



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ &
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

**ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ
ΣΤΙΣ 26/1/2014 ΚΑΙ 3/2/2014 ΣΤΗΝ ΝΗΣΟ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ
ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΛΕΙΑΔΕΣ**

Πτυχιακή εργασία

ΜΑΝΩΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Αθήνα, 2017



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ &
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Παρχαρίδης Ισαάκ (Επιβλέπων)

**Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο
Πανεπιστήμιο**

Δελλαδέτσιμας Μαρίνος

Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Καρύμπαλης Ευθύμιος

**Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο
Πανεπιστήμιο**

Ο Μανώλης Ιωάννης δηλώνω υπεύθυνα ότι:

1. Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
2. Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μεγάλο ρόλο κατά τη διάρκεια της εκπόνηση της εργασίας διαδραμάτισε η συμβολή του διδάσκοντα αλλά και επιβλέποντα της εργασίας αυτής κυρίου Ισαάκ Παρχαρίδη ο οποίος με τις γνώσεις, την εμπειρία και την καθοδήγηση του βοήθησε ουσιαστικά. Γι' αυτό το λόγο αισθάνομαι την υποχρέωση να τον ευχαριστήσω για όλα αυτά που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υπόλοιπους διδάσκοντες του τμήματος Γεωγραφίας για τις όποιες φορές χρειάστηκα τη δική τους βοήθεια για την συγκεκριμένη εργασία και μου την παρείχαν.

Σε σχέση με την παροχή κάθε είδους δεδομένων, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω κατά πρώτον στο Ταμείο Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων (ΤΑΣ) της Αχαΐας που εδρεύει στην Πάτρα και την κυρία Αθανασία Κακαβά όπου χωρίς τα δεδομένα καταγραφής των βλαβών για τις κεραμοσκεπές που είχαν για την Κεφαλονιά μετά τους σεισμούς, θα ήταν ανέφικτη η επαλήθευση της ερμηνείας των εικόνων Pleiades και άρα η εκπόνηση της εργασίας. Και κατά δεύτερον θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία εφαρμογών και μελετών Terra Spatium S.A. που μου παρείχε δωρεάν τις δορυφορικές εικόνες Pleiades μετά τον σεισμό για την νήσο Κεφαλονιά όπου χωρίς αυτές δεν θα υπήρχε το θέμα και η κεντρική ιδέα της εργασίας αυτής.

Πίνακας περιεχομένων

Πρόλογος.....	5
Περίληψη	6
Abstract.....	8
1. Εισαγωγή	9
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	11
3. Νήσος Κεφαλονιά και σεισμικότητα.....	14
3.1 Ανθρωπογεωγραφικά στοιχεία	14
3.2 Τεκτονική και σεισμικότητα	16
3.2.1 Γενικά στοιχεία για την τεκτονική και την σεισμικότητα κατά το παρελθόν.....	18
3.2.2 Η σεισμική ακολουθία Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου 2014 και οι επιπτώσεις	20
4. Διαστημικό πρόγραμμα παρατήρησης της Γης Pleiades.....	38
5. Δεδομένα και μεθοδολογία.....	49
5.1 Δεδομένα Pleiades, λογισμικά υποστήριξης και δεδομένα ΤΑΣ	49
5.2 Μεθοδολογία.....	53
6. Επεξεργασία – Ερμηνεία.....	55
6.1 Επεξεργασία δεδομένων ΤΑΣ.....	55
6.2 Επεξεργασία δορυφορικών εικόνων Pleiades	58
6.3 Ανίχνευση και αναγνώριση βλαβών με βάση τις εικόνες Pleiades	70
6.4 Αναγνώριση βλαβών με βάση τα στοιχεία ΤΑΣ	87
6.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων από εικόνες Pleiades και στοιχείων ΤΑΣ.....	97
6.6 Συνολική επισκόπηση των βλαβών	119
7. Σχολιασμός - Συμπεράσματα.....	122
8. Βιβλιογραφία	126
8.1 Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία.....	126
8.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	127
8.3 Βιβλιογραφία Διαδικτύου	130

Πρόλογος

Στον Ελλαδικό χώρο στις 26/1/2014 και στις 3/2/2014 έλαβαν χώρα στην περιοχή της νήσου Κεφαλονιάς 2 ισχυρές σεισμικές δονήσεις μεγέθους 5.8 και 5.7 αντιστοίχως της κλίμακας Richter, οι οποίες δημιούργησαν τεράστια προβλήματα στη περιοχή με αποτέλεσμα το νησί να κηρυχτεί από την πολιτεία σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Έτσι λοιπόν, στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου και βάσει των σεισμικών γεγονότων που έλαβαν χώρα στη νήσο Κεφαλονιά εκπονήθηκε η παρούσα πτυχιακή εργασία.

Το θέμα το οποίο αφορά η συγκεκριμένη εργασία, δηλαδή *στην ανίχνευση και η αναγνώριση βλαβών μετά από τους σεισμούς στις 26/1 και 3/2 του 2014 στην νήσο Κεφαλονιά με την χρήση δορυφορικών δεδομένων Pleiades*, επιλέχθηκε με γνώμονες:

1. τα σεισμικά γεγονότα εκείνης της περιόδου στη Κεφαλονιά μετά τους σεισμούς
2. την ύπαρξη εικόνων από το δορυφορικό σύστημα Pleiades τις οποίες μου παρείχε η εταιρεία εφαρμογών και μελετών Terra Spatium SA όπου και εργάστηκα για κάποιο διάστημα στα πλαίσια της πρακτικής άσκησης
3. καθώς και το προσωπικό ενδιαφέρον και προτίμηση στον τομέα της δορυφορικής Τηλεπισκόπησης.

Περίληψη

Μετά από μία μεγάλη καταστροφή, είναι σημαντικό να καταγραφούν άμεσα οι βλάβες, κυρίως όταν έχει επηρεαστεί μια ιδιαίτερα ευρεία περιοχή ή είναι δύσκολη η πρόσβαση στην περιοχή αυτή. Στα πλαίσια λοιπόν της εργασίας που πραγματοποιήθηκε, έγινε προσπάθεια να αναδειχθεί το πόσο αποτελεσματικές είναι οι εικόνες παρατήρησης της γης πολύ υψηλής ανάλυσης (Pleiades), στην καταγραφή των επιπτώσεων από ένα καταστροφικό γεγονός. Στην συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκαν πολυφασματικά δορυφορικά δεδομένα από το δορυφορικό σύστημα Pleiades με χωρική διακριτική ικανότητα 0.5m, με ημερομηνία λήψης της δορυφορικής εικόνας (Pleiades) στις 19/2/2014, με σκοπό τη καταγραφή βλαβών κατά κύριο λόγο στις κεραμοσκεπές των κτηρίων και κατά δευτερεύοντα λόγο σε λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον, μετά από τον κύριο σεισμό στις 26/1/2014 στην νήσο Κεφαλονιά. Η εργασία επικεντρώθηκε στη πόλη του Ληξουρίου και σε γύρω οικισμούς (Άγιος Δημήτριος και Λιβιάδι), όσον αφορά την ανάλυση για τις βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων ενώ παράλληλα για την παρουσίαση των υπολοίπων βλαβών (π.χ. λιμενικές εγκαταστάσεις κ.α.) προστέθηκε μια επιπλέον περιοχή στις ήδη υπάρχουσες που αφορά την παραλία του Μύρτου.

Αφού έγινε μια πρώτη επεξεργασία στα δεδομένα (εικόνες, στοιχεία Excel από το ΤΑΣ- Ταμείο Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων) στην συνέχεια έγινε οπτική ερμηνεία με την συνεισφορά του υπολογιστή και δημιουργήθηκε ο χάρτης των επιπτώσεων που αφορά σε μεγάλη κλίμακα βλάβες σε κεραμοσκεπές και σε μικρότερη βλάβες σε λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον. Έπειτα, έγινε η αξιολόγηση και η ταύτιση τους με βάση τα στοιχεία των επιτόπιων παρατηρήσεων των μηχανικών του ΤΑΣ, όσον αφορά στις βλάβες στις κεραμοσκεπές, ενώ η ταύτιση των βλαβών λιμενικών εγκαταστάσεων κ.α. έγινε κατά κύριο λόγο με την συνεισφορά δορυφορικών εικόνων από το Google Earth αλλά και διαφόρων δεδομένων από το διαδίκτυο. Αποτέλεσμα ήταν να δημιουργηθούν χάρτες ερμηνείας των δορυφορικών εικόνων και χάρτες παρατηρήσεων του ΤΑΣ όπου ο συνδυασμός αυτών κατέληξε σε τελικούς χάρτες βλαβών ανά περιοχή. Τέλος, με βάση την αξιολόγηση των κύριων αποτελεσμάτων των δορυφορικών και επιτόπιων παρατηρήσεων στις κεραμοσκεπές, προέκυψε μια ταύτιση της τάξης περίπου του 58,4% ενώ όσον αφορά τις υπόλοιπες βλάβες είχαμε απόλυτη (100%) επαλήθευση των παρατηρήσεων. Αυτά τα αποτελέσματα της ταύτισης και της επαλήθευσης των παρατηρήσεων κατέδειξαν ένα

ποσοστό συνολικών βλαβών της τάξης του 79,2%, που ουσιαστικά αποτέλεσε και την αποτελεσματικότητα στην ανίχνευση βλαβών των δορυφορικών εικόνων Pleiades μετά από ένα σεισμικό γεγονός.

Abstract

Within the work carried out, attempted to highlight how effective the Earth observation images of very high resolution (Pleiades), to record the impact of a catastrophic event. In this work they were used multispectral satellite data from the satellite system Pleiades with 0.5m spatial resolution capability, date of receipt of the satellite image (Pleiades) on 19.02.2014 with a view to recording lesions mainly on roofs of buildings and secondary reason to port facilities, roads and natural environment, after the main earthquake on 26.01.2014 on the island of Kefalonia. The work focused on Lixouri town and surrounding villages (Agios Dimitrios and Livadi), in analyzing the damage to roofs of buildings and also for the presentation of other lesions (eg port facilities, etc.) added an additional area to the already existing on the beach of Myrtos. The result was to create maps interpretation of satellite images and maps of observations T.A.S where the combination of these resulted in final damage maps by region. Finally, based on the evaluation of the main results of satellite and field observations on roofs showed an identity of about 58.4%, while for the remaining lesions had full (100%) verification of observations. These results of the identification and verification of the observations showed a percentage of total damage of around 79.2%, which was substantially and efficiency in detecting lesions of Pleiades satellite images after a seismic event.

1. Εισαγωγή

Βασικός στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να βρεθεί και να καταγραφεί το πόσο αποτελεσματικές είναι οι δορυφορικές εικόνες Pleiades στην ανίχνευση βλαβών και να αναδειχθούν σε ποιές περιπτώσεις η ανίχνευση επιτυγχάνεται στο μέγιστο βαθμό η όχι σε ένα τέτοιο δορυφορικό σύστημα υψηλής ανάλυσης σε περίπτωση σεισμού.

Στην εργασία παρουσιάζεται η ταύτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades για τις βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων με τα στοιχεία για τις βλάβες αυτές από την υπηρεσία του ΤΑΣ στις περιοχές Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος και Λιβάδι. Επιπλέον, όσον αφορά τις βλάβες σε οδικό δίκτυο, λιμενικές εγκαταστάσεις και φυσικό περιβάλλον γίνεται ταύτιση της ερμηνείας από δορυφορικές εικόνες Pleiades με διάφορα στοιχεία από το διαδίκτυο στις περιοχές της νήσου Κεφαλονιάς Ληξούρι και παραλία του Μύρτου μετά τους καταστροφικούς σεισμούς που έλαβαν χώρα στις 26/1/2014 και στις 3/2/2014.

Αρχικά, στο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης (Κεφάλαιο 2), παρουσιάζονται παρόμοιες μελέτες που έχουν διεξαχθεί στο παρελθόν οι οποίες σχετίζονται με την ανίχνευση βλαβών μετά από κάποιο καταστροφικό γεγονός σε οντότητες με την χρήση δορυφορικών εικόνων υψηλής ανάλυσης.

Στο επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 3) παρατίθενται στοιχεία που αφορούν τη νήσο Κεφαλλονιά και την σεισμικότητά της. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά σε ανθρωπογεωγραφικά στοιχεία που αφορούν την περιοχή καθώς και στην τεκτονική και τη σεισμικότητα αυτής. Επιπλέον, υπάρχουν αναλυτικές αναφορές για την τεκτονική και στην σεισμικότητα από το παρελθόν καθώς και για την σεισμική ακολουθία Ιανουαρίου-Φεβρουαρίου 2014 και τις επιπτώσεις που αυτή επέφερε.

Το κεφάλαιο 4 της εργασίας αναφέρεται στο δορυφορικό σύστημα Pleiades και τα χαρακτηριστικά αυτού. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται λεπτομερώς οι ιδιότητες, διάφορα χαρακτηριστικά, τα συστήματα καθώς και οι τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνονται οι λήψεις από σύστημα Pleiades.

Στο Κεφάλαιο 5 γίνεται αναφορά στα δεδομένα Pleiades και του ΤΑΣ καθώς και στα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία και την ερμηνεία αυτών. Επιπλέον, το συγκεκριμένο κεφάλαιο περιέχει την μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε και η οποία περιγράφεται συνοπτικά.

Στο Κεφάλαιο 6, περιλαμβάνεται η επεξεργασία των δεδομένων Pleiades και ΤΑΣ, η ανίχνευση και αναγνώριση βλαβών βάσει των εικόνων Pleiades, η αναγνώριση βλαβών βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ και τέλος η σύγκριση των αποτελεσμάτων από τις εικόνες Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ.

Στο κεφάλαιο των συμπερασμάτων και του σχολιασμού, το Κεφάλαιο 7, εξάγονται και σχολιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων και πραγματοποιείται σύνδεση αυτών με την βιβλιογραφία.

Το τελευταίο κεφάλαιο, το Κεφάλαιο 8, περιλαμβάνει την ελληνόγλωσση και ξενόγλωσση βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και τη βιβλιογραφία του διαδικτύου.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά σε παρόμοιες μελέτες που έχουν διεξαχθεί, σχετικές ή παραπλήσιες με την αποδοτικότητα μιας εικόνας υψηλής ανάλυσης στην ανίχνευση καταστροφών ή μελέτες που δείχνουν την μεθοδολογία για την σωστή διαχείριση και χρήση τέτοιων εικόνων.

Ένα πλήθος εργασιών-μελετών που υπάρχουν σχετικά με τη χρήση δεδομένων Pleiades και διαφόρων άλλων δορυφορικών δεδομένων σε ερευνητικά θέματα για την ανίχνευση βλαβών μετά από ένα καταστροφικό γεγονός. Τέτοιου είδους μελέτες βοηθούν ώστε οι μελλοντικές μελέτες στην ανίχνευση βλαβών μέσω δορυφορικών εικόνων υψηλής ανάλυσης να ακολουθήσουν το ίδιο υπόβαθρο.

Πιο συγκεκριμένα, οι Shin J.K. et. al. (2014) μέσα από την εργασία τους, σκοπό είχαν τη ψηφιακή τοπογραφική αποτύπωση απροσπέλαστων περιοχών με την χρήση των δεδομένων Pleiades σε κλίμακα 1:5000. Έτσι, αφού διόρθωσαν τις εικόνες (μέσω ground control points) έβγαλαν ότι το RMS Error είναι μέσα στα όρια του σφάλματος. Κατόπιν, τα σημεία που χρησιμοποίησαν τα μετέτρεψαν σε συντεταγμένες (x,y,z). Επιπλέον, έλαβαν από τον Terra Sar-X για τα ίδια σημεία συντεταγμένες μέσω GPS όπου τις σύγκριναν με αυτές από το δορυφορικό σύστημα Pleiades. Το αποτέλεσμα αυτής της σύγκρισης, επιβεβαίωσε τη δυνατότητα χρήσης 1:5000 ψηφιακής τοπογραφικής αποτύπωσης απροσπέλαστων περιοχών με την χρήση δεδομένων Pleiades.

Επίσης, λόγω της μεγάλης ζήτησης που υπάρχει για άμεση χαρτογράφηση των βλαβών που προκλήθηκαν αμέσως μετά από φυσικές καταστροφές (τομέας διαχείρισης κρίσεων) και λόγω της δυνατότητας υψηλής ανάλυσης των εικόνων από το δορυφορικό σύστημα Pleiades οι H. Yésou et al. (2014) μέσα από την εργασία τους προσπάθησαν να παρουσιάσουν την αποτελεσματικότητα των εικόνων του δορυφορικού συστήματος Pleiades στην ανίχνευση και χαρτογράφηση των καταστροφών και τη διαχείριση των κρίσεων μετά από διάφορες φυσικές καταστροφές που συνέβησαν σε Ασία, Αφρική, Ευρώπη και Καραϊβική από το 2012 έως το 2014. Τα πρώτα αποτελέσματα ήταν περισσότερο από θετικά, με ανίχνευση που ξεπερνούσε το 80% αποδεικνύοντας ότι το σύστημα των Πλειάδων είναι πλήρως προσαρμοσμένο στη διαχείριση των καταστροφών, ιδιαίτερα κατά την αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.

Η ανάγκη λοιπόν, για άμεσα αποτελέσματα μετά από κάποιο καταστροφικό γεγονός οδήγησε και τους K. Sato et al. (2004) να κάνουν ανίχνευση και εκτίμηση των βλαβών

στα κτήρια μετά το σεισμό στις 26/1/2001 στην Gujarat με την χρήση δορυφορικών εικόνων Ikonos, φωτογραφιών εδάφους και παρατηρήσεων από επιτόπια έρευνα πεδίου. Σαν πρώτο στάδιο ανίχνευσαν τις βλάβες στα κτήρια και σύγκριναν τις δορυφορικές εικόνες μετά το σεισμό με 28 φωτογραφίες εδάφους της περιοχής μελέτης. Το επόμενο στάδιο ήταν η ανίχνευση βλαβών με την σύγκριση των αποτελεσμάτων των χαρτών από ερμηνεία των εικόνων Ikonos και χαρτών από την επιτόπια έρευνα πεδίου. Το τελευταίο στάδιο ήταν να γίνει η σύγκριση των δορυφορικών εικόνων Ikonos πριν και μετά των σεισμό και να εξαχθούν τα αποτελέσματα για τις βλάβες. Συνδυάζοντας λοιπόν τα αποτελέσματα στην ανίχνευση βλαβών των τριών σταδίων κατέληξαν στο ότι η ταχεία αναγνώριση βλαβών μπορεί να αναγνωρίσει κτήρια με μεγάλες βλάβες και κτήρια που έχουν καταρρεύσει ακόμα και αν για αυτά δεν υπήρχαν συγκριτικές απεικονίσεις.

Με το ίδιο στόχο δηλαδή την άμεση καταγραφή βλαβών ο D. Brunner et al. (2010) με την χρήση δορυφορικών εικόνων υψηλής ανάλυσης Quick Bird, World-View 1, TerraSAR-X και COSMO-Skymed SAR προσπάθησαν να αναδείξουν μια μέθοδο ανίχνευσης βλαβών στα κτήρια μετά το σεισμό στις 12/5/2008 στην Sichuan της Κίνας. Πιο συγκεκριμένα, εκτιμώντας τις 3D παραμέτρους ενός κτηρίου πριν το σεισμό με την βοήθεια των εικόνων Quick Bird και World-View 1 και τις φασματικές υπογραφές των κτηρίων από τις εικόνες radar Terra SAR-X και COSMO-Skymed SAR μετά των σεισμό, έκαναν την σύγκριση μεταξύ αυτών. Εάν οι δυο παραπάνω παράμετροι πριν και μετά τον σεισμό είχαν υψηλή ομοιότητα αυτό θα σήμαινε ότι τα κτήρια έμειναν ανέπαφα και εάν είχαν χαμηλή ομοιότητα τα κτήρια είχαν καταστραφεί. Τα αποτελέσματα τέλος επαληθεύτηκαν με δεδομένα έρευνας πεδίου και ανέδειξαν ότι αποτελεσματικότητα της μεθόδου ξεπέραν το 80% όσον αναφορά των εντοπισμό το κτηρίων με βλάβες, ωστόσο η διαδικασία αυτή είχε το μειονέκτημα ότι τα κτήρια ελέγχονταν ξεχωριστά ένα –ένα και αρά για μεγάλο αριθμό κτηρίων ο χρόνος ανάλυσης ήταν πού μεγαλύτερος.

Μια ακόμα μελέτη πάνω στο πλαίσιο της ανίχνευσης βλαβών σε κτήρια μετά από σεισμό από δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης έγινε από τον H. Miura et al. (2016) για τα κτήρια στον σεισμό της Αϊτής το 2010, με την χρήση δορυφορικών εικόνων Terra SAR-X πριν και μετά των σεισμό. Έτσι λοιπόν, σύγκριναν την ένταση της οπισθοσκέδασης των κτηρίων πριν το σεισμό και αυτών μετά. Από αυτήν την σύγκριση σε κάποια από τα κτήρια η ένταση είχε αλλάξει σε μεγάλο και σημαντικό βαθμό όπου αυτό σήμαινε κατάρρευση του κτηρίου και σε άλλα λιγότερο το οποίο σήμαινε ότι το κτήριο είχε υποστεί σημαντικές βλάβες. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με

αποτελέσματα επιτόπιας έρευνας όπου αναδείχθηκε ότι το 75% των κτηρίων είχαν ανιχνευτεί σωστά από τις δορυφορικές εικόνες. Ωστόσο, η διαδικασία αυτή είχε δυσκολία στο να ανιχνεύσει βλάβες σε μικρά κτήρια διότι ο αριθμός των pixels της εικόνας ήταν πολύ μικρός και τα κτήρια αυτά σκιάζονταν από τα γειτονικά τους.

3. Νήσος Κεφαλονιά και σεισμικότητα

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται για την νήσο Κεφαλονιά κάποια γενικά ανθρωπογεωγραφικά στοιχεία, η τεκτονική και η σεισμικότητα της νήσου από το παρελθόν έως και σήμερα. Επίσης, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στην τελευταία ισχυρή σεισμική ακολουθία Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου του 2014 που έλαβε χώρα στη νήσο και στις επιπτώσεις που μπορεί να δημιουργήθηκαν από ένα τέτοιο γεγονός.

3.1 Ανθρωπογεωγραφικά στοιχεία

Βάσει του επιχειρησιακού προγράμματος του Δήμου Κεφαλληνίας 2013-2014 παρατίθενται παρακάτω κάποια γενικά ανθρωπογεωγραφικά στοιχεία για την περιοχή:

Η Κεφαλονιά είναι το έκτο σε μέγεθος νησί της Ελλάδας με συνολική έκταση 781 τ.χλμ. και ακτογραμμή μήκους 254 χλμ. Βρίσκεται απέναντι από την είσοδο του Πατραϊκού Κόλπου, βόρεια της Ζακύνθου και νότια της Λευκάδας.



Χάρτης 3.1: Νήσος Κεφαλονιά.

Πηγή: [http://www.kefallonia.gov.gr/media/pdf/epixir13-14/Epixirisiako_programma_2013-2014_stratigikos_sxediasmos\(Teyxos_B\).pdf](http://www.kefallonia.gov.gr/media/pdf/epixir13-14/Epixirisiako_programma_2013-2014_stratigikos_sxediasmos(Teyxos_B).pdf)

Γεωμορφολογικά είναι κατ' εξοχήν ένα ορεινό νησί, με μεγάλο κάθετο διαμελισμό. Μεγαλύτερο βουνό του νησιού είναι ο Αίνος, ο οποίος απλώνεται στο νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού με διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ. Την ίδια σχετικά διεύθυνση ακολουθούν και οι προεκτάσεις του Αίνου. Στο νησί σχηματίζονται δύο χερσόνησοι, προς Βορρά της Ερίσου (ορεινή στο μεγαλύτερο μέρος της) και Δυτικά της Παλικής, πεδινή και η πιο εύφορη της Κεφαλονιάς. Στο βορειοανατολικό τμήμα συναντώνται οι κόλποι της Σάμης και της Αντίσαμου, στο βορειοδυτικό ο κόλπος του Αργοστολίου και στο νότιο ο όρμος του Λουρδά. Οι ακτές του νησιού στη δυτική πλευρά είναι απότομες κάνοντας έτσι την πρόσβαση σε αυτές δύσκολη ενώ γενικότερα οι ακτές χαρακτηρίζονται ως βραχώδης και με μεγάλο ύψος. Τα ρήγματα που βρίσκονται δυτικά της Κεφαλονιάς, αποτελούν το φυσικό όριο της υφαλοκρηπίδας των Επτανήσων και άρα ολόκληρης της Ελλάδος.

Από γεωλογικής άποψης, έχει υποστεί συνεχείς μεταβολές στο ανάγλυφο της λόγω του τεκτονικού του εδάφους της. Ιδιαίτερα είναι επίσης τα σπήλαια της Κεφαλονιάς, με σημαντικότερο το Λιμνοσπήλαιο της Μελισσάνης στον Καραβόμυλο της Σάμης. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί και το Φαράγγι του Πόρου, που αποτελείται από δύο ψηλούς γκρεμούς που οι ντόπιοι ονομάζουν «Πόρτες».

Η οικονομία του νησιού βασίζεται κυρίως στα γεωργικά προϊόντα (σταφύλια, κρασιά, μέλι, λάδι, σύκα), στα κτηνοτροφικά προϊόντα, στην αλιεία και τα τελευταία χρόνια στον τουρισμό. Χαρακτηριστικά του πρωτογενή τομέα είναι το μικρό μέγεθος των εκμεταλλεύσεων, ο μικρός βαθμός εκμηχάνισης της παραγωγής και η χαμηλή παραγωγικότητα. Ο δευτερογενής τομέας, τα τελευταία χρόνια και κυρίως λόγω της κρίσης παρουσιάζει μείωση ακολουθώντας τη γενική πορεία του συνόλου της χώρας, ενώ ο τριτογενής τομέας παρουσιάζει αύξηση απορροφώντας το πλεονάζον προσωπικό των άλλων δύο τομέων. Η γεωργική γη δέχεται έντονες πιέσεις από την τουριστική δραστηριότητα και την οικιστική ανάπτυξη.

3.2 Τεκτονική και σεισμικότητα

Σε αυτή την ενότητα παρατίθενται γενικές πληροφορίες για τους σεισμούς, δηλαδή το τι είναι, πως δημιουργούνται, σε τι κατηγορίες χωρίζονται κτλ., ενώ επιπλέον δίνεται μεγάλη έμφαση στην σεισμικότητα, την τεκτονική και τα σεισμικά γεγονότα από το παρελθόν έως και σήμερα που έλαβαν χώρα στη νήσο Κεφαλονιά. Επίσης, στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται και οι περιοχές μελέτης στις οποίες θα επικεντρωθεί η εργασία.

Ως **σεισμό**, ονομάζουμε «ένα απότομο τράνταγμα του εδάφους που προκαλείται στο βάθος και είναι αποτέλεσμα της απελευθέρωσης ελαστικής ενέργειας που είχε συσσωρευτεί» (Δερμιτζάκης και Λέκκας, 2010, σελ.417). Επίσης, ένας ακόμα πιο επιστημονικός ορισμός για το σεισμό αναφέρεται στο ότι «σεισμός είναι οι δονήσεις του εδάφους οι οποίες γεννιούνται μετά από διατάραξη της μηχανικής ισορροπίας στα γήινα πετρώματα από φυσικές αιτίες ευρισκόμενες στο εσωτερικό της Γης» (Ιωαννίδου, 1997, σελ.36). Το σημείο από όπου προέρχεται ο σεισμός ονομάζεται **εστία ή σεισμική πηγή** του σεισμού ενώ τα κύματα που διαδίδονται μετά την εκδήλωση του σεισμού και την απελευθέρωση ουσιαστικά ενέργειας ονομάζονται **σεισμικά κύματα**. Τέλος, το βάθος εκδήλωσης του σεισμού, δηλαδή η κατακόρυφη απόσταση από την γήινη επιφάνεια μέχρι την εστία του σεισμού ονομάζεται **εστιακό βάθος**. Η κλίμακα με την οποία μετρούνται οι σεισμοί και η οποία έχει καθιερωθεί σαν βασική κλίμακα μέτρησης του μεγέθους ενός σεισμού είναι η κλίμακα Richter (Bolt, 1987).

Ο τρόπος δημιουργίας των σεισμών είναι αποτέλεσμα της παρακάτω διαδικασίας: η γη αποτελείται από τρία βασικά στρώματα, τον **φλοιό** την εξωτερική δηλαδή «επιδερμίδα» της Γής που χωρίζεται σε ηπειρωτικό και ωκεάνιο, ο οποίος φτάνει σε πάχος τα 35km, τον **μανδύα** που ακολουθεί αμέσως μετά και φτάνει μέχρι και τα 2.900 Km και τον **πυρήνα** (εσωτερικό και εξωτερικό) που φτάνει μέχρι και τα 6.378 Km (Βουβαλίδης, 2011). Ο φλοιός και ο μανδύας αποτελούν την **λιθόσφαιρα** στην οποία εκδηλώνονται οι σεισμοί και αποτελείται από διάφορες πλάκες που ονομάζονται **λιθοσφαιρικές πλάκες**. Το τμήμα του μανδύα κάτω από τη λιθόσφαιρα αποτελεί τη περιοχή της ασθενόσφαιρας όπου πάνω σε αυτήν οι λιθοσφαιρικές πλάκες (άρα και οι ήπειροι) βρίσκονται σε κίνηση (Βουβαλίδης, 2011). Όμως αυτή η κίνηση μεταξύ των πλακών τις οδηγεί σε συγκρούσεις μεταξύ τους οι οποίες συγκρούσεις απελευθερώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας. Οι πλάκες μπορεί **να αποκλίνουν** (να απομακρύνονται), **να συγκλίνουν** (οι πλάκες να συγκρούονται με συχνές υποβυθίσεις της μίας κάτω από την

άλλη) και να βρίσκονται σε **παράλληλη σύγκρουση** (τριβή μεταξύ των πλακών). Μετά την σύγκρουση λοιπόν μεταδίδονται κύματα ελαστικής ενέργειας τα οποία κάνουν την εμφάνισή τους στον γήινο φλοιό με την μορφή σεισμών (Βουβαλίδης, 2011).

Μια ακόμα επιστημονική εξήγηση για τα αίτια της δημιουργίας των σεισμών είναι η εξής: η συσσωρευμένη ελαστική ενέργεια που βρίσκεται εντός των πετρωμάτων ασκεί υψηλές πιέσεις μέσα σε αυτά, οι οποίες δημιουργούν και τις προϋποθέσεις σπασίματος – ρήξης στο εσωτερικό του πετρώματος. Όταν αυτές οι πιέσεις ξεπεράσουν την αντοχή του πετρώματος δημιουργούνται δυο τεμάχια με την μορφή ρήγματος τα οποία συγκρούονται μεταξύ τους (με τους τρόπους που είδαμε παραπάνω) απελευθερώνοντας μεγάλα ποσά ελαστικής ενέργειας τα οποία μεταδίδονται με την μορφή κυματικής ενεργείας. Αποτέλεσμα αυτής της έκλυσης ενέργειας είναι η εκδήλωση σεισμών. Οι σεισμοί ανάλογα με τα αίτια δημιουργίας τους μπορούν να διακριθούν σε **τεκτονικούς, ηφαιστειακούς και εγκατακρημνισιγενείς**. (Ιωαννίδου, 1997).

Τεκτονικοί σεισμοί: είναι το είδος των σεισμών που αποτελεί το μεγαλύτερο σεισμικό κίνδυνο και έχουν καταστροφικές επιπτώσεις στις περιοχές που λαμβάνουν χώρα. Καταλαμβάνουν το 90% των σεισμικών δονήσεων που συμβαίνουν παγκοσμίως και οι εστίες τους μπορεί να βρίσκονται έως και 700 Km βάθος από την επιφάνεια της Γης. Προκαλούνται: α) από αίτια που σχετίζονται με το εσωτερικό της γης και οφείλονται σε απότομη ρήξη ή διάρρηξη των πετρωμάτων στο εσωτερικό αυτής όταν ασκούνται πάνω σε αυτά δυνάμεις και β) σε συγκρούσεις των λιθοσφαιρικών πλακών λόγω της κίνησης αυτών.

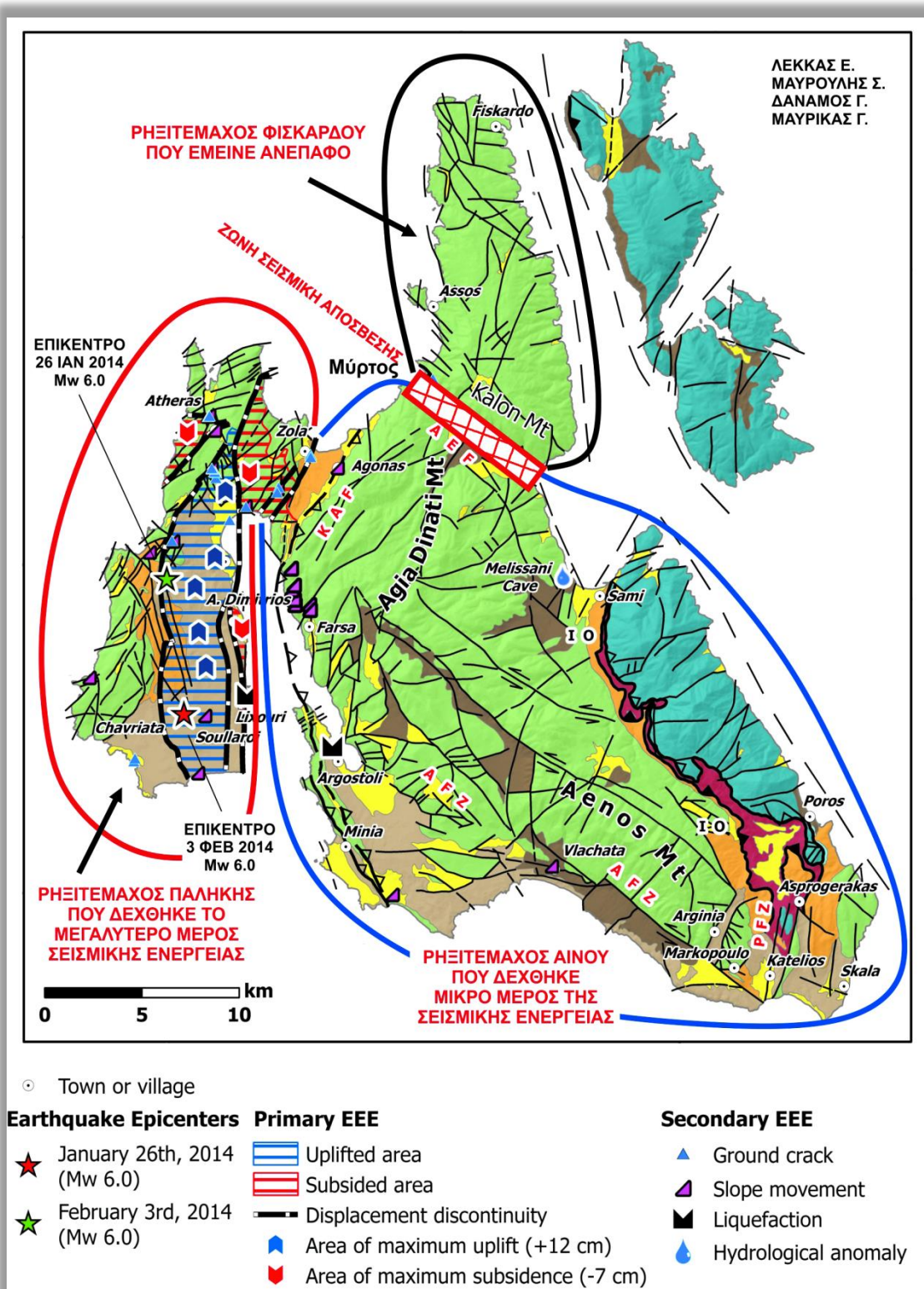
Ηφαιστειακοί σεισμοί: είναι συνήθως μικρού μεγέθους, δεν αποτελούν κίνδυνο και δρουν σε συγκεκριμένη περιοχή. Αποτελούν το 7% του συνόλου των επιφανειακών σεισμών. Προκαλούνται λόγω της ύπαρξης ηφαιστειακής δραστηριότητας, της απελευθέρωσης αερίων, της δημιουργίας εκρήξεων και της εκτίναξης ανερχόμενου μάγματος από το εσωτερικό της γης.

Εγκατακρημνισιγενείς σεισμοί: Αποτελούν το 3% περίπου των επιφανειακών σεισμών και προκαλούνται σε περιοχές υπογείων σπηλαίων και οφείλονται σε πτώση – κατάρρευση της οροφής των σπηλαίων (η ορυχείων) ή σε μεγάλου όγκου κατολισθήσεις.

Ωστόσο υπάρχουν και άλλες δύο κατηγορίες σεισμών που είναι οι **κρυογενείς** και οι **τεχνητοί**. Το πρώτο είδος σεισμών αφορά σεισμούς από τη θραύση των πετρωμάτων λόγω πάγου. Το νερό που βρίσκεται στο έδαφος παγώνει και αλλάζει φάση με αποτέλεσμα την διάρρηξη του πετρώματος. Αποτέλεσμα τους είναι οι μεγάλες κατολισθήσεις που συνδέονται με κρότο και θόρυβο. Από την άλλη έχουμε τους τεχνητούς σεισμούς που δημιουργούνται από εκρήξεις ή έντονες αναταράξεις της επιφάνειας της γης.

3.2.1 Γενικά στοιχεία για την τεκτονική και την σεισμικότητα κατά το παρελθόν

Η Κεφαλονιά βρίσκεται στο βορειοδυτικότερο τμήμα του Ελληνικού Τόξου μόνο μερικές δεκάδες χιλιόμετρα ανατολικά της Ελληνικής Τάφρου στο Ιόνιο Πέλαγος και αποτελεί ένα ενεργό περιθώριο υποβύθισης της λιθόσφαιρας της Ανατολικής Μεσογείου κάτω από τη λιθόσφαιρα του Αιγαίου (Λέκκας κ.ά., 2014). Βρίσκεται στο όριο των ευρωπαϊκών και αφρικανικών πλακών, η οποία έχει μεγάλη ιστορία ωκεάνιας και ηπειρωτικής καταβύθισης (Royden and Papanikolaou, 2011). Τεκτονικά, η Κεφαλονιά θεωρείται από τα περισσότερο προσβεβλημένα τμήματα του πεδίου καθίζησης Άρτας- Αργινίου όπου τα ρήγματα του Ιονίου διασταυρώνονται με τα ρήγματα του κόλπου της Άρτας και των προεκτάσεων των ρηγμάτων του Πατραϊκού κόλπου (Lekkas and Mauroulis, 2016). Στο σύστημα αυτών των ρηγμάτων βρίσκονται οι σεισμικές εστίες του νησιού. Οι κύριες τεκτονικές δομές δημιουργήθηκαν στους Παξούς και διακρίνονται σε ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ διευθύνσεις με ανάστροφα ρήγματα. Αυτά τα ανάστροφα ρήγματα έχουν θεωρηθεί ως προϋπάρχουσες τεκτονικές δομές που καθορίζουν τις φάσεις καθίζησης της περιοχής (Lekkas and Mauroulis, 2016). Παρακάτω παρατίθεται ο χάρτης 3.2 ο οποίος παρουσιάζει τα ρήγματα και ριζηματογενείς ζώνες που επηρεάστηκαν περισσότερο από τους σεισμούς 26/1/2014 και 3/2/2014 στην νήσο Κεφαλονιά.



Χάρτης 3.2: Απεικόνιση τριών τμημάτων ρηγιτεμάχων στα οποία χωρίζεται η Κεφαλονιά και των σεισμών 26/1 και 3/2 του 2014.

Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο - Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Διαθέσιμο από:

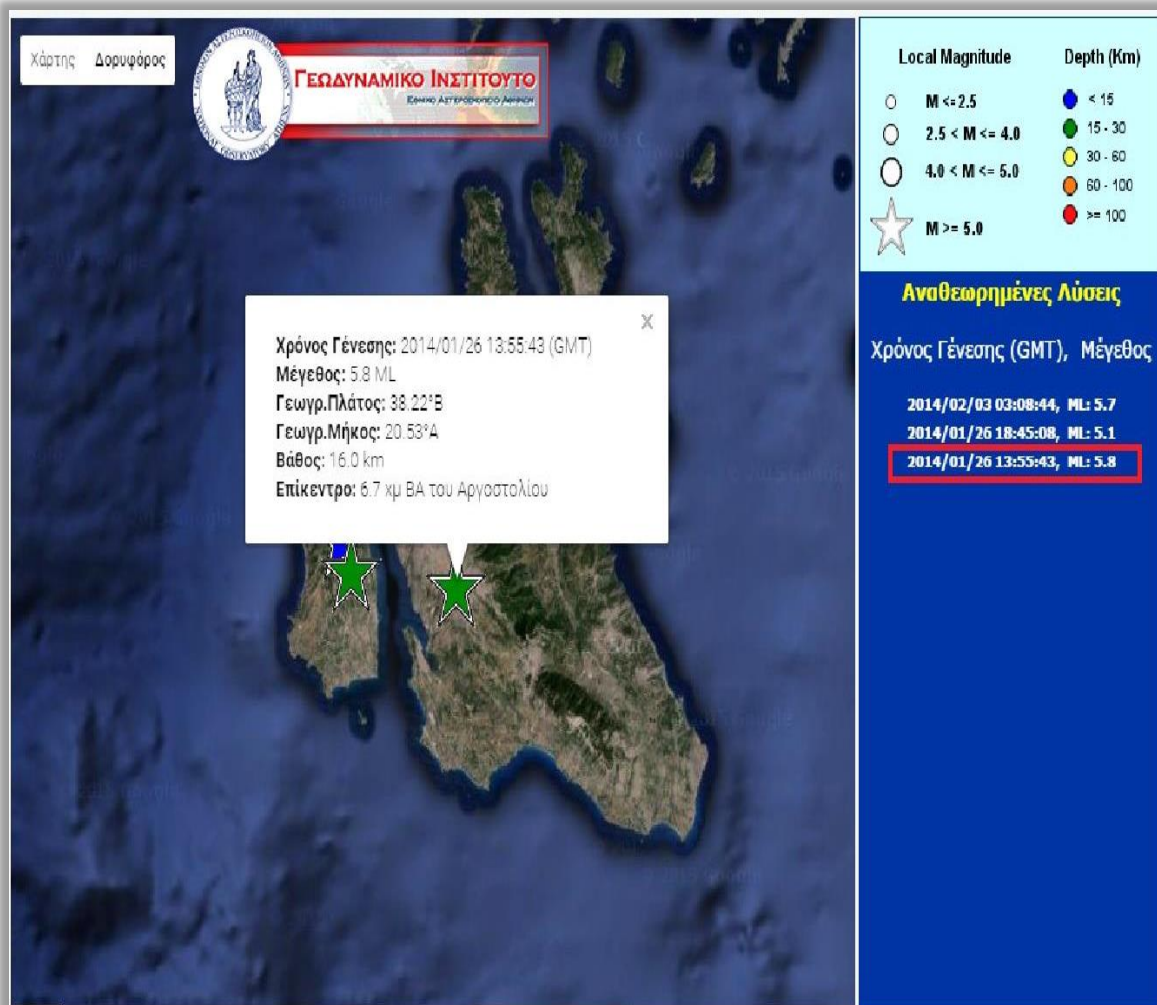
<http://cephalonias.gein.noa.gr>

Λόγω της ανά διαστήματα μεγάλης σεισμικής δραστηριότητας στην νήσο λοιπόν, όπως είναι φυσικό, έχουν καταγραφεί αρκετά σεισμικά γεγονότα, εκ των οποίων κάποια στιγμάτισαν την νήσο και δημιούργησαν τεραστία προβλήματα (Parazachos and Parazachou, 1989). Ιστορικά σεισμικά δεδομένα δείχνουν ότι το νησί έχει επανειλημμένα πληγεί από σεισμικά γεγονότα με ένταση έως 7,2 (Parazachos and Parazachou, 1997-2003). Δεν είναι η πρώτη φορά λοιπόν που οι αλληλουχίες από δύο ή τρία σεισμικά γεγονότα τα οποία έχουν την ίδια ή παρόμοια σε μέγεθος ένταση, μέσα η κοντά στην Κεφαλονιά να συμβαίνουν διαδοχικά σε σχετικά μικρά χρονικά διαστήματα και στον ίδιο χώρο (Lekkas and Mavroulis, 2016). Ανάλογες αλληλουχίες σεισμών παρατηρήθηκαν το 1767 (11 και 22 Ιουλίου), το 1912 (24, 25, 26 Ιανουαρίου, και 10 Φεβρουαρίου), το 1953 (9, 11, και 12 Αυγούστου), και το 1983 (17 και 19 Ιανουαρίου καθώς και 23 Μαρτίου) (Λέκκας κ.ά. 1997).

