

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΑΠΑΖΙΑΝ ΜΙΛΤΙΑΔΗΣ Α.Μ 4952

ΡΗΓΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α.Μ 4852

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΛΥΚΟΥΡΓΙΩΤΗΣ ΣΩΤΗΡΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ



«ΔΙΚΤΥΑ GNSS ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ»

Πάτρα, 2020



Περιεχόμενα

Εισαγωγή	4
Κεφάλαιο 1: Γενικά	5
1.1 Εισαγωγή στα Παγκόσμια Δορυφορικά Συστήματα Πλοήγησης.....	5
1.2 Σύστημα GPS.....	6
1.2.1 Τα επιμέρους τμήματα του GPS	7
1.3 Σύστημα GLONASS	10
1.4 Σύστημα GALILEO	10
1.5 Σύστημα BeiDou/Compass.....	11
1.6 Χαρακτηριστικά δεκτών GNSS	12
1.6.1 Κεραία του δέκτη.....	12
1.6.2 Κυρίως δέκτης	13
Κεφάλαιο 2: Δίκτυα GNSS	14
2.1 Αρχή λειτουργίας συστημάτων GNSS.....	14
2.2 Μόνιμα δίκτυα GNSS.....	14
2.2.1 Το δίκτυο CORS.....	15
2.2.2 Το δίκτυο IGS.....	16
2.2.3 Το δίκτυο EPN (Euref Permanent Network)	16
2.3 Δικτυακές τεχνικές RTK.....	18
2.3.1 Εικονικοί σταθμοί αναφοράς (VRS)	19
2.3.2 Σταθμοί Μετάδοσης Παραμέτρων Επιφανειακών Διορθώσεων (FKP)	21
2.3.3 Κύριοι και βοηθητικοί σταθμοί (MAC).....	22
2.3.4 Κύριες και βοηθητικές διορθώσεις (IMAX-MAX).....	23
2.4 Μόνιμα δίκτυα στην Ελλάδα	25
2.4.1 Δίκτυο HEPOS	26
2.4.2 Δίκτυο του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών	28
2.4.3 Δίκτυο της εταιρείας Metrica	30
2.4.4 Δίκτυο της εταιρείας Geotech.....	31
Κεφάλαιο 3: Σταθμοί Μελέτης	33
3.1 Τρόπος επεξεργασίας δεδομένων.....	33
3.2 Σταθμός 1: Αταλάντη- Φθιώτιδα.....	34
3.3 Σταθμός 2: Αττική- Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.....	40
3.4 Σταθμός 3: Βαλσαμάτα- Κεφαλονιά.....	45
3.5 Σταθμός 4: Θήρα - Πύργος Καλλίστης	50
3.6 Σταθμός 5: Ιεράπετρα- Κρήτη	57

3.7 Σταθμός 6: Κασσιόπη- Κέρκυρα.....	62
3.8 Σταθμός 7: Κατταβιά- Ρόδος.....	66
3.9 Σταθμός 8: Κλοκοτός- Θεσσαλία.....	71
3.10 Σταθμός 9: Λήμνος.....	76
3.11 Σταθμός 10: Πύλος- Μεσσηνία.....	81
Βιβλιογραφία.....	91
Παράρτημα Α: Πίνακας εικόνων.....	99
Παράρτημα Β: Πίνακας Διαγραμμάτων.....	104
Παράρτημα Γ: Πίνακας Διαδικασίας Αποτελεσμάτων-Υπολογιστικά Φύλλα Excel..	105

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε από κοινού να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας για την πολύτιμη βοήθειά του στην διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Ο καθηγητής μας καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας ήταν παρών σε κάθε εμπόδιο που συναντήσαμε με σκοπό να το ξεπεράσουμε.

Επιπλέον, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους υπεύθυνους των δεδομένων που χρειαστήκαμε του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών για την καθοριστική συνεισφορά τους στο πρακτικό-εργαστηριακό κομμάτι της πτυχιακής μας, αφού με βάση αυτά πορευθήκαμε και καταλήξαμε στα δικά μας συμπεράσματα.

Τέλος, ευχαριστούμε τις οικογένειές μας για την απέραντη στήριξή τους τόσο στο συνολικό διάστημα των σπουδών μας όσο και κατά την συγγραφή του παρόντος έργου.

Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είχε ως στόχο την ανάδειξη και λειτουργία των γεωγραφικών συστημάτων και συστημάτων εντοπισμού και πιο συγκεκριμένα των συστημάτων GNSS. Έτσι αρχικά, κατά το πρώτο-θεωρητικό μέρος της εργασίας ερευνήθηκαν όλες οι μέθοδοι και τα συστήματα που υπάρχουν σε παγκόσμια κλίμακα, τα χαρακτηριστικά και οι διαφορές μεταξύ αυτών. Στην συνέχεια αναλύθηκαν εκτεταμένα οι αρχές λειτουργίας των συστημάτων GNSS και τα επιμέρους στοιχεία αυτών. Τα δίκτυα του βρίσκονται στον ελλαδικό χώρο επίσης παρουσιάζονται στην παρούσα πτυχιακή εργασία.

Το επόμενο μέρος-πρακτικό μέρος της εργασίας αφορά στην επιμέρους επίλυση 10 σταθμών σε όλη την έκταση της Ελλάδας και την εύρεση των μετακινήσεων που έχουν συμβεί στις περιοχές κατά τον χρονικό διάστημα 2007 έως 2018. Οι πληροφορίες για τις μετακινήσεις έγιναν με την βοήθεια και την χρήση και την επεξεργασία των δεδομένων που κατείχαμε από το σύστημα GNSS του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών. Έτσι προέκυψαν 10 διαγράμματα διαφορετικά για κάθε περιοχή που παρουσιάζουν την ακριβή μετακίνηση σε χιλιοστά (mm) για κάθε έτος στην περιοχή όπου ήταν εγκατεστημένος ο κάθε σταθμός.

Συμπερασματικά, αποτυπώθηκαν οι μετακινήσεις που υπολογίστηκαν για κάθε περιοχή σε έναν ενιαίο χάρτη τη Ελλάδας με βέλος όπου δείχνει τον προσανατολισμό της κάθε μετακινήσεις στο διάστημα που λάβαμε τις μετρήσεις.

Κεφάλαιο 1: Γενικά

1.1 Εισαγωγή στα Παγκόσμια Δορυφορικά Συστήματα Πλοήγησης

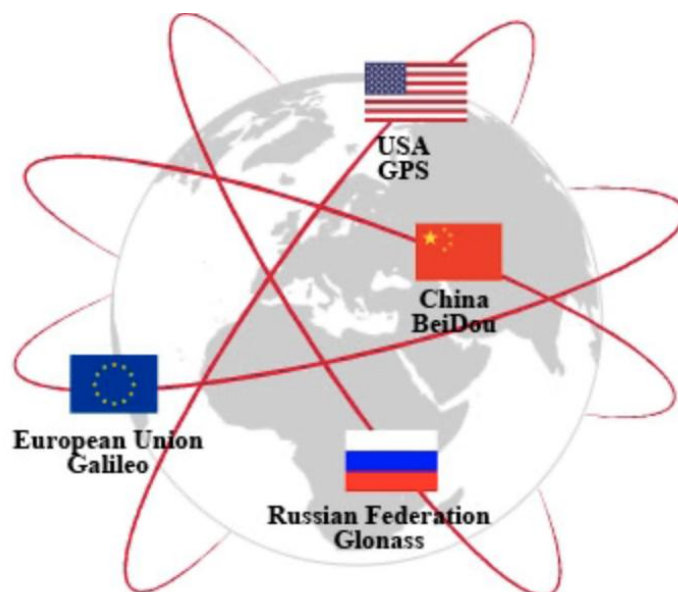
Τα Παγκόσμια Δορυφορικά Συστήματα Πλοήγησης GNSS (Global Navigation Satellite Systems) ή Γεωδαιτικά Δορυφορικά Συστήματα Εντοπισμού είναι συστήματα προσδιορισμού θέσης σημείων που βρίσκονται πάνω ή κοντά στην γήινη επιφάνεια. Ο προσδιορισμός τους γίνεται με την βοήθεια οργάνων που λειτουργούν με βάση την εκπομπή ή ανάκλαση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ορισμένων σωμάτων «δορυφόρων» της γης ή πιο απομακρυσμένων ουράνιων σωμάτων (Δελληκαράογλου Δ., 2005, κεφ.4, σ.3). Η Διεθνής Υπηρεσία GNSS (IGS) παρέχει ακριβή δεδομένα σε πάνω από διακόσιες υπηρεσίες παγκόσμια με την βοήθεια δύο επιμέρους ειδών σταθμούς GPS (Αμερικανικά συστήματα) και GLONASS (Ρωσικά συστήματα), σταθμοί οι οποίοι σε βάθος χρόνου πρόκειται να ενοποιηθούν (<http://igsceb.jpl.nasa.gov/>). Όπως αναφέρεται και από το όνομα του συστήματος γίνεται παγκόσμια κάλυψη μέσω των προαναφερθέντων κύριων συστημάτων, όμως υπάρχουν και άλλα δευτερεύοντα συστήματα όπως το Galileo και το BeiDou. Όλα τα παραπάνω συστήματα αποτελούνται από τρία επιμέρους τμήματα. Αυτά είναι:

- Το διαστημικό τμήμα που αποτελείται από τους δορυφόρους
- Το επίγειο τμήμα που αποτελείται από τους σταθμούς ελέγχου
- Το τμήμα χρηστών

Την τελευταία εικοσαετία τα συστήματα GNSS και πιο συγκεκριμένα αυτά των GPS χρησιμοποιούνται για μελέτη παραμορφώσεων και μετακινήσεων στα τεχνικά έργα, στην οδοποιία, αλλά και σε κτήρια, τόσο σε παγκόσμια κλίμακα, όσο και στον

Η ανάπτυξη δορυφορικών και διαστημικών τεχνολογιών μετά το 1957 έχει ως αποτέλεσμα τον ευκολότερο προσδιορισμό θέσης από μη επίγεια συστήματα. Τα κυριότερα από αυτά, που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα είναι το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού (GPS) και τα συστήματα GLONASS, GALILEO, DORIS, ARGOS κλπ. Τα παραπάνω συστήματα χρησιμοποιούν μικροκύματα που εκπέμπονται από δορυφόρους. Επιπλέον, συναντώνται τα γεωδαιτικά συστήματα εντοπισμού, όπου βασίζονται στα δορυφορικά και σεληνιακά τηλέμετρα laser


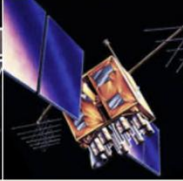
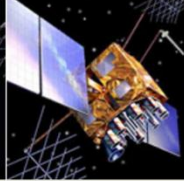
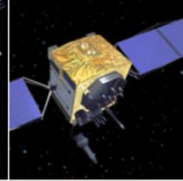
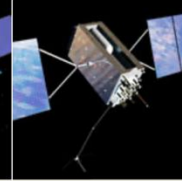
(satellite and lunar laser) και σε αυτά γίνεται ανάκλαση, από κατάφωτα δορυφόρων ή Σεληνιακά, οπτικών παλμών. Παλαιότερα συστήματα, όπως το σύστημα GRARR (Global Range and Range Rate System) της NASA, το SECOR (Sequential Collocation of Range) και το Minitrak, λειτουργούσαν με παρόμοια δορυφορικά συστήματα. Τέλος, προπομπός των συστημάτων GPS και GLONASS ήταν τα συστήματα DOPPLER TRANSIT και TSICADA (Δελληκαράογλου Δ., 2005, κεφ.4, σ.3).



Εικόνα 1: Τα συστήματα Πλοήγησης (Πηγή: <https://en.tab-tv.com/?p=13220>, Πρόσβαση 19 Φεβρουαρίου 2020).

1.2 Σύστημα GPS

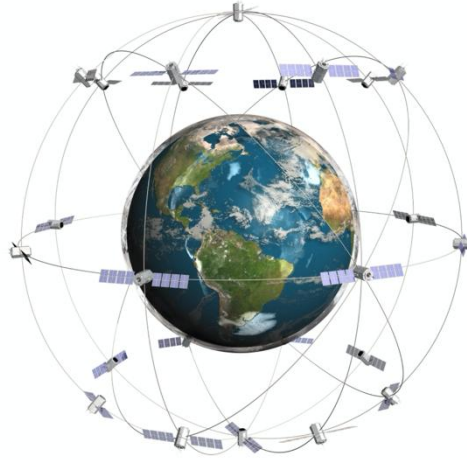
Το σύστημα GPS (Global Positioning System) σχεδιάστηκε το 1973 στις ΗΠΑ για στρατιωτικά θέματα με εντολή του Αμερικανικού Υπουργείου Άμυνας για εφαρμογές ναυσιπλοΐας. Στην συνέχεια, η ιδιότητά του στην επίλυση γεωδαιτικών θεμάτων αφού βοηθά στον καθορισμό ακρίβειας της θέσης σε ταχύτατο χρόνο, έγινε αιτία δημιουργίας ενός ενιαίου γεωδαιτικού δικτύου και την εμπορική χρήση του συστήματος (Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E., κεφ. 9, σ. 309). Ένα ακόμα πλεονέκτημα του συστήματος είναι η παγκόσμια εξάπλωσή του, καθιστώντας εφικτό ένα σύστημα αναφοράς ενιαίο σε όλη την γη.

LEGACY SATELLITES		MODERNIZED SATELLITES		
				
BLOCK IIA	BLOCK IIR	BLOCK IIR-M	BLOCK IIF	GPS III/IIIF
0 operational	11 operational	7 operational	12 operational	1 operational

Εικόνα 2: Το σύστημα GPS όπως παρουσιάζεται γύρω από τον πλανήτη (Πηγή: https://lowrance.gr/index.php?route=journal2/blog/post&journal_blog_post_id=22, Πρόσβαση: 29 Φεβρουαρίου 2020).

1.2.1 Τα επιμέρους τμήματα του GPS

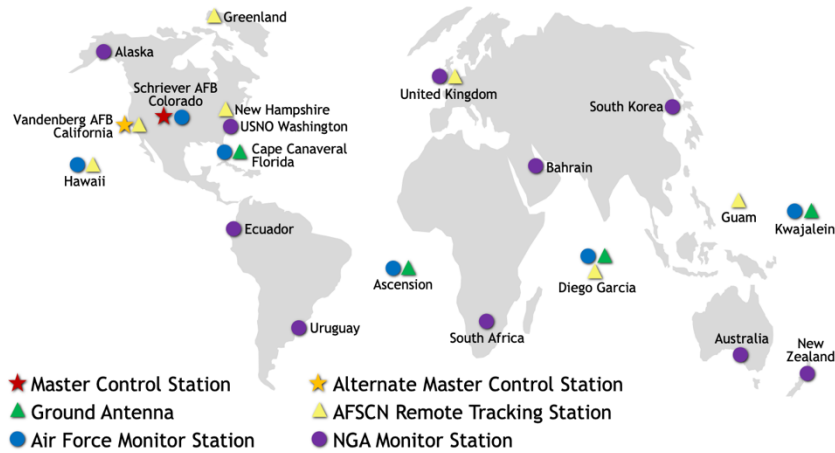
1. Διαστημικό τμήμα (Space Segment): αποτελείται από τριάντα έναν δορυφόρους εκπομπής πληροφορίας μικροκυμάτων NAVSTAR σε έξι τροχιακά επίπεδα ανά εξήντα μοίρες από τον Ισημερινό και γωνία κλίσης πενήντα πέντε μοίρες ως προς αυτόν. Το ύψος των δορυφόρων είναι περίπου στα 20.189 km από την επιφάνεια της γης και είναι εξοπλισμένοι με δύο ατομικά χρονόμετρα Ρουβιδίου που χρησιμεύουν στην ακρίβεια και δύο χρονόμετρα Καισίου που χρησιμεύουν στην σταθερότητα της μέτρησης χρόνου (Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E., κεφ. 9, σ. 322-324). Αξίζει να αναφερθεί ότι το δορυφορικό τμήμα αποτελείται από νέους αλλά και παλαιότερους δορυφόρους, αφού έγινε αναβάθμιση του συστήματος το 2015 και προστέθηκαν νέοι. Όλοι οι δορυφόροι ελέγχονται από την Πολεμική Αεροπορία της Αμερικής, η οποία είναι υπεύθυνη για την σωστή λειτουργία τους. Υπάρχουν διάφορα είδη δορυφόρων, ενώ βρίσκεται σε εξέλιξη η δημιουργία νέων, πιο σύγχρονων δορυφόρων (Πηγή: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>, Πρόσβαση: 21 Φεβρουαρίου 2020).



Εικόνα 3: Τα διάφορα είδη δορυφόρων του συστήματος GPS (Πηγή: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>, Πρόσβαση: 21 Φεβρουαρίου 2020).

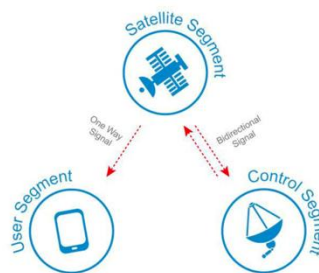
2. Επίγειο τμήμα (Control Segment): αποτελείται από μία ομάδα πέντε απομακρυσμένων μεταξύ τους σταθμών παρακολούθησης, τρεις σταθμούς επικοινωνίας με τους δορυφόρους και έναν κεντρικό σταθμό για έλεγχο όλου του συστήματος αλλά και επιλογή αναδιάταξης του σχηματισμού των δορυφόρων (Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E., κεφ. 9, σ. 325-327). Το τμήμα είναι υπεύθυνο για την συνεχή παρακολούθηση των δορυφόρων, την αποστολή εντολών και δεδομένων και την εκτέλεση αναλύσεων για την σωστή λειτουργία του συστήματος. Ο κεντρικός σταθμών ελέγχου βρίσκεται στο Κολοράντο (Στρατιωτική βάση της Πολεμικής Αεροπορίας της Αμερικής). Συνολικά υπάρχουν δεκαέξι επίγειοι σταθμοί παγκοσμίως, έξι στην Πολεμική Αεροπορία των Ηνωμένων Πολιτειών και δέκα στην Geospatial Intelligence Agency. Κάθε σταθμός με την σειρά του συλλέγει ορισμένες μετρήσεις με ατμοσφαιρικά δεδομένα και σήματα των σταθμών ώστε να προσδιορίζεται η ακριβής θέση και ταχύτητα κάθε δορυφόρου για τον προσδιορισμό της κατάστασής του ανά πάσα στιγμή. Όλα τα παραπάνω δεδομένα μεταφέρονται σε όλους τους επίγειους σταθμούς μέσω τεσσάρων κεραιών. (GPS.gov 2020; Federal Aviation Administration 2017).

GPS Control Segment



Εικόνα 4: Το επίγειο τμήμα ελέγχου όπως έχει αναβαθμιστεί τον Μάιο του 2017 (Πηγή: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>, Πρόσβαση: 21 Φεβρουαρίου 2020).

- Τμήμα χρηστών (User Segment): αποτελείται από το σύνολο των χρηστών (από ξηράς, θάλασσας και αέρα), οι οποίοι μπορούν ανά πάσα στιγμή να βρουν την ακριβή τους θέση, καθώς και επιμέρους λεπτομέρειες για αυτή (Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E., κεφ. 9, σ. 337). Ξεκίνησε ως το τμήμα του στρατού όπου λάμβανε την πληροφορία του GPS. Αργότερα, λόγω της μεγάλης δημοτικότητας τόσο του συστήματος όσο και των δεκτών, δημιουργήθηκε το αντίστοιχο τμήμα (Πηγή: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>, Πρόσβαση: 21 Φεβρουαρίου 2020).



Εικόνα 5: Τα διάφορα τμήματα του GPS (Anver and Vasyi, 2014).

1.3 Σύστημα GLONASS

Το αντίστοιχο σύστημα GPS που αναπτύχθηκε αρχικά για τις ανάγκες του ρωσικού στρατού και πιο συγκεκριμένα του στρατού της Πρώην Σοβιετικής Ένωσης (Δελληκαράογλου Δ., 2005, κεφ.5, σ.5). Το GLONASS (Global Navigation Satellite System) είναι η δεύτερη γενιά ρωσικού δορυφορικού συστήματος, καθώς το πρώτο ήταν το Tsikada όπου χρειαζόνταν μία έως δύο ώρες επεξεργασίας σημάτων για τον ακριβή προσδιορισμό θέσης. Η ανάπτυξη στο GLONASS ξεκίνησε το 1976, με στόχο παγκόσμια κάλυψη από το 1991. Από το 1982 έως το 1995, αποκτήθηκαν 26 δορυφόροι. Μετά την ολοκλήρωση, το σύστημα γρήγορα έπεσε σε φθορά λόγω κατάρρευσης της ρωσικής οικονομίας και μόνο 8 δορυφόροι παρέμειναν στις τροχιές του GLONASS μέχρι το 2001. Για να αλλάξει αυτή την κατάσταση, η Ρωσία αποφάσισε να αποκαταστήσει το σύστημα μέχρι το 2011 (Eissfeller et al., 2007, σ. 190). Μέχρι στιγμής υπάρχουν τέσσερις γενιές δορυφόρων εκ των οποίων οι τρεις έχουν τεθεί σε λειτουργία και η τελευταία γενιά πρόκειται να υλοποιηθεί έως το 2025. Πάντως, το βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ότι κάθε δορυφόρος περνάει από την ίδια θέση κάθε οκτώ ημέρες (Eissfeller et al., 2007, σ. 193).



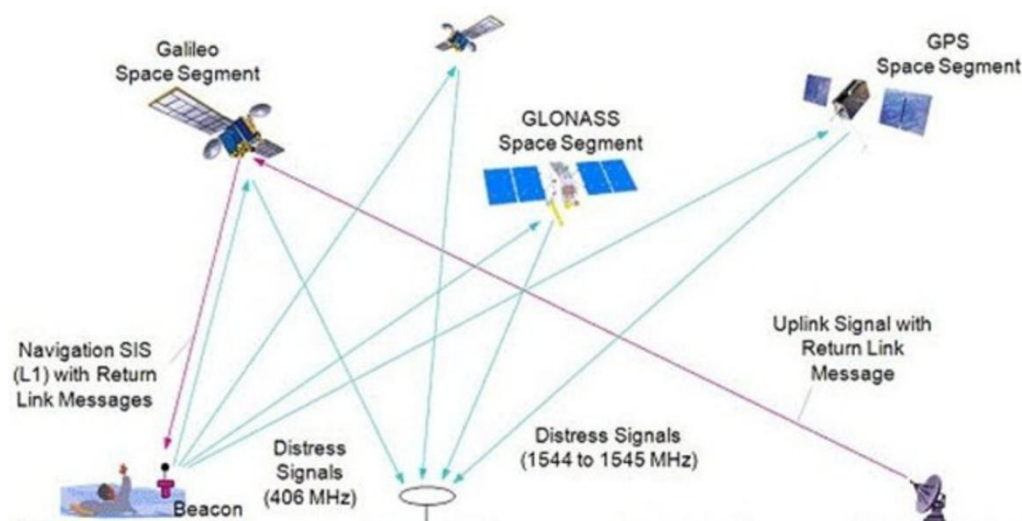
Εικόνα 6: Οι διάφοροι τύποι δορυφόρων του συστήματος GLONASS (Πηγή: <https://www.glonass-iac.ru/en/guide/>, Πρόσβαση 22 Φεβρουαρίου, 2020).

1.4 Σύστημα GALILEO

Το σύστημα GALILEO αποτελεί το Ευρωπαϊκό σύστημα εντοπισμού και πλοήγησης. Με βάση την ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στις 9 Φεβρουαρίου 1999, αποφασίστηκε η ανάπτυξη του Galileo. Η Ευρωπαϊκή Ένωση θέλει να γίνει ανεξάρτητη από το GPS το οποίο ελέγχεται από το Υπουργείο Άμυνας

των Ηνωμένων Πολιτειών. Επιπλέον, η ΕΕ επιθυμεί να επωφεληθεί από την αναπτυσσόμενη αγορά "Satellite Based Positioning and Navigation" η οποία σήμερα κυριαρχείται από αμερικανικά προϊόντα και υποδομές. Ένα Κέντρο Ελέγχου βρίσκεται στην έδρα της Galileo Industries στη Γερμανία και ένα Κέντρο Ελέγχου στην Ιταλία. Το σύστημα Galileo έχει ακρίβεια ενός μέτρου. Το 2011 λειτούργησαν οι δύο πρώτοι δορυφόροι και στην συνέχεια το 2012 εγκαταστάθηκαν άλλοι δύο. Μέχρι το τέλος του 2020 θα υπάρχουν συνολικά 24 δορυφόροι στο σύστημα και έξι συμπληρωματικοί σε τρεις κυκλικές τροχιές και σε ύψος 23.000 περίπου μέτρα πάνω από την επιφάνεια της γης. Η συγκεκριμένη διάταξη είναι ιδανική ώστε να αποφευχθεί κάθε πιθανό σφάλμα εντοπισμού σε περίπτωση διακοπής λειτουργίας κάποιου δορυφόρου.

Το Galileo χρησιμοποιεί τρεις διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων (ανάλογα με τις τρεις διαφορετικές κυκλικές τροχιές). Μία με εύρος ζώνης 24 MHz, η δεύτερη με εύρος ζώνης 40 MHz και η τελευταία με 32,7 MHz. Το σύστημα Galileo είναι μεν ανεξάρτητο, αλλά συν-λειτουργεί μαζί με τα υπόλοιπα συστήματα (GPS και GLONASS). Για τον λόγο αυτό και για να μην υπάρχουν παρεμβολές μεταξύ των διαφόρων δορυφόρων έχουν εφαρμοστεί νέες τεχνολογίες (Wallner, 2006).



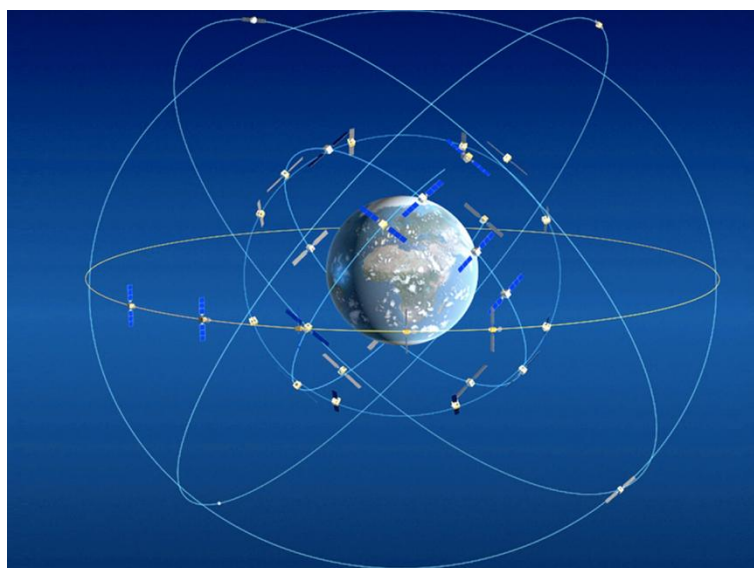
Εικόνα 7: Οι διατάξεις των τριών συστημάτων (Galileo, GLONASS και GPS) (Πηγή: https://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo/sar_en, Πρόσβαση: 2 Μαρτίου, 2020).

1.5 Σύστημα BeiDou/Compass

Μετά τη μεγάλη επιτυχία του Global Positioning System (GPS) και την ολοκλήρωση του ρωσικού συστήματος GLONASS, το BeiDou είναι το τρίτο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης που προσφέρει μια ανεξάρτητη, αν και

περιφερειακή, υπηρεσία εντοπισμού θέσης (Montenbruck, O. & Steigenberger, P., 2013, σ. 1).

Το 1980, η Κίνα αποφάσισε να κατασκευάσει το δικό της σύστημα πλοήγησης. Το 2000, η Κίνα ξεκίνησε το BeiDou/Compass που αποτελείται από τρεις δορυφόρους που καλύπτουν ολόκληρη την περιοχή της Κίνας. Το 2012, το BeiDou είχε 14 δορυφόρους. Αναμένεται ότι έως το έτος 2020 θα έχουν εκτοξευτεί 35 δορυφόροι (Qureshi, M. et. al., 2017, σ.101).



Εικόνα 8: Το σύστημα BeiDou (Πηγή: <http://en.beidou.gov.cn>, Πρόσβαση: 2 Μαρτίου 2020).

1.6 Χαρακτηριστικά δεκτών GNSS

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες δεκτών: η πρώτη κατηγορία είναι οι δέκτες με ακρίβεια 1-10m, η δεύτερη είναι με ακρίβεια μικρότερη του ενός μέτρου και η τελευταία είναι οι γεωδαιτικοί δέκτες ακριβείας μερικών mm έως cm. Οι δέκτες του συστήματος GNSS αποτελούνται από την κεραία και τον κυρίως δέκτη. Από τα δύο, η κεραία λαμβάνει σήμα από τους δορυφόρους και μπορεί να είναι εσωτερική ή εξωτερική, δηλαδή να βρίσκεται μέσα στο δέκτη ή να συνδέεται εξωτερικά -μέσω καλωδίου- με τον δέκτη.

1.6.1 Κεραία του δέκτη

Η κεραία του δέκτη μπορεί να χωρίζεται σε γεωδαιτικές, φορητές (rover) ή χειρός (handheld). Οι γεωδαιτικές κεραίες είναι υψηλής ακρίβειας και η χρήση τους

είναι ευρεία. Οι φορητές κεραίες χρησιμοποιούνται σε ανάγκη μετακίνησης του δέκτη, όπως από τοπογράφους σε εργασίες αποτύπωσης. Η συγκεκριμένη κεραία είναι επίσης υψηλής ακρίβειας, όμως μπορούν να υπάρξουν τυχόν σφάλματα σε σχέση με τις γεωδαιτικές κεραίες. Τέλος, οι κεραίες χειρός είναι χαμηλού κόστους αλλά είναι χαμηλότερης ακριβείας.



Εικόνα 9: Γεωδαιτικό σύστημα- Κεραία Δέκτη GNSS/GPS (Πηγή: <http://www.geonoesis.gr/>, Πρόσβαση 3 Μαρτίου 2020).

1.6.2 Κυρίως δέκτης

Ο κυρίως δέκτης μπορεί να χωρίζεται στο τμήμα ραδιοσυχνοτήτων και στο τμήμα βρόγχων παρακολούθησης. Ο πρώτος βοηθά στην επεξεργασία του σήματος, ενώ ο δεύτερος διεξάγει τις μετρήσεις του σήματος. Το τμήμα ραδιοσυχνοτήτων αποτελείται από ταλαντωτές, πολλαπλασιαστές και φίλτρα, έτσι ώστε να επεξεργαστεί το σήμα – πληροφορία. Τέτοια τμήματα περιέχονται στους γεωδαιτικούς δέκτες.

Οι βρόγχοι παρακολούθησης διακρίνονται στους βρόγχους προσδιορισμού καθυστέρησης (DLL), τους βρόγχους προσδιορισμού φάσης (PLL) και τους βρόγχους μέτρησης συχνότητας των φορέων (FLL). Αυτοί οι δέκτες αναλαμβάνουν να εργαστούν στις μετρήσεις των κωδικών και των φάσεων (Πικριδάς και Φωτίου, 2003).

Κεφάλαιο 2: Δίκτυα GNSS

2.1 Αρχή λειτουργίας συστημάτων GNSS

Όπως ήδη αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, το δίκτυο GNSS περιλαμβάνει επιμέρους δίκτυα και πιο συγκεκριμένα να κυρίαρχα είναι το GPS, το GLONASS, το GALILEO και το BeiDou/Compass. Όλα τα διάφορα συστήματα έχουν σαν κοινό χαρακτηριστικό την λειτουργία τους, όπου δορυφόροι περιστρέφονται διαρκώς γύρω από την γη και δίνουν σήμα στους δέκτες που επεξεργάζονται τα δεδομένα και τα βάζουν σε σειρά. Η ακρίβεια των δεδομένων είναι λιγότερη από 10 mm από την πραγματικά θέση του δέκτη. Ωστόσο, υπάρχουν και ορισμένα σφάλματα τα οποία χρίζουν επεξεργασίας. Τέτοια μπορεί να είναι τα σφάλματα ephemeris ή σφάλματα των εφημερίδων. Τα συγκεκριμένα σφάλματα οφείλονται στο ίδιο το σύστημα GNSS και ειδικά στους δορυφόρους, την διαθεσιμότητα αυτών και την γεωμετρία της περιοχής μελέτης. Επιπλέον υπάρχουν σφάλματα που οφείλονται στην ατμόσφαιρα και ειδικότερα στην τροπόσφαιρα και την ιονόσφαιρα και τέλος πιθανό είναι να προκύψουν σφάλματα από άλλα εμπόδια και παρεμβολές του συστήματος από μη-GNSS σήματα. Για τον τελικό προσδιορισμό θέσης πραγματοποιούνται έλεγχοι αναγνώρισης σήματος, προσανατολισμός και μέτρηση ύψους της κεραίας απ' όπου προέρχεται το σήμα.

2.2 Μόνιμα δίκτυα GNSS

Τα μόνιμα δίκτυα GNSS είναι σταθμοί GPS που εγκαθίστανται σε συγκεκριμένες γεωγραφικές συντεταγμένες για μεγάλο χρονικό διάστημα. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργούνται μικρότερα δίκτυα με τα οποία ο προσδιορισμός της θέσης γίνεται με βάση όλα τα δεδομένα όλων των επιμέρους σταθμών βάσης και επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία των δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά επεξεργάζονται με την βοήθεια τεχνικών δορυφορικού εντοπισμού θέσης. Τέτοιες τεχνικές είναι η RTK και το DGPS (Γιαννιού και Μάστορης, 2006, σ.2). Σήμερα, λειτουργούν χιλιάδες μόνιμοι σταθμοί GNSS/GPS τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο

και σε πανελλαδικό. Τα δίκτυα αυτά χωρίζονται στο δίκτυο CORS (Continuously Operating Reference Stations), το δίκτυο IGS (International GNSS Service) και το EPN (Euref Permanent Network) (Κατσουγιαννόπουλος Σ., 2010, σ.9).

2.2.1 Το δίκτυο CORS

Το δίκτυο CORS είναι το μεγαλύτερο δίκτυο με 1800 περίπου σταθμούς. Οι σταθμοί αυτοί έχουν έδρα στις ΗΠΑ, τον Καναδά, την Ευρώπη, την Αυστραλία και την Ιαπωνία. Το πλεονέκτημα του συστήματος είναι ότι παρέχει τρισδιάστατα δεδομένα GNSS και διευκολύνει την τρισδιάστατη εύρεση ακριβούς θέσης με πολύ μεγάλη ακρίβεια (ακρίβεια εκατοστών). Το σύστημα αυτό επεξεργάζεται από τόσο από τις εκάστοτε κυβερνήσεις όσο και από άλλους οργανισμούς και διεθνείς υπηρεσίες όπως η IGS (Πηγή: <https://www.ngs.noaa.gov/CORS/>, Πρόσβαση: 11 Μαρτίου 2020).

Πρόκειται για ένα παγκόσμιο δίκτυο GNSS συνεχούς λειτουργίας, δηλαδή μόνιμα εγκατεστημένους σταθμούς GPS σε γνωστές τοποθεσίες για μεγάλη χρονική διάρκεια με αποτέλεσμα την καταγραφή δεδομένων κάθε στιγμή. Τα δεδομένα αναλύονται για γεωφυσικές και μετεωρολογικές μελέτες για τον καιρό της γης αλλά και του διαστήματος.

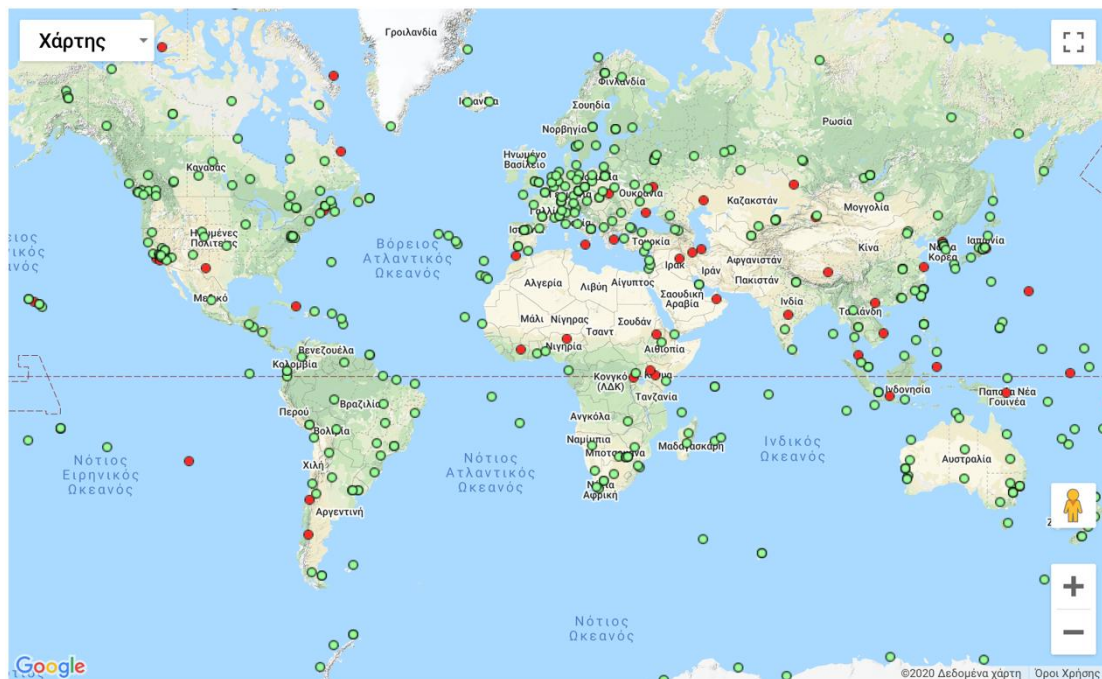


Εικόνα 10: Οι σταθμοί του Δικτύου CORS σε όλο τον κόσμο (Πηγή: https://www.ngs.noaa.gov/CORS_Map/, Πρόσβαση: 11 Μαρτίου 2020).

2.2.2 Το δίκτυο IGS

Το δίκτυο IGS έχει υπό την εποπτεία του περίπου 510 σταθμούς GPS. Είναι ένα δίκτυο GNSS συνεχούς λειτουργίας διπλής συχνότητας. Τα δεδομένα επεξεργάζονται από 3 παγκόσμια κέντρα και 20 περιφερειακά κέντρα ανάλυσης (Πηγή: <http://www.igs.org/network>, Πρόσβαση: 11 Μαρτίου 2020).

Ο σκοπός λειτουργίας του συστήματος είναι ο ακριβής προσδιορισμός θέσης, η συλλογή και αποστολή δεδομένων στους χρήστες αλλά επιπλέον και ο υπολογισμός περιστροφής της γης και η μελέτη παραμέτρων αυτής, οι πληροφορίες σχετικά με την ταχύτητα κίνησης και τον εντοπισμό θέσης των δορυφόρων του συστήματος, ο καθορισμός των ITRFyy (International Terrestrial Reference Frame) και ETRFyy (European Terrestrial Reference Frame), η εκτίμηση της ζενίθιας τροποσφαιρικής καθυστέρησης στους σταθμούς παρακολούθησης και η κατασκευή χαρτών που απεικονίζουν την ιονόσφαιρα κάθε ημέρα κάθε έτους (Πικριδάς Χ., et al., 2010).



