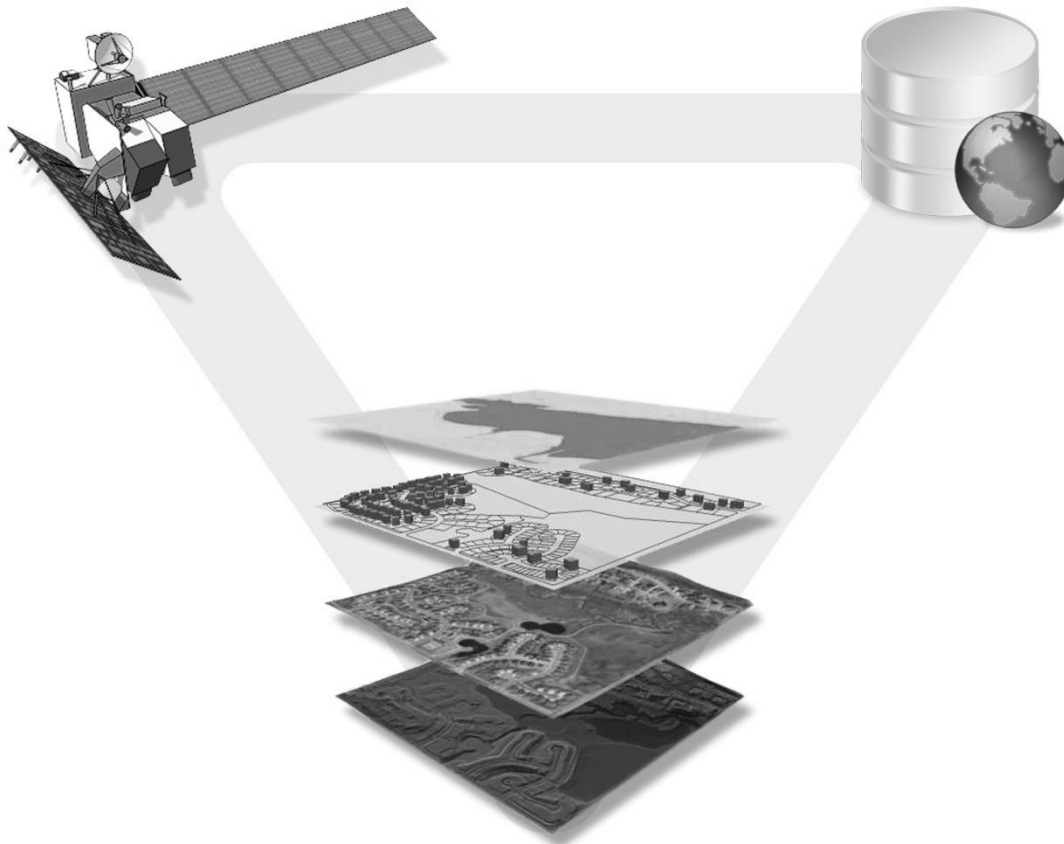




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ



Διπλωματική εργασία

Ανάπτυξη Σ.Γ.Π. με υπόβαθρο Δορυφορική
Ορθοφωτογραφία για το Ν. Λευκάδας

Ανδρέας Κ. Αραβανής

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2012

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες καθηγητές της διπλωματικής μου εργασίας, Ανδρέα Γεωργοπουλο και Βύρωνα Νάκο για τις συμβουλές και τον χρόνο που μου διέθεσαν απλόχερα κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, αλλά κυρίως για την ενθάρρυνση και υποστήριξη που μου προσέφεραν, καθώς και τον Χ. Ιωαννίδη, Αν. καθηγητή Ε.Μ.Π. για τις πολύτιμες συμβουλές του και τη βοήθειά του στο κομμάτι της ορθοδιόρθωσης δορυφορικών εικόνων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τους Χ. Ψάλτη Υ.Δ. του εργαστηρίου Φωτογραμμετρίας, Σοφία Σοϊλέ, επιστημονική συνεργάτη του εργαστηρίου Φωτογραμμετρίας και Ν. Τζελέπη, επιστημονικό συνεργάτη του εργαστηρίου Χαρτογραφίας καθώς και τον Γρηγόρη Μπουρσινό Α.Τ.Μ. για τη βοήθεια τους και τις συμβουλές τους.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου Κώστα και Ευρυδίκη και την αδερφή μου Χαρά για τη συνεχή στήριξή τους καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου, καθώς και τους συμφοιτητές και φίλους Λεβέντη Ι., Αδάμ Κ., Σούνδια Κ., Αρβανίτη Ν., Ρέντζιο Β. και Πατεράκη Π., για τη βοήθεια τους αλλά και τις στιγμές που περάσαμε κατά τη διάρκεια των σπουδών μας.

Περίληψη

Η ραγδαία τεχνολογική πρόοδος έχει συμβάλλει καθοριστικά στην αναγκαιότητα για εφαρμογή νέων μεθόδων και στον τομέα των φωτογραμμετρικών εφαρμογών. Η δυνατότητα χρήσης δορυφορικών απεικονίσεων υψηλής ανάλυσης αποτελεί σημαντική πηγή για τη συλλογή δεδομένων με εξέχουσα σημασία για τις εργασίες μεγάλης κλίμακας. Η δορυφορική εικόνα καλύπτει κατά πολύ μεγαλύτερη έκταση σε σχέση με μια αεροφωτογραφία και το κόστος της είναι τέτοιο που την καθιστά κατά πολύ συμφερότερη λύση σε σχέση με την πραγματοποίηση αεροφωτογράφισης, όταν βέβαια η ανάλυση της δορυφορικής εικόνας καλύπτει τις ανάγκες του σκοπού για τον οποίο αυτή πρόκειται να επεξεργαστεί.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε δορυφορική εικόνα ALOS-1 η οποία επεξεργάστηκε με εφαρμογή μεθόδων ψηφιακής φωτογραμμετρίας με σκοπό την παραγωγή ορθοφωτογραφίας για χρήση της ως υπόβαθρο σε Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών. Το Σ.Γ.Π. θα χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή της πολιτιστικής κληρονομίας και των σημείων τουριστικού ενδιαφέροντος Ν. Λευκάδας.

Αρχικά οι δορυφορικές εικόνες προσανατολίστηκαν με τη χρήση φωτοσταθερών σημείων επίγεια μετρημένων και εν συνεχεία βάση του εξωτερικού προσανατολισμού που υπολογίστηκε παρήχθη το Ψ.Μ.Ε. για ολόκληρο το νησί με βήμα καννάβου 80 μ. Το συγκεκριμένο Ψ.Μ.Ε. χρησιμοποιήθηκε για την ορθοδιόρθωση των δορυφορικών εικόνων.

Το Ψ.Μ.Ε και η ορθοφωτογραφία αποτέλεσαν τα υπόβαθρα για τη δημιουργία μίας εφαρμογής Σ.Γ.Π. για την καταγραφή της πολιτιστικής κληρονομιάς της Ν. Λευκάδας. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή Σ.Γ.Π. καταχωρήθηκαν σημεία πολιτιστικού και τουριστικού ενδιαφέροντος τα οποία γεωεντοπίστηκαν στην ορθοφωτογραφία βάση πληροφορίας που εξήχθη από υπάρχοντες τουριστικούς οδηγούς και χάρτες. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον προσανατολισμό των εικόνων, την δημιουργία του Σ.Γ.Π. καθώς και τα τελικά αποτελέσματα, αναλύονται εκτενώς στα αντίστοιχα κεφάλαια της εργασίας. Επίσης στο τέλος της παρούσας εργασίας αναλύονται και συνοψίζονται όλα τα συμπεράσματα που εξήχθησαν.

Abstract

The contribution of computer technology in Photogrammetry and Geoinformatics is undeniable. The ability to use high resolution satellite imagery is an important source for data collection with great value for large scale operations. The satellite image covers much larger area than an aerial photograph and the cost is what makes it so much advantageous alternative to carrying out aerial photography, when the resolution of satellite images covering the needs of the purpose for which it is to process.

This thesis used satellite image ALOS-1, which worked by using methods of digital photogrammetry to produce orthorectified image for use as background in geographic information system. The G.I.S. will be used to record the cultural heritage and tourist points of interest Lefkada.

Initially, the satellite images orientated using ground control points measured and then based on the calculated aerotriangulation produced the D.S.M. for the entire island grid with step 80 m. This D.E.M. used for calibrating the satellite images.

The D.E.M. and orthorectified image were the map for the G.I.S. application for recording the cultural heritage of Lefkada. In this particular application G.I.S. registered places of cultural and tourist interest which georeferenced on the orthorectified image based on information extracted from existing tourist guides and maps. The procedure followed for the orientation of the images, the creation of S.G.P. and the final results are analyzed in detail in the relevant chapters of the work. Also at the end of this paper analyzed and summarized all the lessons learned.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	7
2. Ο Δορυφόρος ALOS-I.....	8
2.1 Ιστορική αναδρομή	8
2.2 Γενικά για τον ALOS-I	9
2.3 Η τροχιά του Δορυφόρου ALOS-I	11
2.4 Οι Δέκτες του Δορυφόρου ALOS-I	12
2.4.1 PRISM	12
2.4.2 AVNIR – 2	14
2.4.3 PALSAR	16
2.5 ALOS-I – Προγραμματισμός λήψης	18
2.6 Παράγωγα του δέκτη PRISM	19
2.6.1 Εικόνες Level 1A, 1B1 (Χωρίς διορθώσεις)	20
2.6.2 Εικόνες Level 1B2 με Γεωαναφορά.....	20
2.7 Μορφή των προϊόντων PRISM	22
2.7.1 Δομή και μορφότυπος δεδομένων Δορυφορικής Λήψης του Προϊόντος PRISM.....	22
2.8 Εφαρμογές Δορυφορικών Απεικονίσεων ALOS-I	24
2.8.1 Χρήσεις Γης και Έρευνα Κάλυψης Γης	24
2.8.2 Δάση Υγροβιότοποι και άλλες περιοχές με βλάστηση	24
2.8.3 Υδρολογία, Υδατικοί Πόροι, Χιόνι και Πάγος	25
2.8.4 Παρακολούθηση Καταστροφών και Διαχείριση Κινδύνων	25
2.8.5 Δάση, Υγρότοποι και άλλες περιοχές με βλάστηση	27
3. Παραγωγή Ορθοφωτογραφίας από Δορυφορικές Εικόνες ALOS-I PRISM	28
3.1 Σκοπός.....	28
3.2 Δορυφορικές Εικόνες.....	28
3.2.1 Κλασματικά Πολύωνυμα (Κ.Π.)	28
3.3 Επιλογή και Κατανομή των Φωτοσταθερών	29
3.4 Μετρήσεις Φωτοσταθερών.....	30
3.5 Αεροτριγωνισμός.....	33
3.6 Παραγωγή DSM.....	34
3.7 Παραγωγή Ορθοφωτογραφίας	35
3.7.1 Επιλογή λήψης	37
3.7.2 Εισαγωγή του Ψηφιακού Μοντέλου Επιφανείας	37
3.7.3 Προβολικό Σύστημα (Ε.Γ.Σ.Α. 87).....	37
3.7.4 Μέγεθος Εδαφοψηφίδας (GSD)	37
3.7.5 Αλγόριθμος Παρεμβολής Γκριζών Τόνων	37
3.8 Έλεγχος Γεωμετρικής Ακρίβειας	39
4. Ανάπτυξη ΣΓΠ για τις Τουριστικές και Πολιτιστικές πληροφορίες του Ν. Λευκάδας	40

4.1 Εισαγωγή.....	40
4.2 Λογισμικό	40
4.3 Περιοχή εφαρμογής	40
4.4 Συλλογή Δεδομένων	40
4.5 Βάση Δεδομένων	41
4.6 Οπτικοποίηση	44
4.6.1 Λογισμικό και Τρισδιάστατη απεικόνιση.....	44
4.6.2 Σύμβολα	44
4.7 Δυναμικότητα εφαρμογής	46
5. Συμπεράσματα	47
5.1 Γενικά σχόλια	47
5.2 Αντιμετώπιση προβλημάτων – Βελτιώσεις μεθοδολογίας	47
5.2.1 Χρήση υποβάθρου από κρατικό οργανισμό.....	47
5.2.2 Εμπλουτισμός γεω-βάσης με περισσότερα χαρακτηριστικά.....	47
5.2.3 Χρήση τοπολογίας στο οδικό δίκτυο	47
5.3 Πρακτικές εφαρμογές στο μέλλον.....	48
5.3.1 Χρήση για τουριστική προβολή από Ο.Τ.Α.....	48
5.3.2 Καταγραφή και ομαδοποίηση πολιτιστικής κληρονομιάς από το Υπ.Πο.Τ	48
5.3.3 Χρήση για εκπαιδευτικούς σκοπούς.....	48
6. Βιβλιογραφία.....	51
7. Ιστοτόποι	52

1 ■ Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας σε επίπεδο υπολογιστών βοήθησε την περαιτέρω εξέλιξη της επιστήμης της Ψηφιακής φωτογραμμετρίας καθώς και τη δημιουργία του κλάδου της Γεωπληροφορικής. Και οι δύο τομείς παράλληλα με την ανάπτυξή τους έγιναν αλληλένδετοι.

Η παρούσα διπλωματική έχει σαν σκοπό αρχικά την παραγωγή Ορθοφωτογραφίας από Δορυφορικές εικόνες Alos και έπειτα τη δημιουργία ενός Σ.Γ.Π. για την καταγραφή της πολιτιστικής κληρονομιάς του Ν. Λευκάδας.

Το παρόν και πρώτο κεφάλαιο αποτελεί μια γενική αναφορά στο περιεχόμενο και τα στάδια της Διπλωματικής Εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια γενική αναφορά στον δορυφόρο ALOS, τους προάγγελούς του, του δέκτες και τις μεθόδους λήψης που χρησιμοποιεί, τις ακρίβειές που επιτυγχάνονται, καθώς και τις εφαρμογές του.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται η διαδικασία ορθοδιόρθωσης δορυφορικών απεικονίσεων ALOS PRISM δηλαδή η επιλογή των Φ/Σ, η επίλυση του αεροτριγωνισμού, η παραγωγή του Ψ.Μ.Ε. , η διόρθωσή του και τέλος η παραγωγή της ορθοφωτογραφίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η διαδικασία δημιουργίας μιας εφαρμογής Σ.Γ.Π. με τη χρήση του υπόβαθρου που παράχθηκε στο δεύτερο κεφάλαιο. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται οι τεχνικές συλλογής των δεδομένων, ο σχεδιασμός της γεω-βάσης, τα σύμβολα και τα μέσα οπτικοποίησης καθώς και η δυναμικότητα της εφαρμογής.

Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται και σχολιάζονται συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα Δ.Ε. καθώς και μελλοντικές εφαρμογές και χρήσεις που μπορεί να έχει.

2. Ο Δορυφόρος ALOS-I

2.1 Ιστορική αναδρομή

Ο ALOS είναι δορυφόρος προηγμένης τεχνολογίας και έχει τεθεί σε τροχιά το έτος τάδε με σκοπό την λήψη εικόνων για την παρατήρηση της Γης. Ο ALOS-I (Advanced Land Observing Satellite-I) χρονολογικά ακολουθεί τους δορυφόρους JERS-1 (Japanese Earth Resources Satellite-1) και ADEOS (Advanced Earth Observing Satellite) και ADEOS-2. Ανήκει στο Ιαπωνικό Κέντρο Δορυφορικής Παρατήρησης της Γης (Earth Observation Research Center - EORC) που χρησιμοποιεί δυο κατηγορίες δορυφόρων: τους δορυφόρους που χρησιμοποιούνται κυρίως για την παρατήρηση της ατμόσφαιρας και της θαλάσσιας παρατήρηση και αυτούς που χρησιμοποιούνται για παρατήρηση της Γης. Το πρόγραμμα ξεκίνησε το 1995 και σκοπός του είναι η παρατήρηση της συμπεριφοράς της Γης με χρήση δορυφόρων, η απόκτηση γεωδεδομένων και η επεξεργασία τους.

Ο JERS-I (Japanese Earth Resources Satellite-I) ετέθη σε τροχιά στις 11 Φεβρουαρίου 1992 με τη βοήθεια του οχήματος H-I (2-stage) από το Japan Aerospace Exploration Agency (NASDA) Tanegashima Space Center. Σκοπός του ήταν να καλύψει τη συνολική έκταση γης για την καταγραφή της τοπογραφίας σε εθνικό επίπεδο, της γεωργίας, της δασοκομίας και της αλιείας, την προστασία του περιβάλλοντος, την προστασία από φυσικές καταστροφές, και την παρακολούθηση των ακτών εστιάζοντας στην παρατήρηση όλης της Γης και την εκμετάλλευση των πόρων. Η τροχιά του ήταν ηλιοσύγχρονη, σε ύψος 568 km με ένα κύκλο επανάληψης 44 ημερών. Παρατηρούσε και συνέλεγε στοιχεία με το υψηλής απόδοσης Ραντάρ Συνθετικού Ανοίγματος (SAR) και Οπτικό Αισθητήρα (OPS). Ο SAR ήταν ένας ενεργητικός αισθητήρας που μετέδιδε μικροκυμάτα και παρατηρούσε τα χαρακτηριστικά, τις ανισότητες και την κλίση της επιφάνειας της γης, χωρίς να επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες ημέρας και της νύχτας. Ο OPS μπορούσε να παρατηρήσει σε επτά περιοχές, από την ορατή ζώνη έως τα βραχεία κύματα της υπέρυθρης ζώνης, είχε τη δυνατότητα στερεοσκοπικής παρατήρησης, 15°.3 από το ναδίρ στο εγγύς υπέρυθρο και, σε μεγάλο βαθμό, μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό πετρών, βράχων και μετάλλων. Ο χρόνος ζωής του JERS-1 σύμφωνα με το σχεδιασμό ήταν 2 χρόνια, αλλά τελικά τέθηκε εκτός λειτουργίας πολύ αργότερα, στις 12 Οκτωβρίου 1998.

