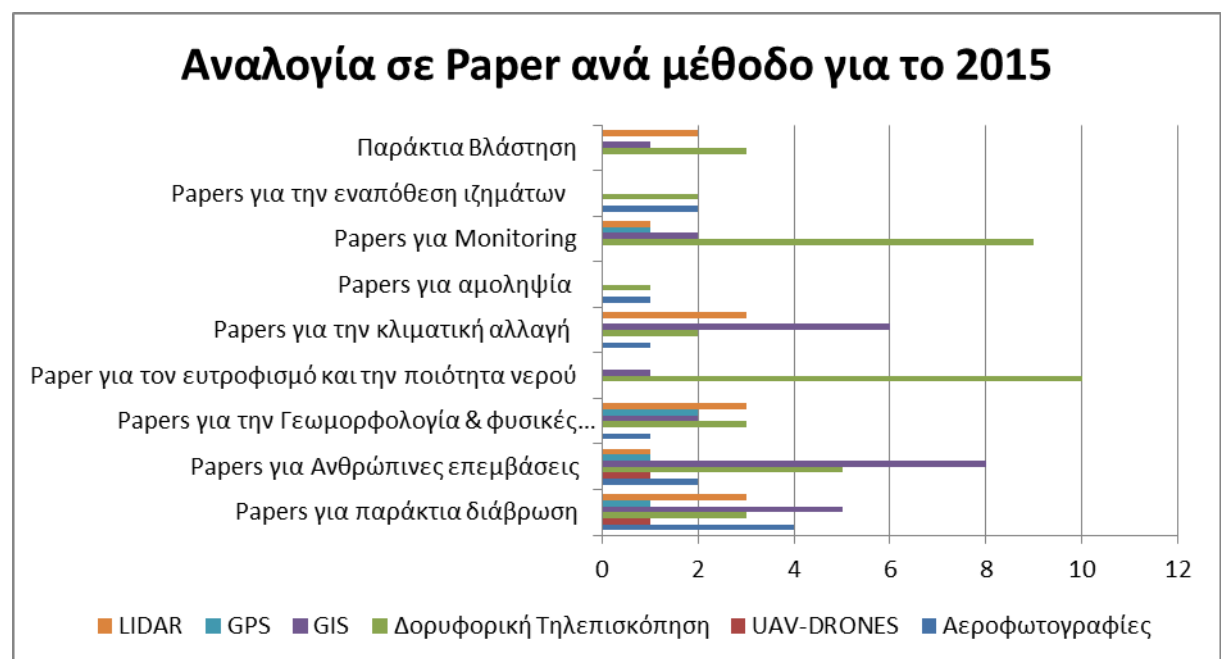
Εικόνα 99: Διάγραμμα στατιστικών για το έτος 2015

Στο διάγραμμα που παρουσιάζεται αναλύει σε ποσοστιαία κλίμακα την χρήση της κάθε μιας μεθόδου (εικόνα 99). Αρχικά αξίζει να σημειωθεί ότι για το συγκεκριμένο έτος θα αναφερθούμε και στην μέθοδο των UAV-Drones για την οποία δεν είχαμε αναφερθεί σε προηγούμενες χρονιές. Στην συνέχεια λόγος θα γίνει για τα 2 υψηλά ποσοστά αυτό της δορυφορικής τηλεπισκόπησης (40%) και του GIS (27%). Από τις προηγούμενες χρονιές ήταν γνωστό ότι αυτές οι μέθοδοι ήταν οι κυρίαρχες στην παρακολούθηση της παράκτιας ζώνης. Έπειτα ακολουθούν σε μικρότερα ποσοστά οι υπόλοιπες μέθοδοι όπως τα Lidar, Aerial photo, GPS, UAV-Drones.

Εστιάζοντας σε ποιο αναλυτικά στοιχεία της συγκεκριμένης έρευνας (Εικόνα 100) παρατηρείται ότι. Για την παρακολούθηση της ρύπανσης των υδάτων δημιουργώντας μετέπειτα ευτροφικές συνθήκες στα παράκτια ύδατα, χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο η μέθοδος της δορυφορικής τηλεπισκόπησης (σε ποσοστό 90%). Ενώ σε ποσοστό της τάξεως του (9-10%) κυμαίνεται η χρήση του GIS, εργαλείο εξίσου απαραίτητο για την εισαγωγή σε αυτό δεδομένων με σκοπό την επεξεργασία την ανάλυση και τέλος την λήψη αποφάσεων.

Συνεχίζοντας την περαιτέρω μελέτη του διαγράμματος (εικόνα 100), σημείο που αξίζει να σχολιαστεί αποτελεί η παράκτια διάβρωση. Σύμφωνα με μελέτη της Ευρωπαϊκής Κομισιόν με τίτλο «Living with coastal erosion in Europe, results from the erosion study» παράκτια διάβρωση είναι η καταπάτηση του εδάφους δίπλα στην θάλασσα (παράκτιο έδαφος) και το οποίο μετριέται με τον υπολογισμό του μέσου όρου κατά την διάρκεια μιας περιόδου. Η περίοδος αυτή είναι μεγάλη ώστε να μπορέσει να αποβάλει τις επιδράσεις του καιρού, από θύελλες κ.α.. Συνήθως είναι αποτέλεσμα συνδυασμού δυο παραγόντων φυσικών και

ανθρωπογενών επιπτώσεων. Φυσικοί παράγοντες όπως ο άνεμος και οι καταιγίδες, η αύξηση της στάθμης της θάλασσας. Ενώ ανθρωπογενείς παράγοντες όπως επεμβάσεις στην ακτή δλδ με την κατασκευή φραγμάτων. Η δορυφορική τηλεπισκόπηση, GIS, οι αεροφωτογραφίες κυρίως και σε μικρότερο ποσοστό τα UAV Drones, Lidar, GPS αποτελούν τεχνικές παρακολούθησης της παράκτιας διάβρωσης και των ανθρώπινων επεμβάσεων επάνω στην ακτογραμμή. Σπουδαίο και εξίσου σημαντικό ζήτημα είναι και η κλιματική αλλαγή. Το κλίμα μπορεί να έχει σοβαρές άμεσες και έμμεσες επιδράσεις στο παράκτιο περιβάλλον. Περιστασιακές καταιγίδες μπορεί να έχουν καταστροφικές συνέπειες ενώ οι έμμεσες επιδράσεις των κλιματικών αλλαγών με την ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης προβλέπεται να προκαλέσουν πιθανά σοβαρές καταστροφές σε διάφορες παράλιες περιοχές κατά μήκος των Ευρωπαϊκών ακτών (Καλαϊτζιδάκη 1995). Στην προκειμένη περίπτωση το GIS είναι η κυρίαρχος μέθοδος για την διαχρονική αξιοποίηση στοιχείων. Ακολουθούν τα Lidar, οι αεροφωτογραφίες και τέλος η δορυφορική τηλεπισκόπηση.