Γενικά βάσει των παραπάνω αναφορών συμπεραίνουμε πως πολλά από τα σεισμικά γεγονότα στο νησί κυμαίνονται σε μέγεθος από 5 έως 6 Richter ενώ επίσης υπάρχει μεγάλη, συνεχόμενη και σε πολύ κοντινά χρονικά διαστήματα σεισμική δραστηριότητα. Επίσης, σημαντικό είναι να τονιστούν ιδιαίτερα οι σεισμοί στις 12 Αυγούστου 1953, στις 17 Ιανουαρίου 1983 και οι τελευταίοι σεισμοί στις 26/1 και 3/2 2014 οι οποίοι επηρέασαν σημαντικά το νησί καθώς και την ανάπτυξη του καθιστώντας τους πλέον κομμάτι της ιστορίας του.

3.2.2 Η σεισμική ακολουθία Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου 2014 και οι επιπτώσεις

Η σεισμική ακολουθία των σεισμών στις αρχές του 2014 αποτελείται από δυο ισχυρά σεισμικά γεγονότα με σχεδόν ίδιο μέγεθος, τα οποία συνέβησαν διαδοχικά μέσα σε ένα πολύ σύντομο χρονικό και τα οποία έλαβαν χώρα στις 26/1/2014 και στις 3/2/2014 με αντίστοιχα μεγέθη 5.8 και 5.7 τις κλίμακας Richter (Lekkas, Mavroulis, 2016). Πιο αναλυτικά και με βάση τα στοιχεία από το Εθνικό Γεωδυναμικό Ινστιτούτο – Αστεροσκοπείο Αθηνών για το χρονικό των σεισμών του 2014 υπάρχουν τα παρακάτω κύρια σεισμικά γεγονότα όπως αυτά καταγράφηκαν: στις 26/1/2014 και ώρα 13:55 μ.μ εκδηλώθηκε σεισμός μεγέθους 5.8 της κλίμακας Richter με επίκεντρο 6.7 km βορειοανατολικά του Αργοστολίου (βλέπε χάρτη 3.3) ο οποίος ήταν και ο κύριος σεισμός.

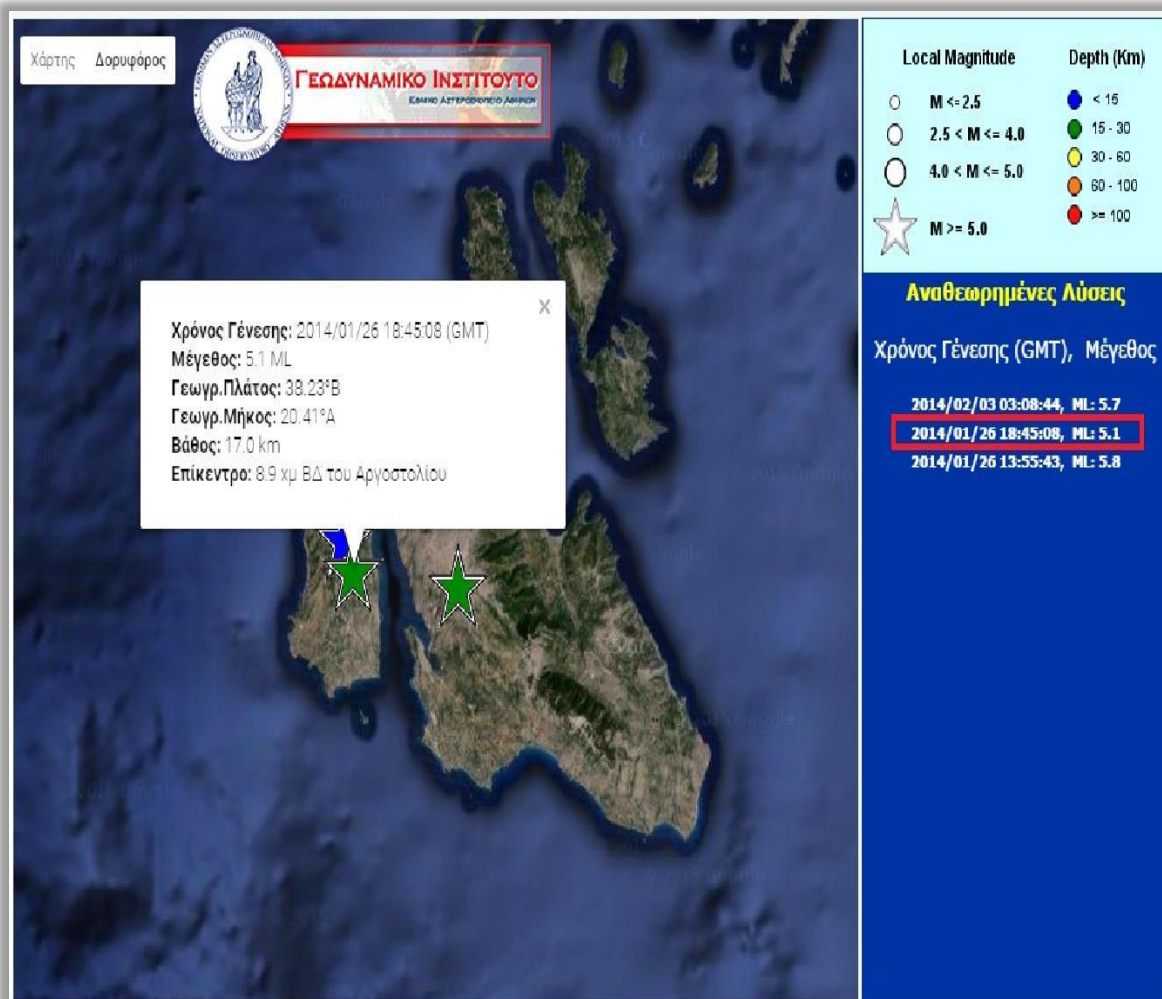


Χάρτης 3.3: Απεικόνιση κύριου σεισμού 26/1/2014 και στοιχείων αυτού

Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο - Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Διαθέσιμο από:

<http://www.gein.noa.gr/el/seismikotita/xartes>

Την ίδια μέρα και ώρα 18:45 μ.μ εκδηλώθηκε ακόμα ένας ισχυρός μετασεισμός μεγέθους 5.1 της κλίμακας Richter με επίκεντρο 8,9 km βορειοδυτικά του Αργοστολίου (βλέπε χάρτη 3.4).

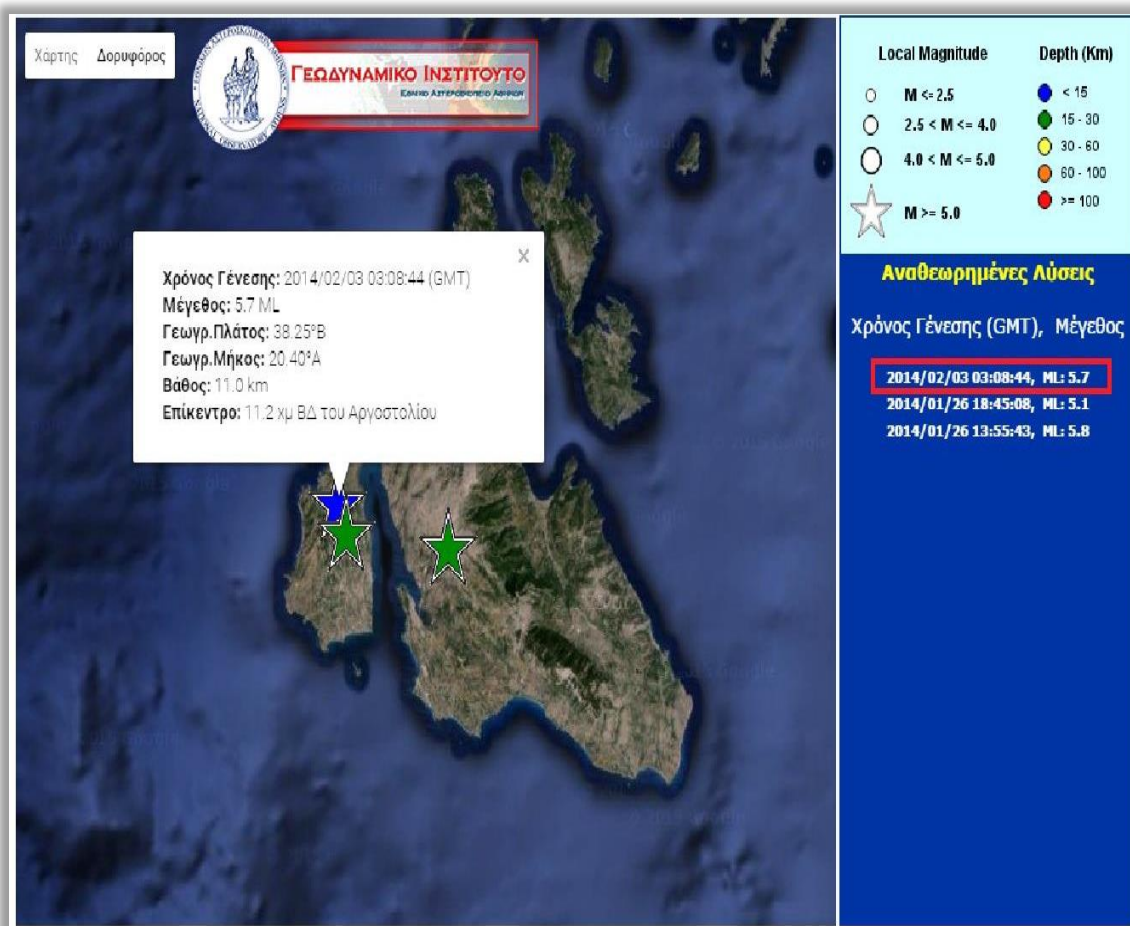


Χάρτης 3.4: Απεικόνιση μετασεισμού 26/1/2014 και στοιχείων αυτού

Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο - Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Διαθέσιμο από:

<http://www.gein.noa.gr/el/seismikotita/xartes>

Μετά το πέρας 8 ημερών και συγκεκριμένα στις 3/2/2014 και ώρα 3:08 π.μ εκδηλώθηκε επίσης ακόμα ένας σεισμός σε μικρό χρονικό διάστημα μεγέθους 5.7 της κλίμακας Richter με επίκεντρο 11.2 km βορειοδυτικά του Αργοστολίου (βλέπε χάρτη 3.5).



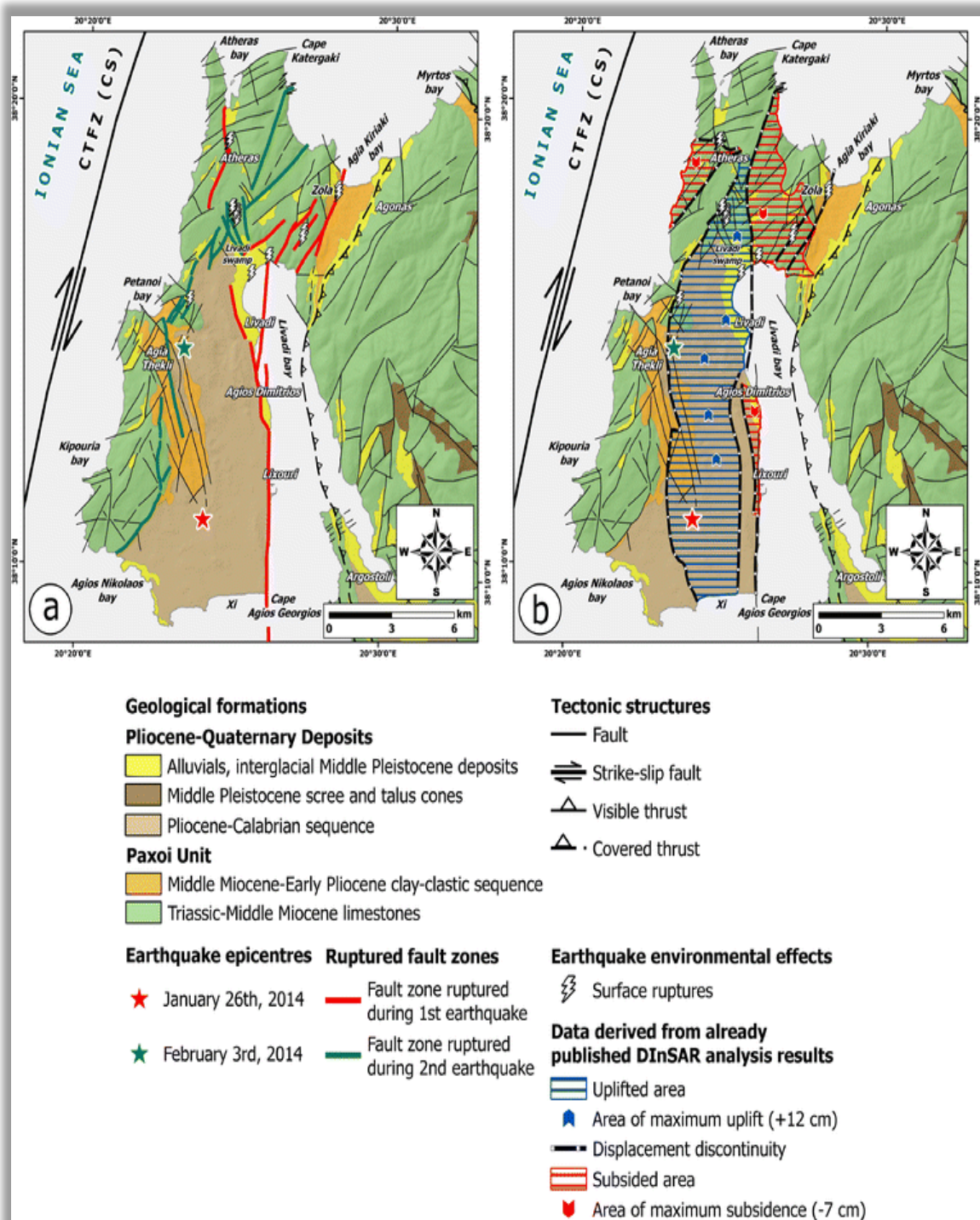
Χάρτης 3.5: Απεικόνιση σεισμού 3/2/2014 και στοιχείων αυτού

Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο – Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Διαθέσιμο από:

<http://www.gein.noa.gr/el/seismikotita/xartes>

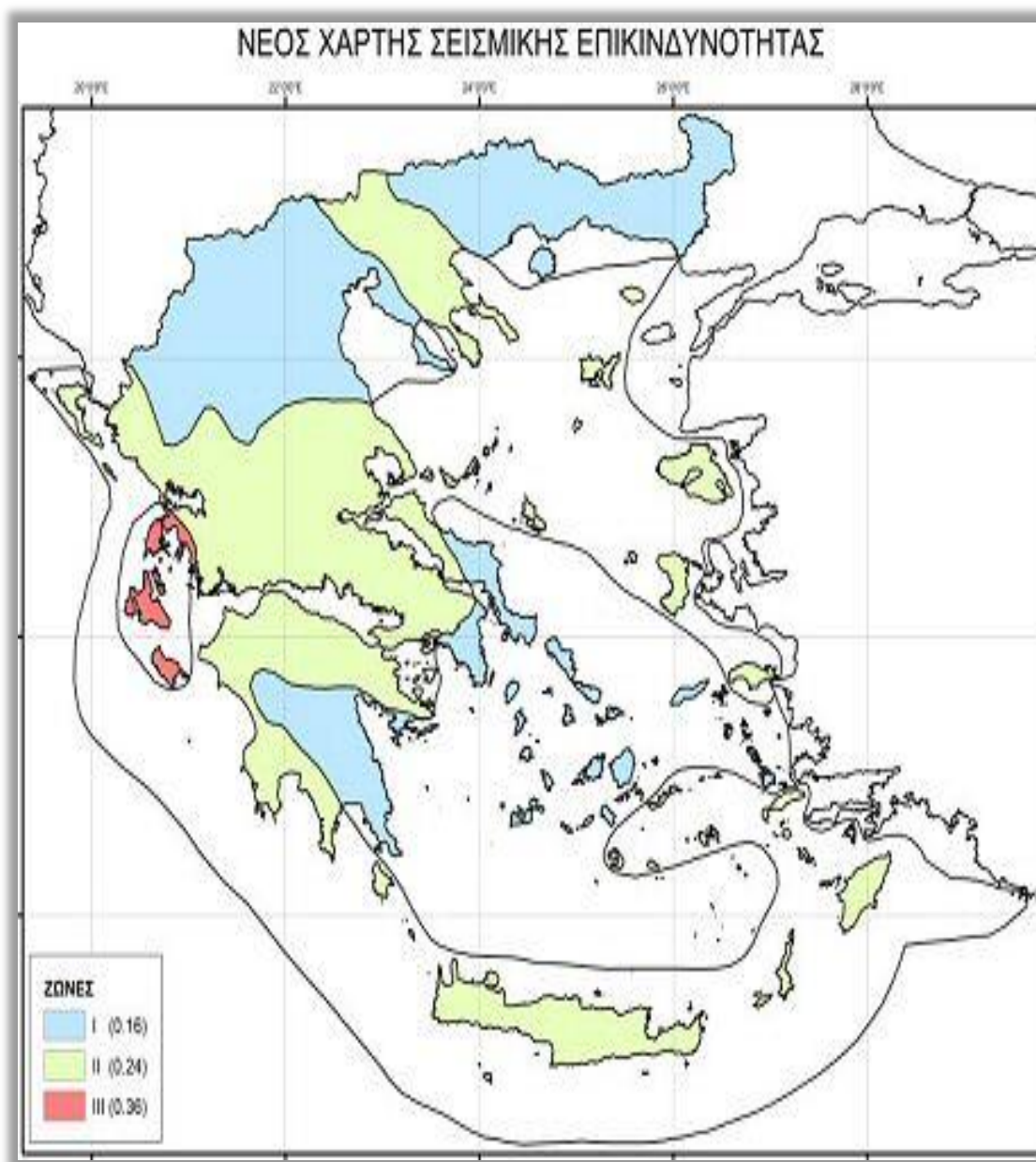
Όπως αναφέρουν οι Lekkas και Mavroulis (2016) ο σεισμός στις 26 Ιανουαρίου προκλήθηκε από τη ρήξη μιας ρηξιγενούς ζώνης που βρίσκεται στο ανατολικό και το βορειοδυτικό τμήμα της χερσονήσου της Παλικής (βλέπε χάρτη 3.6a). Το ανατολικό τμήμα της ρηξιγενούς ζώνης αυτής είναι περίπου 18 χιλιόμετρα, το οποίο αρχίζει από το νοτιοανατολικό άκρο της χερσονήσου της Παλικής (περιοχή Άγιος Γεώργιος) και επεκτείνεται προς το βορειοανατολικό τμήμα της ίδιας (μέχρι την περιοχή της Αγίας Κυριακής) (βλέπε χάρτη 3.6a). Από την άλλη, ο σεισμός στις 3 Φεβρουαρίου εκτίνεται από BBA σε NNA. Είναι περίπου 12 χιλιόμετρα και ξεκινά από την περιοχή που βρίσκεται νοτιοδυτικά του χωριού Χαβριάτα και εκτείνεται προς Βορρά με την περιοχή Αγία Θέκλη (βλέπε χάρτη 3.6a).

Οι παρατηρήσεις αυτές παρουσιάζονται στους παρακάτω γεωλογικούς χάρτες (βλέπε Χάρτη 3.6 a,b) οι οποίοι δείχνουν την ισχυρή συσχέτιση μεταξύ: 1) των γεωλογικών δεδομένων πεδίου (θέσεις ρήξης ζωνών επιφανείας) και 2) των ασυνεχειών που έχουν μετατοπιστεί οι οποίες βρέθηκαν μετά από μετρήσεις παραμόρφωσης (Benekos et al., 2015).



Χάρτης 3.6: Γεωλογικοί χάρτες συνδυασμού γεωλογικών δεδομένων πεδίου και μετρήσεων παραμόρφωσης. *Πηγή:* Lekkas and Mavroulis 2016, Journal of Earthquakes

Η συνεχόμενη και μεγάλη σε ένταση σεισμική δραστηριότητα, δημιούργησε πολλές και εκτεταμένες καταστροφές σε όλη την έκταση του νησιού προκαλώντας παράλληλα προβλήματα στις πληγείσες περιοχές. Αυτή η σεισμική δραστηριότητα οδήγησε τον ΟΑΣΠ (2014) να δημιουργήσει έναν νέο χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδος (βλέπε Χάρτη 3.7) ο οποίος περιέχει ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας σε όλη την Ελλάδα με στόχο την ενημέρωση και την περαιτέρω λήψη μέτρων από τους κοινωνικούς φορείς και τους πολίτες.



Χάρτης 3.7: Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας στην Ελλάδα.

Πηγή: ΟΑΣΠ. Διαθέσιμο από: <http://www.oasp.gr/node/87>

Επίσης με βάση τα στοιχεία από ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ (2014) όσον αφορά βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον, αυτές εμφανίζονται κυρίως σε λιθόκτιστα κτίρια και σε κτίρια σχεδιασμένα βάσει των παλαιότερων κανονισμών, ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν εκτεταμένες περιπτώσεις ανάπτυξης ρηγματώσης των οπλισμών σε κτήρια με νεότερο σχεδιασμό. Επιπλέον, όπως επισημαίνει σε μελέτη του ο πολιτικός μηχανικός Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος (2014) σχετικά με την σεισμικότητα των κτηρίων, σε πολλές περιοχές του νησιού οι σεισμοί στις 26/01 και στις 03/02 ήταν έως και 3.2 φορές πιο μεγάλοι από την αντοχή του σεισμικού σχεδιασμού των κτηρίων. Ωστόσο αυτό που έσωσε τα κτήρια από μεγάλες καταστροφές ήταν οι μικρής διάρκειας σεισμικές δονήσεις.

Από τη άλλη πλευρά, έχουμε και πολλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκλήθηκαν από το πέρασμα των σεισμών (Valkaniotis et al. 2014). Από αυτές υπάρχουν οι κύριες επιπτώσεις οι οποίες περιλαμβάνουν τεκτονικές ανυψώσεις, καθιζήσεις και ρήξεις επιφανειών (π.χ. οδικό δίκτυο) και οι δευτερεύουσες οι οποίες περιλαμβάνουν εδαφικές ρωγμές, μεταβολές στην κλίση και φαινόμενα ρευστοποίησης των εδαφών και υδρολογικές ανωμαλίες (Valkaniotis et al. 2014).

Συμπερασματικά λοιπόν, προκύπτει ότι η σεισμική ακολουθία της Κεφαλονιάς του 2014 εξελίσσεται σε ένα σεισμογόνο χώρο με γενική διεύθυνση από ΒΒΑ προς ΝΝΔ, ενώ επίσης παρατηρήθηκαν (Παπαδόπουλος, κ.ά., 2014) :

- Α) βαριές βλάβες σε τεχνικές κατασκευές (βλέπε Εικόνα 3.1) και υποδομές (βλέπε Εικόνα 3.2) και καταστροφές σε κεντρικά σημεία του Ληξουρίου (βλέπε Εικόνα 3.3)
- Β) επιπτώσεις στο ανθρωπογενές περιβάλλον (π.χ. ανατροπές επιτύμβιων στηλών και άλλων αντικειμένων)
- Γ) εδαφικές αστοχίες που περιλαμβάνουν κατολισθήσεις, καταπτώσεις ογκολίθων, ρευστοποιήσεις εδαφών και διαρρήξεις σε οδοστρώματα κ.α. (βλέπε Εικόνες 3.4, 3.5, 3.6).



Εικόνα 3.1: Διώροφη οικοδομή στον Αγ. Δημήτριο μετά τον πρώτο ισχυρό σεισμό της 26.1.2014.

Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο – Αστεροσκοπείο Αθηνών. Διαθέσιμο

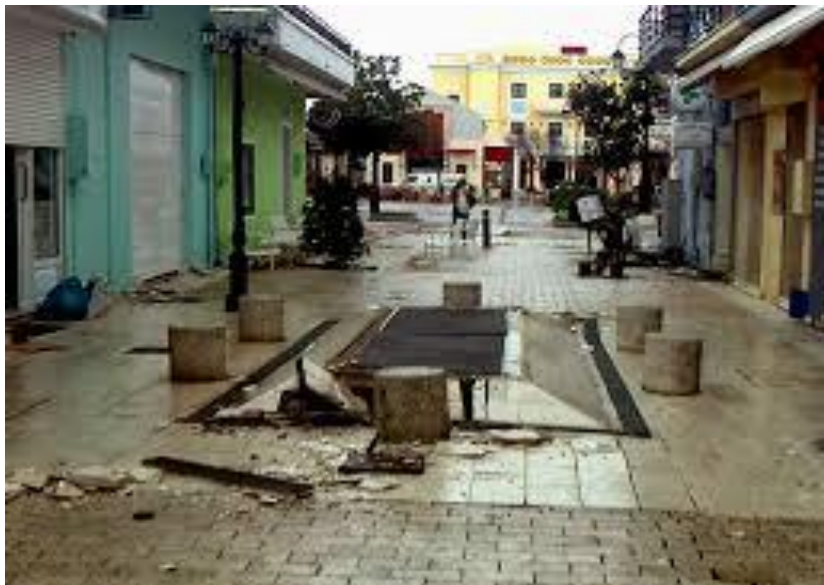
από: http://www.gein.noa.gr/Documents/pdf/ekthesi_G_I_26-2-2014_v2.pdf



Εικόνα 3.2: Θραύση και Καθίζηση της προβλήτας στο νότιο τμήμα του λιμανιού στο Ληξούρι μετά τον πρώτο ισχυρό σεισμό.

Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο – Αστεροσκοπείο Αθηνών. Διαθέσιμο από:

http://www.gein.noa.gr/Documents/pdf/ekthesi_G_I_26-2-2014_v2.pdf



Εικόνα 3.3: Κεντρικός πεζόδρομος του Ληξουρίου μετά τον δεύτερο ισχυρό σεισμό.

Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο – Αστεροσκοπείο Αθηνών. *Διαθέσιμο από:*

http://www.gein.noa.gr/Documents/pdf/ekthesi_G_I_26-2-2014_v2.pdf



Εικόνα 3.4: Κατολίσθηση και καταπτώσεις βράχων που προκλήθηκαν από τον πρώτο ισχυρό σεισμό στη θέση Χάρακας

Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο – Αστεροσκοπείο Αθηνών. *Διαθέσιμο από:*

http://www.gein.noa.gr/Documents/pdf/ekthesi_G_I_26-2-2014_v2.pdf



Εικόνα 3.5: Ρευστοποίηση εδάφους κοντά στο χωριό Σολάροι που προκλήθηκε από τον πρώτο σεισμό και εν συνεχεία διευρύνθηκε αφενός λόγω των βροχοπτώσεων και αφετέρου λόγω του δεύτερου σεισμού.

Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο – Αστεροσκοπείο Αθηνών. *Διαθέσιμο από:*

http://www.gein.noa.gr/Documents/pdf/ekthesi_G_I_26-2-2014_v2.pdf



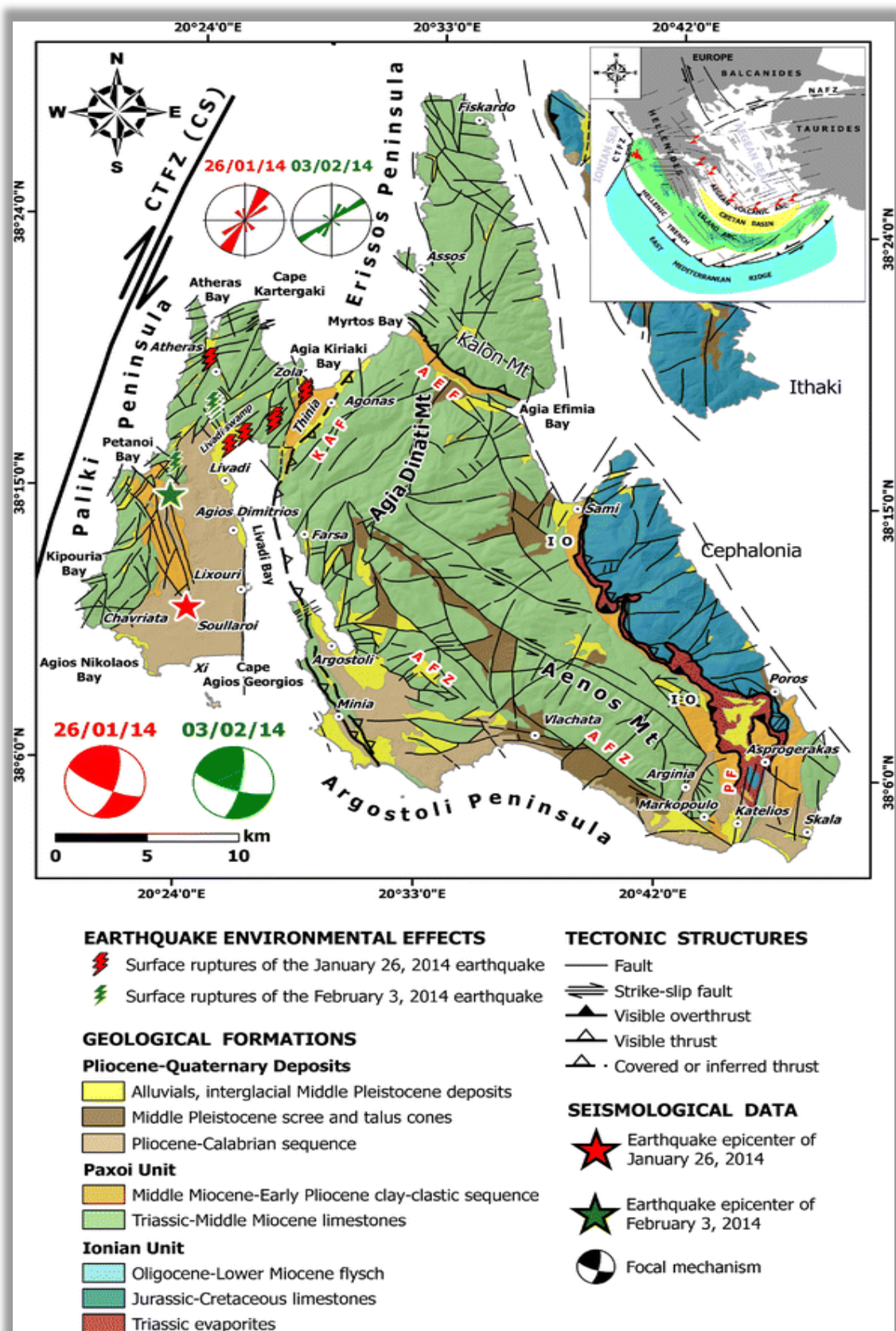
Εικόνα 3.6: Θραύση οδοστρώματος εξαιτίας του πρώτου σεισμού.

Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο – Αστεροσκοπείο Αθηνών. *Διαθέσιμο από:*

http://www.gein.noa.gr/Documents/pdf/ekthesi_G_I_26-2-2014_v2

Έπειτα από την λεπτομερή αναφορά που προηγήθηκε για τη σεισμική ακολουθία Ιανουαρίου-Φεβρουαρίου καθώς και της λεπτομερούς αναφοράς των ειδών των βλαβών γενικά, σειρά έχει η παρουσίαση των τμημάτων της Κεφαλονιάς που υπέστησαν τις μεγαλύτερες ζημιές καθώς και των περιοχών που επιλέχθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Πιο συγκεκριμένα, το δυτικό τμήμα της Κεφαλονιάς και ιδιαίτερα το τμήμα της Παλικής, είχε υποστεί την μεγαλύτερη ζημιά όπου εντοπίζονταν βλάβες στην τοιχοποιία κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα, υποδομές στο οδικό δίκτυο, σε λιμενικές εγκαταστάσεις, σε μνημειακές κατασκευές, συμπεριλαμβανομένων και μοναστηριών, εκκλησιών και νεκροταφείων (Papadopoulos et al., 2014). Το υπόλοιπο τμήμα του νησιού επηρεάστηκε ελαφρά μόνο. Παρακάτω παρουσιάζεται ο γεωτεκτονικός χάρτης της Κεφαλονιάς (βλέπε Χάρτη 3.8) ο οποίος περιέχει παρατηρήσεις από έρευνα πεδίου ενώ συμπεριλαμβάνονται και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μετά τους σεισμούς του 2014. (Lekkas 1996 · Lekkas et al. 2001)



Χάρτης 3.8: Γεωτεκτονικός χάρτης Κεφαλονιάς.

Πηγή: Lekkas and Mavroulis 2016, Journal of Earthquakes

Λόγω λοιπόν των μεγάλων καταστροφών που σημειώθηκαν στο δυτικό τμήμα της Κεφαλονιάς και συγκεκριμένα στο τμήμα της Παλικής η ανάλυση της εργασίας, αφορά το συγκεκριμένο τμήμα της νήσου (βλέπε Εικόνα 3.7) στο οποίο σημειώθηκαν οι περισσότερες καταστροφές συνολικά (Lekkas et. al, 2014a). Στο τμήμα αυτό, επιλέχθηκαν οι περιοχές Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος, Λιβάδι και Παραλία του Μύρτου ώστε να γίνει η ανίχνευση βλαβών με τη χρήση εικόνων Pleiades (βλέπε Εικόνα 3.8).

Σε αυτές τις περιοχές, πιο αναλυτικά, εντοπίστηκαν από την επιτόπια έρευνα των μηχανικών του ΤΑΣ (Ταμείο Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων) ο μεγαλύτερος συνολικά αριθμός βλαβών στα κτήρια σε σχέση με τα υπόλοιπα δημοτικά διαμερίσματα. Πιο συγκεκριμένα, για τις συνολικές βλάβες που καταγράφηκαν στα κτήρια στην νήσο Κεφαλονιά το 2014 μετά τα σεισμικά γεγονότα, έχουμε συνολικά σε όλο το νησί 2810 βλάβες σε κτήρια εκ των οποίων οι 1876 βρίσκονται στο δυτικό τμήμα της νήσου και στην δημοτική ενότητα Παλικής. Στο παρακάτω Πίνακα 3.1 παρατίθεται αναλυτικά οι καταγεγραμμένες βλάβες στα κτήρια σε κάθε δημοτική ενότητα και στις τοπικές κοινότητες αυτών βάσει των στοιχείων από την έρευνα των μηχανικών του ΤΑΣ μετά τους σεισμούς στην περιοχή της νήσου Κεφαλονιάς.

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ		
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΚΑΤΟΙΚΗΣΙΜΟ	ΜΗ ΚΑΤΟΙΚΗΣΙΜΟ	ΓΕΝΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙΟΥ	ΑΓΚΩΝΟΣ	7	4	11
	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙΟΥ	373	114	487
	ΔΑΥΓΑΤΩΝ	1	1	2
	ΔΙΛΙΝΑΤΩΝ	23	15	38
	ΖΟΛΩΝ	2	1	3
	ΘΗΝΑΙΑΣ	34	36	70
	ΚΟΥΡΟΥΚΛΑΤΩΝ	12	21	33
	ΝΥΦΙΟΥ	1	4	5
	ΤΡΩΪΑΝΑΤΩΝ	9	1	10
	ΦΑΡΑΚΛΑΤΩΝ	23	11	34
	ΦΑΡΣΩΝ	32	12	44
ΣΥΝΟΛΟ - ΑΡΓΟΣΤΟΛΙΟΥ		517	220	737

ΕΛΕΙΟΥ - ΠΡΟΝΩΝ	ΠΟΡΟΥ	10	4	14
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΕΙΟΥ - ΠΡΟΝΩΝ		10	4	14
ΕΡΙΣΟΥ	ΒΑΡΕΟΣ		1	1
	ΝΕΟΧΩΡΙΟΥ	1		1
ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΙΣΟΥ		1	1	2
ΛΕΙΒΑΘΟΥΣ	ΒΛΑΧΑΤΩΝ ΕΙΚΟΣΙΜΙΑΣ	9		9
	ΚΑΡΑΒΑΔΟΥ	1		1
	ΚΕΡΑΜΕΙΩΝ	1		1
	ΛΑΚΗΘΡΑΣ	21	12	33
	ΛΟΥΡΔΑΤΩΝ	5	4	9
	ΜΕΤΑΞΑΤΩΝ	19	8	27
	ΜΟΥΣΑΤΩΝ	3		3
	ΠΕΡΑΤΑΤΩΝ	2		2
	ΠΕΣΑΔΑΣ	4	3	7
	ΣΒΟΡΩΝΑΤΩΝ	33	23	56
	ΣΠΑΡΤΙΩΝ	12	3	15
ΣΥΝΟΛΟ ΛΕΙΒΑΘΟΥΣ		110	53	163
ΟΜΑΛΩΝ	ΟΜΑΛΩΝ		2	2
ΣΥΝΟΛΟ ΟΜΑΛΩΝ			2	2
ΠΑΛΙΚΗΣ	ΑΓΙΑΣ ΘΕΚΛΗΣ	27	38	65
	ΑΘΕΡΟΣ	6	8	14
	ΔΑΜΟΥΛΙΑΝΑΤΩΝ	26	14	40
	ΚΑΜΙΝΑΡΑΤΩΝ	29	23	52
	ΚΑΤΩΓΗΣ	51	92	143
	ΚΟΝΤΟΓΕΝΑΔΑΣ	20	27	47
	ΚΟΥΒΑΛΑΤΩΝ	63	89	152
	ΛΗΞΟΥΡΙΟΥ	457	410	867
	ΜΟΝΟΠΟΛΑΤΩΝ	45	41	86
	ΡΙΦΙΟΥ	11	6	17
	ΣΚΙΝΕΩΣ	24	34	58
	ΣΟΥΛΛΑΡΩΝ	44	68	112

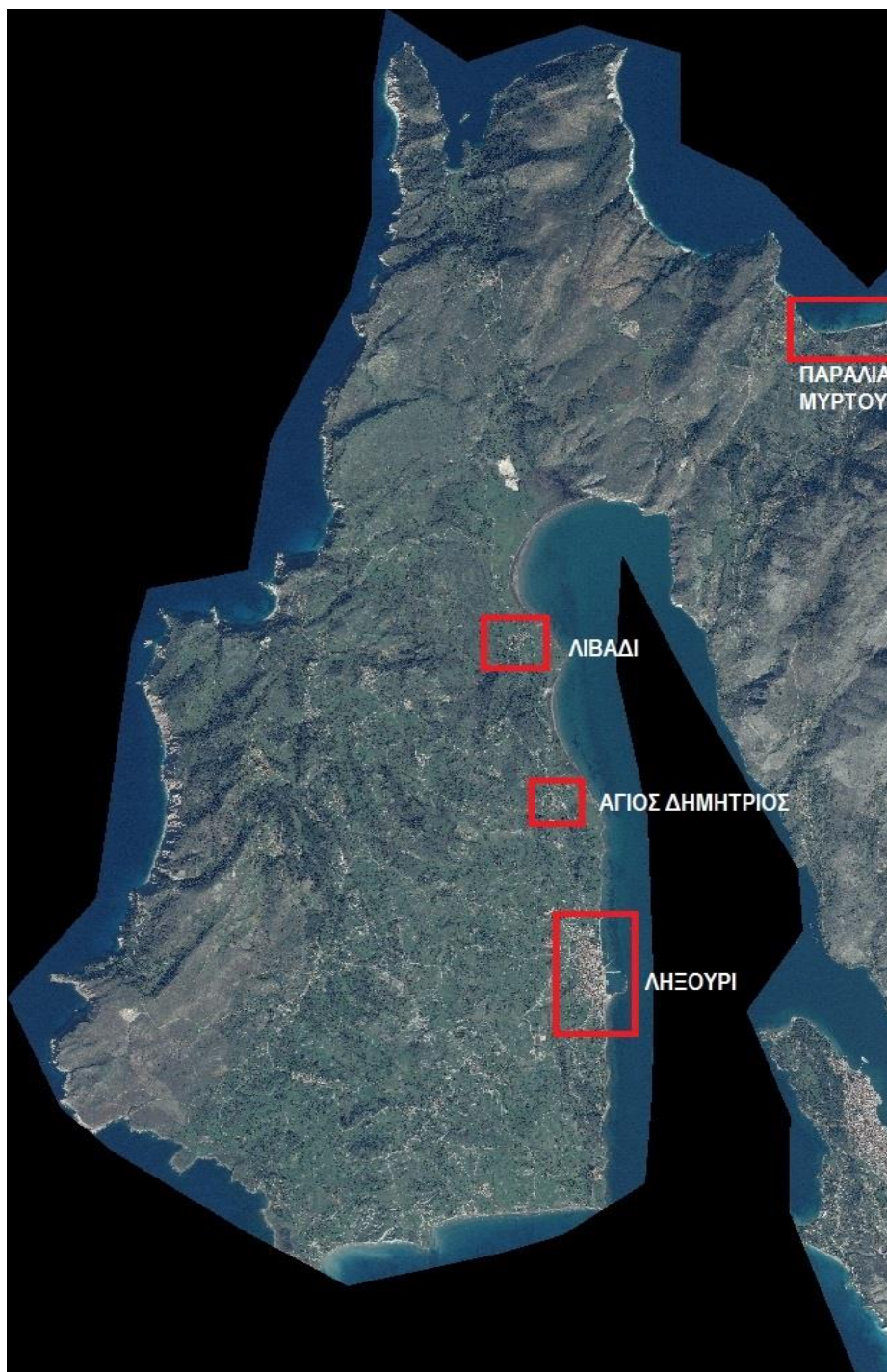
	ΦΑΒΑΤΑΤΩΝ	12	17	29
	ΧΑΒΔΑΤΩΝ	37	70	107
	ΧΑΒΡΙΑΤΩΝ	38	49	87
ΣΥΝΟΛΟ - ΠΑΛΙΚΗΣ		890	986	1876
ΠΥΛΑΡΕΩΝ	ΑΓΙΑΣ ΕΥΦΗΜΙΑΣ	2	4	6
ΣΥΝΟΛΟ - ΠΥΛΑΡΕΩΝ		2	4	6
ΣΑΜΗΣ	ΣΑΜΗΣ	8	2	10
ΣΥΝΟΛΟ ΣΑΜΗΣ		8	2	10
ΓΕΝΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ		1538	1272	2810

Πίνακας 3.1: Οι συνολικές καταγεγραμμένες βλάβες στα κτήρια για όλη την νήσο Κεφαλονιά.

Πηγή: Ταμείο Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων (ΤΑΣ).



Εικόνα 3.7: Δυτικό τμήμα νήσου Κεφαλονιάς από επεξεργασμένη εικόνα του δορυφορικού συστήματος Pleiades.



Εικόνα 3.8: Δυτικό τμήμα νήσου Κεφαλονιάς και περιοχές μελέτης της εργασίας.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στην περίπτωση της Κεφαλονιάς, αλλά και γενικά μετά από μεγάλα σεισμικά γεγονότα δημιουργούνται μια σειρά από επιπτώσεις που αφορούν το ανθρωπογενές και το φυσικό περιβάλλον και οι οποίες μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην μετέπειτα πορεία της περιοχής όπου έλαβαν χώρα. Τα αποτελέσματα και οι επιπτώσεις ενός σεισμού επηρεάζουν (Ιωαννίδου, 1997):

- τον άνθρωπο και τα ζώα, προκαλώντας τους φόβο, νευρικότητα, τραυματισμούς και θανάτους
- τις τεχνητές κατασκευές, προκαλώντας τους άμεσες βλάβες (σε σπίτια, λιμάνια κ.α.)
- το έδαφος, προκαλώντας διαρρήξεις, κατολισθήσεις, ρήγματα και υψομετρικές μεταβολές
- το νερό της θάλασσας, με την δημιουργία παλιρροϊκών κυμάτων (τσουνάμι), υποθαλάσσιων σεισμών ή εκρήξεων υποθαλάσσιων ηφαιστειών
- το νερό της ξηράς, με διατάραξη των επιφανειακών και υπογείων νερών, αλλαγή της κίνησης του επιφανειακού και υπογείου νερού, υποχώρηση πετρωμάτων με αποτέλεσμα την ξήρανση λιμνών - ποταμών, ελεών και υπογείων πηγών

Επίσης, όσον αφορά τον άνθρωπο τα αποτελέσματα και οι επιπτώσεις των σεισμών προκαλούν προβλήματα στο κοινωνικοοικονομικό του περιβάλλον όπως (Bolt, 1987) :

- μείωση της αξίας της ακίνητης παρουσίας
- μεταβολή στην κατανομή των επενδύσεων
- μείωση ευκαιριών απασχόλησης
- μείωση εκπαιδευτικών και πολιτιστικών δραστηριοτήτων
- διάθεση για μετακίνηση εργοδοτών, εργαζομένων, πολιτών κ.α.
- μείωση εμπορικών δραστηριοτήτων
- διακοπή διαφόρων δραστηριοτήτων (εκπαίδευση, υπηρεσίες, τουρισμός κ.α.)