Ο ADEOS-I (Advanced Earth Observing Satellite) ετέθη σε τροχιά στις 17 Αυγούστου 1996 με τη βοήθεια του οχήματος H-II από το Japan Aerospace Exploration Agency (NASDA) Tanegashima Space Center. Στόχος της αποστολής ADEOS ήταν να αποκτηθούν δεδομένα σχετικά με τις παγκόσμιες περιβαλλοντικές αλλαγές, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, την καταστροφή της στιβάδας του όζοντος, την αποψίλωση των τροπικών δασών, και τις μη φυσιολογικές κλιματολογικές συνθήκες, προκειμένου να συμβάλει στην παγκόσμια παρακολούθηση του περιβάλλοντος και να αναπτύξει συστήματα, τα οποία θα είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των μελλοντικών συστημάτων παρατήρησης της γης. Η τροχιά του ήταν ηλιοσύγχρονη, σε ύψος 797 km με ένα κύκλο επανάληψης 41 ημερών. Ο δορυφόρος διέθετε μια αυτόματη και αυτόνομη υπηρεσία, ικανή να διαχειρίζεται τον μεγάλο αριθμό των επιστημονικών οργάνων της αποστολής, και εσωτερικό εξοπλισμό επικοινωνίας για τη μετάδοση δεδομένων παρατήρησης μέσω δορυφορικής αναμετάδοσης. Επί του

δορυφόρου ήταν οκτώ μέσα που είχε αναπτύξει NASDA, η NASA, και η CNES. Τα όργανα αυτά ήταν τα: Ocean Color and Temperature Scanner(OCTS), Advanced Visible and Near-infrared Radiometer (AVNIR), NASA Scatterometer (NSCAT), Total Ozone Mapping Spectrometer(TOMS), Polarization and Directionality of the Earth's Reflectances (POLDER), Interferometric Monitor for Greenhouse Gases (IMG), Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS), Retroreflector in Space (RIS). Στις 08 Αυγούστου 1996, προκλήθηκε βλάβη όταν ο δορυφόρος ρύθμισε τη στάση του για να ελέγξει την τροχιά του, ενώ η τελευταία επικοινωνία με τον δορυφόρο πραγματοποιήθηκε την 30 Ιουνίου 1997.

Ο ADEOS-II (Advanced Earth Observing Satellite-II) τέθηκε σε τροχιά στις 14 Δεκεμβρίου 2002 χρησιμοποιώντας το οχήμα H-II και εκτοξεύθηκε από το Japan Aerospace Exploration Agency (NASDA) Tanegashima Space Center. Σκοπός του ήταν να συμμετέχει ενεργά στην διερεύνηση της Παγκόσμιας Κλιματικής αλλαγής, την πρακτική μελέτη για καιρικά φαινόμενα, την αλιεία κλπ. μέσω κατανόησης του μηχανισμού των παγκόσμιων περιβαλλοντικών αλλαγών συμπεριλαμβανομένης και της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η τροχιά του ήταν ηλιοσύγχρονη υποεπαναλαμβανόμενη. Ο δορυφόρος ήταν εξοπλισμένος με πέντε κύρια όργανα καταγραφής δεδομένων: Advanced Microwave Scanning Radiometer (AMSR), Global Imager (GLI), Improved Limb Atmospheric Spectrometer-II (ILAS-II), Polarization and Directionality of the Earth's Reflectances (POLDER), and SeaWinds. Τα όργανα αυτά είχαν σχεδιαστεί για την παρακολούθηση του κύκλου του νερού της Γης, τη μελέτη της βιομάζας στον κύκλο του άνθρακα και την ανίχνευση των τάσεων στη μακροπρόθεσμη αλλαγή του κλίματος. Στις 23 Οκτωβρίου 2003, προκλήθηκε βλάβη στο ηλιακό πάνελ λόγω αστοχίας υλικού με αποτέλεσμα να διακοπεί η επικοινωνία με τον δορυφόρο.

2.2 Γενικά για τον ALOS-I

Ο ALOS-I (Advanced Land Observing Satellite-I) τέθηκε σε τροχιά στις 24 Ιανουαρίου 2006 με ένα όχημα εκτόξευσης H-IIA από το Διαστημικό Κέντρο Tanegashima της Ιαπωνίας, ενώ θα είναι δορυφόρος ουσιαστικής σημασίας για υψηλής ανάλυσης τηλεπισκόπηση κατά την επόμενη δεκαετία. Είχε χρόνο ζωής σχεδιασμού 3 έως 5 χρόνια. Η τροχιά του ήταν ηλιοσύγχρονη, σε ύψος 691km, κλίση 98.16°, περίοδο τροχιάς 98.74min και κύκλο επανάληψης 46 ημερών. Την 21 Απριλίου 2011 με προγραμματισμένη διαδικασία ετέθη εκτός λειτουργίας.

Ο ALOS έχει τρία τηλεπισκοπικά μέσα: τον παγχρωματικό τηλεπισκοπικό δέκτη για υλοποίηση στερεοσκοπικών λήψεων με σκοπό την χαρτογράφηση και την συλλογή υψομετρικής πληροφορίας με ψηφιακές μεθόδους (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping - PRISM), τον δέκτη στο Προηγμένο στο Ορατό και στο Εγγύς Υπέρυθρο Ραδιόμετρο τύπου 2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 - AVNIR 2) για την ακριβή παρατήρηση και κάλυψη της γης, και τη Συγχρονισμένη συστοιχία τύπου L-band ραντάρ συνθετικού ανοίγματος (PALSAR - Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) για τη συνεχή και νεφοκάλυψης παρατήρηση της γης.

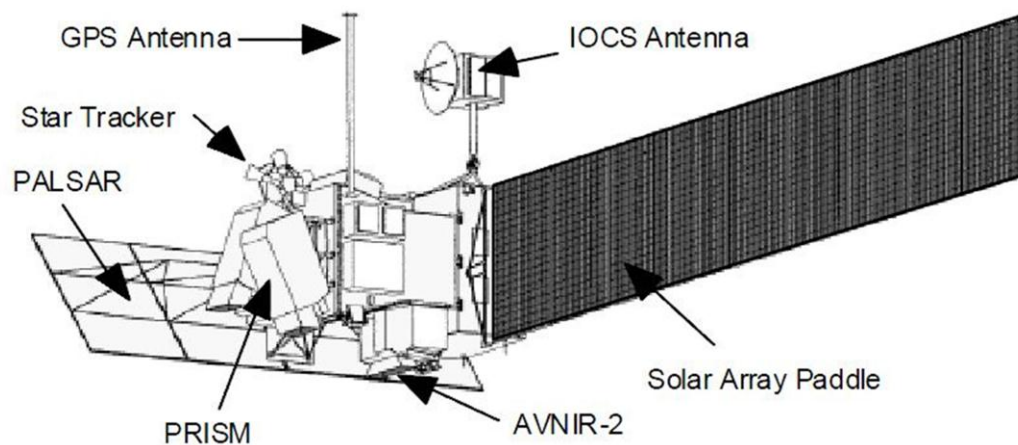
Επιπλέον διαθέτει και τα παρακάτω όργανα για τη διαχείριση της αποστολής του: Τεχνικό Εξοπλισμό Συλλογής Δεδομένων (Technical Data Acquisition Equipment - TEDA), μια σειρά από μόνιτορ για την παρακολούθησή του (Deployment Monitor – DM), ανακλαστήρα Laser (Laser Reflector – LR) και σύστημα διαχείρισης των δεδομένων της αποστολής του (Mission Data Handling System (MDHS)).

Για να αξιοποιήσει πλήρως τα δεδομένα που προκύπτουν από τους εν λόγω αισθητήρες - δέκτες, ο ALOS σχεδιάστηκε με δύο προηγμένες τεχνολογίες: η πρώτη

είναι η υψηλή ταχύτητα και η μεγάλη ικανότητα διαχείρισης των στοιχείων της αποστολής και η δεύτερη είναι ο ακριβής εντοπισμός θέσης του δορυφόρου.

Ημερομηνία εκτόξευσης	Jan, 24, 2006
Όχημα εκτόξευσης	H-IIA
Χώρος εκτόξευσης	Tanegashima Space Center
Μάζα δορυφόρου	Approx. 4 tons
Παραγόμενης ενέργειας	Approx. 7 kW (at End of Life)
Χρόνος ζωής	3 -5 years
Τροχιά	Ηλιοσύγχρονη
	Κύκλος επανάληψης 46 μέρες
	Υψόμετρο: 691.65 km (at Equator)
	Κλίση: 98,16 deg.
Attitude Determination Accuracy	$2,0 \times 10^{-4}$ Μοίρες (with GCP)
Ακρίβεια προσδιορισμού θέσης	1m (off-line)
Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων	240Mbps (Αναμετάδοση μέσω τεχνολογίας δορυφόρου) 120Mbps (Απ' ευθείας μετάδοση)
Καταγραφείας δεδομένων στο σκάφος	SSD (90Gbytes)

Πίνακας 1-Χαρακτηριστικά του ALOS-I



Εικόνα 1 - Απεικόνιση του ALOS-I

2.3 Η τροχιά του Δορυφόρου ALOS-I

Ο Δορυφόρος ALOS-I αποσκοπούσε στη λήψη εικόνων της Γης σε διαφορετικές ημερομηνίες ώστε οι εικόνες να είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους για την καταγραφή φαινομένων. Για αυτό το λόγο η τροχιά του είχε τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται στην συνέχεια.

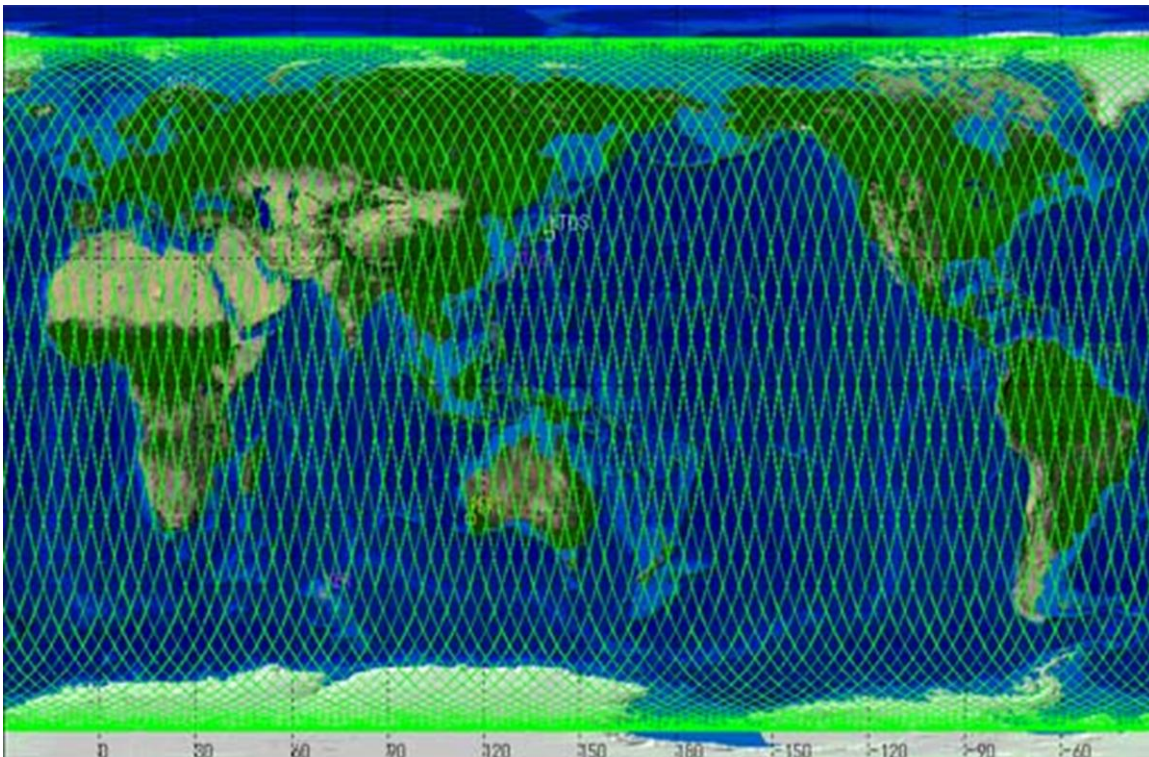
Η τροχιά του είναι **συγχρονισμένη**, δηλαδή ο δορυφόρος διερχόταν επανειλημμένα πάνω από επίγειο σημείο μετά από ακέραιο αριθμό ημερών. Η κάλυψη του ίδιου σημείου γίνονταν κάθε 46 ημέρες και η **τροχιακή περίοδος** ήταν 98.74min.

Η τροχιά ήταν **ηλιοσύγχρονη**, δηλαδή σύγχρονη με τη θέση της Γης ως προς τον Ήλιο. (Ιωαννίδης 2008)

Το επίπεδο της τροχιάς του ήταν **σχεδόν πολικό**, δηλαδή η γωνία που σχημάτιζε με τον ισημερινό ήταν 98,16°. Οι σχεδόν πολικές τροχιές είναι αυτές που εξασφαλίζουν μεγαλύτερη κάλυψη της επιφάνειας της Γης και εφαρμόζονται επίσης σε δορυφόρους όπως ο LANDSAT (98,20°), SPOT (98,70°) και IKONOS (98,10°). Αυτό το χαρακτηριστικό σε συνδυασμό με τη δυνατότητα της πλάγιας λήψης επέτρεπε μια ολική κάλυψη της Γης.

Η τροχιά του ήταν **σχεδόν κυκλική** που σημαίνει ότι μπορούσε να διατηρηθεί σε σταθερό ύψος πάνω από ένα σημείο στο έδαφος. Το ύψος του ALOS-I πάνω από ένα σημείο στον Ισημερινό ήταν 691km.

Το υποσύστημα Ελέγχου Τροχιάς και Προσανατολισμού (Attitude and Orbit Control Subsystem - AOCS) του ALOS-I παρείχε τις ακόλουθες λειτουργίες: για την απόκτηση πληροφοριών του προσανατολισμού και της θέσης του δορυφόρου, χρησιμοποιούσε τους αισθητήρες: Earth Sensor (ESA), Inertia Reference Unit (IRU), Star Tracker (STT), GPS Receiver (GPSR) και για να κρατήσει το δορυφόρο στην σωστή θέση και τροχιά χρησιμοποιούσε τις συσκευές Reaction Control Subsystem - Gas Jet (RCS), Reaction Wheel (RW) και Magnetic Torquer (MTQ).



Εικόνα 2- Γεωγραφική κάλυψη του ALOS-I σε 10 ημέρες πτήσης

2.4 Οι Δέκτες του Δορυφόρου ALOS-I

2.4.1 PRISM

Το PRISM είναι παγχρωματικό ραδιόμετρο που λειτουργεί στην περιοχή του ορατού φωτός και του εγγύς υπέρυθρου. Έχει τρία ανεξάρτητα τηλεσκόπια, το ναδρικό για σχεδόν κατακόρυφη λήψη και τα εμπρός και πίσω τηλεσκόπια που εγκαθίστανται για λήψη στερεοσκοπικής εικόνας κατά την κατεύθυνση της πτήσης του δορυφόρου. Ο δέκτης είναι τύπου push-broom και κάθε τηλεσκόπιο αποτελείται από τρία κάτοπτρα και πολλαπλούς δέκτες CCD. Το ναδρικό αποτελείται από 6 CCD και έχει χωρική ανάλυση 2.5m. Ενώ τα Backward και Forward αποτελούνται από 8 CCD. Και τα τρία τηλεσκόπια καλύπτουν περιοχή πλάτους 35km όταν λαμβάνουν τριπλές εικόνων, ενώ όταν λειτουργούν ανεξάρτητα το πλάτος φτάνει τα 70km. Οι λήψεις αυτές επιτρέπουν την στερεοσκοπική παρατήρηση και κατά συνέπεια την δημιουργία μέσω αυτών ενός Ψηφιακού Μοντέλου Επιφάνειας (DSM) υψηλής ακρίβειας.

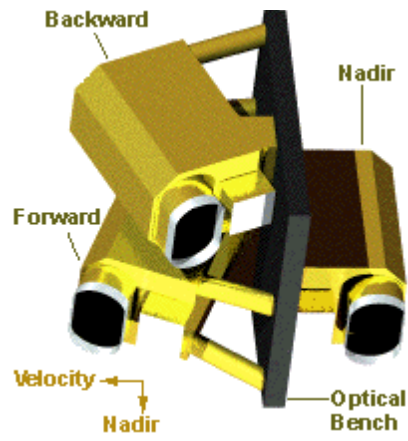
Επιπλέον ο PRISM διαθέτει λειτουργία διόρθωσης των παραμορφώσεων από την περιστροφή της Γης και για τα τρία τηλεσκόπια, και κάνει λήψη εικόνων, επιλέγοντας αυτόματα την καλύτερη θέση για εξαγωγή εικόνας. Ο PRISM δεν μπορεί να παρατηρήσει περιοχές πέρα από 82 μοίρες νότια και βόρεια του Ισημερινού (γεωγραφικό πλάτος).