Εικόνα 100: Ραβδόγραμμα με την αναλογία paper ανά μέθοδο για το έτος 2015

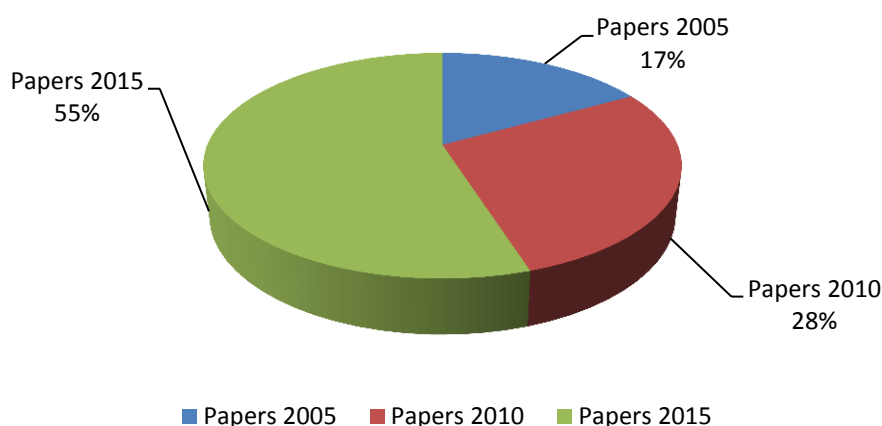
5.5 Στατιστικά στοιχεία ανά πενταετία

Πίνακας 52: Συμβολή των μεθόδων γεωπληροφορικής ανά πενταετία

Μεθόδοι Γεωπληροφορικής	Papers 2005	Papers 2010	Papers 2015
Αεροφωτογραφίες	2	6	11
UAV-DRONES	0	0	2
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	11	18	38
GIS	8	14	25
GPS	5	3	5
LIDAR	3	7	13
Σύνολο	29	48	94

Συγκρίνοντας τις τρεις χρονιές (2005,2010,2015) διαπιστώνεται ένας υπερδιπλασιασμός σε βάθος δεκαετίας των επιστημονικών άρθρων που αναφέρονται στην παράκτια ζώνη. Και τα οποία χρησιμοποιούν τις μεθόδους της γεωπληροφορικής ως μέσα για την παρακολούθηση αυτών διαχρονικά. Αρχικά ανατρέχοντας σε papers του 2005 διαπιστώθηκε ότι γενικά οι μέθοδοι της γεωπληροφορικής δεν ήταν τόσο πολύ διαδεδομένες ώστε να γίνεται ευρεία χρήση τους. Για τον λόγο αυτό και αντλήθηκαν μονάχα 29 στοιχεία που αντιστοιχεί στο 17% των συνολικών αρχείων (εικόνα 101). Σημειώνοντας πως τα Lidar οι αεροφωτογραφίες και ειδικά τα UAV Drones ήταν σε πολύ πρώιμο στάδιο και για αυτό δεν χρησιμοποιούνταν για την παρακολούθηση της ακτογραμμής. Συνεχίζοντας με τα επιστημονικά άρθρα που δημοσιεύθηκαν το 2010, παρατηρείται ότι περισσότερα άρθρα ανά μέθοδο έχουν δημοσιευθεί σ' αυτήν την χρονιά. Δείχνοντας με αυτό τον τρόπο την ωρίμανση και την ποιο ευρεία χρήση των μεθόδων στην παρακολούθηση της παράκτιας ζώνης. Φθάνοντας στο τέλος στο 2015 όπου και έχουμε το 55% των επιστημονικών άρθρων. Την χρονιά αυτή αξίζει να σημειωθεί η παρουσία μιας νέας για τα δεδομένα τεχνικής, αυτής του UAV –DRONES. Τα UAV- DRONES είτε δεν ήταν γνωστά για την επιστημονική κοινότητα είτε δεν είχαν ερευνηθεί οι δυνατότητες του. Με αποτέλεσμα να μην γίνεται χρήση του τα προηγούμενα χρόνια και συνεπώς να μην υπάρχει κάποιο άρθρο που να την αναφέρει ως μια μέθοδο παρακολούθησης.

Σύγκριση Papers ανά πενταετία από 2005-2015



Εικόνα 101: Διάγραμμα στατιστικών για την πενταετία 2005-2015

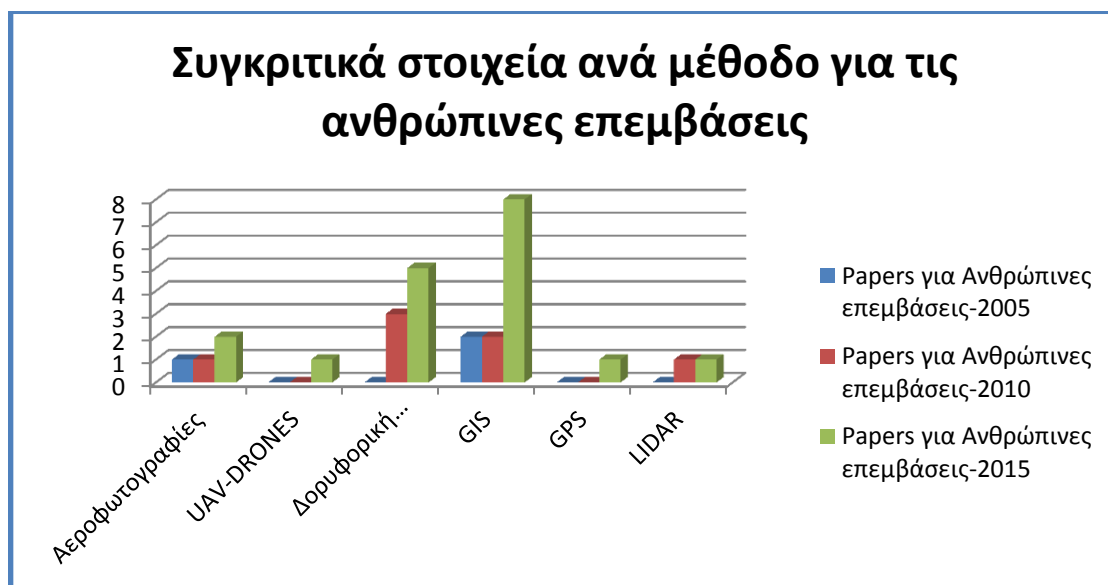
5.5.1 Ανθρώπινες επεμβάσεις

Πίνακας 53: Συγκριτικά στοιχεία για τις ανθρώπινες επεμβάσεις (2005-2015) ανά μέθοδο

Μεθόδους Γεωπληροφορικής	Papers για Ανθρώπινες επεμβάσεις- 2005	Papers για Ανθρώπινες επεμβάσεις- 2010	Papers για Ανθρώπινες επεμβάσεις- 2015
Αεροφωτογραφίες	1	1	2
UAV-DRONES	0	0	1
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	0	3	5
GIS	2	2	8
GPS	0	0	1
LIDAR	0	1	1