Εικόνα 11: Οι σταθμοί του Δικτύου IGS (Πηγή: <http://www.igs.org/network>, Πρόσβαση: 11 Μαρτίου 2020).

2.2.3 Το δίκτυο EPN (Euref Permanent Network)

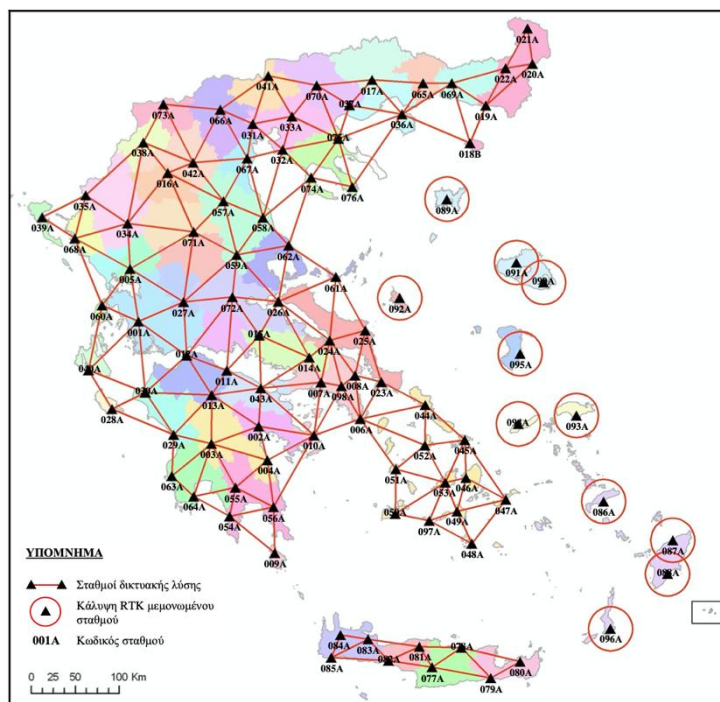
Το δίκτυο EPN είναι το Ευρωπαϊκό δίκτυο μόνιμων σταθμών. Περιλαμβάνει 226 σταθμούς GNSS κατάλληλα για γεωδαιτικές πληροφορίες. Στο σύστημα αυτό υπάρχουν ορισμένοι σταθμοί επεξεργασίας και ανάλυσης των πληροφοριών.

Υπάρχουν κάποιες προϋποθέσεις για την τοποθέτηση των δικτύων όπως η κατάλληλη γεωγραφική θέση ώστε να μην υπάρχουν πιθανές παρεμβολές στο σήμα, να υπάρχει όσο το δυνατόν λιγότερη φθορά, εύκολη πρόσβαση αλλά και συνεχής λειτουργία, λόγω παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και διαδικτυακής σύνδεσης (Πηγή:<http://www.epncb.oma.be>, Πρόσβαση: 07/03/2020).

Στην Ελλάδα το δίκτυο μόνιμων σταθμών GNSS του EPN έχει την ονομασία HEPOS και περιλαμβάνει περίπου εκατό σταθμούς σε όλη την επικράτεια (Κατσουγιαννόπουλος Σ., 2010, σ.12).



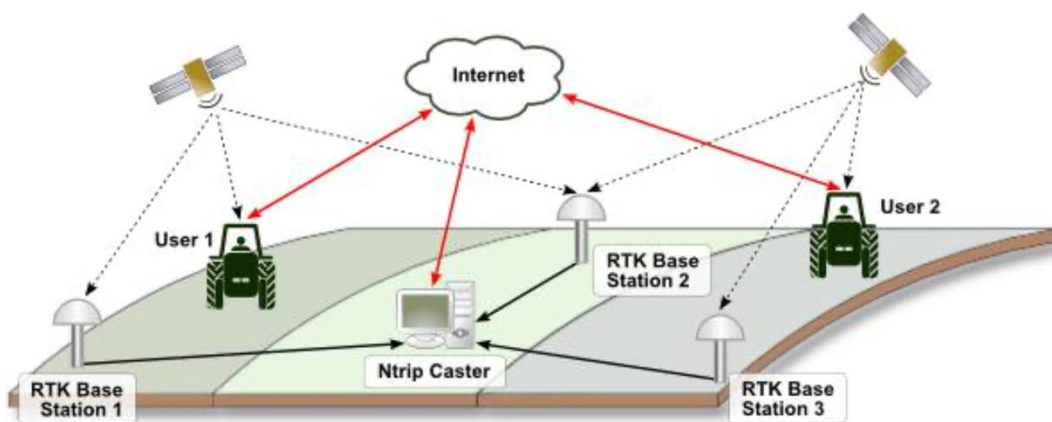
Εικόνα 12: Το δίκτυο EPN (Πηγή: <http://www.epncb.oma.be>, Πρόσβαση: 07/03/2020).



Εικόνα 13: Το δίκτυο HEPOS όπως έχει ανανεωθεί τον Νοέμβριο 2019 (Πηγή: http://www.hepos.gr/HEPOS_map_V1_0b_gr.pdf, Πρόσβαση: 07/03/2020).

2.3 Δικτυακές τεχνικές RTK

Οι δικτυακές τεχνικές RTK χρησιμοποιούνται σε αραιά δίκτυα προκειμένου να υπάρχει συνοχή και ακρίβεια των μετρήσεων και των αποτελεσμάτων. Με την παρούσα τεχνική συλλέγονται όλα τα αποτελέσματα των σταθμών και όχι μόνο από τους πλησιέστερους σε μια περιοχή μελέτης. Το αποτέλεσμα της μεθόδου είναι η απόκτηση πιο έγκυρων μετρήσεων σε όλη την έκταση της περιοχής. Τα τελικά συμπεράσματα προκύπτουν και ανακοινώνονται από το κέντρο ελέγχου του συστήματος. Έτσι, όλοι οι δέκτες δέχονται διορθώσεις με σκοπό την εύρεση της ακριβέστερης θέσης τους καθώς κινούνται, σε πραγματικό χρόνο χωρίς να χρειάζεται οι δέκτες να βρίσκονται κοντά σε κάποιο σταθμό παρακολούθησης (Wübbena G., Schmitz M., Bagge A., 2005, σ.2-3).



Εικόνα 14: Απεικόνιση του δικτύου RTK και των χρηστών (Πηγή: <https://www.agrortk.com.ua/rtk-network/technology-agrortk/>, Πρόσβαση: 12 Μαρτίου 2020).

Τα πλεονεκτήματα των μεθόδων αυτών όπως προ είπαμε είναι η μεγάλη ακρίβεια και επομένως και αξιοπιστία αλλά και η εμβέλεια, αφού λόγω του αραιού αλλά έγκυρου δικτύου δίνεται η δυνατότητα για την κάλυψη μεγάλων αποστάσεων. Έτσι, οι τεχνικές δικτύωσης RTK χωρίζονται στους Εικονικούς Σταθμούς Αναφοράς (VRS), τους Σταθμούς Μετάδοσης Παραμέτρων Επιφανειακών Διορθώσεων (FKP) και την Τεχνική MAC.

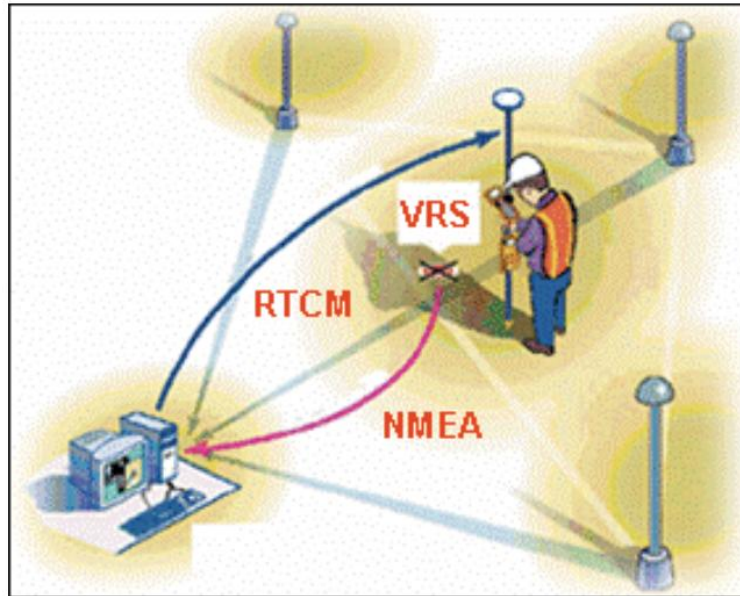
2.3.1 Εικονικοί σταθμοί αναφοράς (VRS)

Η τεχνική VRS (Virtual Reference Stations) είναι μια μέθοδος δημιουργίας εικονικών σταθμών αναφοράς GPS μέσω εφαρμογών πραγματικού χρόνου RTK (Φωτίου, Α., Πικριδάς, Χ., σ. 341, 2012). Το σύστημα Σταθμού Εικονικής Αναφοράς (VRS) είναι ένα από τα πολλά δίκτυα σταθμών αναφοράς που λειτουργούν σε όλο τον κόσμο και παρέχουν διορθώσεις για χρήστες GPS. Το VRS σχεδιάστηκε για να ξεπεράσει ορισμένους από τους περιορισμούς και τα προβλήματα που συνδέονται με την τυπική ή συμβατική RTK και έχει ως στόχο να επιτρέπει στους δέκτες να τοποθετούνται σε πραγματικό χρόνο οπουδήποτε εντός του δικτύου σταθμών βάσης με ακρίβεια λίγων εκατοστά. Το VRS χρησιμοποιεί πολλαπλούς σταθμούς αναφοράς (Hu et al., 2003). Οι εξ υπολογισμού παρατηρήσεις ενός VRS μπορούν να χρησιμοποιηθούν: για εφαρμογές μετεπεξεργασίας και για εφαρμογές RTK ή DGPS.

Η ιδέα των εικονικών σταθμών αναφοράς (VRS) προσφέρει νέες δυνατότητες. Η αρχή είναι η παρεμβολή των δεδομένων πολλών σταθμών αναφοράς, προκειμένου να ληφθούν τα δεδομένα διόρθωσης, πράγμα που μειώνει αποφασιστικά τις συστηματικές επιδράσεις της μέτρησης RTK. Όχι μόνο μπορεί να αυξηθεί η επιτρεπόμενη απόσταση μεταξύ του σταθμού αναφοράς και του rover, αλλά και η αξιοπιστία του συστήματος είναι αυξημένη. Εάν ένας σταθμός αναφοράς αποτύχει προσωρινά για παράδειγμα, τα δεδομένα διόρθωσης υπολογίζονται με τους περιβάλλοντες σταθμούς αναφοράς. Επιπλέον, η παραγωγικότητα βελτιώνεται με σαφώς μικρότερους χρόνους αρχικοποίησης (Πηγή: <http://www.gisresources.com/>, Πρόσβαση 13 Μαρτίου 2020).

Ο εικονικός σταθμός αναφοράς GPS μιμείται όσο το δυνατόν καλύτερα έναν πραγματικό σταθμό στην ίδια τοποθεσία, συμπεριλαμβανομένων των καθυστερήσεων στο κέντρο της ατμοσφαιρικής και της κεραίας, αλλά εκτός από την πολυποδίαση. Οι καθυστερήσεις ακυρώνονται όταν δημιουργούνται μεμονωμένες διαφορές στο λογισμικό επεξεργασίας του χρήστη. Τα εικονικά δεδομένα υπολογίζονται σε ένα υπολογιστικό κέντρο. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον τύπο θέσης και την κεραία για τον εικονικό σταθμό. Οι λύσεις δικτύου, ατμοσφαιρικής και κεραίας διορθώνονται από το κέντρο πληροφορικής. Στο υπολογιστικό κέντρο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακριβείς τροχιές για να μειωθούν τα σφάλματα της τροχιάς. Επίσης, οι βελτιώσεις στη μοντελοποίηση και το λογισμικό πρέπει να εφαρμοστούν μόνο στο υπολογιστικό κέντρο.

Οι εικονικοί σταθμοί αποτελούν ελκυστική εναλλακτική λύση για τη χρήση πολλαπλών σταθμών αναφοράς. Η ακρίβεια μιας ενιαίας βασικής λύσης με έναν εικονικό σταθμό αναφοράς είναι συγκρίσιμη με μια δικτυακή λύση με το προηγμένο λογισμικό. Ως εκ τούτου, οι επιθεωρητές μπορούν τώρα να χρησιμοποιούν μόνιμα δίκτυα GPS χωρίς να χρειάζεται να κάνουν αλλαγές στην τρέχουσα ρύθμισή τους για επεξεργασία GPS (Hans Van Der Mare, σ. 2, 2003).

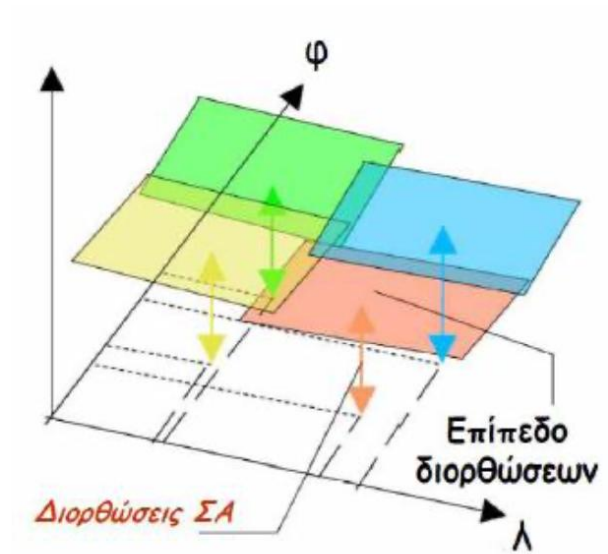


Εικόνα 15: Σταθμός VRS (Nordin, Z., Yahya, M.H., & Amin, Z.M., 2009).

2.3.2 Σταθμοί Μετάδοσης Παραμέτρων Επιφανειακών Διορθώσεων (FKP)

Ο υπολογισμός των σφαλμάτων στα συστήματα GNSS γίνεται με την μέθοδο FKP (Flachen Korrektur Parameter). Τα σφάλματα που φτάνουν στους δέκτες που βρίσκονται σε συγκεκριμένη περιοχή λόγω αποστάσεων ή λανθασμένης διανομής στα κέντρα ελέγχου μέσω της τεχνικής RTK, περιγράφονται με την βοήθεια μιας πολυωνυμικής παραμέτρου. Η παράμετρος αυτή περιλαμβάνει μια σειρά πολυωνυμικών συντελεστών (μαθηματικές επιφάνειες), ώστε να υπολογίζει το σφάλμα σε ένα σημείο μιας περιοχής. Με την σειρά του το δίκτυο στέλνει στον δέκτη τις διάφορες παραμέτρους τυχόν σφαλμάτων. Έτσι ο δέκτης χρησιμοποιεί τις επιφάνειες των παραμέτρων, υπολογίζει το σφάλμα, κάνει τις αντίστοιχες διορθώσεις και παίρνει την σωστή μέτρηση (Γιαννίου, Μ., 2008).

Η θεωρία της μεθόδου FKP αναφέρει πως τα σφάλματα υπολογίζονται χωρίς να είναι γνωστή η ακριβής θέση του χρήστη. Όλες οι πολυωνυμικές παράμετροι είναι γνωστοί στο σύστημα για κάθε περιοχή και με τον τρόπο αυτό οι όποιες διορθώσεις χρειάζεται ο δέκτης στέλνονται γρήγορα και αξιόπιστα σε αυτόν. Η τεχνική FKP χρησιμοποιείται μόνο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου (Γιαννίου, Μ., 2008).

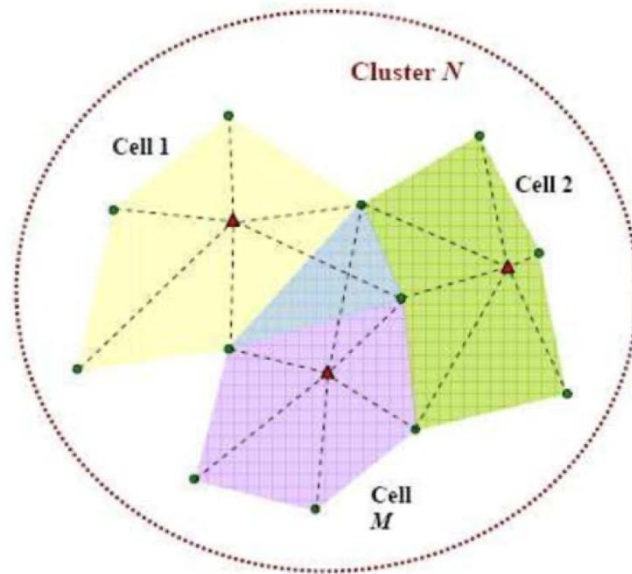


Εικόνα 16: Απεικόνιση της πολυωνυμικής σχέσης για την τεχνική διόρθωσης FKP (Δεληκαράογλου, Δ., 2006).

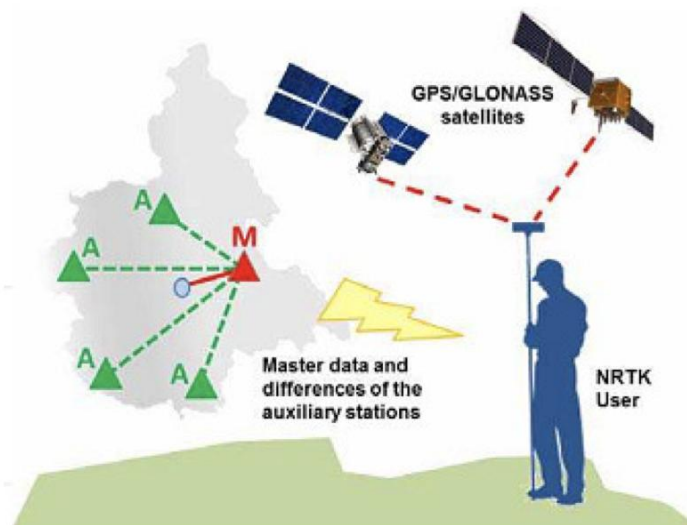
2.3.3 Κύριοι και βοηθητικοί σταθμοί (MAC)

Η τεχνική MAC (Master- Auxiliary Concept) έχει διπλή ικανότητα, καθώς το δίκτυο στέλνει στον δέκτη διορθώσεις για κάποιον κύριο σταθμό αναφοράς (Master Station) αλλά και διορθώσεις για έναν γειτονικό του κύριου, βοηθητικό σταθμό αναφοράς (Auxiliary Station).

Η μεθοδολογία της τεχνικής αυτής και ιδιαιτερότητά της είναι η ικανότητα να στέλνει στον δέκτη πληροφορίες για τα σφάλματα χωρίς αυτή να έχει υποστεί κάποια επεξεργασία από το κέντρο δεδομένων. Έτσι ο δέκτης εφαρμόζει τις διορθώσεις πάνω στα δεδομένα του και λαμβάνει την καλύτερη δυνατή ακρίβεια στα δεδομένα του. Στα μεγάλα δίκτυα χρησιμοποιούνται cells και clusters για την αποφυγή προσδιορισμού όλων των σταθμών ως βοηθητικοί. Και αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται μόνο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου και δεν χρειάζεται να γνωρίζει την θέση του δέκτη για να του αποστείλει τα κατάλληλα δεδομένα (Γιαννίου, Μ., 2008).



Εικόνα 17: Σύστημα cluster-cells που χρησιμοποιεί την μέθοδο MAC (Brown et. al., 2006).

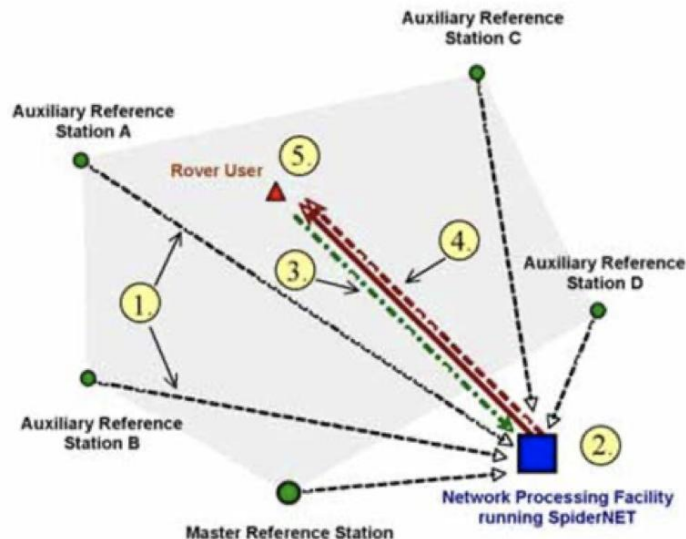


Εικόνα 18: Παρατήρηση με την μέθοδο MAC (Dabove et al, 2012).

2.3.4 Κύριες και βοηθητικές διορθώσεις (IMAX-MAX)

Η τεχνική MAX είναι παρόμοια με την τεχνική MAC, αφού και μέσω αυτής έχουμε την δημιουργία ενός δικτύου cluster-cells. Η μέθοδος MAX λειτουργεί με μαθηματικές σχέσεις (αλγόριθμους) οι οποίες αποστέλλονται και βοηθούν τις

διορθώσεις RTK. Και αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται μόνο για πραγματικούς σταθμούς αναφοράς. Η εταιρεία RTCM έχει αναγνωρίσει την μέθοδο ως μόνη επίσημη τεχνική για το δίκτυο RTK.



Εικόνα 19: Η τεχνική MAX (Πηγή: <https://leica-geosystems.com>, Πρόσβαση 13 Μαρτίου 2020).

Μέσω των δορυφορικών δεδομένων MAX, ο rover έχει την δυνατότητα νέου υπολογισμού δεδομένων για κάθε σταθμό αναφοράς. Με τον τρόπο αυτό, υπολογίζεται με τον καλύτερο εφικτό τρόπο (δορυφορικά δεδομένα) η RTK. Οι διορθώσεις MAX βοηθούν τον rover να βρίσκει μετρήσεις για οποιονδήποτε κύριο σταθμό, καθιστώντας έτσι τις μετρήσεις ανιχνεύσιμες πάντα και επαναλαμβανόμενες.

Η μεθοδολογία της τεχνικής MAX είναι:

1. Το κέντρο ελέγχου λαμβάνει την πληροφορία-δεδομένα από τους εκάστοτε σταθμούς αναφοράς.

2. Υπολογισμοί του δικτύου για την μείωση λαθών και ασαφειών σε αυτούς.

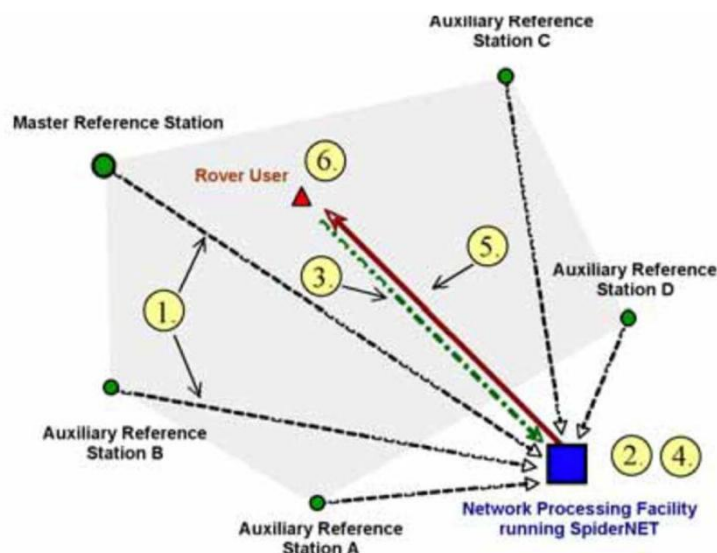
3. Αποστολή μηνύματος από το κέντρο ελέγχου στον χρήστη για τον προσδιορισμό της θέσης του. Συνεπώς, εύρεση των κοντινότερων και καταλληλότερων σταθμών αναφοράς του δέκτη.

4. Αποστολή δεδομένων με μήνυμα προς τον δέκτη με περιεχόμενο διορθώσεις για τον κύριο σταθμό αναφοράς και τις διορθώσεις για τους βοηθητικούς σταθμούς αναφοράς.

5. Οριστική εύρεση της θέσης του δέκτη με βάση όλα τα παραπάνω στοιχεία.

Η τεχνική i-MAX (εξατομικευμένη τεχνική MAX) (Individualized Master-Auxiliary Corrections) είναι αρμόδιο για παλαιότερα μοντέλα δεκτών που δεν αναγνωρίζουν το μήνυμα RTCM 3.0 και συνεπώς τις διορθώσεις μέσω της μεθόδου MAX (Brown et. al., 2006).

Η τεχνική i-MAX είναι παρόμοια με την τεχνική VRS. Και οι δύο τεχνικές δίνουν την δυνατότητα στον rover να στείλει στον δέκτη μια «κατά προσέγγιση θέση». Και στις δύο μεθόδους το κέντρο ελέγχου κάνει τους απαραίτητους υπολογισμούς και τις παρουσιάζει στο δέκτη για να μειώσει τα σφάλματα που σχετίζονται με την απόσταση. Αυτό σημαίνει πως η διόρθωση του RTK μπορεί να περιορίζεται. Η διαφορά της τεχνικής i-MAX από την τεχνική VRS είναι ότι η πρώτη κάνει διορθώσεις για έναν πραγματικό σταθμό αναφοράς (και συγκεκριμένα τον κεντρικό σταθμό), ενώ η δεύτερη για έναν εικονικό. Ωστόσο, και οι δύο τεχνικές είναι ανιχνεύσιμες και επαναλαμβανόμενες.



Εικόνα 20: Η τεχνική i-MAX (Πηγή: <https://leica-geosystems.com>, Πρόσβαση 13 Μαρτίου 2020).

2.4 Μόνιμα δίκτυα στην Ελλάδα

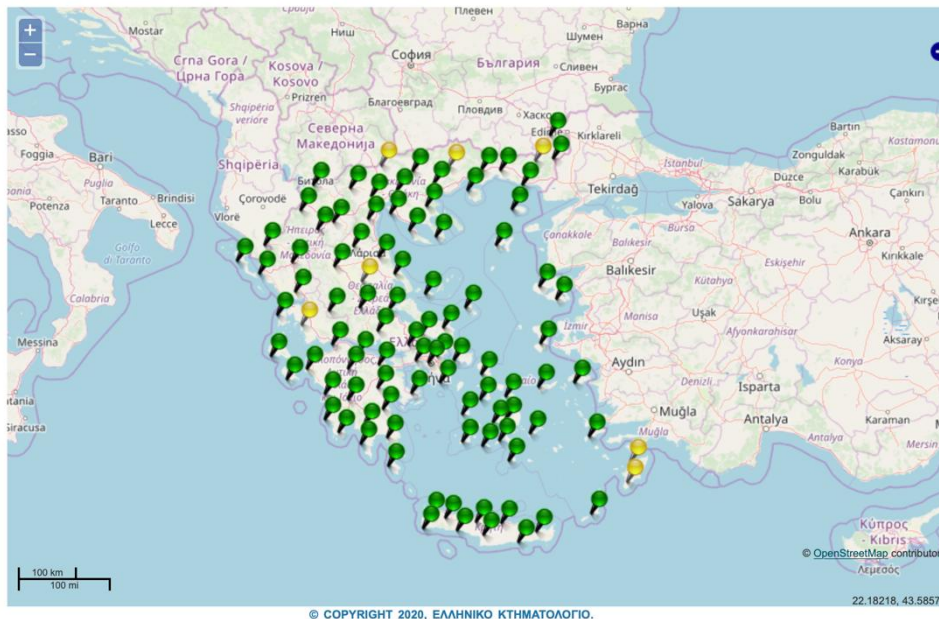
Η Ελλάδα παρουσιάζει αρκετές ιδιαιτερότητες σε αντίθεση με άλλες χώρες. Το κυριότερο μειονέκτημα είναι η πολυμορφία στα γεωδαιτικά και προβολικά

συστήματα που κατά καιρούς χρησιμοποιήθηκαν και παραμένουν ακόμη σε χρήση. Με βάση τη συγκεκριμένη ιδιαιτερότητα ένα δίκτυο μόνιμων σταθμών GNSS για τον Ελληνικό χώρο δημιουργεί ένα πρόσθετο βαθμό δυσκολίας, καθώς χρειάζεται το δίκτυο να είναι συμβατό τουλάχιστον με το κυριότερο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ'87 και την προβολή του TM'87 αλλά θα πρέπει να παρέχονται και επιπλέον εργαλεία που μπορούν να υποστηρίξουν και τα υπόλοιπα συστήματα (Κατσουγιαννόπουλος, Σ., 2010).

2.4.1 Δίκτυο HEPOS

Στη Ελλάδα υπάρχουν αρκετά δίκτυα μόνιμων σταθμών, εμπορικού ή ερευνητικού χαρακτήρα. Το κυριότερο δίκτυο εκπομπής διορθώσεων σε πραγματικό χρόνο είναι το HEPOS (HEllenic POsitioning System). Το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού HEPOS είναι ένα σύστημα το οποίο σχεδίασε και λειτουργεί από την εταιρεία «ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.», για υπηρεσίες προσδιορισμού θέσης αξιοποιώντας το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού (GPS). Το σύστημα αποτελείται από 98 μόνιμους σταθμούς αναφοράς GPS σε όλη την ελληνική επικράτεια. Οι μετρήσεις των σταθμών συγκεντρώνονται σε πραγματικό χρόνο στο Κέντρο Ελέγχου, όπου γίνεται η επεξεργασία, αρχειοθέτηση, και αποστολή των στοιχείων στους χρήστες. Η πρόσβαση δεν είναι ελεύθερη αλλά παρέχεται κατόπιν συνδρομής. Παρέχονται επιπλέον και διάφορα επίπεδα υπηρεσιών προσδιορισμού της θέσης. Οι σταθμοί είναι ισοκατανεμημένοι και καλύπτουν ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο και σε αποστάσεις μεταξύ των γειτονικών σταθμών που δεν υπερβαίνουν τα 70 km.

Η λειτουργία του δικτύου βασίζεται στην μετάδοση δεδομένων μέσω του διαδικτύου σε συνδυασμό με την τεχνική εικονικού σταθμού αναφοράς VRS και για τον κινηματικό προσδιορισμό σε πραγματικό χρόνο παρέχεται η δυνατότητα σύνδεσης μέσω GPRS (General Packet Radio Service). Η μετάδοση των διορθώσεων γίνεται με το πρωτόκολλο NTRIP. Οι παρεχόμενες ακρίβειες για DGPS (διαφορικός προσδιορισμός με χρήση κώδικα) και RTK (διαφορικός προσδιορισμός με χρήση φάσης) (Πηγή: http://www.hepos.gr/HEPOS_faqs_v2_0_gr.pdf, Πρόσβαση 09 Μαρτίου 2020).



Εικόνα 21: Το δίκτυο HEPOS (Πηγή: <http://www.hepos.gr/Map/SensorMap.aspx>, Πρόσβαση 09 Μαρτίου 2020).

Η μετάδοση των διορθώσεων γίνεται και στο δίκτυο «Ερμής», με την διαφορά ότι δεν έχει ακόμη ενσωματωθεί η δυνατότητα του εικονικού σταθμού αναφοράς VRS, η οποία είναι υπό ανάπτυξη. Το δίκτυο «Ερμής» στην παρούσα φάση αποτελείται από ένα κεντρικό υπολογιστή στον οποίο είναι εγκατεστημένος ο αναμεταδότης NTRIP ο οποίος είναι επιφορτισμένος με την εκπομπή των διορθώσεων RTCM σε πραγματικό χρόνο.

Οι μόνιμοι σταθμοί που είναι άμεσα χρησιμοποιήσιμοι είναι πέντε, αναλυτικά στη Θεσσαλονίκη είναι δύο, στις Σέρρες ένας, στη Ξάνθη ένας και στη Λάρισα επίσης ένας. Υπάρχει πρόβλεψη για την προσθήκη ενός ακόμα σταθμού GNSS στη Κοζάνη ο οποίος θα είναι διαθέσιμος πολύ σύντομα και θα συμπληρώσει το σύνολο των έξι σταθμών του αρχικού σχεδιασμού. Ο συνολικός αριθμός των έξι σταθμών είναι ικανοποιητικός για να καλύψει το μεγαλύτερο μέρος της Μακεδονίας και τη Θράκης. Ήδη η παρεχόμενη ακρίβεια σε DGPS και RTK δοκιμές είναι ικανοποιητική για την περιοχή που καλύπτουν οι υπάρχοντες σταθμοί, με τη μέγιστη τιμή σφάλματος να μη ξεπερνά τα 10 εκατοστά για ένα μήκος βάσης 50 km (Κατσουγιαννόπουλος, Σ., 2010).

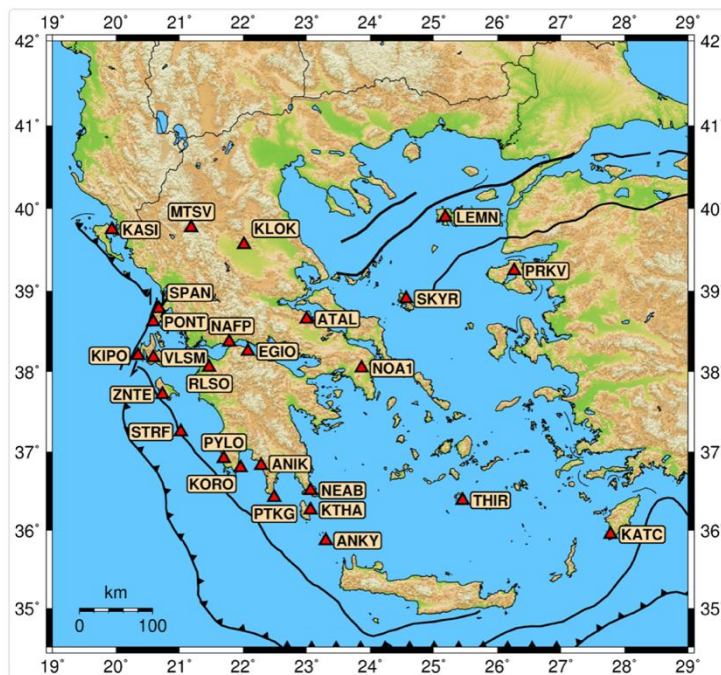
2.4.2 Δίκτυο του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών

Το Ινστιτούτο Γεωδυναμικής (GEIN) του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών (NOA) λειτουργεί το NOANET, το οποίο είναι ένα συνεχώς λειτουργικό δίκτυο GNSS στην Ελλάδα, για περιφερειακές μελέτες σε σεισμολογία και γεωδυναμική. Ο πρωταρχικός επιστημονικός του ρόλος είναι να υποστηρίζει γεωδαιτικές μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση παρατηρήσεων του GNSS (Global Navigation Satellite System), προκειμένου να μετρηθούν και να ποσοτικοποιηθούν οι κωμικές, μετασεισμικές και διεστιακές παραμορφώσεις στις κύριες ζώνες σφάλματος, οι ενεργές παραμορφώσεις και η τεκτονική παραμόρφωση στις οριακές ζώνες πλάκας της ανατολικής Μεσογείου, καθώς και για την υποστήριξη της σεισμολογίας GPS και άλλων εφαρμογών της επιστήμης της γης. Το δίκτυο NOANET λειτουργεί από το 2006, ακολουθώντας τα πρότυπα του EUREF για το μόνιμο δίκτυο GNSS (EPN).

Το δίκτυο, από τον Οκτώβριο του 2018, περιλαμβάνει 24 σταθμούς, οι οποίοι τηλεμετρώνται σε πραγματικό χρόνο στον κεντρικό διακομιστή GNSS του Ινστιτούτου Γεωδυναμικής στην Αθήνα. Όλοι οι σταθμοί συλλέγουν δεδομένα κάθε 1 δευτερόλεπτο και τα μεταδίδουν στην Αθήνα την ώρα (ωριαία αρχεία). Σε ορισμένους σταθμούς, τα 5 Hz ή 10 Hz συλλέγονται και παραμένουν διαθέσιμα για χειροκίνητη λήψη για περίοδο 72 ωρών. Η αρχειοθέτηση δεδομένων πραγματοποιείται σε δύο λειτουργίες:

- Τα δεδομένα 1 δευτερολέπτου κάθε σταθμού αρχειοθετούνται σε ωριαία χρονικά διαστήματα και
- Τα ημερήσια δεδομένα για κάθε σταθμό αρχειοθετούνται σε ρυθμό δειγματοληψίας 30 δευτερολέπτων.

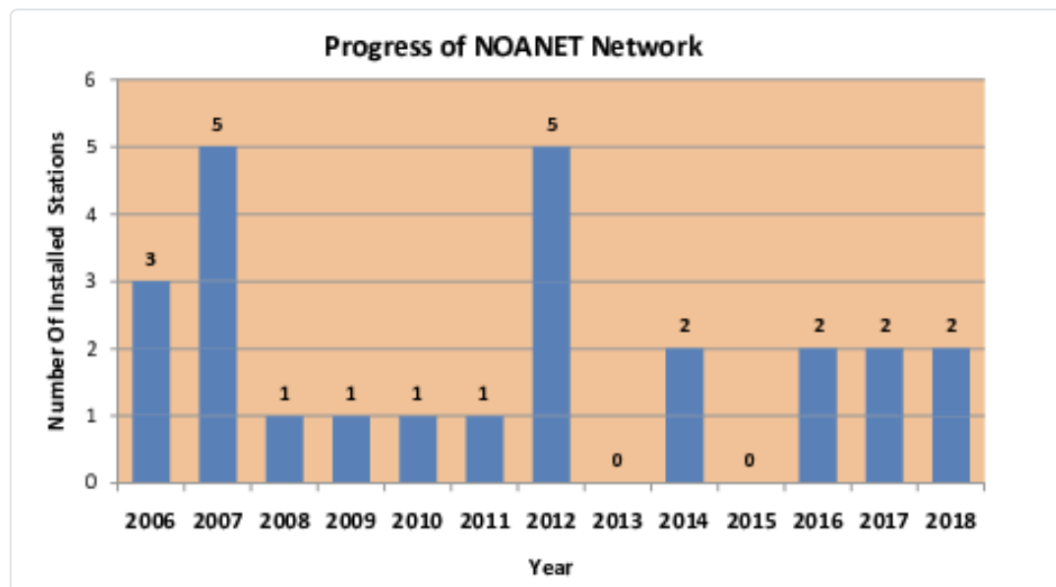
Ο διακομιστής δικτύου στην Αθήνα συλλέγει αυτόματα τα δεδομένα και δημιουργείται ένα ημερήσιο αρχείο στη μέση της νύχτας με υποδειγματοληψία των ωριαίων παρατηρήσεων ανά διαστήματα των 30 δευτερολέπτων. Αυτό το αρχείο μετατρέπεται σε μορφή RINEX και παραδίδεται στο NOA Web Server όπου είναι διαθέσιμο για λήψη. Επιπλέον, οι κόμβοι NOANET GSAC και GLASS διανέμουν καθημερινά πάνω από 60 συνεχώς λειτουργούντες σταθμούς GNSS που βρίσκονται σε όλη την περιοχή των Βαλκανίων. Η NOANET υποστηρίζει μια ελεύθερη και ανοιχτή πολιτική δεδομένων (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/intro/>, Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).