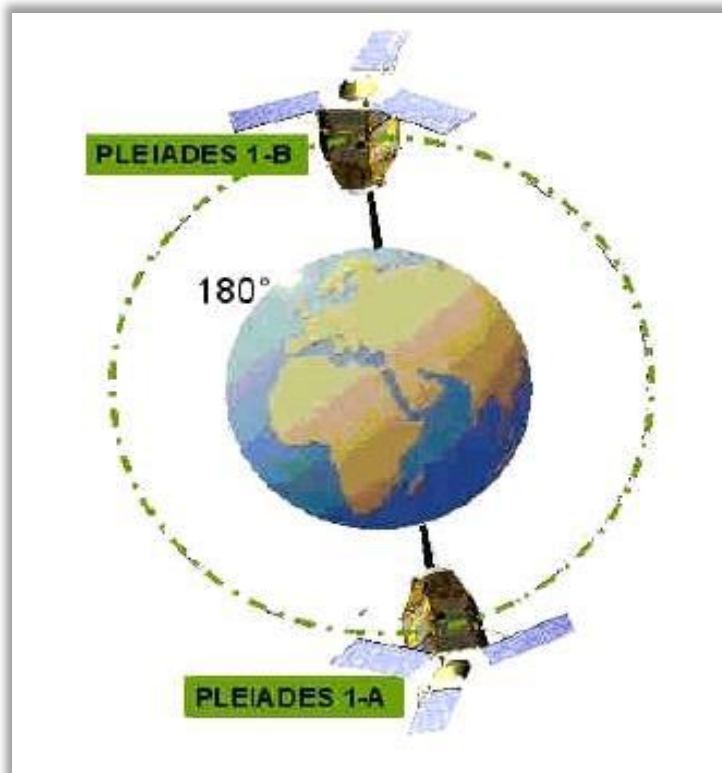
4. Διαστημικό πρόγραμμα παρατήρησης της Γης Pleiades

Η διαδικασία λήψης πληροφοριών για ένα αντικείμενο, μια περιοχή, ένα φαινόμενο από απόσταση με την χρήση ανιχνευτικών συσκευών είναι αυτή που περιγράφει τον όρο *τηλεπισκόπηση* (Καρτάλης και Φείδας, 2013). Ο Gupta (1991) επίσης, αναφέρει ότι τηλεπισκόπηση σημαίνει απόκτηση πληροφοριών για ένα αντικείμενο χωρίς να υπάρχει άμεση επαφή με αυτό. Γενικά, επιστήμη αυτή χρησιμοποιεί ποικίλα συστήματα, κατά κύριο λόγο δορυφορικά, για την απόκτηση πληροφοριών και την παρακολούθηση διαφόρων γεγονότων που λαμβάνουν χώρα στην γήινη επιφάνια.

Από το 1997 και με την εκτόξευση του πρώτου τεχνητού δορυφόρου, του Sputnik-1, η εξέλιξη της δορυφορικής τηλεπισκόπησης ήταν και συνεχίζει να είναι ραγδαία με εφαρμογές σε όλους τους κλάδους των γεωεπιστημών και όχι μόνο (Παρχαρίδης, 2015). Από τότε και μετά ένα πλήθος δορυφόρων έχουν τεθεί σε τροχιά όπως για παράδειγμα IKONOS, Quick Bird, Landsat κ.α., και οι οποίοι χρησιμοποιούνται για διάφορες εφαρμογές. Ένας τέτοιος δορυφόρος λοιπόν είναι και οι Pleiades.

Οι Pleiades λοιπόν, είναι ένα από τα πιο νέα δορυφορικά συστήματα και αποτελούν ένα σύστημα 2 δορυφόρων το οποίο παρέχει ευκρινέστατες δορυφορικές εικόνες. Επίσης, διαθέτουν το καλύτερο σύστημα παρατήρησης που αναπτύχτηκε στην Ευρώπη με πρωτοβουλία του Γαλλικού Εθνικού Οργανισμού Διαστήματος (CNES), ο οποίος εκτόξευσε τον πρώτο δορυφόρο (Pleiades 1A) στις 17 Δεκεμβρίου 2011 και τον δεύτερο δορυφόρο (Pleiades 1B) στις 2 Δεκεμβρίου 2012 (Lebague et al., 2015).

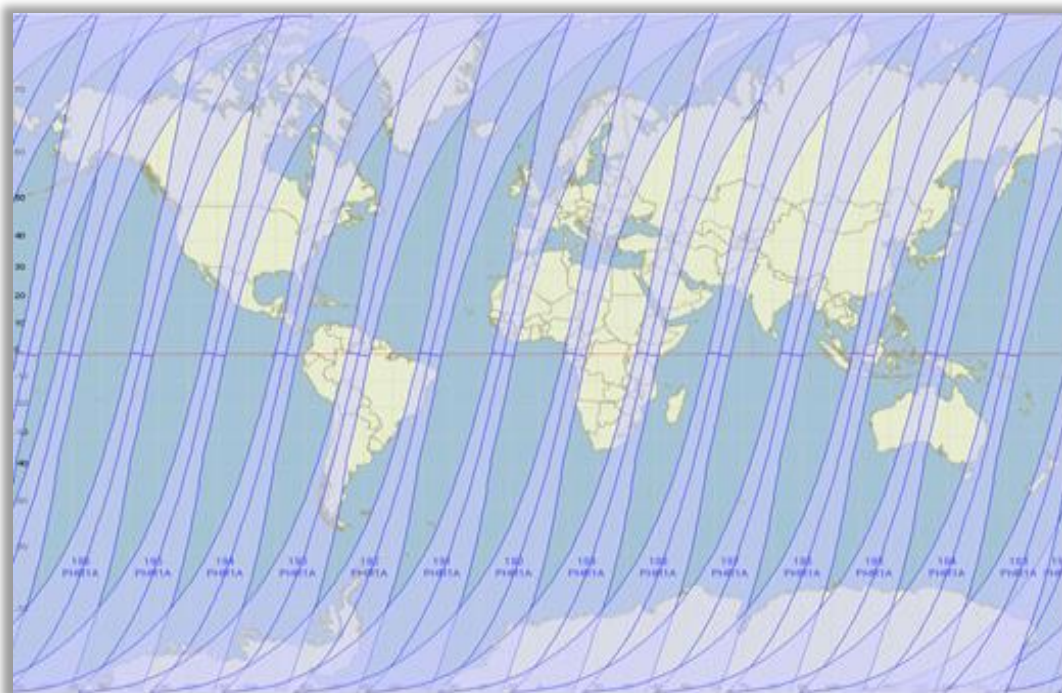
Ο «αστερισμός» Pleiades όπως ονομάζεται, αποτελείται από τον δορυφόρο Pleiades 1A και τον «δίδυμο» δορυφόρο αυτού Pleiades 1B, όπου το σύστημα των δυο δορυφόρων βρίσκεται σταδιακά στην ίδια τροχιά των 180° (βλέπε Εικόνα 4.1), μπορεί να παρέχει δορυφορικά δεδομένα (ως επί το πλείστον δορυφορικές εικόνες) σε πολύ υψηλή ανάλυση και σε ελάχιστο χρόνο με στόχο να υπάρχουν καθημερινά και κάθε στιγμή οπτικά δεδομένα κάλυψης γης για οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη (Airbus Defence and Space, 2012). Αυτή η δυνατότητα παροχής δεδομένων οποιαδήποτε στιγμή καθιστά τους δορυφόρους Pleiades μια σημαντική πηγή συνεχόμενης ενημέρωσης των επίγειων βάσεων δεδομένων σε ότι αφορά την παρακολούθηση διαφόρων καταστάσεων και γεγονότων όπως για παράδειγμα τη πρόβλεψη των κινδύνων, τη διαχείριση των κρίσεων κ.α. (Michel et al., 2013).



Εικόνα 4.1: Θέσης των δορυφόρων Pleiades 1A/1B γύρω από την Γη σε τροχιά 180°

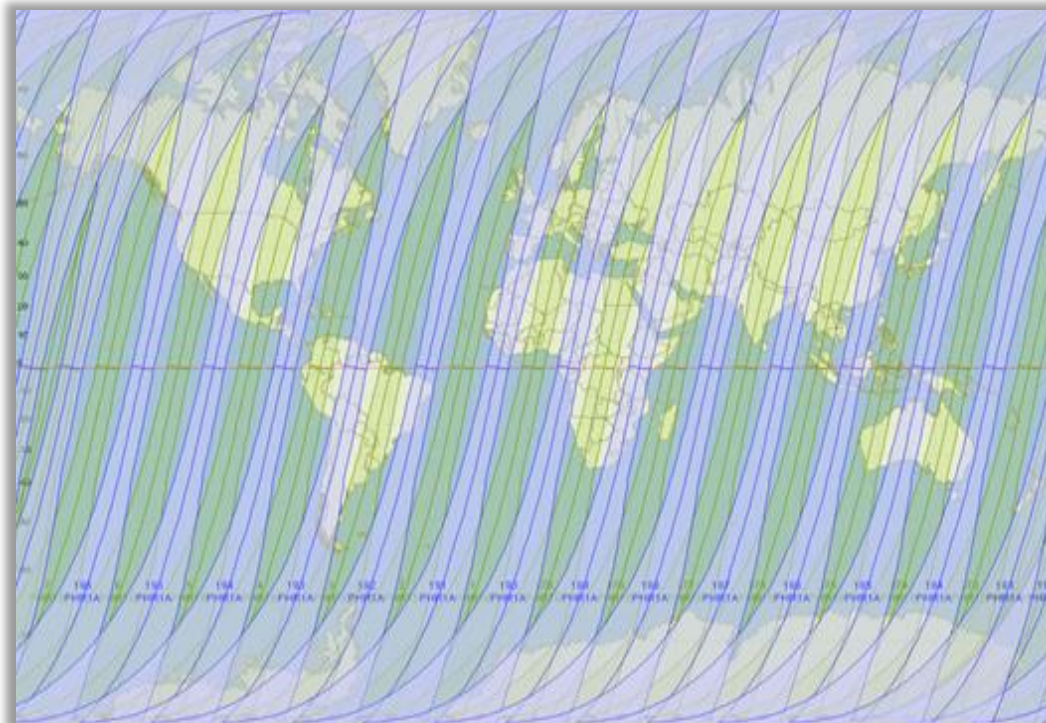
Πηγή: CNES Διαθέσιμο από: http://smc.cnes.fr/PLEIADES/Fr/pleiades_days_01_2012.htm

Επιπροσθέτως, έχει τη δυνατότητα πλάγιας προβολής (έως 45° γωνία) και εξαιρετικής ευελιξίας με τροχιά σταδιακής εφαρμογής όπου επιτρέπει στους δορυφόρους να επανεξετάσουν οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη καθημερινά (βλέπε Εικόνες 4.2 και 4.3). Επίσης, αποτελούν ιδανικά εργαλεία για την πρόβλεψη των κινδύνων και τη διαχείριση των κρίσεων σε μεγάλες περιοχές κάλυψης γης. (Airbus Defence and Space, 2012).



Εικόνα 4.2: Διάδρομος προβολής εικόνων από το δορυφόρο Pleiades 1A την ίδια ημέρα.

Πηγή: AIRBUS DEFENCE & SPACE, Διαθέσιμο από: <http://www.intelligence-airbusds.com/en/4572-pleiades-technical-documents>



Εικόνα 4.3: Άξονας συνδυασμένης προβολής εικόνων από τους δορυφόρους Pleiades 1A/ 1B την ίδια ημέρα.

Πηγή: AIRBUS DEFENCE & SPACE, Διαθέσιμο από: <http://www.intelligence-airbusds.com/en/4572-pleiades-technical-documents>

Ο «αστερισμός» Pleiades έχει σχεδιαστεί για να παρέχει οπτικά δεδομένα μεγάλης ακρίβειας και ανάλυσης εντός μίας ημέρας, όπου σε λιγότερο από 6 ώρες μπορούν να υπάρξουν συγκεκριμένες λήψεις (περιοχή, σημείο, χρονική στιγμή κ.α.) έτοιμες για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες (άμεσες ή έμμεσες) των χρηστών δορυφορικών εικόνων (π.χ. κτηματολόγιο) (Airbus Defence and Space, 2012).

Βασικό πλεονέκτημα του «αστερισμού» αυτού είναι ότι διαθέτει ένα εξαιρετικά ευαίσθητο οπτικό όργανο το οποίο μειώνει το χρόνο που απαιτείται για κάθε λήψη εικόνας, δίνοντας τη δυνατότητα απόκτησης μέχρι και 500 εικόνων ημερησίως (CNES, 2014). Επιπλέον, έχοντας γυροσκοπικό σύστημα VHR (Very High Resolution), υψηλής ανάλυσης, οι δορυφόροι αυτοί έχουν τη δυνατότητα να γέρνουν γρήγορα και καθ' όλη την διάρκεια της διαδρομής τους ανά πάσα στιγμή ούτως ώστε να παρέχουν εικόνες από οποιοδήποτε σημείο στον πλανήτη. Οι ιδιότητες αυτές των δορυφόρων Pleiades, τους παρέχουν την δυνατότητα για την χρήση τους σε διαφόρων ειδών εφαρμογές (βλέπε εικόνα 4.5) όπως αμυντικές εφαρμογές, εφαρμογές πολιτικής προστασίας, εφαρμογές χαρτογράφησης και φυσικών καταστροφών, υδρολογικές και θαλάσσιες εφαρμογές και εφαρμογές που αφορούν την ενέργεια (CNES, 2014). Για παράδειγμα χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές για τη παρακολούθηση αστικών επεκτάσεων, τη παρακολούθηση ενεργών ηφαιστειών του πλανήτη, την διομολόγηση οδικών και σιδηροδρομικών έργων, τον εντοπισμό στρατιωτικών εγκαταστάσεων για το σχεδιασμό αποστολών, την γεωργία κ.α. (CNES, 2014).



Εικόνα 4.4: Ο δορυφόρος Pleiades της Cnes.

Πηγή: CNES, Διαθέσιμο από: <https://pleiades.cnes.fr/en/PLEIADES/index.htm>



Εικόνα 4.5: Πεδία εφαρμογών μέσα από την σκοπιά του δορυφορικού συστήματος Pleiades. *Πηγή:* AIRBUS DEFENCE & SPACE. *Διαθέσιμο από:* <http://www.geo-airbusds.com/en/5749-satellite-imagegallery?search=gallery&type=&sensor=1371>

Καθ' ένας από τους δορυφόρους πλειάδες του αστερισμού, είναι σε θέση και μπορεί να συλλέγει εικόνες για οποιοδήποτε σημείο εντός μιας λωρίδας εδάφους - κάλυψης γης που δεν ξεπερνά αλλά φτάνει μέχρι τα 800 km πλάτος. Έτσι λοιπόν μέσα σε 11 δευτερόλεπτα μπορούν να καλύψουν μια λωρίδα εδάφους πλάτους 200 km και σε 25 δευτερόλεπτα να καλύψουν ολόκληρη την λωρίδα εδάφους πλάτους 800 km (συμπεριλαμβάνοντας μέσα σε αυτούς τους χρόνους και το χρόνο για να σταθεροποιηθούν τα κάτοπτρα – αισθητήρες στο σημείο όπου θα γίνει η λήψη) (Airbus Defence and Space, 2012). Έτσι μπορούν εύκολα με στερεοσκοπικές και Τρι-στερεοσκοπικές θεάσεις να στηρίζουν διαφόρων ειδών πρακτικές από την λήψη που πραγματοποιούν για μια συγκεκριμένη περιοχή του πλανήτη. Αυτή η

ικανότητα των δορυφόρων που περιγράφεται παραπάνω, οφείλεται στην ύπαρξη του συστήματος **CMGS** (Σύστημα Στιγμιαίου Ελέγχου Γυροσκοπιάς) (Airbus Defence and Space, 2012). Η ύπαρξη του συστήματος αυτού δίνει την δυνατότητα για την καθοδήγηση του δορυφόρου Pleiades στην πραγματοποίηση ελιγμών για να μπορεί να μεταβαίνει σε οποιοδήποτε σημείο με σκοπό να εξασφαλίζει την δυνατότητα απόκτησης εικόνων (Koeck et al., 2012) (βλέπε Εικόνα 4.6).



Εικόνα 4.6: Οφέλη από την χρήση του συστήματος CMGS στην κάλυψη γης.
Πηγή: AIRBUS DEFENCE & SPACE, Διαθέσιμο από: <http://www.intelligence-airbusds.com/en/4572-pleiades-technical-documents>

Συνοψίζοντας, παρακάτω παραθέτονται τα βασικά χαρακτηριστικά και οι παροχές του αστερισμού Pleiades (Airbus Defence and Space, 2012) :

- Δυνατότητα απόκτησης οπτικών δεδομένων (εικόνων) από οποιοδήποτε σημείο στο κόσμο σε χρονικό διάστημα μικρότερο 24 ωρών (με δυο προσπελάσεις από το ίδιο σημείο) προκειμένου να παρέχονται άμεσα και γρήγορα σε περιπτώσεις κρίσεων ή φυσικών καταστροφών.
- Δυνατότητα του «αστερισμού» Pleiades να παρέχει, όπου και όταν χρειάζεται, συχνές και καθημερινές λήψεις για την παρατήρηση και εξέλιξη κάποιων φαινομένων ή καταστροφών.

- Ημερησία δεδομένα για τρεις διαφορετικές δορυφορικές εργασίες (π.χ. ζήτηση οπτικών δεδομένων από πελάτες ως διαδικασία project) και για έργα της τελευταίας στιγμής .
- Δυνατότητα παραγωγής περισσότερων από 250 εικόνων/ημέρα από κάθε διαστημικό σκάφος του αστερισμού
- Δυνατότητα διπλής ημερήσιας κάλυψης σημείων
- Ανάλυση και ακρίβεια για χαρτογράφηση και φωτοερμηνευτικές παρατηρήσεις, όπου έχουμε :
 - α) ανάλυση 50cm (0,5m), χρώμα και ορθοανιγμένες εικόνες
 - β) 20 km αποτύπωση εδάφους στο ναδίρ (ελάχιστο όριο) και μέχρι 100*100 km ταινία χαρτογραφικής αποτύπωσης εδάφους (μέγιστο όριο).
- Μέγιστη χωρητικότητα απόκτησης οπτικών δεδομένων της τάξης του 1 εκατομμυρίου sq.km ανά ημέρα και ανά δορυφόρο.
- Χρησιμοποιούν κάτοπτρο VHR που προσφέρει την υψηλότερη ποιότητα εικόνας που διατίθενται σήμερα από εμπορικούς δορυφόρους τηλεπισκόπησης

Εκτός των χαρακτηριστικών και των παροχών, υπάρχουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δορυφόρου και τα χαρακτηριστικά των καναλιών του τα οποία παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

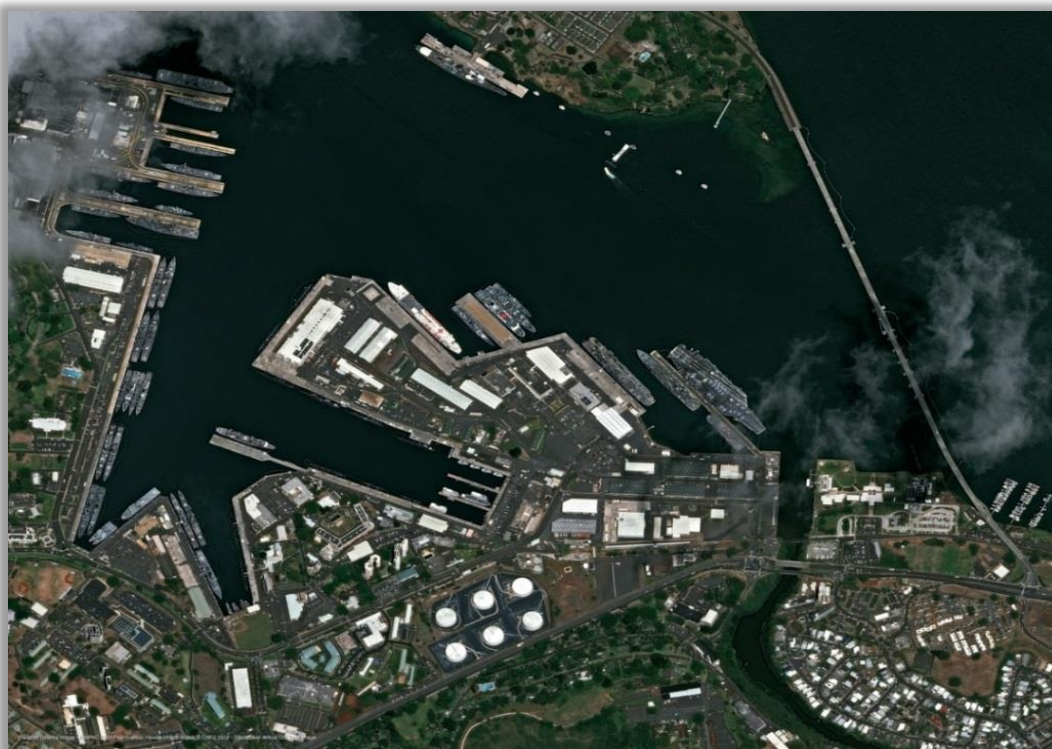
	Παγχρωματικό	Πολυφασματικό
Φασματικές περιοχές	480 - 830 nm	430 - 550 nm (μπλε) 490-610 nm (πράσινο) 510-580 nm (πράσινο) 600 έως 720 nm (κόκκινο) 750--950nm (εγγύς υπέρυθρο)
Προϊόντα	Χρώμα: 50cm (συγχώνευση) Συνολικά δύο εικόνες: 50cm παγχρωματική δορυφορική, 2m πολυφασματική	
Ακρίβεια	4.5m - 10m CE 90 (αποκλειστική μετατόπιση του εδάφους) με δεδομένα για το υψόμετρο χωρίς Ground Control Points (GCP)	
Εύρος κάλυψης τροχιάς	20 χιλιόμετρα	
Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα	12-bits ανά pixel	
Χρόνος επανεπίσκεψης	Καθημερινά	
Υψόμετρο τροχιάς	694 χιλιόμετρα	
Τύπος τροχιάς	Ηλιοσύγχρονη	
Stereo	Ο Pleiades-1 είναι ο πρώτος δορυφόρος υψηλής ανάλυσης που προσφέρει ικανότητα Tristereο	

Πίνακας 4.1: Χαρακτηριστικά των δορυφόρων Pleiades. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Κανάλια	Μήκος κύματος (μm)	Διακριτική ικανότητα (m)	Εύρος κάλυψης τροχιάς (km)
Παγχρωματικό κανάλι	0,45 έως 0,78	0,7	20
Κανάλι 1 (VIS)	0,45 έως 0,52	2,8	20
Κανάλι 2 (VIS)	0,52 έως 0,59	2,8	20
Κανάλι 3 (VIS)	0,63 έως 0,69	2,8	20
Κανάλι 4 (NIR)	0,77 έως 0,89	2,8	20

Πίνακας 4.2: Τα χαρακτηριστικά των καναλιών των οργάνων καταγραφής HiRL (High Resolution Optical Imager) των δορυφόρων Pleiades 1A/1B. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Όσον αφορά, την συλλογή, την επισκόπηση και την απόκτηση των εικόνων το δορυφορικό σύστημα Pleiades έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να καλύπτει με την ευελιξία που διαθέτει μεγάλα κομμάτια της γήινης επιφάνειας κάνοντας λήψεις με διαφόρους τρόπους οι οποίοι παρέχουν ένα αποδοτικό και ποιοτικό προϊόν εικόνας με πολύ υψηλή ανάλυση (βλέπε εικόνα 4.7).



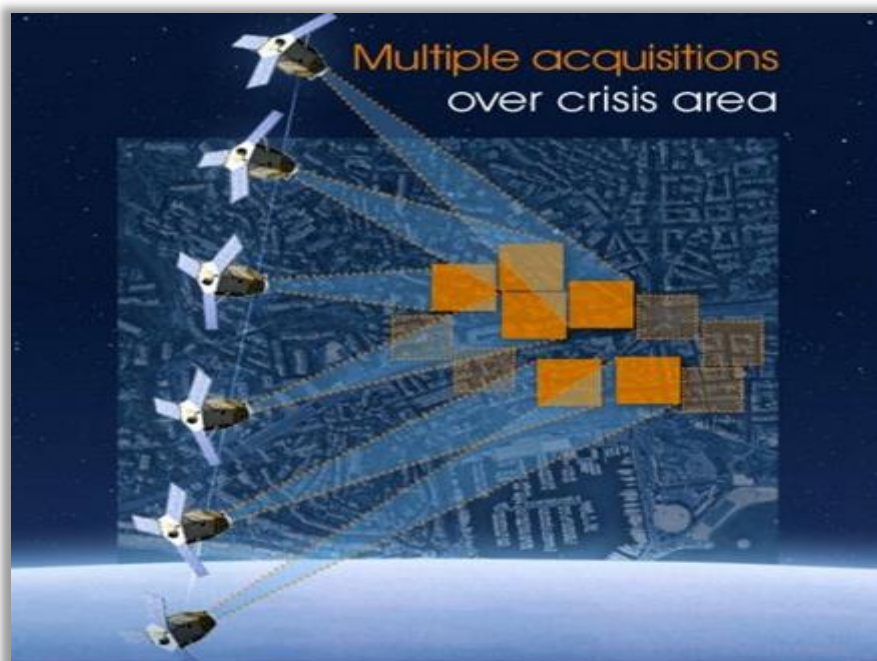
Εικόνα 4.7: Εικόνα από το δορυφορικό σύστημα Pleiades υψηλής ανάλυσης. *Πηγή:* AIRBUS DEFENCE & SPACE, Διαθέσιμο από: <http://www.geo-airbusds.com/en/5749-satellite-image-gallery?search=gallery&type=&sensor=1371>

Έτσι λοιπόν το δορυφορικό σύστημα Pleiades έχει προγραμματιστεί να καλύπτει διάφορα σενάρια συλλογής εικόνων τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω (Airbus Defence and Space, 2012) :

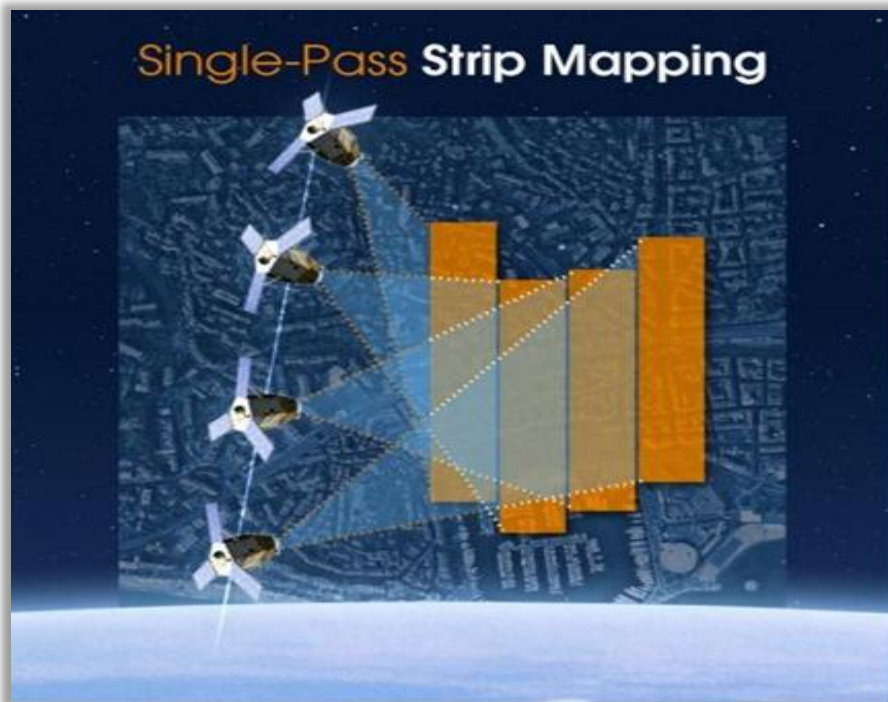
- Συλλογή των εικόνων βάσει στόχων



- Συλλογή εικόνων με την χρήση του συστήματος CGMS όπου επιτρέπει την απόκτηση πολλαπλών εικόνων, συνήθως 10 εικόνων, σε μία περιοχή έκτασης 100*200 km



- Χαρτογράφηση και απεικόνιση περιοχών σε λωρίδες σε ένα πέρασμα (φτάνει συνήθως μέχρι και 5 συνεχόμενες λωρίδες)



- Στέραιο και Τρί-στέραιο συλλογή εικόνων για ακριβής 3D εφαρμογές και εμφάνιση κρυφών στοιχείων στην εικόνα



- Γραμμική συλλογή εικόνων για χαρακτηριστικά, όπως ακτογραμμές, σύνορα, αγωγοί, ποτάμια, δρόμοι, κλπ.



- Συνεχόμενη συλλογή εικόνων σε ένα στόχο και σε ένα πέρασμα (Λειτουργία Συνεχόμενης Επιτήρησης)



5. Δεδομένα και μεθοδολογία

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, τα λογισμικά υποστήριξης και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων. Πιο αναλυτικά, γίνεται αναφορά στις πηγές και τον τύπο των δορυφορικών εικόνων Pleiades αλλά και των στοιχείων από το ΤΑΣ καθώς επίσης και στα λογισμικά υποστήριξης ArcGIS 10.3.1, ENVI 4.7 και ENVI zoom 4.7, Microsoft Excel 2010 και Google earth 7.1.2 τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων και την εξαγωγή αποτελεσμάτων στην παρούσα εργασία. Τέλος γίνεται περιληπτική αναφορά στην μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και στο σκοπό που αυτή στόχευε.

5.1 Δεδομένα Pleiades, λογισμικά υποστήριξης και δεδομένα ΤΑΣ

Για την ανάλυση της εργασίας μεγάλο ρόλο και χρησιμότητα κατείχαν οι δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης από το δορυφορικό σύστημα Pleiades. Έτσι μετά από σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε βρέθηκαν οι δορυφορικές εικόνες στην εταιρία Terra Spatium S.A. Στην συνέχεια, κατόπιν σχετικού αιτήματος που κατατέθηκε στην εταιρεία και παράλληλης συζήτησης με τους υπευθύνους, αποκτήθηκαν τελικώς εικόνες υψηλής ανάλυσης από το δορυφορικό σύστημα Pleiades για την περιοχή της Κεφαλονιάς σε ημερομηνίες μετά τα σεισμικά γεγονότα που έλαβαν χώρα στο νησί. Ωστόσο, δεν κατέσται δυνατόν να βρεθούν εικόνες πριν από τους σεισμούς και κοντά στις ημερομηνίες όπου αυτοί συνέβησαν για την περιοχή της Κεφαλονιάς. Η εικόνες Pleiades λοιπόν, που αποκτήθηκαν είναι εικόνες υψηλής ανάλυσης όπου το παγχρωματικό κανάλι τους έχει ανάλυση στα 0.5m ενώ τα πολυφασματικό στα 2.8m. Έτσι λοιπόν, οι συγκεκριμένες εικόνες είχαν ημερομηνία λήψης 19 Φεβρουαρίου 2014 από το δορυφορικό σύστημα Pleiades για την νήσο Κεφαλονιά, οι οποίες είναι κομμένες σε επιμέρους τμήματα, μεγάλου μεγέθους (το μέγεθος τους ξεπερνά 1.50GB) και οι οποίες περιέχουν περιοχές κατοικημένες και μη της Κεφαλονιάς που επλήγησαν από τους σεισμούς στις 26 Ιανουαρίου και στις 3 Φεβρουαρίου 2014. Αυτές οι εικόνες του δορυφορικού συστήματος Pleiades λοιπόν χρησιμοποιήθηκαν για την ερμηνεία και ανίχνευση βλαβών μετά από τα σεισμικά γεγονότα στη Κεφαλονιά.

Ωστόσο, για την επαλήθευση των βλαβών που βρέθηκαν από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades ήταν αναγκαία μια εικόνα Pleiades πριν το σεισμό δηλαδή πριν της 26 Ιανουαρίου 2014. Όμως λόγω του ότι αυτό δεν κατέσται δυνατόν, χρησιμοποιήθηκαν άλλου είδους δεδομένα ώστε να γίνει η επαλήθευση από την οποία προέκυψαν και τα τελικά αποτελέσματα της εργασίας. Έτσι λοιπόν αναζητήθηκαν και εντοπίστηκαν στοιχεία για τις βλάβες των κτηρίων μετά τους σεισμούς στην Κεφαλονιά από το Ταμείο Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων (ΤΑΣ). Μετά από σχετικό αίτημα που κατατέθηκε σε αυτό, αποκτήθηκαν τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την επαλήθευση των βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων με τα αποτελέσματα της ερμηνείας των εικόνων Pleiades.

Τα στοιχεία που αποκτήθηκαν από το ΤΑΣ βρίσκονταν σε μορφή Excel και περιείχαν καταγεγραμμένα όλα τα κτήρια τα όποια είχαν υποστεί βλάβες, τοποθετημένα ωστόσο άναρχα, με τη σειρά δηλαδή όπου έγινε η καταγραφή από την επιτόπια έρευνα. Τα στοιχεία αυτά περιείχαν τις περιοχές στις οποίες ανήκαν τα κτήρια με τις βλάβες, τους δήμους αυτών, της οδούς όπου βρίσκονταν αυτά (εάν υπήρχαν οδοί) καθώς και τους κωδικούς που αντιστοιχούσαν στην βάση δεδομένων του προγράμματος διαύγεια του Υπουργείου Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης. Σε αυτήν την βάση δεδομένων του Υπουργείου υπήρχαν διάφορα στοιχεία για της βλάβες των κτηρίων όπως για παράδειγμα η θέση στην οποία βρίσκονταν το κτήριο ακριβώς και στοιχεία για το είδος των ζημιών σε κάθε κτήριο με λεπτομερείς περιγραφές.

Εκτός των βλαβών στα κτήρια, υπήρξαν βλάβες και σε λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον. Για να γίνει λοιπόν η επαλήθευση των βλαβών σε αυτές, χρησιμοποιήθηκαν διάφορα δεδομένα για την Κεφαλονιά που βρέθηκαν στο διαδίκτυο, λόγω της έλλειψης στοιχείων για αυτού του είδους της βλάβες. Έτσι με την χρήση διαφόρων στοιχείων που είχαν αναρτηθεί στις ιστοσελίδες των δήμων και στην περιφέρεια Ιονίων Νήσων, φωτογραφικό υλικό και βίντεο από διαφορά site μετά τους σεισμούς αλλά και με τη χρήση δορυφορικών εικόνων του Google Earth, με εικόνα της πιο πρόσφατης λήψης 5 Ιουλίου 2013, πραγματοποιήθηκε η επαλήθευση των βλαβών που εντοπίστηκαν σε λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades.

Αφού αποκτήθηκαν τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη εργασία, έπρεπε αυτά να επεξεργαστούν και να ερμηνεύουν με σκοπό την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Για την επεξεργασία και την ερμηνεία των δεδομένων εφαρμόστηκαν λογισμικά τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω:

- Το λογισμικό **ArcMap 10.3.1** της ESRI είναι ένα πρόγραμμα επεξεργασίας γεωχωρικών δεδομένων το οποίο χρησιμοποιείται για την προβολή, την επεξεργασία, την δημιουργία και την ανάλυση ενός μεγάλου συνόλου γεωχωρικών δεδομένων ώστε να δημιουργηθεί πληροφορία υπό την μορφή χαρτών και όχι μόνο. Η συνεισφορά του λογισμικού αυτού σε αυτήν την εργασία έγκειται στην απεικόνιση (με σημειακά σύμβολα) των βλαβών στα κτήρια αλλά και σε άλλες οντότητες (π.χ. λιμενικές εγκαταστάσεις) με τη μορφή χαρτών ούτως ώστε πρώτον να απεικονιστούν οι βλάβες που βρέθηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades και δεύτερον να απεικονιστούν τα δεδομένα από το Excel του ΤΑΣ και όλα τα υπόλοιπα δεδομένα που υπήρχαν για τις βλάβες μετά τον σεισμό.
- Το λογισμικό **ENVI 4.7** είναι άλλο ένα λογισμικό που βοηθά στην επεξεργασία γεωχωρικών δεδομένων για την εξαγωγή σημαντικών πληροφοριών από μία εικόνα. Αυτό το λογισμικό είναι κατάλληλο για την απεικόνιση, ανάλυση και παρουσίαση όλων των τύπων ψηφιακών εικόνων και με βάση συγκριμένα εργαλεία που διαθέτει το λογισμικό, μπορούν να εξαχθούν διαφόρων τύπων πληροφορίες για τις οντότητες που βρίσκονται στην εικόνα που αναλύεται. Έτσι λοιπόν, μια εικόνα μπορεί να μετατραπεί (π.χ. μέγεθος, ανάλυσης, ανάδειξη χαρακτηριστικών, χρώμα οντοτήτων κ.α.) ανάλογα με το τι θέλουμε να αναδείξουμε μέσα από αυτήν χωρίς βεβαία να αλλοιώνονται τα δεδομένα που περιέχει. Έχοντας μια εικόνα και μέσα από μια γκάμα εργαλείων, το λογισμικό αυτό έχει τη δυνατότητα να εξάγει και να εντοπίζει χαρακτηριστικά τα οποία βασίζονται στην χωρική κατανομή, φασματική υπογραφή, και την υφή των αντικειμένων (π.χ. δείκτης βλάστησης). Μεγάλο ρόλο στην εξαγωγή των αποτελεσμάτων της εικόνας διαδραματίζει και η ανάλυση της, η οποία όσο καλύτερη είναι τόσο καλύτερα και πιο ασφαλή είναι τα αποτελέσματα που θα εξαχθούν ούτως ώστε να γίνουν οι παρατηρήσεις που ενδεχομένως απαιτούνται για ορισμένες ή όλες τις οντότητες. Με την χρήση του λογισμικού αυτού στην συγκεκριμένη εργασία

έγινε περικοπή των δορυφορικών εικόνων Pleiades στις περιοχές μελέτης για να μειωθεί το μέγεθος των εικόνων αυτών και για να επεξεργαστούν γρηγορότερα, καθώς έγινε βελτίωση αυτών και της αισθητικής τους για τη καλύτερη ανάλυση και ανάδειξη των οντοτήτων.

- Το **ENVI Zoom 4.7** είναι ένα λογισμικό μέσα από το οποίο βελτιώνεται η οπτική της εικόνας (π.χ. μεταβολές στην φωτεινότητα, στην αντίθεση κ.α.) με διάφορα εργαλεία που περιέχει. Οι διάφορων τύπων ψηφιακές εικόνες μπορούν να γίνουν όσο το δυνατόν καλύτερες με σκοπό τη βέλτιστη ερμηνεία των εικόνων. Διαθέτει επίσης, παράθυρα μέσα από τα οποία γίνεται η ερμηνεία της εικόνας με μεγάλη ακρίβεια αφού επιτρέπει να εξεταστεί ολόκληρη η εικόνα χωρίς να χαθεί κάποιο κομμάτι κατά την διάρκεια της ερμηνείας. Η εφαρμογή του ENVI Zoom 4.7 σε αυτήν την εργασία έγινε στις εικόνες τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν από το δορυφορικό σύστημα Pleiades με σκοπό την ερμηνεία αυτών όσο των δυνατόν βέλτιστα και με μεγάλη ακρίβεια.
- Το **Microsoft Excel 2010** χρησιμοποιήθηκε στην εργασία για να επεξεργαστούν τα δεδομένα Excel που αποκτήθηκαν από το ΤΑΣ ώστε να γίνουν κατάλληλα για την ανάλυση της εργασίας και την χρήση τους σε άλλα λογισμικά. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε στην πραγμάτωση υπολογισμών από τα δεδομένα του ΤΑΣ και υπολογισμοί από τα αποτελέσματα που εξήχθησαν με στόχο να δημιουργηθούν σε αυτό το λογισμικό, στατιστικοί πίνακες και διαγράμματα.
- Μέσω της χρήσης του **Google Earth (7.1.2)** στην συγκεκριμένη εργασία κατέστη δυνατόν να επαληθευτούν τα αποτελέσματα των βλαβών της ερμηνείας των δορυφορικών εικόνων Pleiades που αφορούν λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον λόγω του ότι δεν βρέθηκαν εικόνες από το δορυφορικό σύστημα Pleiades πριν τους σεισμούς στην νήσο Κεφαλονιά για επιτευχθεί η επαλήθευση. Χρησιμοποιήθηκε λοιπόν από το Google Earth εικόνα από τις περιοχές μελέτης που αφορά η εργασία με πιο κοντινή ημερομηνία λήψης στους σεισμού στις 5 Ιουλίου 2013.

5.2 Μεθοδολογία

Με σκοπό να επιτευχθεί η διαδικασία επαλήθευσης βλαβών μεταξύ της ερμηνείας των εικόνων Pleiades και των στοιχείων του ΤΑΣ ώστε να αναδειχθεί ποια είναι η αποτελεσματικότητα των δορυφορικών εικόνων Pleiades στην ανίχνευση βλαβών, ακολουθήθηκε η παρακάτω μεθοδολογία. Αρχικό στάδιο της μεθοδολογίας ήταν η επεξεργασία των δεδομένων της εργασίας, δηλαδή των στοιχείων του ΤΑΣ και των δορυφορικών εικόνων Pleiades με σκοπό αυτά να επεξεργαστούν και να τροποποιηθούν έτσι ώστε να πληρούν τις προϋποθέσεις της εργασίας.

Αρχικά, με τη χρήση του λογισμικού Excel ταξινομήθηκαν τα στοιχεία του ΤΑΣ με βάσει αν οι περιοχές που ανήκαν τα κτήρια ήταν αυτές οι οποίες εξετάζονται στην εργασία και αν σε αυτά περιέχονταν όλα τα στοιχεία για τις βλάβες (π.χ. θέση κτηρίου, βλάβες ανά όροφο κ.α.) στην διαδικτυακή πλατφόρμα Διαύγεια του Υπουργείου Εσωτερικών με βάσει τον ΑΔΑ (Αριθμό Διαδικτυακής Αναζήτησης) που κατείχαν από τα αρχικά πρωτογενή δεδομένα του ΤΑΣ. Με την διαδικασία αυτή δημιουργήθηκε ένα νέο Excel το οποίο περιείχε συγκεκριμένα κτήρια κατάλληλα για την εργασία.

Επόμενο βήμα ήταν να επεξεργαστεί η εικόνα Pleiades. Αφού λοιπόν εισήχθη στο λογισμικό ENVI 4.7 στην αρχικής της μορφή, αποκόπηκαν από αυτή τμήματα τα οποία παρείχαν τις περιοχές μελέτης της εργασίας. Με την αποκοπή αυτών των τμημάτων, ουσιαστικά δημιουργήθηκαν νέες εικόνες μικρότερου μεγέθους που στόχευαν συγκριμένες περιοχές. Σε αυτές τις νέες εικόνες βελτιώθηκαν τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά με την χρήση εργαλείων από το λογισμικό ENVI 4.7 ώστε να γίνει καλύτερη οπτική ερμηνεία και ανίχνευση των βλαβών. Ακόμα, οι νέες και βελτιωμένες εικόνες με την χρήση του λογισμικού ENVI 4.7 μετασχηματίστηκαν σε μορφή κατάλληλη ώστε να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν στο λογισμικό ArcGIS 10.3.1 με σκοπό την εξαγωγή των αποτελεσμάτων σε μορφή χαρτών.

Μετά από την επεξεργασία που υπέστησαν τα δεδομένα της εργασίας, σειρά είχε η ανάλυση αυτών με στόχο την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Με βάση λοιπόν τις εικόνες που δημιουργήθηκαν στο ENVI 4.7 έγινε η οπτική ανίχνευση και αναγνώριση των βλαβών σε κεραμοσκεπές, λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον ανά περιοχή. Επιπλέον, οι βλάβες που εντοπίζονταν από τις εικόνες στο ENVI 4.7 αποτυπώνονταν στις εικόνες του ArcGIS 10.3.1 με την μορφή διαφόρων

σημειακών συμβόλων (ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκαν π.χ. πιθανές βλάβες). Αποτέλεσμα των παραπάνω διαδικασιών ήταν η δημιουργία χαρτών από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades.

Συνεχίζοντας την ανάλυση, έγινε επίσης η αναγνώριση των βλαβών στις κεραμοσκεπές από τα στοιχεία του ΤΑΣ. Οι βλάβες που αναγνωρίζονταν από τα στοιχεία τοποθετούνταν με την σειρά τους και αυτές στο ArcGIS 10.3.1 με την μορφή σημειακών συμβόλων. Αποτέλεσμα, ήταν να δημιουργηθούν χάρτες που περιείχαν τις αναγνωρισμένες βλάβες στις κεραμοσκεπές βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ.

Τέλος, έγινε αρχικά η ταύτιση για τις βλάβες στις κεραμοσκεπές μεταξύ χαρτών της ερμηνείας των εικόνων Pleiades και στοιχείων του ΤΑΣ και έπειτα ακολούθησε η επαλήθευση των αποτελεσμάτων των χαρτών της ερμηνείας των εικόνων Pleiades για λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον με διαφορά στοιχεία για τις βλάβες αυτές από το διαδίκτυο (π.χ. χρήση εικόνων google earth κ.α.) με σκοπό την ανάδειξη της αποτελεσματικότητας των εικόνων Pleiades στην ανίχνευση βλαβών.

6. Επεξεργασία – Ερμηνεία

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να παρουσιάσει αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων του ΤΑΣ και των δορυφορικών εικόνων Pleiades, την διαδικασία ανίχνευσης και αναγνώρισης των βλαβών με βάση τις εικόνες Pleiades, την διαδικασία αναγνώριση των βλαβών βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ και την διαδικασία σύγκρισης των αποτελεσμάτων από τις εικόνες Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ.