Η υψηλή συγκέντρωση πληθυσμού και δραστηριοτήτων είναι ο βασικός παράγων περιβαλλοντικής πίεσης στις παράκτιες ζώνες. Οι αναπτυξιακές διεργασίες των ανθρώπων έχουν αυξήσει τις πιέσεις στο παράκτιο περιβάλλον τα τελευταία χρόνια. Οι πιέσεις επεκτείνονται πλέον σε πολύ μεγαλύτερο μήκος ακτών, αφού υπάρχει η δυνατότητα ευκολότερης πρόσβασης σε μέχρι πρότινος απρόσιτες παραλίες και νησίδες. Πολλές παράκτιες ζώνες σήμερα υφίστανται έντονη περιβαλλοντική πίεση από τουριστικές ή παραθεριστικές χρήσεις. Οι αυξημένες καταναλωτικές απαιτήσεις μεσαίων ή μικρομεσαίων κοινωνικών στρωμάτων που έχουν επωφεληθεί σημαντικά από την οικονομική ανάπτυξη των τελευταίων δεκαετιών αυξάνουν κατακόρυφα τις πιέσεις στις ακτές (Χατζημπίρος-Παναγιωτίδης). Σύμφωνα με τα στοιχεία του (πίνακα 65 και του διαγράμματος της εικόνας 102) παρατηρείται ότι οι κυριότερες μέθοδοι παρακολούθησης διαχρονικά (2005-2015)

είναι η δορυφορική τηλεπισκόπηση, GIS και οι αεροφωτογραφίες. Σε μικρότερο ποσοστό κυμαίνεται η χρήση των μεθόδων των GPS, Lidar UAV DRONES ίσως γιατί αποτελεί και μια νέα μέθοδο.



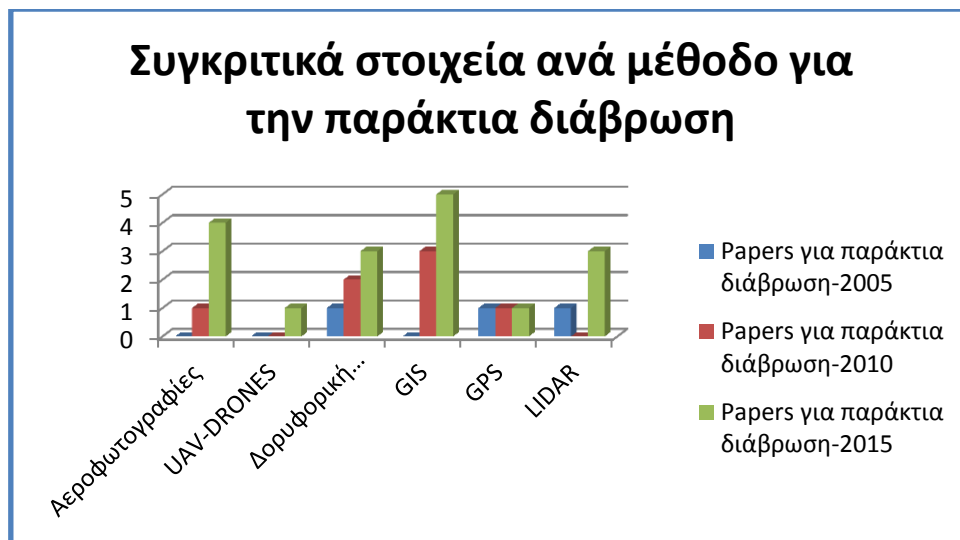
Εικόνα 102: Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις

5.5.2 Παράκτια διάβρωση

Πίνακας 54: Συγκριτικά στοιχεία για την παράκτια διάβρωση (2005-2015) ανά μέθοδο

Μεθόδους Γεωπληροφορικής	Papers για παράκτια διάβρωση-2005	Papers για παράκτια διάβρωση-2010	Papers για παράκτια διάβρωση-2015
Αεροφωτογραφίες	0	1	4
UAV-DRONES	0	0	1
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	1	2	3
GIS	0	3	5
GPS	1	1	1
LIDAR	1	0	3

Η διάβρωση προκαλείται σε μεγάλο βαθμό από την ανθρώπινη παρέμβαση, κυρίως από τις υπερβολικές κατασκευαστικές και άλλες αναπτυξιακές δραστηριότητες. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και η μεγάλη συχνότητα καταιγίδων και πλημμύρων έχουν επιδεινώσει το πρόβλημα. Οι κυριότερες μέθοδοι παρακολούθησης της παράκτιας διάβρωσης είναι με αεροφωτογραφίες, δορυφορική τηλεπισκόπηση και το GIS (Διάγραμμα της εικόνας 103). Από το 2015 μπορεί να παρακολουθηθεί και με την χρήση του UAV-Drones. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι αποτελεί διαχρονικά ένα μείζων περιβαλλοντικό ζήτημα.



Εικόνα 103: Συγκριτικά στοιχεία (2005-2015) ανά μέθοδο για την παράκτια διάβρωση

5.5.3 Γεωμορφολογία και φυσικές μεταβολές

Πίνακας 55: Συγκριτικά στοιχεία για τις φυσικές μεταβολές (2005-2015) ανά μέθοδο

Μεθόδους Γεωπληροφορικής	Papers για την Γεωμορφολογία & φυσικές μεταβολές-2005	Papers για την Γεωμορφολογία & φυσικές μεταβολές-2010	Papers για την Γεωμορφολογία & φυσικές μεταβολές-2015
Αεροφωτογραφίες	1	3	1
UAV-DRONES	0	0	0
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	1	2	3
GIS	1	5	2
GPS	1	0	2
LIDAR	0	2	3

Κατά την διάρκεια των γεωλογικών χρόνων, οι κατακόρυφες μετακινήσεις του στερεού φλοιού της Γης σε συνδυασμό με την κάθοδο ή η άνοδο της στάθμης της θάλασσας (π.χ. κατά τις παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις περιόδους), είχαν ως αποτέλεσμα την ανάδυση ή κατάδυση των ακτών. Ομοίως, φυσικά φαινόμενα βραδείας εξέλιξης όπως η διάβρωση ή ταχεία δράσης όπως οι πλημμύρες και οι σεισμοί μεταβάλλουν την ακτογραμμή (Χατζημπίρος –Παναγιωτίδης, 2004). Σύμφωνα με τα συγκριτικά στοιχεία του διαγράμματος της εικόνας 104 παρατηρείται ότι οι διάφορες γεωμορφολογικές μεταβολές που λαμβάνουν

χώρα στις ακτές παρακολουθούνται κυρίως με την χρήση μεθόδων όπως αυτή του GIS. Η συμβολή των υπολοίπων τεχνικών κυμαίνεται σε μικρότερα ποσοστά.