Αριθμός Καναλιών	1 (Παγχρωματικό)
Μήκος κύματος	0,52 - 0,87 μm
Αριθμός Τηλεσκοπιών	3 (Ναδρικό, Εμπρός, Πίσω)
Λόγος Βάσης – Ύψους	1,0 (μεταξύ εμπρός και πίσω λήψης)
Χωρική ανάλυση	2,5m (Ναδύρ)
Πλάτος κάλυψης	70km Ναδύρ, 35km Τριπλέτα
Αριθμός Ανιχνευτών	28000 / Κανάλι (Πλάτος λωρίδας 70km)
	14000 / Κανάλι (Πλάτος λωρίδας 35km)
Γωνία σκόπευσης	-1.5 εως +1.5 μοίρες(Λήψη τριπλέτας, Κατά μήκος τροχιά)
Κλίση Εμπρός και Πίσω Τηλεσκοπίου	-24, +24 μοίρες(εμπρός και πίσω τηλεσκόπια αντίστοιχα)
Ραδιομετρία εικόνας	8 bits

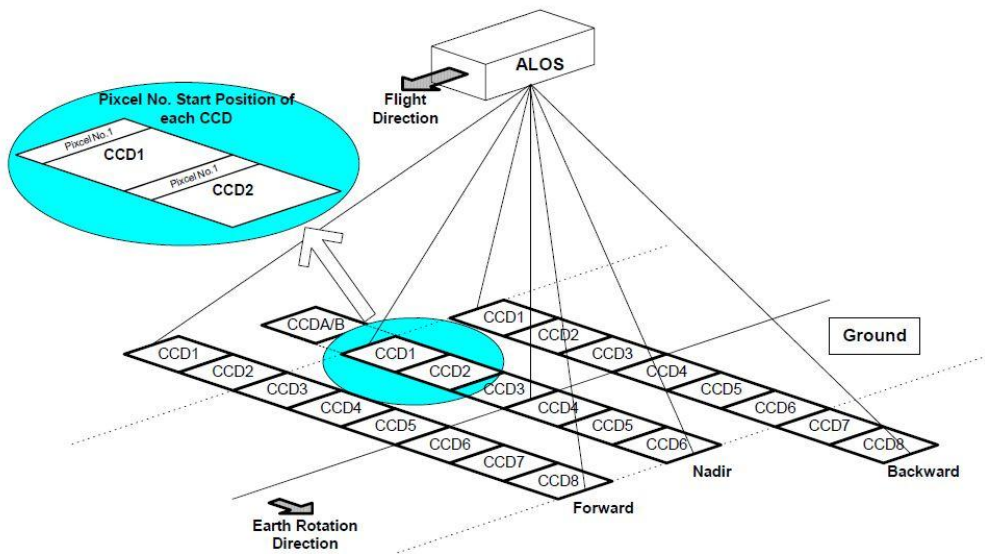
Πίνακας 2 - Χαρακτηριστικά του PRISM

Mode 1	Λήψη Τριπλέτας: Ναδύρ, Εμπρός, Πίσω (Πλάτος κάλυψης 35km)
Mode 2	Ναδύρ (70km), Πίσω (35km)
Mode 3	Ναδύρ (70km)
Mode 4	Ναδύρ (35km), Εμπρός (35km)
Mode 5	Ναδύρ (35km), Πίσω (35km)
Mode 6	Εμπρός (35km), Πίσω (35km)
Mode 7	Ναδύρ (35km)
Mode 8	Εμπρός (35km)
Mode 9	Πίσω (35km)

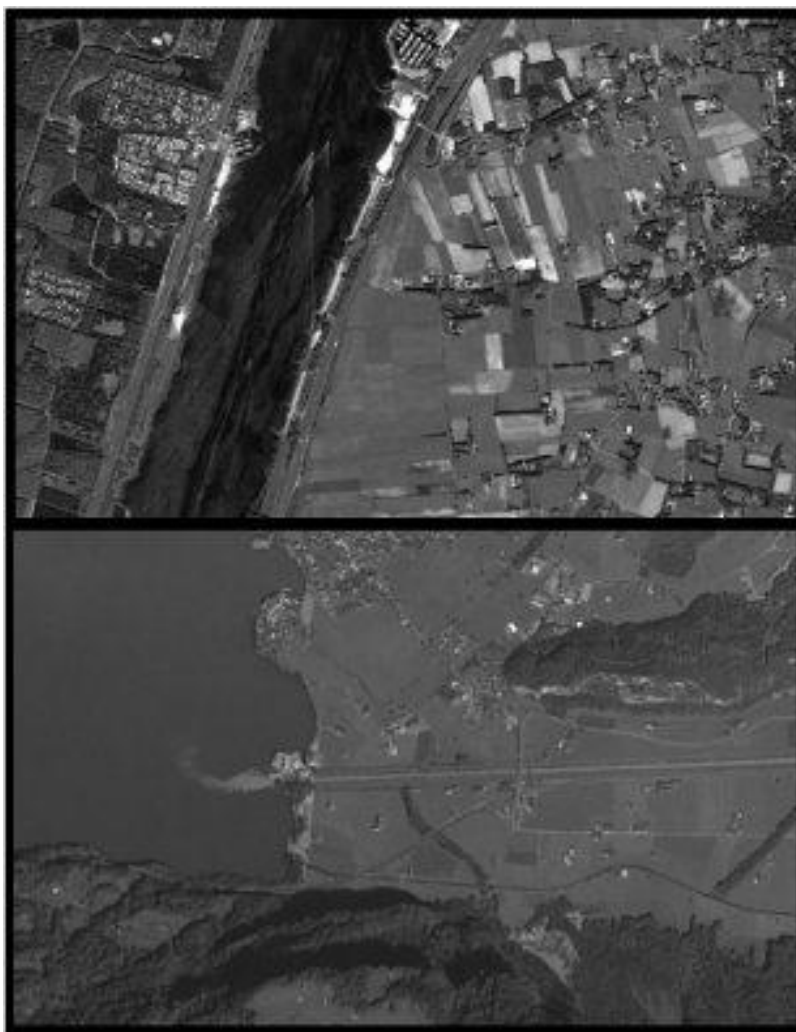
Πίνακας 3 - Επιλογές Λήψης PRISM



Εικόνα 3 - Άποψη του PRISM



Εικόνα 4 - Πραγματοποίηση λήψης τριπλέτας από τον PRISM



Εικόνα 5 - Λήψεις από τον PRISM

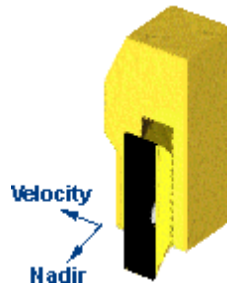
2.4.2 AVNIR – 2

Το AVNIR – 2 είναι ένα ραδιόμετρο που καταγράφει εικόνες στο Ορατό και στο Εγγύς Υπέρυθρο και χρησιμοποιείται κυρίως για επισκόπηση της γης και παράκτιων περιοχών. Οι λήψεις του χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή χαρτογραφικών υποβάθρων όπου απεικονίζεται η περιοχή της γης, η οποία παρατηρείται μέσω τηλεπισκοπικών μεθόδων καθώς επίσης και για την παρακολούθηση περιβαλλοντικών μεταβολών. Το AVNIR – 2 αποτελεί ραδιόμετρο μεταγενέστερης τεχνολογίας του AVNIR, που βρισκόταν στον ADEOS, που εκτοξεύθηκε στον Αύγουστο του 1996. Το στιγμιαίο πεδίο ορατότητας του (IFOV) είναι η κύρια βελτίωση σε σχέση με το AVNIR.

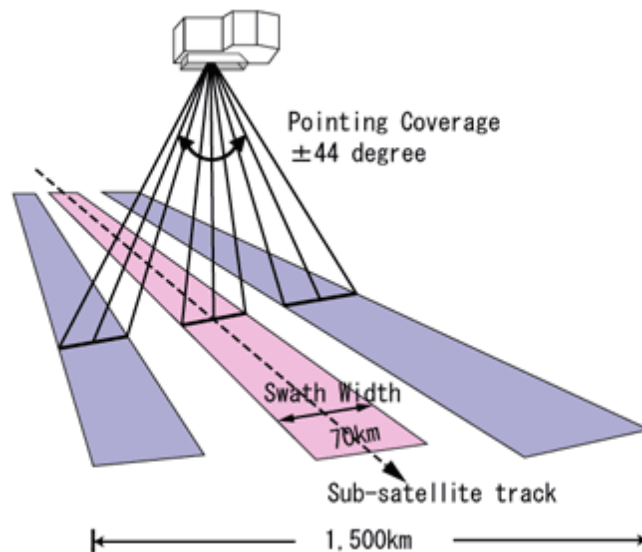
Επιπλέον οι λήψεις που παρέχει είναι χωρικής ακρίβειας της τάξης των 10m έναντι των 16m του AVNIR. Τα βελτιωμένα CCD του (το AVNIR έχει 5,000 pixels ανά CCD, το AVNIR-2 έχει 7000 pixels ανά CCD) είναι αυτά που του παρέχουν την καλύτερη ανάλυση. Η λειτουργία κατά μήκος σκόπευσης σε εγκάρσια γωνία κάλυψης από +44 έως -44 μοίρες (εικόνα 7) δίνει τη δυνατότητα για άμεση και πιο συχνή παρατήρηση περιοχών π.χ. που έχουν πληγεί από καταστροφές. Ο AVNIR-2 δεν μπορεί να παρατηρήσει περιοχές πέρα από 88,5 μοίρες νότια και 88,4 μοίρες βόρεια του Ισημερινού (γεωγραφικό πλάτος), δηλαδή στην περιοχή των πόλων.

Αριθμός Καναλιών	4
Μήκος κύματος	Κανάλι 1 : 0.42 to 0.50μm Κανάλι 2 : 0.52 to 0.60μm Κανάλι 3 : 0.61 to 0.69μm Κανάλι 4 : 0.76 to 0.89μm
Χωρική ανάλυση	10m (Ναδίρ)
Πλάτος κάλυψης	70km (Ναδίρ)
Αριθμός Ανιχνευτών	7000 / Κανάλι
Γωνία σκόπευσης	-44 to +44 μοίρες
Ραδιομετρία εικόνας	8 bits

Πίνακας 4 - Χαρακτηριστικά AVNIR-2



Εικόνα 6 - Άποψη του AVNIR-2



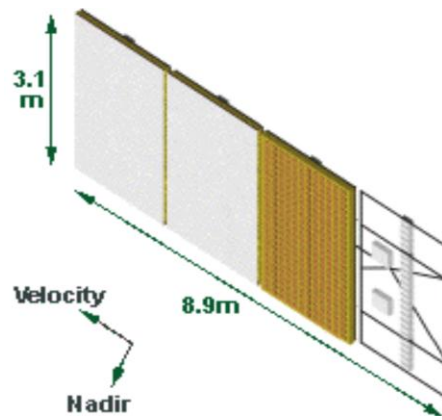
Εικόνα 7 - Τρόπος παρατήρησης του AVNIR-2

2.4.3 PALSAR

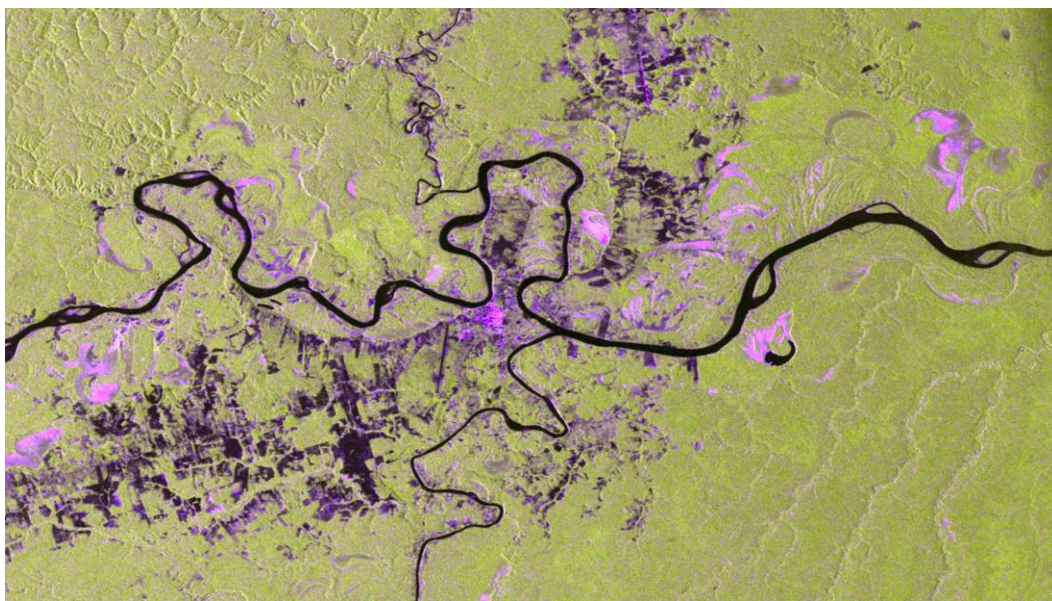
Η Συγχρονισμένη συστοιχία τύπου L-band ραντάρ συνθετικού ανοίγματος (PALSAR - Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) είναι ένας ενεργός αισθητήρας μικροκυμάτων που χρησιμοποιεί συχνότητα L-Band με σκοπό την πραγματοποίηση λήψεων κατά την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας, ανεξάρτητα από τη νεφοκάλυψη. Το PALSAR παρέχει δεδομένα ικανοποιητικής ανάλυσης με συμβατικό τρόπο, αλλά το κύριο πλεονέκτημα του είναι το ScanSAR, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα λήψης λωρίδων πλάτους 250 έως 350 χιλιομέτρων. Στην περίπτωση αυτή η αύξηση του πλάτους της λωρίδας σάρωσης λειτουργεί εις βάρος της χωρικής ανάλυσης των εικόνων SAR (ανάλογα με τον αριθμό των σαρώσεων). Η τιμή του πλάτους της λωρίδας αυτής είναι τρεις έως πέντε φορές μεγαλύτερη από εκείνη των συμβατικών εικόνων SAR. Η ανάπτυξη του PALSAR είναι ένα κοινό πρόγραμμα μεταξύ της Ιαπωνικής Διεύθυνσης Ανακάλυψης του Διαστήματος (JAXA) και του Ιαπωνικού Οργανισμού Συστηματικής Παρατήρησης Αποθεμάτων (JAROS).

Mode	Fine		ScanSAR	Polarimetric (Experimental mode)*1
Κεντρική Συχνότητα	1270MHz(L-band)			
Chirp Bandwidth	28MHz	14MHz	14MHz, 28MHz	14MHz
Πόλωση	HH or VV	HH*HV or VV*VH	HH or VV	HH+HV+VH+VV
Προσπίπτουσα γωνία	8 to 60deg	8 to 60deg	18 to 43deg	8 to 30 deg
Εύρος ανάλυσης	7 to 44m	14 to 83m	100m (multi look)	24 to 89m
Λωρίδα Επισκόπησης	40 to 70km	40 to 70km	250 to 350km	20 to 65km
Bit Length	5 bits	5 bits	5 bits	3 or 5 Orbits
Ρυθμός Δεδομένων	240Mbps	240Mbps	120Mbps, 240Mbps	240Mbps
NE sigma zero *2	< -23 dB (Πλάτος Λωρίδας 70km) < -25 dB (Πλάτος Λωρίδας 60km)		< -25dB	< -29 dB
S/A *2, *3	> 16dB (Πλάτος Λωρίδας 70km) > 21dB (Πλάτος Λωρίδας 60km)		>21dB	>19dB
Ραδιομετρική ακρίβεια	scene 1dB / orbit 1,5 dB			

Πίνακας 5 -Τεχνικά χαρακτηριστικά του PALSAR



Εικόνα 8- Άποψη του PALSAR



Εικόνα 9-Λήψη από τον PALSAR (Διπλής πόλωσης)

2.5 ALOS-I – Προγραμματισμός λήψης

Ο προγραμματισμός λήψης του ALOS έγινε με σκοπό την ταυτόχρονη παρατήρηση με όλους τους δέκτες του. Με την επιλογή λήψεων που πληρούν τις απαιτήσεις όσο το δυνατόν περισσότερων χρηστών, η ανάγκη για συγκεκριμένους προγραμματισμούς λήψεων θα μειωθεί, και θα επιτευχθεί ο στόχος της συνολικής παρατήρησης.

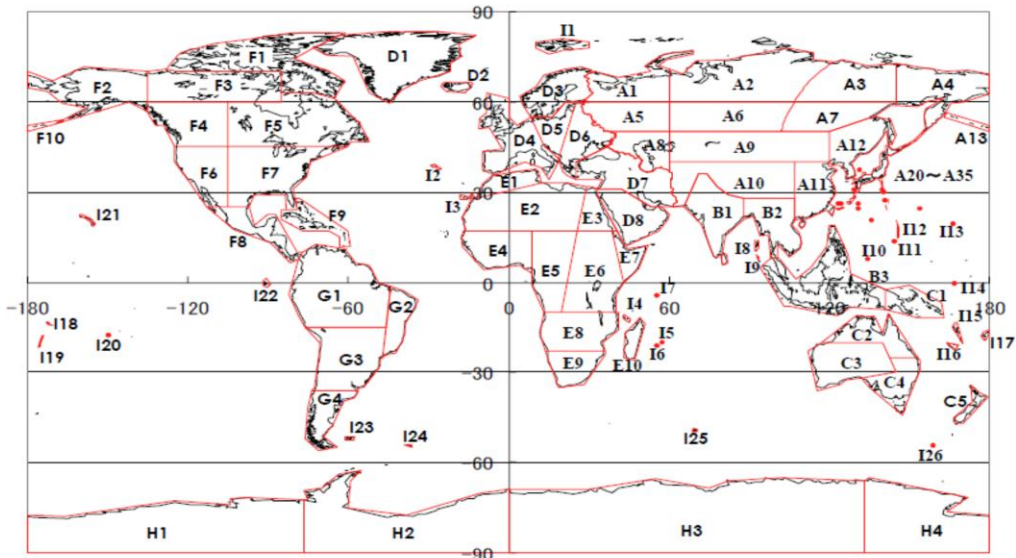
Προκειμένου να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις ενός πλήθους χρηστών, ήταν περιεκτικοί και αποτελεσματικοί τρόποι παρατήρησης ώστε να καλυφθεί η επιφάνεια της γης στο σύνολό της. Για την επίτευξη των σκοπών παρακολούθησης και για να καταστεί δυνατή η ανίχνευση παραμορφώσεων του φλοιού της Γης και άλλων συμβάντων, η παρατήρηση μιας περιοχής απαιτούνταν να ολοκληρώνεται σε μικρό χρονικό διάστημα, ανά τακτές χρονικές περιόδους. Λαμβάνοντας υπόψιν αυτές τις απαιτήσεις, το Βασικό Σενάριο Παρατήρησης για Παγκόσμια κάλυψη προέβλεπε: PALSAR Fine mode: 3 φορές ανά έτος, PALSAR Wide mode: 1 φορά ανά έτος, PRISM and AVNIR-2: 1 φορά ανά έτος.