Εικόνα 22: Το δίκτυο του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/intro/>, Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).

Η πρώτη εγκατάσταση ολοκληρώθηκε τον Φεβρουάριο του 2006 στο νησί Κεφαλονιά του Ιονίου και ονομάστηκε VLSM. Αυτός ο ιστότοπος βρίσκεται μαζί με τον σεισμολογικό σταθμό NOA. Ο δεύτερος σταθμός που λειτουργούσε ήταν το RLSO που εγκαταστάθηκε κοντά στο σεισμό της Αχαΐας στις 8 Ιουνίου 2008 (Mw 6.4) στη ΒΔ Πελοπόννησο. Στη συνέχεια, ο σταθμός NOA1 εγκαταστάθηκε τον Μάρτιο του 2006 και από τον Απρίλιο του 2006 ανήκει στο μόνιμο δίκτυο GNSS του EUREF (EPN). Στη συνέχεια, έγινε εγκατάσταση στη Δυτική Ελλάδα όπου οι σταθμοί PONT και SPAN εγκαταστάθηκαν στο νησί της Λευκάδας, περίπου 7 χλμ. Ανατολικά της Κεφαλλονιάς και το σταθμό ΚΑΣΙ στη βόρεια Κέρκυρα σε περίπου 35-25 χλμ. Ανατολικά της Απούλιας ώθηση, μια μάλλον ανεξερεύνητη δομή. Στη συνέχεια, εγκαταστάθηκαν νέοι σταθμοί GNSS σε όλη την κεντρική και νότια Ελλάδα, καθώς και στα νησιά του βόρειου Αιγαίου. Κατά τη διάρκεια του 2016-2018, στο πλαίσιο μιας διμερούς συνεργασίας βάσει του Μνημονίου Συνεργασίας με την INGV, εγκαταστάθηκαν οι σταθμοί STRF, ΚΤΗΑ, ANKY, ΡΤΚΓ και ΖΝΤΕ σε ορισμένες από τις πιο κρίσιμες τοποθεσίες της SW Ελλάδα για καταγράφοντας την

ενεργό παραμόρφωση του δυτικού ελληνικού τόξου (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/intro/>, Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).



Εικόνα 23: Το χρονικό πλαίσιο εγκατάστασης των σταθμών του δικτύου (2006-2018) (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/intro/>, Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).

2.4.3 Δίκτυο της εταιρείας Metrica

Το δίκτυο της Metrica είναι η υπηρεσία GNSS που βασίζεται στο μεγαλύτερο δίκτυο σταθμών αναφοράς παγκοσμίως. Επιτρέπει σε συσκευές με δυνατότητα GNSS να προσδιορίζουν γρήγορα θέσεις με ακρίβεια 1 - 2 εκατοστών. Η υπηρεσία είναι διαθέσιμη 24 ώρες το 24ωρο από μια υποδομή υψηλής διαθεσιμότητας και μια ομάδα επαγγελματικής υποστήριξης με εμπειρία πάνω από 10 χρόνια στην αξιόπιστη παροχή της υπηρεσίας. Το δίκτυο καλύπτει όλη την Ελλάδα.

Ο πρώτος σταθμός εγκαταστάθηκε και τέθηκε σε λειτουργία το 2005 στην Αττική. Το 2006 προστέθηκαν άλλοι 2 σταθμοί σε Θήβα και Ανάβυσσο Αττικής. Τελικά, η εταιρεία το 2008 ξεκίνησε συνεργασία με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και την E-65 με σκοπό την ανταλλαγή δεδομένων δικτύου. Το 2010 τέθηκαν σε λειτουργία άλλοι 12 σταθμοί και το 2011 υπεγράφη συμβόλαιο συνεργασίας με την εταιρεία Leica. Έτσι δημιουργήθηκε το σύστημα MetricaNet στα SmartNet Europe.

Το σύστημα σήμερα περιλαμβάνει 54 σταθμούς, μόνιμα εγκατεστημένους σε όλο τον ελλαδικό χώρο. Οι σταθμοί αυτοί είναι τύπου Leica GRX 1200+ και το

λογισμικό που χρησιμοποιείται για την καταγραφή, επεξεργασία και αποστολή δεδομένων είναι το Leica GNSS Spider

(Πηγή: <https://www.metrice.gr/products/surveying-equipment/gnss-receivers>, Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).



Εικόνα 24: Το δίκτυο GNSS της Metrice (Πηγή: <https://hxgnsmartnet.com/el-gr/services>, Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).

2.4.4 Δίκτυο της εταιρείας Geotech

Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1991, ενώ από το 2004 απέκτησε έδρα στον Γέρακα Αττικής και περιέχει προϊόντα του οίκου Trimble. Το δίκτυό της αποτελείται από 4 μόνιμους σταθμούς αναφοράς, οι οποίοι έχουν εγκατασταθεί και τεθεί σε λειτουργία σε Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Αγρίνιο και Καρδίτσα. Οι σταθμοί αυτοί παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο αλλά μπορούν και να επεξεργαστούν τα δεδομένα αυτά ξανά σε βάθος χρόνου.

Οι σταθμοί βρίσκονται κοντά σε κεντρικούς σταθμούς του συστήματος η προς (δηλαδή είναι γειτονικοί σταθμοί). Τα δεδομένα συλλέγονται κάθε 5 sec και η αποστολή τους γίνεται μέσω GPRS. Τα δεδομένα αποθηκεύονται με μορφή RINEX (Πηγή: <http://www.geotech.gr/index.php/the-company/2017-07-21-09-30-07.html>, Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020)



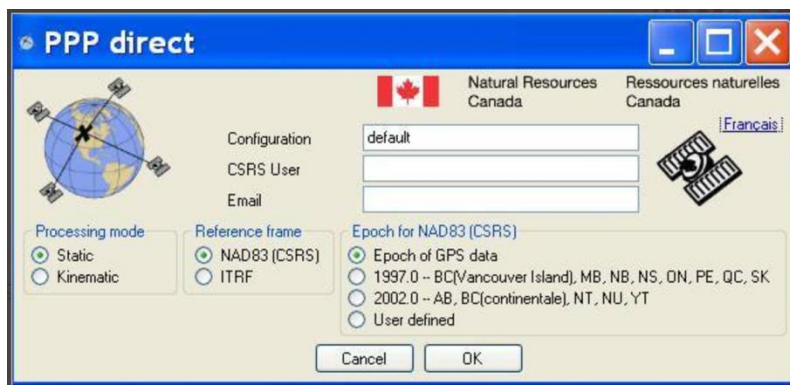
Εικόνα 25: Το δίκτυο της εταιρίας Geotech (Πηγή: <http://www.geotech.gr/index.php/the-company/2017-07-21-09-30-07.html>, Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).

Κεφάλαιο 3: Σταθμοί Μελέτης

Το κεφάλαιο αυτό έχει σκοπό την μελέτη ορισμένων περιοχών της Ελλάδας ως προς την τεκτονική-εδαφική μετακίνησή τους. Πάρθηκαν δεδομένα από 10 σταθμούς αναφοράς του δικτύου του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών. Οι σταθμοί βρίσκονται σε όλη την Ελληνική επικράτεια.

3.1 Τρόπος επεξεργασίας δεδομένων

Για την μελέτη των σταθμών χρειάστηκε να γίνει μια διαδικασία προκειμένου να ληφθούν τα αρχεία που είχαν καταγράψει οι επιμέρους σταθμοί του δικτύου του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών. Ξεκινώντας χρειάστηκε να δουλέψουμε με την εφαρμογή PPP Direct (έκδοση 2.1), ώστε να έχουμε πρόσβαση στους σταθμούς και τα αρχεία αυτών. Έτσι με μια σύνδεση μέσω email μπορέσαμε να λάβουμε τις μετρήσεις των δορυφόρων των σταθμών, ανά 5 sec. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν οι παράμετροι που μας δίνει η εφαρμογή: Processing mode- Kinematic και Reference frame-ITRF.



Εικόνα 26: Το παράθυρο της εφαρμογής PPP Direct (έκδοση 2.1), όπως εμφανιζόταν στην οθόνη μας.

Επόμενο βήμα της μεθόδου που ακολουθήσαμε ήταν η επίσκεψη στην ηλεκτρονική διεύθυνση του δικτύου του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών <http://geodesy.ge.in.noa.gr:8000/nginfo/>. Στο σημείο αυτό επιλέξαμε 10 σταθμούς του συστήματος (Data→Archive), επιλέγοντας έναν - έναν τους σταθμούς όπου θα δουλέψουμε στην συνέχεια. Στο σημείο αυτό μπορούμε να επιλέξουμε ακριβώς τον σταθμό, την ημέρα αλλά και την ώρα για την κάθε μέτρηση.

Index of /services/GPSData/

./		
0_photos/	29-Feb-2016 12:14	-
1_HemusNET/	07-Nov-2013 18:38	-
1_NOAFaults/	21-Aug-2019 11:16	-
1_rss/	26-Mar-2020 07:39	-
2001/	23-May-2016 07:09	-
2002/	23-May-2016 07:09	-
2003/	23-May-2016 07:08	-
2004/	23-May-2016 07:07	-
2005/	23-May-2016 07:05	-
2006/	11-Sep-2011 19:08	-
2007/	19-Jan-2009 11:04	-
2008/	19-Jan-2009 11:19	-
2009/	22-May-2016 15:45	-
2010/	31-Dec-2010 23:59	-
2011/	31-Dec-2011 23:58	-
2012/	16-Oct-2014 18:19	-
2013/	21-Jan-2014 17:44	-
2014/	31-Mar-2016 16:11	-
2015/	24-Oct-2016 13:11	-
2016/	10-Mar-2017 10:30	-
2017/	01-Jan-2018 00:00	-
2018/	01-Jan-2019 00:00	-
2019/	31-Dec-2019 23:59	-
2020/	27-Mar-2020 00:00	-
AGRI/	05-Jan-2012 16:03	-
ALEX/	05-Jan-2012 16:04	-
ANAV/	05-Jan-2012 16:04	-
ANDR/	05-Jan-2012 16:04	-
ANIK/	11-Mar-2020 13:00	-
ANKY/	02-Jan-2019 00:00	-
ARTA/	05-Jan-2012 16:04	-
ATAL/	02-Jan-2017 00:01	-
DRAG/	15-Dec-2010 08:30	-
DRAN/	07-Jun-2012 11:31	-
HALK/	05-Jan-2012 16:05	-
HERA/	05-Jan-2012 16:05	-
IRMA/	05-Jan-2012 16:05	-
ITEA/	05-Jan-2012 16:06	-
KALV/	05-Nov-2019 10:36	-
KASI/	02-Jan-2017 00:08	-
KATC/	19-Sep-2019 09:53	-
KATZ/	05-Jan-2012 16:07	-
KAVL/	05-Jan-2012 16:07	-
KIFO/	01-Oct-2017 10:10	-
KLOK/	02-Jan-2019 00:05	-
KORI/	05-Jan-2012 16:07	-
KRES/	02-Jan-2015 00:38	-
KRVN/	07-Jun-2012 11:24	-

Εικόνα 27: Τα δεδομένα των σταθμών, όπως φαίνεται από το δίκτυο του NOANET. (Πηγή: <http://www.gein.noa.gr/services/GPSData/>, Πρόσβαση: 23 Μαρτίου 2020).

Έπειτα, αφού επιλέξαμε και το ακριβές αρχείο που μας ενδιαφέρει το μεταφέρουμε στην εφαρμογή PPP Direct (έκδοση 2.1). Με τον τρόπο αυτό το αρχείο που επιλέξαμε στέλνεται αυτόματα στο προσωπικό μας email που είχαμε προσθέσει στην εφαρμογή (σε μορφή .zip).

Τα αρχεία που συλλέχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν οι στήλες της ημέρας, του χρόνου και των μετατοπίσεων (decimal_hour, date_of_year, year, rcvr_clk_ns). Καταγράφονταν οι μετακινήσεις για κάθε ημέρα όλο τα 24ωρο. Έτσι, κατά την επεξεργασία των δεδομένων βρέθηκε ο μέσος όρος της καθημερινής μετατόπισης για όλους τους μήνες και όλα τα χρόνια και τέλος δημιουργήθηκε ένα τελικό διάγραμμα για κάθε έναν από τους σταθμούς, το οποίο και αναλύθηκε. Ακολουθούν οι 10 επιμέρους σταθμοί και η ανάλυση των δεδομένων που καταγράψαμε.

3.2 Σταθμός 1: Αταλάντη- Φθιώτιδα

Η περιοχή της Αταλάντης αποτελεί μία από τις πιο ενεργά σεισμογενείς περιοχές της Ελλάδας. Ο βόρειος Ευβοϊκός κόλπος όπου βρίσκεται η συγκεκριμένη περιοχή διακατέχεται από έντονη τεκτονική δραστηριότητα, καθώς αποτελείται από πολλά Ενεργά ρήγματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της τεκτονικής διεργασίας της

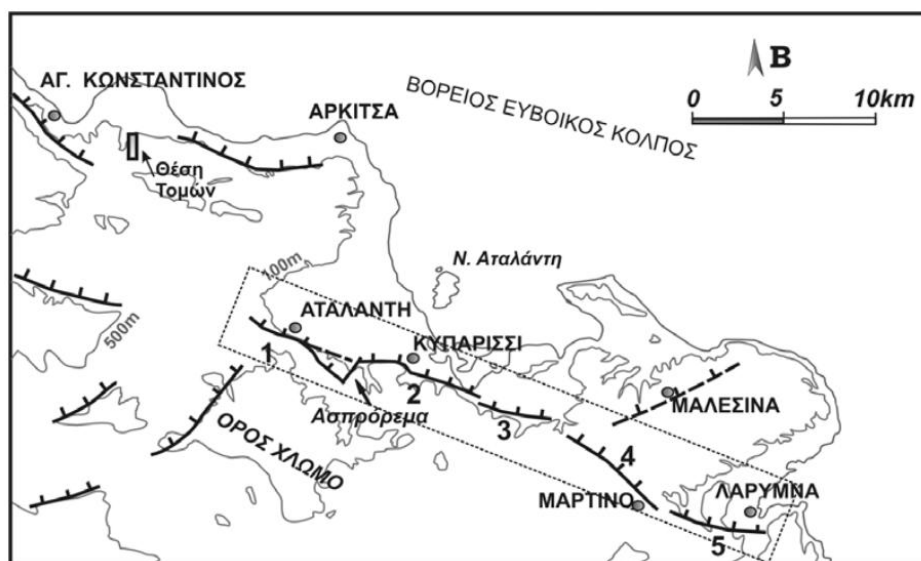
περιοχής είναι ο σεισμός μεγέθους 7,2 Ρίχτερ το 1894 που σημειώθηκε στο ρήγμα της Αταλάντης με συνέπεια 253 νεκρούς.

Γεωλογικά, το ρήγμα αποτελείται από μία ρηξιγενή ζώνη μήκους 20 έως 30 km και το ρήγμα διαχωρίζεται σε τουλάχιστον τέσσερα μικρότερα τμήματα, τα οποία είναι της Αταλάντης, του Κυπαρισσιού, της Τραγάνας, του Μαρτίνου και πιθανώς της Λάρυμνας. Πρόκειται για ένα κανονικό ρήγμα με κατεύθυνση Α-Δ έως ΑΝΑ-ΔΒΔ διεύθυνσης και κλίση προς τα Β-ΒΑ με μήκος περίπου 34 km. Το ρήγμα διέρχεται νότια από την πλευρά της πόλης.

Η περιοχή του Ευβοϊκού Κόλπου γεωλογικά καλύπτεται από αλπικά πετρώματα της Υποπελαγονικής ζώνης, και της ρηξιγενής τάφρους που δημιουργήθηκαν λόγω της νεότερης τεκτονικής δράσης των ανοιγμάτων. Οι περιοχές της Τάφρου έχουν πληρωθεί από ιζήματα νεότερης ηλικίας Πλειόκαινου – Τεταρτογενούς (ΙΓΜΕ,1983). Τα ιζήματα αποτελούνται κυρίως από αργίλους, άμμους, μάργες και χαλίκια, ενώ σε κάποιες περιοχές υπάρχουν διαστρώσεις χαλικιών με πάχος 1 έως 10 cm. Λόγω των ρηγμάτων της περιοχής ένα συνεκτικό λατυποπαγές συναντάται στην περιοχή, το οποίο αποτελείται από γωνιώδη τεμάχια ασβεστολίθων και δολομιτών με συνθετικό υλικό άμμος και αργίλους. Το δευτερογενές συνδετικό υλικό είναι αμμοαργιλώδες (Αγγελίδης,1992).

Τα κανονικά ρήγματα έχουν διευθύνσεις ΒΔ – ΝΑ έως ΔΒΔ – ΑΝΑ (Roberts and Jackson, 1991). Πρόκειται για ένα εφελκυστικό καθεστώ, το οποίο βρίσκεται στο βόρειο Αιγαίο (Lemeille, 1977; Papazachos and Kiratzi, 1996; Pantosti et al., 2001).

Πιο συγκεκριμένα έγινε μια χαρτογράφηση στο ρήγμα της Αταλάντης μετά το σεισμό του 1894. Έτσι ανακαλύφθηκε ότι επρόκειτο για δύο σεισμικά γεγονότα, ο πρώτος σεισμός ήταν έντασης από 6,4 έως 7 Ρίχτερ και ο δεύτερος σεισμός μεγέθους 7 έως 7,2 Ρίχτερ. Το ρήγμα στην πόλη της Αταλάντης είναι ένα κανονικό ρήγμα διεύθυνσης Α-Δ έως ΑΝΑ – ΔΒΔ και κλίσης Β – ΒΑ. Η διεύθυνση της κλίσης είναι 019° – 048° ενώ η κλίση 60° – 72°. Διέρχεται από τη νότια πλευρά της πόλης και πιο συγκεκριμένα βρίσκεται στους πρόποδες του όρους Χλωμό και σχεδόν ταυτίζεται με τις σεισμικές διαρρήξεις του 1894 που προαναφέραμε. Το συνολικό μήκος της ρηξιγενούς ζώνης που βρίσκεται στο ρήγμα αυτό δεν ξεπερνά το 34 km (Pavlidis et al., 2004).



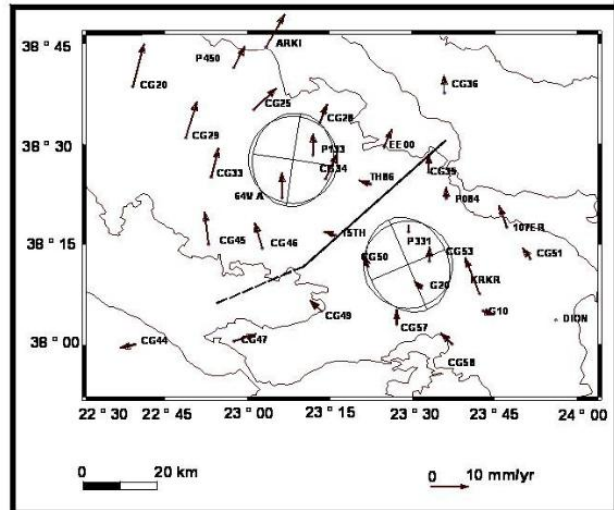
Εικόνα 28: Η ρηξιγενής ζώνη της Αταλάντης και τα επιμέρους τμήματα (1: Αταλάντη, 2: Κυπαρίσι-Αλμύρα, 3: Τραγάνα-Προσκίνα, 4: Μαρτίνο και 5: Λάρυμνα) (Παυλίδης Σ.Β. , Βαλκανιώτης Σ. , Γκανάς Α. , Κεραμυδάς Δ. και Σμπόρας Σ., 2004).

Έρευνες του καθηγητή Ευάγγελου Λάγιο (Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2004) έδειξαν ορισμένα νεοτεκτονικά γεγονότα με τη χρήση GPS. Φαίνεται ότι το ρήμα χωρίζεται σε 13 νεοτεκτονικά τεμάχια. Επιπλέον, η Ρηξιγενής Ζώνη της Αταλάντης (PZA) έχει πολύ μικρούς αριθμούς ολίσθησης. Με τον τρόπο αυτό κατανοούμε ότι υπάρχει μία ενιαία συσχέτιση συμπεριφοράς σε όλο το μήκος της ζώνης, με μια μικρή δεξιόστροφη οριζόντια μετατόπιση. Φάνηκε μια μετανάστευση της δραστηριότητας της ζώνης προς την Ανατολή (ρήγμα περιοχής Μαρτίνου) η οποία ωστόσο δεν είναι έντονη.

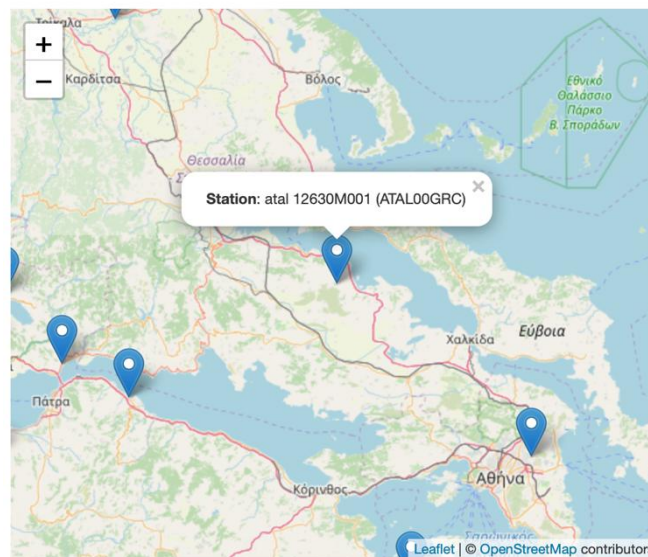
Η σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή έχει ευρέως μελετηθεί. Από αυτές τις έρευνες έχει προσδιοριστεί μια περιορισμένη σεισμικότητα κατά τον 20ό αιώνα και μέτρια σεισμικότητα συγκεκριμένα κατά τη δεκαετία του 1990. Αυτό αλλάζει την τελευταία δεκαετία, καθώς έχουμε μία συνεχόμενη αύξηση της σεισμικότητας στο νότιο τμήμα του ευβοϊκού Κόλπου και προς την Εύβοια (περιοχή Ψαχνών-Λίμνης).

Επιπλέον δεδομένα υπάρχουν και για το πρώτο εξάμηνο του 2002, αφού είχαμε μία εκτεταμένη μικροσεισμική δραστηριότητα. Πραγματοποιήθηκαν περίπου 3000 μετασεισμοί όπου μόνο η 430 ήταν στην ευρύτερη περιοχή της Αταλάντης. Κατά το 2002 υπήρχε όπως φαίνεται μια αλλαγή στο ρυθμό σεισμικότητας στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης. Το γεγονός της έντονης σεισμικότητας του 2002 είχε ως συνέπεια την συνεχή παρακολούθηση για τα επόμενα έτη (2003 – 2005).

Η επιπλέον παρακολούθηση έγινε διότι η περιοχή – ζώνη διάρρηξης της Αταλάντης είναι μια από τις πιο ενεργά τεκτονικές περιοχές της Κεντρικής Ελλάδας, η οποία χρειάζεται συνεχή παρακολούθηση για να αποφευχθούν τυχόν καταστροφές από κάποιο ενδεχόμενο σεισμό μεγάλης έντασης (Λάγιος, Ε., 2004).



Εικόνα 29: Οι τεκτονικές μετακινήσεις στο ρήγμα της Αταλάντης (Λάγιος, Ε., 2004).



Εικόνα 30: Ο σταθμός του NOANET στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/atal/>, Πρόσβαση: 27 Μαρτίου, 2020).



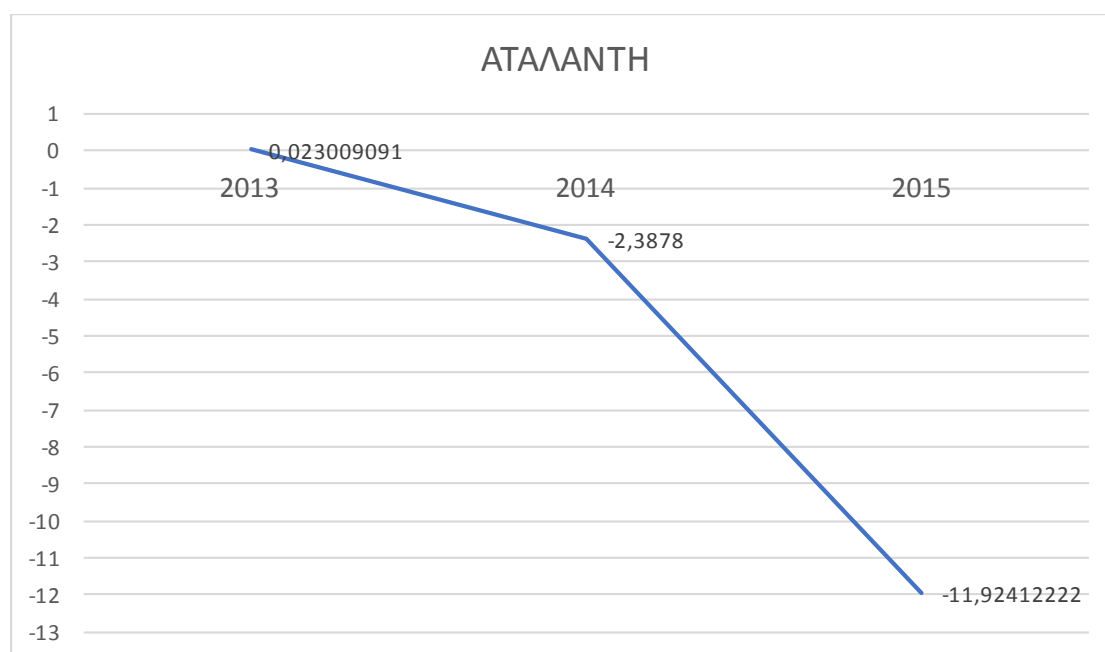
Εικόνα 31: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/atal/>, Πρόσβαση: 27 Μαρτίου, 2020).

Εικόνα 32: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/atal/>, Πρόσβαση: 27 Μαρτίου, 2020).

Τα επιμέρους χαρακτηριστικά του σταθμού εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα. Ο σταθμός με κωδική ονομασία «atal» δημιουργήθηκε από το δίκτυο NOANET του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών στις 27 Μαρτίου 2009.

Name	atal
Domes	12630M001
Location	Atalanti, Fthiotida, GR
Installation	2009 mar 27
Antenna	TPSCR.G5 TPSH
Receiver	TPS NET-G3A
Satellite Sys.	GR
Approx. Position (igb08)	
	4591113.7999 m
	1948751.2220 m
	3962396.6481 m

Από τον σταθμό της Αταλάντης μελετήθηκαν μετρήσεις για κάθε πρώτη ημέρα του μήνα για 3 χρόνια (01/01/2013 – 01/12/2015). Τα αρχεία που συλλέχθηκαν ήταν 33, από τα οποία χρησιμοποιήθηκαν οι στήλες της ημέρας, του χρόνου και των μετατοπίσεων (decimal_hour, date_of_year, year, rcnr_clk_ns). Καταγράφονταν οι μετακινήσεις για κάθε ημέρα όλο τα 24ωρο (μια μέτρηση ανά 5sec για κάθε ημέρα). Έτσι, κατά την επεξεργασία των δεδομένων βρέθηκε ο μέσος όρος της καθημερινής μετατόπισης για όλους τους μήνες και όλα τα χρόνια. Το τελικό διάγραμμα (διάγραμμα x-y, όπου ο άξονας x: άξονας μετατοπίσεων και ο άξονας y: άξονας χρόνου) παραδίδεται παρακάτω:



Διάγραμμα 1: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Αταλ».

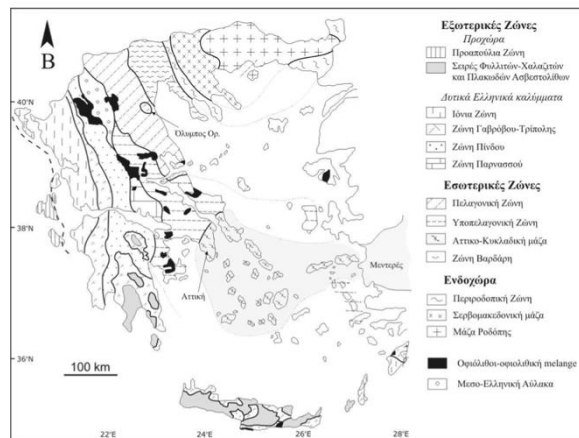
Στο Διάγραμμα 1 φαίνονται οι μέσες τιμές της μετατόπισης του ρήγματος της Αταλάντης για τα 3 έτη, 2013-2015. Έτσι, το 2013 η μετατόπιση ήταν σχεδόν μηδενική (0.023 χιλιοστά). Το 2014 η μετατόπιση ήταν 2.38 χιλιοστά προς ANA και το 2015 11.9 χιλιοστά περίπου προς την ίδια ακριβώς διεύθυνση.

Με βάση τα στοιχεία του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π) διαπιστώθηκε σεισμική δόνηση στο ρήγμα της Αταλάντης στις 23/05/2015 μεγέθους 3.9 της κλίμακας Richter, γεγονός που πιθανόν οφείλεται

με την μετατόπιση που εντοπίζεται (Πηγή: <https://www.oasp.gr/node/3161>, 27 Μαρτίου 2019).

3.3 Σταθμός 2: Αττική- Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Η ευρύτερη περιοχή της Αττικής από γεωλογικής απόψεις βρίσκεται – καταλαμβάνει μέρος της Αττικοκυκλαδικής μάζας, η οποία είναι τμήμα των Εσωτερικών Ελληνίδων Οροσειρών (Κίλιας και συνεργάτες, 2004 & Ring, 2007).



Εικόνα 33: Γεωτεκτονικός χάρτης των Ελληνίδων Οροσειρών (Jacobshagen et al., 1978, Mountrakis et al., 1983).

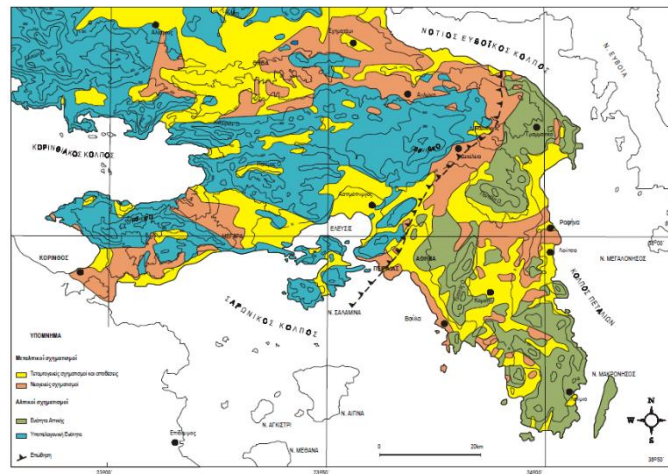
Η περιοχή της Αττικής όσο να σου όσον αφορά την σεισμικότητα καταγεγραμμένους εκατοντάδες χρόνια πριν αρκετούς σεισμούς από το πολύ ενεργό ρήγμα Αλκυονίδων αλλά και από το ρήγμα στο Καπαρέλλι το οποίο ενεργοποιήθηκε το 198,1 καθώς βρισκόταν αδρανές για αρκετές χιλιάδες χρόνια (Benedetti L., et al. 2003).

Η γεωλογική δομή της Αττικής αλλά και η γεωγραφική της θέση είναι μία χερσόνησος στο νότιο ανατολικό μέρος της Στερεάς Ελλάδας. Χωρίζεται σε δύο ωραίο γραφικά συστήματα. Το βορειοδυτικό, το οποίο αποτελείται από τα Γεράνεια όρη το Αιγάλεω τον Κιθαιρώνα και την Πάρνηθα και το νότιο ανατολικό μέρος το οποίο αποτελείται από το Πεντελικό όρος τον Υμηττό και τα όρη της Λαυρεωτικής.

Επιπλέον, η Αττική είναι αρκετά σύνθετη καθώς περιέχει διάφορες λίθωστρωματογραφικές ενότητες, γεωλογικούς σχηματισμούς και συνθέτη γεωτεκτονική ένταξη των σχηματισμών μέσα στις ακολουθίες. Οι σχηματισμοί αυτή είναι τόσο της Υποπελαγονικής Ζώνης, στο δυτικό τμήμα της χερσονήσου της Αττικής όσο και τμήματα των ενοτήτων του Λαυρίου στο ανατολικό τμήμα. Οι δύο

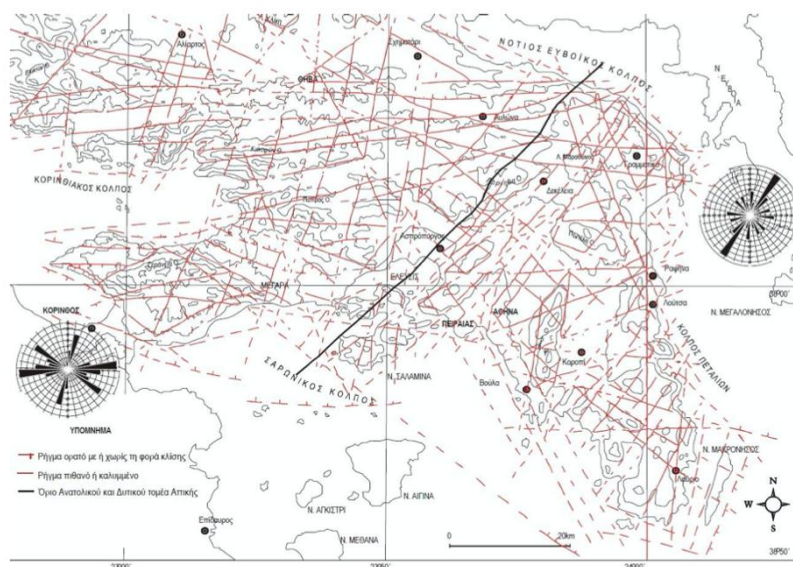
αυτές ενότητες έχουν τεκτονική σχέση μεταξύ τους, με υποκείμενη την ενότητα της Αττικής.

Τα δύο κύρια γεωτεκτονικά περιβάλλοντα στην Αττική είναι: 1) Μια αυτόχθονη σειρά σχηματισμών, 2) Μία υπερκείμενη αλλόχθονη που ανήκει στην Αττικοκυκλαδική μάζα και περιλαμβάνει τεκτονικά καλύμματα. Η μεταξύ τους τεκτονική έλαβε χώρα πριν από την επώθηση της Υποπελαγονικής στην ενότητα της Αττικής.



Εικόνα 34: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής της Αττικής (Γεωλογικοί χάρτες ΙΓΜΕ, κλίμακα 1:50000).

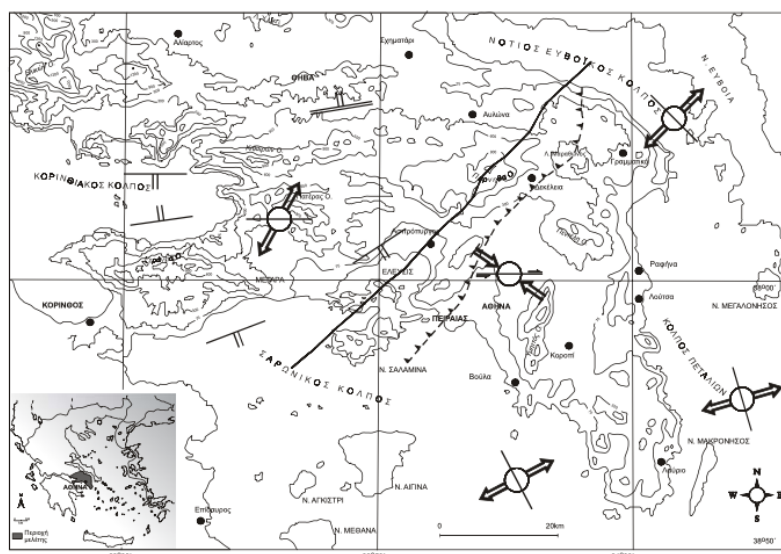
Η τεκτονική της Αττικής είναι ιδιαίτερη και συνθέτη καθώς αποτελείται από διάφορες γωνίες διεργασίες. Η κυρία διεύθυνση των ρηγμάτων είναι $B70^{\circ} - 100^{\circ}$ έως $B0^{\circ} - 20^{\circ}$ και οι δευτερεύοντες διευθύνσεις ποικίλλουν από $B30^{\circ} - 50^{\circ}$, $B110^{\circ} - 130^{\circ}$ και $B150^{\circ} - 160^{\circ}$.



Εικόνα 35: Τεκτονικός χάρτης- Χάρτης ρηγμάτων της περιοχής της Αττικής (Αντωνίου, 2000).

Η περιοχή της Αττικής βρίσκεται σε μία δυναμική κατάσταση όσον αφορά την τεκτονική της. Η ρηξιγενής δομές που υπάρχουν βρίσκονται ως κρασπαιδικές δομές και ως εκ τούτου το δυτικό τμήμα βρίσκεται σε καθεστώς εφελκυσμού, βυθίζοντας στην περιοχή προς τον κορινθιακό και τον Σαρωνικό κόλπο και προς την λεκάνη των Θηβών βόρεια, ενώ Ανατολικά η Υποελαγονική ενότητα της Αττικής βρίσκεται σε καθεστώς επώθησης.

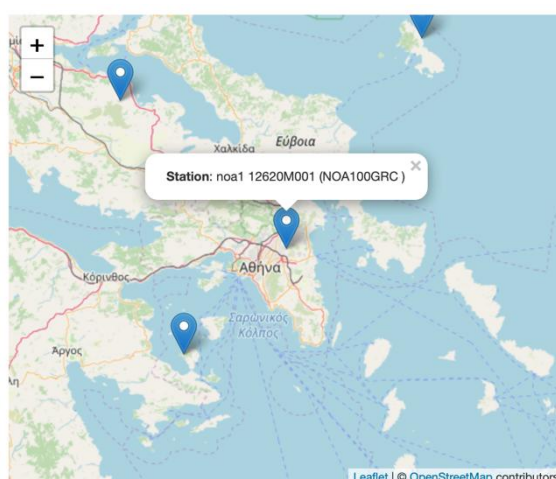
Συμπερασματικά, αναφέρεται ότι υπάρχουν συστήματα διάρρηξης κατά μήκος των της ακτογραμμής της Αττικής το οποίο συνηγορεί της εφελκυστικές τάσεις που υπάρχουν στην περιοχή (Αντωνίου, 2000).



Εικόνα 36: Χάρτης της περιοχής της Αττικής στον οποίο περιγράφονται οι τάσεις που ασκούνται από το Τετατρογενές μέχρι σήμερα (Αντωνίου, 2000).

Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών εγκατέστησε έναν σταθμό στα κεντρικά γραφεία, ώστε να μπορεί να παρατηρεί τις τεκτονικές κινήσεις του ρήγματος των Αλκυονίδων και φυσικά όλες τις επιμέρους μετακινήσεις της περιοχής. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται όλα τα χαρακτηριστικά του σταθμού με κωδική ονομασία «noa1». Ο σταθμός δημιουργήθηκε στις 13 Μαρτίου 2006.

Name	noa1
Domes	12620M001
Location	Athens, Attica, GR
Installation	2006 mar 13
Antenna	LEIAT504 LEIS
Receiver	LEICA GRX1200PRO
Satellite Sys.	G
Approx. Position (igb08)	
	4599641.9742 m
	2034827.4259 m
	3909890.5404 m
Related Agency	NOA
Log File	noa1_20181001.log



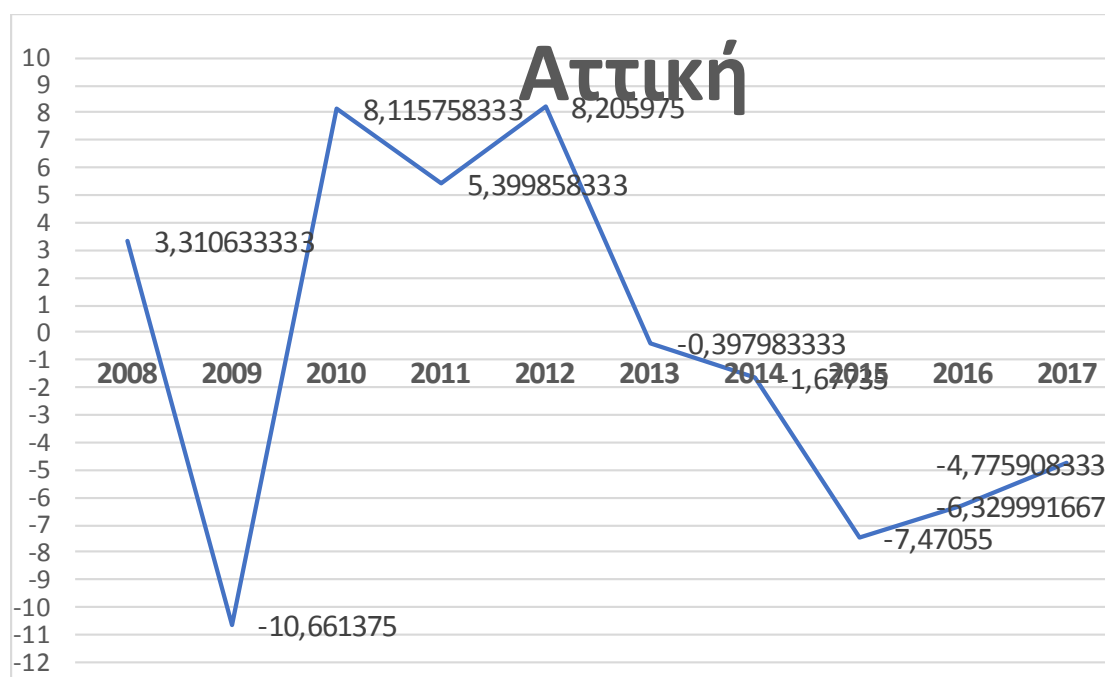
Εικόνα 37: Ο σταθμός του NOANET στην περιοχή της Αττικής (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/noa1/>, Πρόσβαση: 29 Μαρτίου, 2020).



Εικόνα 38: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην περιοχή της Αττικής (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/noa1/>, Πρόσβαση: 29 Μαρτίου, 2020).

Εικόνα 39: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην περιοχή της Αττικής (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/noa1/>, Πρόσβαση: 29 Μαρτίου, 2020).

Από τον σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών μελετήθηκαν μετρήσεις για κάθε πρώτη ημέρα του μήνα για 10 χρόνια (01/01/2008 – 01/12/2017). Συλλέχθηκαν συνολικά 120 αρχεία με δεδομένα-καταγραφές του σταθμού noa1, από τα οποία χρησιμοποιήθηκαν οι στήλες της ημέρας, του χρόνου και των μετατοπίσεων (decimal_hour, date_of_year, year, rcvr_clk_ns). Καταγράφονταν οι μετακινήσεις για κάθε ημέρα όλο τα 24ωρο (μια μέτρηση ανά 5sec για κάθε ημέρα). Έτσι, κατά την επεξεργασία των δεδομένων βρέθηκε ο μέσος όρος της καθημερινής μετατόπισης για όλους τους μήνες και όλα τα χρόνια. Το τελικό διάγραμμα (διάγραμμα x-y, όπου ο άξονας x: άξονας μετατοπίσεων και ο άξονας y: άξονας χρόνου) παραδίδεται παρακάτω:



Διάγραμμα 2: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Noa1».

Στο διάγραμμα μετακινήσεων-χρόνου εμφανίζονται οι μετακινήσεις που μετρήθηκαν από τον σταθμό «noa1» για τις χρονιές 2008-2017. Έτσι, η μετακίνηση που συνέβη το 2008 είναι περίπου 3.3 χιλιοστά προς τα ΒΔ, ενώ το 2009 η μετακίνηση ήταν 10,6 χιλιοστά προς την αντίθετη διεύθυνση (ΝΑ). Επιπλέον, από το 2010 έως και το 2013 οι κινήσεις ήταν προς τα ΒΔ με τιμές 8.15, 5.4 και 8.2 χιλιοστά αντίστοιχα. Κατά το 2014 η μετακίνηση ήταν σχεδόν μηδενική και το 2015 μήπως περίπου 1.6 χιλιοστά προς τα ΒΔ. Τα υπόλοιπα χρόνια έως το 2017 όπου λάβαμε τις μετρήσεις (2014-2017) οι μετακινήσεις ήταν ίδιας διεύθυνσης (ΝΑ διεύθυνσης) με τιμές 7.4, 6.3 και 4,7 χιλιοστά ανά έτος.

Πρέπει να αναφερθεί πως κατά το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και σύμφωνα με τα δεδομένα του Παγκόσμιου Δικτύου Καταγραφής Σεισμών (USGS), αλλά και του Εθνικού Γεωδυναμικού Ινστιτούτου δεν έχει καταγραφεί κάποιο έντονο σεισμικό γεγονός.

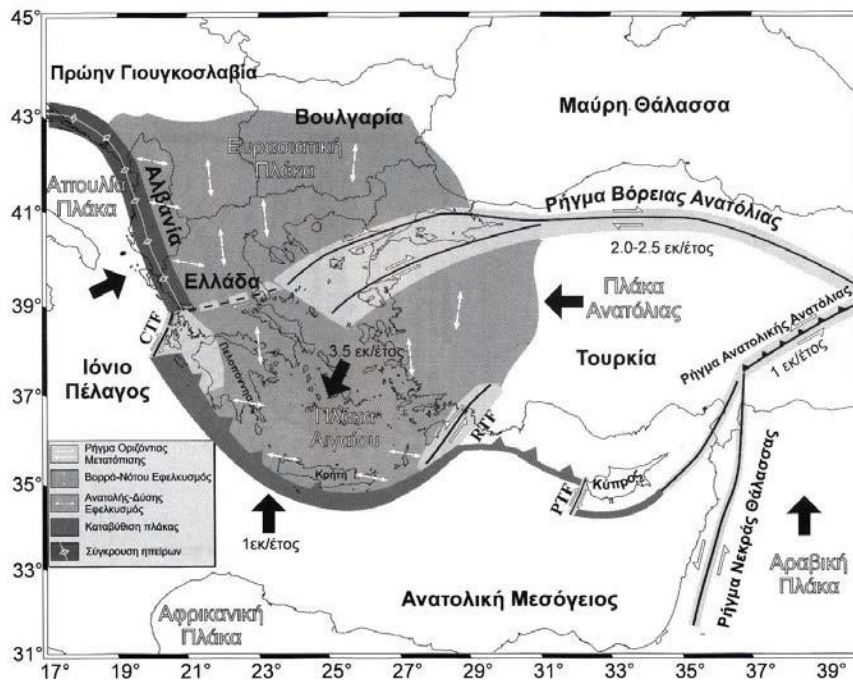
3.4 Σταθμός 3: Βαλσαμάτα- Κεφαλονιά

Το τεκτονικό καθεστώς της περιοχής της ανατολικής Μεσογείου χαρακτηρίζεται ιδιαίτερα σύνθετο. Τα κύρια χαρακτηριστικά είναι η βύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική, γεγονός που επηρεάζει την Ελληνική χώρα και ιδιαίτερα την δυτική περιοχή της. Το ελληνικό τόξο χαρακτηρίζεται από έντονη και ισχυρή σεισμικότητα ($M > 6$). Οι σεισμοί δημιουργούνται σε μέσο βάθος και εκτείνονται σε όλο το Αιγαίο Πέλαγος (Βόρεια Τεκτονική Τάφρος και Ελληνικό Τόξο), αλλά και σε πιο πολύπλοκα συστήματα με ορθά και οριζόντια ολίσθησης ρήγματα.

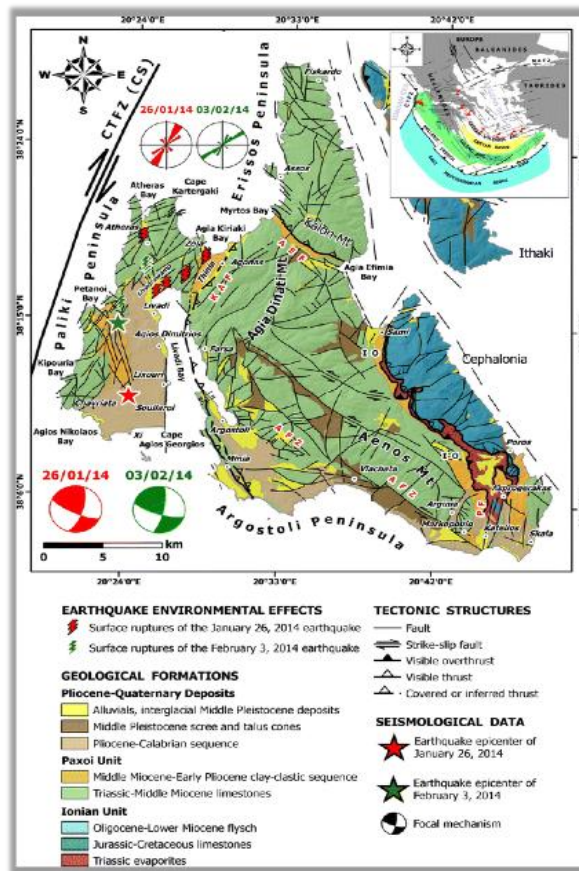
Στην δυτική Ελλάδα και συγκεκριμένα στην Κεφαλονιά εντοπίζεται ένα σύστημα αποτελούμενο από ρήγματα μετασχηματισμού δεξιόστροφης οριζόντιας ολίσθησης. Πρέπει επιπλέον να αναφερθεί ότι η εν λόγω περιοχή είναι τεκτονικά ενεργή και λόγω ορθών ρηγμάτων της τάφρου του Κορινθιακού Κόλπου, τα οποία είναι εξαιρετικά ενεργά. Η ζώνη καταβύθισης ΒΔ δέχεται διαρκής μεταβολές στον ωκεάνιο φλοιό που βρίσκεται κάτω από το Ιόνιο Πέλαγος και στον ηπειρωτικό φλοιό στις Αδριατικές και της μικροπλάκας της Απούλιας (προέκταση της Αφρικανικής πλάκας). Η μικροπλάκα της Απούλιας συγκρούεται με την πλάκα της Ευρασίας, γεγονός που προκαλεί την σεισμικότητα στο Ιόνιο Πέλαγος, αφού δημιουργεί ανάστροφα ρήγματα στην περιοχή. Η σύγκρουση είναι τύπου «ήπειρος-ήπειρος» με διεύθυνση ολίσθησης Β 60° Α. η περιοχή επιπλέον δημιουργεί ένα έντονο σύστημα, το οποίο περιλαμβάνει και ένα δεξιόστροφο ρήγμα, το Ρήγμα Μετασχηματισμού (transform fault) της Κεφαλονιάς (PMK) (Louvari et al, 1999, σ. 226).

Η δεξιόστροφη κίνηση του ρήματος της Κεφαλονιάς φαίνεται να συμφωνεί με την αριστερόστροφη περιστροφή της μικροπλάκας της Απούλιας. Ωστόσο, το ρήγμα έχει και ανάστροφη συμπεριφορά που γίνεται αντιληπτή με την ανύψωση της παράκτιας ζώνης και τη μείωση του βάθους των σεισμών στη περιοχή (Shaw & Jackson, 2010, σ. 968). Η διεύθυνση του PMK είναι Β 213ο Α, έχει ολίσθηση περίπου 3 cm/yr, όπου είναι ο ταχύτερος ρυθμός ολίσθησης σε ρήγμα του Ελλαδικού χώρου (Papazachos et al., 1994). Παρ' όλο που η περιοχή είναι από τις πιο ενεργές

σεισμικά περιοχές της Ελλάδας, η κινηματική του συμπεριφορά δεν έχει ακόμα διευκρινιστεί πλήρως και λεπτομερώς.



Εικόνα 40: Κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών που καθορίζουν την ενεργό τεκτονική του Ελλαδικού χώρου (Παπαζάχος Β., 2002).

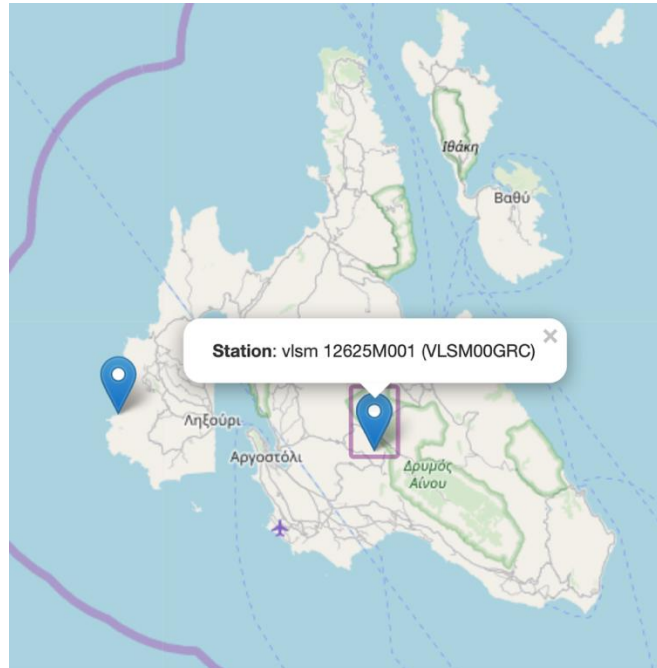


Εικόνα 41: Γεωτεκτονικός χάρτης Κεφαλονιάς (Lekkas & Mavroulis 2016, *Journal of Earthquakes*).

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία για την εύρεση της μετατόπισης του ρήγματος στην παρούσα πτυχιακή είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη. Αρχικά, ο σταθμός από τον οποίο πήραμε τις μετρήσεις βρίσκεται στην περιοχή Βαλσαμάτα Κεφαλλονιάς, μια περιοχή από την οποία περνάει το ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης όπου μελετάμε. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται όλες οι πληροφορίες του σταθμού. Ο σταθμός ανήκει στο NOANET (Northwest Open Access Network) και η ονομασία του στο σύστημα είναι “Vlsm”.

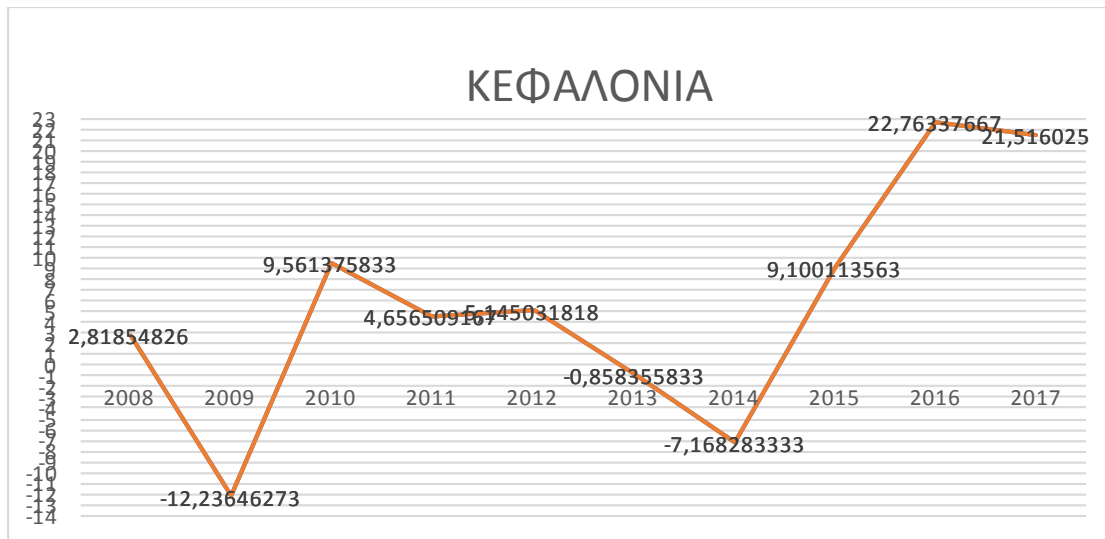
City or Town	VALSAMATA
State or Province	CEPHALONIA
Country	Greece
Tectonic Plate	EURASIAN
X coordinate (m)	4699991.629 m
Y coordinate (m)	1765547.688 m
Z coordinate (m)	3921162.210 m

Latitude (N is +)	38 10' 36.57774" North
Longitude (E is +)	20 35' 19.12006" East
Elevation (m,ellips.)	437.222 m



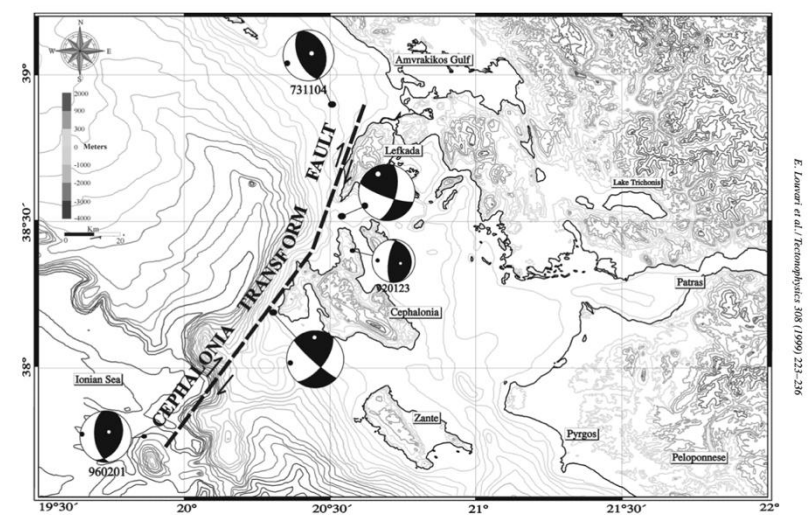
Εικόνα 42: Η θέση του σταθμού, όπως προβάλλεται στο σύστημα NOAET (Πηγή: Ιδία επεξεργασία 2020, <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/netmap/> 2020, Πρόσβαση στις: 13/01/2020).

Από τον σταθμό VLSM παίρνονταν μετρήσεις για κάθε πρώτη ημέρα του μήνα για 10 χρόνια (01/01/2008 – 01/12/2017). Τα αρχεία που συλλέχθηκαν ήταν 107, από τα οποία χρησιμοποιήθηκαν οι στήλες της ημέρας, του χρόνου και των μετατοπίσεων (decimal_hour, date_of_year, year, rcvr_clk_ns). Καταγράφονταν οι μετακινήσεις για κάθε ημέρα όλο τα 24ωρο. Έτσι, κατά την επεξεργασία των δεδομένων βρέθηκε ο μέσος όρος της καθημερινής μετατόπισης για όλους τους μήνες και όλα τα χρόνια. Το τελικό διάγραμμα (διάγραμμα x-y, όπου ο άξονας x: άξονας μετατοπίσεων και ο άξονας y: άξονας χρόνου) παραδίδεται παρακάτω:



Διάγραμμα 3: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «V1sm».

Όπως έχει ήδη γίνει αναφορά, στην περιοχή της Κεφαλονιάς (Βαλσαμάτα) που μελετάμε, διέρχεται ένα ρήγμα, του οποίου οι μετατοπίσεις του από 01-01-2008 έως 01-12-2017. Το PMK έχει διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ και είναι δεξιόστροφο. Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες αλλά και το Διάγραμμα 1 που απεικονίζεται παραπάνω μπορούμε να βγάλουμε ορισμένα συμπεράσματα όσον αφορά την κίνησή του ανά έτος για το διάστημα 2008-2017. Αναφέρεται ότι οι τιμές πάνω από τον άξονα χρόνου (άξονας y) υποδηλώνουν δεξιόστροφη κίνηση, ενώ αυτές κάτω από τον άξονα του χρόνου αριστερόστροφη κίνηση του ρήγματος.



Εικόνα 43: Απεικόνιση του (PMK) Ρήγματος Μετασχηματισμού Κεφαλονιάς (Louvari et al. 1999).

Συμπερασματικά, καταλήγουμε ότι κατά το έτος 2008 η περιοχή είχε μετατόπιση περίπου 2.8 χιλιοστά ΒΑ, το 2009 μετατόπιση ύψους 12.2 χιλιοστών ΒΑ. Ακολούθως, από το έτος 2010 έως 2012 υπήρχε μια βαθμιαία μετατόπιση ΒΑ με 9.5 χιλιοστά το 2010, 4.6 χιλιοστά το 2011 και 5,1 χιλιοστά το 2012. Έπειτα η κίνηση έγινε αριστερόστροφα (ΝΔ) με μόλις 0.8 χιλιοστά το 2013 και 7.2 περίπου χιλιοστά προς την ίδια διεύθυνση το 2014. Τέλος η κίνηση έγινε προς τα ΒΑ κατά την χρονική περίοδο 2015-2017 με 9.1 χιλιοστά το 2015, 22.7 χιλιοστά το 2016 και 21.5 το 2017.

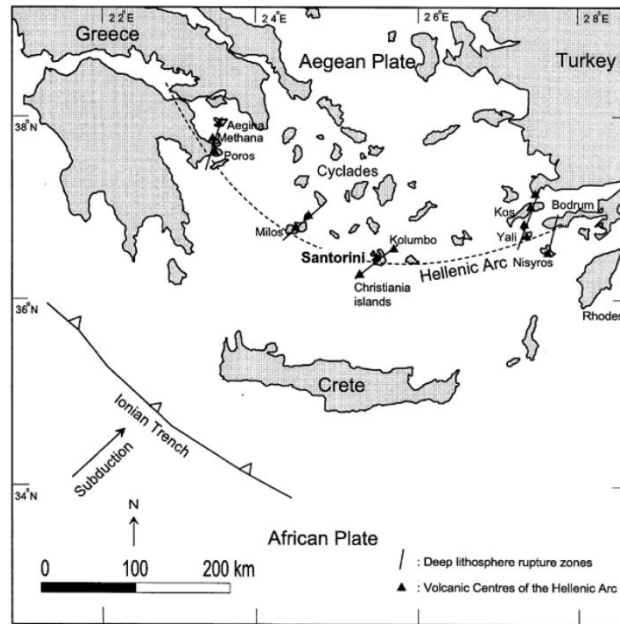
Σύμφωνα με τους καταγεγραμμένους σεισμούς του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου Αθηνών, σημειώθηκε σεισμός μεγέθους 4.7 της κλίμακας Richter στο συγκεκριμένο ρήγμα στις 07/06/2016 (Πηγή: <http://www.ge.in.noa.gr/el/seismikotita/katalogoi-seismwn>, Πρόσβαση: 11 Νοεμβρίου 2019).

3.5 Σταθμός 4: Θήρα - Πύργος Καλλίστης

Το νησί της Σαντορίνης αποτελεί την περιοχή με την πιο ενεργό σεισμική δράση σε όλη την Μεσογείου και την Δυτική Ευρασία. Αυτό συμβαίνει καθώς βρίσκεται ακριβώς στα όρια της σύγκλισης των δύο τεκτονικών – λιθοσφαιρικών πλακών, αυτή της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας και της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας.

Χαρακτηριστικό του νησιού αποτελεί το ηφαίστειο της Σαντορίνης, το οποίο βρίσκεται σε μία πολύ ιδιαίτερη τοποθεσία και συνδέεται με σημαντικά ιστορικά γεγονότα. Η σεισμικότητα της περιοχής της Σαντορίνης ενδέχεται να επηρεάζεται από κάποια υδροθερμική και μαγματική δραστηριότητα λόγω της τοποθεσίας στην οποία βρίσκεται το νησί (σύγκλιση λιθοσφαιρικών πλακών όπως προαναφέρθηκε).

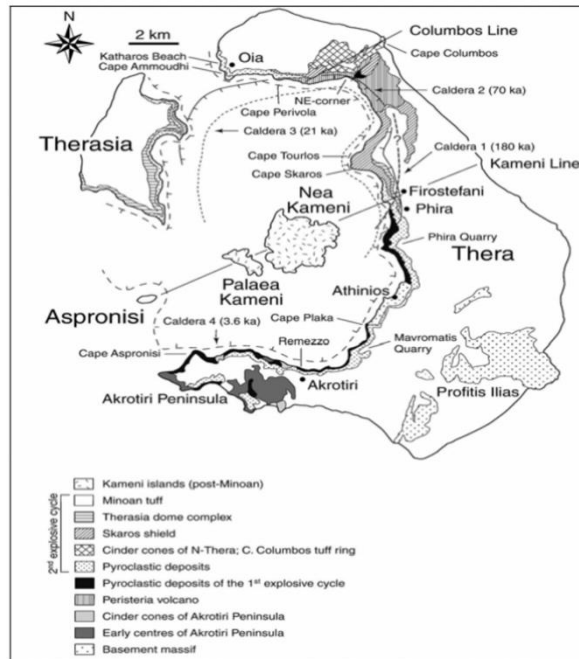
Σημαντικό γεγονός αποτελεί ηφαιστειακή έκρηξη που έλαβε χώρα τον 6^ο αιώνα π.Χ., όπου είχε ως συνέπεια την καταστροφή του Μινωικού πολιτισμού της Κρήτης. Οι κάτοικοι του νησιού από την έκρηξη αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν το νησί αφού καταστράφηκε ο οικισμός τους σχεδόν ολοσχερώς. Από αυτήν την δραστηριότητα δημιουργήθηκαν άκρως ενεργά σεισμικά ρήγματα στην επιφάνεια του νησιού. Ένα από αυτά βρίσκεται στην περιοχή Ακρωτήρι με διεύθυνση Β-Ν σε σχηματισμούς προγενέστερους του ρήματος και κατάτμησε επίσης το κατώτερο μέλος της σειράς της Ανώτερης Κίσηρης (Λέκκας, 2007).



Εικόνα 44: Το Ελληνικό ηφαιστειακό τόξο στο Νότιο Αιγαίο (Παπαζάχος και Παναγιωτόπουλος, 1993).

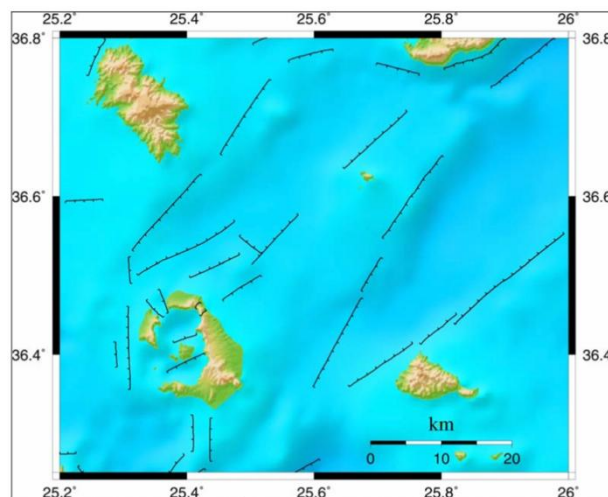
Το Γεωδυναμικό καθεστώς στο οποίο υπάγεται η Θήρα (Γεωδυναμικό καθεστώς νοτίου Αιγαίου) έχει τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τεκτονικής προέλευσης με κατεύθυνση N-B, είναι η Μεσογειακή Ράχη, η Ελληνική Τάφρος και το Ελληνικό Ηφαιστειακό Τόξο. Το ελληνικό ορογενές βρίσκεται στο Νότιο ενεργό περιθώριο της Ευρασιατικής πλάκας λόγω της υποβύθισης της Αφρικανικής, που συγκλίνουν προς το Βορρά. Όσον αφορά την Μεσογειακή Ράχη καταλαμβάνει μέρος από το Ιόνιο πέλαγος έως την Κύπρο και παράλληλη στην Ελληνική Τάφρο. Πρόκειται για ένα καθεστώς συμπίεσης λόγω της σύγκλισης της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής λιθσφαιρικής πλάκας (Comninakis και Papazachos, 1972). Επιπλέον, η Ελληνική Τάφρος είναι ένα σύμπλεγμα τάφρων μεταξύ της Μεσογειακής Ράχης και του Ελληνικού Τόξου. Το μήκος της είναι περίπου 1000 km. Το Ελληνικό Ηφαιστειακό Τόξο τοποθετείτε περιμετρικά γύρω από τα ελληνικά κρατικά σύνορα.

Όσον αφορά το νότιο Αιγαίο και συγκεκριμένα την τοποθεσία του νησιού της θύρας μελέτες από τους κύριους Παπαζάχο και Κομνηνάκη (1969, 1971) έδειξαν μία ζώνη υποβύθισης με μέση κλίση $45^{\circ} - 40^{\circ}$. Το καθεστώς σύγκρουσης των δύο λιθσφαιρικών πλακών δημιουργεί ρήγματα τα οποία δίνουν οριζόντιες πλευρικές δυνάμεις κάθετες στο τόξο και την τελική δημιουργία ρηγμάτων εφελκυσμού (δημιουργία από εφελκυστικές δυνάμεις).



Εικόνα 45: Γεωλογικός Χάρτης της Θήρας (Druitt et al., 1989).

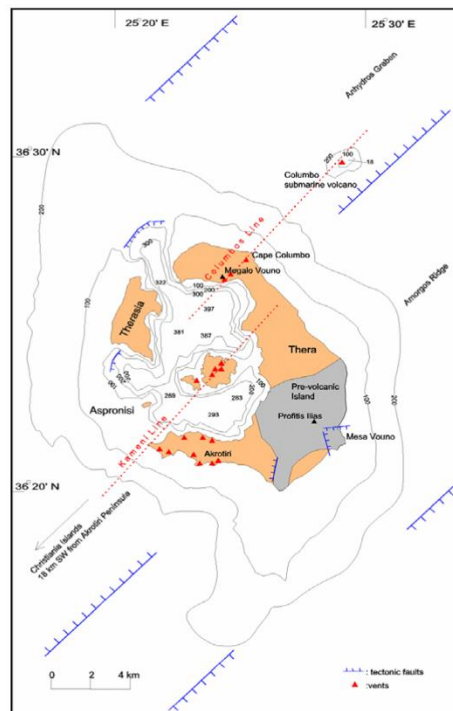
Οι θετικές ανωμαλίες στον πυθμένα, δηλαδή η εμφάνιση του νησιού της Σαντορίνης οφείλεται από την διείσδυση του πυκνού και θερμού μανδύα του υλικού μέσα στο φλοιό της γης. Επιπλέον, σε μικρό βάθος κάτω από το Αιγαίο τα σεισμικά κύματα που δίνουν σεισμούς ενδιάμεσου βάθος αποσβένονται λόγω ύπαρξης ασθενοσφαιρικού υλικού. Το μέσο μήκος της βυθιζόμενης λιθόσφαιρας υπολογίζεται στα 250 km περίπου, η βύθιση της πλάκας ξεκίνησε περίπου πριν 10 εκατομμύρια χρόνια και η μέση ταχύτητα καταβύθισης της είναι 2.5cm/yr (Argus et. al., 1989).



Εικόνα 46: Τεκτονικός Χάρτης της Θήρας (Παπανικολάου, περιοδικό ΓΕΩ 22-04-2000).

Από γεωλογικής πλευράς η Σαντορίνη αποτελείται στο μεγαλύτερο μέρος της από ηφαιστειακά πετρώματα ηλικίας Τεταρτογενούς λόγω της τοποθεσίας του στο κεντρικό τμήμα του Ελληνικού Ηφαιστειακού Τόξου. Είναι τοποθετημένη σε ένα τεκτονικό κέρασ, το οποίο ονομάζεται Ράχη Αμοργού με διεύθυνση ΝΔ – ΒΑ. Το συγκεκριμένο γεγονός συνδέεται με την τεκτονική του νησιού της Σαντορίνης κυρίως στο νοτιοδυτικό κομμάτι του νησιού. Οι τεκτονικές γραμμές ακολουθούν την ΝΔ – ΒΑ διεύθυνση (Heiken και McCoy, 1984). Επιπλέον τα δύο πιο γνωστά ηφαιστειακά κέντρα της Σαντορίνης, τα Χριστιανά νησιά και το υποθαλάσσιο ηφαίστειο Κολούμπο βρίσκονται σε δύο σεισμικές γραμμές που ονομάζονται γραμμή Καμένη και Κολούμπο αντίστοιχα και οι οποίες τέμνονται από την καλδέρα σε διεύθυνση ΝΔ – ΒΑ.

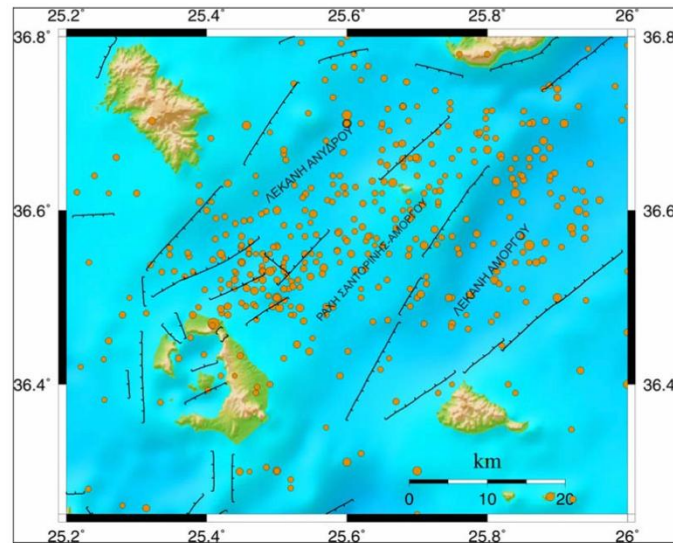
Τα νησιά της Σαντορίνης αποτελούνται εξολοκλήρου από ηφαιστειακά πετρώματα που είναι τοποθετημένα πάνω από ένα προηφαιστειακό σχηματισμό αποτελούμενο από μεταμορφωμένα ασβεστολιθικά πετρώματα και σχιστόλιθους του Κατώτερου Μεσοζωικού και Ανώτερου Καινοζωικού (Nicholls, 1971; Druiitt et al., 1989)



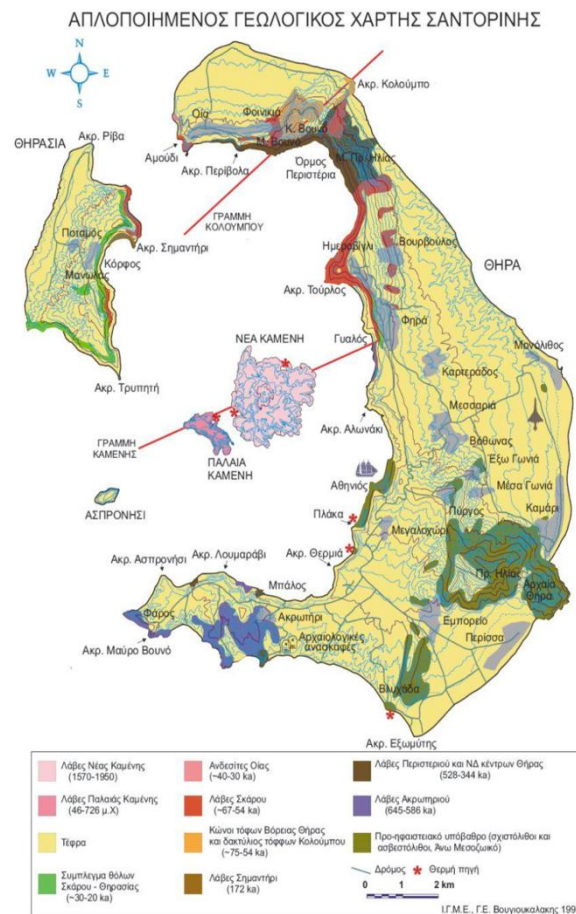
Εικόνα 47: Τεκτονικός-Γεωλογικός Χάρτης της Θήρας (Heiken and McCoy, 1984).

Η Θήρα παρουσιάζει σχετικά μικρή σεισμικότητα. Οι περισσότεροι σεισμοί δημιουργούνται στην επιφάνεια και σε ενδιάμεσα βάθη. Από το 600π.χ. έως το 2010

έχουν καταγραφεί 8 σεισμοί με μέγεθος μεγαλύτερης έντασης των 6 βαθμών της κλίμακας Richter. Οι τρεις από τους 8 συνδέονται με ηφαιστειακή έκρηξη.

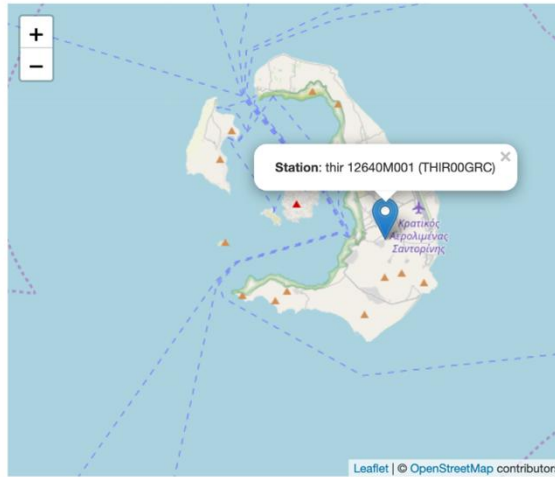


Εικόνα 48: Χάρτης σεισμικότητας της Θήρας για την χρονική περίοδο 1964-2010 (Μακροπούλος and Burton, 1981; Μακροπούλος et al., 2010; Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).



Εικόνα 49: Σύγχρονος Γεωλογικός Απλοποιημένος Χάρτης της Θήρας (IGME, Βουλγαράκης, 1997).

Ο σταθμός του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών για την μέτρηση των μετατοπίσεων ανά πάσα χρονική στιγμή έχει την κωδική ονομασία «Thir».



Εικόνα 50: Ο σταθμός του NOANET (σταθμός «Thir») στην Θήρα (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/thir/>, Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).