Εικόνα 104: Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για την γεωμορφολογία και τις φυσικές μεταβολές

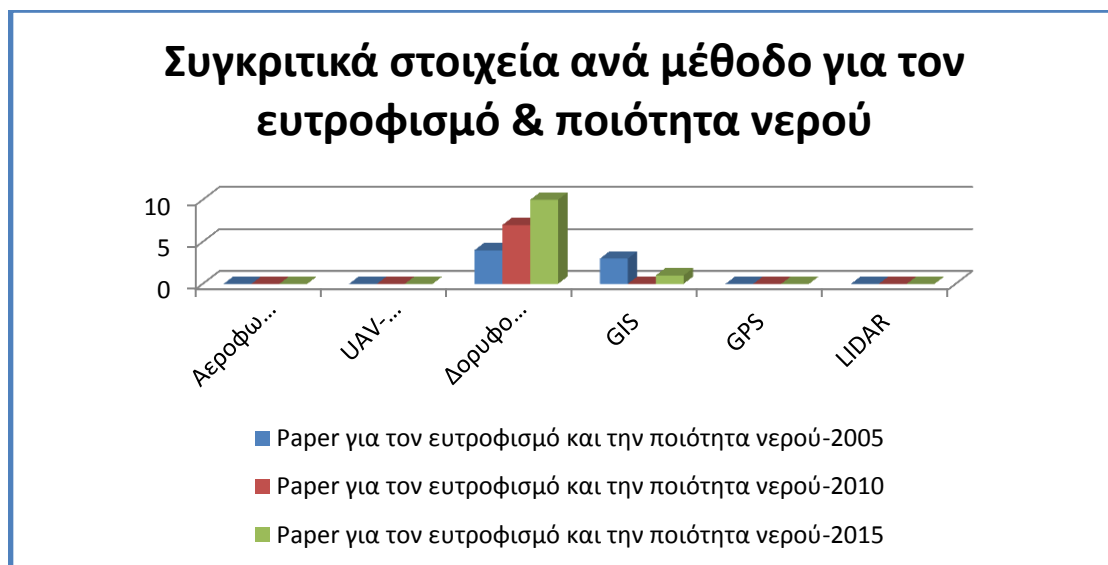
5.5.4 Ευτροφισμός και ποιότητα νερού

Πίνακας 56: Συγκριτικά στοιχεία για τον ευτροφισμό και την ποιότητα νερού (2005-2015) ανά μέθοδο

Μεθόδους Γεωπληροφορικής	Paper για τον ευτροφισμό και την ποιότητα νερού-2005	Paper για τον ευτροφισμό και την ποιότητα νερού-2010	Paper για τον ευτροφισμό και την ποιότητα νερού-2015
Αεροφωτογραφίες	0	0	0
UAV-DRONES	0	0	0
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	4	7	10
GIS	3	0	1
GPS	0	0	0
LIDAR	0	0	0

Η ρύπανση των θαλασσών και η υποβάθμιση των παράκτιων περιοχών είναι ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη μας. Η ρύπανση στην παράκτια ζώνη είναι κυρίως αποτέλεσμα της απόρριψης μολυσμένων φορτίων στα νερά και έχουν βλαβερές συνέπειες στα φυτά και τα ζώα, στην ανθρώπινη υγεία, εμποδίζουν άλλες θαλάσσιες δραστηριότητες όπως την αλιεία, μειώνουν την ποιότητα του θαλάσσιου νερού (Καλαϊτζιδάκη 1995). Τα κυριότερα προβλήματα ρύπανσης παρουσιάζονται κατά μήκος των ακτών της θάλασσας, γύρω από μεγάλες πόλεις και βιομηχανικά συγκροτήματα, καθώς και στις περιοχές που γειτνιάζουν με εκβολές μεγάλων ποταμών, οι οποίοι δέχονται τα νερά πυκνοκατοικημένων ή έντονα καλλιεργημένων περιοχών. Για την παρακολούθηση της

ρύπανσης η δορυφορική μέθοδο σε συνδυασμό με την τεχνική του GIS αποτελούν τις μόνες τεχνικές όπως φαίνεται στην εικόνα 105.



Εικόνα 105: Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για τον ευτροφισμό και την ποιότητα νερού

5.5.5 Κλιματική Αλλαγή

Πίνακας 57: Συγκριτικά στοιχεία για την κλιματική αλλαγή(2005-2015) ανά μέθοδο

Μεθόδους Γεωπληροφορικής	Papers για την κλιματική αλλαγή -2005	Papers για την κλιματική αλλαγή -2010	Papers για την κλιματική αλλαγή -2015
Αεροφωτογραφίες	0	0	1
UAV-DRONES	0	0	0
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	1	0	2
GIS	0	1	6
GPS	0	1	0
LIDAR	0	1	3

Η παγκόσμια κλιματική αλλαγή είναι η αργή μεταβολή του γήινου κλίματος, τόσο μέσω φυσικών όσο και ανθρωπογενών επιδράσεων (Περιβάλλον και ανάπτυξη 2004-2005). Παρουσιάζοντας είτε άμεσα είτε έμμεσα συμπτώματα στο περιβάλλον. Ορισμένα άμεσα συμπτώματα αυτού αποτελούν οι έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές, τα ακραία καιρικά φαινόμενα (Ξηρασία, Βροχοπτώσεις, Χιονοπτώσεις), το λιώσιμο των πάγων στους πόλους αλλά και την αύξηση της στάθμης της θάλασσα. Εστιάζοντας στο τελευταίο μπορεί να αναφερθεί ότι η αύξηση της στάθμης της θάλασσα έχει ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση νησιών και υφάλων. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία που παρουσιάζονται τόσο στον πίνακα 57 όσο και στην εικόνα 106, η συμβολή των μεθόδων της γεωπληροφορικής στην παρακολούθηση αυτού του φαινομένου από το 2015. Τα στοιχεία για τις προηγούμενες

χρονιές (2005-2010) είτε είναι πολύ λίγα είτε δεν υπάρχουν καθόλου. Με την χρήση κυρίως του GIS γίνεται η συλλογή στοιχείων σχετικά με την μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης.