Δέκτης	Περιοχή	Συχνότητα	Mode	Σκοπός
PALSAR (Ascending)	Παγκόσμια	2 φορές/έτος	FBD(HH+HV, 34.3)	Παγκόσμια παρακολούθηση, παρατήρηση των δασών, παρακολούθηση παραμορφώσεων του φλοιού. Με σκοπό την συμβολομετρική παρατήρηση. Γίνεται παρατήρηση για 2 συνεχόμενους επαναληπτικούς κύκλους (*).
		1 φορά/έτος	FBS(HH.34 3)	Παρατήρηση Δασών, Αναζήτηση πόρων
	Τοπικά	1 φορά/2 έτη	Polarimetry (21.5)	Polarimetric InSAR
	Τοπικά	7 φορές/2 έτη	FBD(HH+HV, 34.3) & FBS(HH, 34.3)	Παρακολούθηση παραμορφώσεων φλοιού
PALSAR (Descending)	Παγκόσμια	1 φορά/έτος	ScanSAR(HH, 5-beam)	Παγκόσμια παρακολούθηση
	Τοπικά	Ακανόνιστο	FBS(HH, 34.3)	Παρακολούθηση παραμορφώσεων φλοιού, επιλογή 34.3° για συνέχιση από JERS-1 (35°). Ο PALSAR ρυθμίστηκε για βέλτιστη απόδοση στις 34.3°.
	Υγρότοποι	8 φορές/έτος συνεχόμενα	ScanSAR (HH, 5-beam)	Παρακολούθηση Υγρότοπων
PRISM	Παγκόσμια	1 φορά/έτος	3-direction mode (triplet)	Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία για την μέση μηνιαία νεφοκάλυψη (**) για κάθε περιοχή απλή διέλευση, προσαρμόζοντας τη σκόπευση στις $\pm 1^{\circ}.2$ (2 επαναληπτικοί κύκλοι (*))
AVNIR-2	Παγκόσμια	1 φορά/έτος	Nadir	Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία για την μέση μηνιαία νεφοκάλυψη (**) για κάθε περιοχή
PALSAR+ AVNIR-2	Τοπικά	1 φορά/έτος	FBS(HH, 34.3) & 34.3°	Ταυτόχρονη παρατήρηση με PALSAR και AVNIR-2 στις 34°.

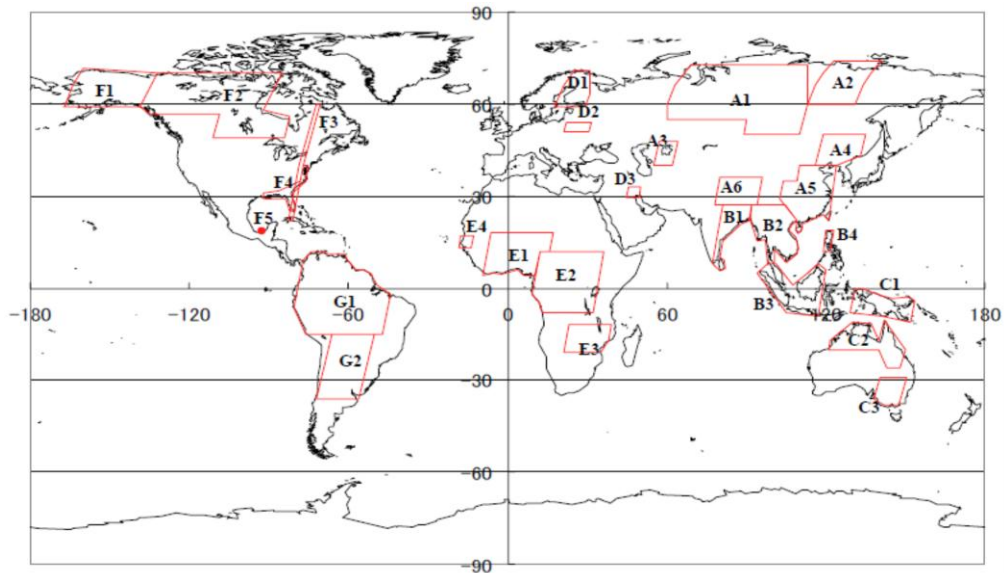
* Επαναληπτικός Κύκλος: Η περίοδος μέχρι ο δορυφόρος να περάσει από το ίδιο σημείο: 46 ημέρες για τον ALOS.

** Χρησιμοποιήθηκαν μηνιαία δεδομένα νεφοκάλυψης περιόδου 1989 - 1995 από ISCCP (International Satellite Cloud Climatology Program), για αντίστοιχη χρονική παρατήρηση κάθε περιοχής.

Πίνακας 6- Βασικά σενάρια παρατήρησης ALOS-I (Παγκόσμια)



Εικόνα 11- Χάρτης Βασικού Σενάριου Παρατήρησης ALOS-I



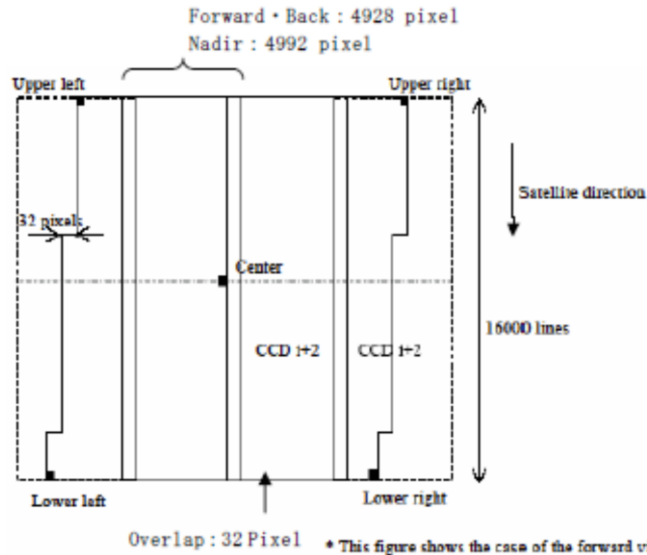
Εικόνα 10- Ταξινόμηση υγροτόπων σε δορυφορική λήψη ALOS-I

2.6 Παράγωγα του δέκτη PRISM

Το λογισμικό επεξεργασίας του PRISM δέχεται πρωτογενή δεδομένα (Level 0), εκτελεί ραδιομετρικές και γεωμετρικές διορθώσεις και δημιουργεί προϊόντα τύπου Level 1A, Level 1B1 και Level 1B2. Οι λήψεις του PRISM ορίζονται από το RSP (Reference System for Planning), τον αριθμό (διαδρομή, καρέ) και την απόσταση μετατόπισης της λήψης. Κάθε λωρίδα λήψης υλοποιείται σε συγκεκριμένη και προκαθορισμένη τροχιά.

2.6.1 Εικόνες Level 1A, 1B1 (Χωρίς διορθώσεις)

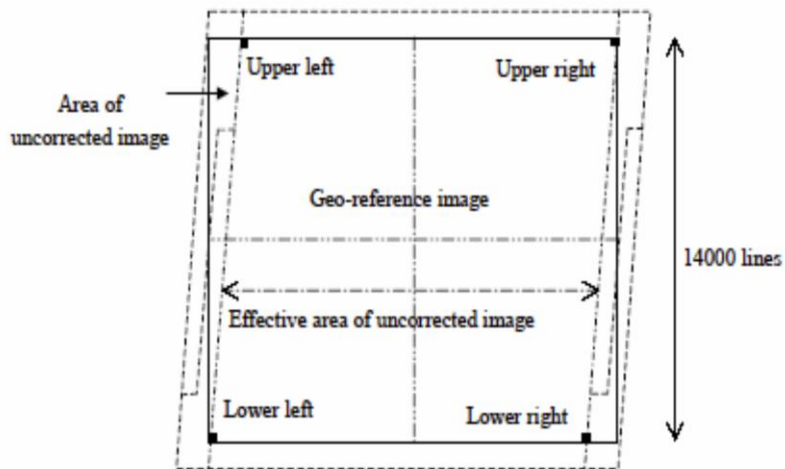
Ο δέκτης PRISM συνίσταται από 6 CCD για τις Ναδικές λήψεις και 8 CCD για τις Εμπρόσθιες και Οπίσθιες λήψεις. Οι εικόνες τύπου Level 1A, 1B1 προκύπτουν από την σύνθεση των αρχείων εικόνας του κάθε αισθητήρα. Κατά την ταυτόχρονη λήψη ναδών, εμπρόσθιων και οπίσθιων παρατηρήσεων ο συνολικός αριθμός των εικονοψηφίδων που αποθηκεύονται είναι 4864*6 όπου το 6 προκύπτει από το σύνολο των αισθητήρων που καταγράφουν πληροφορία την στιγμή της λήψης.



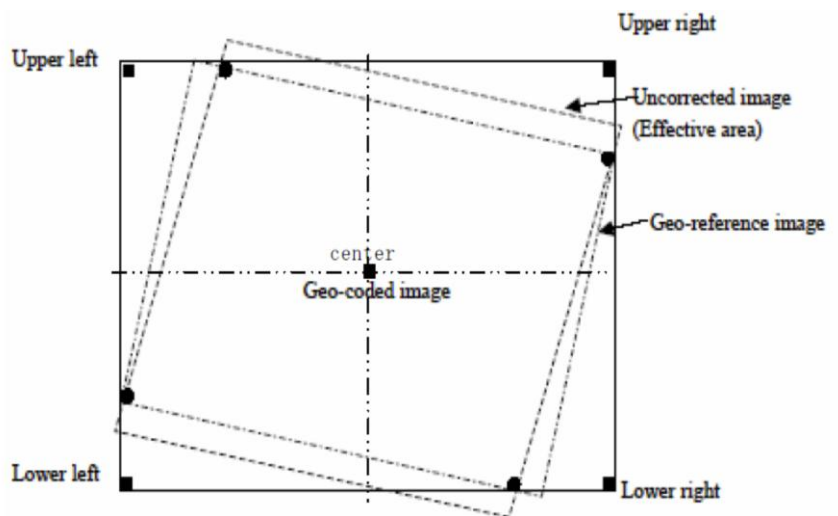
Εικόνα 12- Η έννοια των σχετικών πληροφοριών λήψης για αδιόρθωτες εικόνες PRISM

2.6.2 Εικόνες Level 1B2 με Γεωαναφορά

Η Γεωαναφερμένη εικόνα τύπου Level 1B2 πλαισιώνεται με βάση την κεντρική γραμμή της μη διορθωμένης εικόνας και είναι μια προβολή της εικόνας με διάσταση 35 km x 14000 γραμμές σάρωσης. Το καρέ της γεωαναφερμένης εικόνας δημιουργείται ώστε να χωράει την περιοχή κάλυψης της μη διορθωμένης εικόνας. Αν το πρώτο εξαγόμενο ρixel αλλάξει στη λήψη λόγω διόρθωσης από την περιστροφή της Γης, η αρχή της ενεργής περιοχής ορίζεται στην μεγαλύτερη τιμή του απόλυτου αριθμού ρixel, ενώ από την άλλη, το τέλος της ενεργής περιοχής ορίζεται από την μικρότερη τιμή. Κατά την άνοδο του δορυφόρου, η κατεύθυνση της εικόνας γυρίζει ώστε να φτάσει το Βορρά προς τα πάνω (η κατεύθυνση του δορυφόρου θα είναι προς τα πάνω).



Εικόνα 14- Η έννοια των Σχετικών Πληροφοριών Λήψης Γεωαναφευμένες εικόνες PRISM Level 1B2



Εικόνα 13- Η έννοια των σχετικών πληροφοριών λήψης - Γεωαναφευμένες εικόνες PRISM Level 1B2

2.7 Μορφή των προϊόντων PRISM

2.7.1 Δομή και μορφότυπος δεδομένων Δορυφορικής Λήψης του Προϊόντος PRISM

Σε μη γεωμετρικά διορθωμένες εικόνες PRISM, δημιουργείται ένα αρχείο εικόνας ανά μονάδα CCD. Επομένως υπάρχουν 4 αρχεία εικόνας στην κανονική επιλογή λήψης και 6 αρχεία εικόνας στην επιλογή λήψης 70km. Επικαλύπτονται δεδομένα (περίπου 32 pixel), τα οποία έχουν ληφθεί στην ίδια περιοχή της επιφάνειας της Γης και είναι αποθηκευμένα στα δεδομένα παρατήρησης των γειτονικών αισθητήρων CCD, αλλά τα δεδομένα αυτά διατηρούνται χωρίς να διαγραφούν. Ο αριθμός των pixel σε μια γραμμή για κάθε αρχείο εικόνας καθορίζεται σε 4992 pixel (εμπρόςθιας και οπίσθιας άποψης: 4928 pixel), αυτός είναι ο ίδιος με τον αριθμό των στοιχείων που χρησιμοποιούνται στους αισθητήρες CCD, και τα pixel που δεν μεταφέρονται αλλά φυλάσσονται ως εικονικά δεδομένα.

Level	Επιλογή λήψης	M	n	Αριθμός pixel εικόνας
1A, 1B1	Κανονική λήψη 35km	Ναδρική: 4992 pixel Εμπρόςθια/Οπίσθια: 4928pixel	16000line	3~4
	Ναδρική λήψη 70km	Ναδρική: 4992 pixel	16000line	6
1B2 Γεωαναφερμένο	Κανονική λήψη 35km	14000+αpixel=αριθμός pixel εικόνας	14000line	1
	Ναδρική λήψη 70km	28000+αpixel=αριθμός pixel εικόνας	14000line	1
1B2 Γεωκωδικοποιημένο		αριθμός pixel εικόνας	Αριθμός γραμμής ανά band	1

Πίνακας 7- Αριθμός γραμμών και pixel ενός αρχείου εικόνας PRISM

	Level IA, 1B1	Level 1B2
Volume Directory File	VOL-ssssssssssssss-pppppppp	VOL-ssssssssssssss-pppppppp
File Leader	LED-ssssssssssssss-pppppppp	LED-ssssssssssssss-pppppppp
File Image	IMG-XX-ssssssssssssss- ppppppp	IMG-ssssssssssssss-pppppppp
File Trailer	TRL-ssssssssssssss-pppppppp	TRL-ssssssssssssss-pppppppp
Supplemental File	SUP-ssssssssssssss-pppppppp	
ssssssssssssss: Scene ID		
pppppppp: Product ID		
XX: CCD number (01-08)		

Πίνακας 8- Κανόνες κωδικοποίησης αρχείων PRISM

2.8 Εφαρμογές Δορυφορικών Απεικονίσεων ALOS-I

2.8.1 Χρήσεις Γης και Έρευνα Κάλυψης Γης

Σε αυτή την περίπτωση οι δορυφορικές εικόνες χρησιμοποιούνται με σκοπό τον προσδιορισμό των χρήσεων γης καθώς επίσης και την κάλυψη γης. Με τα αποτελέσματα των εφαρμογών αυτών υποστηρίζεται η δημιουργία τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων εδάφους σε αστικές και μη περιοχές για τον εντοπισμό των μεταβολών στις περιοχές αυτές, σε βάθος χρόνου. Οι παραπάνω εφαρμογές μπορούν να υλοποιηθούν με:

- i. Υψηλής Ακρίβειας Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους: Η τοπογραφία του εδάφους επηρεάζει έντονα τη χρήση της γης καθώς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως η διάβρωση του εδάφους και οι αλλαγές απορροής. Σε αυτές τις κατηγορίες της έρευνας, ένα Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) που αντιστοιχεί σε 1:25.000 έως 1: 100.000 κλίμακα τοπογραφικός χάρτης είναι χρήσιμο.
- ii. Ορθοφωτογραφία (PRISM, AVNIR-2, PALSAR εικόνες), καθώς και στοιχεία για χρήσεις γης και γεωκάλυψη: Αυτά μπορούν να δείξουν την εξάπλωση των αστικών περιοχών, τις αλλαγές της γεωργικής γης και των γεωργικών πρακτικών, την αποψίλωση των δασών, κλπ. Εικόνες ραντάρ μπορεί επίσης να είναι σε θέση να ανιχνεύσουν παραλλαγές του οργώματος (μεταβολή της τραχύτητας επιφάνειας οργώματος).



Εικόνα 15- Παράδειγμα δημιουργίας τρισδιάστατου μοντέλου πόλης με τη χρήση τριπλέτας PRISM για την παραγωγή DSM

2.8.2 Δάση Υγροβιότοποι και άλλες περιοχές με βλάστηση

Για την παρακολούθηση και χαρτογράφηση της κάλυψης της γης και τις αλλαγές σε αυτή, τα AVNIR-2 και PALSAR είναι τα κύρια μέσα καταγραφής του ALOS. Το πολυφασματικό AVNIR-2 παρέχει ένα σημαντικό εργαλείο για τον χαρακτηρισμό των δασών και των υγροτόπων, καθώς είναι ευαίσθητο στις φασματικές ιδιότητες της βλάστησης. Ο ALOS χρησιμοποιεί μεθόδους και όργανα που έχουν δοκιμαστεί και αναπτυχθεί ευρέως και με επιτυχία τα τελευταία 35 χρόνια και έχουν παγιωθεί στην

παγκόσμια επιστημονική κοινότητα. Όπως συμβαίνει με όλους τους αισθητήρες του ALOS, το AVNIR-2 εντάσσεται σε ένα πρόγραμμα για την απόκτηση δεδομένων, όπου σε Παγκόσμιο επίπεδο, αποκτήθηκαν λήψεις κατά τρόπο συστηματικό, σε επαναλαμβανόμενη βάση, αρκετές φορές το χρόνο. Ο στόχος ήταν η δημιουργία ενός πολυετούς παγκόσμιου αρχείου λήψεων AVNIR-2 (PRISM και PALSAR) ανεξαρτήτως νεφοκάλυψης, ώστε να υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για όσο το δυνατόν περισσότερες χρονίες και για κάθε περιοχή της γης.