<p>ΙΔΡΥΣΗ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΥΡΓΟΥ ΚΑΛΛΙΣΤΗΣ(ΘΗΡΑ) Ημερομηνία: 27-12-2012 / Έναρξη καταγραφών 28/12/2012 12:38 ώρα Ελλάδος Κωδικός σταθμού: THIR Θέση: Εκκλησιάκι Αγ. Χριστοφόρου (έτος κατασκευής 1970, πλάκα με οπλισμένο σκυρόδεμα) Έδαφος θεμελίωσης κτηρίου: Ασβεστολιθός Μεσοζωικής Ηλικίας Εξοπλισμός: LEICA geodetic receiver GRX1200GG PRO+ antenna AX1202 GG Τηλεμετρία: ΣΥΖΕΥΞΙΣ/Wi-Fi connection Βήμα Καταγραφής 1s Γωνία αποκοπής 10° Προσεγγιστικές Συντεταγμένες: 36.38491 βόρεια, 25.45246 ανατολικά</p>				
		<p>© EAA, 2012 www.gein.noa.gr/gps.html Ανοικτά Δεδομένα από: http://194.177.194.200/services/GPS/GPS-DATA/THIR http://194.177.194.200/services/GPS/GPS-DATA/2013/</p> <p>ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΑΣΠ</p>		

Εικόνα 51: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην Θήρα (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/thir/>, Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).



Εικόνα 52: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην Θήρα (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/thir/>, Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).

Εικόνα 53: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην Θήρα (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/thir/>, Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις επιμέρους λεπτομέρειες του σταθμού.

Name	thir
Domes	12640M001
Location	Pyrgos Kallistis, Thira, GR
Installation	2012 dec 28
Antenna	LEIAX1202GG NONE
Receiver	LEICA GRX1200GGPRO
Satellite Sys.	GR
Approx. Position (igb08)	
	4642082.5947 m
	2209437.1723 m
	3762870.4550 m
Related Agency	NOA
Log File	thir_20180919.log

Οι μετρήσεις αφορούν την χρονική περίοδο από 01/01/2010 έως 01/12/2013. Συνολικά ο αριθμός των μετρήσεων είναι 47. Χρησιμοποιήθηκαν οι στήλες της ημέρας, του χρόνου και των μετατοπίσεων (decimal_hour, date_of_year, year, rcnr_clk_ns). Παράλληλα καταγράφονταν οι μετακινήσεις για κάθε ημέρα όλο τα 24ωρο (μια μέτρηση ανά 5sec για κάθε ημέρα). Έτσι προέκυψε το τελικό διάγραμμα που φαίνεται παρακάτω.



Διάγραμμα 4: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Thir».

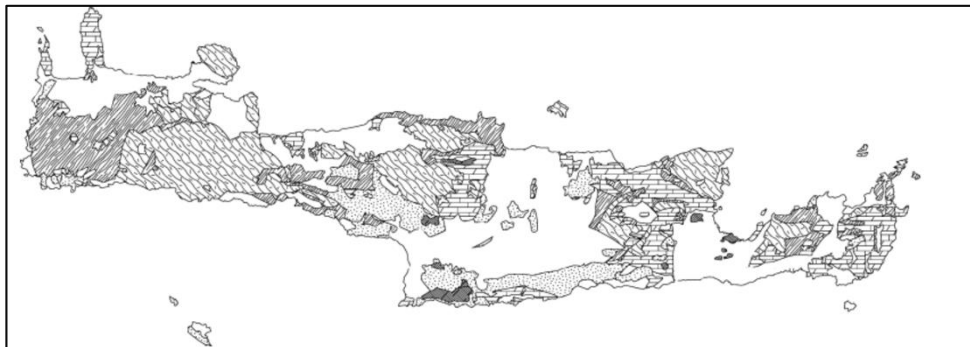
Οι τιμές των μετατοπίσεων που υπολογίστηκαν από τον σταθμό ήταν ιδιαίτερα υψηλές. Πιο αναλυτικά, το έτος 2010 υπήρξε μετατόπιση 65.6 χιλιοστά, το 2011 60.6 χιλιοστά, το 2012 68.5 χιλιοστά και το έτος 2013 η μεγαλύτερη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 75.9 χιλιοστά. Και οι 4 μετρήσεις είχαν τον ίδιο προσανατολισμό, ο οποίος ήταν μετατόπιση προς τα ΝΑ.

Έντονες σεισμικές δονήσεις δεν έχουν καταγραφεί στον χώρο του Νοτίου Αιγαίου σύμφωνα με επιστημονικές αναλύσεις. Πιθανόν οι τόσο μεγάλες μετατοπίσεις να συμβολίζουν την κίνηση της λιθοσφαιρικής πλάκας η οποία διαρκώς μετακινείται.

3.6 Σταθμός 5: Ιεράπετρα- Κρήτη

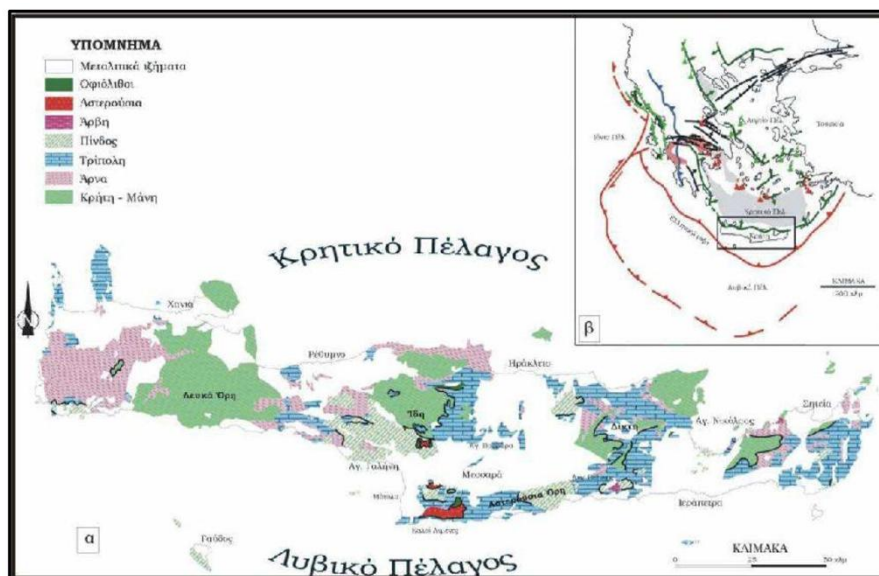
Η πέμπτη περιοχή μελέτης είναι η Κρήτη και πιο συγκεκριμένα η ΝΑ Κρήτη-Ιεράπετρα. Η γεωλογία της Κρήτης αποτελείται κυρίως από πετρώματα αλπικής και μετά-αλπικής διαδικασίας, με πολύπλοκα τεκτονικά καλύμματα. Επίσης, Περιλαμβάνει τέσσερις λεκάνες βρίσκονται ενδιάμεσα από τα ψηλότερα βουνά του νησιού. Οι τεκτονικές ενότητες της Κρήτης Χωρίζονται σε δύο επιμέρους κατηγορίες, τα ανώτερα και τα κατώτερα καλύμματα (Μουντράκης, 1985, Φασούλας, 2001). Η ευρύτερη περιοχή της Κρήτης είναι μέρος του Ελληνικού Τόξου ή Τόξου του Αιγαίου (Νοτιότερο άκρο Ελληνικού Τόξου). Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ιδιαίτερα ενεργή σεισμικότητα του νησιού.

Η βόρεια πλευρά του νησιού αποτελείται από πετρώματα ηλικίας Πλειστοκαίνου ή νωρίτερης ηλικίας πετρώματα, τα οποία περιλαμβάνουν ασβεστόλιθους, μάργες, ψαμμίτες, γρανοδιορίτες και κροκαλοπαγή (ΙΓΜΕ, Άγιος Νικόλαος σε κλίμακα 1:50.000, 1987).

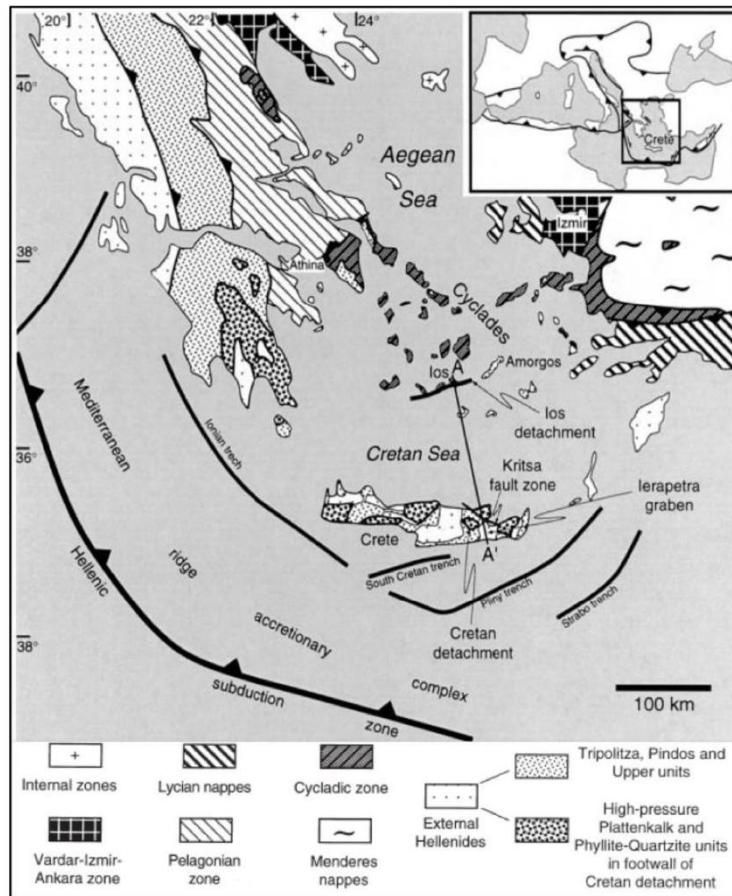


Εικόνα 54: Γεωλογικός χάρτης της Κρήτης (van Hinsbergen and Meulenkamp, 2006).

Η Κρήτη σχηματίστηκε μπροστά από το ελληνικό τόξο της ζώνης καταβύθισης. Τα πετρώματα που βρίσκονται στο νησί χωρίζονται στην κατώτερη ενότητα, δηλαδή πετρώματα υψηλών πιέσεων και χαμηλών θερμοκρασιών και στην ανώτερη ενότητα (Van Hinsbergen & Meulenkamp, 2006; Papanikolaou & Vassilakis, 2010; Zachariasse et al., 2011). Όσον αφορά την τεκτονική του νησιού, υπάρχει μία τεκτονική επαφή ανάμεσα στις δύο ενότητες (ανώτερη και κατώτερη ενότητα), η οποία είναι μία επιφάνεια αποκόλλησης με διεύθυνση Α-Δ. Η επιφάνεια αυτή ονομάζεται επιφάνεια αποκόλλησης της Κρήτης (Cretan Detachment). Έτσι δημιουργήθηκε ένα χαμηλής γωνίας κανονικό ρήγμα το οποίο έχει έκταση από την Κρήτη έως τις Κυκλάδες και διεύθυνση Α-Δ (Ring et al., 2001; Van Hinsbergen & Meulenkamp, 2006; Tortorici et al., 2010).

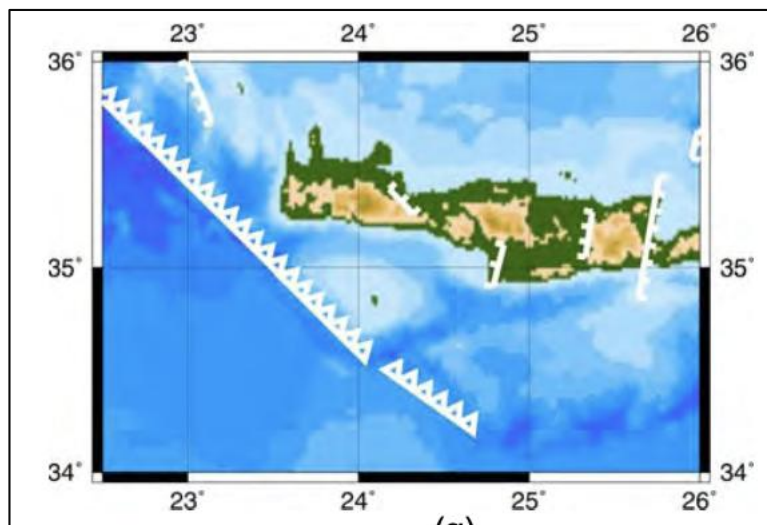


Εικόνα 55: Γεω-Τεκτονικός χάρτης της Κρήτης (Βασιλάκης, 2006).



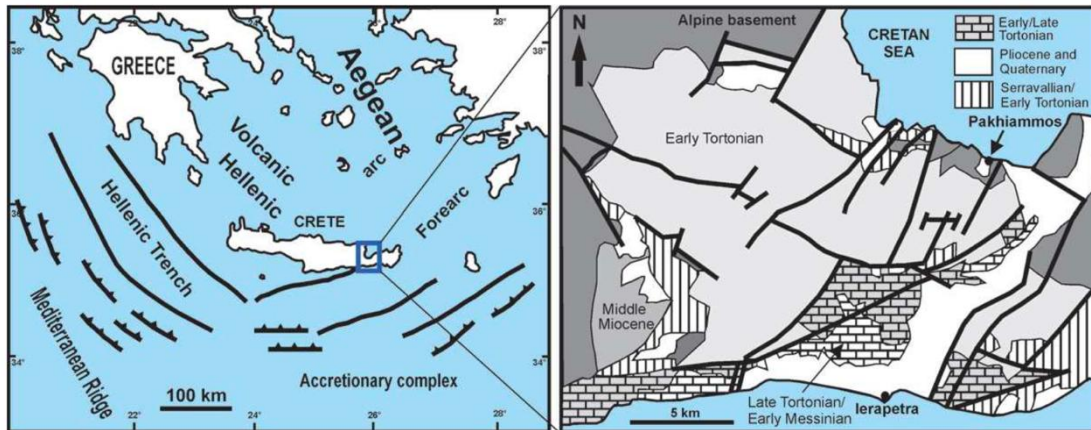
Εικόνα 56: Γεω-Τεκτονικός χάρτης της Κρήτης όπου απεικονίζεται το ρήγμα που περνάει από την πόλη της Ιεράπετρας (Ring et al., 2001).

Η Ιεράπετρα κατέχει μία τεκτονική τάφρο ασύμμετρης μορφής. Αποτελείται από πετρώματα της ανώτερης ενότητας. Τα περισσότερα ρήγματα που έχουν διεύθυνση ΔΒΔ, όπου οριοθετούν την λεκάνη της Ιεράπετρας.



Εικόνα 57: Τα επιφανειακά ρήγματα της Κρήτης (Παπαζάχος και συν., 2001).

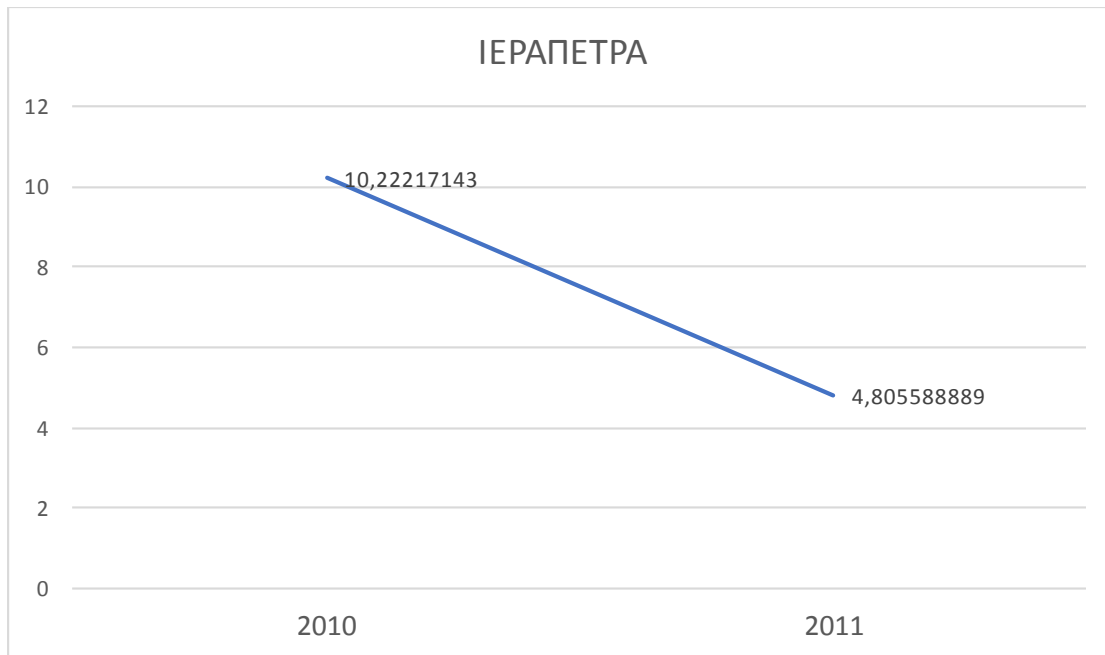
Στα ανατολικά της πόλης της Ιεράπετρας βρίσκεται το ομώνυμο ρήγμα της Ιεράπετρας (Γάκη – Παπαθανασίου και συν., 2009). Πρόκειται για ένα κανονικό ρήγμα διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ το οποίο τέμνει το νησί. Το ανατολικό τέμαχος είναι το ανυψωμένο, ενώ το δυτικό βυθίζεται.



Εικόνα 58: Τα ρήγματα της λεκάνης της Ιεράπετρας (Fortuin, 1977,1978).

Ο σταθμός που μελετήθηκε βρίσκεται στην πόλη της Ιεράπετρας. Τα χαρακτηριστικά του σταθμού είναι παρόμοια με αυτά των παραπάνω σταθμών του συστήματος NOANET που μελετήθηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία. Λήφθηκαν πληροφορίες για 2 έτη συνολικά και για τις ημερομηνίες 01/01/2010-01/12/2011. Συνολικά ο αριθμός των μετρήσεων είναι 18 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παρακάτω

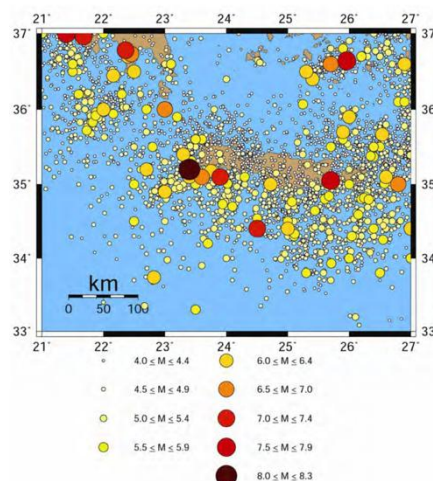
διάγραμμα (Διάγραμμα 5). Η κωδική ονομασία του σταθμού στο σύστημα NOANET είναι «Iera».



Διάγραμμα 5: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Ιερα».

Οι μετατοπίσεις που υπολογίστηκαν έχουν και οι δύο τον ίδιο προσανατολισμό-διεύθυνση και αυτή είναι ΔΒΔ. Για το έτος 2010 η μετατόπιση υπολογίστηκε περίπου στα 10.2 χιλιοστά, ενώ για το έτος 2011 η μετατόπιση ήταν μικρότερη με τιμή 4.8 χιλιοστά.

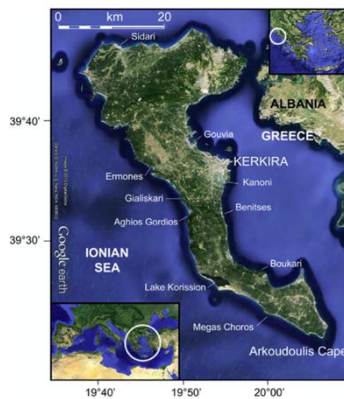
Την χρονική περίοδο μελέτης δεν παρουσιάστηκε κάποιου σημαντικού μεγέθους σεισμική δραστηριότητα. Ωστόσο παρατίθεται ένας ενιαίος χάρτης απεικόνισης σημαντικών σεισμών που έχουν καταγραφεί στο νησί της Κρήτης και στην πόλη της Ιεράπετρας τα περασμένα έτη.



Εικόνα 59: Οι κυριότεροι επιφανειακοί σεισμοί στην Κρήτη όπως καταγράφηκαν μέχρι το 2000 (Parazachos et al., 2000).

3.7 Σταθμός 6: Κασσιόπη- Κέρκυρα

Και το νησί της Κέρκυρας όπως και πολλές άλλες περιοχές της νησιωτικής Ελλάδας βρίσκονται στα όρια της σύγκρουσης των δύο λιθοσφαιρικών πλακών όπως έχει ήδη αναφερθεί (Αφρικανικής και Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας). Συνέπεια αυτού του γεγονότος είναι η πόλη υψηλή σεισμική δραστηριότητα της περιοχής. Στο Ιόνιο πέλαγος υπάρχει το δεξιόστροφο ρήγμα μετασχηματισμού της Κεφαλλονιάς όπως έχουμε αναφέρει στο αντίστοιχο κεφάλαιο για τον σταθμό που μελετήθηκε στο νησί της Κεφαλλονιάς. Ωστόσο το ρήγμα αυτό επηρεάζει όλο το Ιόνιο πέλαγος καθώς βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα του ελληνικού τόξου.



Εικόνα 60: Χάρτης απεικόνιση του νησιού της Κέρκυρας (Πηγή: Google Maps, Πρόσβαση: 30 Μαρτίου 2020).

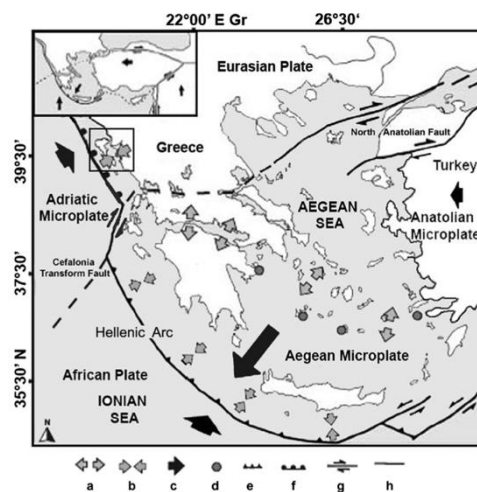
Η σεισμικότητα του Ιονίου Νικόλαος βρίσκεται στη ζώνη της δυτικής και νότιας παράκτιας περιοχής (Αλβανία – Δυτική Ελλάδα – Ιόνια νησιά – νότια Πελοπόννησος – Κρήτη – Ρόδος) αλλά και στη δεύτερη βορειοανατολική νοτιοδυτική ζώνη (βόρειο Αιγαίο – κεντρική Ελλάδα – Ιόνια νησιά) (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003).



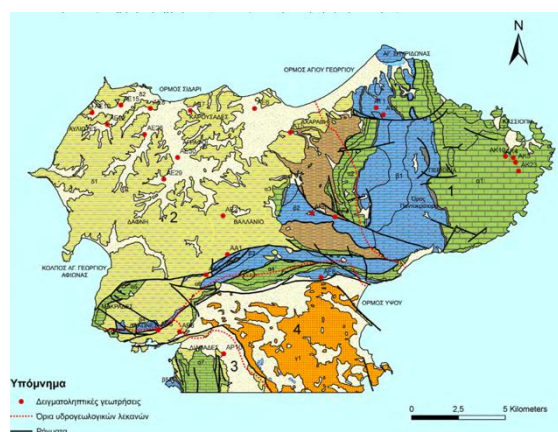
Εικόνα 61: Οι μετακινήσεις στην περιοχή του Ιονίου Πελάγους κατά τα έτη 1993-2003 (Hollenstein et al., 2008).

Στην βόρεια πλευρά του νησιού (όπου βρίσκεται και ο σταθμός που μελετήθηκε) υπάρχει ένα μεγάλο κατακόρυφο. Το ρήμα αυτό τέμνει τις περιοχές από την περιοχή Μπαρμπάτι έως την περιοχή Νύμφες. Το νησί βρίσκεται σε μία ζώνη συμπίεσης κατά μήκος της Αδριατικής μικροπλάκας και της Αφρικανικής οι οποίες συγκρούονται και δημιουργούν ρήγματα μετασχηματισμού (Sachrazi et al., 2000, Vött, 2007).

Υπάρχουν δύο βασικές σεισμικά ενεργείες περιοχές, η μία με διεύθυνση ΒΒΑ και η δεύτερη με διεύθυνση ΔΒΔ. Η πρώτη ζώνη εκτείνεται κατά μήκος του ρήματος μετασχηματισμού της Κεφαλλονιάς. Αποτέλεσμα αυτού είναι το σημαντικότερο τεχνικό χαρακτηριστικό της περιοχής (Pondrelli et al., 2002).

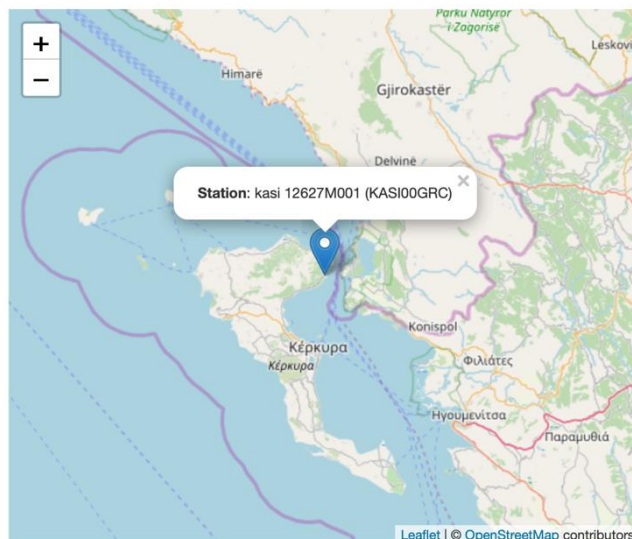


Εικόνα 62: Οι γεωδυναμικές μετακινήσεις στην περιοχή του Ιονίου Πελάγους και συγκεκριμένα του νησιού της Κέρκυρας (Vött, 2007).



Εικόνα 63: Γεω-τεκτονικός χάρτης του Βόρειου κομματιού του νησιού της Κέρκυρας (Πηγή: Γεωλογικοί Χάρτες ΗΓΜΕ).

Για την περιοχή αυτή λάβαμε δεδομένα από τον σταθμό στην τοποθεσία Κασσιόπη. Η Κασσιόπη βρίσκεται στο ΒΑ άκρο νότια του νησιού. Ο σταθμός εγκαταστάθηκε για το δίκτυο NOANET στις 13 Μαρτίου 2006 και από τότε συνεχίζει την λειτουργία του και την καταγραφή δεδομένων μέχρι σήμερα. Ο σταθμός έχει την ονομασία «Kasi». Επιπλέον πληροφορίες για αυτόν υπάρχουν στον παρακάτω πίνακα.



Εικόνα 64: Ο σταθμός του NOANET (σταθμός «Kasi») στην Κέρκυρα (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/kasi/>, Πρόσβαση: 31 Μαρτίου, 2020).

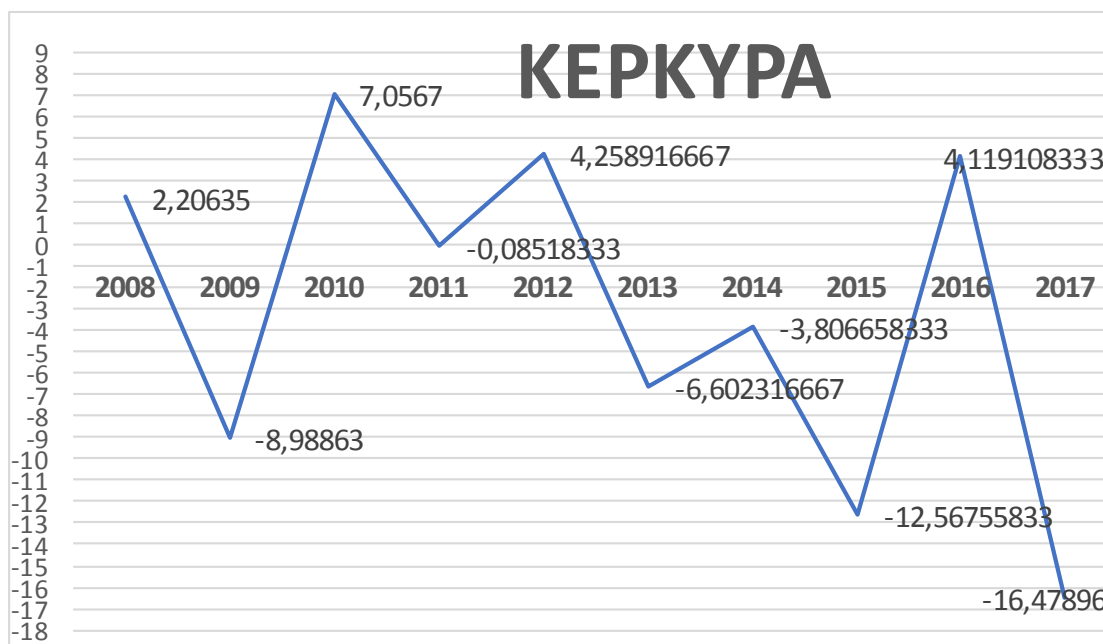
Name	kasi
Domes	12627M001
Location	Kassiopi, Kerkyra Island, GR
Installation	2006 mar 13
Antenna	LEIAX1202GG NONE
Receiver	LEICA GRX1200PRO
Satellite Sys.	G
Approx. Position (igb08)	
	4616572.4829 m
	1674415.6587 m
	4056441.3699 m
Related Agency	NOA
Log File	kasi_20180620.log



Εικόνα 65: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην Κασσιόπη-Κέρκυρα (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/kasi/>, Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).

Εικόνα 66: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην Κασσιόπη-Κέρκυρα (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/kasi/>, Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).

Συλλέχθηκαν συνολικά 112 μετρήσεις από τον σταθμό αυτόν από 01/01/2008-01/12/2017. Τα αποτελέσματα της μελέτης για τον εντοπισμό μετακινήσεων στην περιοχή φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 6).



Διάγραμμα 6: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Kasi».

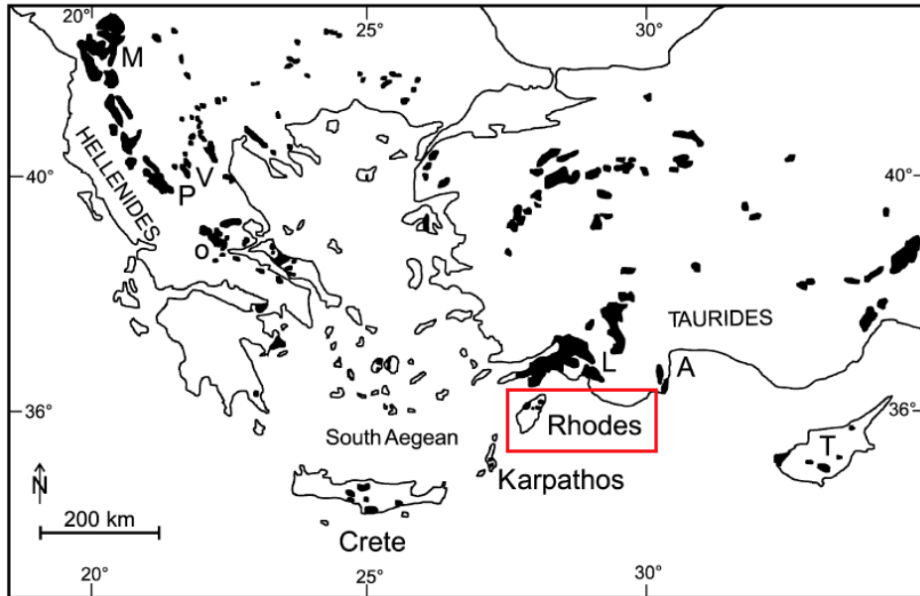
Οι μετακινήσεις έχουν μελετηθεί ανά έτος και έτσι το 2008 η μετακίνηση που παρατηρήθηκε είναι 2.2 χιλιοστά προς τα ΒΒΑ. Το 2009 η διεύθυνση της μετακίνησης άλλαξε προς την αντίθετη διεύθυνση και η τιμή της είναι 8.9 χιλιοστά. Επιπλέον από το 2010-2012 η διεύθυνση των μετακινήσεων ήταν ΒΒΑ και οι τιμές

είναι 7.05, 0.08 και 4.2 χιλιοστά αντίστοιχα. Τα επόμενα 3 έτη (2013-2015) οι τιμές των μετακινήσεων ήταν 6.6, 3.8 και 12.5 αντίστοιχα για κάθε έτος και με διεύθυνση NNΔ. Το 2016 η διεύθυνση άλλαξε ξανά με τιμή 4.1 και τέλος κατά το 2017 η τιμή είναι 16.4 με NNΔ διεύθυνση, τιμή μεγαλύτερη σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες χρονιές.

Με βάση τα στοιχεία της ιστοσελίδας earthquake.gr (https://www.earthquakes.gr/loc_eq/earthquakesgreece.asp?date1=01/01/2008&date2=01/12/2017, Πρόσβαση 01 Απριλίου 2020) δεν εντοπίστηκε κάποιος σεισμός στο νησί της Κέρκυρας στο χρονικό διάστημα από όπου έχουμε δεδομένα.

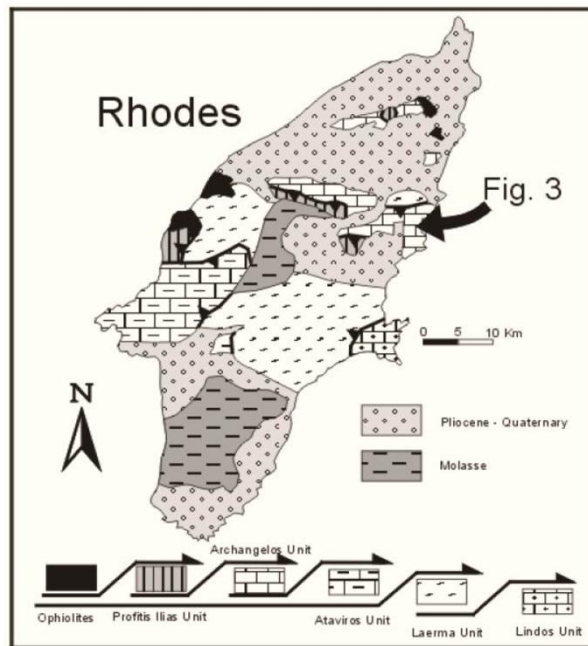
3.8 Σταθμός 7: Κατταβιά- Ρόδος

Η Ρόδος όπως έχει γίνει ήδη αναφορά ανήκει στο ενεργό για τεκτονικό ελληνικό τόξο, ενώ εντάσσεται στις εξωτερικές ελληνικές ζώνες. Στην περιοχή επικρατούν θλιπτικές τάσεις σε αντίθεση με εφελκυστικές από παρατηρούνται στο κεντρικό Αιγαίο. Έτσι στην περιοχή της Ρόδου έχουμε μία τάφρο καταβύθισης και όπως είναι λογικό αυξημένη σεισμική δραστηριότητα. Επιπλέον η Ρόδος είναι το τελευταίο τμήμα των εξωτερικών ελληνικών ζωνών και ακολουθούν οι οροσειρές της ενδοχώρας της Τουρκίας. Υπάρχει πρόσφατη τεκτονική δράση, γεγονός που κάνει το νησί να έχει έντονη σεισμική δραστηριότητα ενώ παράλληλα αποτελείται και από πολύπλοκες και λογικές δομές. Η σεισμικότητα της Ρόδου αποτελεί μία από τις πιο έντονες σε όλη την ελλαδική επιφάνεια (Hatzipanagiotou, 1983).



Εικόνα 67: Γεωγραφική απεικόνιση της Ρόδου (Koerke, et. al., 2001).

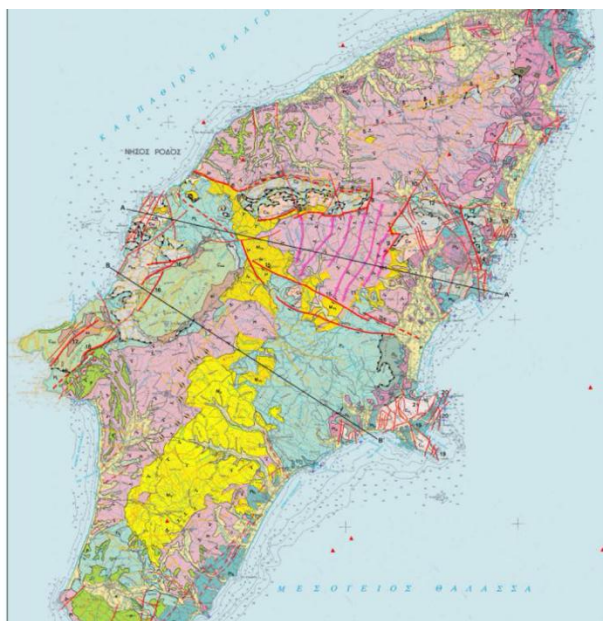
Τα πετρώματα που βρίσκονται στην Ρόδο είναι κυρίως Μεσοζωικής και Τριτογενής ηλικίας σχηματισμοί με πτυχώσεις και ρήγματα που έχουν δημιουργηθεί κατά την αλπική ορογένεση. Πάνω από τους προηγούμενους σχηματισμούς βρίσκονται Πλειο-Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί ενώ τέλος η τελική μορφολογία του νησιού έγινε με τη βοήθεια νεοτεκτονισμού (Harbury, 1988; Meulenkamp, 1985 & Hanken, et al., 1996).



Εικόνα 68: Γεω-τεκτονικός χάρτης της Ρόδου και η στρωματογραφία του νησιού (Hatzipanagiōtou 1988).

Η τεκτονική του νησιού μπορεί να χωριστεί σε δύο φάσεις. Αρχικά υπάρχουν ασβεστόλιθοι του μεσοζωικού που βρίσκονται στο νησί με διεύθυνση ABA – ΔΝΔ. Η δεύτερη φάση που παρατηρείται στην Ρόδο είναι οι δομές διαστολής σε ολίγο και ενοίκους σχηματισμούς στο κεντρικό και νότιο τμήμα του νησιού (ενότητα Βάτης). Επιπλέον στο νότιο τμήμα βρίσκεται και ένα δεξιόστροφο οριζόντιας μετατόπισης ρήγμα το οποίο έχει διεύθυνση ΔΒΔ – ΑΝΑ και αποτελεί επαφή σε Ολιγοκαινικά κροκαλοπαγή με τον φλύσχη της Κατταβίας. Χρειάζεται να τονιστεί εδώ ότι ο σταθμός που μελετήθηκε για τις μετατόπισης βρίσκεται στην περιοχή Κατταβίας.

Συμπερασματικά λοιπόν, υπάρχουν δύο κυρίες φάσεις διαστολής με βάση την κινηματική των ρηγμάτων. Η πρώτη φάση αποτελείται από κανονικά ρήγματα με διεύθυνση A-ABA/Δ-ΔΝΔ. Η δεύτερη φάση είναι και νεότερη και περιλαμβάνει διαφόρων κατηγοριών ρήγματα με τρεις κυρίες διευθύνσεις ΒΔ-ΝΑ, ΒΒΑ-ΝΝΔ και ΒΑ-ΝΔ.



Εικόνα 69: Νεοτεκτονικός χάρτης της Ρόδου (Φύλο Ρόδου, ΙΓΜΕ).