6.1 Επεξεργασία δεδομένων ΤΑΣ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για να γίνει η επαλήθευση των αποτελεσμάτων των βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades μετά το σεισμό, χρειάζονταν εικόνες της ίδιας περιοχής δηλαδή της νήσου Κεφαλονιάς πριν από το μεγάλο και κύριο σεισμό δηλαδή πριν της 26/1/2014. Ωστόσο, λόγω της έλλειψης τέτοιου είδους εικόνων ήταν αναγκαία η χρήση δεδομένων με τα οποία θα μπορούσε να γίνει η επαλήθευση της ερμηνείας ώστε να καταγραφεί η ικανότητα των δορυφορικών εικόνων Pleiades στην ανίχνευση των βλαβών μετά από ένα σεισμικό γεγονός. Έτσι λοιπόν, μετά από αναζήτηση βρέθηκαν δεδομένα επιτόπιας έρευνας από την αυτοτελή υπηρεσία ΤΑΣ (Ταμείο Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων) του Νομού Κεφαλληνίας σε μορφή Excel. Μια πρώτη εικόνα για τα περιεχόμενα αυτού του Excel παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΩΤ.	ΗΜ/ΝΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	ΟΔΟΣ ΘΕΣΗ ΟΙΚΙΣΜΟΣ	ΤΟΠ/ΔΗΜ.ΚΟΙΝ.	Α.Δ.Α.	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
13	37	30/06/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	Ν.ΚΑΒΒΑΔΙΑ 1	ΛΗΞΟΥΡΙ	8Y00OP19-ETA	M.K.
14	413	07/07/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΛΗΞΟΥΡΙΟΥ	ΩΩ1KOP1Φ-ZT2	M.K.
15	317	04/07/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΜΑΡΙΝΟΥ ΓΕΡΟΥΛΑΝΟΥ 36	ΛΗΞΟΥΡΙΟΥ	Ω9PΨOP1Φ-ΘXΗ	M.K.
16	278	04/07/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΘΕΡΜΟΠΥΛΩΝ 2	ΛΗΞΟΥΡΙΟΥ	7HΣΠOP1Φ-ΘNH	M.K.
17	374	07/07/14	ΑΠΟΘΗΚΗ	ΦΑΡΣΑ	ΦΑΡΣΩΝ	Ω9PΧOP1Φ-E7N	M.K.
18	271	04/07/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΣΟΥΛΛΑΡΟΙ	ΣΟΥΛΛΑΡΩΝ	ΩΓKHOP1Φ-5NO	M.K.
19	527	07/07/14	ΑΠΟΘΗΚΗ	ΚΟΥΡΟΥΚΛΑΤΑ	ΚΟΥΡΟΥΚΛΑΤΩΝ	7M3KOP1Φ-ΣΛΕ	M.K.
20	445	07/07/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΛΙΒΑΔΙ	ΚΟΥΒΑΛΑΤΑ	83ZΦOP1Φ-ΓΣΗ	M.K.
21	313	04/07/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΓΕΝΝΑΤΑΣ ΛΟΥΝΤΖΑ	ΛΗΞΟΥΡΙΟΥ	Ω3B0OP1Φ-ΣΠΥ	M.K.
22	43	30/06/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΦΑΡΣΑ	ΦΑΡΣΩΝ	Ω7X0OP1Φ-ΩOP	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
23	265	04/07/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΛΗΞΟΥΡΙ	7BΔΔOP1Φ-YN4	M.K.

Πίνακας 6.1: Τα περιεχόμενα του Excel από το ΤΑΣ.

Πηγή: Ταμείο Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων (ΤΑΣ).

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα οι βασικές κατηγορίες που περιέχονται στα στοιχεία και οι οποίες χρειαζόνταν για την ανάλυση της εργασίας είναι: ο αριθμός πρωτοκόλλου, η οδός - θέση του κτηρίου στον οικισμό, το τοπογραφικό-δημοτικό διαμέρισμα στο οποίο ανήκει το κτήριο, το Α.Δ.Α το οποίο είναι ο Αριθμός Διαδικτυακής Αναζήτησης (αναζήτηση στον ιστότοπο Διαύγεια του Υπουργείου Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης) και το είδος του κτηρίου.

Ωστόσο στα στοιχεία αυτά υπήρχαν χιλιάδες έγγραφες με κτήρια από όλον τον νομό Κεφαλληνίας τα οποία είχαν υποστεί διαφορές βλάβες και τα οποία βρίσκονταν σε διαφορετικά δημοτικά διαμερίσματα. Έτσι λοιπόν, επειδή τα στοιχεία ήταν διάσπαρτα λόγω του αριθμού πρωτοκόλλου που έπαιρναν οι δηλώσεις στο σύστημα καταγραφής και λόγω του ότι επίσης η εργασία αφορούσε μόνο τις τρεις περιοχές μελέτης Ληξούρι, Άγιο Δημήτριο και Λιβάδι έπρεπε τα κτήρια που περιέχονταν στο Excel του ΤΑΣ να ταξινομηθούν βάσει των περιοχών μελέτης και την ύπαρξη τους ή όχι στο ιστότοπο διαύγεια του Υπουργείου (εάν υπάρχουν δεδομένα στην βάση του υπουργείου για ένα κτήριο βάσει του Α.Δ.Α ή εάν υπήρχε έλλειψη των στοιχείων αυτών) για να είναι πιο

κατάλληλα για την ανάλυση. Γι' αυτούς τους λόγους έπρεπε να δημιουργηθεί ξανά το Excel των στοιχείων του ΤΑΣ το οποίο να περιέχει τις παραπάνω αλλαγές. Η μετατροπή του Excel αυτού φαίνεται στο παρακάτω πίνακα:

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΩΤ	ΗΜ/ΝΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	ΟΔΟΣ ΘΕΣΗ ΟΙΚΙΣΜΟΣ	ΤΟΠ/ΔΗΜ.ΚΟΙΝ.	Α.Δ.Α.	ΕΙΔΟΣ
686	84	12/01/15	ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΚΑΙ ΙΔΡΥΜΑ	ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ 1	ΛΗΞΟΥΡΙ	08110P1Φ-ΗΓΛ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
687	262	29/01/15	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΚΡΑΣΟΠΑΤΕΡΑ 2	ΛΗΞΟΥΡΙ	04380P1Φ-Ξ3Ω	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
690	2778	17/11/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΔΙΓΕΝΗ 10	ΛΗΞΟΥΡΙ	089M0P1Φ-8XΩ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
696	2758	17/11/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΜΕΤΑΧΑ 4	ΛΗΞΟΥΡΙ	0ΠΦM0P1Φ-Ε5Θ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
697	4164	31/12/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΛΟΥΖΗ 4	ΛΗΞΟΥΡΙ	7Θ670P1Φ-ΣΑΒ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
698	2684	06/11/14	ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΓΡΑΦΕΙΑ	ΔΕΛΛΑΠΟΡΤΑ 4	ΛΗΞΟΥΡΙ	73280P1Φ-89N	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
699	181	23/01/15	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΜΠΑΣΙΑ 19	ΛΗΞΟΥΡΙ	8ΦN20P1Φ-ΑΚΛ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
702	2105	11/07/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΛΑΣΚΑΡΑΤΟΥ 21	ΛΗΞΟΥΡΙ	7Γ4M0P1Φ-ΓΒΤ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
703	2175	03/10/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΑΒΛΙΚΟΥ 28	ΛΗΞΟΥΡΙ	7ΚΣ00P1Φ-ΥΜΧ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ

Πίνακας 6.2: Παράδειγμα πίνακα με τα στοιχεία του ΤΑΣ μετά την επεξεργασία τους. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Αφού λοιπόν ταξινομήθηκαν τα στοιχεία βάσει των περιοχών μελέτης (Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος, Λιβάδι), προστεθήκαν χρώματα τα οποία υποδεικνύουν την ύπαρξη ή όχι των βασικών στοιχείων που χρειάζονταν για την ανάλυση της εργασίας στο διαδικτυακό ιστότοπο Διαύγεια του Υπουργείου. Πιο συγκεκριμένα:

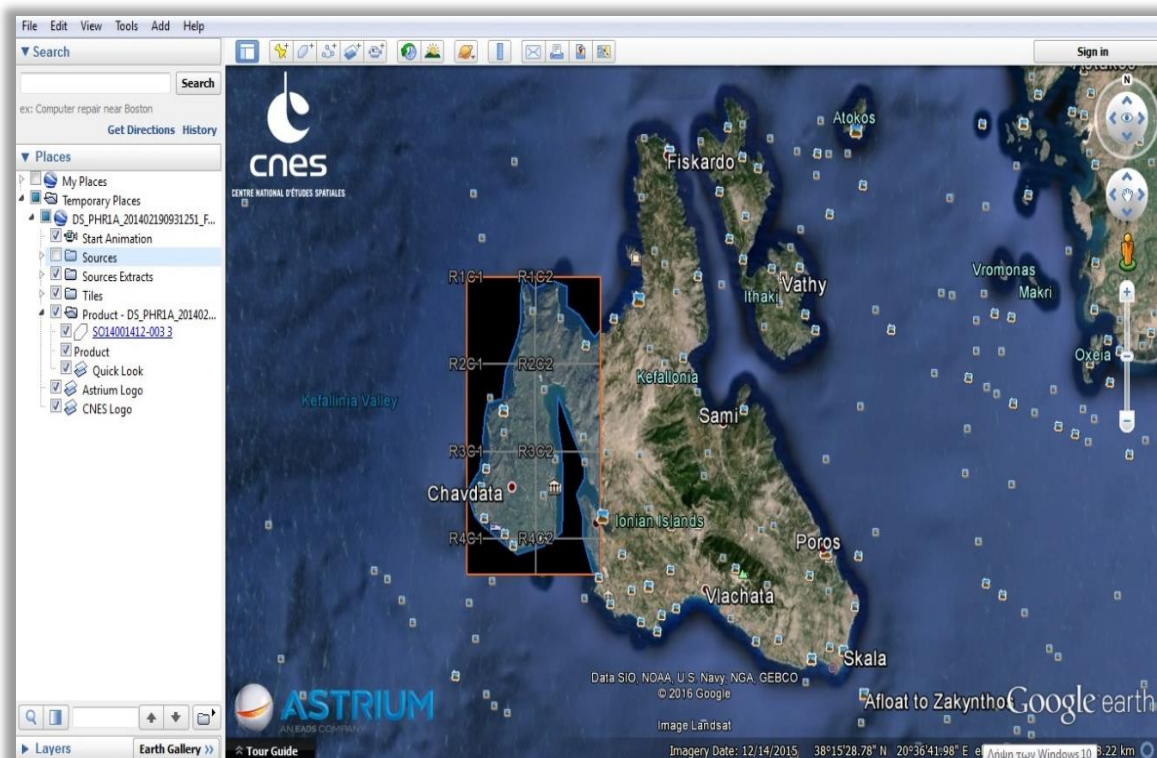
- ολόκληρες γραμμές με **πράσινο** χρώμα υποδηλώνουν την ύπαρξη όλων των απαιτήτων στοιχείων (π.χ. θέση) για τα κτήρια με βλάβες στον διαδικτυακό ιστότοπο Διαύγεια
- ολόκληρες γραμμές με **πορτοκαλί** χρώμα υποδηλώνουν την ύπαρξη της θέσης των κτηρίων τα οποία έχουν υποστεί βλάβες αλλά δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με το είδος των βλαβών στον διαδικτυακό ιστότοπο Διαύγεια

- **πορτοκαλί** γραμμές με **κόκκινη** την στήλη του Α.Δ.Α (Αριθμού Διαδικτυακής Αναζήτησης) υποδηλώνει την μη ύπαρξη στοιχείων στον διαδικτυακό ιστότοπο Διαύγεια για τα κτήρια που έχουν υποστεί βλάβες

Με την παραπάνω επεξεργασία επετεύχθη η δημιουργία νέων δεδομένων τα οποία είχαν καλύτερη ταξινόμηση και από τα οποία εντοπίστηκαν οι θέσεις και το είδος των βλαβών που είχαν υποστεί τα κτήρια μετά το πέρας των σεισμών.

6.2 Επεξεργασία δορυφορικών εικόνων Pleiades

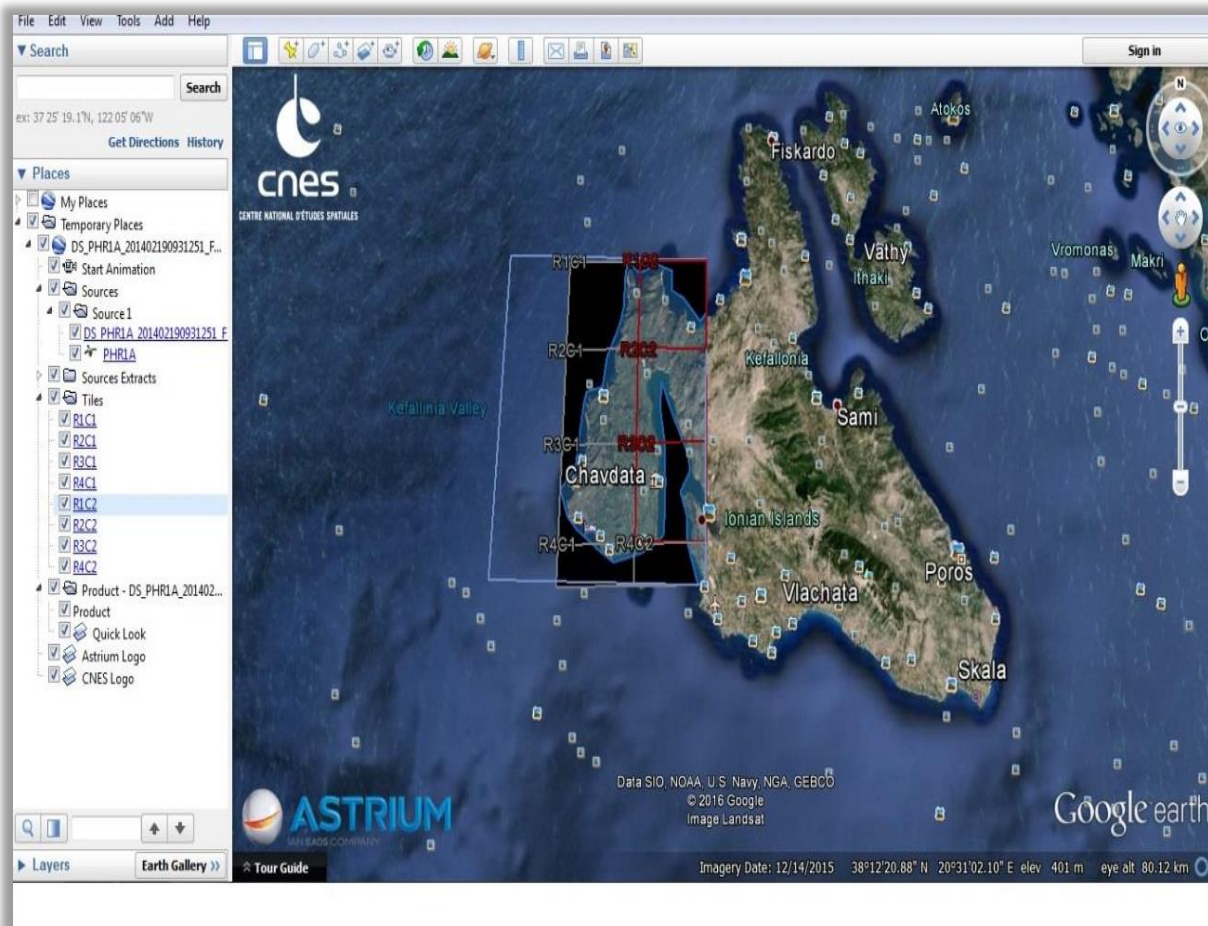
Με σκοπό την ανίχνευση των βλαβών μετά τον μεγάλο σεισμό στις 26/1/2014 και τους μετασεισμούς που ακολούθησαν στην νήσο Κεφαλονιά όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης από το δορυφορικό σύστημα Pleiades με ημερομηνία λήψης 19/2/2014 . Η εικόνα λοιπόν, για τη περιοχή της Κεφαλονιάς ήταν κομμένη με βάση τις περιοχές που είχαν κατά βάση πληγεί από το σεισμό αλλά και βάσει του που βρισκόταν το επίκεντρο του σεισμού. Τα κομμάτια λοιπόν που αποκτήθηκαν από την εταιρεία Terra Spatium με τις εικόνες Pleiades για τη νήσο Κεφαλονιά φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.1: Κομμένα τμήματα της δορυφορικής εικόνας Pleiades.

Πηγή: Astrium an EADS Company and CNES

Από τα 8 τμήματα της δορυφορικής εικόνας Pleiades για την νήσο Κεφαλονιά, στην εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα τρία τμήματα τα οποία έχουν σημειωθεί με κόκκινο περίγραμμα (βλέπε εικόνα 6.2) και όπου περιέχουν τις περιοχές μελέτης (Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος, Λιβάδι και Παραλία Μύρτου) στις οποίες επικεντρώθηκε η εργασία.



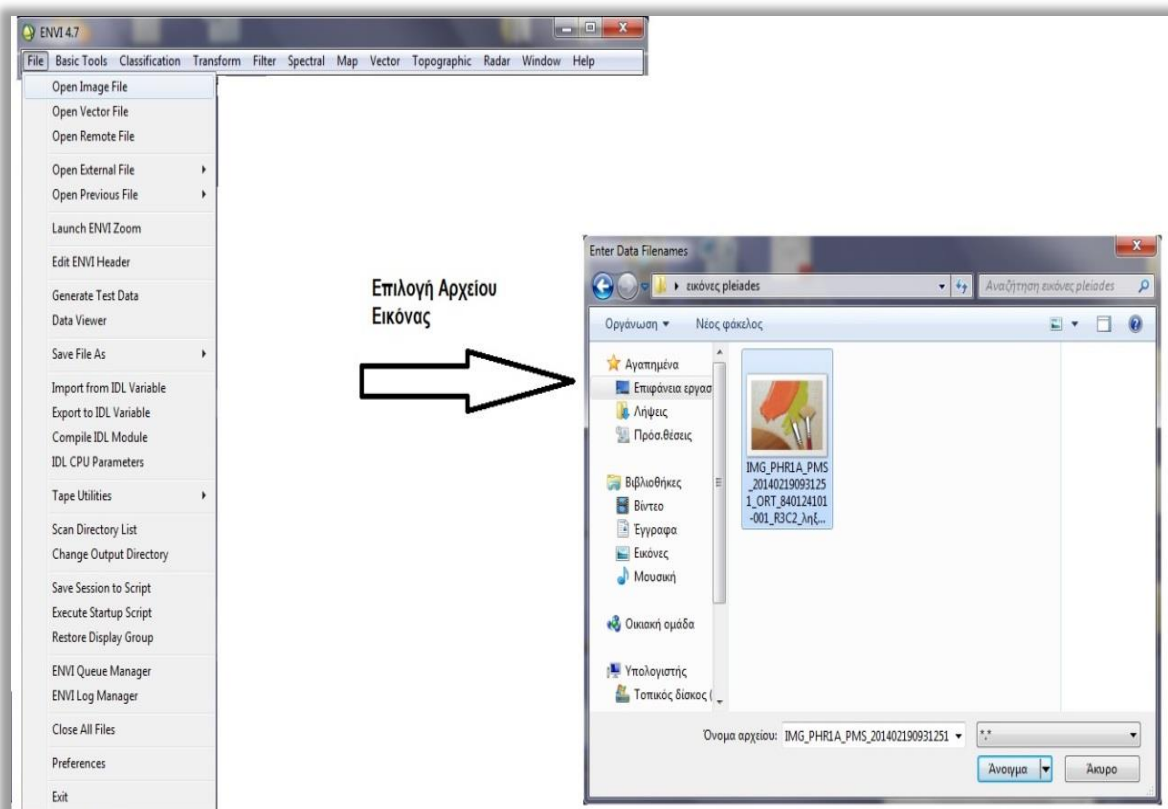
Εικόνα 6.2: Τμήματα εικόνων Pleiades για την νήσο Κεφαλονιά με το κόκκινο περίγραμμα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της εργασίας.

Πηγή: Astrium an EADS Company and CNES

Ωστόσο τα κομμένα αυτά τμήματα της δορυφορικής εικόνας Pleiades που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της εργασίας έπρεπε να επεξεργαστούν περαιτέρω ούτως ώστε να είναι κατάλληλα για τη χρήση τους στην εργασία. Πιο συγκεκριμένα, αυτά έπρεπε αρχικά να περικοπούν περαιτέρω για να μειωθεί το μέγεθος τους (το κανονικό και αρχικό μέγεθος στο οποίο βρίσκονταν ξεπερνά το 1.5 GB) ώστε να μπορούν οι διαδικασίες που αφορούν την εικόνα να «τρέξουν» πιο γρήγορα, να αφορούν μόνο στις περιοχές μελέτης της εργασίας και τέλος να γίνουν βελτιώσεις σε αυτές. Οι βελτιώσεις αυτές αφορούν τις νέες εικόνες και σκοπό έχουν την επίτευξη όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ευκρίνειας και αισθητικής σε αυτές με στόχο την πιο

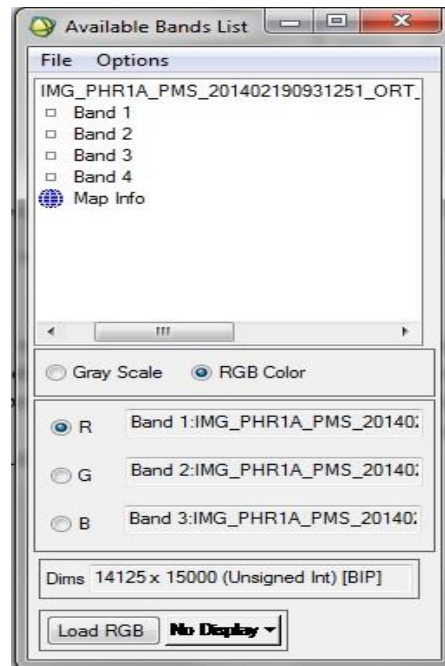
αποτελεσματική ανίχνευση των βλαβών που προκλήθηκαν από το σεισμό. Για τη περικοπή και την βελτίωση των εικόνων ώστε να είναι οι βέλτιστες δυνατές για την ανάλυση τους και την ανίχνευση των βλαβών, ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία με την χρήση του λογισμού ENVI 4.7:

Αρχικά κόπηκαν οι πρωταρχικές εικόνες στο κατάλληλο μέγεθος και στις περιοχές μελέτης της εργασίας. Στο λογισμικό ENVI 4.7 έγινε η εισαγωγή των αρχικών εικόνων για να υποστούν επεξεργασία από το **File → Open image file** όπου επιλέχθηκε η θέση και το αρχείο της εικόνας Pleiades για να ανοίξει από το υπολογιστή και στην συνέχεια πατήσαμε **Άνοιγμα** (βλέπε Εικόνα 6.3) .



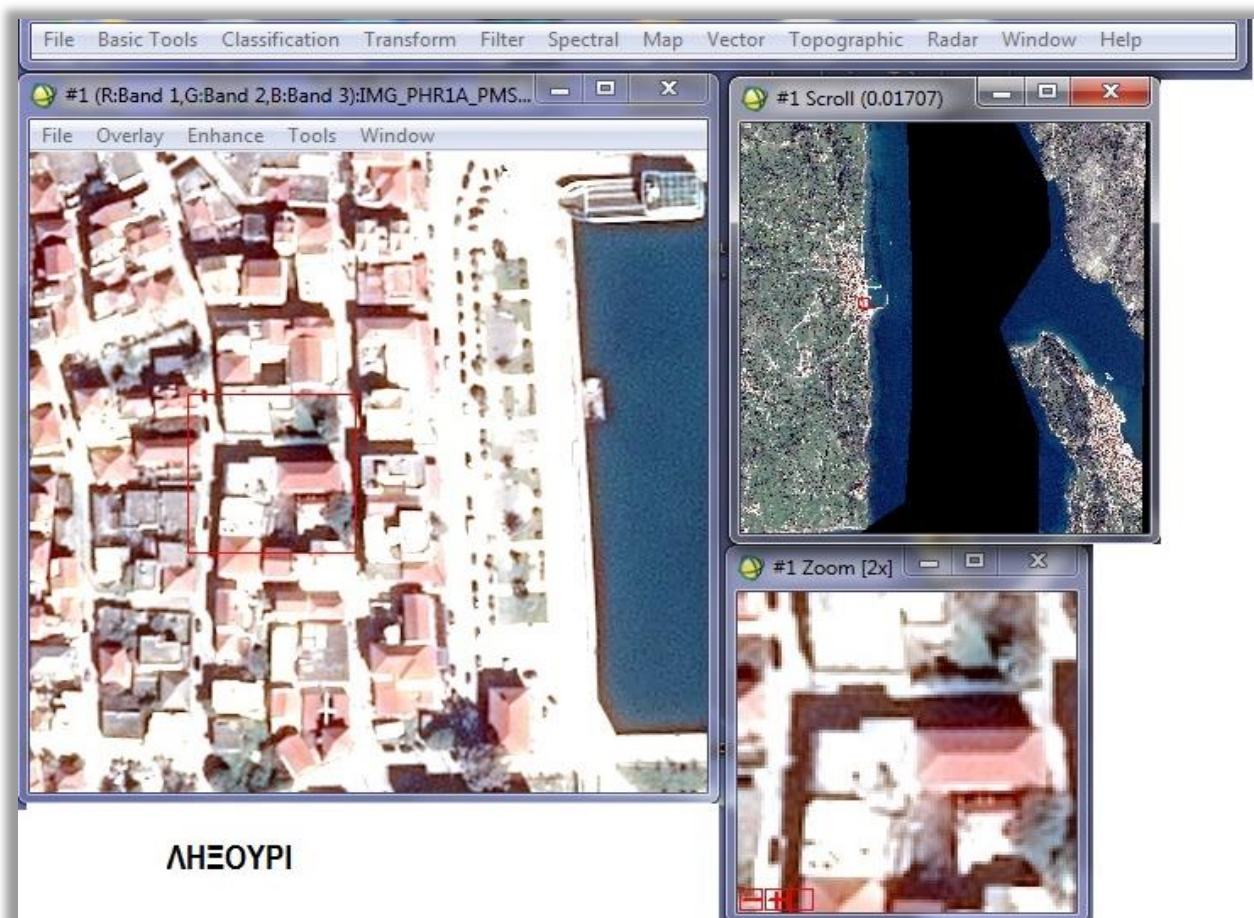
Εικόνα 6.3: Άνοιγμα εικόνας Pleiades στο λογισμικό ENVI 4.7. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Αφού άνοιξαν τα δεδομένα της εικόνας στο παράθυρο που περιέχει τα φασματικά κανάλια της εικόνας το **Available Band List**, ανοίξαμε την εικόνα επιλέγοντας αρχικά την μπάρα με το **RGB Color** και για κάθε ένα από τα R, G, B επιλέξαμε τα αντίστοιχα κανάλια 1, 2, 3 (του ορατού στο σύστημα Pleiades) και πατήσαμε **Load RGB** ούτως ώστε να εμφανιστεί μια True Color εικόνα (βλέπε Εικόνες 6.4, 6.5).



Εικόνα 6.4: Άνοιγμα True Color εικόνας από Available Band List του ENVI 4.7.

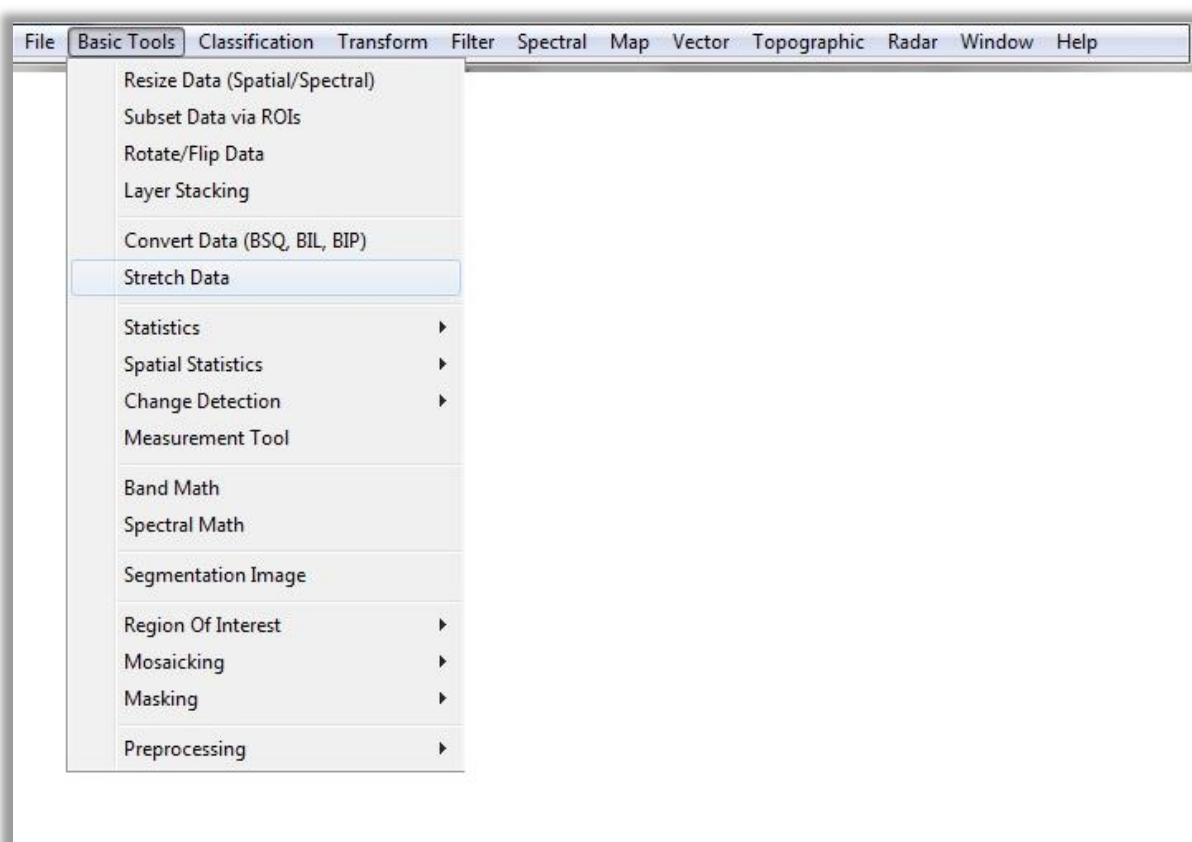
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 6.5: Η εικόνα Pleiades για το Ληξούρι μετά το άνοιγμα της στο ENVI 4.7.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

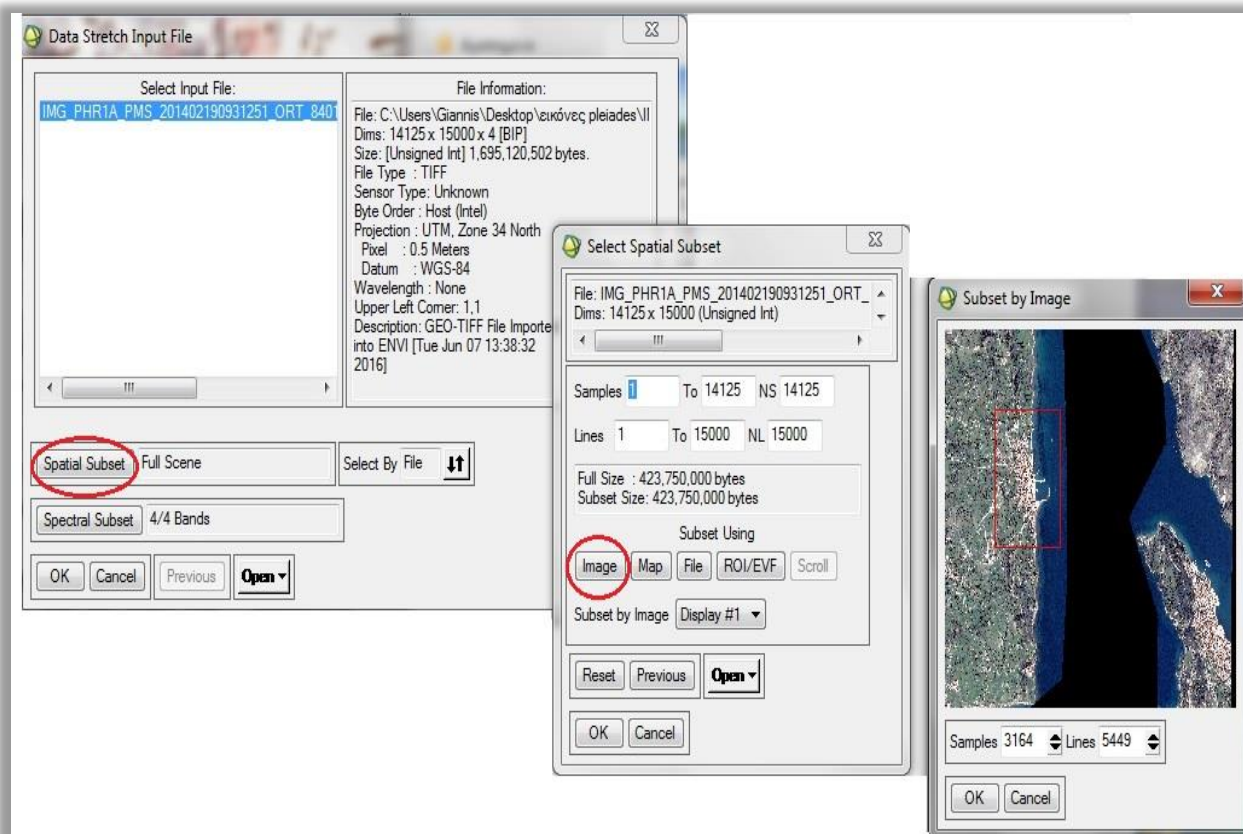
Στην εικόνα 6.5 παρουσιάζεται η κομμένη εικόνα από το δορυφορικό σύστημα Pleiades στην αρχική μορφή της και μέγεθος σε τρία διαφορετικά παράθυρα (παράθυρο εικόνας, scroll και zoom όπως τα εμφανίζει το ENVI 4.7) που αφορά την ευρύτερη περιοχή του Ληξουρίου όπου θα αναδειχθεί πως θα γίνει η περικοπή και η βελτίωσή της με στόχο να χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση της παρούσας εργασίας. Ανοίγοντας την εικόνα στο ENVI υπάρχει η δυνατότητα πλέον να γίνει η επεξεργασία. Στην συνέχεια για να κοπεί η εικόνα στο μέγεθος που χρειάζεται και με βελτιωμένα τα χαρακτηριστικά, από την μπάρα των εργαλείων του ENVI πατάμε **Basic Tools**→ **Stretch Data** (βλέπε Εικόνα 6.6).



Εικόνα 6.6: Πρώτο βήμα για το κόψιμο τις δορυφορικής εικόνας στο Envi 4.7.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Εμφανίζεται τότε το παράθυρο **Data Stretch Input File** στο οποίο επιλέγουμε το αρχείο της εικόνας να γίνει το Stretch. Αφού έγινε η επιλογή του αρχείου στην συνέχεια πατάμε **Spatial Subset**→ **Image** (βλέπε Εικόνα 6.7) όπου εμφανίζεται η εικόνα για επεξεργασία, με ένα κόκκινο πλαίσιο μέσα σε αυτήν, με το οποίο οριοθετούμε την περιοχή που θέλουμε και το μέγεθος επίσης για να κοπεί η εικόνα και πατάμε **OK**→**OK**→**OK**.

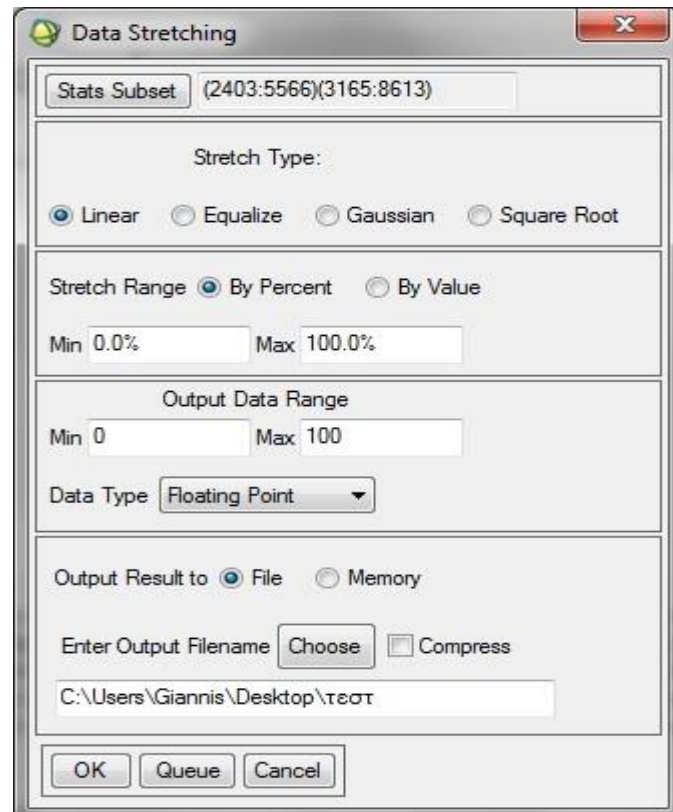


Εικόνα 6.7 Διαδικασία κοψίματος εικόνας στο ENVI 4.7.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τέλος εμφανίζεται ένα παράθυρο το οποίο ονομάζεται **Data Stretching** (βλέπε Εικόνα 6.8) όπου έγινε η επιλογή των παρακάτω:

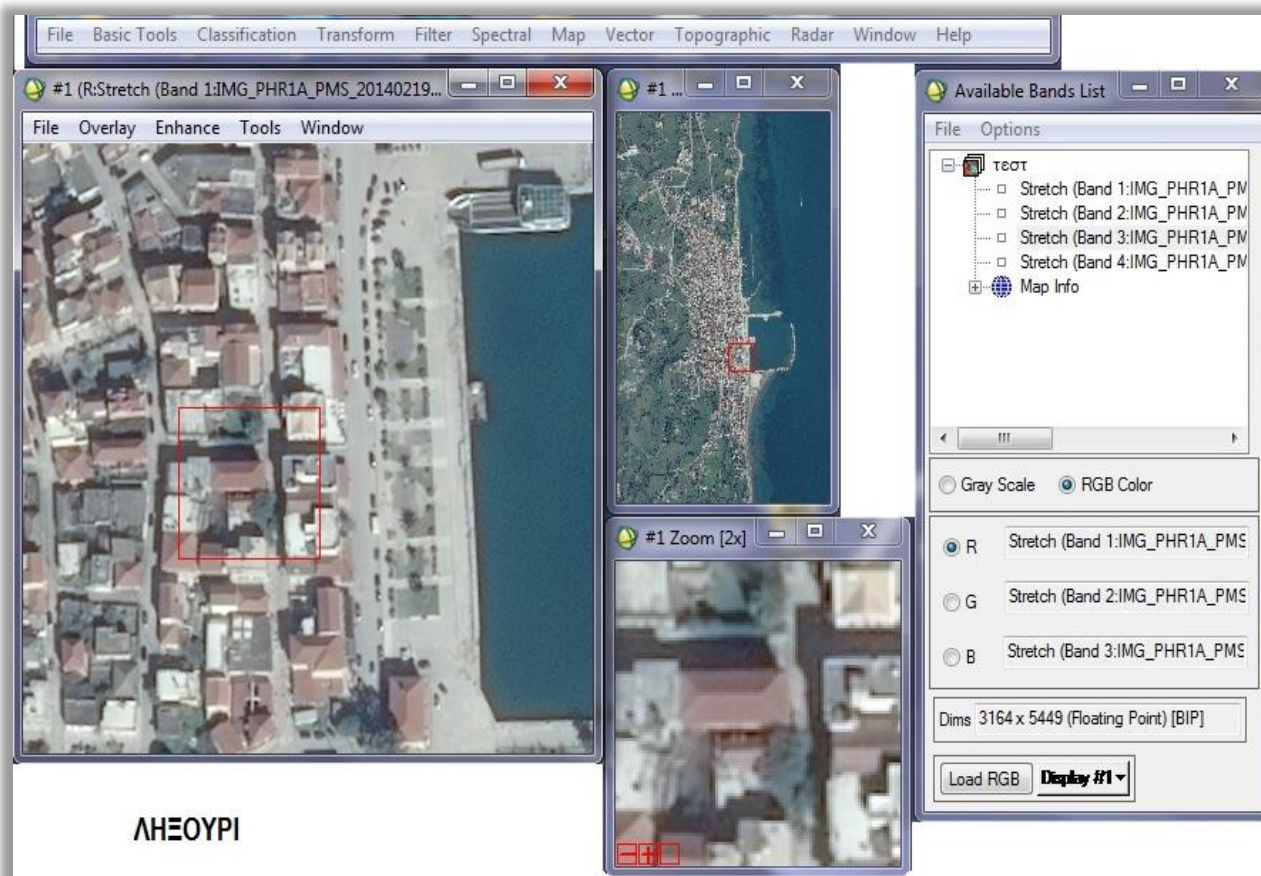
- το είδος του stretch (stretch type) που θα χρησιμοποιηθεί (π.χ. Linear = γραμμικό)
- το εύρος του stretch (range stretch) και με τι είδους τιμές
- το εύρος που θέλουμε να εξαχθεί στο αποτέλεσμα (output data range) και το τύπο των τιμών αυτού
- το χώρο που θα αποθηκευτεί



Εικόνα 6.8: Τελικές ρυθμίσεις στο Data Stretching για την δημιουργία της νέας εικόνας.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

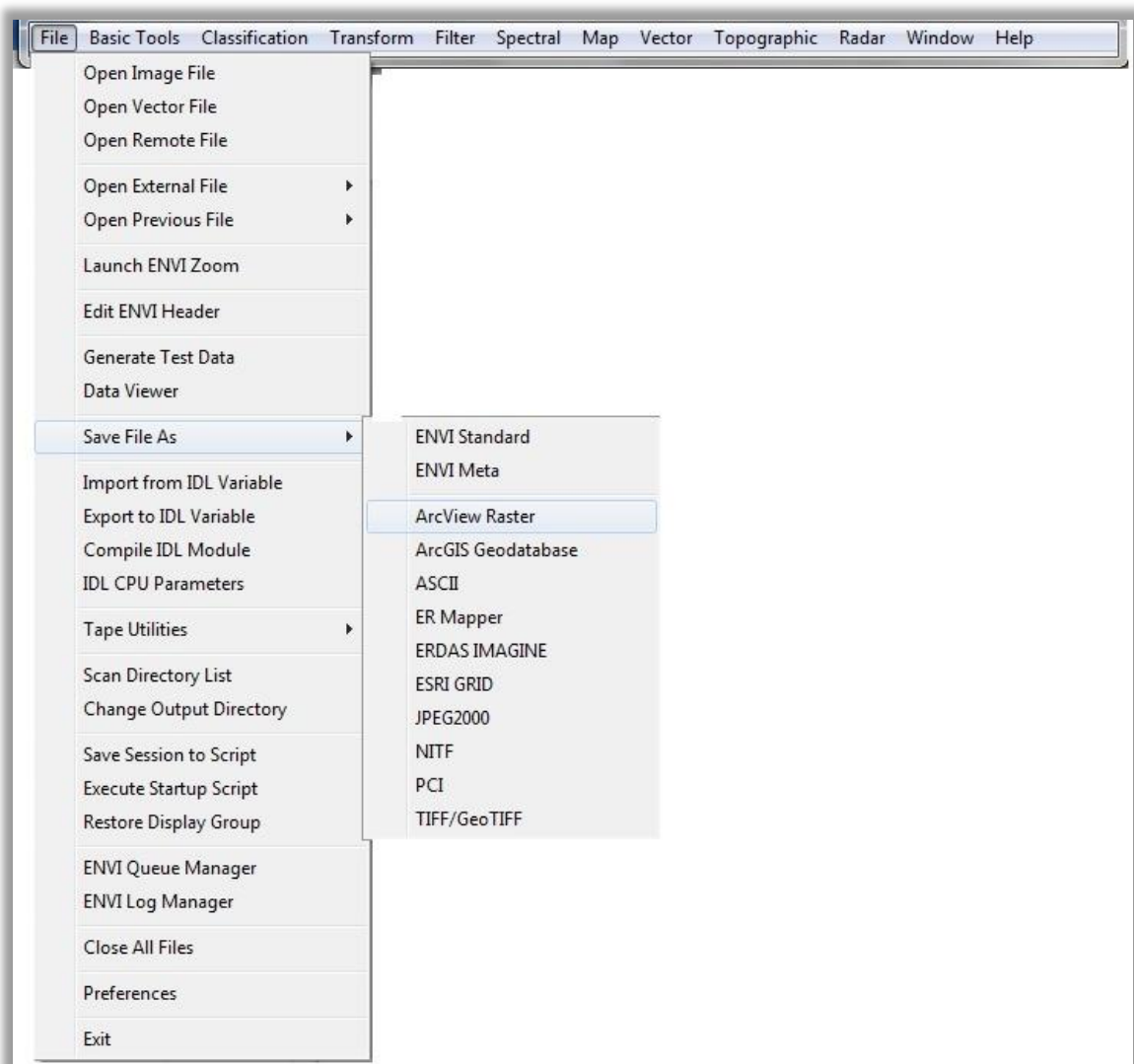
Τέλος πατάμε **OK** και δημιουργείται μια νέα εικόνα με μικρότερο μέγεθος, με κανάλια που έχουν υποστεί stretch, όπου εστιάζει σε συγκεκριμένη περιοχή και έχει αισθητή βελτίωση όσον αφορά τα ποιοτικά της χαρακτηριστικά (π.χ. ευκρίνεια) (βλέπε Εικόνα 6.9) σε σχέση με την αρχική εικόνα πριν την επεξεργασία. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τις υπόλοιπες εικόνες των περιοχών μελέτης της εργασίας όπου έγιναν και αυτές με την σειρά τους κατάλληλες για την ανάλυση.