2.8.3 Υδρολογία, Υδατικοί Πόροι, Χιόνι και Πάγος

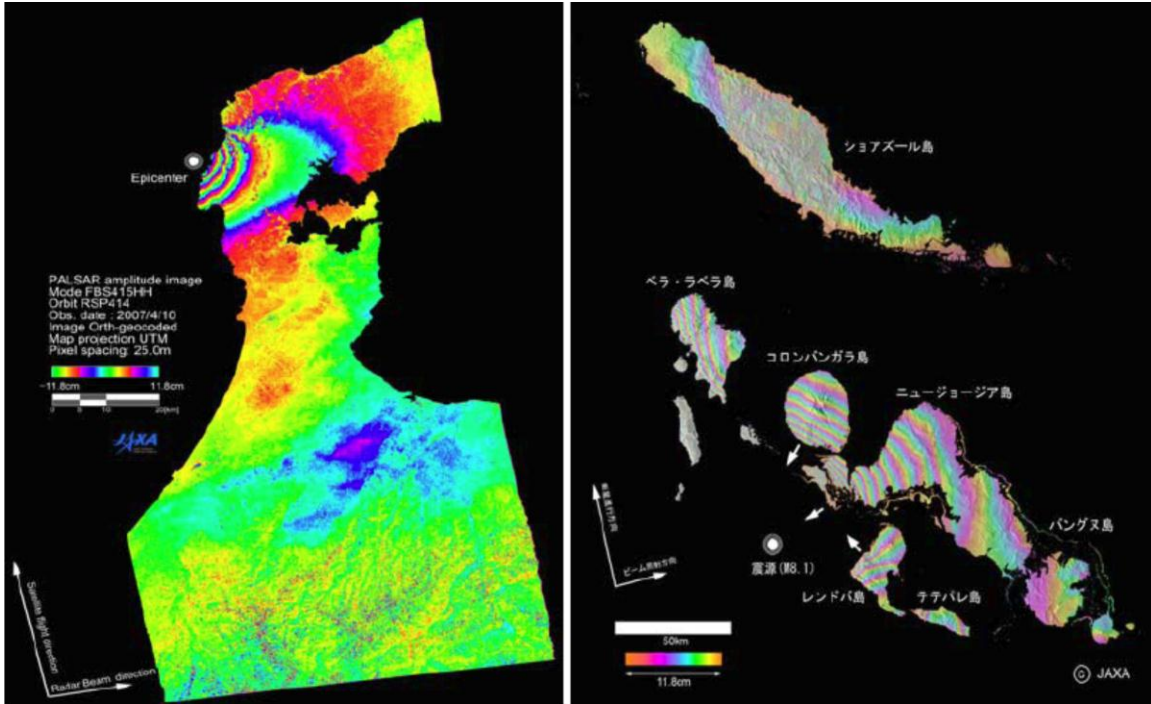
Ο τομέας της υδρολογίας αφορά κυρίως την διαχείριση των υδάτινων πόρων. Κατακρημνίσεις όπως η βροχή και το χιόνι, τροφοδοτούν ποτάμια και ρέματα, μετά από διάφορα στάδια, συμπεριλαμβανομένων της εξατμισοδιαπνοής και της απορροής. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, το βάθος χιονιού και η υγρασία του εδάφους είναι σημαντικές παράμετροι, ενώ η συμπεριφορά της απορροής καθορίζεται από τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά. Η διαχείριση ποταμών είναι μια σημαντική δραστηριότητα όσον αφορά την διαχείριση των υδάτινων πόρων, καθώς και την πρόβλεψη της ξηρασίας, τις πλημμύρες, τις μετακινήσεις πρηνών και άλλων καταστροφών. Ο κύκλος του νερού αποτελείται από εξατμισοδιαπνοή, μεταφορά υδρατμών, συμπύκνωση και καταβύθιση που ταυτόχρονα εκτελούν αποτελεσματικά μεταφορά της θερμικής ενέργειας, καθώς και την αμοιβαία αλληλεπίδραση μεταξύ ατμόσφαιρας και γης σε μεγάλο βαθμό έχουν επιρροή τόσο σε τοπικά καιρικά φαινόμενα όσο και σε καιρικά συστήματα σε παγκόσμια κλίμακα. Επίσης, η διανομή των θαλάσσιων πάγων κατά τη χειμερινή περίοδο, καθώς και η διανομή θαλάσσιων πάγων στις πολικές περιοχές και το κρύο των κλιματικών ζωνών συνδέεται με την παγκόσμια καιρικές μεταβολές, λειτουργεί ως δείκτης της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Τα πολλά σημαντικά θέματα στον τομέα αυτόν δεν περιορίζονται σε μελέτη των παγετώνων, αλλά επαφίενται και στους τομείς της μετεωρολογίας και της κλιματολογίας.

- i. Υψηλής ευκρίνειας DEM: Μια υψηλής ανάλυσης Ψ.Μ.Ε., με πολύ υψηλότερη ανάλυση από το υπάρχον Ψ.Μ.Ε. του ενός χιλιομέτρου, έχει τη δυνατότητα να καταστήσει την ανάλυση της απορροής πιο ακριβή και αξιόπιστη.
- ii. Σύνολα δεδομένων της χρήσης της γης / κάλυψης της γης και τις αλλαγές τους: Αυτά τα δεδομένα θα συμβάλουν στην ανάλυση της ροής του νερού και στη διακύμανση της απορροής λόγω της χρήσης γης και των αλλαγών στην κάλυψη της γης. Χρησιμοποιώντας πρόσθετα δεδομένα μέσω δορυφόρου κάνει την έρευνα πιο επιτυχή.

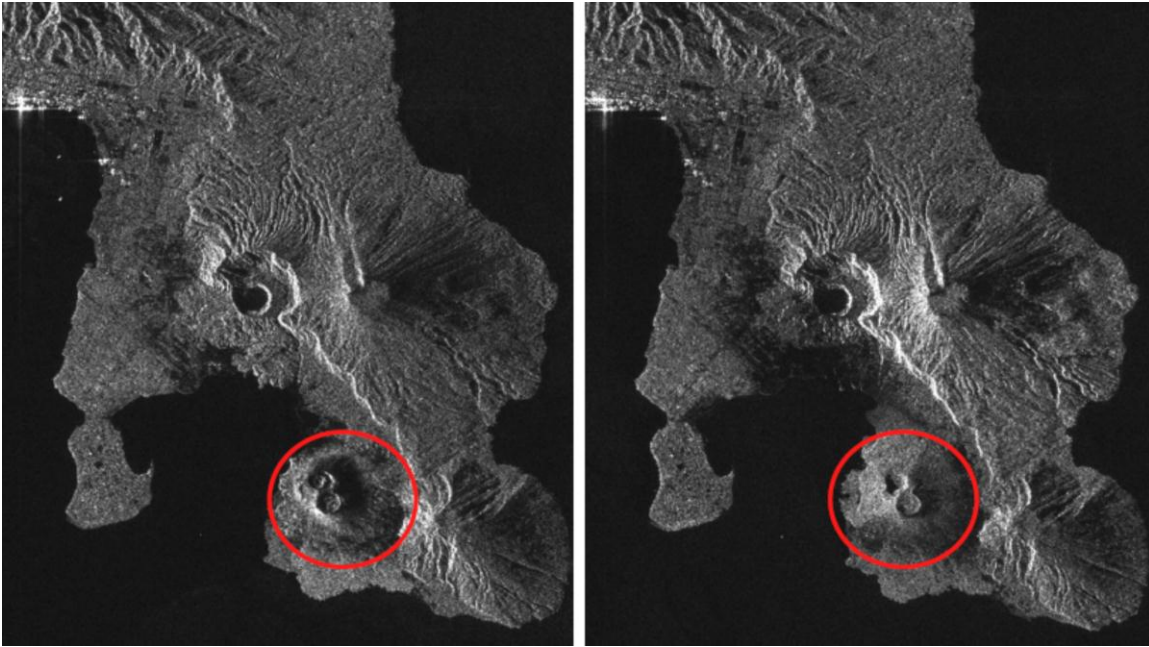
2.8.4 Παρακολούθηση Καταστροφών και Διαχείριση Κινδύνων

Για παρακολούθηση καταστροφών, η δυνατότητα σκόπευσης του AVNIR-2 όπως και η παντός καιρού και νυχθημερόν δυνατότητες λήψης του PALSAR είναι πολύ αποτελεσματικές. Παρατηρήσιμοι στόχοι του ALOS που σχετίζονται με καταστροφές, είναι οι εξής:

- i. Σεισμική και Ηφαιστειακή δραστηριότητα
- ii. Καταστροφές από ανέμους και κατακρημνίσματα
- iii. Θαλάσσιες καταστροφές
- iv. Επικίνδυνης υπόστασης καταστροφές
- v. Πυρκαγιές Δασών



Εικόνα 16- Ανίχνευση παραμόρφωσης φλοιού με τη χρήση Διαφορικής Interferometric τεχνικής σε PALSAR δεδομένα



Εικόνα 17- Αφθονία εικόνων PALSAR πριν (αριστερά)/μετά (δεξιά) την έκρηξη του ηφαιστείου Τανυνιγ στις 7 Οκτωβρίου 2006 (επισημαίνεται με κόκκινο κύκλο).

2.8.5 Δάση, Υγρότοποι και άλλες περιοχές με βλάστηση

Για την παρακολούθηση και χαρτογράφηση της κάλυψης του εδάφους και τις αλλαγές σε αυτό, οι AVNIR-2 και PALSAR είναι τα κύρια μέσα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τον ALOS. Ο πολυφασματικός AVNIR-2, παρέχει ένα σημαντικό εργαλείο για το χαρακτηρισμό των δασών και των υγροτόπων, καθώς είναι ευαίσθητος στις φασματικές ιδιότητες της βλάστησης. .

3. Παραγωγή Ορθοφωτογραφίας από Δορυφορικές Εικόνες ALOS-1 PRISM

3.1 Σκοπός

3.2 Βάσει του σκοπου για τον οποίο παράγεται το συγκεκριμένο χαρτογραφικό υπόβαθρο προσδιορίζονται οι απαιτούμενες ακρίβειες των δορυφορικών δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν. Συγκεκριμένα οι ορθοδιορθωμένες Δ.Ε. Θα χρησιμοποιηθούν ως χαρτογραφικό υπόβαθρο σε εφαρμογή G.I.S. για την Καταγραφή της Πολιτιστικής Κληρονομιάς της Νήσου Λευκάδας. Το μέγεθος εικονοψηφίδας στις συγκεκριμένες δορυφορικές λήψεις είναι ίσο με 2.5 μέτρα το οποίο συνεπάγεται ότι η μεγαλύτερη κλίμακα τελικού ορθοφωτοχάρτη που μπορεί να παραχθεί από την συγκεκριμένη εικόνα είναι ίση με 1:10000. Σε κλίμακα 1:10000 διακρίνεται ελάχιστη απόσταση ίση με $0.25 \text{ mm} (\Delta l) \times 10000 = 2.5 \mu$ το οποίο στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι ίσο με το μέγεθος εικονοψηφίδας. Κάθε μεγαλύτερη από αυτήν κλίμακα δεν έχει νόημα καθώς η ανάλυση της εικόνας δεν εξασφαλίζει διάκριση μικρότερων από 2.5 μ. αντικειμένων στο έδαφος. Δορυφορικές Εικόνες

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα το μέγεθος εικονοψηφίδας των δορυφορικών εικόνων είναι ίσο με 2,5m (pixel size) το οποίο συνεπάγεται ότι η κλίμακα παραγόμενου προϊόντος θα μπορούσε να είναι καλύτερη από 1:10.000, κατά συνέπεια οι συγκεκριμένες λήψεις επιτρέπουν την παραγωγή ορθοφωτοχάρτη 1:10000. Τα διαθέσιμα δορυφορικά δεδομένα περιελάμβαναν μια τριπλέτα Δ.Ε. PRISM, με ημερομηνία λήψης 24/05/2008. Οι δορυφορικές λήψεις παραδόθηκαν με γεωαναφορά ονομαστικής γεωχωρικής ακρίβειας 23 m που κάλυπτε στερεοσκοπικά όλη την έκταση του νησιού. Η ακρίβεια αυτή βελτιώνεται σημαντικά μετά τον προσανατολισμό των δορυφορικών εικόνων με χρήση επίγεια μετρημένων, με μεθόδους GPS, φωτοσταθερών σημείων..

Οι Δ.Ε. διαφέρουν σε σχέση με τις συνήθεις αεροφωτογραφικές λήψεις αφού δεν αποτελούν κεντρική προβολή αλλά προϊόν σάρωσης του δέκτη. Η αποκατάσταση του προσανατολισμού των Δ.Ε. γίνεται με τη βοήθεια των Κλασματικών Πολυωνύμων, των οποίων οι παράμετροι προσδιορίζονται μέσω συνοδευτικού στην εικόνα αρχείου (RPC).

3.2.1 Κλασματικά Πολυώνυμα (Κ.Π.)

Είναι ρητές συναρτήσεις με 80 συντελεστές για κάθε δορυφορική εικόνα:

- i. 40 συντελεστές για τον άξονα X (20 στον αριθμητή, 20 στον παρονομαστή)
- ii. 40 συντελεστές για τον άξονα Y (20 στον αριθμητή, 20 στον παρονομαστή)

Ο υπολογισμός των άγνωστων συντελεστών γίνεται με τη χρήση Φ/Σ.

Τα πλεονεκτήματα των Κλασματικών Πολυωνύμων είναι:

- i. Κατάλληλα για όλους τους τύπους δεκτών
- ii. Ικανοποιητική ταχύτητα για δυναμική ανταπόκριση

- iii. Χρήση οποιουδήποτε συστήματος Συντεταγμένων
 - iv. Διατήρηση της Γεωμετρικής Ακρίβειας του δέκτη (1 pixel size)
- Τα μειονεκτήματα των Κλασματικών Πολυωνύμων είναι:
- i. Οι συντελεστές δεν έχουν φυσική σημασία
 - ii. Εισαγωγή θορύβου λόγω μιας επιπλέον συνόρθωσης
 - iii. Προβλήματα λόγω μεγάλης συσχέτισης των όρων
 - iv. Δεν μοντελοποιούνται οι τοπικές διαστροφές εικόνας
 - v. Μείωση της ακρίβειας σε μεγάλες εικόνες ή μεγάλες διαστροφές

3.3 Επιλογή και Κατανομή των Φωτοσταθερών

Η μέτρηση των φωτοσταθερών σημείων προϋποθέτει την λεπτομερή παρατήρηση



Εικόνα 18 - Η επιλογή των 20 περιοχών για Φωτοσταθερά

κάθε στερεοζεύγους το οποίο πρόκειται να προσανατολιστεί, έτσι ώστε να επιλεγούν κατάλληλες θέσεις τόσο ως προς την κατανομή των σημείων στο σύνολό τους όσο και ως προς το είδος του σημείου. Για παράδειγμα αποφεύγονται σημεία στα οποία δεν υπάρχει πρόσβαση ή σημεία με ιδιαίτερα μεγάλος ύψος ώστε να αποφεύγονται σφάλματα κατά την μέτρηση τους .

Αρχικά έγινε μία πρώτη προσέγγιση μέσω παρατήρησης των εικόνων Image Viewer του ERDAS. Στο περιβάλλον αυτό έγιναν μετρήσεις όπως οι διαστάσεις της νήσου Λευκάδας που εκτιμήθηκαν περίπου σε 35 km επί 15 km, ενώ παρατηρείται ότι μεγάλο

μέρος των Δ.Ε. απεικονίζει θάλασσα, γεγονός που σημαίνει ότι περιορίζεται ο χώρος κατανομής των Φ/Σ. Το φωτογραμμετρικό μπλοκ δεν είναι ορθοκανονικό καθώς αναφερόμαστε σε γεωμετρία νησιού και θα πρέπει στην περίπτωση αυτή να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στις θέσεις των φωτοσταθερών σημείων ώστε να μην είναι ασθενής η γεωμετρία κατά την επίλυση του μπλοκ.

Σύμφωνα με δημοσιεύσεις ο ελάχιστος αριθμός απαιτούμενων Φ/Σ (GCP) για την γεωαναφορά Δ.Ε. ALOS-PRISM είναι 5 (A. Gruen, S. Kocaman and K. Wolff, 2007).

Επελέγησαν 20 περιοχές από τις Δ.Ε. οι οποίες χωρίστηκαν σε 1 έως 3 υποπεριοχές για την πιθανή τοποθέτηση Φ/Σ. Οι αντίστοιχες περιοχές εντοπίστηκαν και στο Google Earth ώστε να υπάρχουν και πρόσθετες γεωχωρικές πληροφορίες στον επιτόπιο εντοπισμό των Φ/Σ.