Εικόνα 106: Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για την κλιματική αλλαγή

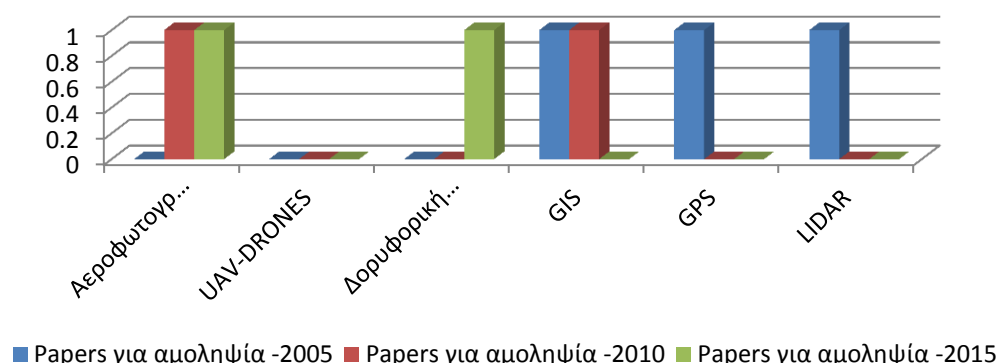
5.5.6 Αμμοληψία

Πίνακας 58: Συγκριτικά στοιχεία για την αμμοληψία(2005-2015) ανά μέθοδο

Μεθόδους Γεωπληροφορικής	Papers για αμμοληψία - 2005	Papers για αμμοληψία -2010	Papers για αμμοληψία - 2015
Αεροφωτογραφίες	0	1	1
UAV-DRONES	0	0	0
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	0	0	1
GIS	1	1	0
GPS	1	0	0
LIDAR	1	0	0

Μια εξίσου σημαντική μεταβολή που λαμβάνει χώρα στο παράκτιο περιβάλλον είναι η αμμοληψία. Η ανθρώπινη επέμβαση στο παράκτιο περιβάλλον, με την έντονη τουριστική ανάπτυξη χωρίς πολλές φορές να έχει προηγηθεί πολεοδομικός σχεδιασμός, την κατασκευή μεγάλων τεχνικών έργων και την ανεξέλεγκτη αμμοληψία, έχει διαταράξει σημαντικά τη φυσική διαδικασία μεταφοράς των ιζημάτων (Κόκκινου 2015). Σύμφωνα με τον πίνακα 58 και με το διάγραμμα της εικόνας 107 τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί από το 2005 -2015 είναι ελάχιστα έως και μηδαμινά. Παρόλα αυτά, η χρήση μεθόδων όπως οι αεροφωτογραφίες, οι δορυφορικές εικόνες και η συμβολή του GIS είναι οι πιο σύνηθες μέθοδοι παρακολούθησης.

Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο για την αμμοληψία



Εικόνα 107: Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για την αμμοληψία

5.5.7 Εναπόθεση ιζημάτων

Πίνακας 59: Συγκριτικά στοιχεία για την εναπόθεση ιζημάτων (2005-2015) ανά μέθοδο

Μεθόδους Γεωπληροφορικής	Papers για την εναπόθεση ιζημάτων -2005	Papers για την εναπόθεση ιζημάτων -2010	Papers για την εναπόθεση ιζημάτων - 2015
Αεροφωτογραφίες	0	0	2
UAV-DRONES	0	0	0
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	1	2	2
GIS	0	0	0
GPS	0	0	0
LIDAR	0	0	0

Τα υλικά που απαντώνται στο παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον παρουσιάζουν μεγάλο εύρος στη διάμετρο τους, από κροκάλες (250-60 mm), χαλίκια (32-4 mm), άμμος (2-0,1 mm), ιλύς (0,03-0,004 mm) και άργιλος (0,002-0,0002 mm) (Κόκκινου 2015). Η πλειονότητα των Ελληνικών ακτών (Παναγιωτίδης και Χατζημπίρος, 2004) ανήκει στην κατηγορία των χαμηλών ακτών, οι οποίες στο εσωτερικό τους τμήμα (προς την ξηρά) παρουσιάζουν μικρές τοπογραφικές ανωμαλίες, ενώ προς τη θάλασσα είναι πιο επίπεδες. Τα κύματα, εξαιτίας της υψηλής τους ενέργειας, αποθέτουν τεράστιους όγκους υλικού, ποικίλου μεγέθους, με αποτέλεσμα να δημιουργείται βαθμίδα, το ύψος της οποίας εξαρτάται και πάλι από την ενέργεια των κυμάτων. Εκτός από τα κύματα, τα θαλάσσια ρεύματα που κινούνται κατά μήκος των ακτών είναι πολύ σημαντικός παράγοντας μεταφοράς και απόθεσης ιζημάτων (Κόκκινου 2015).

Με βάση τα στοιχεία που καταγράφησαν παρατηρείται ότι με την χρήση κυρίως των δορυφορικών εικόνων και των αεροφωτογραφιών γίνεται η παρακολούθηση και η καταγραφή δεδομένων σχετικά με την εναπόθεση ιζημάτων.



Εικόνα 108: Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για την εναπόθεση ιζημάτων

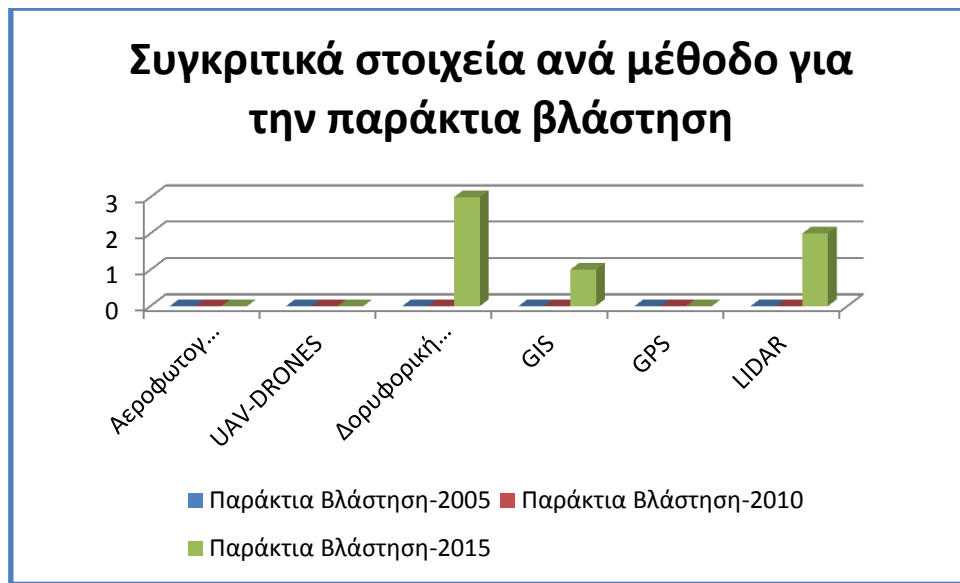
5.5.8 Παράκτια βλάστηση

Πίνακας 60: Συγκριτικά στοιχεία για την παράκτια βλάστηση (2005-2015) ανά μέθοδο

Μεθόδοι Γεωπληροφορικής	Παράκτια Βλάστηση-2005	Παράκτια Βλάστηση-2010	Παράκτια Βλάστηση-2015
Αεροφωτογραφίες	0	0	0
UAV-DRONES	0	0	0
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	0	0	3
GIS	0	0	1
GPS	0	0	0
LIDAR	0	0	2