Ο σταθμός του NOANET όπως ήδη έχει αναφερθεί βρίσκεται στην τοποθεσία Κατταβιά. Η κωδική του ονομασία στο σύστημα είναι «Katc». Παράλληλα ακολουθεί και ο πίνακας με τις επιμέρους λεπτομέρειες του σταθμού. Ο σταθμός εγκαταστάθηκε και ξεκίνησε την λειτουργία του στις 31 Αυγούστου 2012.



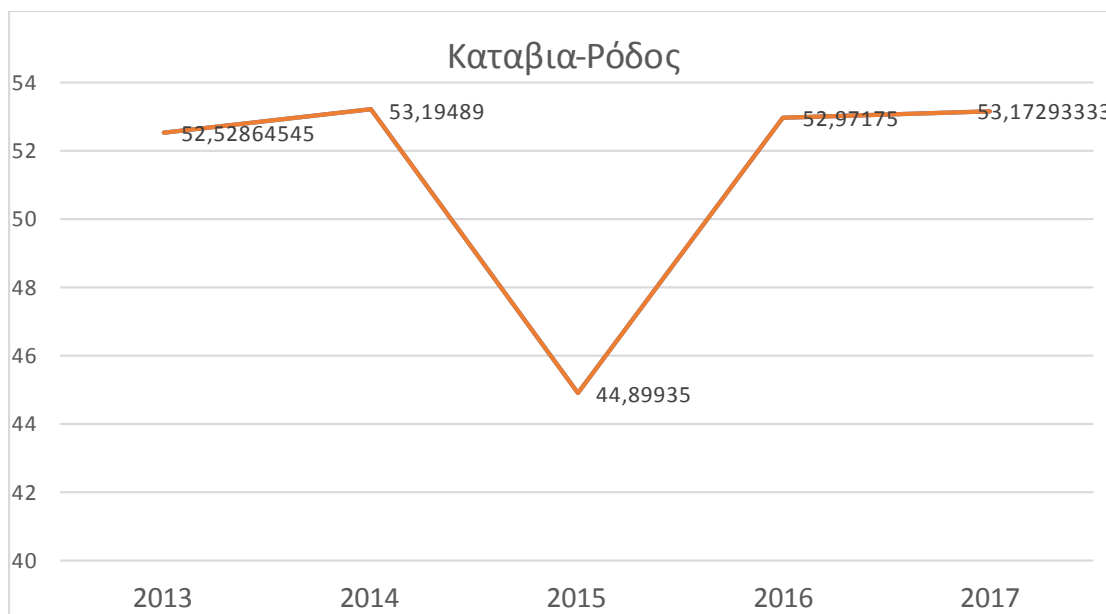
Εικόνα 70: Ο σταθμός του NOANET (σταθμός «Katc») στην Ρόδο (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/katc/>, Πρόσβαση: 01 Απριλίου, 2020).

Λήφθηκαν 53 μετρήσεις από τον σταθμό για τις ημερομηνίες 01/01/2013-01/12/2017. Έτσι δημιουργήθηκε και αναλύθηκε το διάγραμμα μετακινήσεων που ακολουθεί (Διάγραμμα 7).



Εικόνα 71: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην Ρόδο (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/katc/>, Πρόσβαση: 01 Απριλίου, 2020).

Name	katc
Domes	12615M002
Location	Katavia, Rodos - Dodecanese, GR
Installation	2012 aug 31
Antenna	TRM41249.00
Receiver	TRIMBLE NETRS
Satellite Sys.	G
Approx. Position (igb08)	
	4573403.4147 m
	2409322.1526 m
	3723878.4936 m
Related Agency	NOA
Log File	katc_20181025.log



Διάγραμμα 7: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Κατε».

Οι μετατοπίσεις στην περιοχή της Καταβιάς που υπολογίστηκαν έχουν ίδια διεύθυνση και στα πέντε χρόνια των μετρήσεων. Υπάρχουν μεγάλες μετατοπίσεις. Πιο αναλυτικά το 2013 ήταν 52.5 χιλιοστά, το 2014 η τιμή ήταν 53.2 χιλιοστά περίπου, το 2014 44.9 χιλιοστά, το 2016 περίπου 53 χιλιοστά και τέλος το 2017 ήταν 53.1 χιλιοστά. Η διεύθυνση ήταν ίδια με το ρήγμα της περιοχής, δηλαδή ΔΒΔ – ΑΝΑ.

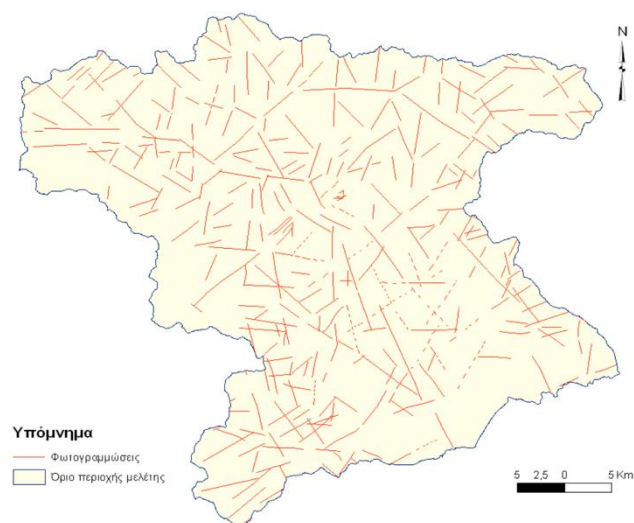
Σύμφωνα με την ιστοσελίδα earthquake.gr (https://www.earthquakes.gr/loc_eq/earthquakesgreece.asp?date1=01%2F01%2F2013&date2=01%2F12%2F2017&optradio=greece&lang=) έχουν σημειωθεί 4 σεισμοί μέγιστης έντασης έως 3 Richter. Ωστόσο όπως έχουμε ήδη αναφέρει το νησί της Ρόδου βρίσκεται στα όρια δύο τεκτονικών πλακών, οπότε ενδέχεται η καταγραφή μετακινήσεων να σχετίζεται με τέτοιου είδους μετακινήσεις.

3.9 Σταθμός 8: Κλοκοτός- Θεσσαλία

Η περιοχή της Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται από προληπτικούς – αλπικούς και μετά αλπικούς σχηματισμούς. Ηλικία των πετρωμάτων αυτών είναι κατά πλειοψηφία Παλαιοζωικό – Ηώκαινο. Τα είδη πετρωμάτων που συναντιούνται βρίσκονται σε τεκτονική επώθηση μεταξύ τους.

Όσον αφορά την τεκτονική της περιοχής θα μπορούσαμε να χωρίσουμε την περιοχή όσον αφορά την τεκτονική της σε δύο επιμέρους κομμάτια. Αρχικά το

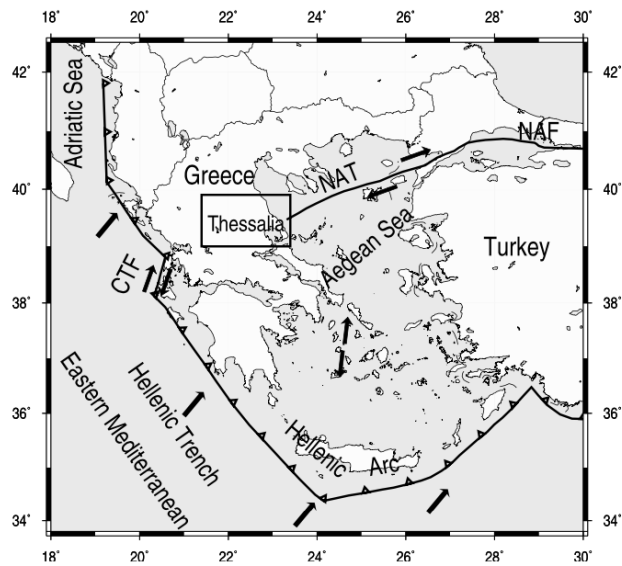
νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής παρουσιάζει περισσότερα χρήματα από ότι το κεντρικό δυτικό και ανατολικό τμήμα όπου δεν παρουσιάζονται τόσο πολλά ρήγματα. Επίσης το βόρειο (και ιδιαίτερα το βορειοδυτικό) τμήμα της περιοχής έχει ακόμη λιγότερη παρουσία ρηγμάτων. Η διεύθυνση των περισσότερων ρηγμάτων είναι ΒΒΔ – ΝΝΑ (Kronberg, 1977).



Εικόνα 72: Συγκεντρωτική απεικόνιση των ρηγμάτων του νομού Θεσσαλίας (ΙΓΜΕ και Caputo, 1990).

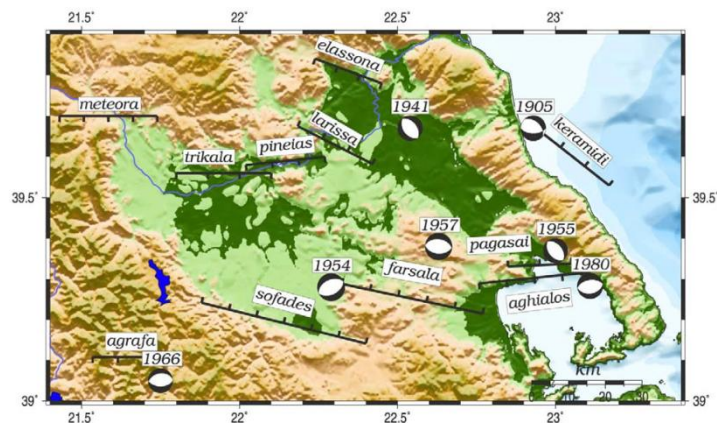
Η σεισμική δραστηριότητα στην Θεσσαλία ήταν έντονη κατά τα έτη 1954 – 1957. Τα ρήγματα στα οποία σημειώθηκαν οι σεισμοί είχαν μία συγκεκριμένη διεύθυνση Α–Δ και έπειτα ακολούθησαν δύο αιώνες περίπου χωρίς κάποια στιγμή και δραστηριότητα. Πρέπει να αναφερθεί πως η Θεσσαλία ανήκει στην εκτατική περιοχή του Αιγαίου και πιο συγκεκριμένα του Βορείου Αιγαίου, μία περιοχή με πολύ έντονη τεκτονική δραστηριότητα.

Ο λόγος της δραστηριότητας αυτής είναι η υποβοήθηση της πλάκας η οποία βρίσκεται κάτω από την Μεσόγειο – Αιγαίο πέλαγος. Η σεισμικότητα αυτή προκαλείται λόγω της ώθησης της πλάκας η οποία έχει κατεύθυνση ΒΑ – ΝΔ. Κατά μήκος αυτού βρίσκεται μία ζώνη διάρρηξης που ξεκινάει από την Αλβανία και συνεχίζει μέχρι την βορειοδυτική Ελλάδα. Το βόρειο Αιγαίο χαρακτηρίζεται από συνδυασμό δεξιάς και πλευρικής διάτμησης και επέκτασης με μία νοτιοδυτική κατεύθυνση (McKenzie, 1978).



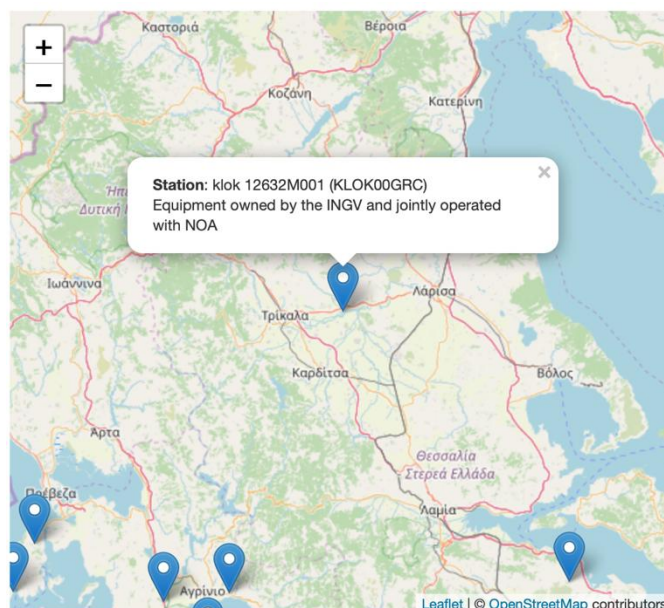
Εικόνα 73: Τεκτονικός χάρτης της Ελλάδας (McKenzie, 1978).

Η Θεσσαλία είναι μία σεισμικά ενεργή περιοχή της Ελλάδος η οποία διαθέτει πολλά συνθετικά και αντιθετικά χαμηλής κλίσης ρήγματα που οριοθετούν νεογενής και τεταρτογενής λεκάνες. Έτσι δημιουργήθηκαν κανονικά ρήγματα προσανατολισμού ΝΑ – ΒΔ. Τα ρήγματα της περιοχής κατά καιρούς έχουν δώσει μεγάλου μεγέθους σεισμούς (μεγέθους πάνω από 6 βαθμούς της κλίμακας Richter).



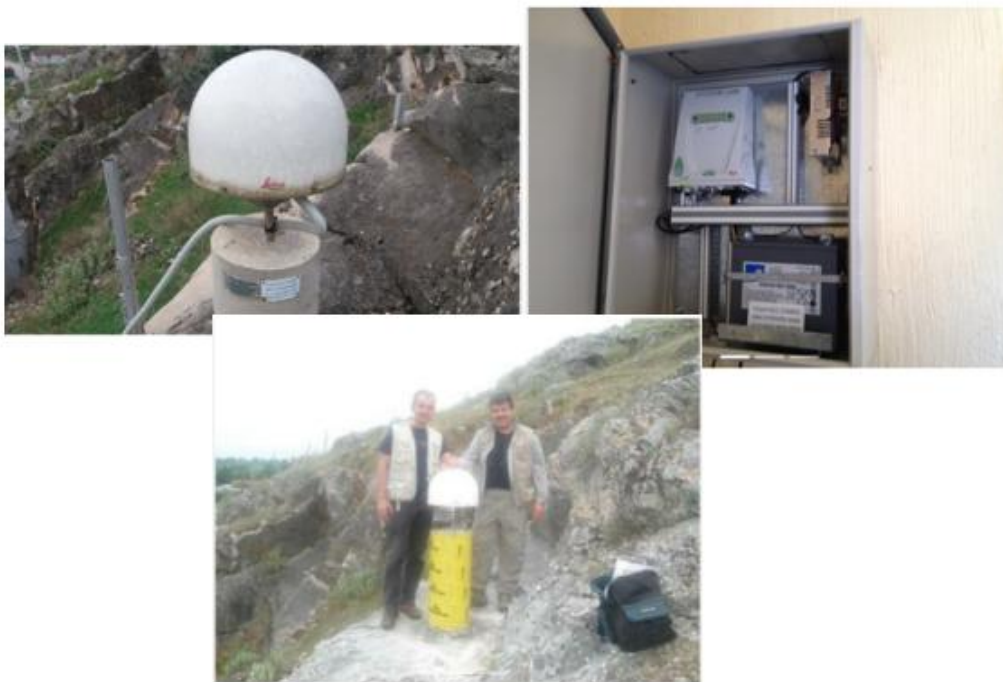
Εικόνα 74: Τεκτονικός χάρτης της Θεσσαλίας (Papazachos, et al., 2001).

Ο σταθμός μελέτης μας εντοπίζεται στα ανατολικά του νομού Θεσσαλίας, με την περιοχή να ονομάζεται Κλοκοτός. Βρίσκεται περίπου 23 km ανατολικά της πόλης των Τρικάλων. Ο σταθμός που έχει εγκατασταθεί στην περιοχή έχει την ονομασία «Klok» στο σύστημα NOANET και ξεκίνησε την λειτουργία του στις 17 Ιουλίου 2008. Κάποιες επιπλέον πληροφορίες παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.



Εικόνα 75: Ο σταθμός του NOANET (σταθμός «Klok») στην Θεσσαλία (Πηγή <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/klok/>, Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).

Name	klok
Domes	12632M001
Location	Klokotos, Thessaly, GR
Installation	2008 jul 17
Antenna	LEIAT504 NONE
Receiver	LEICA GRX1200PRO
Satellite Sys.	G
Approx. Position (igb08)	
	4564746.9372 m
	1845610.9019 m
	4040935.1527 m
Equipment Owned By	INGV
Related Agency	NOA , INGV
Log File	klok_20180920.log



Εικόνα 76: Ο εγκατεστημένος σταθμός του NOANET (σταθμός «Klok») στην Θεσσαλία (Πηγή <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/klok/>, Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).

Εικόνα 77: Ο εγκατεστημένος σταθμός του NOANET (σταθμός «Klok») στην Θεσσαλία (Πηγή <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/klok/>, Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).

Εικόνα 78: Ο εγκατεστημένος σταθμός του NOANET (σταθμός «Klok») στην Θεσσαλία (Πηγή <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/klok/>, Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).

Από τον σταθμό της Θεσσαλίας λάβαμε 114 μετρήσεις για την χρονική περίοδο 01/01/2009 έως 01/12/2017, δηλαδή για 9 συνεχόμενα έτη. Με την κατάλληλη επεξεργασία των μετρήσεων καταφέραμε να απεικονίσουμε τις μετακινήσεις της περιοχής για αυτά τα έτη. Το διάγραμμα (Διάγραμμα 8) που ακολουθεί δείχνει τις μετακινήσεις και αναλύεται παρακάτω.



Διάγραμμα 8: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Κλοκ».

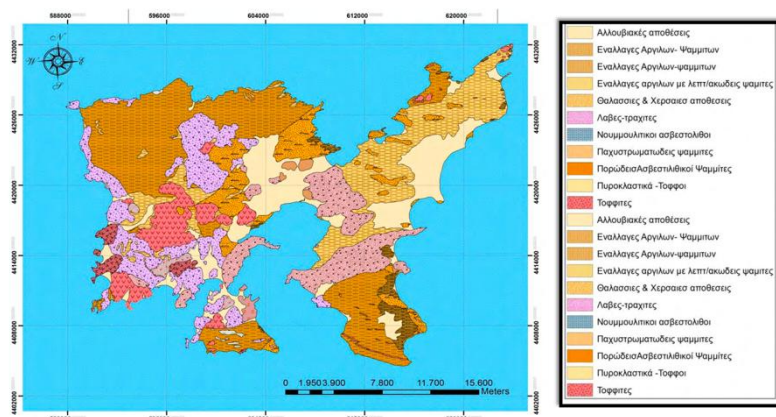
Στο διάγραμμα εντοπίζονται οι ανά έτη μετακινήσεις της περιοχής με το δίκτυο NOANET-GNSS. Έτσι, κατά το έτος 2009 η μετατόπιση ήταν 11 χιλιοστά περίπου προς τα ΝΑ. Στην συνέχεια, το 2010 η μετατόπιση ήταν 5.3 χιλιοστά προς τα ΒΔ ενώ κατά το 2011 ήταν 2.4 χιλιοστά προς την αντίθετη διεύθυνση. επίσης το 2012 η μετατόπιση ήταν 3.5 χιλιοστά προς τα ΒΔ. Τα υπόλοιπα χρόνια (δηλαδή 2013-2017) η μετατόπιση είχε ίδια διεύθυνση (ΝΑ διεύθυνση) με τις τιμές των μετακινήσεων να είναι 3.7 για τα έτη 2013 και 2014, 8.9 χιλιοστά το 2015, 2.8 χιλιοστά το 2016 και τέλος 3.6 χιλιοστά το 2017.

Φαίνεται ότι η περιοχή δεν είχε πολύ μεγάλου μεγέθους μετακινήσεις, γεγονός που υποδεικνύει την χαμηλή σεισμικότητα της περιοχής για το διάστημα που μελετήθηκε η περιοχή.

3.10 Σταθμός 9: Λήμνος

Όπως έχει ήδη ειπωθεί το βορειοανατολικό Αιγαίο διαθέτει μία σύνθετη γεωλογική εξέλιξη. Τα νησιά του βορειοανατολικού Αιγαίου όπως είναι και η Λήμνος η οποία θα μελετηθεί σε αυτή την ενότητα είναι αποτέλεσμα ηφαιστειακών φαινομένων που έλαβαν χώρα κατά την διάρκεια – τέλος της αλπικής ορογένεσης. Το υπόβαθρο της περιοχής του βορειοανατολικού Αιγαίου αποτελείται από τέσσερις διαφορετικές γεωλογικές ενότητες την ενότητα Καρακάγια, την ενότητα Σαγγάριου, την ενότητα Σμύρνης – Άγκυρας και την ενότητα Μεντερές (Mountrakis 1986, Higgins 1984).

Η Λήμνος ανήκει στην πρώτη ενότητα η οποία έχει ήδη αναφερθεί. Επιπλέον είναι αποτέλεσμα της κάμψης για τεκτονικών ζωνών στο χώρο του Αιγαίου με διεύθυνση Α – Δ. Η επώθηση Αιγιακής μικροπλάκας πάνω στην Αφρικανική είχε ως συνέπεια την αλλαγή διεύθυνσης του νησιού με τελική προς την περιοχή της ελληνικής τάφρου δηλαδή ΒΑ – ΝΔ. Τα πετρώματα της Λήμνου είναι ηφαιστειακά πετρώματα και σχετικά νέας ηλικίας (Ηώκαινο– Ολιγόκαινο). Στο νησί συναντώνται ψαμμίτες, μάργες, λαβές, ηφαιστειακοί τόφοι και πλουτόνια πετρώματα.



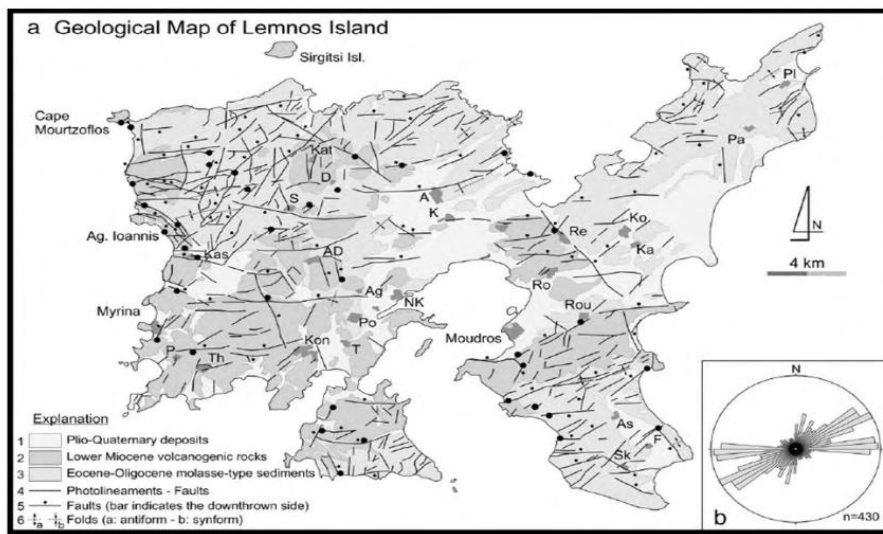
Εικόνα 79: Γεωλογικός χάρτης του νησιού της Λήμνου (IGME).

Από πλευρά τεκτονισμού το βόρειο Αιγαίο επηρεάζεται από το ρήγμα της Βόρειας Ανατολίας το οποίο προέλασε από την εγγύς Ανατολή προς την περιοχή του Αιγαίου κατά το κατώτερο Πλαιόκαινο. Έτσι δημιουργήθηκαν ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης μέσα στην τάφρο όπου έχει δημιουργηθεί (Κουκουβέλας και Αττίλα Αϊντίν, 2002).

Η Λήμνος χαρακτηρίζεται από αριστερόστροφα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης διευθύνσεις ΒΒΔ, αλλά και ρήγματα απότομης κλίσης με διευθύνσεις ΒΒΑ– ΝΝΔ. Από την τελευταία παραμόρφωση που δέχτηκε η το νησί της Λήμνου υπήρξαν επιπλέον ρήγματα διαστολής με διεύθυνση Β – Ν. Σήμερα το νησί βρίσκεται σε μία λεκάνη ο πιστό χώρας δηλαδή υπό βυθίζεται. Έτσι ενεργοποιούνται ρήγματα διευθύνσεις ΑΒΑ – Δ ΝΔ έως Α – Δ τα οποία είναι δεξιόστροφα πλάγιο κανονικά καθώς και άλλα πλάγιο κανονικά δεξιόστροφα ρήγματα με διεύθυνση ΒΒΑ – ΝΝΔ έως ΒΑ – ΝΔ.



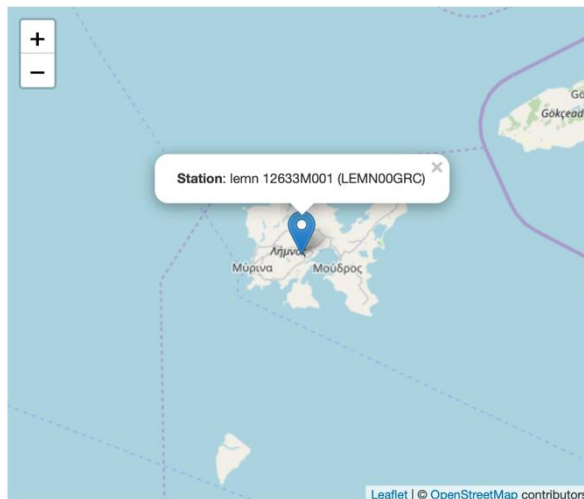
Εικόνα 80: Τεκτονικός χάρτης του Αιγαίου Πελάγους (Παπαζάχος, 2000).



Εικόνα 81: Γεω-τεκτονικός χάρτης του νησιού της Λήμνου (Innocenti et al., 1994).

Το νησί της Λήμνου κατά καιρούς έχει υποστεί πολλούς ισχυρούς σεισμούς στο πέρασμα των ετών αλλά και κυρίως τα τελευταία χρόνια λόγω της επιρροής του ρήγματος της Ανατολίας και την επέκτασή του στο Βόρειο Αιγαίο. Για τον λόγο αυτό έγινε και η επιλογή του νησιού στην μελέτη μας.

Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών εγκατάστησε το σταθμό στο νησί στις 16 Ιουνίου 2016. Στο πτυχιακή μας μελετήσαμε 120 μετρήσεις για το χρονικό διάστημα 01/01/2009 έως 01/12/2017, δηλαδή για 9 χρόνια. Η ονομασία του σταθμού είναι «Lemn». Έτσι παρουσιάζουμε το διάγραμμα των αναλύσεών μας για τις μετακινήσεις της περιοχής αυτής (Διάγραμμα 9).



Εικόνα 82: Ο σταθμός του NOANET (σταθμός «lemn») στο νησί της Λήμνου (Πηγή <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/lemn/>, Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).

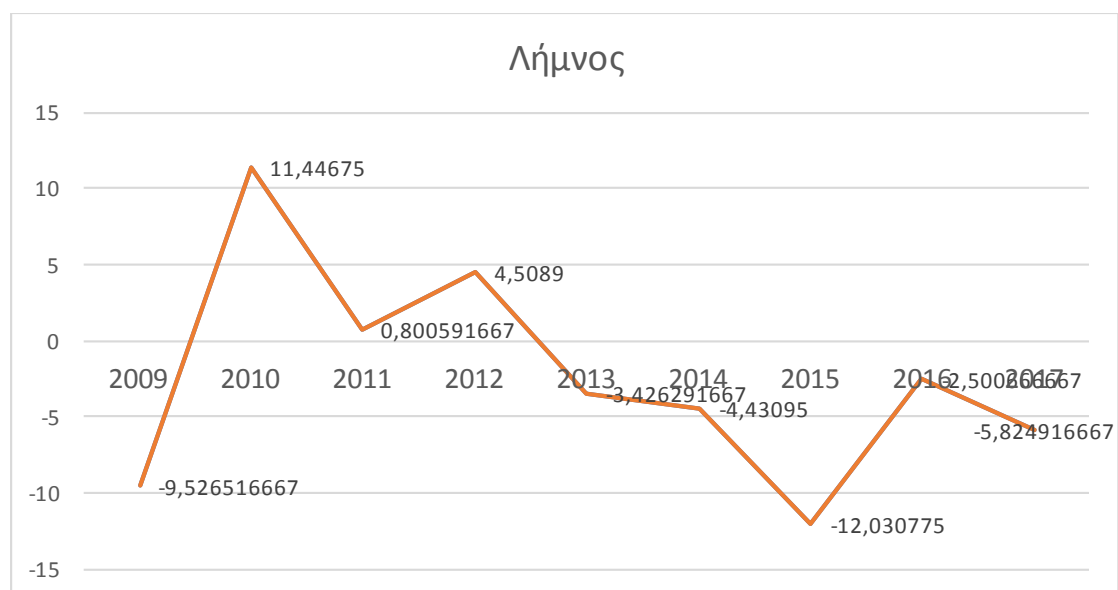


Εικόνα 83: Ο εξοπλισμός του NOANET (σταθμός «lemn») στο νησί της Λήμνου (Πηγή <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/lemn/>, Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).



Εικόνα 84: Ο εξοπλισμός του NOANET (σταθμός «lemn») στο νησί της Λήμνου (Πηγή <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/lemn/>, Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).

Name	lemn
Domes	12633M001
Location	Lemnos, Lemnos Island, GR
Installation	2007 jun 16
Antenna	LEIAX1202GG NONE
Receiver	LEICA GRX1200GGPRO
Satellite Sys.	GR
Approx. Position (igb08)	
	4434466.1024 m
	2084864.4250 m
	4069305.4131 m
Related Agency	NOA
Log File	lemn_20180531.log



Διάγραμμα 9: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Lemn».

Οι μετακινήσεις για το νησί της Λήμνου ήταν για το έτος 2009 περίπου 9.5 χιλιστά προς τα ΝΔ. Επιπλέον από τα έτη 2010-2012 η διεύθυνση άλλαξε προς τα ΒΑ με τιμές 11.4 χιλιστά το 2010, 0.8 χιλιστά το 2011 και 4.5 χιλιστά το 2012. Τέλος, το 2013 είχαμε μετατόπιση 3.4 χιλιστά, το 2014 4.4 χιλιστά, το 2015 12 περίπου χιλιστά, το 2016 2.5 χιλιστά και το 2017 η τιμή μετατόπισης προσδιορίστηκε στα 5.8 χιλιστά. Η διεύθυνση και για τα πέντε παραπάνω έτη ήταν όμοια με αυτή του 2010.

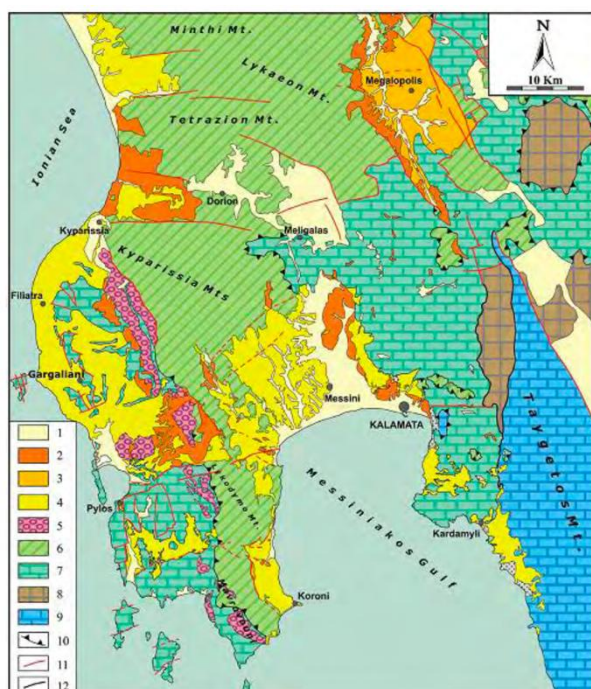
Οι παραπάνω πληροφορίες για την Λήμνο δεν μας δείχνουν κάποια σημαντική μετατόπιση παρόλο που στις 25/04/2014 σύμφωνα με το Εργαστήριο Γεωφυσικής του Α.Π.Θ. (Πηγή: <http://geophysics.geo.auth.gr/ss/webcatalogs>,

Πρόσβαση:03 Απριλίου 2020) γνωρίζουμε πως σημειώθηκε έντονος σεισμός μεγέθους 6.3 βαθμών της κλίμακας Richter μεταξύ του θαλάσσιου χώρου ανάμεσα στα νησιά Λήμνου και Σαμοθράκης. Ωστόσο μια τόσο έντονο σεισμικό γεγονός δεν φάνηκε να επηρέασε την Λήμνο κατά το 2014.

3.11 Σταθμός 10: Πύλος- Μεσσηνία

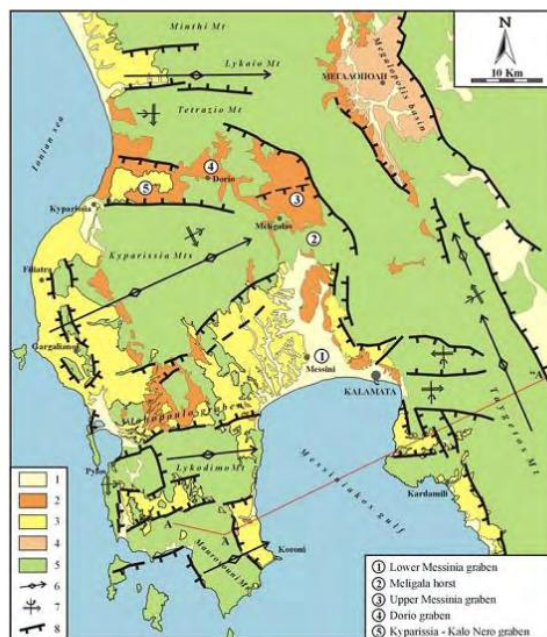
Ο νομός Μεσσηνίας βρίσκεται γεωγραφικά στο νοτιοδυτικό άκρο της Πελοποννήσου. Γεωτεκτονικά η νοτιοδυτική Πελοπόννησος εντάσσεται στις Εξωτερικές Ελληνίδες Οροσειρές και περιλαμβάνει μεταμορφωμένα πετρώματα (σχιστόλιθους, φυλλίτες κλπ.), ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθους, δολομίτες), φλύσχη, ψαμμίτες και άλλα πετρώματα.

Η Μεσσηνία ανήκει στην τεκτονική ενότητα της Μάνης. Σε αυτήν υπάρχουν λιμναίες αποθέσεις, χερσαίες και θαλάσσιες (Koutsouveli, 1987). Οι γεωλογικές ηλικίες των σχηματισμών τοποθετούνται από το Μέσο έως το Ανώτερο Πλειστόκαινο. Επίσης ο νομός περιλαμβάνει και τα κροκαλοπαγή της Μεσσηνίας όπου έχει αποθεθεί και σε ορισμένα σημεία φτάνει το πάχος των 700m.



Εικόνα 85: Γεω-τεκτονικός χάρτης του νομού Μεσσηνίας (Φουντούλης, 1994; Μαριολάκος, et al., 1998 & Λαδάς, 2000).

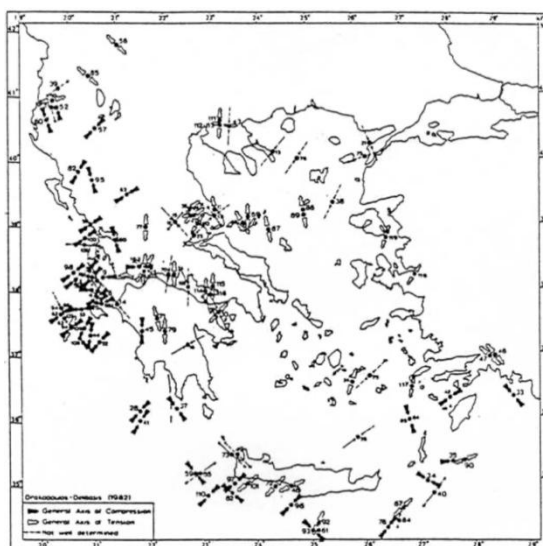
Η νεοτεκτονική του νομού Μεσσηνίας περιλαμβάνει τεκτονικά βυθίσματα και τεκτονικά κέρατα που οριοθετούνται από ρηξιγενείς ζώνες. Επιπλέον τα πετρώματα που συναντάμε στην περιοχή κατατάσσονται στην στρωματογραφική ενότητα Γαβρόβου-Τρίπολης, που περιλαμβάνει συγκεκριμένα από τα προαναφερθέντα πετρώματα και συγκεκριμένη ακολουθία. Η ηλικία των πετρωμάτων της ζώνης είναι ηλικίας Μεσοζωικού (Romano, et al., 2004 & Xyrolias, et al., 2006).



Εικόνα 86: Τεκτονικός χάρτης του νομού Μεσσηνίας (Μαριολάκος, Η., Φουντούλης, Ι., Λαδάς, Ι., 2001).

Η τεκτονική της ζώνης Τρίπολης χαρακτηρίζεται από αντίκλινα και σύγκλινα σε ανθρακικά πετρώματα, ασβεστόλιθο και φλύσχη.

Το κέρασ έχει διεύθυνση προς τα ΑΒΑ γύρω από οριζόντιο άξονα με διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ και κλίση προς ΒΒΔ, καθώς στο ανατολικό περιθώριο της λεκάνης της κάτω Μεσσηνίας υπάρχουν υπολείμματα εμφανίσεων θαλάσσιων αποθέσεων ηλικίας κάτω Πλειστοκαίνου σε υψόμετρο περίπου 460 m. Αντίστοιχα στα βουνά της Κυπαρισσίας υπάρχει μορφοτεκτονική δομή προς τα ΑΒΑ με έναν οριζόντιο άξονα σε διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ (Μαριολάκος και Φουντούλης, 1991).



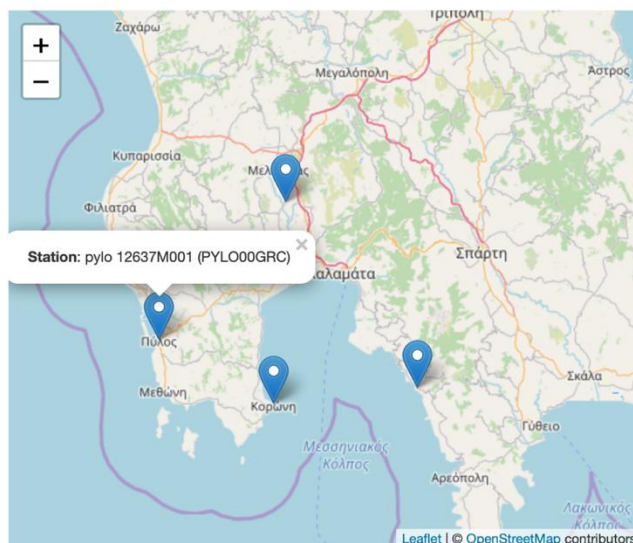
Εικόνα 87: Χάρτης οριζόντιων ρηγμάτων στον Ελλαδικό χώρο με σεισμούς σε μικρά βάθη αλλά μεγέθη άνω των 5.3Richter (Drakopoulos & Delibasis, 1982).

Η σεισμική δραστηριότητα στο χώρο της Μεσσηνίας είναι έντονη αλλά περισσότεροι σεισμοί εμφανίζονται στην θαλάσσια περιοχή της δυτικής Πελοποννήσου, δηλαδή στην τάφρο του Ιονίου πελάγους.