Εικόνα 6.9: Κομμένη και βελτιωμένη εικόνα Pleiades μέσω της χρήσης το λογισμικού ENVI 4.7.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Μια ακόμα επεξεργασία που έπρεπε να γίνει με την εικόνα Pleiades ήταν να μετατραπεί σε μορφή κατάλληλη για την χρήση της στο ArcGIS 10.3.1 και την μετέπειτα δημιουργία χαρτών. Έτσι λοιπόν, έπρεπε οι κομμένες και βελτιωμένες εικόνες που δημιουργήθηκαν στο ENVI να περαστούν στο ArcGIS για να δημιουργηθούν οι χάρτες οι οποίοι θα αναδεικνύουν τα τελικά αποτελέσματα της εργασίας. Πιο συγκεκριμένα στην μπάρα του λογισμικού ENVI επιλέγουμε **File** → **Save As File** → **ArcView Raster** (βλέπε Εικόνα 6.10) όπου ανοίγει ένα παράθυρο στο οποίο επιλέχθηκε το αρχείο (στην προκειμένη περίπτωση γίνεται επιλογή των κομμένων και βελτιωμένων εικόνων που δημιουργήθηκαν στο ENVI) που θέλουμε, πατάμε **OK**, επιλέγουμε που θα αποθηκευτεί το αρχείο και τέλος πατάμε πάλι **OK**. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε μια εικόνα αρχείου τύπου *bill* που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο ArcGIS.



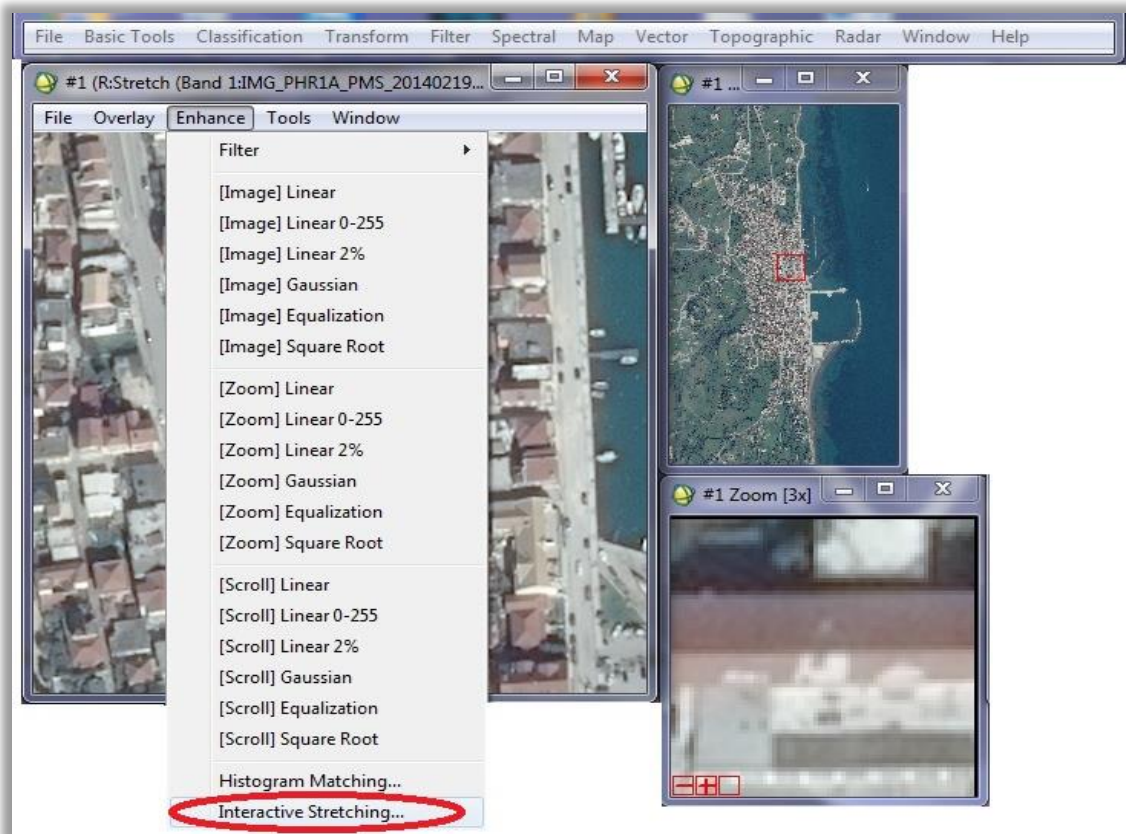
Εικόνα 6.10: Δημιουργία αρχείου εικόνας για το ArcGIS με την χρήση του λογισμικού ENVI.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

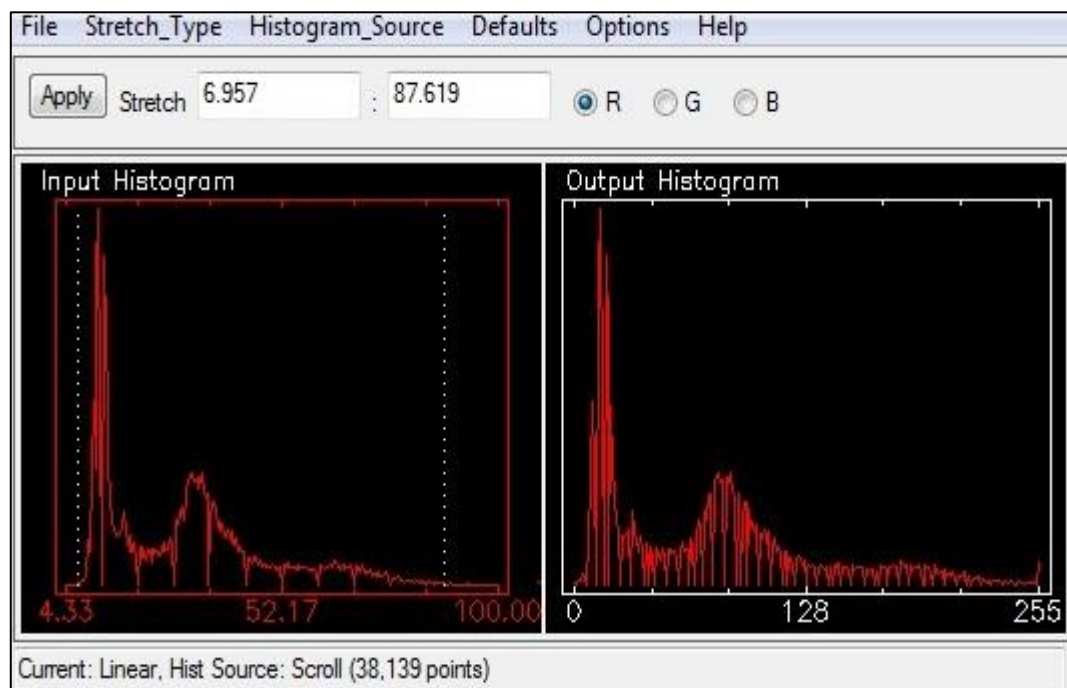
Έχοντας λοιπόν τη νέα εικόνα που δημιουργήσαμε στο ENVI (βλέπε Εικόνα 6.9) μπορέσαμε να προχωρήσουμε στην ανίχνευση των βλαβών. Ωστόσο, υπήρξε η δυνατότητα για περαιτέρω βελτίωση της εικόνας. Η βελτίωση της εικόνας μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με **διάταση** (τέντωμα) του ιστογράμματος συχνοτήτων είτε με **σύμπτυξη** αυτού, όπου με αυτές τις διαδικασίες μεταβάλλεται το εύρος του ιστογράμματος, διατηρείται η διάταξη των τιμών των εικονοστοιχείων και παράλληλα βελτιώνεται αισθητικά η εικόνα (Μερτίκας, 2009). Η διαδικασία είναι η εξής:

Από το κυρίως παράθυρο τις εικόνας που άνοιξε στο ENVI 4.7 επιλέγουμε την εντολή **Enhance → Interactive Stretching** (βλέπε Εικόνα 6.11) οπού από εκεί ανοίγει το παράθυρο με τα ιστογράμματα των καναλιών τα οποία αντιστοιχούν σε ένα χρώμα

(RED→ band 1, GREEN→ band 2, BLUE→ band 3) του ορατού φάσματος και μετακινώντας τα όρια (στο input histogram) των ιστογραμμάτων και πατώντας **Apply** (βλέπε Εικόνες 6.12, 6.13, 6.14) αλλάζει η ευκρίνεια, η φωτεινότητα, εξαφανίζονται θαμπά σημεία κ.α. στην εικόνα και τονίζονται αναλόγως κάποια χαρακτηριστικά χωρίς να αλλοιώνεται το περιεχόμενο της.

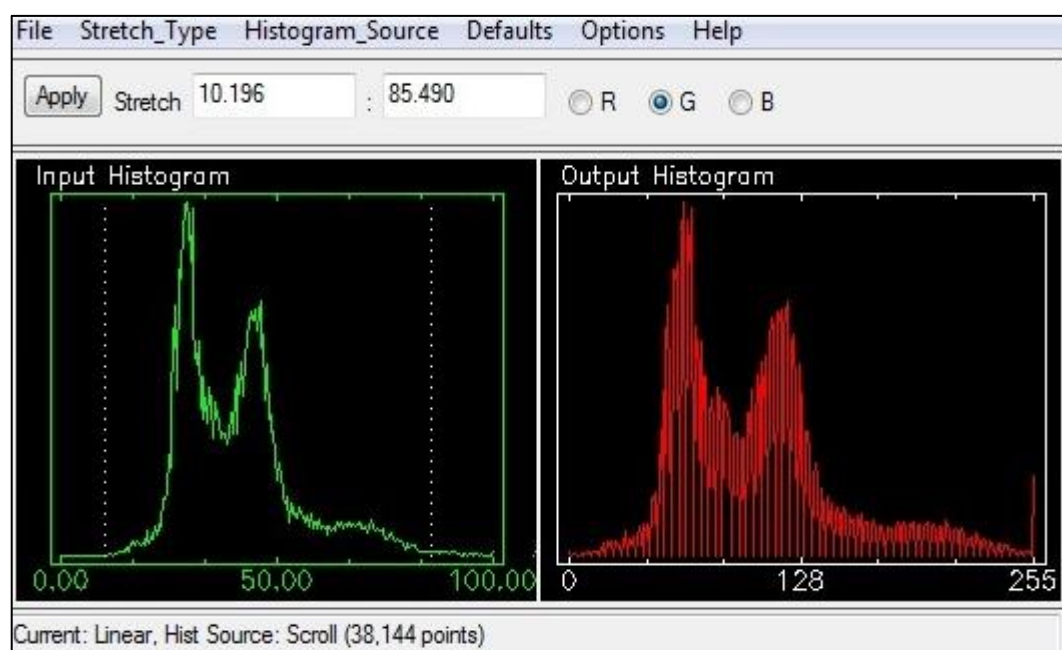


Εικόνα 6.11: Διαδικασία interactive stretching για βελτίωση εικόνας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία



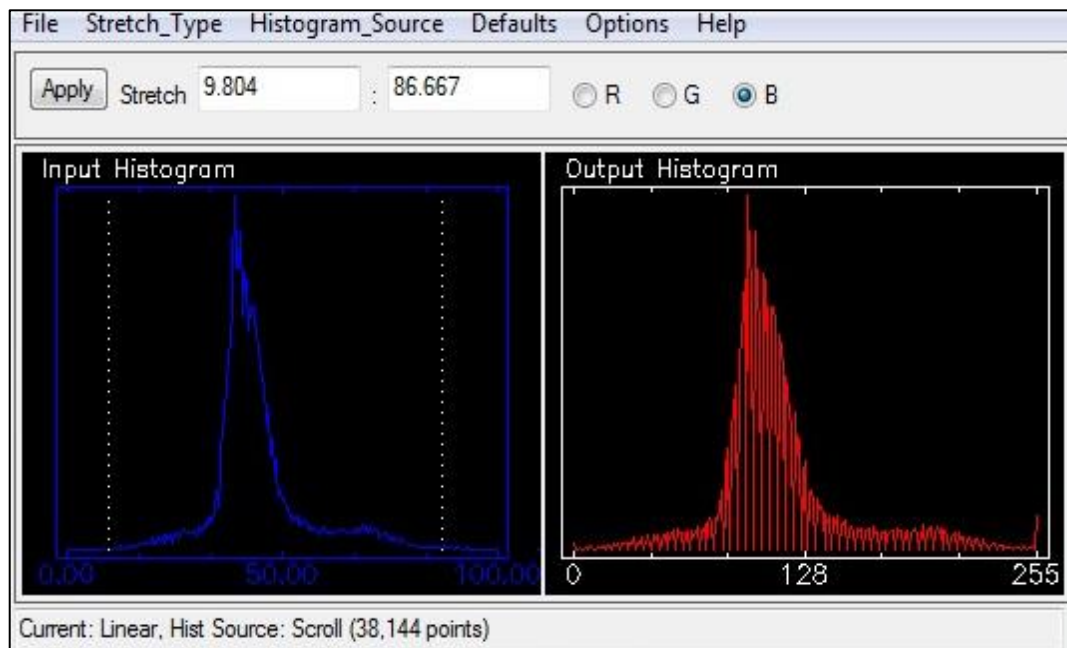
Εικόνα 6.12: Ιστόγραμμα συχνότητων για το RED → band 1.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 6.13: Ιστόγραμμα συχνότητων για το GREEN → band 2.

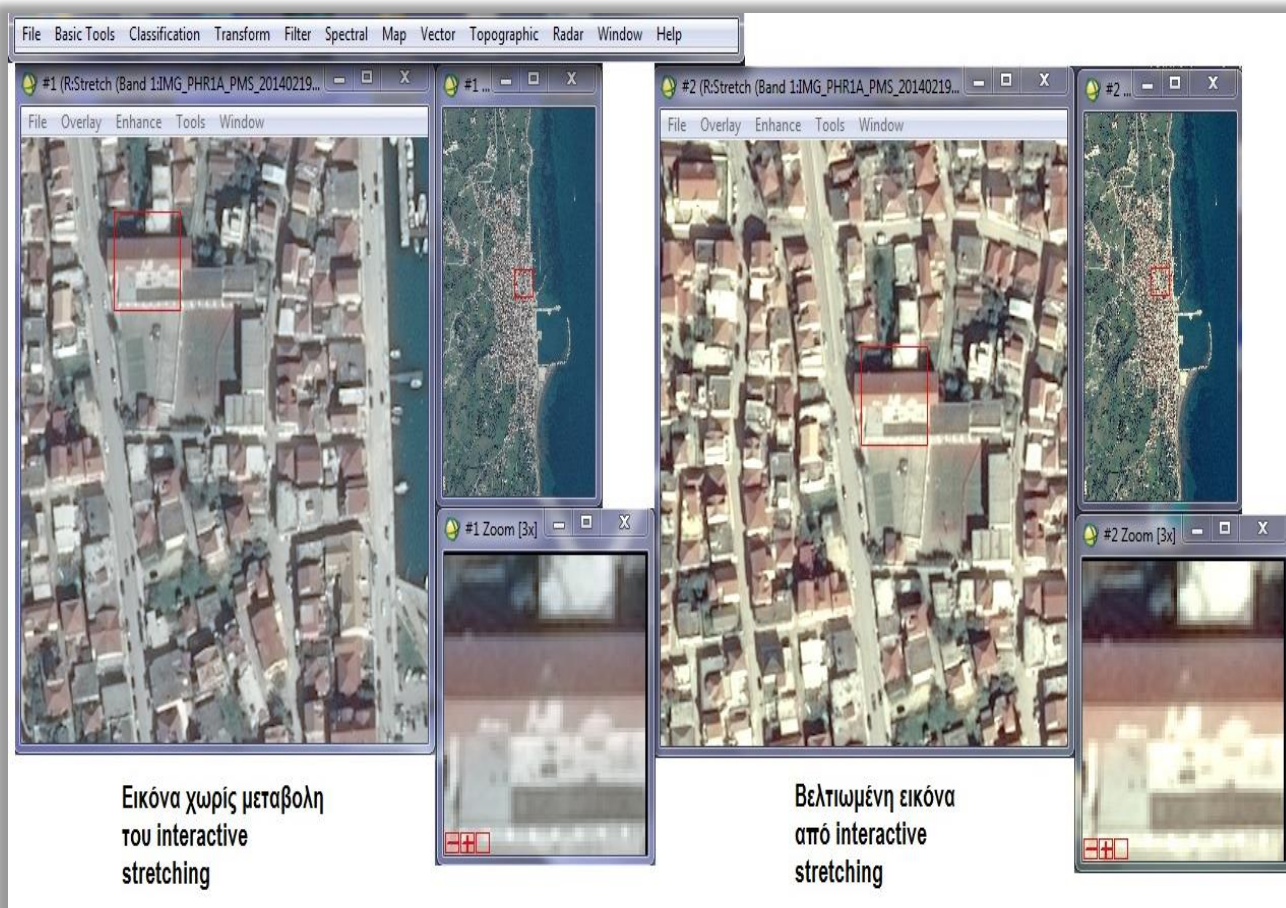
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 6.14: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για το BLUE → band 3.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Μεταβάλλοντας λοιπόν τα όρια στα ιστόγραμμα, προέκυψε μια αισθητικά βελτιωμένη εικόνα (βλέπε εικόνα 6.15) στην οποία ανάδεικνύονται καλύτερα οι οντότητες και και τα χαρακτηριστικά τους.

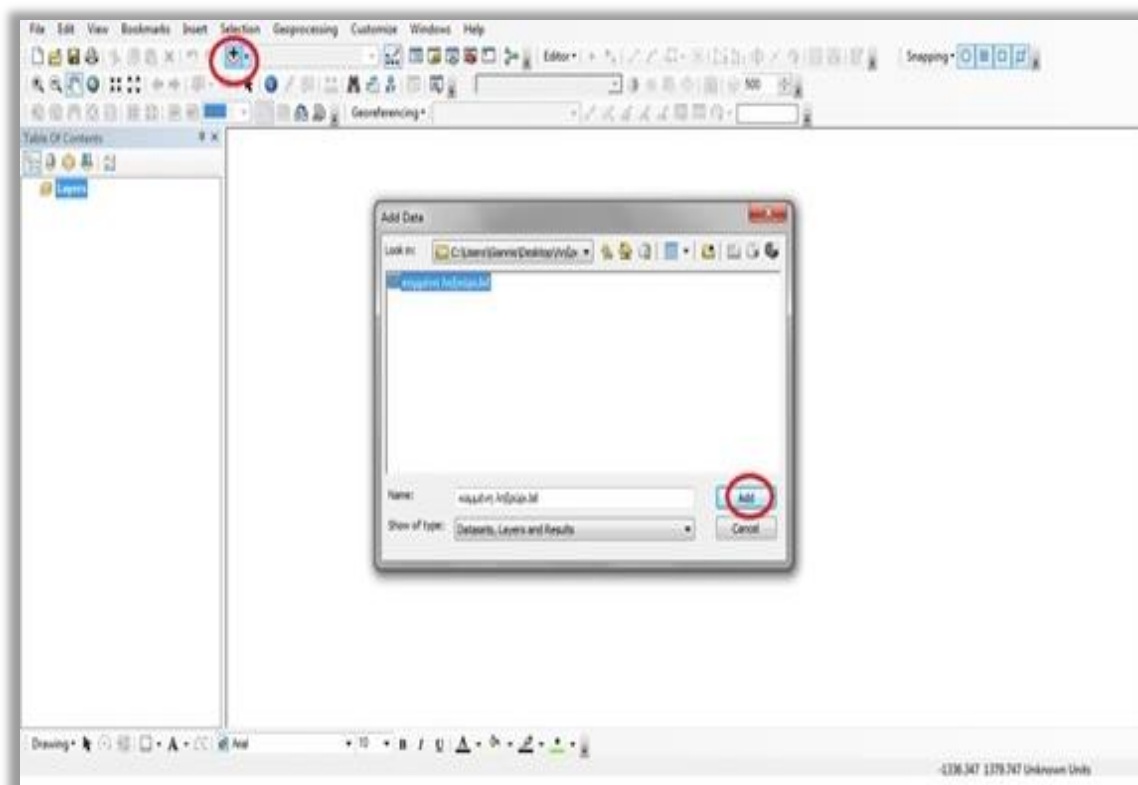


Εικόνα 6.15: Το αποτέλεσμα στην εικόνα μετά το interactive stretching.

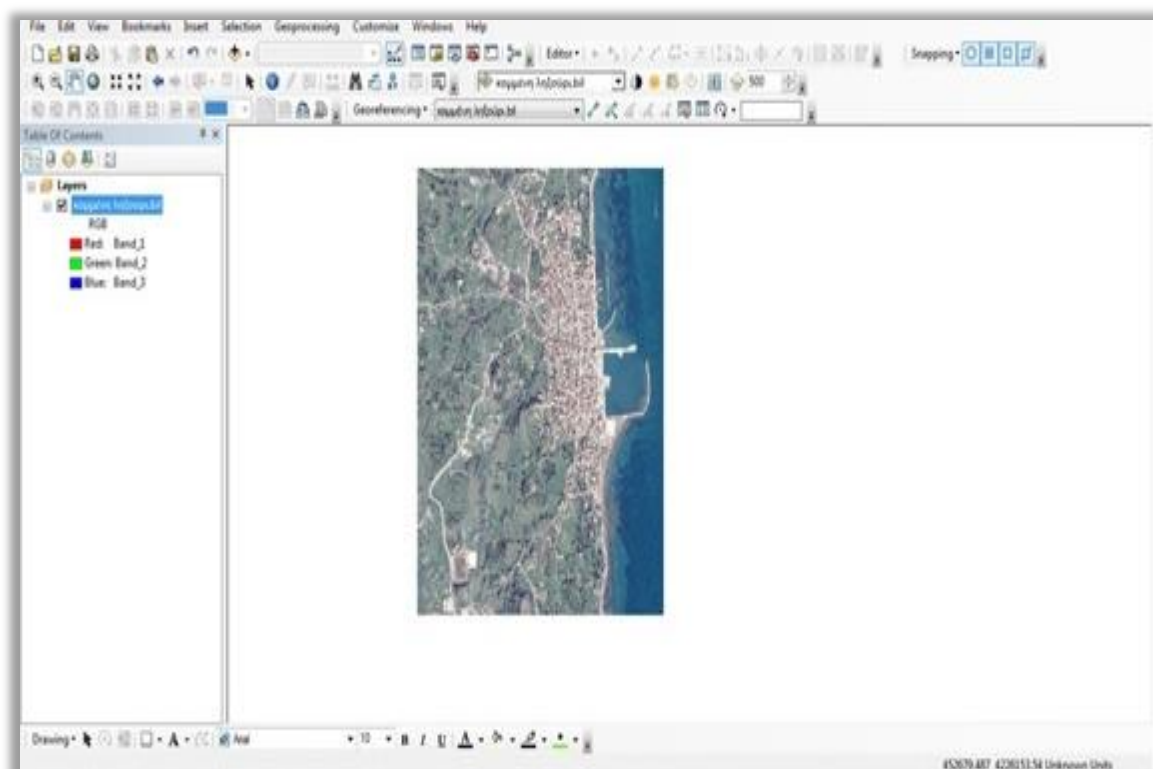
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.3 Ανίχνευση και αναγνώριση βλαβών με βάση τις εικόνες Pleiades

Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία της βελτίωσης των εικόνων, υπήρχαν πλέον οι κατάλληλες προϋποθέσεις ώστε να γίνει η ανίχνευση των βλαβών. Αρχικά ανοίχθηκαν οι εικόνες που δημιουργήθηκαν για το ArcGIS 10.3.1 (με σκοπό την δημιουργία χαρτών). Για παράδειγμα, ανοίχθηκε η εικόνα της περιοχής του Ληξουρίου, στο ArcGIS 10.3.1 ως εξής: από το **Add Data** επιλέγουμε το αρχείο bill που δημιουργήσαμε στο ENVI 4.7 από τον υπολογιστή μας, πατάμε **Add** και ανοίγει η εικόνα (βλέπε Εικόνες 6.16, 6.17).

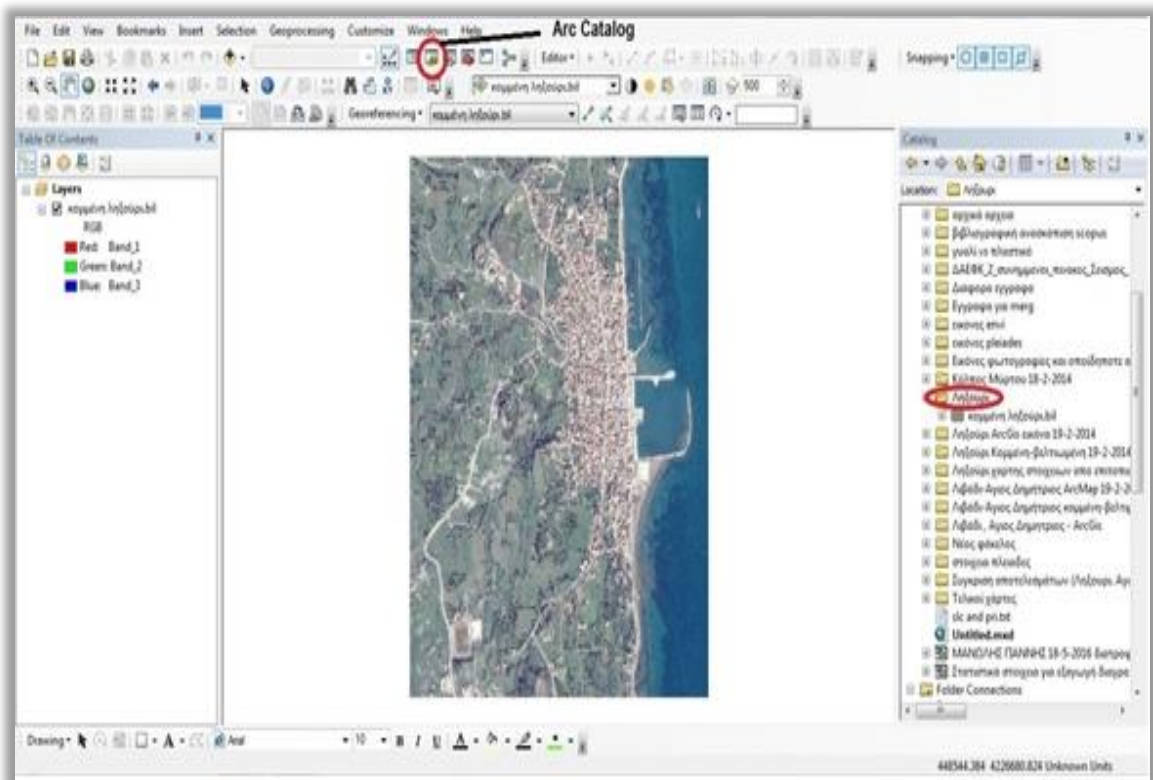


Εικόνα 6.16: Εισαγωγή εικόνας στο ArcMap. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

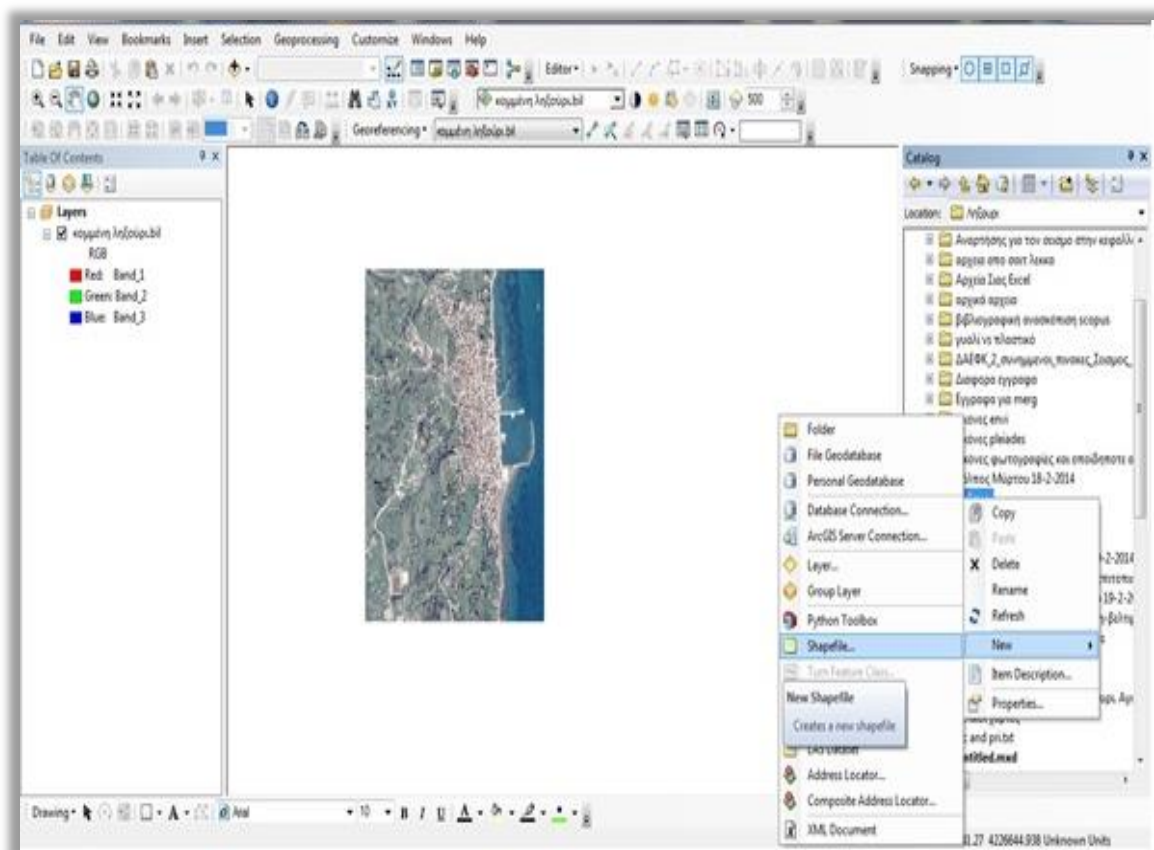


Εικόνα 6.17: Η ανοιγμένη εικόνα στο ArcMap (περιοχή Ληξούρι). Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στην συνέχεια έπρεπε να δημιουργηθούν σημειακά σύμβολα σε μορφή αρχείων (shape files) τα οποία θα τοποθετούνται στις οντότητες που ανιχνεύονταν με βλάβες από την ερμηνεία των αντίστοιχων εικόνων στο ENVI 4.7. Έτσι λοιπόν, ανοίγουμε το **Arc Catalog** και από εκεί επιλέγουμε το αρχείο όπου έχουμε την εικόνα (βλέπε Εικόνα 6.18) και πατάμε **δεξί κλικ στο φάκελο που περιέχει την εικόνα → New → Shapefile** (βλέπε εικόνα 6.19).

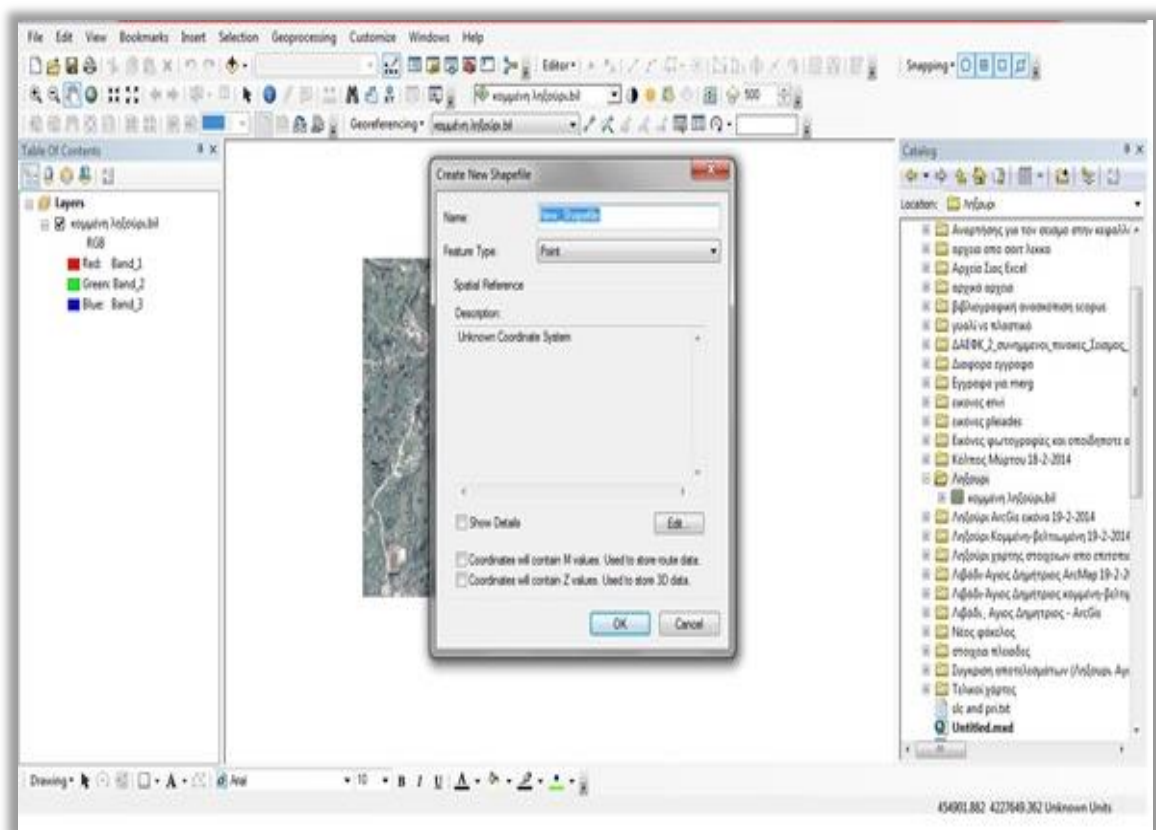


Εικόνα 6.18: Άνοιγμα του Arc Catalog. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 6.19: Διαδικασία δημιουργίας ενός Shape File. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Προχωρώντας λοιπόν τη δημιουργία αυτού του νέου shape file, εμφανίζεται ένα παράθυρο για να επιλεγούν κάποια χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το shape file (βλέπε Εικόνα 6.20).



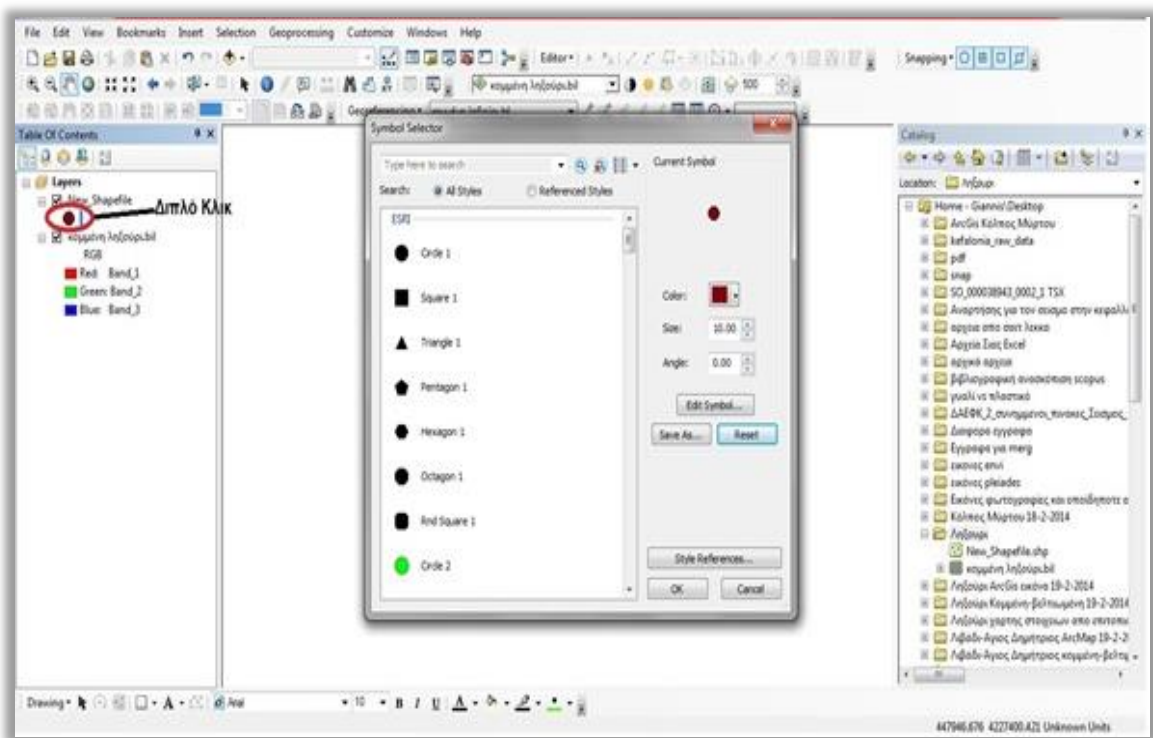
Εικόνα 6.20: Επιλογές χαρακτηριστικών του Shape file. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στο παράθυρο αυτό που ανοίχθηκε έπρεπε να οριστούν τα παρακάτω στοιχεία για να δημιουργηθεί το Shape file:

- το **όνομα** (name) του shape file (αυτό εξαρτάται από το τι θέλουμε να δείξουμε με τη δημιουργία του συγκεκριμένου τύπου shape file καθώς θα αναγνωρίζουμε τι περιέχει βάσει του ονόματός του)
- το **τύπο της οντότητας** (feature type), δηλαδή αν είναι σημείο (point), γραμμή (polyline), πολύγωνο (polygon), πολλά σημεία (multipoint), πολλά πολύγωνα (multipatch) (στην συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιούνται σημεία)
- το σύστημα συντεταγμένων από το Edit που βρίσκεται στο παράθυρο (στην εργασία χρησιμοποιήθηκε το ελληνικό προβολικό σύστημα συντεταγμένων ως εξής: πατάμε στο **Edit**→ **Projected Coordinate System**→ **National Grids** → **Europe**→ **Greek Grid**)

Μετά την επιλογή των χαρακτηριστικών του Shape file πατάμε το **OK** που βρίσκεται στο παράθυρο και έτσι λοιπόν δημιουργήθηκε ένα νέο Shape file. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για την δημιουργία των υπολοίπων σημειακών Shape files. Επιπλέον, μετά από την δημιουργία του Shape file μπορούμε να το διαμορφώσουμε τα χαρακτηριστικά του συμβόλου του ως εξής:

Πατώντας πάνω στο σύμβολο του Shape file **διπλό κλικ** → **ανοίγει το παράθυρο Symbol Selector**. Με αυτή την διαδικασία μπορούμε να διαμορφώσουμε το σχήμα-τύπο, το είδος, το χρώμα, το μέγεθος, ακόμα και να δημιουργήσουμε ένα νέο σύμβολο ούτως ώστε να ανταπεξέρχεται στα χαρακτηριστικά της γεωγραφικής οντότητας για την απεικόνιση της στον χάρτη (Ζήσου, 2010). Στη συνέχεια, μόλις διαμορφωθεί πατάμε **OK** (βλέπε Εικόνα 6.21).