Η διαχρονική παρακολούθηση των αλλαγών κάλυψης της βλάστησης σε περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές, προϋποθέτει μία σειρά από παραμέτρους, οι οποίες δύσκολα μπορούν να καλυφθούν μόνο με τις επίγειες μεθόδους παρατήρησης στο πεδίο. Η χρήση της τηλεπισκόπησης τις τελευταίες δεκαετίες και ειδικότερα η δορυφορική τηλεπισκόπηση έχει εξελιχθεί, με αποτέλεσμα μία σειρά πλεονεκτημάτων στην παρατήρηση χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων. Η χρήση της δορυφορικής τηλεπισκόπησης (Διάγραμμα της εικόνας 109) για τον έλεγχο των αλλαγών στην επιφάνεια της γης, αποτελεί μία σύγχρονη και εξελισσόμενη μεθοδολογία. Με την εφαρμογή των τεχνολογιών της τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) δίνεται η δυνατότητα για τη συλλογή και ταξινόμηση δεδομένων με μεγαλύτερη συχνότητα, ακρίβεια και παροχή πληροφοριών,

τόσο για τα φασματικά χαρακτηριστικά των στοιχείων κάλυψης / χρήσης γης, όσο και για το χώρο, το σχήμα και το μέγεθός τους (χωρικές πληροφορίες).



Εικόνα 109: Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για την παράκτια βλάστηση

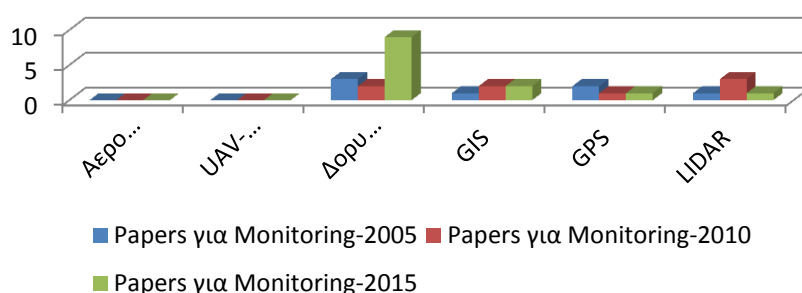
5.5.9 Παρακολούθηση (MONITORING)

Πίνακας 61: Συγκριτικά στοιχεία για το Monitoring (2005-2015) ανά μέθοδο

Μεθόδοι Γεωπληροφορικής	Papers για Monitoring-2005	Papers για Monitoring-2010	Papers για Monitoring-2015
Αεροφωτογραφίες	0	0	0
UAV-DRONES	0	0	0
Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	3	2	9
GIS	1	2	2
GPS	2	1	1
LIDAR	1	3	1

Στην κατηγορία αυτή δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη θεματολογία όπως είναι η διάβρωση, η κλιματική αλλαγή κ.α. Τα επιστημονικά άρθρα τα οποία έχουν ληφθεί υπόψη στην κατηγορία αυτή, είναι κυρίως μελέτες οι οποίες αναφέρονται σε μετρήσεις οι οποίες λαμβάνουν χώρα στο παράκτιο χώρο με μια ή και με περισσότερες τεχνικές. Οι μετρήσεις αυτές έχουν ως άμεσο στόχο για την χαρτογράφηση της εκάστοτε περιοχής. Σύμφωνα με τα στοιχεία που παρουσιάζονται στον πίνακα 59 και στην εικόνα 110, η δορυφορική τηλεπισκόπηση είναι η κυριότερη μέθοδος παρακολούθησης για το 2015. Σε μικρότερα ποσοστά κυμαίνονται οι υπόλοιπες μέθοδοι όπως τα Lidar, GPS, GIS. Τα UAV DRONES είναι μια νέα μέθοδος η οποία άρχισε να χρησιμοποιείται το 2014 για αυτό δικαιολογημένα εμφανίζει μηδενικά στοιχεία για τις χρονιές του 2005 και 2010.

Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο για το Monitoring



Εικόνα 110: Συγκριτικά στοιχεία ανά μέθοδο (2005-2015) για το Monitoring

5.6 Συμπεράσματα

Τέλος, από την μελέτη των πινάκων και διαγραμμάτων στο σύνολο τους προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα.

1. Διαχρονική αύξηση της χρήσης των μεθόδων γεωπληροφορικής από την επιστημονική κοινότητα στην παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος
2. Η αυξανόμενη χρήση των Lidar, GPS, UAV-DRONES στην παρακολούθηση της παράκτιας ζώνης από το 2010
3. Ο συνδυασμός της δορυφορικής τηλεπισκόπησης και του GIS αποτελούν χαρακτηριστικές μέθοδοι γεωπληροφορικής στην διαχρονική παρακολούθηση περιβαλλοντικών ζητημάτων της παράκτιας ζώνης. Όπως αυτά είναι οι ανθρώπινες επεμβάσεις, η παράκτια διάβρωση, και ο ευτροφισμός των παράκτιων υδάτων.
4. Η εισαγωγή της μεθόδου των μη επανδρωμένων αεροσκαφών Uav – drones στην οικογένεια των μεθόδων γεωπληροφορικής από το 2014 και η χρήση αυτού στην παρακολούθηση της ακτογραμμής από χαμηλό υψόμετρο.

Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία που είχε ως στόχο την μελέτη των μεθόδων της γεωπληροφορικής (δορυφορική τηλεπισκόπηση, GIS, GPS, LIDAR, αεροφωτογραφίες και UAV-Drones) και την συνεισφορά τους στην διαχρονική μελέτη του παράκτιου περιβάλλοντος. Το παράκτιο περιβάλλον εκ φύσεως θεωρείται μεταβλητό, οι μεταβολές που λαμβάνουν χώρα σε αυτό άλλοτε οφείλονται σε φυσικά αίτια όπως η κλιματική αλλαγή, οι καταιγίδες και άλλοτε σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις όπως για παράδειγμα σκληρές μεθόδους προστασίας, διάφορες ανθρώπινες κατασκευές κατά μήκος της ακτογραμμής κ.α..