Η Πύλος όπου είναι εγκατεστημένος ο σταθμός τελευταίος σταθμός που μελετήθηκε στην παρούσα διπλωματική, βρίσκεται ακριβώς στην παράκτια νοτιοδυτική Πελοπόννησο, ώστε να μπορούν να μελετώνται μετακινήσεις από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών για τα ρήγματα που υπάρχουν και στην γειτονική θαλάσσια περιοχή του Ιονίου.

Ο σταθμός με κωδική ονομασία «Pylo» άρχισε να λειτουργεί στις 24 Αυγούστου 2011 και περιλαμβάνει τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

Name	pylo
Domes	12637M001
Location	Pylos, Messinia, GR
Installation	2011 aug 24
Antenna	LEIAS10 NONE
Receiver	LEICA GR10
Satellite Sys.	GR
Approx. Position (igb08)	
	4744074.1716 m
	1887446.2692 m
	3809805.5920 m
Related Agency	NOA
Log File	pylo_20180919.log



Εικόνα 88: Ο σταθμός «Pylo» στην Μεσσηνία (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/pylo/>, Πρόσβαση: 04 Απριλίου, 2020).

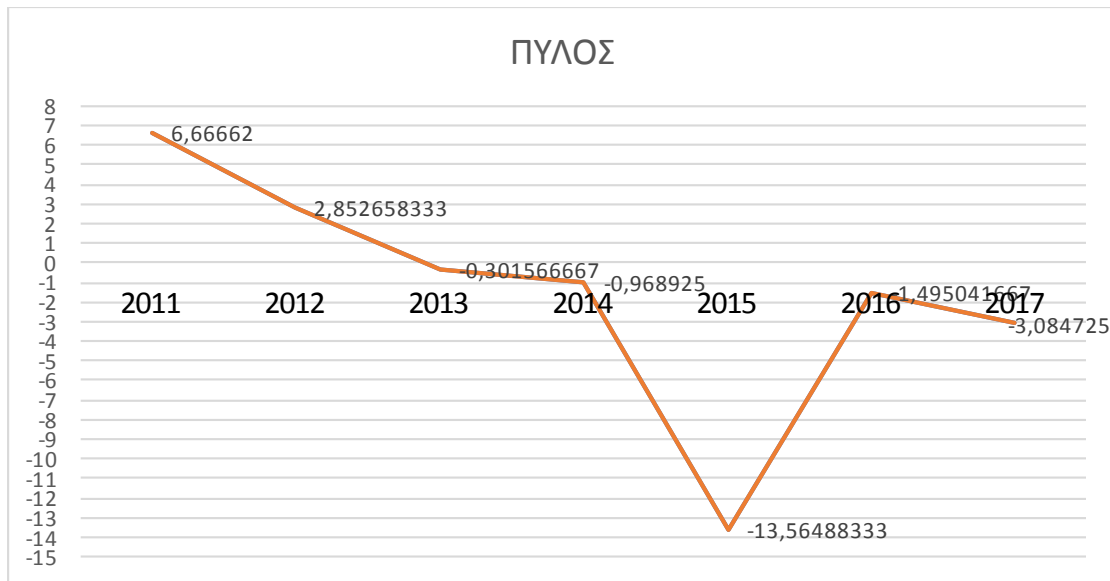


Εικόνα 89: Ο εξοπλισμός στον σταθμό «Pylo» στην Μεσσηνία (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/pylo/>, Πρόσβαση: 04 Απριλίου, 2020).



Εικόνα 90: Ο εξοπλισμός στον σταθμό «Pylo» στην Μεσσηνία (Πηγή: <http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/pylo/>, Πρόσβαση: 04 Απριλίου, 2020).

Οι μετρήσεις που μελετήθηκαν ήταν συνολικά 77 και σε χρονικό διάστημα από 01/01/2011 έως 01/12/2017. Ακολουθεί επεξεργασία και ανάλυση αυτών στον παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 10).



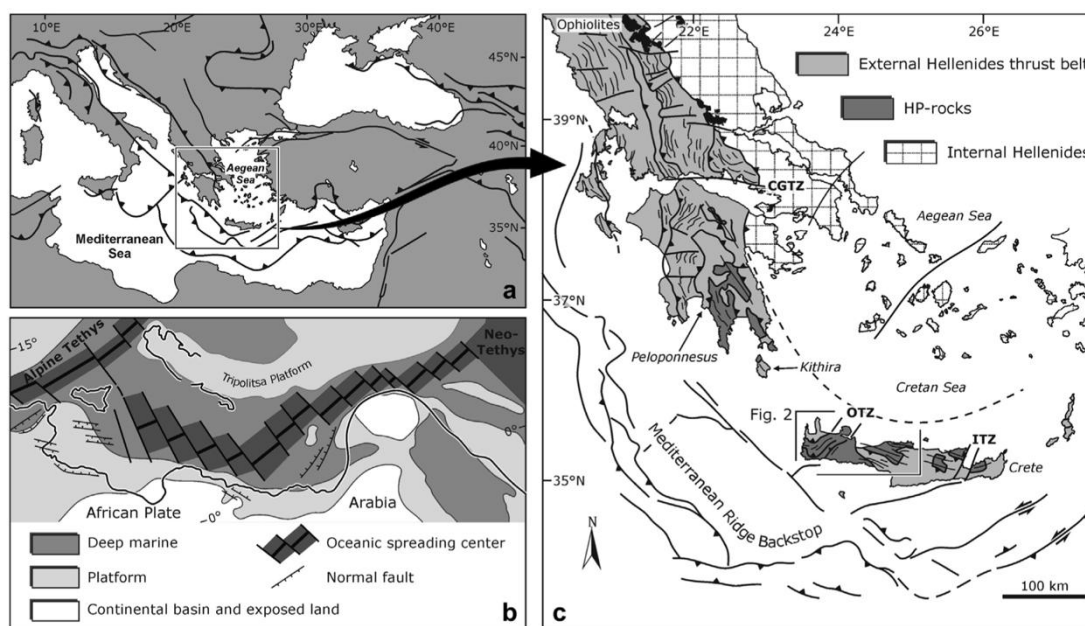
Διάγραμμα 10: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Ρυλο».

Οι μετακινήσεις είχαν προσανατολισμό προς τα ΒΔ κατά το 2011 με τιμή 6.6 χιλιοστά. Ακόλουθη διεύθυνση είχαν και οι μετρήσεις για τις χρονιές 2012, 2016 και 2017 με τιμές 2.8, 1.4 και 3 χιλιοστά αντίστοιχα. Τα έτη 2013-2014 οι μετατοπίσεις είχαν σχεδόν μηδενική τιμή (0.3 και 0.9 αντίστοιχα). Τέλος, το 2015 η τιμή ήταν 13.5 χιλιοστά προς την αντίθετη διεύθυνση.

Όπως γνωρίζουμε από πηγές κατά το έτος 2015 σημειώθηκε έντονη σεισμική δραστηριότητα στα ανοιχτά του νησιού της Λευκάδας στο Ιόνιο πέλαγος μεγέθους 6.5 Richter. Πιθανότατα λοιπόν η μετακίνηση που καταγράφηκε από τον σταθμό το 2015 να έχει επηρεαστεί από αυτή την δράση.

Συμπεράσματα

Η τεκτονική της Ελλάδας όπως έχει ήδη αναφερθεί παρουσιάζει μεγάλη πολυπλοκότητα και αλλάζει σε κάθε μέρος της.



Εικόνα 91: (α) Γενικευμένος χάρτης της περιοχής της Μεσογείου που δείχνει τα κύρια μέτωπα ώθησης και ρήγματα (τροποποιημένοι μετά τους Jolivet et al., 2009). (β) Παλαιοτεκτονικός χάρτης της περιοχής που απεικονίζεται στο (α) για τη Μέση Ιουρασική εποχή (από τους Frizon de Lamotte et al., 2011). (γ) Τεκτονικός χάρτης της περιοχής του Αιγαίου, επισημαίνοντας τις διαρθρωτικές τάσεις εντός της ζώνης των Εξωτερικών Ελληνίδων. CGTZ: εγκάρσια ζώνη του Κόλπου Κορίνθου. OTZ: Εγκάρσια ζώνη του Ομαλού; και ITZ: εγκάρσια ζώνη της Ιεράπετρας (Απλοποιήθηκε και τροποποιήθηκε από τους Underhill (1989), Doutsos et al. (2000), Xypolias and Doutsos (2000), Kokkalas and Doutsos (2001), Zulauf et al. (2002), Σκουρλής και Ντούτσος (2003), Chatzaras et al. (2006), Doutsos et al. (2006), και Tortorici et al. (2010)).

Τα συμπεράσματα που αναδεικνύονται από όλη την εργασία σκοπεύουν στον εντοπισμό των μετακινήσεων κατά το χρονικό διάστημα 2007-2018. Κάθε περιοχή πραγματοποιεί μετακινήσεις ανάλογα με τα ρήγματα από τα οποία απαρτίζεται. Έτσι λοιπόν και ο προσανατολισμός διαφέρει από τόπο σε τόπο και φυσικά αλλάζει και ο ρυθμός μετακίνησης.

Οι τελικοί μέσοι όροι των μετατοπίσεων καθώς και οι διάφοροι προσανατολισμοί παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Οι τιμές αυτές δημιουργήθηκαν βρίσκοντας τον μέσο όρο των μετατοπίσεων σε κάθε μια από τις

περιοχές που μελετήθηκαν παραπάνω. Έτσι ανάλογα και με την τελική διεύθυνση προέκυψε ο παρακάτω πίνακας. Επιπλέον, ακολουθεί και ο χάρτης της Ελλάδας πάνω στον οποίο εμφανίζονται οι προσανατολισμοί των επιμέρους περιοχών (με αντίστοιχα βέλη). Σε κάθε μια από τις δέκα περιοχές υπάρχει τόσο η ονομασία του σταθμού, όσο και ο γενικός προσανατολισμός της μετακίνησης που έχει βρεθεί παραπάνω.

Σταθμός	Τελικός Μ.Ο. Μετατόπισης	Διεύθυνση τελικής Μετατόπισης
Σταθμός 1: Αταλάντη	-4,762971	ΑΝΑ
Σταθμός 2: Αττική	-0,628093	ΝΑ
Σταθμός 3: Κεφαλλονιά	5,529787	ΒΑ
Σταθμός 4: Θήρα	-67,684054	ΝΑ
Σταθμός 5: Ιεράπετρα	7,51388	ΔΒΔ
Σταθμός 6: Κέρκυρα	-3,088823067	ΝΝΔ
Σταθμός 7: Ρόδος	51,353538	ΔΒΔ
Σταθμός 8: Θεσσαλία	-3,0567787	ΝΑ
Σταθμός 9: Λήμνος	-2,3315417	ΒΑ
Σταθμός 10: Πύλος	-1,4136948	ΝΑ



Εικόνα 92: Χάρτης μετακινήσεων των 10 περιοχών που μελετήθηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία.

Με βάση τον παραπάνω πίνακα τιμών και προσανατολισμών εντοπίζονται ορισμένες περιοχές οι οποίες έχουν σχετικές διαφοροποιήσεις από την σχετική τους βιβλιογραφία. Αναλυτικότερα, ο πρώτος σταθμός μελέτης μας, η Αταλάντη, εμφανίζει μετακίνηση προς τα ΑΝΑ. Αυτή η μετακίνηση είναι ανάλογη με την μετακίνηση της περιοχής που έχει βρεθεί από την βιβλιογραφία και συνάδει με την διεύθυνση-μετακίνηση με το αντίστοιχο ρήγμα της Αταλάντης. Επομένως είναι

κατανοητό ότι η περιοχή βρίσκεται σε τεκτονική συσχέτιση με το συγκεκριμένο ρήγμα. Στην συνέχεια, ο σταθμός 2 (σταθμός της Αττικής) εμφανίζει μια μετακίνηση ελάχιστων μικρομέτρων, δηλαδή σχεδόν μηδενική μετακίνηση, η οποία δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική. Προχωρώντας στον επόμενο σταθμό 3 (Κεφαλονιά) φαίνεται ότι στα 10 χρόνια μελέτης μας υπάρχει μετακίνηση περίπου 5.5 χιλιοστών προς τα ΒΑ. Το ΡΜΚ που βρίσκεται στην περιοχή έχει διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ δεδομένο που μας κάνει να συμπεράνουμε ότι σχετίζεται άμεσα με την μελέτη μας, αφού η μετακίνησή μας είναι ΒΑ. Έτσι και αυτή η περιοχή συνάδει με την βιβλιογραφική ανασκόπηση και μας αποδεικνύει την σημαντικότητα του μεγάλου και ενεργού αυτού ρήγματος. Όσον αφορά τον σταθμό της Θήρας (Σταθμός 4), εντοπίζεται μια μεγάλη σχετικά μετακίνηση των 67.8 χιλιοστών κατά την διάρκεια των τεσσάρων χρόνων της δικιάς μας μελέτης. Η εξήγηση μιας τέτοιας μεγάλης τιμής πιθανόν να προκύπτει από την διαρκή μετακίνηση της λιθοσφαιρικής πλάκας, καθώς η Θήρα βρίσκεται στα όρια των 2 λιθοσφαιρικών πλακών. Σε κάθε ενδεχόμενο μια τέτοια μετακίνηση μπορεί να αποτελέσει ένα μελλοντικό αντικείμενο περαιτέρω μελέτης. Ο προσανατολισμός είναι προς ΝΑ. Η συσχέτιση της μετακίνησης της Ιεράπετρας (Σταθμός 5) με το ρήγμα της περιοχής είναι επίσης δεδομένη με βάση τα δεδομένα μας και την βιβλιογραφική ανασκόπηση. Πιο συγκεκριμένα, η συνολική μετατόπιση στα δυο χρόνια μελέτης με 7.5 χιλιοστά κατά μέσο όρο και διεύθυνση ΔΒΔ βεβαιώνει την τεκτονική συσχέτιση καθώς παράλληλα στο μεγάλο ρήγμα της Ιεράπετρας υπάρχουν και άλλα επιμέρους με διεύθυνση ανάλογη της μετακίνησής μας. Ο επόμενος σταθμός της Κέρκυρας (Σταθμός 6) μελετήθηκε για δέκα χρόνια και η μετακίνηση ήταν περίπου 3 χιλιοστά με διεύθυνση ΝΝΔ. Η διεύθυνση αυτή είναι απόλυτα σύμφωνη με την έρευνα των Hollenstein et al., 2008 και την Εικόνα 61, όπου ειδικά στην περιοχή που βρίσκεται ο σταθμός οι μετακινήσεις έχουν την συγκεκριμένη διεύθυνση. Έτσι φαίνεται ότι ακόμα και από το 2003 και μετά ο προσανατολισμός μετακινήσεων της περιοχής παραμένει η ίδια. Η μετατόπιση του έβδομου σταθμού, αυτού της Ρόδου υπολογίστηκε για πέντε χρόνια 55.3 χιλιοστά κατά μέσο όρο. Η τιμή αυτή είναι αρκετά υψηλή, οπότε χρειάζεται επιπλέον μελέτη στην περιοχή. Ωστόσο όπως έχουμε ήδη αναφέρει το νησί της Ρόδου βρίσκεται στα όρια δύο τεκτονικών πλακών, η οποία ίσως να σχετίζεται με αυτές τις υψηλές τιμές μετατόπισης καθώς και ο προσανατολισμός των μετακινήσεων συμφωνεί με την μετακίνηση της μελέτης (ΔΒΔ διεύθυνση). Όσον αφορά τον σταθμό της Θεσσαλίας (Σταθμός 8), υπολογίστηκε 3 χιλιοστά μετατόπιση με διεύθυνση ΝΑ για ένα χρονικό διάστημα

εννέα ετών. Γνωρίζουμε ότι από την βιβλιογραφία υπάρχουν κανονικά ρήγματα προσανατολισμού ΝΑ – ΒΔ. Έτσι οι μετακίνηση που μελετήθηκε συνδέεται πιθανά με αυτά τα ρήγματα. Προτελευταίος σταθμός μελέτης ήταν ο σταθμός 9 της Λήμνου. Το νησί μετατοπίστηκε κατά 2.3 χιλιοστά ΒΑ στα εννέα χρόνια μελέτης, μια μικρή σχετικά τιμή. Τέλος, ο σταθμός 10 της περιοχής της Πύλου μας έδωσε ως μέση τιμή μετατόπισης για ένα χρονικό διάστημα επτά ετών 1.4 χιλιοστά ΝΑ διεύθυνσης, αποτέλεσμα σύμφωνο με την έρευνα των Drakopoulos & Delibasis, 1982, όπου δείχνει καθεστώς διάνοιξης ανάλογου προσανατολισμού της περιοχής.

Συνοψίζοντας πρέπει να αναφερθεί ότι τα δίκτυα GNSS είναι μια μέθοδος χρήσιμη σε κάθε μας στιγμή για τον εντοπισμό της θέσης μας αλλά και για την επιτυχή μελέτη σε κάθε γεωλογικό και γεωγραφικό ερώτημα που μπορεί να υπάρχει, αλλά και άλλα προβλήματα που μπορεί να παρουσιαστούν. Τέτοιες νέες τεχνολογίες συνεχώς βελτιώνονται και γίνονται ακόμα πιο λεπτομερείς.

Έτσι οι παραπάνω μετρήσεις μπορούν να μας αποδώσουν τον ακριβή τρόπο μετακίνησης κάθε περιοχής για κάθε χρονικό διάστημα που εμείς επιθυμούμε, με συνεχής παρατηρήσεις. Όμως είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι τέτοιες μετακινήσεις χρειάζονται και μια μελέτη πεδίου, ώστε να είναι ακόμα πιο επισταμένες και ακριβής.

Βιβλιογραφία

- Αγγελίδης Χ., (1992). Τεχνικογεωλογικές συνθήκες της περιοχής Αταλάντης. Γεωτεχνικές Έρευνες, No 17, ΙΓΜΕ.
- Ανάγνου, Κ. (2012). *Χρήση Τεχνικών RTK σε Αστική Αποτύπωση – Εφαρμογή στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου* (Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών Τομέας Τοπογραφίας Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας). Αθήνα.
- Αντωνίου, Β., (2000). Οι γεωπεριβαλλοντικές συνθήκες του λεκανοπεδίου Αθηνών με χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων. Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Anver & Vasyi., (2014). “GPS Accuracy | Lemberg Solutions Blog.” February 21, 2020. <http://blog.lemborg.co.uk/gps-accuracy-complete-guide-dummies>.
- Βασιλάτου, Β. & Χούσου, Γ. (2015). *Κέντρο Πρόληψης και διαχείρισης σεισμικών φαινομένων στην Κεφαλονιά από την παρατήρηση στη συμμετοχή* (Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π.) Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Τομέας Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού. Αθήνα.
- Brown. N. & Geisler. I. & Troyer. L., (2006). RTK Rover Performance using the Master- Auxiliary Concept. *Journal of Global Positioning Systems*.
- Caputo, R., (1990). Geological and structural study of the recent and active brittle deformation of the Neogene – Quaternary basins of Thessaly (Central Greece). Διδακτορική Διατριβή, Γεωλογικό Τμήμα Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, 252 σελ. Θεσσαλονίκη.
- Chatzaras, V.; Xypolias, P.; Kokkalas, S. & Koukouvelas, I., (2013). Tectonic evolution of a crustal-scale oblique ramp, Hellenides thrust belt, Greece. *Journal of Structural Geology*.
- Γιαννίου, Μ., & Μάστορης, Δ. (2006, Μάιος 4-5). *Ανάπτυξη του Ελληνικού συστήματος εντοπισμού Hepos (Hellenic Positioning System)*. Στο Δ' Πανελλήνιο Συνέδριο Hellas GI, Αθήνα.
- Γκανάς, Α. (2010). *NOANET: Το δίκτυο GNSS του Ε.Α.Α για την μελέτη της Γεωδυναμικής – Γεωφυσικής του Ελληνικού Χώρου*. Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, ΤΕΙ Αθηνών, Επιστημονική Ημερίδα Τμήματος Τοπογραφίας.

- Gibbins, P. (2005, June). How well does the virtual reference station (VRS) System of GPS base stations perform in comparison to conventional RTK? Spatial Science. ResearchGate. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/254250991>.
- Δελλαδέτσιμας, Π., (2014). *Διαχείριση φυσικών καταστροφών και η σημασία της πληροφόρησης: η περίπτωση της νήσου Κεφαλληνίας το 2014* (Πτυχιακή εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο), Σχολή Περιβάλλοντος, Γεωγραφίας & Εφαρμοσμένων Οικονομικών, Τμήμα Γεωγραφίας. Αθήνα 2012. Ανακτήθηκε από <http://estia.hua.gr/file/lib/default/data/16499/theFile>.
- Δελληκαράογλου Δ., (2005). Ειδικά θέματα Δορυφορικής Γεωδαισίας, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ, Αθήνα.
- Δεληκαράογλου, Δ., (2006): «Διαφαινόμενες Προοπτικές από τη Δικτυακή Υποδομή του HEPOS για τη Μετάδοση Χωρικών Πληροφοριών Μέσω Υπηρεσιών Web και Ασύρματων Κινητών Συσκευών» Πρακτικά 9ου Εθνικού Συνεδρίου Χαρτογραφίας, Χανιά.
- Δεληκαράογλου, Δ., (2008). «Διεθνείς Υπηρεσίες VRS/CORS-RTNets», Εκδήλωση «HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς: Θεωρία και υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές», Παρουσίαση, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Druitt, T. H., Mellors, R.A., Pyle, D.M., and Sparks, R.S.J., (1989). "Explosive volcanism on Santorini, Greece." GEOLOGICAL MAGAZINE, Vol. 126, No. 2, p. 95-126.
- Eissfeller, B., M. Irsigler, J. Avila-Rodriguez, E. Schüler, T. Schüler (2007): "Das europäische Satellitennavigationssystem Galileo – Entwicklungsstand", AVN - Allgemeine Vermessungsnachrichten, No. 02/2007, pp. 42-55, Wißner-Verlag, Germany, Wißner-Verlag.
- Gaki-Papanastasiou, K., Karymbalis, E., Papanastasiou, D., Manoukian, H., (2009). Quaternary marine terraces as indicators of neotectonics activity of the Ieraperta normal fault SE Crete (Greece). Geomorphology 104:38-46.
- GPS.gov 2020; Federal Aviation Administration 2017.

- Hatzipanagiotou, K., (1983). Die oberste Einheit des sud-agaïschen Deckenstapels auf Rhodos und Karpathos (Dodekanes/Griechenland)-Relikt eines Ophiolith-Komplexes. Dissertation Univ. Braunschweig.
- Hu, G.R., Khoo, H.S., Goh, P.C. and Law, C.L. (2003) Development and assessment of GPS virtual reference stations for RTK positioning, *Journal of Geodesy*, vol. 77, no. 5/6, pp. 292-302.
- Hofmann-Wellenhof, B., & Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2007). *GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more*. Springer Wien New York.
- Κατσουγιαννόπουλος, Σ. (2010, Σεπτέμβριος). Μετάδοση Δεδομένων GNSS για προσδιορισμό θέσης σε πραγματικό χρόνο. Εφαρμογές στο Ελληνικό χώρο. *ΧΩΡΟγραφίες : Η διαθεματικότητα της Γεωπληροφορικής*, Τόμ.1 (1), 9-15. Σέρρες. Ανακτήθηκε από <http://civilgeo.teicm.gr/ojs/index.php/Chorografies/article/viewFile/11/23>.
- Κοκκάλας, Σ.Α., (2000). Γεωδυναμική εξέλιξη του ΝΑ Τμήματος του Ελληνικού τόξου – Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, 175σ.
- Κουκουβέλας, Ι. , Κοκκάλας, Σ. , Ξυπολιάς, Π. , (2014). Γεωλογία Ελλάδος, Έκδοση: Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Κυρδίου, Α. (2018, Ιούνιος). *Αποτύπωση Ακριβείας με Γεωδαιτικό Σταθμό Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (G.P.S.) σε Δασογενές Περιβάλλον* (Μεταπτυχιακή Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Δασοτεχνικών και Υδρονομικών Έργων, Εργαστήριο Μηχανικών Επιστημών και Τοπογραφίας). Θεσσαλονίκη.
- Kokkalas S., et al., (2007). Paleoseismicity of the Kaparelli fault (eastern Corinth Gulf): evidence for earthquake recurrence and fault behavior. *Boll.Soc.Geol.It. (Ital.J.Geosci.)*, Vol. 126, pp. 387-395.
- Kronberg, P., (1977). Die regionale und uneberregionale Bruchtektonik Mitteleuropas – Bestandsaufnahme und Interpretationen. *Geotekt. Forsc.*, v. 53, p. 7 – 41, Stuttgart.
- Koutsouveli A., (1987). Etude stratigraphique des formations pliocenes et pleistocenes en Messenie occidentale (Peloponnese, Grece). These Univ. d'Aix-Marseille II, Luminy, France.

- Λέκκας, Ε. & Δανάμος, Γ. & Μαύρικας, Γ., (2001). Geological Structure and Evolution of Kefallonia. *Bulleting of the Geological Society of Greece*, 34(1), 11-17 Πρακτικά 9ου Διεθνούς Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, *e-journals*, Vol 34, 2001. Ανακτήθηκε από <http://dx.doi.org/10.12681/bgs.g.16938>.
- Λιάκος, Χ., (2011). *Μέτρηση και επίλυση δικτύου GPS στην περιοχή Κοζάνης-Πτολεμαΐδας* (Μεταπτυχιακή, Διπλωματική Εργασία, Α.Π.Θ.) Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών. Κοζάνη, 2011. Ανακτήθηκε από <http://ikee.lib.auth.gr/record/128851/files/GRI-2012-8334.pdf>.
- Lemeille, F., (1977). Etudes néotectoniques en Grèce centrale nord orientale: Eubée centrale, Attique, Béotie, Locride et dans les Sporades du Nord (Skyros). Thesis, Université de Paris-Sud Orsay, 257 p.
- Lekkas, E., (2007). The preceding seismic-volcanic activity of Santorini volcano (1600 B.C.), as a warning factor for the Akrotiri residents. European Geosciences Union 2007. Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 07665, 2007, SRef-ID 1607-7962/gra/EGU2007-A-07665, Vienna.
- Lekkas, E.L. & Mavroulis, S.D., (2016), "Fault zones ruptured during the early 2014 Cephalonia Island (Ionian Sea, Western Greece) earthquakes (January 26 and February 3, Mw 6.0) based on the associated co-seismic surface ruptures", *Journal of Seismology*, vol. 20, no. 1, pp. 63-78.
- Louvari, E., Kiratzi, A.A., Papazachos, B.C., (1999). The Cephalonia transform fault and its extension to western Lefkada Island (Greece). *Tectonophysics* 308 (1-2), 223-236.
- Μητσακάκη, Χ. & Σακελλαρίου, Μ. & Παπαζήση, Κ. & Αναστασίου, Δ. & Μαρίνου, Α. & Παραδείσης, Δ., (2009). Μεταβολές τάσεων Coulomb σε τεκτονικά ενεργές περιοχές της Ελλάδας. *Ειδικός Τμητικός Τόμος του Α.Π.Θ.* Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών. Θεσσαλονίκη. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: https://www.topo.auth.gr/main/images/pdf/TOMOS_VLAXOS/09_Mitsakakis%20A.pdf.
- Μουντράκης Δ.Μ., (1985). Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σ. 207.
- Μακροπούλος, Κ.Κ. and Burton, P.W., (1981). A catalogue of Seismicity in Greece and the Adjacent Areas, *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 65, 741- 762.

- Makropoulos, K., Kouskouna, V., Kaviris, G., (2010). An updated earthquake catalogue for Greece and adjacent areas since 1800. Book of Abstracts, 32nd ESC General Assembly, Montpellier, France, p. 152.
- McKenzie, D.P., (1978). Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions, *Geophys. J.R. Astron. Soc.* 55 p.217-254.
- Marcinek, K., & Pleskacz, W. (2020, January). GNSS-ISE: Instruction Set Extension for GNSS Baseband Processing. *Sensors* 20, 465. Doi:10.3390/s20020465. www.mdpi.com/journal/sensors
- Montenbruck, O., & Steigenberger, P. (2013). The BeiDou Navigation Message. International Global Navigation Satellite Systems Society (IGNSS Symposium 2013). *ResearchGate*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/260285571_The_BeiDou_Navigation_Message.
- Mountrakis, D., Tranos, M., Papazachos, C., Thomaidou, E., Karagianni, E., Vamvakaris, D., (2006). New neotectonic and seismological data about the main active faults and stress regime of Northern Greece. In: Robertson, A.H.F. Nicholls, I. A., (1971). Petrology of Santorini Volcano, Cyclades, Greece. *J. Petrol.* 12 (1), 67–119.
- Nordin, Z., & Mat Amin, Z., & Yahya, M. H. (2009, September). Investigation on VRS - RTK Accuracy and Integrity for Survey Application. *ResearchGate*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/228366454>.
- Παπαζάχος, Β., (2002). Active Tectonics In the Aegean surrounding area. *Bulleting of the Geological Society of Greece*, 34(6), 2237-2253. Πρακτικά 9ου Διεθνούς Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, *e-journals*, Vol 34, 2002. Ανακτήθηκε από <http://dx.doi.org/10.12681/bgsg.16865>.
- Παπαζάχος, Β. και Παπαζάχου, Κ., (2003). Οι σεισμοί της Ελλάδας.
- Παπαμικίδη, Σ., (2013). *Ανίχνευση μετακινήσεων με μετρήσεις GNSS στις περιοχές Νέο Φάληρο- Μοσχάτο- Καλλιθέα*. (Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών Τομέας Τοπογραφίας Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας). Αθήνα.
- Παχουνδάκης, Δ., (2015). *Έλεγχος Δεκτών GNSS για την χρήση του σε τοπογραφικές εργασίες Σχετικού Στατικού Εντοπισμού* (Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών Τομέας Τοπογραφίας Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας). Αθήνα.

- Πικριδάς, Χ. και Φωτίου, Α., (2003). “Μελέτη της Ιονοσφαιρικής Επίδρασης στο Σχετικό Προσδιορισμό Θέσης με το Σύστημα GPS: Εφαρμογή στην Ευρύτερη Περιοχή της Θεσσαλονίκης από Δεδομένα Μόνιμου Σταθμού GPS”.
- Πικριδάς, Χ., & Φωτίου, Α., & Βλαχάκης, Β. (2010). Προσδιορισμός θέσης με χρήση εικονικών σταθμών αναφοράς GPS - Εφαρμογή στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης. *Τεχν. Χρονικό Επιστημονική έκδοση ΤΕΕ*, τεύχος 1(1), 33 – 41.
- Πικριδάς, Χ., Φωτίου Α., Ρωσσικόπουλος Δ., Χατζινίκος Μ., (2010). « Ερευνητική δραστηριότητα και προοπτικές από τη λειτουργία του δικτύου μόνιμων σταθμών GNSS του ΤΑΤΜ-Α.Π.Θ.» Ημερίδα «ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ: Σύγχρονα Συστήματα και Εφαρμογές», Παρουσίαση Τ.Ε.Ι. Αθήνας, Τμήμα Τοπογραφίας, Αθήνα.
- Pantosti, D., De Martini, P.M., Papanastassiou, D., Palyvos, N., Lemeille, F. and Stavrakakis, G., (2001). A reap- praisal of the 1894 Atalanti Earthquake Surface Ruptures, Central Greece. *Bull. Seism. Soc. America*, 91, 4 760-780.
- Papazachos, B.C. and Comninakis, P.E., (1969). Geophysical features of the Greek island arc and eastern Mediterranean ridge. *C.R. Conf. Madrid, Publ. J.P. Roth& Vol. 16*, pp. 74-75.
- Papazachos, C.B. and Kiratzi, A.A., (1996). A detailed study of the active crustal deformation in the Aegean and surrounding area, *Tectonophysics*, 253, 129-153.
- Papazachos, B.C. and Comminakis, P.E., (1971). Geophysical and tectonic features of the Aegean arc. *J. Geophys. Res.*, 76, 8517- 8533.
- Papazachos, B.C., Mountrakis, D.M., Papazachos, C.B., Tranos, M.D., Karakaisis, G.F. & Savvaidis, A.S., (2001). The faults that caused the known strong earthquakes in Greece and surrounding areas during 5th century B.C. up to present, 2nd Conf. Earthq. Eng. Eng. Seism., 2^30. Thessaloniki, Vol. 1, 2001, pp. 17^26.
- Pavlides, S.B. and Caputo, R., (2004). Magnitude versus fault’s surface parameters: quantitative relationships from the Aegean Region. *Tectonophysics*, 380, 3-4, 159-188.

- Pondrelli, S., Morelli, A., Ekström, G., Mazza, G., Boschi, E., Dziewonski, A.M., (2002). Europeane Mediterranean regional centroid-moment tensors: 1997e2000. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 130, 71e101.
- POSITIM (2010). “GNSS Overview.” POSITIM-High Accuracy GNSS Solution and Services, <<http://goo.gl/PTbwQ>> (March 1, 2020).
- Ring U. et al., (2001). Middle Miocene graben development in Crete and its possible relation to large-scale detachment faults in the southern Aegean, Volume 13, p. 297-304.
- Sachpazi, M., Hirn, A., Clément, C., Haslinger, F., Laigle, M., Kissling, E., Charvis, P., Hello, Y., Lépine, J.-C., Sapin, M., Ansorge, J., (2000). Western Hellenic subduction and Cephalonia transform: local earthquake.
- Shaw, B., & Jackson, J., (2010). Earthquake mechanisms and active tectonics of the Hellenic subduction zone. *Geophysical Journal International*, 181, 966-984.
- Qureshi, M. A., & Zahoor, U., & Amin, A., & Memon, K. H., and Hussain, A. (2017, December). Performance Comparison of Global Navigational Satellite Systems. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol.17 (12), 99-107.
- Van Der Marel, H. (1998, September). Virtual GPS Reference Stations in the Netherlands. *ResearchGate*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/332866281>.
- Van Hinsbegren, D. and Meulenkaamp, J., (2006). Neogene supradetachment basin development on Crete (Greece) during exhumation of the South Aegean core complex. *Basin Research*, 18, 103-124.
- Vidal, C. (2017). Pulsar Positioning System: A quest for evidence of extraterrestrial engineering. *ResearchGate. International Journal of Astrobiology*. Doi: 10.1017/S147355041700043X Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/316035072>.
- Vött, A., (2007). Relative sea level changes and regional tectonic evolution of seven coastal areas in NW Greece since the mid-Holocene. *Quaternary Science Reviews* 26, 894e919.

- Wallner, S., Avila-Rodriguez, J.A., Hein, G. W., (2006). "Interference Computations between Several GNSS Systems", ESA Navitec 2006, Noordwijk, The Netherlands.
- Wang, J. (2012, July). Antennas for Global Navigation Satellite System (GNSS). Global Navigation Satellite System receive antenna technologies are reviewed in this paper, and the design challenges of this exciting area of antenna design are discussed. *Proceedings of the IEEE*. Vol. 100 (7), 2349-2355.
- Wübbena, G., Willgalis, S., (2001). State Space Approach for Precise Real Time Positioning in GPS Reference Networks. Proceedings of the International Symposium on Kinematic Systems in Geodesy, Geomatics and Navigation, KIS 2001, Banff, Alberta, Canada, June 5-8, 2001.
- Wübbena, G., Bagge A., Schmitz, M., (2001). RTK Networks based on Geo++® GNSMART - Concepts, Implementation, Results. Presented at the International Technical Meeting, ION GPS-01, Salt Lake City, Utah.
- Wubben, G., & Schmitz, M., & Bagge, A. (2005, September). *PPP-RTK: Precise Point Positioning Using State-Space Representation in RTK Networks*. Presented at the 18th international technical Meeting Ion GNSS. Long Beach, California.
- Φασούλας, Χ.Γ., (2001). Οδηγός υπαίθρου για τη γεωλογία της Κρήτης. Μουσείο φυσικής ιστορίας της Κρήτης, Πανεπιστήμιο Κρήτης, σ. 103.
- Φωτίου, Α., & Πικριδάς, Χ. (2012). *GPS και Γεωδαιτικές Εφαρμογές*. (2^η έκδ.). Θεσσαλονίκη: ΖΗΤΗ.