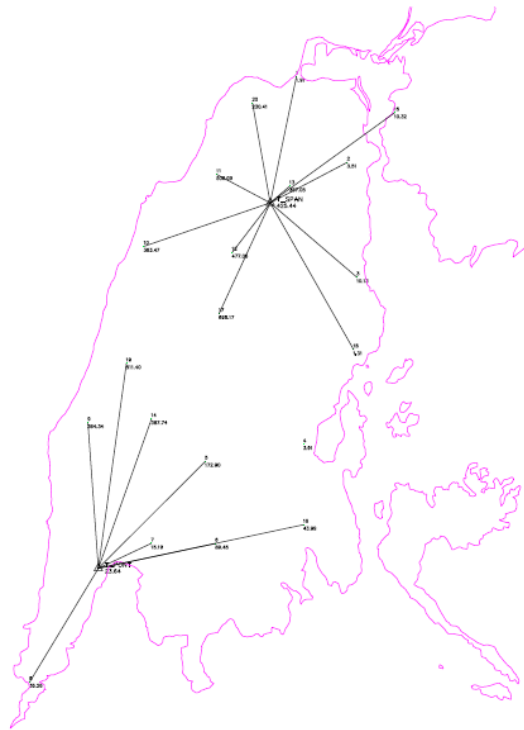
Η επιλογή των Φ/Σ έγινε λαμβάνοντας υπόψιν τα εξής:

- i. Τη θέση σε σχέση με τις εικόνες (Άκρα και επικαλύψεις μπλοκ).
- ii. Τη δυνατότητα πρόσβασης.
- iii. Την ύπαρξη του σημείου σε εικόνα και πραγματικότητα.
- iv. Την ύπαρξη σημείων προς μέτρηση που ικανοποιούν τις απαιτήσεις για ακρίβεια.

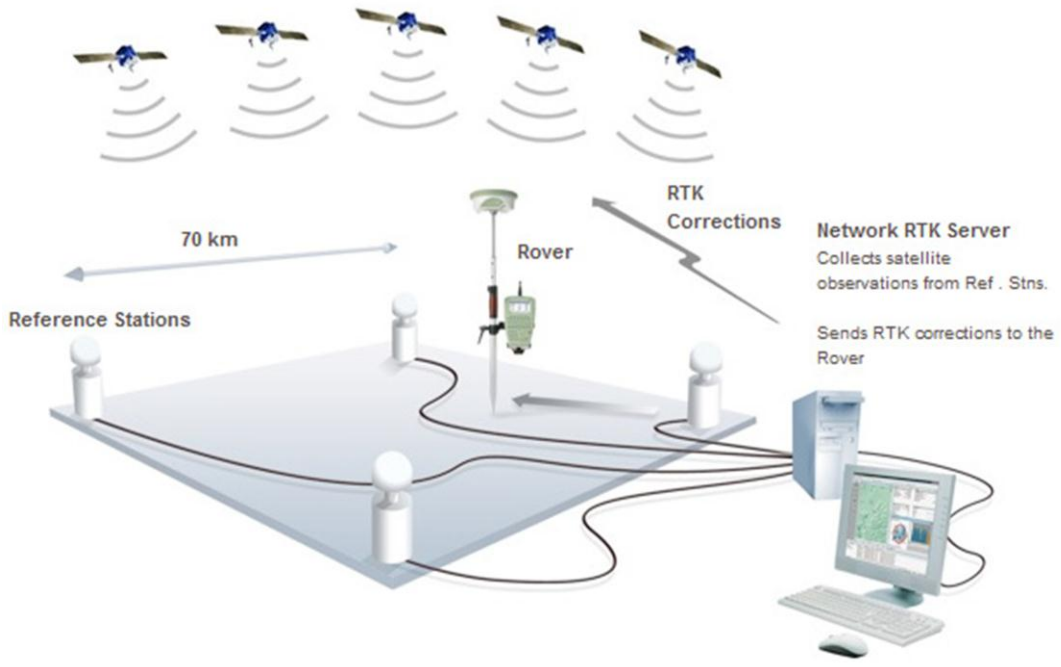
(Krauss, 2003)

3.4 Μετρήσεις Φωτοσταθερών

Η μέτρηση των Φ/Σ έγινε με GPS, με τη μέθοδο RTK. Είναι μια μέθοδος η οποία διευκολύνει τις μετρήσεις και η ακρίβειά της καλύπτει τις ανάγκες της εργασίας. Οι παρατηρήσεις RTK γίνονται με τη χρήση ενός δέκτη GPS ως rover, και ενός σταθμού αναφοράς ως base. Με τη χρήση ενός κινητού τηλεφώνου ως modem του δέκτη, γίνονται οι διορθώσεις. Η ονομαστική οριζοντιογραφική ακρίβεια είναι $\pm 10\text{mm}$ και η υψομετρική ακρίβεια είναι $\pm 20\text{mm}$ με διάρκεια παρατήρησης 10sec. Για καλύτερο αποτέλεσμα οι μετρήσεις είχαν διάρκεια 2min. Συνολικά μετρήθηκαν 50 σημεία, τα οποία άνηκαν στις 20 επιλεγμένες περιοχές. Χρησιμοποιήθηκαν οι 2 Σταθμοί Αναφοράς του MetricaNet στη Λευκάδα με στοιχεία (Όνομα Σταθμού: SPAN, Συντεταγμένες: $38^{\circ}46'52.68''$ N, $20^{\circ}40'25.09''$ E και Όνομα Σταθμού: PONT, Συντεταγμένες: $38^{\circ}37'8.39''$ N, $20^{\circ}35'6.64''$ E). Από αυτά απορρίφθηκαν όσα δεν ήταν δυνατό να σκοπευθούν με ακρίβεια στον Φωτογραμμετρικό Σταθμό. Οι αποστάσεις μέτρησης δεν ξεπέρασαν τα 10 km από τους σταθμούς αναφοράς, απόσταση αμελητέα για να επηρεάσει την ποιότητα των μετρήσεων.



Εικόνα 19- Οι μετρήσεις των Φ/Σ που έγιναν από κάθε σταθμό αναφοράς



Εικόνα 20 - Η μέθοδος RTK με τη χρήση σταθμών αναφοράς

Εταιρεία	Leica - MetricaNet
Τύπος Δέκτη Μόνιμου Σταθμού Αναφοράς	GRX 1200 GG PRO

Τύπος Κεραίας Μόνιμου Σταθμού Αναφοράς	ΚΕΡΑΙΑ ΑΧ 1202 GG
Τύπος Δέκτη GPS	System 1200+
Συχνότητες Δέκτη	L1/L2(/L2C/L5)
Αριθμός καναλιών	120

Πίνακας 9- Χαρακτηριστικά GPS

3.5 Αεροτριγωνισμός

Για την επίλυση του αεροτριγωνισμού και την πλήρη αποκατάσταση του προσανατολισμού των Δ.Ε. χρησιμοποιήθηκε το εμπορικό πακέτο επίλυσης φωτογραμμετρικών έργων LPS της Leica, το οποίο λειτουργεί μέσω του προγράμματος ERDAS – IMAGINE. Αρχικά, δημιουργήθηκε project στο οποίο εισήχθησαν οι Δ.Ε. Στη συνέχεια εισήχθησαν τα 20 Φ/Σ και μετρήθηκαν σε κάθε μια από τις Δ.Ε. Όπως προαναφέρθηκε μετρήθηκαν περισσότερα Φ/Σ από ένα σε κάθε μια από τις 20 περιοχές. Αυτά που δεν μπορούσαν να σκοπευθούν σε ικανοποιητικό βαθμό απορρίφθηκαν. Για κάθε περιοχή έμεινε τουλάχιστον 1 Φ/Σ ώστε να σκοπεύεται ικανοποιητικά.

A/A	X	Y	Z
1	2117931,55	43034519,16	1,91
2	2146461,45	42994453,38	3,51
3	2151059,61	42938736,52	10,13
4	2125127,25	42857634,4	3,91
5	2077345,5	42849392,48	172,9
6	2082405,21	42809471,41	89,45
7	2051149,88	42809550,96	15,19
8	1991958,32	42742309,68	36,26
9	2020275,8	42868147,81	364,34
10	2047530,37	42953714,59	363,47
11	2082913,94	42988579,34	506,09
12	2090474,13	42950749,12	477,06
13	2118427,26	42982927,35	357,05
14	2051183,31	42869976,24	387,74
15	2169377,07	43018533,61	10,32
16	2125178,68	42818604,32	43,99
17	2084073,2	42921033,54	698,17
18	2149488,25	42903627,48	1,31
19	2039031,06	42896875,44	511,4
20	2100284,65	43023287,23	230,41

Πίνακας 10: Οι συντεταγμένες των Φ/Σ

Ακολούθησε η διαδικασία αυτόματης εξαγωγής Σημείων Σύνδεσης (Auto-Tie, Σ.Σ.) και ο χειροκίνητος έλεγχος των σημείων αυτών. Συνολικά δημιουργήθηκαν 34 Σ.Σ. Τα οποία ήταν όλα αποδεκτά ενώ δημιουργήθηκαν χειροκίνητα άλλα 2 για την κάλυψη περιοχών στις οποίες δεν υπήρχαν Σ/Σ.

Όσα από τα Φ/Σ αυτά συμμετείχαν στην επίλυση με μη αποδεκτά σφάλματα απορρίφθηκαν και στην συνέχεια επαναλήφθηκε η επίλυση. Κατόπιν σειράς επιλύσεων με διάφορους συνδυασμούς Φ/Σ αποθηκεύτηκε η τελική επίλυση.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν επιλύσεις αεροτριγωνισμού με διαφορετικούς συνδυασμούς Φ/Σ. Οι δοκιμές αεροτριγωνισμού έγιναν με διαφορετικό συνδυασμό και αριθμό Φ/Σ σημείων κάθε φορά ώστε να επιλεγεί η βέλτιστη λύση. Το σύνολο των Φ/Σ που χρησιμοποιήθηκαν στις διάφορες δοκιμές ήταν 16, από τα οποία τα 10 χρησιμοποιήθηκαν στην τελική επίλυση. Παρατηρείται ότι η χρήση πάνω από 10 Φ/Σ είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση, του Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος (RMS). Το αποτέλεσμα αυτό δεν συνεπάγεται συμπεράσματα σε σχέση με τον αριθμό των Φ/Σ που χρησιμοποιήθηκαν και μπορεί να οφείλεται σε άλλους παράγοντες όπως για παράδειγμα λάθος επίλυση ή μέτρηση Φ/Σ. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

A/A Αεροτριγωνισμού	Πλήθος Φ/Σ	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (RMS) κατά Χ (m)	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (RMS) κατά Υ (m)	Συνολικό Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (RMS) (m)
1	16	1.2412	1.3810	1.8568
2	7	0.5806	0.8502	1.0296
3	10	0.5232	0.5189	0.7369
4	12	0.5875	0.6945	0.9097
5	10	0.8296	0.8054	1.1563
6	7	0.4806	0.8345	0.9630
7	8	0.8029	0.8574	1.1746
8	7	0.8382	1.1533	1.4257

Πίνακας 11: Ενδεικτικός πίνακας των δοκιμών που έγιναν για την επίλυση του Αεροτριγωνισμού

Παρατηρείται ότι στις περισσότερες δοκιμές το σφάλμα RMS κατά Χ είναι μεγαλύτερο από το RMS κατά Υ. Επίσης η δοκιμή 1 έγινε με τα περισσότερα Φ/Σ παρουσιάζει το μέγιστο σφάλμα των δοκιμών. Η δοκιμή 3 ήταν αυτή που χρησιμοποιήθηκε τελικά, αφού η κατανομή σφάλματος κατά Χ και Υ είναι εντός των αποδεκτών ορίων και το τελικό RMS είναι κάτω του 1m.

3.6 Παραγωγή DSM

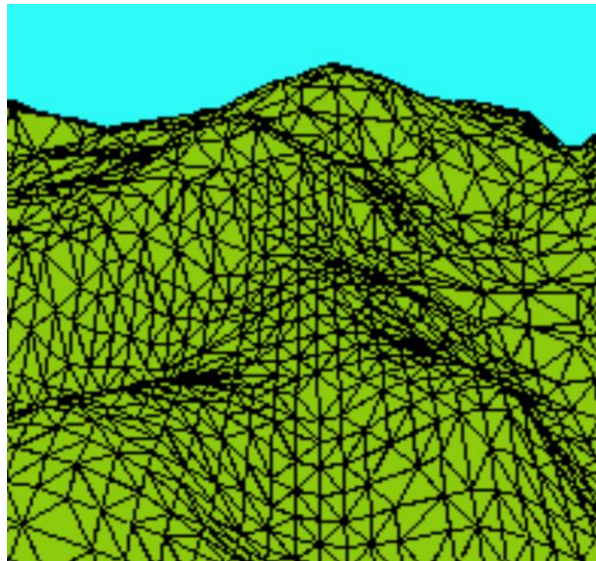
Μετά την ολοκλήρωση του αεροτριγωνισμού ακολουθεί η παραγωγή DSM. Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας αυτής είναι η αυτόματη συλλογή υψομετρικής πληροφορίας από το προσανατολισμένο στερεομοντέλο μέσω του auto-extraction, του LPS. Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η Ναδρική και η Οπίσθια. Η Χρήση της Ναδρικής λήψης ήταν απαραίτητη αφού πλησίαζε την οριζόντια προβολή ενώ η επιλογή της Οπίσθιας λήψης έγινε διότι δεδομένου του προσανατολισμού του αναγλύφου θα επιτυγχάνονταν καλύτερη απόδοση. Το στερεομοντέλο που δημιουργείται με το συνδυασμό ναδρικής και οπίσθιας λήψης καλύπτει το νησί στο σύνολό του ενώ το στερεομοντέλο που προκύπτει από το συνδυασμό εμπρόσθιας και ναδρικής δεν κάλυπτε το νησί σε όλη την έκτασή του.

Η επιλογή της πυκνότητας των σημείων έγινε με τη βοήθεια του τύπου:

$$\text{Συντελεστής Κλίμακας Ορθοφωτοχάρτη} * (0.2\text{cm} - 2.0\text{cm})$$

Η κλίμακα εκτύπωσης ορίστηκε εξαρχής 1:10.000, οπότε η πυκνότητα θα μπορούσε να είναι από 20m έως 200m. Λαμβάνοντας υπόψιν το έντονο ανάγλυφο της περιοχής, η διάσταση του κανάβου απόδοσης υψομετρικών σημείων ορίστηκε στα 80m.

Η κατανομή δεδομένων του DSM έγινε σε τρίγωνα (Triangular irregular Network – TIN). Αυτό σημαίνει ότι η επιφάνεια του εδάφους προσεγγίστηκε με τρίγωνα, γεγονός που αποτελεί τη βέλτιστη λύση σε περιοχές με έντονο ανάγλυφο.



Εικόνα 21- Ψηφιακό Μοντέλο Επιφανείας σε μορφή TIN

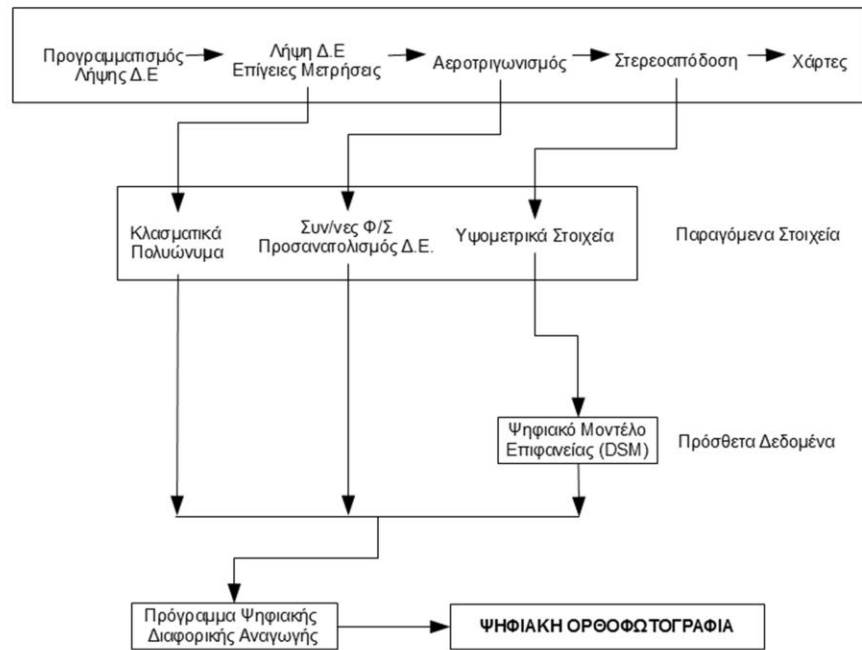
Τα στοιχεία τα οποία απαιτούνταν να οριστούν για να εκτελεστεί η διαδικασία ήταν:

- i. Οι εικόνες από τις οποίες θα παραχθεί το DSM, στην περίπτωση η Εμπρόσθια και η Οπίσθια λήψη
- ii. Η διάσταση του κανάβου του DSM, στην περίπτωση 80m
- iii. Ο τρόπος κατανομής των δεδομένων, στην περίπτωση μας TIN.
- iv. Το εξαγόμενο αρχείο του DSM

Αφού έγινε η αυτόματη εξαγωγή του DSM πραγματοποιήθηκε έλεγχος στα υψόμετρα, χρησιμοποιώντας τα Φ/Σ που δεν υπολογίστηκαν στον Αεροτριγωνισμό, και στη συνέχεια έγιναν τοπικές διορθώσεις καθώς και η τοποθέτηση Γραμμών απότομης Αλλαγής Κλίσης (Break Lines). Από την αυτόματη διαδικασία δεν διαπιστώθηκαν μεγάλες ατέλειες στο παραγόμενο DSM.