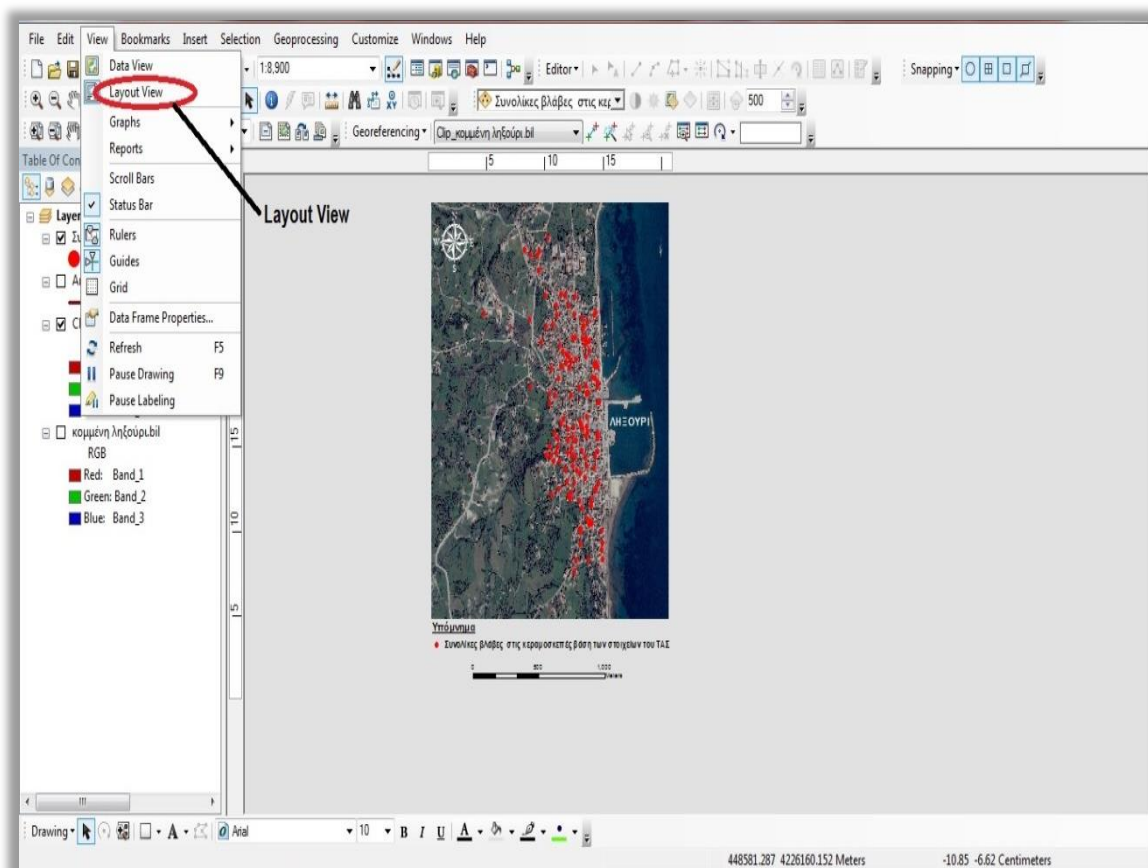
Εικόνα 6.21: Επεξεργασία συμβόλου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Συνεχίζοντας, επόμενο βήμα ήταν να γίνει η ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων από το ENVI 4.7 και να δημιουργηθούν οι διαφορετικές κατηγορίες σημειακών συμβόλων για τα είδη των βλαβών (στις τέσσερις περιοχές μελέτης) στο ArcGIS 10.3.1. Οι κατηγορίες λοιπόν που δημιουργήθηκαν φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

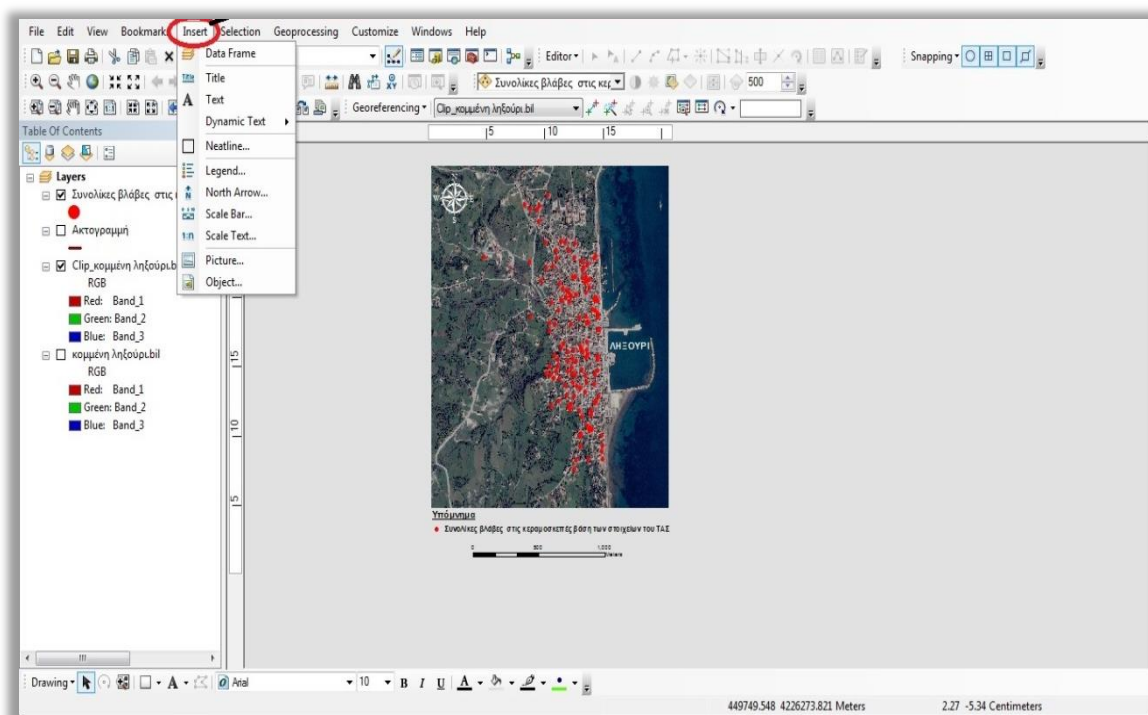
ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
	Βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων που αναγνωρίστηκαν στις δορυφορικές εικόνες Pleiades
	Βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον (λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο) που αναγνωρίστηκαν στις δορυφορικές εικόνες Pleiades
	Πιθανές βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων που αναγνωρίστηκαν στις δορυφορικές εικόνες Pleiades
	Πιθανές βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον (λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο) που αναγνωρίστηκαν στις δορυφορικές εικόνες Pleiades

Πίνακας 6.3: Σημειικά σύμβολα και η περιγραφή τους. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

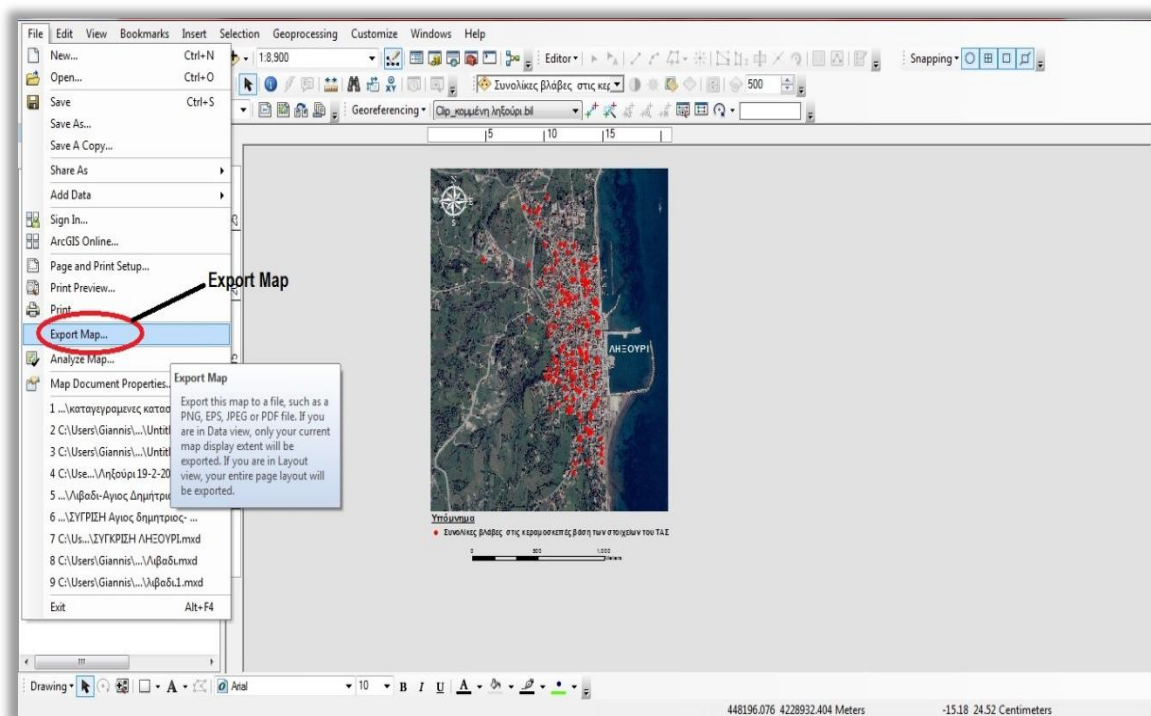
Έχοντας πλέον τις εικόνες για την ερμηνεία στο ENVI 4.7 και τις εικόνες στο ArcGIS 10.3.1 με τα σύμβολα για την απεικόνιση των βλαβών, έγινε δυνατή η ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades για την ανίχνευση βλαβών και η απεικόνιση αυτών σε μορφή χάρτη. Έτσι, χρησιμοποιώντας το ENVI 4.7 εντοπίστηκαν οι βλάβες και παράλληλα τοποθετούνταν στην εικόνα του ArcGIS 10.3.1 στο σημείο όπου αυτές βρίσκονταν και βάσει των κατηγοριών σημειακών συμβόλων που είχαν δημιουργηθεί (βλέπε Πίνακα 6.3). Μετά το τέλος της παραπάνω διαδικασίας και εφόσον ολοκληρώθηκε η ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades για την ανίχνευση βλαβών στις τέσσερις περιοχές μελέτης (Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος, Λιβάδι και παραλία του Μύρτου) έγιναν κάποιες επιπρόσθετες ενέργειες ώστε να αποκτήσει η εικόνα μας ιδιότητες χάρτη. Για να γίνει αυτό, έπρεπε να τοποθετηθούν τα βασικά χαρακτηριστικά ενός χάρτη που είναι η κλίμακα, η ένδειξη του βορρά και το υπόμνημα που περιέχει τα σύμβολα του χάρτη και την επεξήγηση τους (Robinson et al., 2002). Δηλαδή πιο συγκεκριμένα, από το ArcGIS **View** → **Layout view** και μέσα σε αυτό τοποθετούμε κλίμακα, ένδειξη του βορρά και υπόμνημα από την εντολή **Insert** και αφού δημιουργηθεί ο χάρτης, γίνεται εξαγωγή αυτού σε μια μορφή (π.χ. εικόνα jpeg) επιλέγοντας **File** → **Export Map** (βλέπε Εικόνες 6.22, 6.23, 6.24)



Εικόνα 6.22: Εντολή Layout View στο ArcGIS. Πηγή: Ιδία επεξεργασία



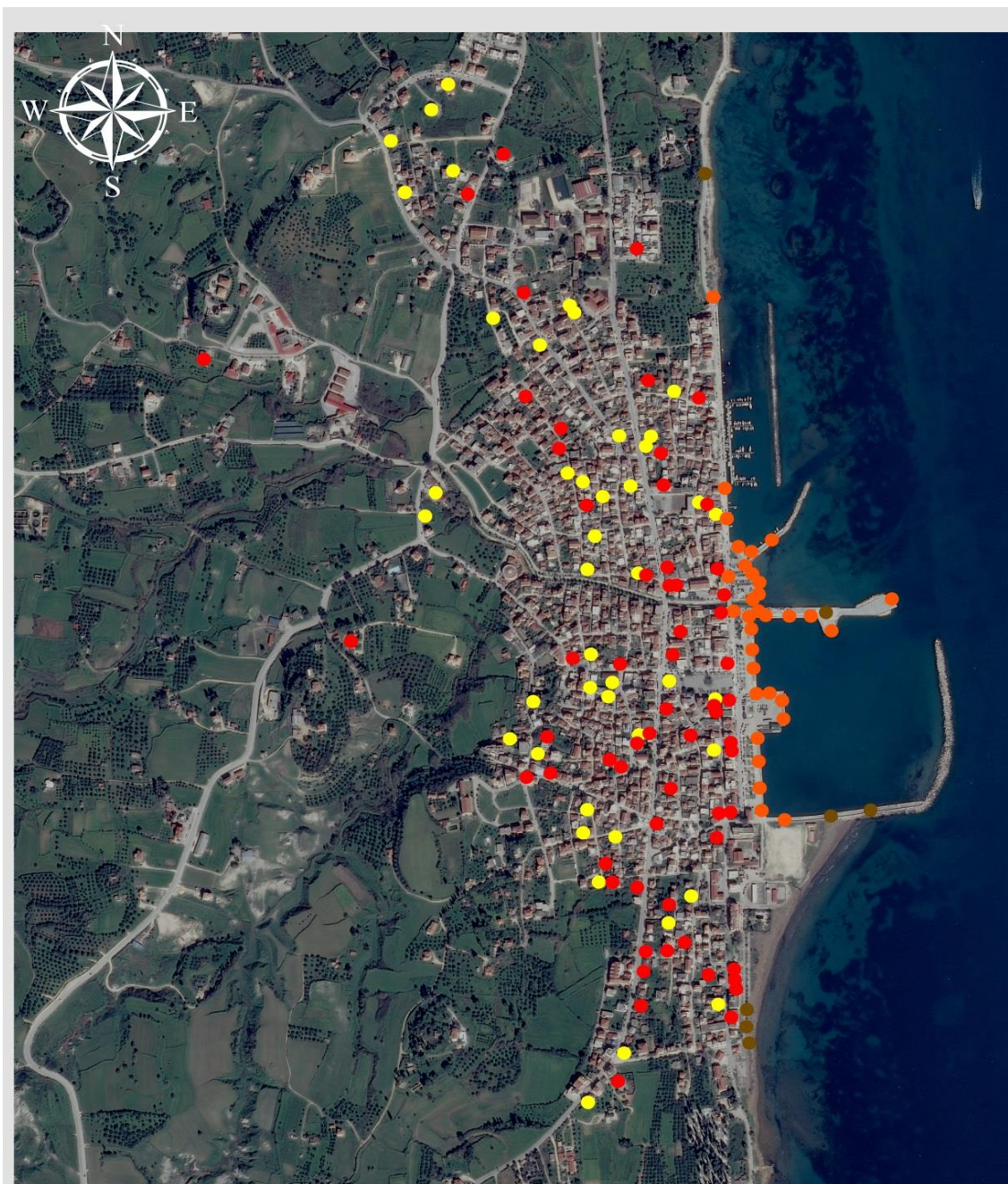
Εικόνα 6.23: Εντολή Insert στο ArcGIS. Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 6.24: Εντολή εξαγωγής χάρτη από το ArcGIS. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το αποτέλεσμα των παραπάνω διαδικασιών είναι η δημιουργία χαρτών στους οποίους παρουσιάζονται οι βλάβες που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades, ανά περιοχή, οι οποίοι φαίνονται παρακάτω:

Περιοχή Ληξουρίου



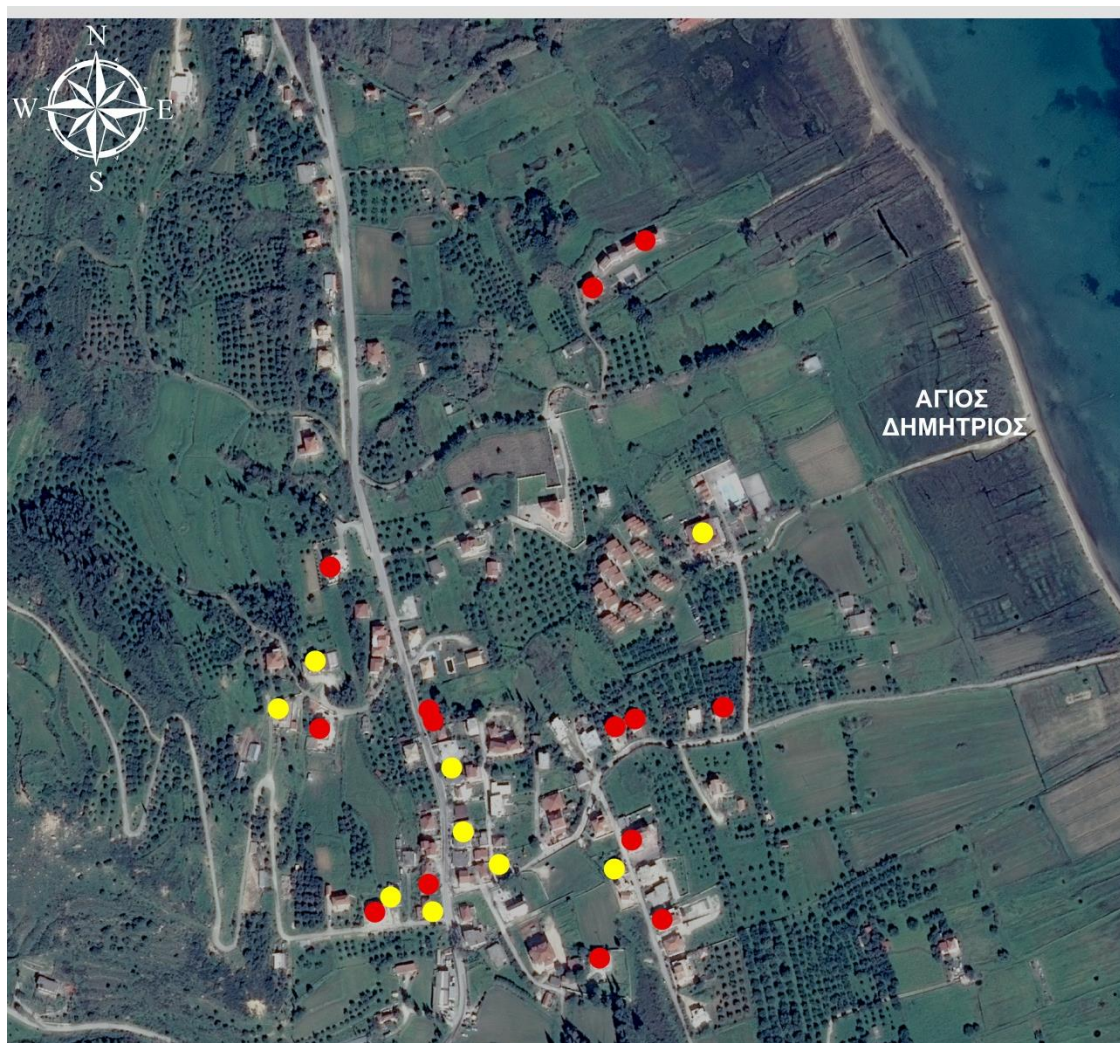
Υπόμνημα

- Βλάβες στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades
- Βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades
- Πιθανές βλάβες στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades
- Πιθανές βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades

0 500 1,000
Meters

Χάρτης 6.1: Συνολικές βλάβες ανά κατηγορία, που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades για την περιοχή του Ληξουρίου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Περιοχή Αγίου Δημητρίου



Υπόμνημα

- Βλάβες στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades
- Πιθανές βλάβες στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades

0 100 200
Meters

Χάρτης 6.2: Συνολικές βλάβες ανά κατηγορία, που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades για την περιοχή του Αγίου Δημητρίου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Περιοχή Λιβάδι



Χάρτης 6.3: Συνολικές βλάβες ανά κατηγορία, που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades για την περιοχή Λιβάδι. *Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

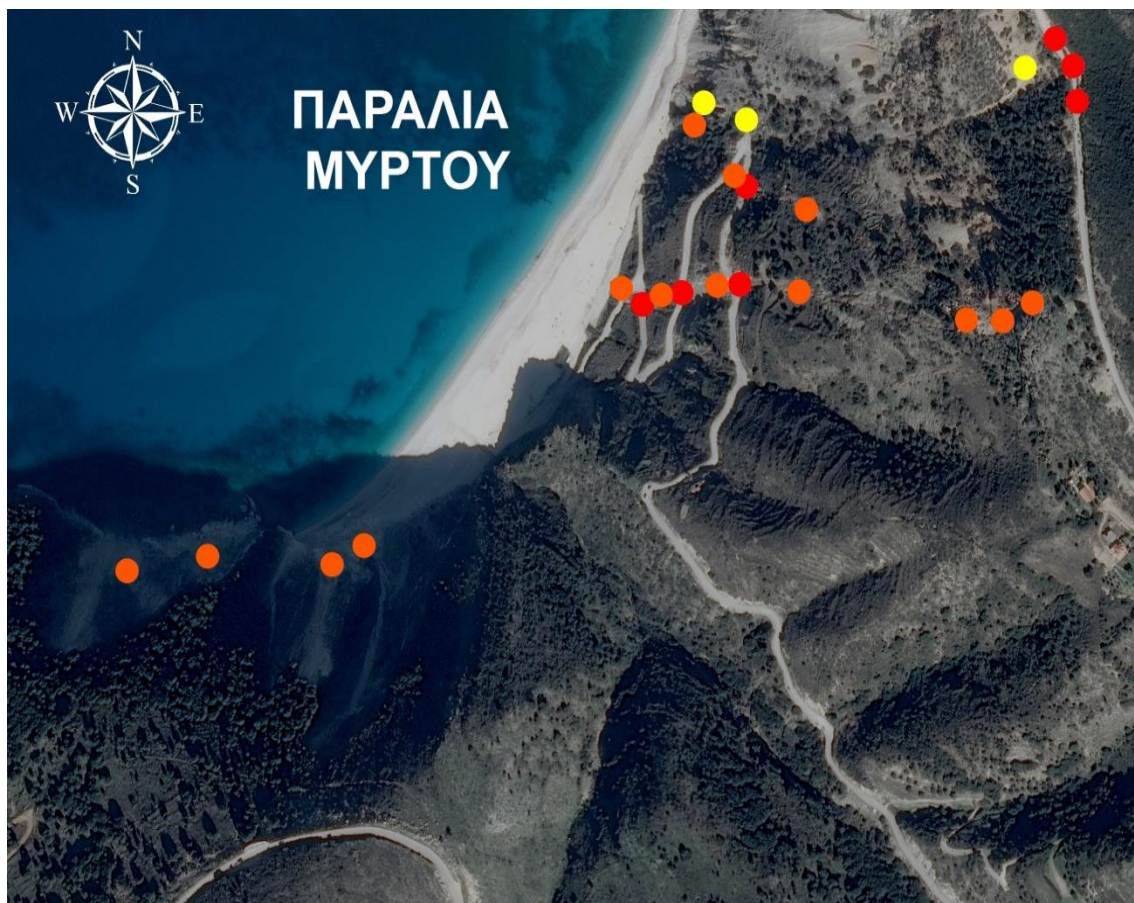
Περιοχή παραλίας Μύρτου

Όσον αφορά την περιοχή της παραλίας του Μύρτου οι κατηγορίες σημειακών συμβόλων που δημιουργήθηκαν στο ArcGIS 10.3.1 αφορούν μόνο βλάβες σε οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον και αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
	Βλάβες στο οδικό δίκτυο που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades
	Βλάβες στο φυσικό περιβάλλον που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades
	Πιθανές βλάβες που αναγνωρίστηκαν στις δορυφορικές εικόνες Pleiades

Πίνακας 6.4: Κατηγορίες σημειακών συμβόλων και η περιγραφή τους για την περιοχή της παραλίας του Μύρτου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Επιπλέον, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία για τον εντοπισμό των βλαβών και την απεικόνιση τους υπό τη μορφή χάρτη όπως και παραπάνω. Το αποτέλεσμα είναι ο παρακάτω χάρτης.



Υπόμνημα

- Βλάβες στο οδικό δίκτυο που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των εικόνων pleiades
- Βλάβες στο φυσικό περιβάλλον που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των εικόνων pleiades
- Πιθανές βλάβες που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των εικόνων pleiades

0 100 200
 Meters

Χάρτης 6.4: Συνολικές βλάβες ανά κατηγορία που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades για την περιοχή της παραλίας του Μύρτου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Τα αποτελέσματα των χαρτών 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 που παρουσιάζουν τις ανιχνευμένες βλάβες τόσο στα κτήρια όσο και στις λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον κρίθηκε απαραίτητο πως θα πρέπει να παρουσιαστούν αναλυτικότερα ανά περιοχή μελέτης.

Δημοτικό διαμέρισμα Ληξουρίου

Μελετώντας τον χάρτη 6.1 για την ερμηνεία των βλαβών από τις δορυφορικές εικόνες πλειάδες στην περιοχή του Ληξουρίου βγήκαν τα παρακάτω αποτελέσματα της ερμηνείας για τον αριθμό των βλαβών ανά περίπτωση (βλέπε Πίνακα 6.5):

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ
Βλάβες στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades		61
Βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades		32
Πιθανές βλάβες που στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades		44
Πιθανές βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades		7
Συνολικός αριθμός βλαβών από την ερμηνεία	-	144

Πίνακας 6.5: Αποτελέσματα του χάρτη της ερμηνείας για την περιοχή του Ληξουρίου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω πίνακα από την ερμηνεία προέκυψαν οι βλάβες και οι πιθανές βλάβες για τις κεραμοσκεπές των κτηρίων οι οποίες είναι συνολικά 105 ενώ για τις υπόλοιπες οντότητες στο ανθρωπογενές περιβάλλον είναι 39.

Δημοτικό διαμέρισμα Αγίου Δημητρίου

Για το δημοτικό διαμέρισμα Αγίου Δημητρίου έχει παραχθεί από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades ο χάρτης 6.2 όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανίχνευσης βλαβών για αυτό το δημοτικό διαμέρισμα έχοντας εντοπίσει μόνο βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων και όχι σε άλλες οντότητες. Τα αποτελέσματα λοιπόν που προέκυψαν για τον αριθμό των βλαβών στις κεραμοσκεπές παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ
Βλάβες στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades		14
Πιθανές βλάβες που στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades		9
Συνολικός αριθμός βλαβών από την ερμηνεία	-	23

Πίνακας 6.6: Αποτελέσματα του χάρτη της ερμηνείας για την περιοχή του Αγίου Δημητρίου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δημοτικό διαμέρισμα Λιβαδίου

Παρατηρώντας τον χάρτη 6.3 με τα αποτελέσματα από την ερμηνεία για την ανίχνευση βλαβών στο δημοτικό διαμέρισμα Λιβαδίου έχουν απεικονισθεί όπως και στο δημοτικό διαμέρισμα Αγίου Δημητρίου μόνο βλάβες στις κεραμοσκεπές. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ
Βλάβες στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες Pleiades		11
Πιθανές βλάβες που στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες Pleiades		9
Συνολικός αριθμός βλαβών από την ερμηνεία	-	20

Πίνακας 6.7: Αποτελέσματα του χάρτη της ερμηνείας για την περιοχή Λιβάδι. *Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Παραλία του Μύρτου

Η περιοχή μελέτης της παραλίας του Μύρτου είναι ένα ξεχωριστό κομμάτι στην ανάλυση αφού τα αποτελέσματα της ερμηνείας των εικόνων αφορούν, όπως φαίνεται και στον χάρτη 6.4, μόνο βλάβες σε φυσικό περιβάλλον και οδικό δίκτυο. Τα αποτελέσματα λοιπόν για αυτή την περιοχή μελέτης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ
Βλάβες στο οδικό δίκτυο που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades		7
Βλάβες στο φυσικό περιβάλλον που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades		14
Πιθανές βλάβες που αναγνωρίστηκαν στις δορυφορικές εικόνες Pleiades		3
Συνολικός αριθμός βλαβών από την ερμηνεία	-	24

Πίνακας 6.8: Αποτελέσματα του χάρτη της ερμηνείας για την περιοχή της παραλίας του Μύρτου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.4 Αναγνώριση βλαβών με βάση τα στοιχεία ΤΑΣ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα στοιχεία από την επιτόπια έρευνα των μηχανικών του ΤΑΣ αφορούν μόνο βλάβες σε κτήρια. Επίσης, περιέχουν στοιχεία που βοηθούν στην να εύρεση της θέσης του κτηρίου αλλά και το είδος των βλαβών που έχει υποστεί. Στην παρούσα εργασία αξιοποιήθηκαν μόνο τα κτήρια που έχουν υποστεί οποιαδήποτε βλάβη στην κεραμοσκεπή. Έτσι λοιπόν θα πρέπει αυτά τα στοιχεία να απεικονιστούν σε χάρτες που να δείχνουν τις βλάβες στις κεραμοσκεπές τις οποίες εντόπισαν οι μηχανικοί του ΤΑΣ. Η διαδικασία που θα ακολουθήσουμε είναι η εξής:

Ανοίγουμε τις εικόνες που δημιουργήθηκαν για ArcGIS 10.3.1 για να γίνει η απεικόνιση των βλαβών στις κεραμοσκεπές βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ. Επιπλέον, δημιουργείται μια κατηγορία με σημειακά σύμβολα, σε μορφή (βλέπε Πίνακα 6.9) Shape file, για να γίνει η απεικόνιση των βλαβών βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ.

ΣΗΜΕΙΑΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
	Συνολικές βλάβες στις κεραμοσκεπές βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ

Πίνακας 6.9: Σύμβολο και η περιγραφή του για τις βλάβες στις κεραμοσκεπές βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Έχοντας κάνει την παραπάνω διαδικασία, προχωράμε στην απεικόνιση των βλαβών στις κεραμοσκεπές βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ και του διαδικτυακού προγράμματος **Διαύγεια** του Υπουργείου Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης. Δηλαδή, από τα επεξεργασμένα στοιχεία του ΤΑΣ, παίρνουμε την κατηγορία **Α.Δ.Α** (Αριθμός Διαδικτυακής Αναζήτησης) (βλέπε Πίνακα 6.10)

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΩΤ	ΗΜ/ΝΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	ΟΔΟΣ ΘΕΣΗ ΟΙΚΙΣΜΟΣ	ΤΟΠ/ΔΗΜ.ΚΟΙΝ.	Α.Δ.Α.	ΕΙΔΟΣ
686	84	12/01/15	ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΚΑΙ ΙΔΡΥΜΑ	ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ 1	ΛΗΞΟΥΡΙ	08110P1Φ-ΗΓΛ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
687	262	29/01/15	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΚΡΑΣΟΠΑΤΕΡΑ 2	ΛΗΞΟΥΡΙ	04380P1Φ-Ε3Ω	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
690	2778	17/11/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΔΙΓΕΝΗ 10	ΛΗΞΟΥΡΙ	09500P1Φ-Ε3Ω	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
696	2758	17/11/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΜΕΤΑΧΑ4	ΛΗΞΟΥΡΙ	00Φ00P1Φ-Ε5Θ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
697	4164	31/12/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΛΟΥΖΗ 4	ΛΗΞΟΥΡΙ	70670P1Φ-ΣΑ6	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
698	2684	06/11/14	ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΓΡΑΦΕΙΑ	ΔΕΛΛΑΠΟΡΤΑ 4	ΛΗΞΟΥΡΙ	73280P1Φ-89N	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
699	181	23/01/15	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΜΠΑΣΙΑ 19	ΛΗΞΟΥΡΙ	60N20P1Φ-ΑΚΛ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
702	2105	11/07/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΛΑΣΚΑΡΑΤΟΥ 21	ΛΗΞΟΥΡΙ	7Γ400P1Φ-ΓΒΤ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ
703	2175	03/10/14	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΑΒΛΑΧΟΥ 28	ΛΗΞΟΥΡΙ	7Κ500P1Φ-ΥΜΧ	ΕΠΙΣΚΕΥΗ

Πίνακας 6.10: Κατηγορία ΑΔΑ στα στοιχεία του ΤΑΣ. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Αφού επιλέξουμε τον αριθμό (Α.Δ.Α) που δίνεται για κάθε μια από τις διευθύνσεις, αναζητούμε εάν υπάρχουν στοιχεία στο διαδικτυακό πρόγραμμα του υπουργείου για το συγκεκριμένο κτήριο. Πιο συγκεκριμένα, τοποθετούμε τον Αριθμό Διαδικτυακής Αναζήτησης (Α.Δ.Α) στην φόρμα αναζήτησης του προγράμματος και πατάμε **Αναζήτηση** (βλέπε εικόνα 6.25).

Δι@ύγεια
δραστηριότητα στο κράτος

Υπουργείο Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΥΓΕΙΑ

Εισαγωγή κείμενο για αναζήτηση αποφάσεων...

Αρχική > Αναζήτηση Πράξης

Απόκρυψη κριτηρίων Εξειδικευμένη αναζήτηση

Εύρεση πράξεων με:

Όρος Αναζήτησης: Εισάγετε κείμενο για αναζήτηση αποφάσεων...

Όλους τους όρους με τη σειρά που αναφέρονται ☐

ΑΔΑ: ΩΡΙ81-ΞΦ1

Αρ. πρωτοκόλλου:

Θέμα:

Ημερομηνία έκδοσης: ☐ Ώση με ☐ Εύρος

Ημερομηνία τελευταίας τροποποίησης: ☐ Ώση με ☐ Εύρος

Φορέας: ☐ Να ληφθεί υπ' όψιν το ιστορικό του Φορέα

Οργ. μονάδες:

Υπογράφοντες:

Είδος:

Θεματικές κατηγορίες:

ΑΦΜ αναδόχου/αποδέκτη:

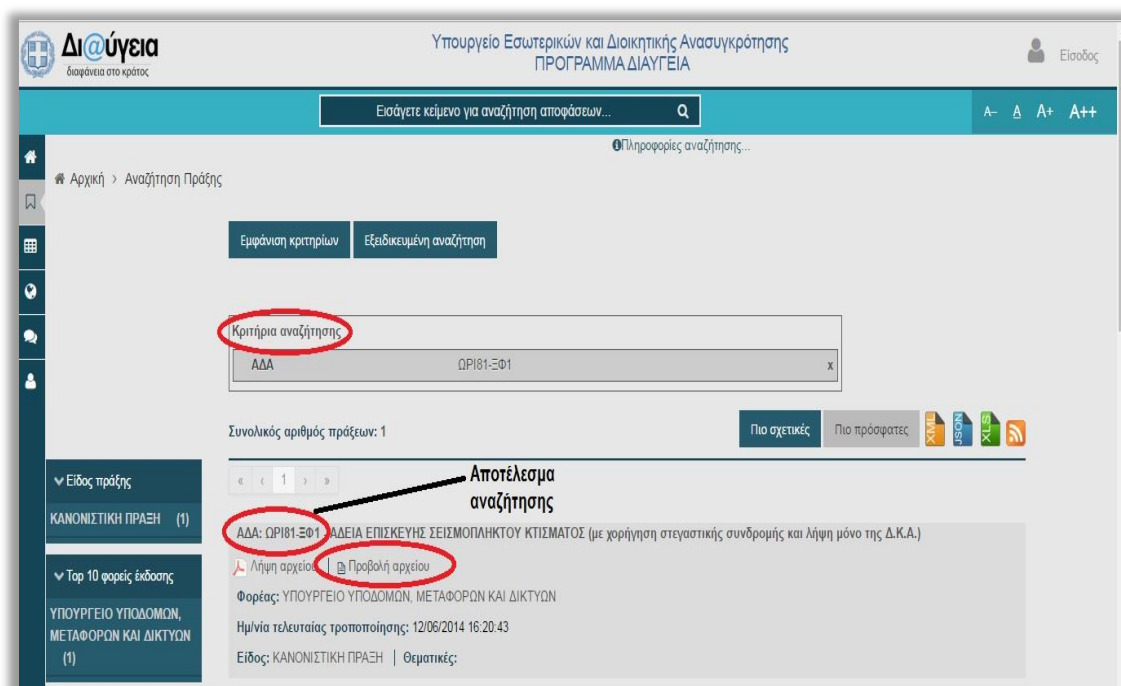
Αναζήτηση Καθαρισμός

Κριτήρια αναζήτησης

ΑΔΑ: ΩΡΙ81-ΞΦ1

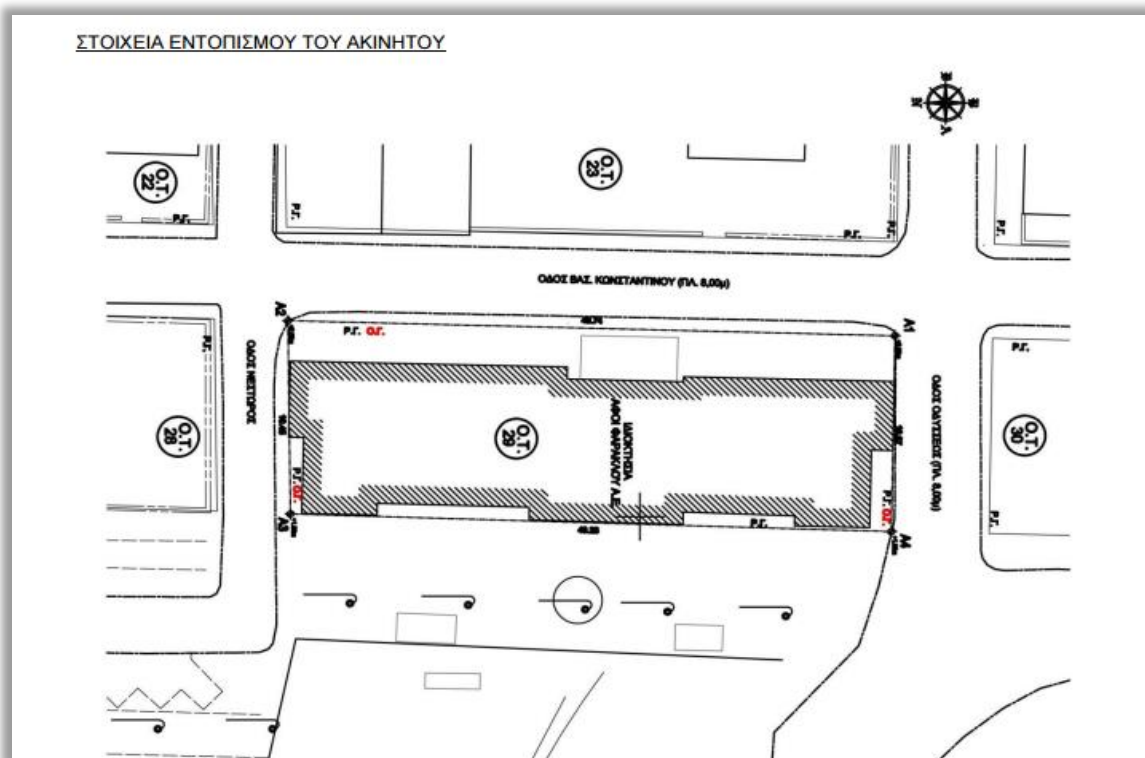
Εικόνα 6.25: Πρόγραμμα διαδικτυακής αναζήτησης Διαύγεια. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Στην συνέχεια εμφανίζετε το αποτέλεσμα τις αναζήτησης και οι έγγραφες εάν υπάρχουν για αυτήν, με κωδικό και περιγραφή για το είδος της εγγραφής (π.χ. Άδεια Επισκευής κτλ). Επιπλέον πατώντας **προβολή αρχείου** μπορούμε να δούμε όλα τα στοιχεία που υπάρχουν σε αυτόν τον Αριθμό Διαδικτυακής Αναζήτησης (Α.Δ.Α) (βλέπε Εικόνα 6.26).



Εικόνα 6.26: Αποτελέσματα αναζήτησης στο πρόγραμμα Διαύγεια. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Επιλέγοντας λοιπόν την προβολή του αρχείου θα εμφανιστούν διάφορα στοιχεία για το κτήριο όπως στοιχεία της θέσης του κτηρίου (το κτήριο είναι μαρκαρισμένο) (βλέπε Εικόνα 6.27), διευθύνσεις, δημοτικά διαμερίσματα και όλες οι βλάβες που έχει υποστεί ανά όροφο και περιγραφές για το είδος τους.



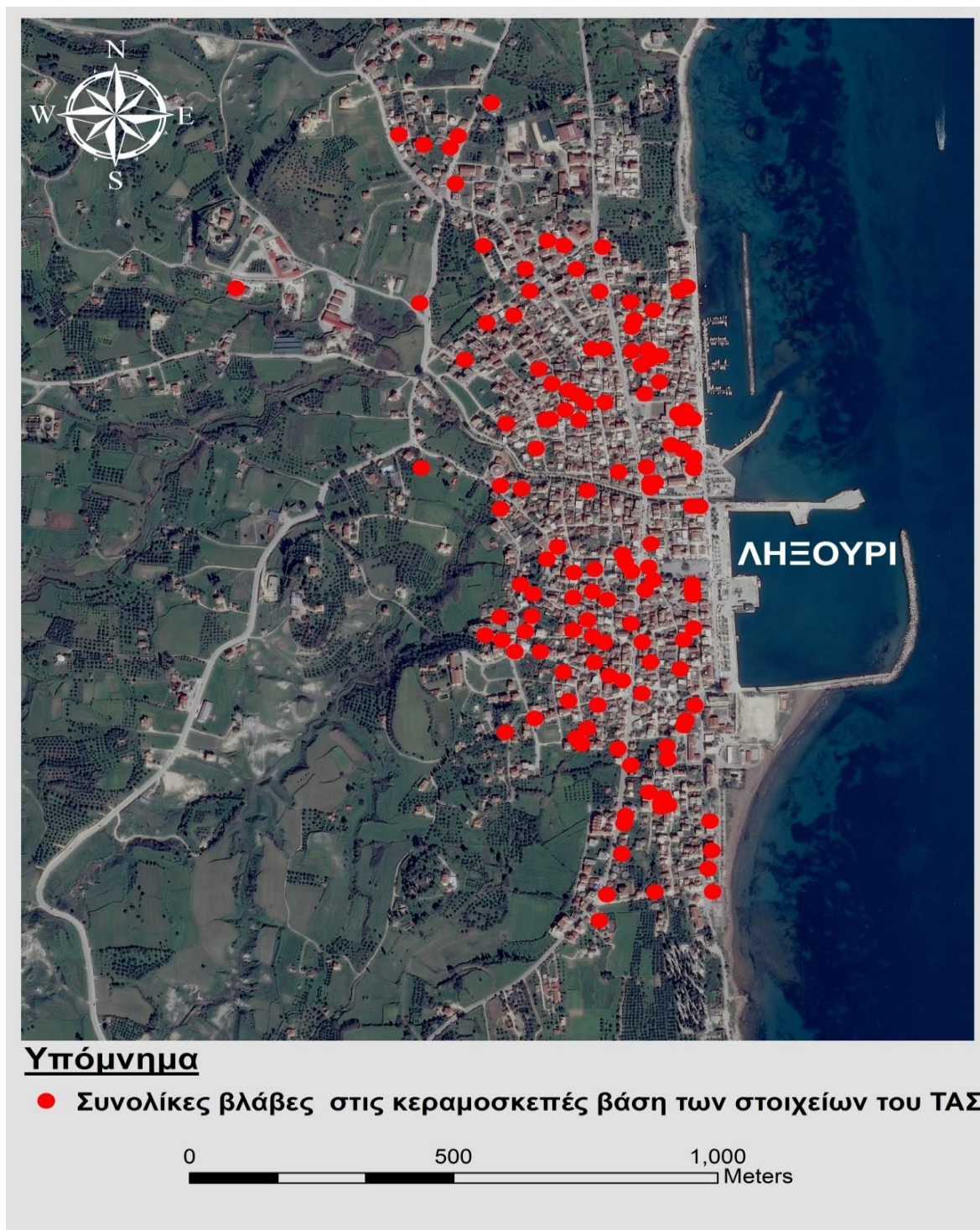
Εικόνα 6.27: Εντοπισμός ακινήτου με βλάβες μέσω σχεδίου από την ηλεκτρονική αναζήτηση στην Διαύγεια.

Πηγή: ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΕΙΣΜΟΠΛΗΚΤΩΝ (Υ.Α.Σ.), ΤΜΗΜΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΖΗΜΙΩΝ,

Διαθέσιμο από: <https://diavgeia.gov.gr/luminapi/api/decisions/%CE%A9%CE%A1%CE%9981%CE%9E%CE%A61/document?inline=true>

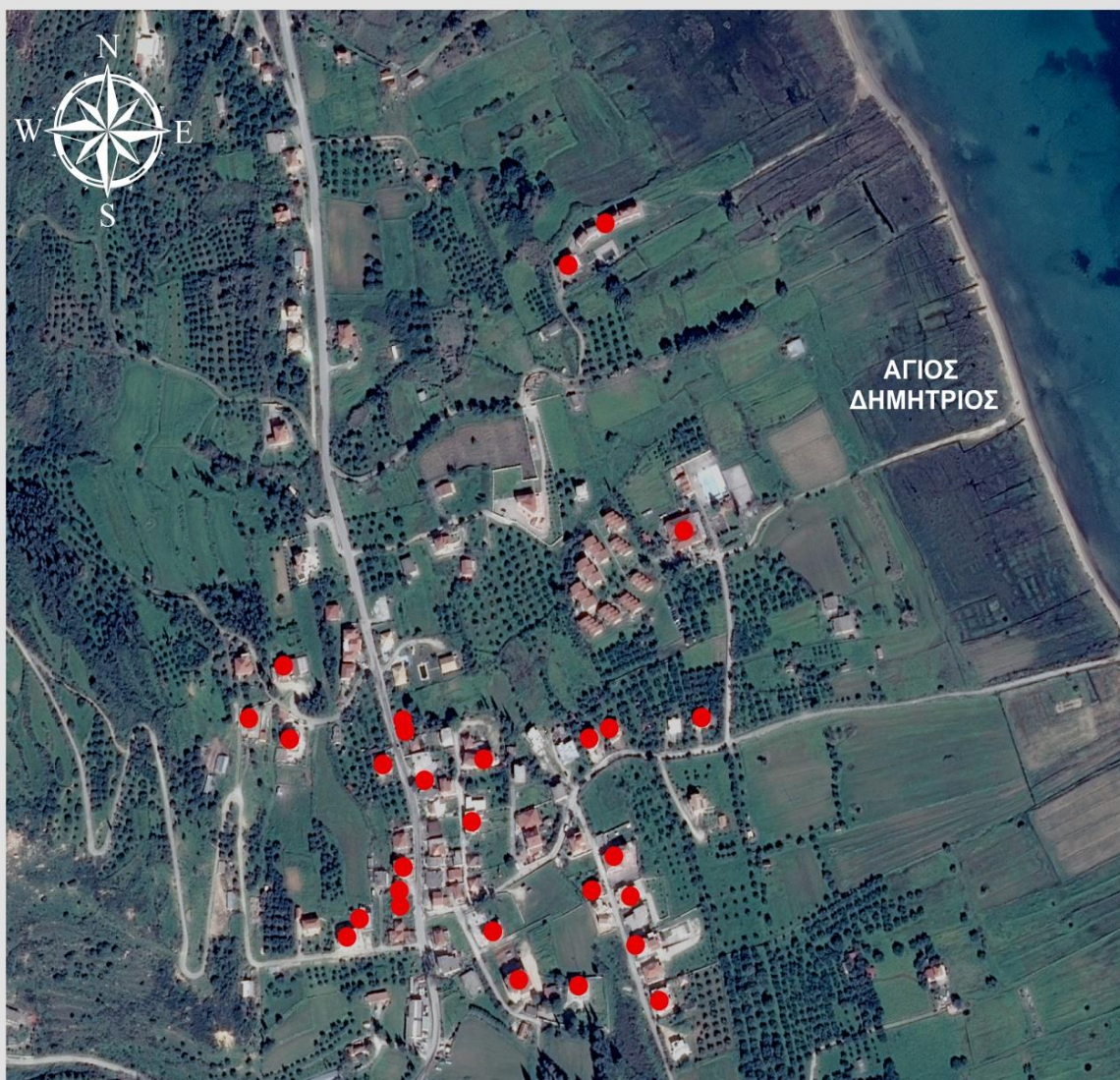
Αφού υπάρχουν τα στοιχεία για την θέση των κτηρίων αλλά και για το είδος των βλαβών, παρέχεται πλέον η δυνατότητα να εντοπιστούν τα κτήρια με ζημιές στις κεραμοσκεπές. Εφαρμόζοντας λοιπόν τις παραπάνω διαδικασίες (για όσα κτήρια υπάρχουν εγγραφές στη Διαύγεια, βάσει των Α.Δ.Α και των υπόλοιπων των στοιχείων του ΤΑΣ) και βρίσκοντας εκείνα τα κτήρια που έχουν υποστεί βλάβες στις κεραμοσκεπές τα τοποθετούμε μετά τον εντοπισμό τους στην εικόνα του ArcGIS με τη χρήση σημειακού συμβόλου (βλέπε Πίνακα 6.9). Τέλος, με τον εντοπισμό των κτηρίων με βλάβες στις κεραμοσκεπές και τη τοποθέτηση σημειακών συμβόλων στην εικόνα του ArcGIS, δημιουργήθηκαν και εξήχθησαν χάρτες ανά περιοχή μελέτης. Το αποτέλεσμα όλων των διαδικασιών για την απεικόνιση των στοιχείων του ΤΑΣ ήταν η δημιουργία χαρτών για τις βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων για τις περιοχές μελέτης Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος, Λιβάδι. Οι χάρτες αυτοί παραθέτονται παρακάτω:

Περιοχή Ληξουρίου



Χάρτης 6.5: Απεικόνιση των βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ για την περιοχή του Ληξουρίου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία.