Παράρτημα Α: Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1: Τα συστήματα Πλοήγησης (Πηγή: https://en.tab-tv.com/?p=13220 , Πρόσβαση 19 Φεβρουαρίου 2020).	6
Εικόνα 2: Το σύστημα GPS όπως παρουσιάζεται γύρω από τον πλανήτη (Πηγή: https://lowrance.gr/index.php?route=journal2/blog/post&journal_blog_post_id=22 , Πρόσβαση: 29 Φεβρουαρίου 2020).	7
Εικόνα 3: Τα διάφορα είδη δορυφόρων του συστήματος GPS (Πηγή: https://www.gps.gov/systems/gps/space/ , Πρόσβαση: 21 Φεβρουαρίου 2020).	8
Εικόνα 4: Το επίγειο τμήμα ελέγχου όπως έχει αναβαθμιστεί τον Μάιο του 2017 (Πηγή: https://www.gps.gov/systems/gps/space/ , Πρόσβαση: 21 Φεβρουαρίου 2020).....	9
Εικόνα 5: Τα διάφορα τμήματα του GPS (Anver and Vasyl, 2014).	9
Εικόνα 6: Οι διάφοροι τύποι δορυφόρων του συστήματος GLONASS (Πηγή: https://www.glonass-iac.ru/en/guide/ , Πρόσβαση 22 Φεβρουαρίου, 2020).	10
Εικόνα 7: Οι διατάξεις των τριών συστημάτων (Galileo, GLONASS και GPS) (Πηγή: https://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo/sar_en , Πρόσβαση: 2 Μαρτίου, 2020).....	11
Εικόνα 8: Το σύστημα BeiDou (Πηγή: http://en.beidou.gov.cn , Πρόσβαση: 2 Μαρτίου 2020).	12
Εικόνα 9: Γεωδαιτικό σύστημα- Κεραία Δέκτη GNSS/GPS (Πηγή: http://www.geonosis.gr/ , Πρόσβαση 3 Μαρτίου 2020).	13
Εικόνα 10: Οι σταθμοί του Δικτύου CORS σε όλο τον κόσμο (Πηγή: https://www.ngs.noaa.gov/CORS_Map/ , Πρόσβαση: 11 Μαρτίου 2020).	15
Εικόνα 11: Οι σταθμοί του Δικτύου IGS (Πηγή: http://www.igs.org/network , Πρόσβαση: 11 Μαρτίου 2020).	16
Εικόνα 12: Το δίκτυο EPN (Πηγή: http://www.epncb.oma.be , Πρόσβαση: 07/03/2020).	17
Εικόνα 13: Το δίκτυο HEPOS όπως έχει ανανεωθεί τον Νοέμβριο 2019 (Πηγή: http://www.hepos.gr/HEPOS_map_V1_0b_gr.pdf , Πρόσβαση: 07/03/2020).....	18
Εικόνα 14: Απεικόνιση του δικτύου RTK και των χρηστών (Πηγή: https://www.agrortk.com.ua/rtk-network/technology-agrortk/ , Πρόσβαση: 12 Μαρτίου 2020).....	19
Εικόνα 15: Σταθμός VRS (Nordin, Z., Yahya, M.H., & Amin, Z.M., 2009).....	21
Εικόνα 16: Απεικόνιση της πολυωνυμικής σχέσης για την τεχνική διόρθωσης FKP (Δεληκαράογλου, Δ., 2006).	22
Εικόνα 17: Σύστημα cluster-cells που χρησιμοποιεί την μέθοδο MAC (Brown et. al., 2006).....	23
Εικόνα 18: Παρατήρηση με την μέθοδο MAC (Dabovne et al, 2012).	23
Εικόνα 19: Η τεχνική MAX (Πηγή: https://leica-geosystems.com , Πρόσβαση 13 Μαρτίου 2020).	24
Εικόνα 20: Η τεχνική i-MAX (Πηγή: https://leica-geosystems.com , Πρόσβαση 13 Μαρτίου 2020).	25
Εικόνα 21: Το δίκτυο HEPOS (Πηγή: http://www.hepos.gr/Map/SensorMap.aspx , Πρόσβαση 09 Μαρτίου 2020).	27
Εικόνα 22: Το δίκτυο του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/intro/ , Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).	29

Εικόνα 23: Το χρονικό πλαίσιο εγκατάστασης των σταθμών του δικτύου (2006-2018) (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/intro/ , Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).....	30
Εικόνα 24: Το δίκτυο GNSS της Metrica (Πηγή: https://hxgnsmartnet.com/el-gr/services , Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).....	31
Εικόνα 25: Το δίκτυο της εταιρίας Geotech (Πηγή: http://www.geotech.gr/index.php/the-company/2017-07-21-09-30-07.html , Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2020).....	32
Εικόνα 26: Το παράθυρο της εφαρμογής PPP Direct (έκδοση 2.1), όπως εμφανιζόταν στην οθόνη μας.....	33
Εικόνα 27: Τα δεδομένα των σταθμών, όπως φαίνεται από το δίκτυο του NOANET. (Πηγή: http://www.gein.noa.gr/services/GPSData/ , Πρόσβαση:23 Μαρτίου 2020). ..	34
Εικόνα 28: Η ρηξιγενής ζώνη της Αταλάντης και τα επιμέρους τμήματα (1: Αταλάντη, 2: Κυπαρίσσι-Αλμύρα, 3: Τραγάνα-Προσκύνα, 4: Μαρτίνο και 5: Λάρυμνα) (Παυλίδης Σ.Β. , Βαλκανιώτης Σ. , Γκανάς Α. , Κεραμυδάς Δ. και Σμπόρας Σ., 2004) ..	36
Εικόνα 29: Οι τεκτονικές μετακινήσεις στο ρήγμα της Αταλάντης (Λάγιος, Ε., 2004). ..	37
Εικόνα 30: Ο σταθμός του NOANET στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/atal/ , Πρόσβαση: 27 Μαρτίου, 2020).....	37
Εικόνα 31: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/atal/ , Πρόσβαση: 27 Μαρτίου, 2020). ..	38
Εικόνα 32: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/atal/ , Πρόσβαση: 27 Μαρτίου, 2020). ..	38
Εικόνα 33: Γεωτεκτονικός χάρτης των Ελληνίδων Οροσειρών (Jacobshagen et al., 1978, Mountrakis et al., 1983).....	40
Εικόνα 34: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής της Αττικής (Γεωλογικοί χάρτες ΙΓΜΕ, κλίμακα 1:50000).....	41
Εικόνα 35: Τεκτονικός χάρτης- Χάρτης ρηγμάτων της περιοχής της Αττικής (Αντωνίου, 2000). ..	41
Εικόνα 36: Χάρτης της περιοχής της Αττικής στον οποίο περιγράφονται οι τάσεις που ασκούνται από το Τετατρογενές μέχρι σήμερα (Αντωνίου, 2000). ..	42
Εικόνα 37: Ο σταθμός του NOANET στην περιοχή της Αττικής (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/noa1/ , Πρόσβαση: 29 Μαρτίου, 2020). ..	43
Εικόνα 38: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην περιοχή της Αττικής (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/noa1/ , Πρόσβαση: 29 Μαρτίου, 2020).	43
Εικόνα 39: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην περιοχή της Αττικής (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/noa1/ , Πρόσβαση: 29 Μαρτίου, 2020).	43
Εικόνα 40: Κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών που καθορίζουν την ενεργό τεκτονική του Ελλαδικού χώρου (Παπαζάχος Β., 2002). ..	46
Εικόνα 41: Γεωτεκτονικός χάρτης Κεφαλονιάς (Lekkas & Mavroulis 2016, Journal of Earthquakes). ..	47
Εικόνα 42: Η θέση του σταθμού, όπως προβάλλεται στο σύστημα NOAET (Πηγή: Ιδία επεξεργασία 2020, http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/netmap/ 2020, Πρόσβαση στις: 13/01/2020). ..	48

Εικόνα 43: Απεικόνιση του (ΡΜΚ) Ρήγματος Μετασχηματισμού Κεφαλονιάς (Louvari et al. 1999).	49
Εικόνα 44: Το Ελληνικό ηφαιστειακό τόξο στο Νότιο Αιγαίο (Παπαζάχος και Παναγιωτόπουλος, 1993).....	51
Εικόνα 45: Γεωλογικός Χάρτης της Θήρας (Druit et al., 1989).	52
Εικόνα 46: Τεκτονικός Χάρτης της Θήρας (Παπανικολάου, περιοδικό ΓΕΩ 22-04-2000).....	52
Εικόνα 47: Τεκτονικός-Γεωλογικός Χάρτης της Θήρας (Heiken and McCoy, 1984).	53
Εικόνα 48: Χάρτης σεισμικότητας της Θήρας για την χρονική περίοδο 1964-2010 (Μακροπούλος and Burton, 1981; Μακροπούλος et al., 2010; Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).....	54
Εικόνα 49: Σύγχρονος Γεωλογικός Απλοποιημένος Χάρτης της Θήρας (ΙΓΜΕ, Βουλγαράκης, 1997).	54
Εικόνα 50: Ο σταθμός του ΝΟΑΝΕΤ (σταθμός «Thir») στην Θήρα (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/thir/ , Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).	55
Εικόνα 51: Ο εξοπλισμός του σταθμού του ΝΟΑΝΕΤ στην Θήρα (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/thir/ , Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).	55
Εικόνα 52: Ο εξοπλισμός του σταθμού του ΝΟΑΝΕΤ στην Θήρα (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/thir/ , Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).	55
Εικόνα 53: Ο εξοπλισμός του σταθμού του ΝΟΑΝΕΤ στην Θήρα (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/thir/ , Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).	56
Εικόνα 54: Γεωλογικός χάρτης της Κρήτης (van Hinsbergen and Meulenkamp, 2006).	57
Εικόνα 55: Γεω- Τεκτονικός χάρτης της Κρήτης (Βασιλάκης, 2006).	58
Εικόνα 56: Γεω-Τεκτονικός χάρτης της Κρήτης όπου απεικονίζεται το ρήγμα που περνάειθ από την πόλη της Ιεράπετρας (Ring et al., 2001).	59
Εικόνα 57: Τα επιφανειακά ρήγματα της Κρήτης (Παπαζάχος και συν., 2001).	59
Εικόνα 58: Τα ρήγματα της λεκάνης της Ιεράπετρας (Fortuin, 1977, 1978).	60
Εικόνα 59: Οι κυριότεροι επιφανειακοί σεισμοί στην Κρήτη όπως καταγράφηκαν μέχρι το 2000 (Parazachos et al., 2000).	61
Εικόνα 60: Χάρτης απεικόνιση του νησιού της Κέρκυρας (Πηγή:Google Maps, Πρόσβαση: 30 Μαρτίου 2020).	62
Εικόνα 61: Οι μετακινήσεις στην περιοχή του Ιονίου Πελάγους κατά τα έτη 1993-2003 (Hollenstein et al., 2008).....	62
Εικόνα 62: Οι γεωδυναμικές μετακινήσεις στην περιοχή του Ιονίου Πελάγους και συγκεκριμένα του νησιού της Κέρκυρας (Vött, 2007).....	63
Εικόνα 63: Γεω-τεκτονικός χάρτης του Βόρειου κομματιού του νησιού της Κέρκυρας (Πηγή: Γεωλογικοί Χάρτες ΙΓΜΕ).	63
Εικόνα 64: Ο σταθμός του ΝΟΑΝΕΤ (σταθμός «Kasi») στην Κέρκυρα (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/kasi/ , Πρόσβαση: 31 Μαρτίου, 2020).	64
Εικόνα 65: Ο εξοπλισμός του σταθμού του ΝΟΑΝΕΤ στην Κασσιόπη-Κέρκυρα (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/kasi/ , Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).	65
Εικόνα 66: Ο εξοπλισμός του σταθμού του ΝΟΑΝΕΤ στην Κασσιόπη-Κέρκυρα (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/kasi/ , Πρόσβαση: 30 Μαρτίου, 2020).	65
Εικόνα 67: Γεωγραφική απεικόνιση της Ρόδου (Koerke, et. al., 2001).	67
Εικόνα 68: Γεω-τεκτονικός χάρτης της Ρόδου και η στρωματογραφία του νησιού (Hatzipanagiotou 1988).....	68

Εικόνα 69: Νεοτεκτονικός χάρτης της Ρόδου (Φύλο Ρόδου, ΙΓΜΕ).	69
Εικόνα 70: Ο σταθμός του NOANET (σταθμός «Katc») στην Ρόδο (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/katc/ , Πρόσβαση: 01 Απριλίου, 2020).....	69
Εικόνα 71: Ο εξοπλισμός του σταθμού του NOANET στην Ρόδο (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/katc/ , Πρόσβαση: 01 Απριλίου, 2020).....	70
Εικόνα 72: Συγκεντρωτική απεικόνιση των ρηγμάτων του νομού Θεσσαλίας (ΙΓΜΕ και Caruto, 1990).	72
Εικόνα 73: Τεκτονικός χάρτης της Ελλάδας (McKenzie, 1978).	73
Εικόνα 74: Τεκτονικός χάρτης της Θεσσαλίας (Parazachos, et al., 2001).	73
Εικόνα 75: Ο σταθμός του NOANET (σταθμός «Klok») στην Θεσσαλία (Πηγή http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/klok/ , Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).	74
Εικόνα 76: Ο εγκατεστημένος σταθμός του NOANET (σταθμός «Klok») στην Θεσσαλία (Πηγή http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/klok/ , Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).	75
Εικόνα 77: Ο εγκατεστημένος σταθμός του NOANET (σταθμός «Klok») στην Θεσσαλία (Πηγή http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/klok/ , Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).	75
Εικόνα 78: Ο εγκατεστημένος σταθμός του NOANET (σταθμός «Klok») στην Θεσσαλία (Πηγή http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/klok/ , Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).	75
Εικόνα 79: Γεωλογικός χάρτης του νησιού της Λήμνου (ΙΓΜΕ).	77
Εικόνα 80: Τεκτονικός χάρτης του Αιγαίου Πελάγους (Παπαζάχος, 2000).....	78
Εικόνα 81: Γεω-τεκτονικός χάρτης του νησιού της Λήμνου (Innocenti et al., 1994). .	78
Εικόνα 82: Ο σταθμός του NOANET (σταθμός «Iemn») στο νησί της Λήμνου (Πηγή http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/Iemn/ , Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).	79
Εικόνα 83: Ο εξοπλισμός του NOANET (σταθμός «Iemn») στο νησί της Λήμνου (Πηγή http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/Iemn/ , Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).	79
Εικόνα 84: Ο εξοπλισμός του NOANET (σταθμός «Iemn») στο νησί της Λήμνου (Πηγή http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/Iemn/ , Πρόσβαση: 03 Απριλίου, 2020).	79
Εικόνα 85: Γεω-τεκτονικός χάρτης του νομού Μεσσηνίας (Φουντούλης, 1994; Μαριολάκος, et al., 1998 & Λαδάς, 2000).	81
Εικόνα 86: Τεκτονικός χάρτης του νομού Μεσσηνίας (Μαριολάκος, Η. , Φουντούλης, Ι., Λαδάς, Ι. , 2001).....	82
Εικόνα 87: Χάρτης οριζόντιων ρηγμάτων στον Ελλαδικό χώρο με σεισμούς σε μικρά βάθη αλλά μεγέθη άνω των 5.3Richter (Drakopoulos & Delibasis, 1982).	83
Εικόνα 88: Ο σταθμός «Pylo» στην Μεσσηνία (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/pylo/ , Πρόσβαση: 04 Απριλίου, 2020).	84
Εικόνα 89: Ο εξοπλισμός στον σταθμό «Pylo» στην Μεσσηνία (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/pylo/ , Πρόσβαση: 04 Απριλίου, 2020).	84
Εικόνα 90: Ο εξοπλισμός στον σταθμό «Pylo» στην Μεσσηνία (Πηγή: http://geodesy.gein.noa.gr:8000/nginfo/pylo/ , Πρόσβαση: 04 Απριλίου, 2020).	84

Παράρτημα Β: Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Atal».	39
Διάγραμμα 2: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Noa1».	44
Διάγραμμα 3: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Vism».	49
Διάγραμμα 4: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Thir».	56
Διάγραμμα 5: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Iera».	61
Διάγραμμα 6: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Kasi».	65
Διάγραμμα 7: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Kats».	71
Διάγραμμα 8: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Klok».	76
Διάγραμμα 9: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Lemh».	80
Διάγραμμα 10: Μετατόπιση – Χρόνος (Μετρήσεις ανά έτος) για τον σταθμό «Pylo».	85

Παράρτημα Γ: Πίνακας Διαδικασίας Αποτελεσμάτων-Υπολογιστικά Φύλλα Excel

1^{ος} Σταθμός: Αταλάντη

date	rcvr_clk_ns	MO
1/1/13	7,3342	
1/2/13	1,8953	
1/3/13	19,618	
1/5/13	3,9671	
1/6/13	15,2172	
1/7/13	7,4647	
1/8/13	2,1101	
1/9/13	-36,046	
1/10/13	-32,5446	
1/11/13	10,5301	
1/12/13	0,707	0,02300909
1/1/14	35,7163	
1/2/14	17,7115	
1/3/14	-8,287	
1/4/14		
1/5/14	20,3812	
1/6/14	5,1222	
1/7/14	1,7582	
1/8/14	-15,2893	
1/9/14	-12,5451	
1/10/14	-10,5679	
1/11/14	-8,149	
1/12/14	-14,0128	-2,3878
1/4/15	-12,2973	
1/5/15	-11,6856	
1/6/15	-13,331	
1/7/15	-14,4763	
1/8/15	10,6584	
1/9/15	-9,4206	
1/10/15	-29,7453	
1/11/15	-14,1099	
1/12/15	-12,9095	-11,924122

2^{ος} Σταθμός: Αττική

date	rcvr_clk_ns	MO
1/1/08	12,3747	
1/2/08	-29,9295	
1/3/08	-5,9495	
1/4/08	-12,5138	
1/5/08	-11,6088	
1/6/08	10,1881	
1/7/08	15,0324	
1/8/08	-9,4245	
1/9/08	-3,2229	
1/10/08	30,9609	
1/11/08	25,5855	
1/12/08	18,235	3,310633333
1/1/09	-20,4432	
1/2/09	-11,6011	
1/3/09	0,8711	
1/4/09	8,7433	
1/5/09	-19,386	
1/6/09	-15,2217	
1/7/09	-15,1943	
1/8/09	-19,5768	
1/9/09	20,0633	
1/10/09	-13,4314	
1/11/09	-16,7262	
1/12/09	-26,0335	-10,661375
1/1/10	11,9317	
1/2/10	12,2563	
1/3/10	8,2481	
1/4/10	-20,9001	
1/5/10	11,4774	
1/6/10	11,5138	
1/7/10	-32,4128	
1/8/10	12,2701	
1/9/10	27,1862	
1/10/10	13,9092	
1/11/10	25,521	
1/12/10	16,3882	8,115758333
1/1/11	8,5546	
1/2/11	29,4134	
1/3/11	8,9277	
1/4/11	11,167	

1/5/11	25,8593	
1/6/11	5,0019	
1/7/11	-32,9554	
1/8/11	-25,7232	
1/9/11	11,0943	
1/10/11	12,7133	
1/11/11	16,7689	
1/12/11	-6,0235	5,399858333
1/1/12	14,7069	
1/2/12	24,6247	
1/3/12	12,7235	
1/4/12	3,0498	
1/5/12	26,0424	
1/6/12	23,5906	
1/7/12	-22,5041	
1/8/12	-15,1641	
1/9/12	34,7839	
1/10/12	9,9407	
1/11/12	14,7061	
1/12/12	-28,0287	8,205975
1/1/13	34,1059	
1/2/13	-13,6619	
1/3/13	13,2575	
1/4/13	-25,3949	
1/5/13	3,1746	
1/6/13	16,9788	
1/7/13	31,1674	
1/8/13	-22,9634	
1/9/13	-23,4258	
1/10/13	-27,5257	
1/11/13	18,2593	
1/12/13	-8,7476	-0,397983333
1/1/14	13,9733	
1/2/14	11,3608	
1/3/14	-7,8583	
1/4/14	-3,4668	
1/5/14	-0,8494	
1/6/14	12,4615	
1/7/14	19,2593	
1/8/14	-16,6409	
1/9/14	-12,4199	
1/10/14	-10,7396	

1/11/14	-11,8236	
1/12/14	-13,3846	-1,67735
1/1/15	23,3411	
1/2/15	-16,4374	
1/3/15	-13,2766	
1/4/15	-13,6633	
1/5/15	-11,9591	
1/6/15	-12,105	
1/7/15	-9,5788	
1/8/15	10,9056	
1/9/15	-7,945	
1/10/15	-16,363	
1/11/15	-12,4997	
1/12/15	-10,0654	-7,47055
1/1/16	-14,5416	
1/2/16	-40,0683	
1/3/16	-19,179	
1/4/16	11,7803	
1/5/16	13,8436	
1/6/16	11,2601	
1/7/16	19,7431	
1/8/16	-14,3532	
1/9/16	-18,5103	
1/10/16	-23,3698	
1/11/16	-13,7992	
1/12/16	11,2344	-6,329991667
1/1/17	-10,7709	
1/2/17	-18,8044	
1/3/17	-19,179	
1/4/17	-13,5463	
1/5/17	-17,0884	
1/6/17	-12,5733	
1/7/17	-15,4773	
1/8/17	16,7683	
1/9/17	6,0025	
1/10/17	11,2042	
1/11/17	9,6243	
1/12/17	6,5294	-4,775908333

3^{ος} Σταθμός: Κεφαλονιά

date	rcvr_clk_ns	MO
1/1/08	-4,817079	
1/2/08	-15,85577	
1/3/08	-14,29042	
1/4/08	-13,51198	
1/5/08	-13,35717	
1/6/08	9,5593	
1/7/08	12,90415	
1/8/08	2,99954	
1/10/08	29,79594	
1/11/08	24,9548	
1/12/08	12,62272	2,81854826
1/1/09	-15,79687	
1/2/09	-13,03736	
1/3/09	-3,49692	
1/4/09	7,0639	
1/5/09	-19,37655	
1/6/09	-14,91187	
1/7/09	-15,13041	
1/9/09	-9,99114	
1/10/09	-12,78405	
19/11/09	-16,03408	
1/12/09	-21,10574	-12,236463
1/1/10	18,02347	
1/2/10	9,83824	
1/3/10	7,5505	
1/4/10	-9,45271	
1/5/10	15,47819	
1/6/10	4,09584	
1/7/10	9,5338	
1/8/10	14,2682	
1/9/10	3,47969	
1/10/10	14,78711	
1/11/10	14,0115	
1/12/10	13,12268	9,56137583
1/1/11	-10,03972	
1/2/11	7,07746	
1/3/11	13,03735	
1/4/11	13,89533	
1/5/11	20,23241	

1/6/11	1,6227	
1/7/11	-6,37608	
1/8/11	-11,99625	
1/9/11	9,37885	
1/10/11	9,985	
1/11/11	14,7	
1/12/11	-5,63894	4,65650917
1/1/12	11,00718	
1/2/12	8,41513	
1/3/12	14,89433	
1/4/12	8,80138	
1/5/12	7,06385	
1/6/12	15,7369	
1/7/12	-5,30524	
1/8/12	-17,29136	
1/9/12	9,5645	
1/10/12	14,62606	
1/12/12	-10,91738	5,14503182
1/1/13	14,31077	
1/2/13	-14,88265	
1/3/13	11,70672	
1/4/13	-9,76073	
1/5/13	-5,37986	
1/6/13	3,30987	
1/7/13	24,12418	
1/8/13	-3,62968	
1/9/13	-31,42982	
1/10/13	-18,17031	
1/11/13	12,45237	
1/12/13	7,04887	-0,8583558
1/1/14	-1,11395	
1/2/14	13,48666	
1/3/14	-23,5433	
1/4/14	-3,6722	
1/5/14	1,16392	
1/6/14	-6,18805	
1/7/14	1,37038	
1/8/14	-17,15172	
1/9/14	-10,97809	
1/10/14	-12,40265	
1/11/14	-11,76583	
1/12/14	-15,22457	-7,1682833

1/1/15	-9,56803	
1/2/15	-18,19822	
1/3/15	-15,06864	
1/4/15	5,80487	
1/5/15	5,27509	
1/6/15	17,46242	
1/7/15	9,65449	
1/8/15	25,92847	
1/9/15	16,84325	
1/10/15	30,18517	
1/11/15	23,793053	
1/12/15	17,08944	9,10011356
1/1/16	11,1671	
1/2/16	22,78999	
1/3/16	23,01086	
1/4/16	34,0596	
1/5/16	27,35472	
1/6/16	22,94512	
1/7/16	20,53788	
1/8/16	14,09002	
1/9/16	26,06136	
1/10/16	23,02174	
1/11/16	23,20984	
1/12/16	24,91229	22,7633767
1/1/17	14,57924	
1/2/17	19,33987	
1/3/17	9,1815	
1/4/17	19,80538	
1/5/17	17,40426	
1/6/17	16,57703	
1/7/17	19,98321	
1/10/17	40,12261	
1/11/17	31,74529	
1/12/17	26,42186	21,516025

4^{ος} Σταθμός: Θήρα

date	rcvr_clk_ns	MO
1/1/10	-46,7535	
1/2/10	-46,4082	
1/3/10	-59,895	
1/4/10	-59,3775	
1/5/10	-71,9226	
1/6/10	-83,0949	
1/7/10	-82,9215	
1/8/10	-85,9221	
1/9/10	-53,9149	
1/10/10	-74,6803	
1/11/10	-59,7427	
1/12/10	-62,7979	- 65,619258
1/1/11		
1/2/11	-53,1667	
1/3/11	-56,0492	
1/4/11	-69,5372	
1/5/11	-71,9226	
1/6/11	-64,0345	
1/7/11	-66,9291	
1/8/11	-53,6271	
1/9/11	-61,81	
1/10/11	-53,7865	
1/11/11	-61,3254	
1/12/11	-54,4494	- 60,603427
1/1/12	-59,5581	
1/2/12	-62,1796	
1/3/12	-55,9605	
1/4/12	-74,9932	
1/5/12	-62,4214	
1/6/12	-68,9058	
1/7/12	-69,5827	
1/8/12	-79,6478	
1/9/12	-75,6773	
1/10/12	-63,392	
1/11/12	-84,1714	
1/12/12	-66,1848	- 68,556217
1/1/13		

1/2/13		
1/3/13	-60,5817	
1/4/13		
1/5/13	-75,4374	
1/6/13	-78,2496	
1/7/13	-68,6968	
1/8/13	-81,8787	
1/9/13	-98,3839	
1/10/13	-65,8877	
1/11/13		
1/12/13	-78,5427	75,957313

5^{ος} Σταθμός: Κρήτη

date	rcvr_clk_ns	MO
1/6/10	1,9589	
1/7/10	9,813	
1/8/10	14,8974	
1/9/10	2,1496	
1/10/10	13,2879	
1/11/10	18,3536	
1/12/10	11,0948	10,2221714
1/1/11	14,0217	
1/2/11		
4/2/11	15,1832	
1/3/11	11,9826	
1/5/11	4,6402	
1/7/11	-6,9687	
1/8/11	-10,9713	
1/9/11	1,6687	
1/10/11	16,0547	
1/11/11	13,3888	
1/12/11	-1,7279	4,80558889

6^{ος} Σταθμός: Κέρκυρα

date	rcvr_clk_ns	MO
1/1/08	14,61076798	
1/2/08	-27,69343202	
1/3/08	-3,713432023	
1/4/08	-10,27773202	
1/5/08	-9,372732023	
1/6/08	12,42416798	
1/7/08	17,26846798	
1/8/08	-7,188432023	
1/9/08	-0,986832023	
1/10/08	33,19696798	
1/11/08	27,82156798	
1/12/08	20,47106798	2,20635
1/1/09	-18,20713202	
1/2/09	-9,365032023	
1/3/09	3,107167977	
1/4/09	10,97936798	
1/5/09	-17,14993202	
1/6/09	-12,98563202	
1/7/09	-12,95823202	
1/8/09	-17,34073202	
1/9/09	22,29936798	
1/10/09	-11,19533202	
1/11/09	-14,49013202	
1/12/09	-23,79743202	-8,98863
1/1/10	14,16776798	
1/2/10	14,49236798	
1/3/10	10,48416798	
1/4/10	-18,66403202	
1/5/10	13,71346798	
1/6/10	13,74986798	
1/7/10	-30,17673202	
1/8/10	14,50616798	
1/9/10	29,42226798	
1/10/10	16,14526798	
1/11/10	27,75706798	
1/12/10	18,62426798	7,0567
1/1/11	10,79066798	
1/2/11	31,64946798	
1/3/11	11,16376798	
1/4/11	13,40306798	

1/5/11	28,09536798	
1/6/11	7,237967977	
1/7/11	-30,71933202	
1/8/11	-23,48713202	
1/9/11	13,33036798	
1/10/11	14,94936798	
1/11/11	19,00496798	
1/12/11	-3,787432023	-0,08518333
1/1/12	16,94296798	
1/2/12	26,86076798	
1/3/12	14,95956798	
1/4/12	5,285867977	
1/5/12	28,27846798	
1/6/12	25,82666798	
1/7/12	-20,26803202	
1/8/12	-12,92803202	
1/9/12	37,01996798	
1/10/12	12,17676798	
1/11/12	16,94216798	
1/12/12	-25,79263202	4,258916667
1/1/13	36,34196798	
1/2/13	-11,42583202	
1/3/13	15,49356798	
1/4/13	-23,15883202	
1/5/13	5,410667977	
1/6/13	19,21486798	
1/7/13	33,40346798	
1/8/13	-20,72733202	
1/9/13	-21,18973202	
1/10/13	-25,28963202	
1/11/13	20,49536798	
1/12/13	-6,511532023	-6,602316667
1/1/14	16,20936798	
1/2/14	13,59686798	
1/3/14	-5,622232023	
1/4/14	-1,230732023	
1/5/14	1,386667977	
1/6/14	14,69756798	
1/7/14	21,49536798	
1/8/14	-14,40483202	
1/9/14	-10,18383202	
1/10/14	-8,503532023	

1/11/14	-9,587532023	
1/12/14	-11,14853202	-3,806658333
1/1/15	25,57716798	
1/2/15	-14,20133202	
1/3/15	-11,04053202	
1/4/15	-11,42723202	
1/5/15	-9,723032023	
1/6/15	-9,868932023	
1/7/15	-7,342732023	
1/8/15	13,14166798	
1/9/15	-5,708932023	
1/10/15	-14,12693202	
1/11/15	-10,26363202	
1/12/15	-7,829332023	-12,56755833
1/1/16	-12,30553202	
1/2/16	-37,83223202	
1/3/16	-16,94293202	
1/4/16	14,01636798	
1/5/16	16,07966798	
1/6/16	13,49616798	
1/7/16	21,97916798	
1/8/16	-12,11713202	
1/9/16	-16,27423202	
1/10/16	-21,13373202	
1/11/16	-11,56313202	
1/12/16	13,47046798	4,119108333
1/1/17	-8,534832023	
1/2/17	-16,56833202	
1/3/17	-16,94293202	
1/4/17	-11,31023202	
1/5/17	-14,85233202	
1/6/17	-10,33723202	
1/7/17	-13,24123202	
1/8/17	19,00436798	
1/9/17	8,238567977	
1/10/17	13,44026798	
1/11/17	11,86036798	
1/12/17	8,765467977	-16,47896

7^{ος} Σταθμός: Ρόδος

date	rcvr_clk_ns	MO
1/1/13		
1/2/13	59,3562	
1/3/13	57,9406	
1/4/13	46,5886	
1/5/13	18,5178	
1/6/13	57,1584	
1/7/13	54,1562	
1/8/13	54,8012	
1/9/13	55,9409	
1/10/13	51,9109	
1/11/13	65,6382	
1/12/13	55,8061	52,5286455
1/1/14	63,5786	
1/2/14	67,6942	
1/3/14	45,8025	
1/4/14	41,6664	
1/5/14	54,4516	
1/6/14	49,8954	
1/7/14	53,0614	
1/8/14	39,6291	
1/9/14	48,4453	
1/10/14		
1/11/14		
1/12/14	67,7244	53,19489
1/1/15	55,3541	
1/2/15	31,914	
1/3/15	28,134	
1/4/15	28,9307	
1/5/15	28,2741	
1/6/15	33,5693	
1/7/15	39,6275	
1/8/15	62,9966	
1/9/15	52,7298	
1/10/15	67,1373	
1/11/15	58,8127	
1/12/15	51,3121	44,89935
1/1/16	42,3674	
1/2/16	54,4225	
1/11/16	59,3235	
1/12/16	55,7736	52,97175

1/1/17	41,7286	
1/2/17	48,5119	
1/3/17	33,9541	
1/4/17	50,0749	
1/5/17	35,2408	
1/6/17	48,2117	
1/7/17	58,0598	
1/8/17	72,1727	
1/9/17	56,3622	
1/10/17	72,3312	
1/11/17	64,7204	
1/12/17	56,7069	53,1729333

8^{ος} Σταθμός: Θεσσαλία

date	rcvr_clk_ns	MO
1/1/09	-15,337	
1/2/09	-13,9232	
1/3/09	3,851	
1/4/09	0,0883	
1/5/09	-10,3138	
1/6/09	-17,0653	
1/7/09	-16,5073	
1/8/09	-21,7451	
1/9/09	16,188	
1/10/09	-15,337	
1/11/09	-19,7999	
1/12/09	-22,3309	-11,01935
1/1/10	-13,7702	
1/2/10	11,5097	
1/3/10	14,2663	
1/4/10	-9,6419	
1/5/10	12,9814	
1/6/10	5,511	
1/7/10	10,6142	
1/8/10	-1,2124	
1/9/10	24,8032	
1/10/10	17,1919	
1/11/10	-13,7702	
1/12/10	5,5059	5,33240833
1/1/11	-10,717	
1/2/11	-2,6727	
1/3/11	12,08	
1/4/11	10,6588	
1/5/11	-5,9217	
1/6/11	-21,3371	
1/7/11	-15,7006	
1/8/11	-11,2301	
1/9/11	4,2899	
1/10/11	8,7853	
1/11/11	14,0716	
1/12/11	-11,4799	-2,431125
1/1/12	-3,755	
1/2/12	11,3035	
1/3/12	5,5292	
1/4/12	9,0878	

1/5/12	19,3829	
1/6/12	9,6782	
1/7/12	2,3382	
1/8/12	-6,6889	
1/9/12	6,8803	
1/10/12	-1,0754	
1/11/12	-12,6418	
1/12/12	3,1139	3,596075
1/1/13	2,6484	
1/2/13	-2,008	
1/3/13	12,9679	
1/4/13	-5,3236	
1/5/13	-10,3359	
1/6/13	6,1122	
1/7/13	-3,4241	
1/8/13	-14,6726	
1/9/13	-9,6375	
1/10/13	-14,4884	
1/11/13	-1,098	
1/12/13	-6,3299	-3,799125
1/1/14	11,7012	
1/2/14	8,416	
1/3/14	-12,885	
1/4/14	-5,9508	
1/5/14	12,2611	
1/6/14	0,0921	
1/7/14	13,6949	
1/8/14	-16,2063	
1/9/14	-12,6675	
1/10/14	-13,9394	
1/11/14	-12,3641	
1/12/14	-17,5986	-3,7872
1/1/15	2,1	
1/2/15	-18,7443	
1/3/15	-14,806	
1/4/15	-14,7348	
1/5/15	-8,7986	
1/6/15	-6,6098	
1/7/15	-15,5716	
1/8/15	10,4446	
1/9/15	-10,746	
1/10/15	-7,654	

1/11/15	-9,6355	
1/12/15	-12,0525	-8,9007083
1/1/16	-17,1685	
1/2/16	-18,9441	
1/3/16	-4,1258	
1/4/16	11,1073	
1/5/16	15,4922	
1/6/16	10,3456	
1/7/16	-2,9955	
1/8/16	-9,1535	
1/9/16	-10,6133	
1/10/16	-0,4633	
1/11/16	-15,7282	
1/12/16	7,5818	-2,888775
1/1/17	-11,9155	
1/2/17	-11,008	
1/3/17	-19,4255	
1/4/17	-16,8953	
1/5/17	-20,6425	
1/6/17	-7,6033	
1/7/17	3,822	
1/8/17	15,1273	
1/9/17	-6,5845	
1/10/17	12,8448	
1/11/17	14,1687	
1/12/17	4,7533	-3,6132083

9^{ος} Σταθμός: Λήμνος

date	rcvr_clk_ns	MO
1/1/09	-9,1363	
1/2/09	-13,0689	
1/3/09	2,2622	
1/4/09	0,5813	
1/5/09	-9,7554	
1/6/09	-15,9513	
1/7/09	-16,7889	
1/8/09	-20,8694	
1/9/09	20,8827	
1/10/09	-18,1209	
1/11/09	-19,3649	
1/12/09	-14,9884	-9,5265167
1/1/10	17,1016	
1/2/10	13,5118	
1/3/10	-0,0667	
1/4/10	-14,2018	
1/5/10	16,4105	
1/6/10	7,4348	
1/7/10	25,3266	
1/8/10	16,3259	
1/9/10	-1,7043	
1/10/10	12,9179	
1/11/10	36,0656	
1/12/10	8,2391	11,44675
1/1/11	3,4942	
1/2/11	-1,6043	
1/3/11	10,7106	
1/4/11	5,2183	
1/5/11	22,8553	
1/6/11	-13,9336	
1/7/11	-10,1563	
1/8/11	-21,0522	
1/9/11	3,119	
1/10/11	18,3107	
1/11/11	13,509	
1/12/11	-20,8636	0,80059167
1/1/12	8,7447	
1/2/12	9,5267	
1/3/12	7,0312	
1/4/12	2,8479	

1/5/12	2,4684	
1/6/12	15,131	
1/7/12	1,8494	
1/8/12	-14,5711	
1/9/12	2,054	
1/10/12	24,5281	
1/11/12	3,4826	
1/12/12	-8,9861	4,5089
1/1/13	8,2871	
1/2/13	-10,8919	
1/3/13	12,626	
1/4/13	-12,2089	
1/5/13	-13,9749	
1/6/13	17,8983	
1/7/13	6,4905	
1/8/13	-19,2232	
1/9/13	-20,918	
1/10/13	-16,6182	
1/11/13	23,5191	
1/12/13	-16,1014	-3,4262917
1/1/14	18,8731	
1/2/14	9,1113	
1/3/14	-13,1916	
1/4/14	-8,6547	
1/5/14	-5,2856	
1/6/14	-9,4708	
1/7/14	18,1684	
1/8/14	-16,1411	
1/9/14	-10,9645	
1/10/14	-11,3317	
1/11/14	-9,1442	
1/12/14	-15,14	-4,43095
1/1/15	-13,6843	
1/2/15	-18,0033	
1/3/15	-14,0995	
1/4/15	-14,0989	
1/5/15	-12,6972	
1/6/15	-13,2859	
1/7/15	-11,6021	
1/8/15	10,3026	
1/9/15	-10,9287	
1/10/15	-19,7063	

1/11/15	-17,7672	
1/12/15	-8,7985	-12,030775
1/1/16	-13,2158	
1/2/16	-4,5321	
1/3/16	-15,7707	
1/4/16	9,5478	
1/5/16	24,2805	
1/6/16	10,6231	
1/7/16	9,8619	
1/8/16	-10,0822	
1/9/16	-14,3272	
1/10/16	-18,6338	
1/11/16	-8,7567	
1/12/16	0,9972	-2,5006667
1/1/17	-14,8289	
1/2/17	-13,0658	
1/3/17	-19,1942	
1/4/17	-15,2792	
1/5/17	-18,7372	
1/6/17	-19,188	
1/7/17	-11,3135	
1/8/17	17,1105	
1/9/17	11,4327	
1/10/17	12,0696	
1/11/17	10,1687	
1/12/17	-9,0737	-5,8249167

10^{ος} Σταθμός: Μεσσηνία

date	revr_clk_ns	MO
1/8/11	-7,9808	
1/9/11	20,0283	
1/10/11	2,3252	
1/11/11	15,2733	
1/12/11	3,6871	6,66662
1/1/12	22,1798	
1/2/12	1,585	
1/3/12	14,4726	
1/4/12	14,8086	
1/5/12	-3,8514	
1/6/12	23,1794	
1/7/12	-14,9171	
1/8/12	-15,6214	
1/9/12	5,4268	
1/10/12	15,3919	
1/11/12	12,6241	
1/12/12	-41,0464	2,85265833
1/1/13	4,1741	
1/2/13	-11,8589	
1/3/13	28,0158	
1/4/13	-10,4421	
1/5/13	-4,3391	
1/6/13	17,7456	
1/7/13	14,3515	
1/8/13	-28,7476	
1/9/13	-15,2452	
1/10/13	-20,5282	
1/11/13	28,0101	
1/12/13	-4,7548	-0,3015667
1/1/14	13,6993	
1/2/14	19,157	
1/3/14	-18,7391	
1/4/14	-6,9203	
1/5/14	25,277	
1/6/14	2,3054	
1/7/14	13,6477	
1/8/14	-15,9611	
1/9/14	-9,3261	
1/10/14	-11,0874	
1/11/14	-10,2318	

1/12/14	-13,4477	-0,968925
1/1/15	-28,598	
1/2/15	-17,8647	
1/3/15	-14,1396	
1/4/15	-14,2848	
1/5/15	-12,2969	
1/6/15	-10,7995	
1/7/15	-11,8043	
1/8/15	18,5168	
1/9/15	-12,602	
1/10/15	-33,3211	
1/11/15	-13,6853	
1/12/15	-11,8992	-13,564883
1/1/16	-15,0216	
1/2/16	-9,7214	
1/3/16	15,2	
1/4/16	16,1538	
1/5/16	9,2558	
1/6/16	27,4756	
1/7/16	34,0929	
1/8/16	-14,0876	
1/9/16	-36,9548	
1/10/16	-15,0216	
1/11/16	-10,571	
1/12/16	-18,7406	-1,4950417
1/1/17	-15,3958	
1/2/17	-15,9231	
1/3/17	-19,5862	
1/4/17	-15,524	
1/5/17	-17,2056	
1/6/17	-11,9334	
1/7/17	0,3185	
1/8/17	17,1526	
1/9/17	18,039	
1/10/17	8,8467	
1/11/17	14,274	
1/12/17	-0,0794	-3,084725