3.7 Παραγωγή Ορθοφωτογραφίας

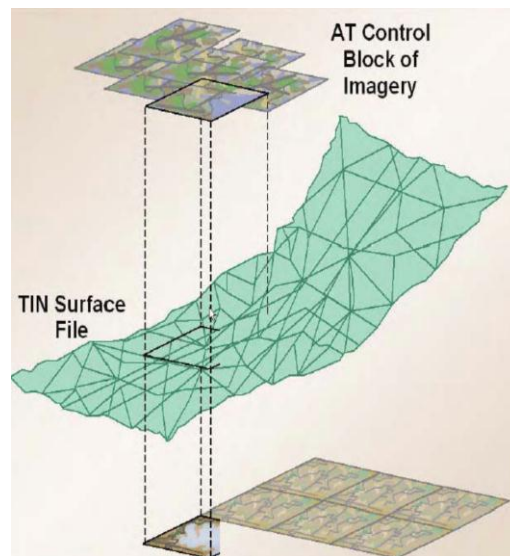
Η ορθοφωτογραφία είναι μια ψηφιακή εικόνα που διαθέτει όλα τα χαρακτηριστικά ενός χάρτη, δηλαδή είναι ορθή προβολή και έχει ενιαία κλίμακα. Ακόμα όμως έχει όλη την φωτογραφική (εικονιστική) πληροφορία της εικόνας από την οποία προέκυψε. (Πατιάς, 1991)



Εικόνα 22- Ένταξη της Ψηφιακής ορθοφωτογραφίας στη Φωτογραμμετρική διαδικασία

Για την παραγωγή της ορθοφωτογραφίας είναι απαραίτητα:

- i. Η αποκατάσταση των προσανατολισμών του στερεομοντέλου
- ii. Το Ψηφιακό Μοντέλο Επιφανείας (DSM)



Εικόνα 23 - Η Διαδικασία Παραγωγής Ορθοφωτογραφίας

Για την παραγωγή της Ο/Φ απαιτούνταν να εισαχθούν τα κάτωθι στοιχεία:

- i. Φωτογραμμετικό Project προσανατολισμένων εικόνων

- ii. Εισαγωγή του Ψηφιακού Μοντέλου Επιφανείας
- iii. Ορισμός προβολικού συστήματος στο οποίο θα παραχθεί η τελική ορθοφωτογραφία (Ε.Γ.Σ.Α. 87)
- iv. Μέγεθος ρixel στα 2.5 m
- v. Καθορισμός ορίων εντός των οποίων θα παραχθεί η ορθοφωτογραφία
- vi. Αλγόριθμος παρεμβολής γκριζων τόνων (Δικυβική συνέλιξη)

3.7.1 Επιλογή λήψης

Από τις δύο εικόνες που προσανατολίστηκαν (ναδιρική λήψη και οπίσθια) επελέγη προς ορθοαναγωγή η Ναδιρική Λήψη, αφού αυτή είχε τη μικρότερη γωνία λήψης σε σχέση με την κατακόρυφο (σχεδόν κατακόρυφη) και με αυτό τον τρόπο θα ήταν καλύτερη η απεικόνιση του έντονου αναγλύφου της περιοχής.

3.7.2 Εισαγωγή του Ψηφιακού Μοντέλου Επιφανείας

Επιλέχθηκε το D.S.M. που προέκυψε από την αυτόματη παραγωγή διορθωμένο στα σημεία που απαιτήθηκε για την σωστή απόδοση του αναγλύφου.

3.7.3 Προβολικό Σύστημα (Ε.Γ.Σ.Α. 87)

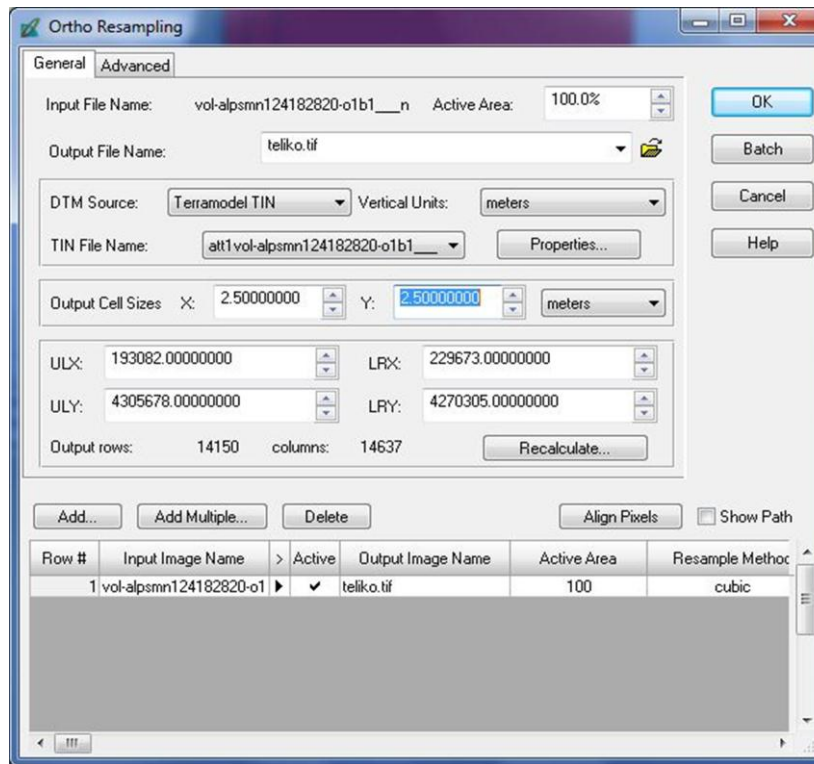
Το σύστημα αναφοράς της ορθοφωτογραφίας είναι το Ε.Γ.Σ.Α. 87.

3.7.4 Μέγεθος Εδαφοψηφίδας (GSD)

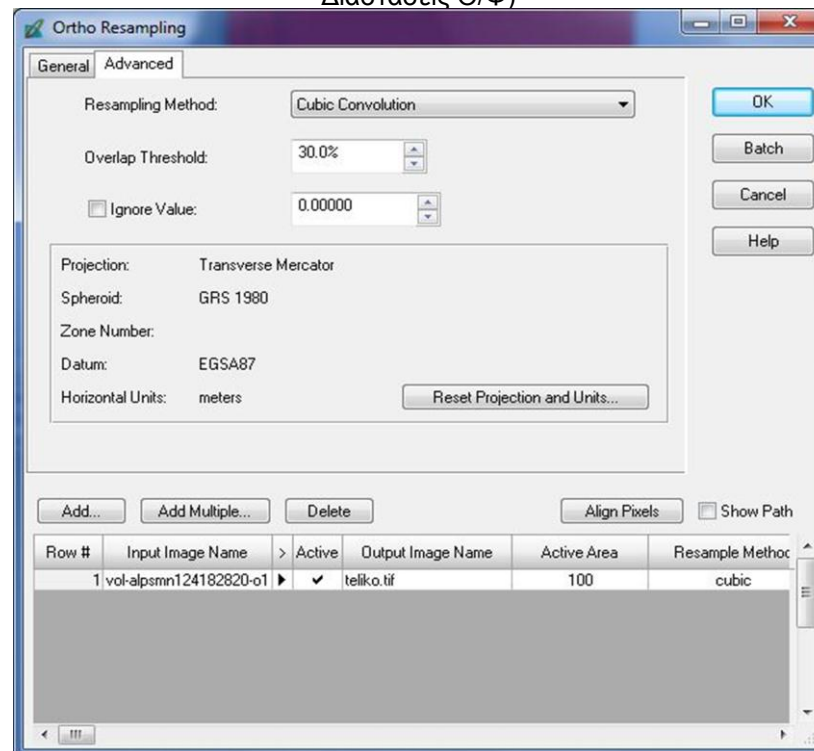
Η επιλογή του μεγέθους της Εδαφοψηφίδας έγινε με βάση το μέγεθος της εικονοψηφίδας της Δ.Ε. από την οποία θα προέκυπτε το τελικό προϊόν. Το μέγεθος καθορίστηκε ίσο με 2.5 m εφόσον η ανάλυση της πρωτογενούς εικόνας είναι ίση με 2.5m. Οποιαδήποτε άλλη τιμή μικρότερη των 2.5 m δεν έχει νόημα καθώς η βέλτιστη ανάλυση που διατίθεται από τα αρχικά δεδομένα είναι τα 2.5m..

3.7.5 Αλγόριθμος Παρεμβολής Γκριζων Τόνων

Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της “Δικυβικής Συνέλιξης”. Σε αντίθεση με τις μεθόδους “Εγγύτερου Γείτονα” και “Διγραμμικής” είχε τις περισσότερες πράξεις, που σημαίνει περισσότερος χρόνος για εκτέλεση, αλλά και την καλύτερη αξιοπιστία.



Εικόνα 24- Εισαγωγή Παραμέτρων στο παράθυρο διαλόγου του LPS για την παραγωγή της Ορθοφωτογραφίας (εδαφοψηφίδα, DSM, Διαστάσεις Ο/Φ)



Εικόνα 25: Εισαγωγή παραμέτρων στο παράθυρο διαλόγου του LPS (Προβολικό σύστημα, Παρεμβολή γκριζων τόνων)

3.8 Έλεγχος Γεωμετρικής Ακρίβειας

Ο έλεγχος της Γεωμετρικής ακρίβειας της Ο/Φ μπορεί να γίνει με μέτρηση σημείων γνωστών συντεταγμένων πάνω σε αυτήν και σύγκρισή των δύο μετρήσεων (συντεταγμένες επίγεια μετρημένων σημείων και συντεταγμένες από προσδιορισμό σε ορθοφωτοχάρτη). Επιπλέον έλεγχος πραγματοποιήθηκε με την σύγκριση αποστάσεων οι οποίες προσδιορίστηκαν από σημεία επίγεια μετρημένα με μεθόδους GPS και στη συνέχεια μετρήθηκαν και στην ορθοφωτογραφία. Τα σφάλματα των φωτοσταθερών σημείων που χρησιμοποιήθηκαν στον προσανατολισμό παρουσιάζονται στην συνέχεια (πίνακας 12)..

ΣΥΝΕΤΑΓΜΕΝΕΣ							
		ΟΡΘΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ		ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ		ΕΛΕΓΧΟΣ	
ΣΗΜΕΙΟ	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	ΔX(m)	ΔY(m)	
1008	214645,16	4299445,12	214646,15	4299445,34	0,98	0,21	
1050	215105,16	4293872,51	215105,96	4293873,65	0,8	1,14	
1046	212512,24	4285764,83	212512,73	4285763,44	0,49	-1,39	
1042	208237,97	4280950,20	208240,52	4280947,14	2,55	-3,06	
1016	202029,44	4286814,88	202027,58	4286814,78	-1,86	-0,10	
1026	211843,07	4298294,54	211842,73	4298292,74	-0,34	-1,80	
1005	216936,12	4301852,25	216937,71	4301853,36	1,59	1,11	
1044	212520,80	4281859,50	212517,87	4281860,43	-2,93	0,93	
1030	208992,63	4295124,77	208990,10	4295124,54	-2,53	-0,23	
1034	208285,25	4298796,82	208284,17	4298794,95	-1,08	-1,86	
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ					-0,23	-0,51	
RMS					1,83	1,45	

Πίνακας 12 Οριζοντιογραφική ακρίβεια θέσης της Ο/Φ

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ (m)			
	ΟΡΘΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ	ΕΔΑΦΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ (m)
D ₁₀₀₈₋₁₀₅₀	5591.565287	5590.627481	0.937805625
D ₁₀₅₀₋₁₀₄₆	8512.207424	8514.717355	2.50993079
D ₁₀₄₆₋₁₀₄₂	6438.172835	6438.04808	0.12475503
D ₁₀₄₂₋₁₀₁₆	8540.507767	8545.749531	5.241763389
D ₁₀₁₆₋₁₀₂₆	15102.64078	15102.33489	0.305891917
D ₁₀₂₆₋₁₀₀₅	6212.6078	6215.857857	3.250056886
D ₁₀₀₅₋₁₀₄₄	20474.4992	20475.64863	1.149430826
D ₁₀₄₄₋₁₀₃₀	13726.4433	13725.21871	1.224598786
D ₁₀₀₈₋₁₀₅₀	3739.563557	3737.686765	1.876791534
D ₁₀₃₄₋₁₀₀₈	6392.876522	6395.135919	2.259396385
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ			1.888042117

Πίνακας 13 - Οριζοντιογραφική ακρίβεια αποστάσεων της Ο/Φ

4. Ανάπτυξη ΣΓΠ για τις Τουριστικές και Πολιτιστικές Πληροφορίες του Ν. Λευκάδας

4.1 Εισαγωγή

Κύριος στόχος του κεφαλαίου αυτού είναι η δημιουργία μιας εφαρμογής Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) για την καταγραφή της πολιτιστικής κληρονομιάς. Το αντικείμενο της εφαρμογής αυτής, εστιάζεται στα γεωγραφικά και τα πληροφοριακά χαρακτηριστικά του συστήματος. αφού στόχος είναι η δημιουργία και η διαχείριση των χαρτογραφικών δεδομένων σε τρισδιάστατη απεικόνιση, τα χωρικά δεδομένα αφορούν στον τουρισμό και την πολιτιστική κληρονομιά με την ταυτόχρονη απόδοση δεδομένων που συνοδεύουν κάθε σημείο ενδιαφέροντος συμπεριλαμβανομένων και υπερσυνδέσμων (hyperlinks).

Οι βασικοί άξονες για τη δημιουργία της εφαρμογής είναι:

- i. Η καταγραφή της πολιτιστικής κληρονομιάς σε επίπεδο Νομού.
- ii. Η καταγραφή των τουριστικών σημείων ενδιαφέροντος για την καλύτερη συσχέτιση της χωρικής πληροφορίας.
- iii. Η χρήση ως υποβάθρου της ορθοφωτογραφίας που δημιουργήθηκε στο Κεφάλαιο 2.
- iv. Η δημιουργία μιας γεω-βάσης, η οποία θα περιγράφει τα στοιχεία της κάθε χωρικής οντότητας.
- v. Η ύπαρξη υπερσυνδέσμων ως πεδία στη γεω-βάση.

4.2 Λογισμικό

Για τη δημιουργία της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε το πακέτο λογισμικού ArcGIS (έκδοση 9.3.1) και πιο συγκεκριμένα τα προγράμματα ArcCatalog για τη δημιουργία των επιπέδων πληροφορίας (layers) και τη διαχείρισή τους, το ArcMap για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων (ΒΔ) και την εισαγωγή των χωρικών δεδομένων στη ΒΔ και τέλος το ArcScene για την τρισδιάστατη απεικόνιση, και τη λήψη στιγμιότυπων.

4.3 Περιοχή εφαρμογής

Το υπόβαθρο που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή ήταν αυτό που δημιουργήθηκε στο Κεφάλαιο 2. Χωρικά καλύπτει τα διοικητικά όρια της Περιφερειακής Ενότητας Λευκάδας(Πρώην νομός Λευκάδας). Η έκτασή του είναι 35km επί 10km. Το σύστημα αναφοράς στο οποίο εντάχθηκε το υπόβαθρο στην εφαρμογή είναι το Ε.Γ.Σ.Α. '87, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή.

4.4 Συλλογή Δεδομένων

Πριν τη διαδικασία κατασκευής ενός χάρτη, όποιου είδους και αν είναι αυτός, ο χαρτογράφος έχοντας αντικειμενικό σκοπό να παρουσιάσει χωρικές πληροφορίες, που ο χάρτης πρέπει να μεταδώσει, είναι υποχρεωμένος να ψάξει, να επιλέξει, να αναλύσει και να επεξεργαστεί τα δεδομένα ώστε να είναι σε θέση να τα αναπαραστήσει γραφικά. Η φάση της συλλογής της πληροφορίας θα μπορούσε να χωριστεί σε δύο στάδια: την

τοποθέτηση της πληροφορίας στο χώρο, που είναι και ο πρωταρχικός σκοπός, και την απόδοση της κατανομής του φαινομένου στο χώρο. Ο προσδιορισμός της θέσης δηλαδή ο προσδιορισμός των γεωγραφικών συντεταγμένων βάσει των οποίων θα γίνει η μετατροπή του στο σύστημα απεικόνισης του χάρτη, οι πηγές που θα ανατρέξει ο χαρτογράφος και οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιήσει είναι γεωδαιτικές, τοπογραφικές και φωτογραμμετρικές. Για τη συλλογή της πληροφορίας σε μελέτες γεωγραφικών φαινομένων οι πηγές είναι πάρα πολλές, από την παρατήρηση με το μάτι και τις απογραφές στατιστικών δειγμάτων μέχρι την τηλεπισκόπηση και την καταγραφή με τεχνητούς δορυφόρους. (Νάκος, 2006)

Το υπόβαθρο εισήχθη στο προβολικό σύστημα του Ε.Γ.Σ.Α. 87. Η συλλογή των χωρικών δεδομένων πεδίου έγινε με ψηφιοποίηση, η οποία έγινε στο Ε.Γ.Σ.Α. 87. Με αυτό τον τρόπο τα χωρικά δεδομένα απέκτησαν συντεταγμένες του Κ.Σ.Α.. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την περιγραφή των σημείων ενδιαφέροντος και τον εμπλουτισμό της γεω-βάσης προέκυψαν από:

- i. Την απογραφή της ΕΣΥΕ του έτους 2001.
- ii. Τουριστικά έντυπα της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Λευκάδας
- iii. Τουριστικούς οδηγούς.

Η πληθώρα δεδομένων που υπήρχε σε αυτά τα έντυπα θεωρήθηκε επαρκής για την άντληση πληροφοριών οι οποίες θα περιέγραφαν τα σημεία ενδιαφέροντος. Επιπλέον, έγινε και αξιολόγηση ορισμένων σημείων ενδιαφέροντος όπως είναι οι ορθόδοξοι ναοί ώστε να μην υπάρχει πλεονάζουσα πληροφορία η οποία θα αποπροσανατόλιζε το χρήστη της εφαρμογής, παρά μόνο σημεία ενδιαφέροντος τα οποία έχουν τουριστική και πολιτιστική αξία.