Ποιο συγκεκριμένα αξίζει να αναφερθεί πως η δορυφορική τηλεπισκόπηση αποτελεί την πιο παλαιά και σαφώς πιο διαδεδομένη μέθοδο. Από πολλούς θεωρείται ως μια έγκυρη, αποτελεσματική και οικονομική μέθοδος για την διαχρονική παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος. Να σημειωθεί πως η δορυφορική τηλεπισκόπηση χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια σε διάφορες εφαρμογές. Επίσης, μια άλλη έγκυρη και αποτελεσματική μέθοδος θεωρείται η τεχνική των αεροφωτογραφιών. Οι αεροφωτογραφίες μπορούν να ληφθούν άλλοτε δωρεάν και άλλοτε επί πληρωμή μέσω διαφόρων υπηρεσιών όπως αυτές είναι η Γεωγραφική υπηρεσία στρατού, το εθνικό κτηματολόγιο. Η μελέτη αεροφωτογραφιών που έχουν ληφθεί διαχρονικά μπορεί να οδηγήσει σε συμπεράσματα για τις μεταβολές που υφίστανται το παράκτιο περιβάλλον. Στην προκειμένη περίπτωση η λήψη των δορυφορικών εικόνων έγινε μέσω της εφαρμογής του Google earth δωρεάν και αφορούσε το παραλιακό τμήμα Σταλός- Κολυμβάρι του Νομού Χανίων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως δεκάδες μέτρα ακτογραμμής έχουν χαθεί στο βάθος της δεκαετίας 2005-2015. Οι αιτίες που συνέβαλαν στην παράκτια διάβρωση του τμήματος αυτού είναι ποικίλουν. Η έλλειψη θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού, η εκτεταμένη περιβαλλοντική αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος για την διαμόρφωση χώρων αναψυχής από την ανθρώπινη παρέμβαση σε συνδυασμό με τα έντονα καιρικά φαινόμενα κατά την χειμερινή περίοδο χωρίς να υπάρχει η κατάλληλη υποδομή οδήγησε το παράκτιο περιβάλλον σε υποβάθμιση. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί πως ο συνδυασμός των μεθόδων Γεωπληροφορικής οδηγεί σε πιο αξιόπιστα και ασφαλέστερα συμπεράσματα.

Επιπλέον μέθοδοι όπως τα Lidar και τα UAV-Drones αποτελούν πρόσφατες επιστημονικές εφευρέσεις με αποτέλεσμα τόσο η χρήση τους σε εφαρμογές παρακολούθησης του παράκτιου περιβάλλοντος όσο και η δημοφιλία τους σε ακαδημαϊκό επίπεδο είναι περιορισμένη. Να σημειωθεί πως μόλις ένα χρόνο πριν άρχισε η χρήση των μη επανδρωμένων αεροσκαφών στην παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος σύμφωνα με τα στοιχεία του Sciences Direct. Χαρακτηριστικό των UAV-Drones που το κάνει να διαφέρει από τις άλλες μεθόδους της Γεωπληροφορικής είναι ότι έχει την δυνατότητα να πραγματοποιήσει πτήση σε χαμηλό υψόμετρο (π.χ. σε χώρο δωματίου) και να καταγράψει γεγονότα από μικρή απόσταση. Από στοιχεία που έχουν συλλεχθεί διαχρονικά παρατηρείται πως οι δυο αυτές μέθοδοι έχουν εφαρμογή σε περιβαλλοντικά ζητήματα όπως παράκτια διάβρωση, ανθρώπινες επεμβάσεις, και κλιματική αλλαγή.

Η θετική συμβολή της εργασίας στην διαχρονική παρακολούθηση του παράκτιου περιβάλλοντος συνοψίζεται στην συνέχεια:

- Μελέτη και καταγραφή της τεχνολογίας καθώς και τις εφαρμογές τους στο παράκτιο περιβάλλον για όλες τις μεθόδους της Γεωπληροφορικής
- Ανάδειξη του περιβαλλοντικού ζητήματος της παράκτιας διάβρωσης στο παραλιακό τμήμα Σταλός - Κολυμβάρι μέσω της μελέτης αεροφωτογραφιών από το 2005-2015
- Ανάδειξη της διάδοσης του επιστημονικού αντικειμένου της Γεωπληροφορικής στον ακαδημαϊκό χώρο μέσω της στατιστικής έρευνας που διεξήχθη με την συλλογή ερωτηματολογίων
- Μελέτη του νομοθετικού Ευρωπαϊκού και Ελληνικού πλαισίου για την παράκτια ζώνη
- Ανάδειξη της αυξανόμενης τάσης που σημειώνεται τα τελευταία χρόνια από την χρήση των μεθόδων της Γεωπληροφορικής στην διαχρονική παρακολούθηση διαφόρων περιβαλλοντικών ζητημάτων από στατιστική έρευνα που διεξήχθη στο Sciences Direct (www.sciencedirect.com)

Τέλος, η παρούσα διπλωματική εργασία φιλοδοξεί να αποτελέσει έναν οδικό χάρτη από την πολιτεία στην χρήση των μεθόδων της Γεωπληροφορικής στην διαχρονική παρακολούθηση διαφόρων περιβαλλοντικών ζητημάτων που λαμβάνουν χώρα στο παράκτιο περιβάλλον. Σε επόμενο στάδιο επιβάλετε να έχει δημιουργηθεί το νομοθετικό πλαίσιο το οποίο θα είναι πλήρως εναρμονισμένο με το ήδη υπάρχων Ευρωπαϊκό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Α. Αϊναλή, Ι. Γήτας, Θ. Καταγής, Α. Πολυχρονάκη. "Διαχρονική παρακολούθηση των αλλαγών των χρήσεων γης με τη χρήση Τηλεπισκοπικών δεδομένων περιμετρικά της Λίμνης Κορώνειας στην περιοχή Θεσσαλονίκης", 2013

Αναστασίου Δ., Παπανικολάου Ξ., Μαρίνου Α., Παραδείσης Δ. "Εισαγωγικές σημειώσεις στο Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Global Positioning System (GPS)", Αθήνα, Ιούλιος 2014

Αργιαλάς Δ. «Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση», Διδακτικές Σημειώσεις ΣΑΤΜ, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1998

Βίττης Νικόλαος. «Ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων ζωνών και ελληνική νομοθεσία προτάσεις βελτίωσης της νομοθεσίας κριτήρια εκπόνησης μελετών», διπλωματική εργασία, Απρίλιος 2004

Γεμτός Θεοφάνης, Φούντας ΣΠΥΡΙΔΩΝ. "Γεωργία Ακριβείας", Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα 2016

Γκρίνιας Η., Κοτζινός Δ. «Επισκόπηση των τεχνικών επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνων με εφαρμογή στην γεωπληροφορική», 2010

Δουκάκης Ε. «Ωκεανογραφία», Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα 1998

ΕΥΕΛΠΙΔΟΥ Ν., ΑΝΤΩΝΙΟΥ Β. «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών», Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα 2016

Ευρωπαϊκή επιτροπή, «Οδηγία του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου για την θέσπιση του πλαισίου για τον θαλάσσιο χωροταξικό σχεδιασμό και την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών», 2013

Ευρωπαϊκή Επιτροπή. «Προς μια Ολοκληρωμένη Ευρωπαϊκή Στρατηγική Διαχείρισης των Παράκτιων Ζωνών: Γενικές Αρχές και Επιλογές Πολιτικής, Έγγραφο Προβληματισμού», Λουξεμβούργο 1999

Καλαϊτζιδάκη Μαρία. «Παράκτιες απειλές και διαχείριση», Πανεπιστήμιο Κρήτης ,Εργαστήριο διδακτικής θετικών επιστημών, Ηράκλειο 1995