Περιοχή Αγίου Δημητρίου



Υπόμνημα

● Συνολικές βλάβες στις κεραμοσκεπές βάση των στοιχείων του ΤΑΣ

0 100 200
Meters

Χάρτης 6.6: Απεικόνιση των βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ για την περιοχή του Αγίου Δημητρίου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Περιοχή Λιβάδι



Χάρτης 6.7: Απεικόνιση των βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ για την περιοχή Λιβάδι. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Μετά από την επεξεργασία των στοιχείων του ΤΑΣ για τις βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων, έγινε η αποτύπωση-απεικόνιση αυτών που έφερε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία των χαρτών 6.5, 6.6, 6.7. Τα αποτελέσματα των χαρτών αυτών από την απεικόνιση των στοιχείων του ΤΑΣ για τις τρεις περιοχές μελέτης (Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος και Λιβάδι) αφορούν τις βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΛΗΞΟΥΡΙ	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΛΙΒΑΔΙ	ΣΥΝΟΛΟ
Βλάβες στις κεραμοσκεπές βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ		137	28	22	187

Πίνακας 6.11: Παρουσίαση των αποτελεσμάτων των χαρτών με τις βλάβες βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ για τις τρεις περιοχές μελέτης. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Γνωρίζοντας τον συνολικό αριθμό των κτηρίων που έχουν υποστεί βλάβες, τον αριθμό των κτηρίων με ζημιές στην κεραμοσκεπή και τον αριθμό των κτηρίων που λείπουν δεδομένα για αυτά, για κάθε μία από τις περιοχές μελέτης, μπορούμε πλέον να υπολογίσουμε και τα κτήρια που έχουν υποστεί βλάβες αλλά όχι στις κεραμοσκεπές. Όλα αυτά τα αποτελέσματα συγχωνεύοντας τα μεταξύ τους μπορούν να μας δώσουν για αρχή μια λεπτομερή εικόνα των βλαβών που αφορούν μόνο τα κτήρια. Στον πίνακα 6.12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν για τις τρεις περιοχές μελέτης ανά περίπτωση ενώ παράλληλα παρουσιάζονται και τα αντίστοιχα συνολικά ποσοστά των περιπτώσεων αυτών. Αυτό που αξίζει να σημειώσουμε βλέποντας τον πίνακα είναι ότι από το σύνολο 324 κτηρίων με βλάβες βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ το **57.7%** έχει βλάβες στις κεραμοσκεπές, το **21,3%** έχει βλάβες αλλά όχι στις κεραμοσκεπές και το **21%** είναι τα κτήρια τα οποία έχουν καταγραφεί με βλάβες για τα οποία όμως υπάρχει έλλειψη δεδομένων για το είδος των βλαβών και την θέση των κτηρίων.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΛΗΞΟΥΡΙ	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΛΙΒΑΔΙ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΠΟΣΟΣΤΑ
Βλάβες στις κεραμοσκεπές βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ	137	28	22	187	57.7%
Καταγεγραμμένα κτήρια με βλάβες από όπου υπάρχει έλλειψη δεδομένων για αυτά	57	6	5	68	21.0%
Κτήρια με βλάβες αλλά όχι στις κεραμοσκεπές	63	4	2	69	21.3%
Σύνολο	257	38	29	324	100%

Πίνακας 6.12 Λεπτομερές αποτελέσματα των βλαβών στα κτήρια ανά περίπτωση βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ για τις τρεις περιοχές μελέτης και τα αντίστοιχα συνολικά ποσοστά τους. *Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

6.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων από εικόνες Pleiades και στοιχείων ΤΑΣ

Όπως προαναφέρθηκε, σκοπός της εργασίας είναι να αναδειχθεί η αποτελεσματικότητα των δορυφορικών εικόνων Pleiades στην ανίχνευση βλαβών και σε ποιες περιπτώσεις και ποιες όχι η ανίχνευση αυτή επιτυγχάνεται στο βέλτιστο. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει πρώτα να γίνει μια σύγκριση-ταύτιση των δεδομένων που δημιουργήθηκαν με τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα. Έχοντας δηλαδή δημιουργήσει τους χάρτες με τα αποτελέσματα για τις βλάβες από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades, τους χάρτες με τα αποτελέσματα για τις βλάβες στις κεραμοσκεπές από τα στοιχεία του ΤΑΣ αλλά και έχοντας διάφορα δεδομένα από το διαδίκτυο (Google Earth, εικόνες κ.α.), υπάρχουν οι απαραίτητες προϋποθέσεις ώστε να γίνουν οι συγκρίσεις.

Η μεθοδολογία για την σύγκριση των βλαβών περιλαμβάνει δύο μέρη όπου τα αποτελέσματα αυτών θα δώσουν τους τελικούς χάρτες σύγκρισης και τα τελικά αποτελέσματα για την αποδοτικότητα των δορυφορικών εικόνων Pleiades στην ανίχνευση βλαβών. Έτσι λοιπόν έχουμε τα δύο παρακάτω μέρη:

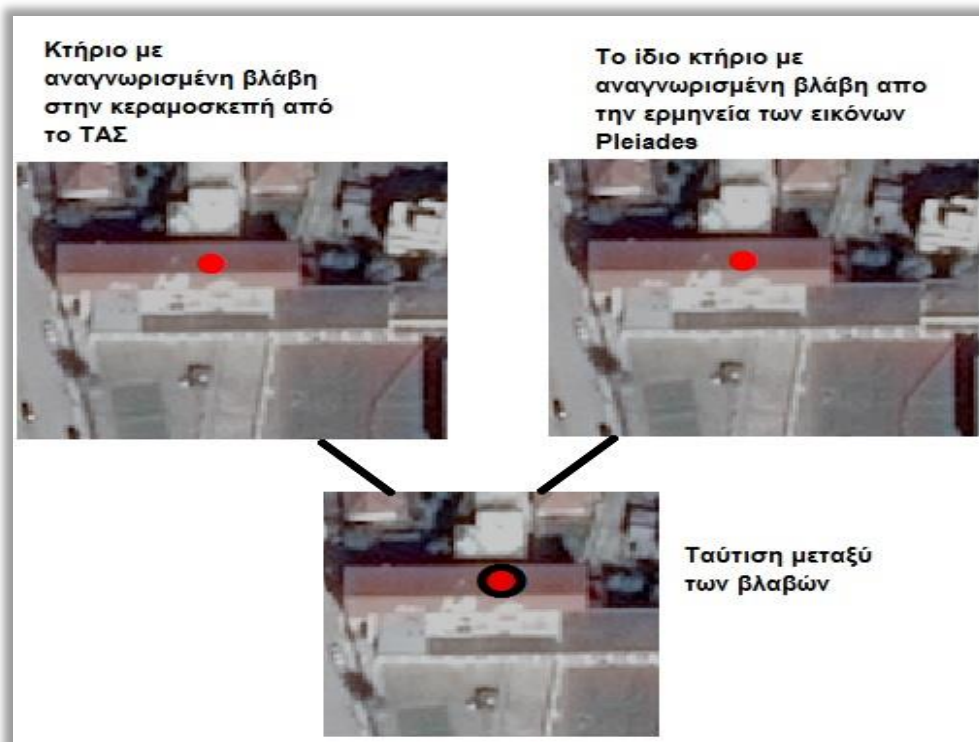
1. Ταύτιση βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων μεταξύ χαρτών από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades με τους χάρτες των βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων που προέκυψαν από τα στοιχεία του ΤΑΣ ανά περιοχή.

Έχοντας λοιπόν «ανοιχτούς» του δύο αυτούς χάρτες, δημιουργήθηκε ένας ακόμα που περιέχει τα τελικά αποτελέσματα των επιμέρους συγκρίσεων αυτών των δυο. Πιο αναλυτικά, ανοίγουμε το ArcGIS 10.3.1 καθώς και το αρχείο της εικόνας του ArcGIS που περιέχει τα αποτελέσματα της ερμηνείας όπου δημιουργήθηκαν νέα σημειακά σύμβολα (Shape files) με τις κατηγορίες της ταύτισης όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

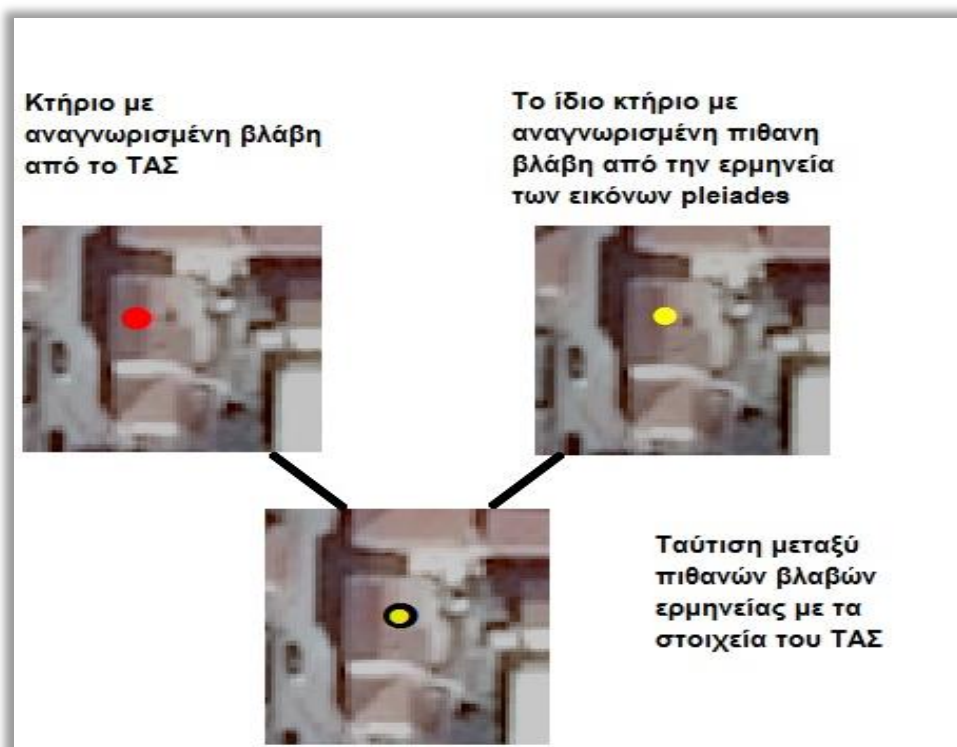
ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
	Ταύτιση βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ
	Ταύτιση πιθανών βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ
	Βλάβες που αναγνωρίστηκαν μόνο από τα στοιχεία του ΤΑΣ

Πίνακας 6.13: Τα σημειακά σύμβολα για την ταύτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων ερμηνείας και στοιχείων ΤΑΣ. *Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

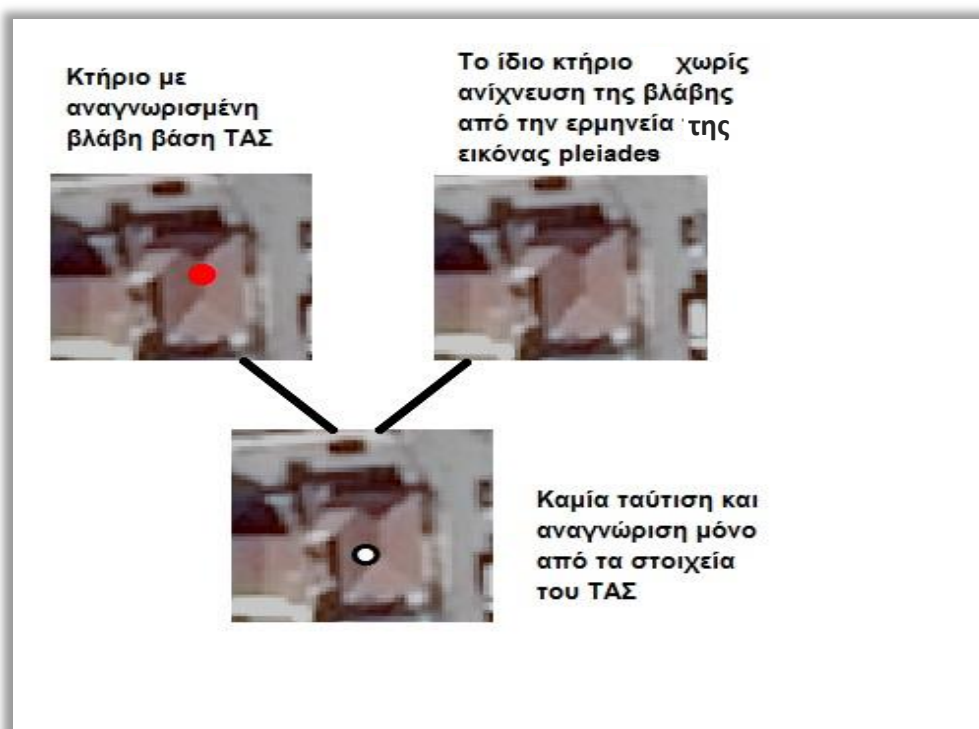
Κάνοντας την οπτική σύγκριση μεταξύ των χαρτών των βλαβών στις κεραμοσκεπές της ερμηνείας των εικόνων Pleiades με αυτών των στοιχείων του ΤΑΣ, τοποθετούμε τα παραπάνω σύμβολα του πίνακα ή αφήνουμε τα ήδη υπάρχοντα σύμβολα ως έχουν όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



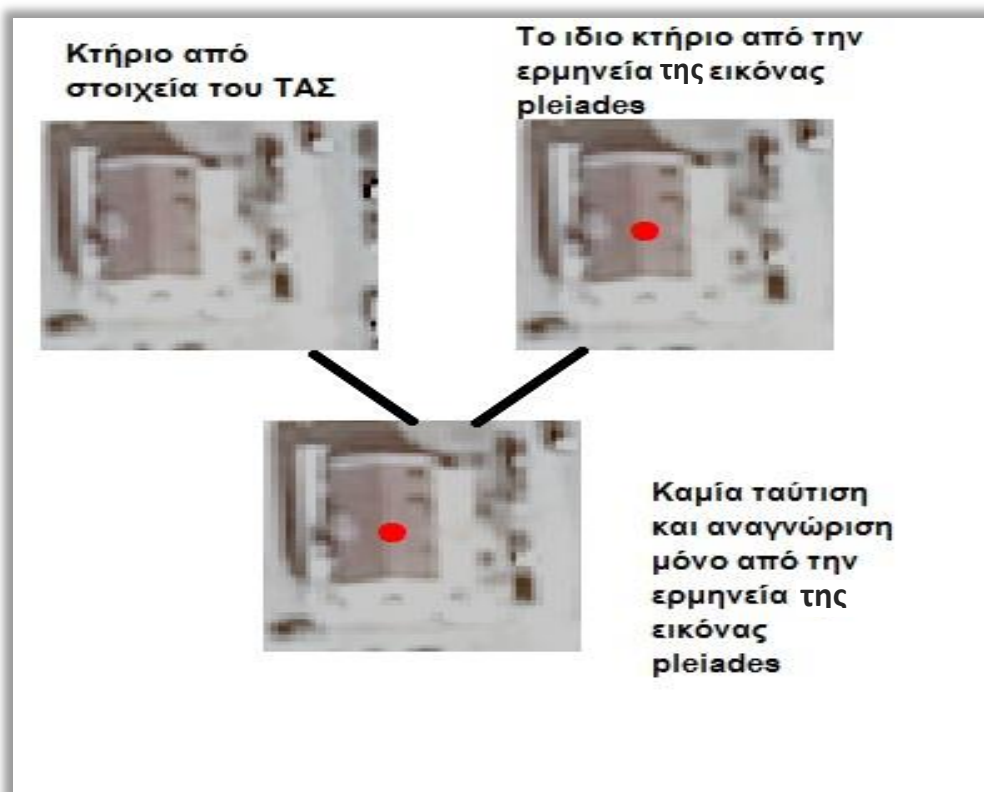
Εικόνα 6.28: Παράδειγμα της ταύτισης μεταξύ των βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με αυτές του ΤΑΣ. *Πηγή: Ιδία επεξεργασία*



Εικόνα 6.29: Παράδειγμα της ταύτισης μεταξύ των πιθανών βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με αυτές του ΤΑΣ. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 6.30: Παράδειγμα της καμίας ταύτισης μεταξύ των βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με αυτές του ΤΑΣ και αναγνώριση μόνο από τα στοιχεία του ΤΑΣ. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία



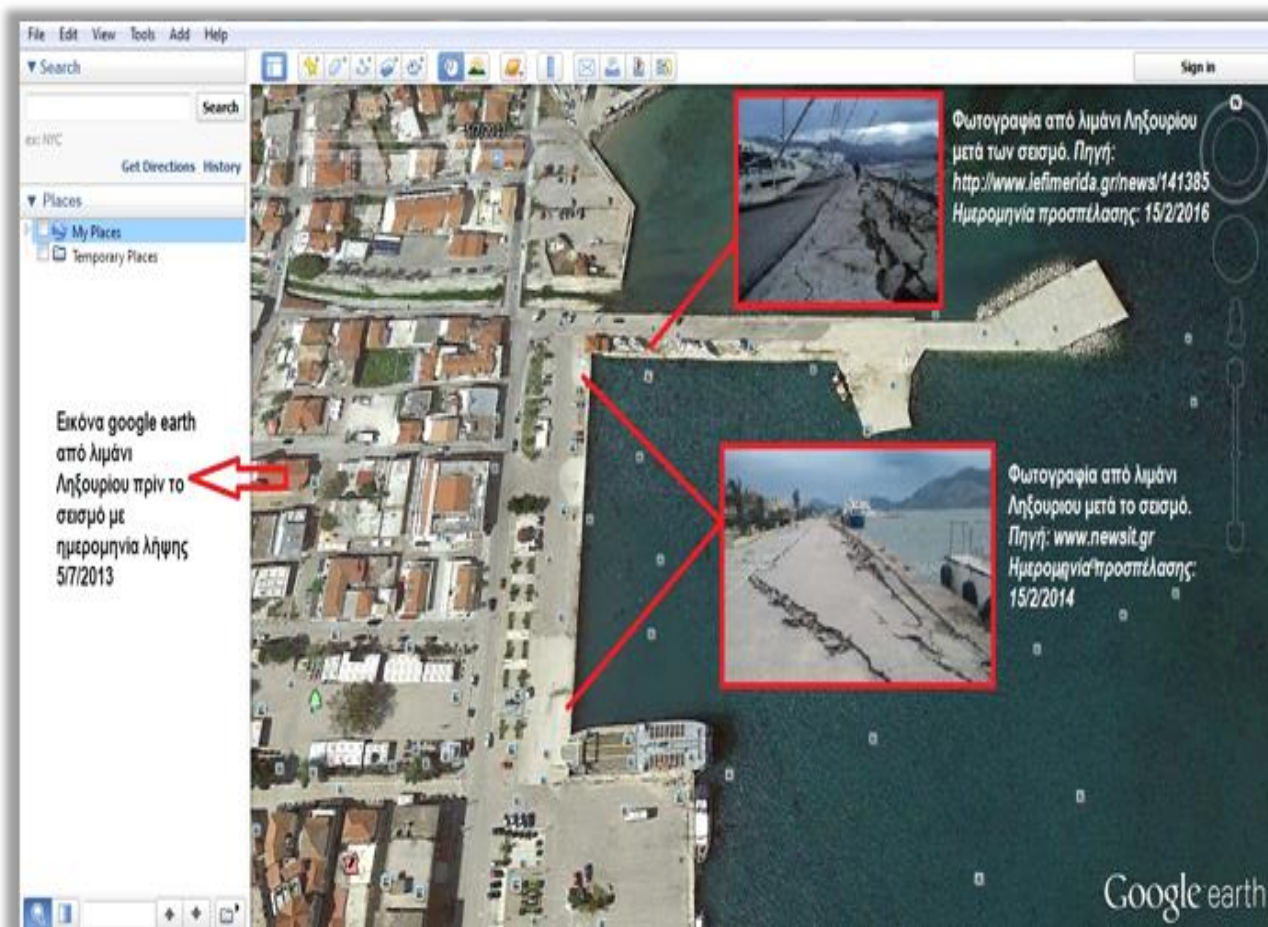
Εικόνα 6.31: Παράδειγμα καμίας ταύτισης μεταξύ των βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με αυτές του ΤΑΣ και αναγνώριση μόνο από την ερμηνεία. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Με αυτή την διαδικασία γίνεται η ταύτιση των βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων για τις τρεις περιοχές Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος και Λιβάδι και ολοκληρώνεται το πρώτο κομμάτι των αποτελεσμάτων της σύγκρισης.

2. Επαλήθευση βλαβών σε λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον, μεταξύ των χαρτών από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades με τις εικόνες από το Google Earth πριν το σεισμό και στοιχεία από το διαδίκτυο όπως φωτογραφικό υλικό, κ.α. προκειμένου να επαληθευτούν τα αποτελέσματα που έχουν βρεθεί στην ερμηνεία.

Ολοκληρώνοντας το πρώτο σκέλος της ταύτισης σχετικά με τις κεραμοσκεπές των κτηρίων, ακολούθησε η ταύτιση των βλαβών σε λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον που εντοπίστηκαν μόνο στις περιοχές μελέτης Ληξούρι και Παραλία του Μύρτου.

Για να μπορέσει να γίνει η ταύτιση των βλαβών στις οντότητες αυτές, έπρεπε να χρησιμοποιηθούν όσα δεδομένα υπήρχαν διαθέσιμα στο διαδίκτυο αφού δεν κατέσται δυνατόν να βρεθούν ακριβείς στοιχεία για τις βλάβες σε αυτού του είδους τις οντότητες. Γι' αυτούς τους λόγους έγινε χρήση εικόνας από το Google Earth με πιο κοντινή ημερομηνία λήψης 05/07/2013 πριν το πρώτο σεισμό και με την παράλληλη χρήση δεδομένων από το διαδίκτυο (π.χ. φωτογραφικό υλικό για τις βλάβες μετά το σεισμό κ.α.) μπόρεσε να γίνει η επαλήθευση, σε σχέση τα αποτελέσματα της ερμηνείας των δορυφορικών εικόνων Pleiades όπως φαίνεται και στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.32: Συνδυασμός εικόνας Google Earth και στοιχείων από το διαδίκτυο για την ταύτιση αυτών με τα αποτελέσματα της ερμηνείας των δορυφορικών εικόνων Pleiades. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

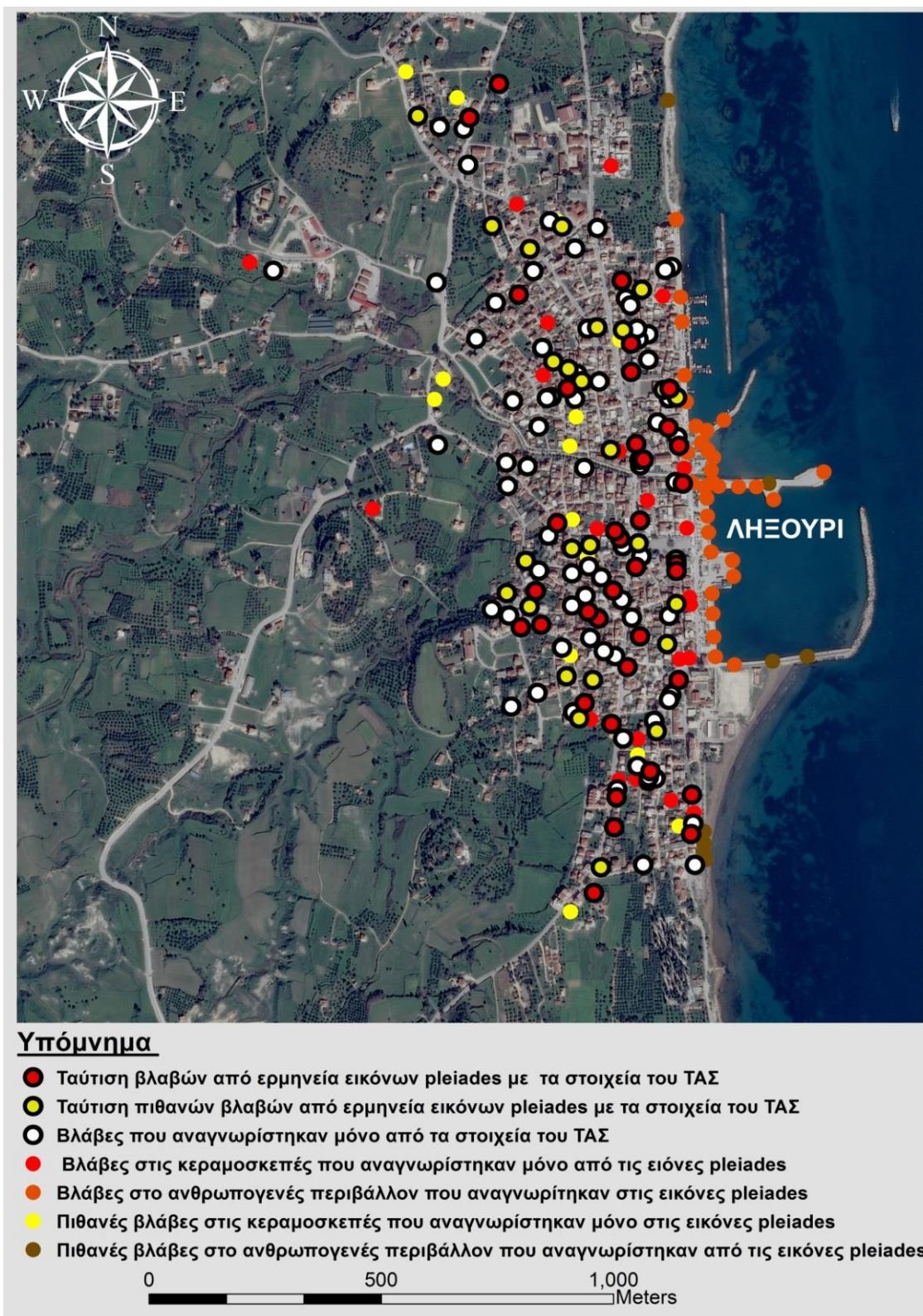
Επιπλέον δεν χρειάστηκε να δημιουργήσουμε νέα σημειακά σύμβολα που να δείχνουν την ταύτιση των συγκεκριμένων οντοτήτων με τα αποτελέσματα της ερμηνείας, λόγω του ότι θέλαμε μόνο να επαληθεύσουμε τις βλάβες που βρέθηκαν στις δορυφορικές εικόνες Pleiades για τις οντότητες αυτές και όχι κάτι παραπάνω. Επιπλέον λόγω της πλήρους ταύτισης (100%) δεν αλλάξαμε τα σημειακά σύμβολα για τις οντότητες αυτές και θα παραμείνουν ως έχουν (βλέπε Πίνακα 6.14) και στα τελικά αποτελέσματα.

ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
	Βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον (λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο) που αναγνωρίστηκαν στις δορυφορικές εικόνες Pleiades
	Πιθανές βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον (λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο) που αναγνωρίστηκαν στις δορυφορικές εικόνες Pleiades

Πίνακας 6.14: Συμβολισμός βλαβών από ερμηνεία εικόνων Pleiades σε λιμενικές εγκαταστάσεις και οδικό δίκτυο Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Συνδυάζοντας λοιπόν, όλα τα παραπάνω αποτελέσματα, προέκυψαν οι τελικοί χάρτες ταύτισης των βλαβών ανά περιοχή μελέτης (βλέπε Χάρτες 6.8, 6.9, 6.10 και 6.11). Από τα αποτελέσματα που αυτοί περιέχουν αναδεικνύεται επομένως η αποτελεσματικότητα των δορυφορικών εικόνων Pleiades στην ανίχνευση βλαβών.

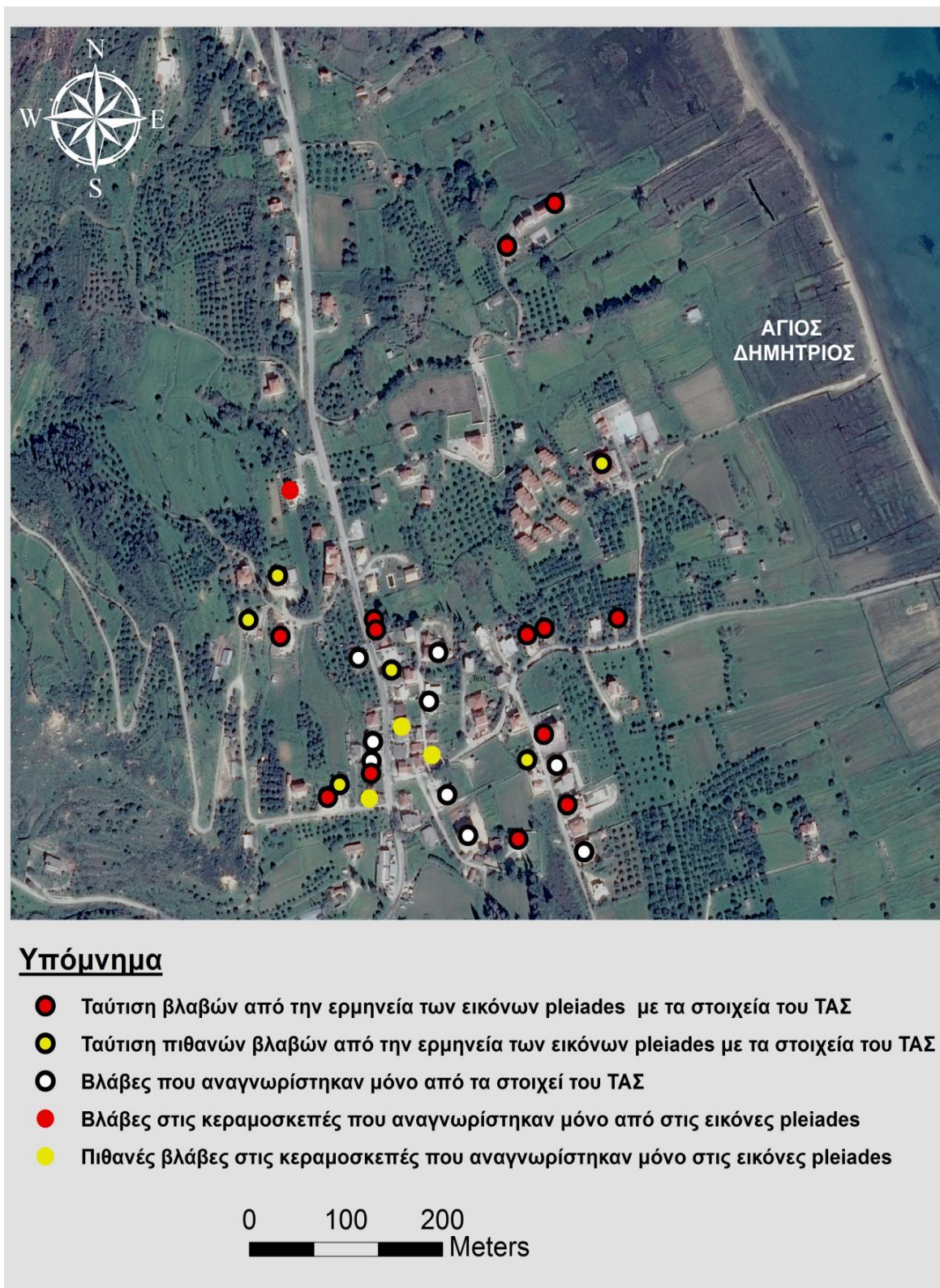
Τελικός χάρτης ταύτισης βλαβών για την περιοχή του Ληξουρίου



Χάρτης 6.8: Τελικός χάρτης ταύτισης με όλα τα αποτελέσματα για την περιοχή του Ληξουρίου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

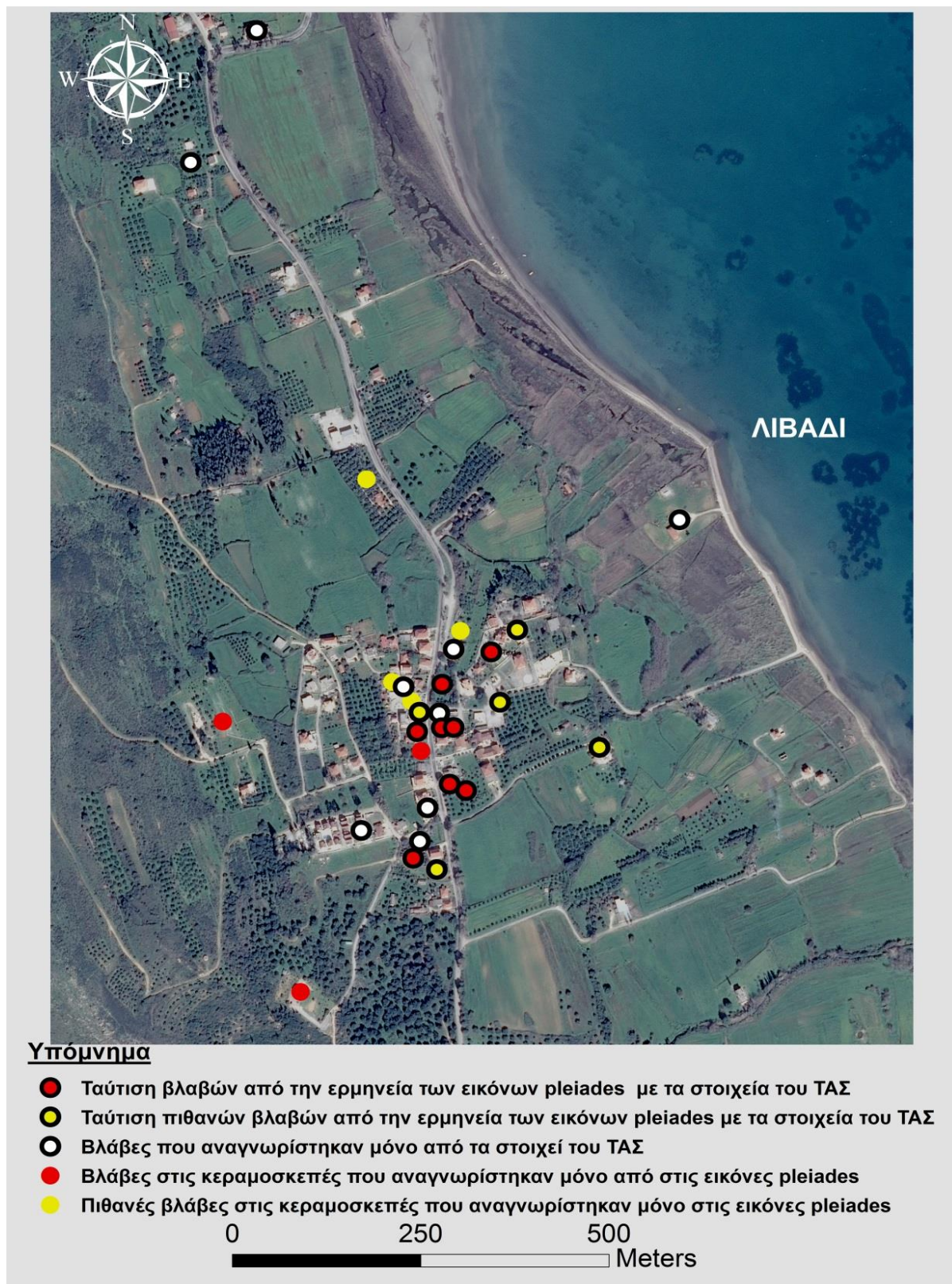
Τελικός χάρτης ταύτισης βλαβών για την περιοχή του Αγίου Δημητρίου



Χάρτης 6.9: Τελικός χάρτης σύγκρισης με όλα τα αποτελέσματα για την περιοχή του Αγίου Δημητρίου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

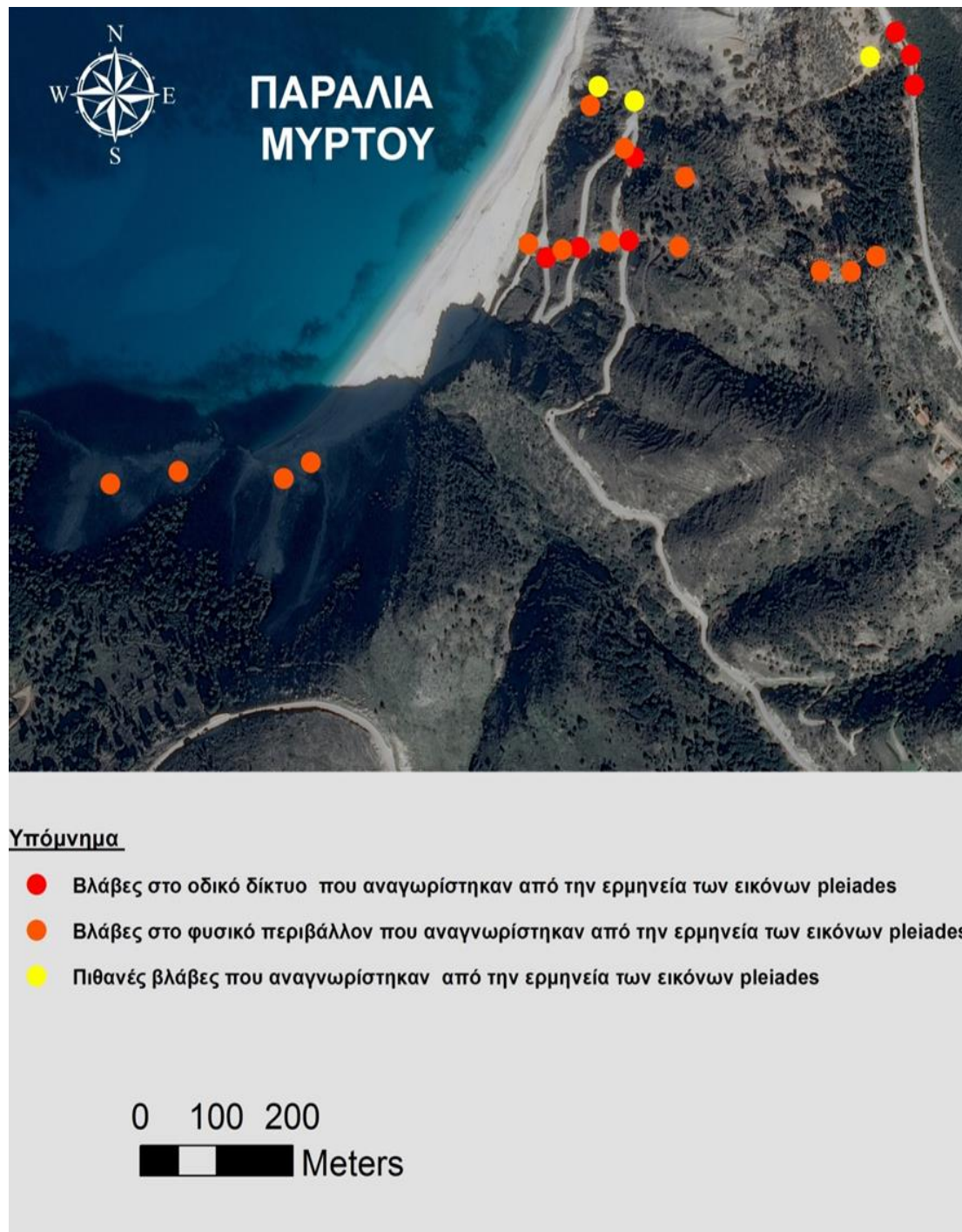
Τελικός χάρτης ταύτισης βλαβών για την περιοχή Λιβάδι



Χάρτης 6.10: Τελικά αποτελέσματα της σύγκρισης για την περιοχή του Λιβαδιού. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Τελικός χάρτης ταύτισης βλαβών για την περιοχή της παραλία του Μύρτου

Ο τελικός χάρτης για τη περιοχή της παραλίας του Μύρτου παραμένει ίδιος λόγω του ότι η ταύτιση των αποτελεσμάτων της ερμηνείας με τα δεδομένα από το διαδίκτυο ήταν πλήρης και για αυτό το λόγο ο χάρτης παραμένει ως έχει και παρουσιάζεται ως τελικός.



Χάρτης 6.11: Τελικά αποτελέσματα της σύγκρισης για την περιοχή παραλία του Μύρτου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με σκοπό την πιο λεπτομερή ανάλυση των τελικών χαρτών παρήχθησαν πίνακες και γραφήματα βάσει των δεδομένων που αυτοί απεικονίζουν. Πιο συγκεκριμένα οι πίνακες και τα γραφήματα περιέχουν τα αποτελέσματα των τελικών χαρτών ανά περίπτωση όπως παρουσιάζονται παρακάτω ανά περιοχή μελέτης.

Δημοτικό διαμέρισμα Ληξουρίου

Αναλύοντας τον χάρτη 6.8 των τελικών αποτελεσμάτων για την περιοχή του Ληξουρίου προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα :

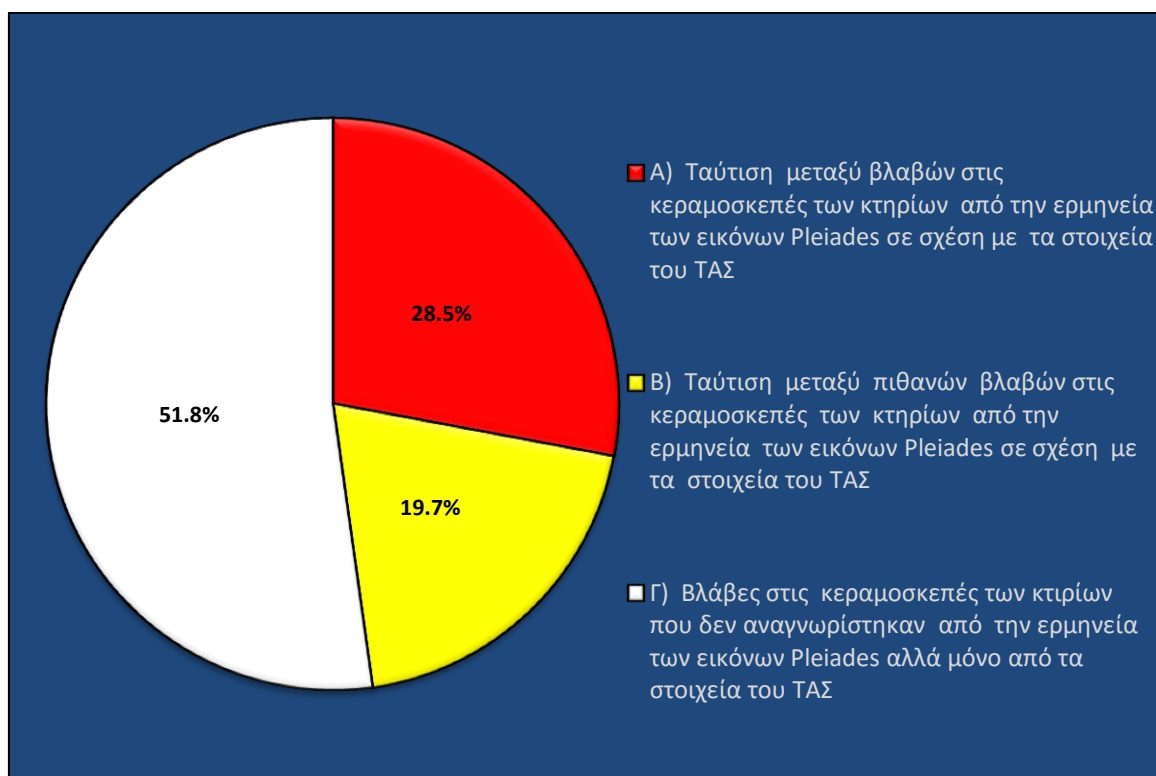
- Όσον αφορά τα αποτελέσματα που αφορούν την ταύτιση ή όχι των βλαβών μεταξύ αποτελεσμάτων ερμηνείας δορυφορικών εικόνων Pleiades και στοιχείων από το ΤΑΣ αυτά φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟΝ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ	ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ
Ταύτιση βλαβών από ερμηνεία των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ	A		39	28.5%
Ταύτιση πιθανών βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ	B		27	19.7%
Βλάβες που δεν αναγνωριστήκαν από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades άλλα μόνο από τα στοιχεία του ΤΑΣ	Γ		71	51.8%
Σύνολο	A+B+Γ	-	137	100%

Πίνακας 6.15: Παρουσίαση αριθμού βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων και ανάδειξη των ποσοστών τους ανά περίπτωση στο δημοτικό διαμέρισμα Ληξουρίου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Έτσι λοιπόν παρατηρούμε από τον παραπάνω πίνακα, ότι η ταύτιση των βλαβών για την περιοχή του Ληξουρίου από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ έδωσε **39 κτήρια** με βλάβες στις κεραμοσκεπές και αντίστοιχα ποσοστό **28.5%**, πιθανές βλάβες στις κεραμοσκεπές από την ερμηνεία και τη ταύτιση τους με τα στοιχεία του ΤΑΣ έδωσε **27 κτήρια** και αντίστοιχο ποσοστό **19.7%** και οι βλάβες στις κεραμοσκεπές που αναγνωρίστηκαν μόνο στα στοιχεία του ΤΑΣ έδωσαν **71 κτήρια** και αντίστοιχο ποσοστό **51,8%** . Τα ποσοστά αυτά απεικονίζονται για καλύτερη κατανόηση της κατανομής των αποτελεσμάτων της ταύτισης ανά περίπτωση στο σύνολό των καταγεγραμμένων βλαβών βάσει του ΤΑΣ στο γράφημα παρακάτω.