Καρτάλης Κωνσταντίνος, Φειδάς Χαράλαμπος. «Αρχές και εφαρμογές δορυφορικής τηλεπισκόπησης», Εκδόσεις Βασίλης Γκιούρδας, 2006

Καρτέρης Μ.Α. «Τηλεπισκόπηση περιβάλλοντος» Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογία και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Διαχείρισης και Τηλεπισκόπησης" 2004

Κόκκινου Ελένη. «Περιβαλλοντική γεωλογία και γεωτεχνολογία» τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Τ.Ε.,ΤΕΙ Κρήτης,2015

Μανιάτης Γ. « Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών Γης –Κτηματολογίου», Εκδόσεις Ζήτης, Θεσσαλονίκη 1993

Μαριά Ευπραξία. «Περιβαλλοντική και Τεχνική Νομοθεσία», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Χανιά, Σεπτέμβριος 2012

Μερτίκας Π. Στέλιος . « Τηλεπισκόπηση και ψηφιακή ανάλυση εικόνας» εκδόσεις Ίων,1999

Μιχαηλίδου Α. Σταματία. «ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΑΝΙΧΝΕΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΚΤΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΟ ΧΩΡΟ ΑΠΟ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΣΑΦΟΥΣ ΒΑΣΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΣΕ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΙΚΟΝΩΝ» Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ,2011

Μοσχοβούδη Βασιλική. «Περιβαλλοντικά εργαλεία για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών» Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων μηχανικών, Αριστοτέλειο πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,2009

ΝΙΚΟΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΚΑΤΣΑΝΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ, ΛΑΜΠΡΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ. «ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ» Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα 2016

Περάκης Κωνσταντίνος, Μωυσιάδης Αθανάσιος, Φαρασλής Ιωάννης. «Η Τηλεπισκόπηση σε 13 ενότητες», Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών,2016

Πετρίδης Δ., Κοπασάκης Κ., Διαμαντής Β. «Ολοκληρωμένη διαχείριση παράκτιων ζωνών και προστατευμένων περιοχών», ΤΕΕ περιφερειακό τμήμα Θράκης, Κομοτηνή, Μάρτιος 2010

Σιούτη Π. Γλυκερία. « Εγχειρίδιο δικαίου περιβάλλοντος», εκδόσεις Σακκουλά, 2011

Α. Τζώτσος, Δ. Αργιαλάς. «Σύγχρονες τεχνολογίες τηλεπισκόπησης για την ανίχνευση, καταγραφή, αποτίμηση πυρκαγιών και προστασία των πληγέντων περιοχών»

Τσολάκης Χρήστος .«Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών», Ιανουάριος 2013

Τσουχλαράκη Ανδρονίκη.«Διδακτικές σημειώσεις Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών» Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος Πολυτεχνείου Κρήτης, Χανιά 2001

Φράγκου Μ.«Η ευρωπαϊκή στρατηγική για την διαχείριση των παράκτιων ζωνών και η εφαρμογή της στην Ελλάδα» 1^ο Ελληνοκινεζικό φόρουμ για το περιβάλλον,2009

Χαλκιάς Χρ. «Συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών» τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα 2011

Χατζιμπίρος Κ., Παναγιωτίδης Π. «Παράκτια οικοσυστήματα και ανθρωπογενείς επιπτώσεις στις ακτές, παραδείγματα από την Ελλάδα» Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών,2004

Ξένη Βιβλιογραφία

- Baltsavias, E.P. «Arborne laser scanning: basic relations and formulas ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing»,1999
- Boak, E.H., Turner, I.L. «Shoreline definition and detection: a review. Journal of Coastal Research 21»,2005
- Clark John R. Florida «Coastal Zone Management Handbook», printing CRC Press LLC (imprint by Lewis Publishers), Boca Baton,1999
- Dolan, R., Hayden, B.P., May, P., and May, S.K., «The reliability of shoreline change measurements from aerial photographs. Shore and Beach» ,1980
- Eisenbeiss, H. «A mini unmanned aerial vehicle (UAV): System overview and image acquisition. International Workshop on processing and visualisation using high-resolution imagery. Pitsanulok» Thailand, 2004
- Eisenbeiß, H. « UAV Photogrammetry» Zurich: ETH Zurich,2009
- Eisenbeiss, H.,Sauerbier, M. «Investigation of UAV systems and flight modes for photogrammetric appilications. The Photogrammetric Record»,December,2011
- Eurosion .«Living with coastal erosion in Europe sediment and space for sustainability» European Commission,2004
- Gesch. «The National Elevation Dataset.», In Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual, 2nd Edition, David F. Maune, 2007. Bethesda, MD: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- Giussani, Bruno «Building the World's Largest Scientific Database», New York Times, 1997
- Gogarty, B., & Hagger, M. «The Laws of Man over Vehicles Unmanned: The Legal Response to Robotic Revolution on Sea, Land and Air. Journal of Law, Information and Science»,2008
- M.N. Hegazy, H.A. Effat « Monitoring some environmental impacts of oil industry on coastal zone using different remotely sensed data», June 2010,
- Hyppa J., Wagner W., Hollaus M., Hyppa H..«Airborne laser scanning Euro SDRseminar,3D city buildings extraction»,2007
- Usha Natesan, Anitha Parthasarathy, R. Vishnunath, G. Edwin Jeba Kumar, Vincent A. Ferrer «Monitoring longterm shoreline changes along Tamil Nadu, India using geospatial techniques», INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER RESOURCES, COASTAL AND OCEAN ENGINEERING (ICWRCOE 2015)

Pandian, P. K., Ramesh, S., Murthy, M. V. R., Ramachandran, S.,Thayumanavan, S. « Shoreline changes and near shore processes along Ennore coast, East coast of south India», Journal of Coastal Research, 828-84,2004

Remondino, F., Barazzetti, L., Nex, F., Scaioni, M.,Sarazzi, D. «UAV photogrammetry for mapping and 3D modeling –current status and future perspectives», Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics (σσ. 1-7). Zurich, Switzerland: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences,2011

Schwarz, K.P., N. El-Sheimy,. « Digital Mobile Mapping Systems – State-of-the-Art and Future Trends, Advances in Mobile Mapping Technology»,Eds. Tao and Li, Taylor & Francis, 2007

Turner Ian L., Whyte David, Ruessink B.G. ,Ranasinghe Roshanka. «Observations of rip spacing, persistence and mobility at a long, straight coastline» Marine Geology, Volume 236, Issues 3-4, pp.209-221,2007

UNEP/MAP/PAP, Split, White Paper: Coastal Zone Management in the Mediterranean, Priority Actions Programme, 2001

Vassilakis Emmanuel «Remote Sensing of Environmental Change in the Antirio Deltaic Fan Region, Western Greece»

Wehr A. & Lohr U,«Airborne laser scanning-an introduction and overview ISPR»,1999

Ιστοσελίδες

<http://www.airphotos.gr/aerofotografies.html>