Γράφημα 6.1: Απεικόνιση της κατανομής του συνόλου των βλαβών των κεραμοσκεπών σε ποσοστά και ανά περίπτωση, μέσα από τη ταύτιση των αποτελεσμάτων της ερμηνείας των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ για το δημοτικό διαμέρισμα Ληξουρίου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το ποσοστό της ανίχνευσής των βλαβών στην περιοχή του Ληξουρίου από τι δορυφορικές εικόνες Pleiades που ταυτίστηκε με τα στοιχεία του ΤΑΣ ανέρχεται αθροιστικά (περιπτώσεις A+B) στο **48.2%**. Ωστόσο το ποσοστό των βλαβών που βρέθηκαν μόνο στα στοιχεία του ΤΑΣ (περίπτωση Γ) ανέρχεται στο **51.8%**. Έτσι λοιπόν προκύπτει ότι για την περιοχή του Ληξουρίου, η ανίχνευση των βλαβών ήταν κακή και κάτω από το μισό του συνόλου των κτηρίων με βλάβες στις κεραμοσκεπές.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ	ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ
Σύνολο των βλαβών και πιθανών βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων από την ταύτιση της ερμηνείας των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ	A+B	66	48.2%
Συνολικές βλάβες που δεν αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades αλλά μονό από τα στοιχεία του ΤΑΣ	Γ	71	51.8%
Σύνολο	A+B+Γ	137	100%

Πίνακας 6.16: Συνολικά αποτελέσματα ταύτισης βλαβών στο δημοτικό διαμέρισμα Ληξουρίου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Εκτός των αποτελεσμάτων της ταύτισης στον χάρτη 6.8 έχουμε και αυτά που εντοπίστηκαν μόνο από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades, τα οποία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟΝ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ	ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ %
Αναγνωρισμένες βλάβες από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades χωρίς ταύτιση με τα στοιχεία του ΤΑΣ	A		24	17.5%
Αναγνωρισμένες πιθανές βλάβες από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades χωρίς ταύτιση με τα στοιχεία του ΤΑΣ	B		14	10.2%
Σύνολο	A+B	-	37	27.7%

Πίνακας 6.17: Παρουσίαση του αριθμού και των ποσοστών των αναγνωρισμένων βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades χωρίς να υπάρχει ταύτιση με τα στοιχεία του ΤΑΣ στις κεραμοσκεπές των κτιρίων για το δημοτικό διαμέρισμα Ληξουρίου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Τα αποτελέσματα αυτά του πίνακα 6.17 απεικονίζουν τους αριθμούς και τα αντίστοιχα ποσοστά αυτών για τις επιπλέον αναγνωρισμένες βλάβες και τις πιθανές βλάβες, που εντοπίστηκαν στις κεραμοσκεπές μόνο από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades. Έχουμε δηλαδή, **24** βλάβες και **14** πιθανές βλάβες σε κεραμοσκεπές κτηρίων με αντίστοιχα ποσοστά **17.5%** και **10.2%**. Συνολικά δηλαδή έχουν βρεθεί **37** επιπλέον αναγνωρισμένες βλάβες και ένα ποσοστό της τάξης του **27.7%**.

Τέλος έχουμε τις καταστροφές που αφορούν λιμενικές εγκαταστάσεις και οδικό δίκτυο που βρέθηκαν στη περιοχή του Ληξουρίου. Βάσει του τελικού χάρτη 6.8 ταύτισης για την περιοχή αυτή έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα όπως φαίνονται στο πίνακα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ
Βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades		32
Πιθανές βλάβες στο ανθρωπογενές περιβάλλον που αναγνωρίστηκαν στις εικόνες pleiades		7
Συνολικός αριθμός βλαβών από την ερμηνεία	-	39

Πίνακας 6.18: Αριθμός βλαβών και πιθανών βλαβών σε λιμενικές εγκαταστάσεις και οδικό δίκτυο που αναγνωρίστηκαν στη περιοχή του Ληξουρίου από τις εικόνες Pleiades. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπως προαναφέρθηκε, η ταύτιση βλαβών και πιθανών βλαβών σε λιμενικές εγκαταστάσεις και οδικό δίκτυο έγινε με δεδομένα από το διαδίκτυο όπως είναι το Google Earth και ήταν πλήρης (100%) όσον αφορά στις βλάβες που βρέθηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades. Έτσι λοιπόν, όλες οι βλάβες αναγνωρίστηκαν από τα δεδομένα του διαδικτύου και αρά παρέμειναν στους χάρτες με τα τελικά αποτελέσματα ίδιες όπως και στην ερμηνεία. Βρέθηκαν λοιπόν 32 βλάβες και 7 πιθανές βλάβες, οπότε συνολικά 39 για την περιοχή του Ληξουρίου.

Δημοτικό διαμέρισμα Αγίου Δημητρίου

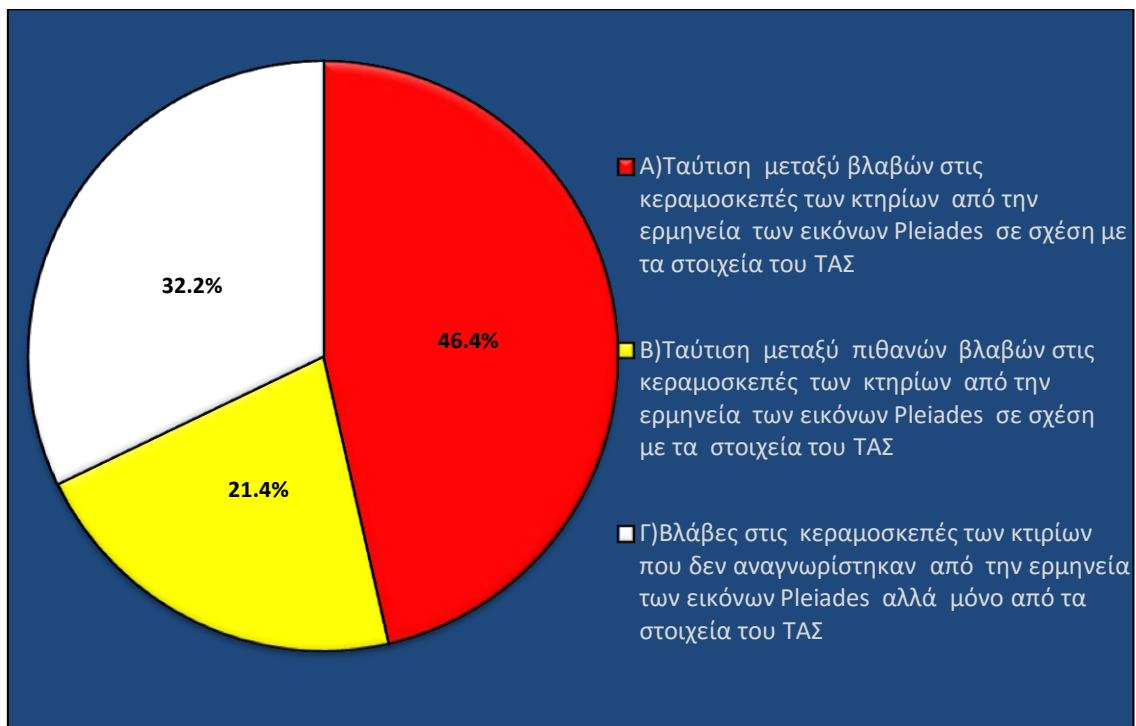
Για την περιοχή μελέτης του Αγίου Δημητρίου στο χάρτη 6.9 των τελικών αποτελεσμάτων υπάρχουν μόνο βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων αφού από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades δεν βρέθηκαν άλλου είδους βλάβες. Ο χάρτης λοιπόν περιέχει τα εξής παρακάτω αποτελέσματα:

- Τα αποτελέσματα της ταύτισης μεταξύ ερμηνείας των δορυφορικών εικόνων Pleiades και των στοιχείων του ΤΑΣ για την περιοχή του Αγίου Δημητρίου είναι αυτά που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟΝ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ	ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ
Ταύτιση βλαβών από ερμηνεία των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ	A		13	46.4%
Ταύτιση πιθανών βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ	B		6	21.4%
Βλάβες που δεν αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades αλλά μονό από τα στοιχεία του ΤΑΣ	Γ		9	32.2%
Σύνολο	A+B+Γ	-	28	100%

Πίνακας 6.19: Παρουσίαση αριθμού βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων και ανάδειξη των ποσοστών τους ανά περίπτωση στο δημοτικό διαμέρισμα Αγίου Δημητρίου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Σε αυτόν το πίνακα παρατηρούμε ότι η ταύτιση των βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ καταλαμβάνει **13 κτήρια** και αντίστοιχο ποσοστό **46,4%**, οι πιθανές βλάβες της ερμηνείας και η ταύτιση τους με τα στοιχεία από το ΤΑΣ καταλαμβάνουν **6 κτήρια** και αντίστοιχο ποσοστό **21.4%** και η βλάβες που αναγνωρίστηκαν μόνο από τα στοιχεία του ΤΑΣ και όχι στην ερμηνεία καταλαμβάνουν **9 κτήρια** και αντίστοιχο ποσοστό **32,2%**. Τα ποσοστά αυτά απεικονίζονται για καλύτερη κατανόηση της κατανομής των αποτελεσμάτων της ταύτισης στο γράφημα 6.2.



Γράφημα 6.2: Απεικόνιση της κατανομής του συνόλου των βλαβών των κεραμοσκεπών σε ποσοστά και ανά περίπτωση, μέσα από την σύγκριση της ερμηνείας των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ για το δημοτικό διαμέρισμα Αγίου Δημητρίου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα λοιπόν της ταύτισης, βλέπουμε ότι αυτή αθροιστικά για τις βλάβες και τις πιθανές βλάβες (περατώσεις Α+Β) το ποσοστό φτάνει το **67.8%**, ενώ για τις βλάβες που βρέθηκαν μόνο στα στοιχεία του ΤΑΣ (περίπτωση Γ) έχουμε ένα ποσοστό της τάξης του **32.2%**. Δηλαδή η ταύτιση των βλαβών είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τις βλάβες που βρέθηκαν μόνο από τα στοιχεία του ΤΑΣ. (βλέπε Πίνακα 6.20). Έτσι λοιπόν προκύπτει για την περιοχή του Αγίου Δημητρίου η ανίχνευση των βλαβών ξεπερνά κατά πολύ το μισό και προσεγγίζει το **70%**, όπου αυτό δείχνει πολύ καλή ικανότητα ανίχνευσης βλαβών.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ	ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ %
Σύνολο βλαβών και πιθανών βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτιρίων από την ταύτιση της ερμηνείας των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ	A+B	19	67.9%
Συνολικές βλάβες που δεν αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades αλλά μόνο από τα στοιχεία του ΤΑΣ	Γ	9	32.2%

Πίνακας 6.20: Συνολικά αποτελέσματα ταύτισης βλαβών στο δημοτικό διαμέρισμα Αγίου Δημητρίου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Στον τελικό χάρτη 6.8 της περιοχής του Αγίου Δημητρίου υπάρχουν αποτελέσματα που βρέθηκαν μόνο στην ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades ενώ δεν υπήρχαν στα στοιχεία του ΤΑΣ. Αυτά τα αποτελέσματα φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟΝ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ	ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ %
Αναγνωρισμένες βλάβες από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades χωρίς ταύτιση με τα στοιχεία του ΤΑΣ	A		1	3.6%
Αναγνωρισμένες πιθανές αναγνωρισμένες βλάβες από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades χωρίς ταύτιση με τα στοιχεία του ΤΑΣ	B		3	10.7%
Σύνολο	A+B	-	4	14.3%

Πίνακας 6.21: Παρουσίαση του αριθμού και των ποσοστών των επιπλέον βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων που βρέθηκαν από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades και που δεν υπάρχουν στα στοιχεία του ΤΑΣ για το δημοτικό διαμέρισμα Αγίου Δημητρίου. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ο πίνακας με τα αποτελέσματα των επιπλέον βλαβών και πιθανών βλαβών δείχνει **1** και **3 κτήρια** αντίστοιχα με βλάβες στην κεραμοσκεπή ενώ τα ποσοστά αυτών είναι **3.6%** και **10.7%**. Αθροιστικά λοιπόν έχουμε 4 επιπλέον βλάβες που ανιχνεύτηκαν που αντιστοιχεί σε ποσοστό της τάξης του **14.3**.

Δημοτικό διαμέρισμα Λιβαδίου

Για την περιοχή μελέτης Λιβάδι στο χάρτη 6.10 των τελικών αποτελεσμάτων υπάρχουν μόνο βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων. Αυτός ο χάρτης λοιπόν περιέχει τα εξής παρακάτω αποτελέσματα:

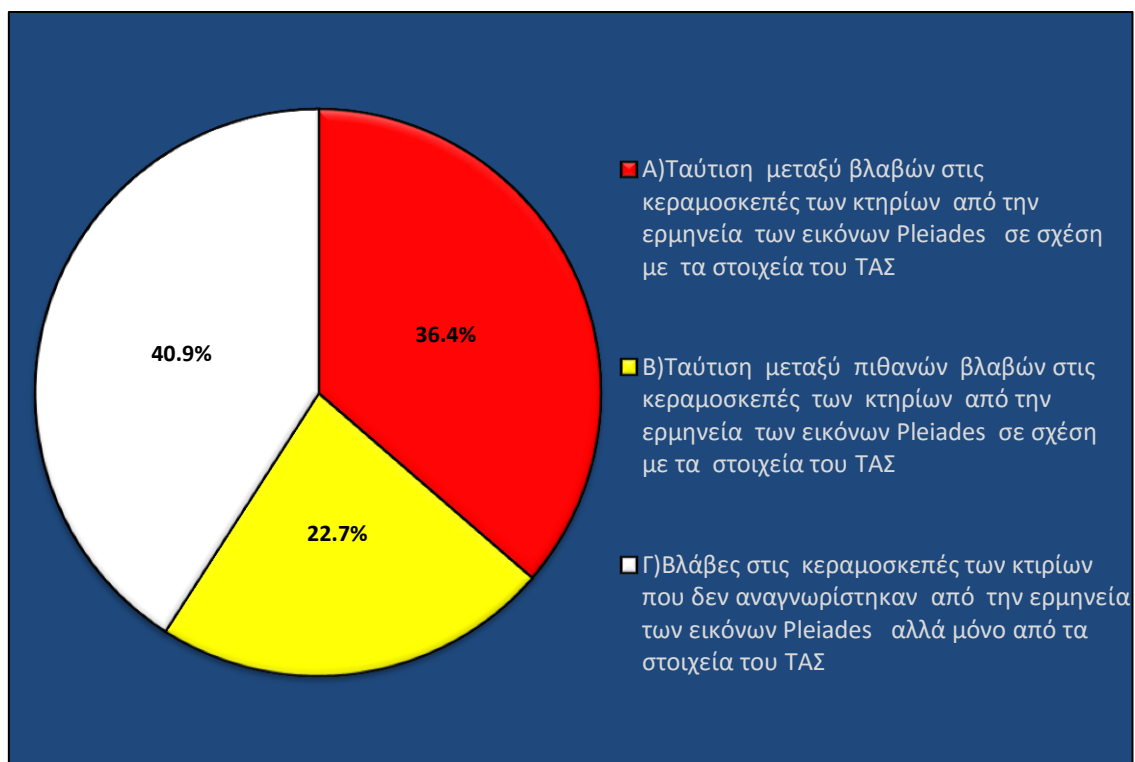
- Τα αποτελέσματα της ταύτισης μεταξύ ερμηνείας των δορυφορικών εικόνων Pleiades και των στοιχείων του ΤΑΣ για την περιοχή του Λιβαδίου είναι αυτά που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟΝ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ	ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ
Ταύτιση βλαβών από ερμηνεία των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ	A		8	36.4%
Ταύτιση πιθανών βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ	B		5	22.7%
Βλάβες που δεν αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades αλλά μόνο από τα στοιχεία του ΤΑΣ	Γ		9	40.9%
Σύνολο	A+B+Γ	-	22	100%

Πίνακας 6.22: Παρουσίαση αριθμού βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων και ανάδειξη των ποσοστών τους ανά περίπτωση στο δημοτικό διαμέρισμα Αγίου Δημητρίου *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

Σε αυτόν τον πίνακα παρατηρείται ότι η ταύτιση των βλαβών από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ, όπου περιλαμβάνονται **8 κτήρια** με βλάβες και ποσοστό **36,4%**, οι πιθανές βλάβες καταλαμβάνουν **5 κτήρια** με ποσοστό **22,7%** και οι βλάβες που αναγνωρίστηκαν μόνο από τα στοιχεία του ΤΑΣ και όχι στην ερμηνεία καταλαμβάνουν **9 κτήρια** και αντίστοιχο ποσοστό **40,9%**. Τα ποσοστά αυτά απεικονίζονται για καλύτερη κατανόηση της κατανομής των αποτελεσμάτων της ταύτισης ανά περίπτωση στο γράφημα 6.3.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα λοιπόν, αυτά της ταύτισης βλέπουμε ότι αυτή αθροιστικά για τις βλάβες και τις πιθανές βλάβες (περατώσεις A+B) φτάνει το **59,1%** ενώ για τις βλάβες που βρίσκονταν μόνο στα στοιχεία του ΤΑΣ (περίπτωση Γ) και όχι στην ερμηνεία έχουμε ένα ποσοστό της τάξης του **40,9%**. Δηλαδή η ταύτιση για την περιοχή του Λιβαδίου, προσεγγίζει το 60% που αποτελεί ένα καλό ποσοστό για ανίχνευση βλαβών. (βλέπε πίνακα 6.23).



Γράφημα 6.3: Απεικόνιση της κατανομής του συνόλου των βλαβών των κεραμοσκεπών σε ποσοστά και ανά περίπτωση, μέσα από την σύγκριση της ερμηνείας των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ για το δημοτικό διαμέρισμα Λιβαδίου. *Πηγή:* Ιδία επεξεργασία

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ	ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ
Σύνολο των βλαβών και πιθανών βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτιρίων από την ταύτιση της ερμηνείας των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ	A+B	13	59.1%
Συνολικές βλάβες που δεν αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades αλλά μόνο από τα στοιχεία του ΤΑΣ	Γ	9	40.9%

Πίνακας 6.23: Συνολικά αποτελέσματα ταύτισης βλαβών στο δημοτικό διαμέρισμα Αγίου Δημητρίου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- Εκτός των αποτελεσμάτων της ταύτισης έχουμε αποτελέσματα που βρέθηκαν μόνο από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades. Αυτά τα αποτελέσματα φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟΝ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ	ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ
Αναγνωρισμένες βλάβες από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades χωρίς ταύτιση με τα στοιχεία του ΤΑΣ	A		4	18.2%
Αναγνωρισμένες πιθανές βλάβες από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades χωρίς ταύτιση με τα στοιχεία του ΤΑΣ	B		2	9.1%
Σύνολο	A+B	-	6	27,3%

Πίνακας 6.24: Παρουσίαση του αριθμού και των ποσοστών των επιπλέον βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων που βρέθηκαν από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades και που δεν υπάρχουν στα στοιχεία του ΤΑΣ για το δημοτικό διαμέρισμα Λιβάδι. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τα αποτελέσματα αυτά του παραπάνω πίνακα, παρουσιάζουν τους αριθμούς και τα αντίστοιχα ποσοστά των βλαβών και των πιθανών βλαβών που εντοπίστηκαν στις κεραμοσκεπές. Έχουμε δηλαδή, **4** βλάβες και **2** πιθανές βλάβες σε κεραμοσκεπές κτηρίων με αντίστοιχα ποσοστά **18.2%** και **9.1%**. Συνολικά δηλαδή έχουν βρεθεί **6** βλάβες σε κεραμοσκεπές κτηρίων με συνολικό ποσοστό **27.3%**.

Περιοχή παραλίας του Μύρτου

Στην προκειμένη περίπτωση οι βλάβες που εντοπίστηκαν αφορούν μόνο καταστροφές σε οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον. Η ταύτιση αυτών έγινε επίσης με δεδομένα από το διαδίκτυο και ήταν πλήρης. Ο τελικός χάρτης με τα αποτελέσματα είναι ο ίδιος λοιπόν με αυτόν της ερμηνείας (βλέπε χάρτη 6.11) και τα αποτελέσματά του παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ
Βλάβες στο οδικό δίκτυο που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων pleiades		7
Βλάβες στο φυσικό περιβάλλον που αναγνωρίστηκαν από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades		14
Πιθανές βλάβες που αναγνωρίστηκαν στις δορυφορικές εικόνες Pleiades		3
Συνολικός αριθμός βλαβών από την ερμηνεία	-	24

Πίνακας 6.25: Παρουσίαση αριθμού βλαβών ανά περίπτωση βάσει της ερμηνείας των εικόνων Pleiades στην παραλία του Μύρτου. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ο παραπάνω πίνακας παρουσιάζει τον αριθμό των βλαβών και των πιθανών βλαβών ανά περίπτωση που εντοπίστηκαν στην ερμηνεία. Έχουμε λοιπόν 7 βλάβες στο οδικό δίκτυο, 14 στο φυσικό περιβάλλον και 3 πιθανές σε οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον.

6.6 Συνολική επισκόπηση των βλαβών

Στόχος της παρούσας ενότητας είναι να παρουσιάσει συνοπτικά τα αποτελέσματα που προηγήθηκαν στις προηγούμενες ενότητες σχετικά με την ανίχνευση βλαβών μέσω των δορυφορικών εικόνων Pleiades και την ταύτιση τους με τα δεδομένα του ΤΑΣ και του διαδικτύου.

Τοποθετώντας τα αποτελέσματα και για τις τρεις περιοχές μελέτης μαζί όσον αφορά τις βλάβες των κτηρίων βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ, μπορούμε να αντιληφθούμε τη συνολική εικόνα που επικρατεί (βλέπε Πίνακα 6.26).

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΛΗΞΟΥΡΙ	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΛΙΒΑΔΙ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΠΟΣΟΣΤΑ
Καταγεγραμμένες βλάβες στις κεραμοσκεπές βάσει των στοιχείων του ΤΑΣ	137	28	22	187	57.7%
Κτήρια με βλάβες αλλά όχι στις κεραμοσκεπές	63	4	2	69	21.3%
Καταγεγραμμένα κτήρια με βλάβες από όπου υπάρχει έλλειψη δεδομένων για το είδος των βλαβών και την θέση των κτηρίων	57	6	5	68	21.0%
Σύνολο	257	38	29	324	100%

Πίνακας 6.26: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων ανά περίπτωση στις περιοχές Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος και Λιβάδι Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Παρατηρώντας λοιπόν τον παραπάνω πίνακα για τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των τριών περιοχών μελέτης που αφορούν τις βλάβες στα κτήρια βάσει των επίσημων στοιχείων του ΤΑΣ, έχουμε στο **σύνολο 324 κτήρια** με βλάβες από τα οποία:

- **68 κτήρια** με καταγεγραμμένες βλάβες (αλλά με έλλειψη δεδομένων για το είδος και τη θέση των κτηρίων) με ποσοστό **21%**
- **187 κτήρια** με καταγεγραμμένες βλάβες στις κεραμοσκεπές βάσει των επίσημων στοιχείων του ΤΑΣ με ποσοστό **57.7%**
- **69 κτήρια** με βλάβες αλλά όχι στις κεραμοσκεπές με ποσοστό **21.3%**.

Αυτό που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των βλαβών, είναι το **57.7%** των κτηρίων με βλάβες στις κεραμοσκεπές που δείχνει ότι πάνω από τα μισά κτήρια κατά μέσο όρο και για τις τρεις περιοχές μελέτης έχουν υποστεί βλάβες στις κεραμοσκεπές. Επίσης, σημαντικό είναι το **21%** των κτηρίων τα οποία ενώ έχουν καταγραφεί, υπάρχει έλλειψη στοιχείων για το είδος των βλαβών και την θέση των κτηρίων. Για το λόγο αυτό, δεν μπορούμε να γνωρίζουμε αν έχουν υποστεί ή όχι βλάβες στις κεραμοσκεπές καθώς επίσης δεν γνωρίζουμε που βρίσκονται ώστε να καταταχθούν σε κάποια κατηγορία και να βρεθούν στους χάρτες για να ταυτιστούν με τα δεδομένα του ΤΑΣ.

Όσον αφορά την ταύτιση των βλαβών στις κεραμοσκεπές των κτηρίων, αυτά παρουσιάζονται συγκεντρωτικά και για τις τρεις περιοχές μελέτης με την μορφή ποσοστών στον παρακάτω πίνακα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΛΗΞΟΥΡΙ	ΆΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΛΙΒΑΔΙ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΚΑΤΑ ΜΕΣΟ ΟΡΟ
Ποσοστό ταύτισης βλαβών και πιθανών βλαβών με τα στοιχεία του ΤΑΣ	A+B	48.2%	67.9%	59.1%	58.4%
Ποσοστό βλαβών που αναγνωρίστηκαν μόνο στα στοιχεία του ΤΑΣ	Γ	51.8%	32.1%	40.9%	41.6%
Σύνολο	A +B+Γ	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Πίνακας 6.27: Συνολικά ποσοστά ταύτισης βλαβών για τις περιοχές Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος και Λιβάδι *Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Επίσης, πέραν των τελικών συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων της ταύτισης έχουμε και αποτελέσματα που αφορούν τις βλάβες που ανιχνεύτηκαν μόνο από την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων Pleiades τα οποία παρουσιάζονται συγκεντρωτικά με την μορφή ποσοστών για τις τρεις περιοχές μελέτης στον παρακάτω πίνακα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΛΗΞΟΥΡΙ	ΆΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΛΙΒΑΔΙ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΚΑΤΑ ΜΕΣΟ ΟΡΟ
Βλάβες που αναγνωρίστηκαν μόνο στην ερμηνεία των εικόνων Pleiades	27.2%	14.3%	36.4%	26.0%

Πίνακας 6.28: Ποσοστά βλαβών που αναγνωρίστηκαν μόνο στην ερμηνεία των εικόνων Pleiades για τις περιοχές Ληξούρι, Άγιος Δημήτριος και Λιβάδι *Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Σημαντικά στοιχεία που πρέπει να τονιστούν από τους δύο παραπάνω πίνακες των αποτελεσμάτων της ταύτισης σχετικά με τις βλάβες των κεραμοσκεπών των κτηρίων είναι το ποσοστό βλαβών και πιθανών βλαβών που προέκυψε συνολικά για τις τρεις περιοχές μελέτης από την σύγκριση των εικόνων Pleiades με τα στοιχεία του ΤΑΣ, καθώς και το ποσοστό που αφορά βλάβες για τις οποίες υπήρξε έλλειψη δεδομένων.

7. Σχολιασμός - Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η παρούσα εργασία μετά από την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων και τη σύνδεση τους με την βιβλιογραφία. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι περιπτώσεις που η ανίχνευση επιτυγχάνεται στο μέγιστο βαθμό και που όχι ενώ επίσης γίνεται αναφορά στο ποιά είναι η ικανότητα το δορυφορικών εικόνων Pleiades στην ανίχνευση βλαβών.

Εξετάζοντας ξεχωριστά τις τρεις περιοχές μελέτης (βλέπε πίνακες 6.26, 6.27) βγήκαν πολύ υψηλά ποσοστά ταύτισης για τις βλάβες στις κεραμοσκεπές των κτηρίων στις περιοχές Άγιος Δημήτριος και Λιβάδι (69.7% και 59.1% αντίστοιχα) το οποίο δείχνει αρκετά καλή ταύτιση αρά και ικανότητα ανίχνευσης βλαβών. Εν αντιθέσει, για τη περιοχή του Ληξουρίου έχουμε ποσοστά κάτω από 50% ταύτισης και άρα χαμηλή ανίχνευση βλαβών στις κεραμοσκεπές. Έτσι βάσει αυτών αποτελεσμάτων αλλά και της διαδικασίας ανίχνευσης βλαβών προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Τα μεγάλα ποσοστά ταύτισης στα χωρία Άγιο Δημήτριο και Λιβάδι οφείλονται στην ευκολία οπτικής αναγνώρισης των βλαβών στις κεραμοσκεπές λόγω του ότι η βλάβες ήταν αρκετά εκτεταμένες, το μέγεθος των κτηρίων κυμαινόταν από μεσαίο σε μεγάλο ενώ τα σπίτια ήταν αραιά κατανεμημένα με αποτέλεσμα να μην δημιουργούνται σκιές μεταξύ αυτών και άρα επικάλυψη βλαβών σε διπλανά κτήρια
- Τα χαμηλά ποσοστά ταύτισης στην περιοχή του Ληξουρίου οφείλονται στο ότι υπήρχαν βλάβες διαφόρων μεγεθών που δεν ήταν δυνατόν να ανιχνευθούν όλες, τα κτήρια κυμαίνονταν σε μέγεθος μικρό έως μεσαίο κατά κύριο λόγο ενώ βρίσκονταν πυκνά κατανεμημένα στο χώρο με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σκιές μεταξύ τους και να μην γίνεται σωστά η ανίχνευση των βλαβών. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με την βιβλιογραφία (H.Miura et al., 2016)

Επιπλέον όσον αφορά τις βλάβες σε λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον οι οποίες εντοπίστηκαν στο Ληξούρι και την παραλία του Μύρτου από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades, αυτές ταυτίστηκαν πλήρως (100%) με στοιχεία από το διαδίκτυο, αποτελώντας πολύ καλό αποτέλεσμα ανίχνευσης βλαβών δεδομένης της ελλιπούς ύπαρξης επίσημων στοιχείων για αυτές. Οι βλάβες αυτές ήταν μεγάλης έκτασης στο σύνολο αυτών και εύκολα αναγνωρίσιμες.

Από την συνολική μελέτη των περιοχών και κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της μεθοδολογίας εξήχθησαν συμπεράσματα σχετικά με το σε ποιες περιπτώσεις η ανίχνευση επιτυγχάνεται στο μέγιστο βαθμό και σε ποιες όχι. Οι περιπτώσεις αυτές είναι:

- Σε οντότητες μεγάλου και μεσαίου μεγέθους οι βλάβες, εκτός των μικρών ρωγματώσεων, γίνονταν εύκολα αντιληπτές λόγω της υψηλής ανάλυσης των εικόνων, κάτι το οποίο επισημάναν οι K.Sato et al. το 2004 με την έρευνά τους.
- Σε οντότητες μικρού μεγέθους οι βλάβες δεν εντοπίζονταν, παρά μόνο σε περιπτώσεις όπου η έκταση των βλαβών κάλυπτε σχεδόν ολόκληρη την οντότητα, το οποίο συμφωνεί και η έρευνα των H.Miura et al. το 2016.
- Όσο πιο αραιά κατανεμημένες οι οντότητες στο χώρο τόσο καλύτερη η αναγνώριση βλαβών λόγω του ότι αποφεύγονται οι σκιάσεις
- Όσο μεγαλύτερη η βλάβη τόσο καλύτερα αναγνωρίσιμη είναι από τις εικόνες
- Η υψηλή ανάλυση των εικόνων δίνει την δυνατότητα αναγνώρισης της έκτασης που καταλαμβάνει στο χώρο η κάθε οντότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες (π.χ. κεραμοσκεπές που βρίσκονται κολλητά, δρόμοι και πεζοδρόμια κ.α.). Αυτό δίνει την δυνατότητα να αναγνωριστούν σε πια οντότητα ανήκουν οι βλάβες που εντοπίζονται
- Ραγίσματα και πολύ μικρής έκτασης βλάβες δεν είναι δυνατόν να αναγνωριστούν από τις εικόνες
- Αδύνατη κρίθηκε η αναγνώριση τυχόν βλαβών σε μέρη των οντοτήτων τα οποία επικαλύπτονται με σκιά. Αυτό το συμπέρασμα συμφωνεί με την βιβλιογραφία (H.Miura et al., 2016)
- Αδύνατη η ερμηνεία πολλαπλών διασκορπισμένων μαύρων pixels μικρού μεγέθους πάνω στις οντότητες

Το βασικό συμπέρασμα ολόκληρης της εργασίας, αφορά την ικανότητα των εικόνων από το δορυφορικό σύστημα Pleiades στην ανίχνευση βλαβών η οποία μετά από την εξαγωγή των τελικών χαρτών (βλέπε Χάρτες 6.8, 6.9, 6.10, 6.11) της ταύτισης και των αποτελεσμάτων που αυτοί περιείχαν κατέληξε σε αποτέλεσμα **58,4%** για τις κεραμοσκεπές των κτηρίων και σε **100%** για τις βλάβες σε λιμενικές εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο και φυσικό περιβάλλον. Τα ποσοστά αυτά δείχνουν μια μέτρια ανίχνευση βλαβών για τις κεραμοσκεπές των κτηρίων και μια εξαιρετική για τις υπόλοιπες βλάβες. Έτσι λοιπόν, για τις όλες τις βλάβες που εντοπίστηκαν στην ερμηνεία και ταυτίστηκαν προέκυψε ένα ποσοστό κατά μέσο όρο της τάξης του **79.2%** το οποίο είναι και η αποτελεσματικότητα των εικόνων Pleiades στην ανίχνευση βλαβών. Το ποσοστό της αποτελεσματικότητας είναι πάρα πολύ καλό και υψηλό, πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχει μεγάλη ακρίβεια στον εντοπισμό των βλαβών. Τα συμπεράσματα αυτά συμφωνούν με την βιβλιογραφία (Shin J.K et al. 2014, D.Brunner et al. 2010, H.Yesou et al. 2014, H.Miura et al. 2016).

Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι ενδεχομένως το ποσοστό για τις κεραμοσκεπές μπορεί να είναι ακόμα μεγαλύτερο, αφού όπως έχει αναφερθεί υπήρξε για τις τρεις περιοχές μελέτης ένα ποσοστό κτηρίων της τάξης του 21% τα οποία είχαν καταγραφεί με βλάβες από το ΤΑΣ αλλά δεν υπήρχαν στοιχεία για την θέση των κτηρίων και το είδος των βλαβών καθώς και ένα ποσοστό κτηρίων 26% που βρέθηκε από την ερμηνεία των εικόνων Pleiades και πιθανώς να ταυτίζεται κατά κάποιο μέρος του με το 21%. Επίσης, λόγω του ότι η εικόνα Pleiades «τραβήχτηκε» αρκετά μετά τους δύο σεισμούς, πιθανώς κάποιες από τις βλάβες στις κεραμοσκεπές να επισκευάστηκαν στο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε και έτσι να μην εντοπίστηκαν κατά την ερμηνεία των εικόνων αυτών ενώ καταγράφηκαν από το ΤΑΣ. Άρα, πιθανότατα μπορεί το ποσοστό της ικανότητας των δορυφορικών εικόνων Pleiades στην ανίχνευση των βλαβών στις κεραμοσκεπές να είναι ακόμα μεγαλύτερο και συνεπώς να οδηγούμαστε σε υψηλότερη ικανότητα ανίχνευσης..

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ότι η χρήση της συγκριμένης μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε ήταν πάρα πολύ αποδοτική όσον αναφορά την ικανότητα των εικόνων του δορυφορικού συστήματος Pleiades στην ανίχνευση βλαβών αφού οδήγησε σε πολύ υψηλά αποτελέσματα και άρα σε υψηλές ακριβές στην ανίχνευση βλαβών μέσω της ερμηνείας. Ωστόσο, με την χρήση δορυφορικών εικόνων πριν και μετά από τους σεισμούς ή ανίχνευση ενδεχομένως να ήταν ακόμα πιο υψηλή και χωρίς ελλείψεις.

Ένα θέμα το οποίο δεν εξετάστηκε στην παρούσα εργασία λόγω του επίπεδου της ως πτυχιακή είναι το πώς τα άμεσα, καθημερινά και υψηλής ανάλυσης δεδομένα και αποτελέσματα που παρέχει το δορυφορικό σύστημα Pleiades μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην διαχείριση, την οργάνωση και την αντιμετώπιση των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.

8. Βιβλιογραφία

8.1 Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

Bolt B., 1987, *Σεισμοί*, [μτφρ. Ελένη Ιωαννίδου], Αθήνα: Εκδόσεις Τροχαλία

Robinson A., Morrison J., Muehrcke P., Kimering A., Guptill S., 2002, *Στοιχεία Χαρτογραφίας* [μτφρ. Τάσος Τσιαντούλας], Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π

Βουβαλίδης Κ., 2011, *Φυσική Γεωγραφία*, Αθήνα, Εκδόσεις ΔΙΣΙΓΜΑ

Δερμιτζάκης Μ., Λέκκας Σ., 2010, *Διερευνώντας την Γή. Εισαγωγή στην Γενική Γεωλογία*, Έκδοση Β΄, Αθήνα, Εκδόσεις Γ. Γκέλμπεσης

Ζήσου Κ., 2010, *Οι επεκτάσεις του ArcGIS*, Αθήνα, Εκδόσεις Σταμούλη

Ιωαννίδου Ε., 1997, *Το αλφαβητάρι των σεισμών*, Αθήνα, Εκδόσεις Δίαυλος

Καρτάλης Κ., Φείδας Χ., 2013, *Αρχές και Εφαρμογές Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης*, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ

Παρχαρίδης Ι., 2015, *Αρχές δορυφορικής τηλεπισκόπησης*, Αθήνα, Εκδόσεις Κάλλιπος

Στέλιος Μ., 2009, *Τηλεπισκόπηση και Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας*, Αθήνα, Εκδόσεις ΙΩΝ

8.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Benekos, G., Derdelakos, K., Bountzouklis, C., Kourkouli, P., & Parcharidis, I. (2015). Surface displacements of the 2014 cephalonia (greece) earthquake using high resolution SAR interferometry. *Earth Science Informatics*, 8(2), 309-315.

Brunner, D., Bruzzone, L., & Lemoine, G. (2010). Change detection for earthquake damage assessment in built-up areas using very high resolution optical and SAR imagery. Paper presented at the International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 3210-3213.

Gupta, R. P. (1991). *Remote Sensing Geology*. xvi + 356 pp. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong: Springer-Verlag

Koeck, C., Bonneau, C., Corberand, P., Fauchcux, P., Loubiere, P., Pendarics, M., Gleyzes, A., Perret, L. & Kubik, P. 2012, "First in-orbit results of Pleiades CMG-based attitude control system", *Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC*, pp. 6009.

Lebègue, L., Greslou, D., Blanchet, G., De Lussy, F., Fourest, S., Martin, V., Latry, C., Kubik, P., Delvit, J.-., Dechoz, C. & Amberg, V. 2015, "Pléiades satellites image quality commissioning", *Revue Francaise de Photogrammetrie et de Teledetection*, , no. 209, pp. 5-10.

Lekkas E (1996) *Neotectonic Map of Greece. Cephalonia—Ithaki sheet*, scale 1:100.000. University of Athens

Lekkas E, Kyratzi A, Ganas A, Mavroulis S, Alexoudi V, Avramea V, Gkountromichou Chr, Ioakeimidou A, Kerpelis Pl, Kourou A, Lalechos S, Manousaki M, Bakas K, Panoutsopoulou M (2014a) The earthquakes (Mw 6.0) on January 26th and February 3rd, 2014: the seismotectonic and geodynamic setting as parameters controlling structural damage. In: *Earthquake Planning and Protection Organization and Technical Chamber of Greece (Eds), Proceedings of the Conference “The 2014 Cephalonia earthquakes”*, June 6th, 2014, Argostoli, Cephalonia, 5

Lekkas E, Mavroulis S, Alexoudi V (2014b) The geodynamic and seismotectonic setting of Cephalonia (Ionian Sea, Western Greece) as factor controlling the distribution of earthquake environmental effects and structural damage induced by early 2014

earthquakes (January 26th and February 3rd, Mw 6.0). In: Proceedings of the International Workshop on Seismic Hazard and Earthquake Engineering, September 24–25, 2014, Cephalonia, Greece, 5–6

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.

Michel, P., Jean-Philippe, C., Claire, T. & Delphine, F. 2013, "Potential of pleiades VHR data for mapping applications", *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, pp. 4313.

Miura, H., Midorikawa, S. & Matsuoka, M. 2016, "Building damage assessment using high-resolution satellite SAR images of the 2010 Haiti earthquake", *Earthquake Spectra*, vol. 32, no. 1, pp. 591-610.

Papadopoulos GA, Karastathis VK, Koukouvelas I, Sachpazi M, Baskoutas G, Agalos A, Daskalaki E, Minadakis G, Moshou A, Mouzakiotis A, Orfanogiannaki K, Papageorgiou A, Spanos D, Triantafyllou I (2014) The Cephalonia, Ionian Sea (Greece), sequence of strong earthquakes of January–February 2014: a first report. *Res Geophys*.

Papazachos BC, Papazachou CB (1989) The earthquakes of Greece. Ziti Publ., Thessaloniki, Greece, pp 356.

Papazachos BC, Papazachou CB (1997) The earthquakes of Greece. Ziti Publ., Thessaloniki, Greece, pp 304

Papazachos BC, Papazachou CB (2003) The earthquakes of Greece. Ziti Publ., Thessaloniki, Greece, p 286.

Royden LH, Papanikolaou DJ (2011) Slab segmentation and late Cenozoic disruption of the Hellenic arc. *Geochem Geophys Geosyst* .

Saito, K., Spence, R.J.S., Going, C. & Markus, M. 2004, "Using High-Resolution Satellite Images for Post-Earthquake Building Damage Assessment: A Study Following the 26 January 2001 Gujarat Earthquake", *Earthquake Spectra*, vol. 20, no. 1, pp. 145-169.

Shin, J.K., Lee, Y.J., Kim, G.J. & Lee, J.H. 2015, "Assessment of possibility of adopting the error tolerance of geometric correction on producing 1/5,000 digital topographic map for inaccessible area using the PLEIADES images and TerraSAR control point", *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, vol. 33, no. 2, pp. 83-94.

Valkaniotis S, Ganas A, Papathanassiou G, Papanikolaou M (2014) Field observations of geological effects triggered by the January–February 2014 Cephalonia (Ionian Sea, Greece) earthquakes. *Tectonophysics* 630:150–157

Yésou, H., Chastanet, P., Maxant, J., Huber, C., Clandillon, S., Battiston, S., Proy, C. & De Fraipont, P. 2015, "Contribution of the Pleiades imagery to the rapid mapping of damages due to major disasters: Feedbacks after two years of rapid localized mapping activities in Asia, Africa, Europe and the Caribbean", *Revue Francaise de Photogrammetrie et de Teledetection*, , no. 209, pp. 81-88.

8.3 Βιβλιογραφία Διαδικτύου

Airbus Defence and Space, 2012, Pleiades Imagery User Guide. Εύρεση στις 19 Νοεμβρίου 2014 στην ιστοσελίδα <http://www.intelligence-airbusds.com/en/4572-pleiades-technical-documents>

Airbus Defence and Space, 2014, Pleiades Satellite image gallery. Εύρεση στις 19 Νοεμβρίου 2014 στην ιστοσελίδα <http://www.intelligence-airbusds.com/satellite-image-gallery/?search=gallery&type=&sensor=1371>

CNES, 2012, *The Pleiades system*, Εύρεσή στις 18 Μαΐου 2014 στην ιστοσελίδα http://smc.cnes.fr/PLEIADES/Fr/pleiades_days_01_2012.htm

CNES, 2014, *Pleiades Applications*. Εύρεση στις 18 Μαΐου 2014 στην ιστοσελίδα https://pleiades.cnes.fr/en/PLEIADES/GP_applications.htm

CNES, 2014, Pleiades. Εύρεση στις 18 Μαΐου 2014 στην ιστοσελίδα <https://pleiades.cnes.fr/en/PLEIADES/index.htm>

Γεωδυναμικό ινστιτούτο, 2015, *Χάρτες σεισμικότητας*. Εύρεση στις 7 Μαΐου 2015 στην ιστοσελίδα <http://www.gein.noa.gr/el/seismikotita/xartes>

Δήμος Κεφαλονιάς, *Επιχειρησιακό Πρόγραμμα 2013-2014*, Εύρεση στις 7 Μαΐου 2015 στην ιστοσελίδα [http://www.kefallonia.gov.gr/media/pdf/epixir13-14/Epixirisiako_programma_2013-2014_stratigikos_sxediasmos\(Teychos_B\).pdf](http://www.kefallonia.gov.gr/media/pdf/epixir13-14/Epixirisiako_programma_2013-2014_stratigikos_sxediasmos(Teychos_B).pdf)

Θεοδορόπουλος Π., 2014, Περιοδικό Κεφαλλονίτης, *Επιστημονική μελέτη: Οι σεισμοί του Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου 2014 στην Κεφαλονιά για τις κατασκευές μας*. Εύρεση στις 17 Νοεμβρίου 2014 στην ιστοσελίδα http://kefalonitis.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=25637:epistimoniki-meleti-oi-seismoi-tou-ianouariou-kai-fevrouariou-2014-stin-kefalonias

ΙΤΣΑΚ- ΟΑΣΠ, 2014, *Ο σεισμός της Κεφαλονιάς (M=6.1), 26 Ιανουαρίου 2014. Προκαταρκτικά στοιχεία από ΙΤΣΑΚ- ΟΑΣΠ*, Περιοδικό Τεχνολογία, 479, 10-11. Εύρεση στις 23 Μαρτίου 2015 στην ιστοσελίδα http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/GRAFEIO_TYPOY/TEXNOGRAPHMA_2014/TEXNOGRAPHMA_479/TEXNO479.pdf

Λέκκας Ε. Κύρτζη Α., Γκανάς Α., Μαυρούλης Σ., Αλεξούδη Β., Αβραμέα Β., Γκουντρομιχου Χ., Ιωακειμίδου Α., Κερπέλης Π., Κούρου Α., Λάλεχος Σ., Μανουσάκη Μ., Μπάκας Κ., Πανουτσοπούλου Μ., 2014, *Οι σεισμοί της Κεφαλονιάς 2014*, Ημερίδα Αργοστόλι ΟΑΣΠ-ΤΕΕ 6/6/2014. Εύρεση στις 11 Ιουνίου 2014 στην ιστοσελίδα http://www.elekkas.gr/attachments/1335_251.pdf

Ο.Α.Σ.Π 2015, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, *Νέος Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας Ελλάδας (Ν.Χ.Σ.Ε.Ε.)*. Εύρεση στις 8 Ιανουαρίου 2015 στην ιστοσελίδα <http://www.oasp.gr/node/87>