4.5 Βάση Δεδομένων

Η Β.Δ. σχεδιάστηκε με σκοπό τη δημιουργία ενός σχεσιακού μοντέλου το οποίο θα συνδυάζει την γεωχωρική πληροφορία με την περιγραφική, ενώ παράλληλα θα μπορεί να απαντά σε χωρικά ερωτήματα του χρήστη.

Αναγκαίος για το σχεδιασμό ήταν ο καθορισμός των αναγκών του χρήστη της εφαρμογής. Οι ανάγκες καθορίστηκαν από την προσωπική εμπειρία του χρήστη, ενώ για την καλύτερη κατανόησή τους δημιουργήθηκαν τα παρακάτω προφίλ χρηστών:

- i. Επισκέπτης: Αφορά το άτομο του οποίου κύρια ανάγκη είναι η επίσκεψη μιας περιοχής και η εκ των προτέρων οργάνωση επίσκεψης των πολιτιστικών χώρων καθώς και τουριστικών μερών.
- ii. Ερευνητής: Το προφίλ του ερευνητή εστιάζει στην θέληση ενός ατόμου να ενημερωθεί-ερευνήσει – γνωρίσει την πολιτιστική κληρονομιάς μιας περιοχής, στην περίπτωση μας η Ν. Λευκάδα, μέσω της εφαρμογής.

Ο σχεδιασμός της Β.Δ. έγινε ώστε η περιγραφική πληροφορία σε συνδυασμό με τη χωρική θέση της κάθε οντότητας να επιτρέπει τη σύνταξη χωρικών ερωτημάτων τα οποία θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις των παραπάνω χρηστών. Επιπλέον κρίθηκε απαραίτητη η ύπαρξη πεδίου υπερσυνδέσμων σε κάθε οντότητα, που θα εμπεριέχει (αν υπάρχουν) σχετικές αναφορές στο διαδίκτυο είτε σε περιγραφικό επίπεδο είτε σε επίπεδο πολυμέσων (π.χ. Σχετικά βίντεο στο youtube).

Για τη βάση δεδομένων δε χρειάστηκε η δημιουργία συσχετίσεων. Χρησιμοποιήθηκαν απλοί πίνακες (Attributes Tables) μέσα από το λογισμικό ArcGIS που ικανοποιούσαν τις ανάγκες της εφαρμογής. Η οργάνωση της Β.Δ. παρουσιάζεται στην Εικόνα 28:

Οι οντοτήτες που αποτελούν τη γεω-βάση είναι οι:

Ενημερωτικά σημεία ενδιαφέροντος:

Πόλεις: id, Onoma_pol, Plithism_pol, Link

Χωριά: id, Onoma_pol, Plithism_pol, Link

Οδικό δίκτυο: Id

Κιόσκι Πληροφοριών: Id, Topothesia, Typos_plir, Foreas, Link

Τουριστικά σημεία ενδιαφέροντος:

Παραλίες: Id, On_paralias, Organomeni, Topothesia, Prosvasi, Link

Λιμάνια-Μαρίνες: Id, Onoma, Theseis, Link

Θαλάσσια Αθλήματα:

- i. **Σκι θαλάσσης:** Id, Watersport, Topothesia, Link
- ii. **Ιστιοσανίδα:** Id, Topothesia, Link
- iii. **Ιστιοπλοΐα:** Id, Topothesia, Link

Πολιτιστικά σημεία ενδιαφέροντος:

Φάροι: Id, Onoma_Farou, Chroma_lampsis, link

Μουσεία: Id, Onoma_mouseiou, Perigrifi, Topothesia, Link

Μνημεία: Id, Onoma_mnimeiou, Link

Αρχαιολογικοί χώροι: Id, On_Arx_Chorou, Topothesia, Link

Ιστορικά κτίρια: Id, On_Ist_Ktir, Perigrifi, Topothesia, Link

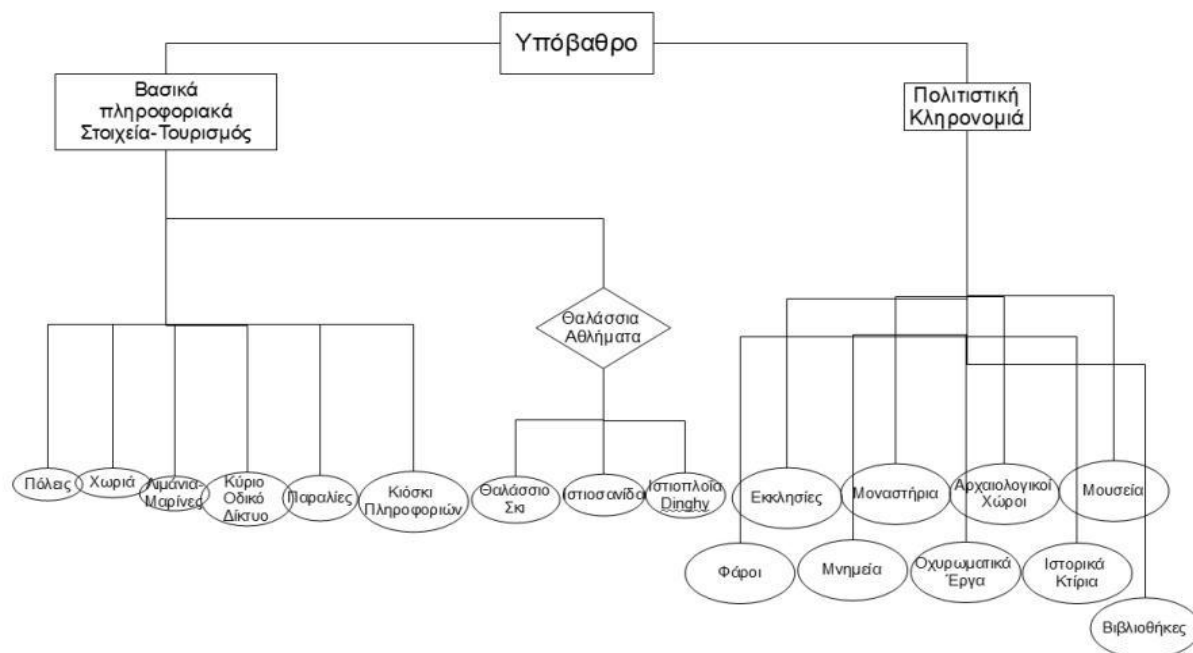
Αρχαίοι ναοί: Id, On_Arch_Naou, Topothesia, Link

Εκκλησίες: Id, On_Ekklesias, Archit_Stoix, Topothesia, Link

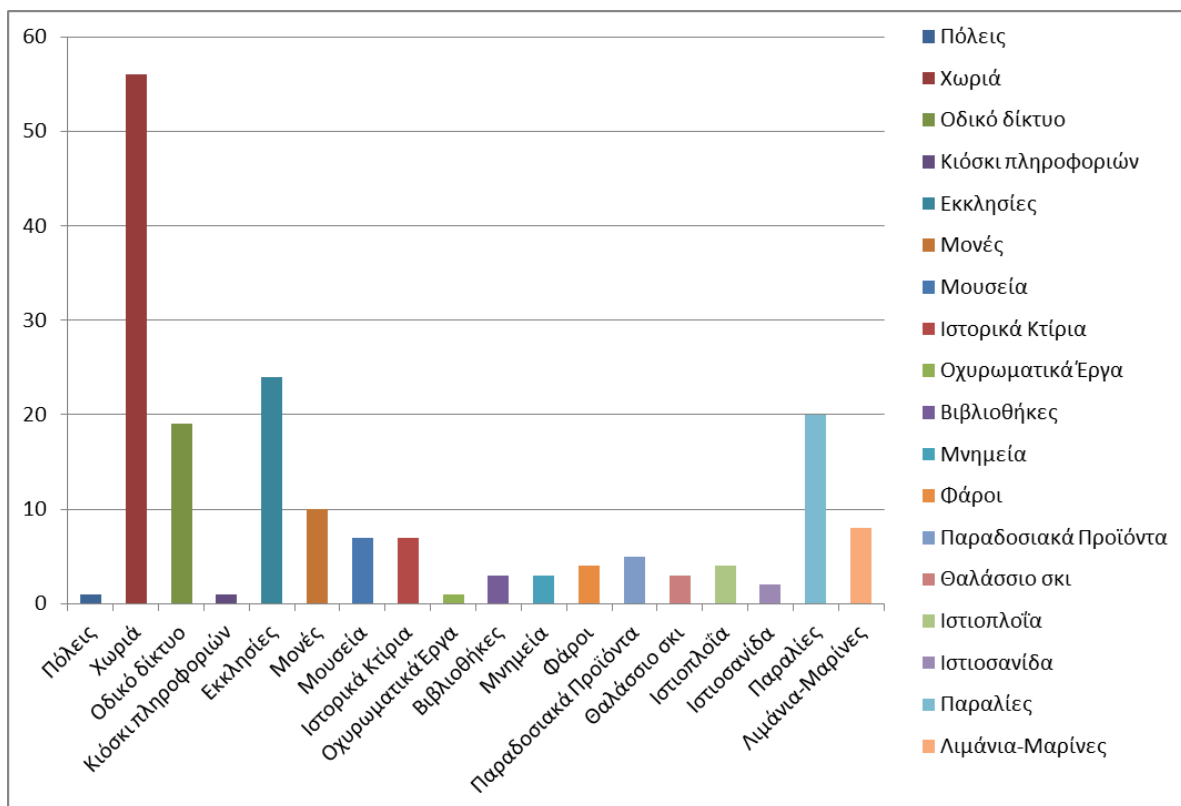
Μοναστήρια: Id, On_Monis, Topothesia, Link

Οχυρωματικά Έργα: : Id, On_och_erg, Topothesia, Link

Βιβλιοθήκες: Id, On_Vivliothikis, Topothesia, Link



Εικόνα 26- Διάγραμμα οργάνωσης της γεω-βάσης



Εικόνα 27- Ιστόγραμμα συχνότητων εγγραφών ανά οντότητα της γεω-βάσης

4.6 Οπτικοποίηση

Ο χάρτης είναι μια μέθοδος μετάδοσης πληροφορίας και για το λόγο αυτό η κατασκευή και η ερμηνεία του βασίζεται σε γραφικούς κανόνες. Η πληροφορία που μεταδίδει ένας χάρτης αφορά γεωγραφικά φαινόμενα που εντοπίζονται στο χώρο και αντικείμενό του είναι η γραφική απόδοση αυτών των φαινομένων και των συσχετισμών τους σε σχέση με το χώρο που αναφέρονται σε κάποια επιφάνεια, συνήθως επίπεδη. Άρα για να πετύχει το σκοπό του ένας χάρτης για να μεταδίδει σωστά τη χωρική πληροφορία, χρειάζεται μελέτη των χαρακτηριστικών του φαινομένου που απεικονίζεται κάθε φορά, εντοπισμός του στο χώρο και γνώση των μέσων και μεθόδων με τις οποίες θα γίνει η απόδοση, ώστε το τελικό προϊόν χαρτογράφησης, να ερμηνεύεται σωστά από τον χρήστη. Για τη μετάδοση της πληροφορίας μέσω του χάρτη γίνεται χρήση της οπτικής γλώσσας η οποία σε αντίθεση με το γραπτό και προφορικό λόγο, έχει διεθνή χαρακτήρα και κατανοείται πλήρως στιγμιαία όταν τηρούνται οι γραφικοί κανόνες από το συντάκτη του χάρτη και συγχρόνως κατέχονται από τον αναγνώστη – χρήστη. (Νάκος, 2006)

Τα χωρικά δεδομένα χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες: σημειακά και γραμμικά. Γραμμικό είναι μόνο το θεματικό επίπεδο του οδικού δικτύου ενώ όλα τα υπόλοιπα είναι σημειακά.

Οι οπτικές μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι οι: σχήμα, απόχρωση και ένταση.

Τα σχήματα που χρησιμοποιούνται εντοπίζονται στις βιβλιοθήκες του ArcGIS ενώ τα σύμβολα που αφορούν τον πολιτισμό, στην πλειοψηφία τους, ανήκουν στην βιβλιοθήκη *historical* η οποία βρίσκεται στην ιστοσελίδα υποστήριξης του λογισμικού. Είναι σύμβολα τα οποία αντιπροσωπεύουν το κάθε θεματικό επίπεδο και οπτικά παραπέμπουν στο αντικείμενο που περιγράφουν.

Οι αποχρώσεις που χρησιμοποιούνται είναι αυτές που παραπέμπουν τον αναγνώστη τα χρώματα που έχουν τα αντικείμενα στη φύση. Μπλε για τα αντικείμενα που αφορούν θάλασσα, κόκκινο για τις αστικοποιημένες περιοχές (τεχνητό περιβάλλον) και καφέ για τα πολιτισμικά στοιχεία. Το υπόβαθρο έχει τόνους του κίτρινου που αντιπροσωπεύει το χώμα. (Νάκος, 2006)

Η χρήση της έντασης έγινε για να απεικονίζονται επαρκώς χωρικά δεδομένα τα οποία αφορούν τη θάλασσα και να είναι αντιληπτή στον αναγνώστη η ομαδοποίησή τους (λιμάνια, μαρίνες, παραλίες, φάροι, θαλάσσια αθλήματα).

4.6.1 Λογισμικό και Τρισδιάστατη απεικόνιση

Το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την τρισδιάστατη οπτικοποίηση της εφαρμογής ήταν το ArcScene. Με τη χρήση της ορθοφωτογραφίας και του Ψ.Μ.Ε., παράγωγα του 2ου Κεφαλαίου έγινε η απόδοση των γεω-δεδομένων τρισδιάστατα με τη χρήση της εντολής *Drape* του λογισμικού. Με την εντολή *Drape* προβάλλεται ορθοφωτογραφία επάνω στο Ψ.Μ.Ε.. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η τρισδιάστατη απεικόνιση της ορθοφωτογραφίας με παράλληλη μείωση της ποιότητας ανάλυσης της ορθοφωτογραφίας. Η μείωση της ανάλυσης της ορθοφωτογραφίας σε σχέση με τις απαιτήσεις της απεικόνισης ήταν συγκριτικά ασήμαντη, αφού θα αυξανόταν η ευκολία με την οποία ο χρήστης της εφαρμογής θα μπορούσε να προσανατολιστεί χωρικά και να πλοηγηθεί στην τελική εφαρμογή.

4.6.2 Σύμβολα

Τα σύμβολα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την οπτικοποίηση των σημείων ενδιαφέροντος για τη δημιουργία των στιγμιότυπων και της χαρτογραφικής απόδοσης προϋπήρχαν στις βιβλιοθήκες συμβόλων του ArcGIS. Με εξαίρεση αυτή που αφορούσε

το θεματικό τομέα του πολιτισμού και της ιστορίας. Για την οπτικοποίηση των τελευταίων χρησιμοποιήθηκε πρόσθετη βιβλιοθήκη από την ιστοσελίδα υποστήριξης της ESRI, της εταιρείας που αναπτύσσει το λογισμικό πακέτο ArcGIS.

Τα σύμβολα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στην Εικόνα 29:

	Χωριό
	Πόλη
	Εκκλησίες
	Μοναστήρια
	Οχυρωματικά Έργα
	Μουσεία
	Αρχαιολογικοί Χώροι
	Βιβλιοθήκες
	Ιστορικά Κτίρια
	Φάροι
	Ιστιοπλοΐα Τριγώνου
	Ιστιοσανίδα
	Θαλάσσιο Σκι
	Παραλίες
	Λιμάνια-Μαρίνες
	Κιόσκι Πληροφοριών

Εικόνα 29-Σημειακά σύμβολα της εφαρμογής

Η επιλογή των χρωμάτων έγινε με βάση τις αρχές της χαρτογραφίας ενώ παράλληλα έγινε και ομαδοποίηση των συμβόλων κατά κατηγορία με τη χρήση ίδιων χρωματικών τόνων.

4.7 Δυναμικότητα εφαρμογής

Κάθε εφαρμογή Σ.Γ.Π. έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό τη δυναμικότητα για την απεικόνιση της γεωχωρικής πληροφορίας. Η απάντηση χωρικών ερωτημάτων καθώς και η δυνατότητα επιλογής των οντοτήτων που θα απεικονιστούν. Η συγκεκριμένη εφαρμογή έχει σαν επιπλέον χαρακτηριστικό την τρισδιάστατη απεικόνιση η οποία βοηθάει ακόμα περισσότερο στην καλύτερη αντίληψη του χώρου. Η εφαρμογή μπορεί να απαντάει σε γεωχωρικά ερωτήματα καθώς και σε ερωτήματα που αφορούν τα περιγραφικά δεδομένα της γεω-βάσης.

5. Συμπεράσματα

5.1 Γενικά σχόλια

Η παραγωγή ενός υποβάθρου και στη συνέχεια μιας εφαρμογής Σ.Γ.Π. είναι από μόνη της μια απαιτητική και πολύπλοκη διαδικασία τόσο από πλευράς επιστημονικής γνώσης όσο και στον χειρισμό διαφορετικών λογισμικών πακέτων καθώς και οργάνων. Η εμπειρία όμως που αποκτάται μετά από μια τέτοια διαδικασία, αφορά τη βελτίωση της γνώσης πάνω στα προαναφερθέντα αντικείμενα, αλλά και τη διεύρυνση του τρόπου σκέψης στην αντιμετώπιση και επίλυση προβλημάτων.

5.2 Αντιμετώπιση προβλημάτων – Βελτιώσεις μεθοδολογίας

Η παρούσα Δ.Ε. Αφορά τη δημιουργία μιας εφαρμογής γεωπληροφορικής για την καταγραφή της πολιτιστικής κληρονομιάς. Πιο συγκεκριμένα έγινε κατανοητή η μεθοδολογία για την παραγωγή χαρτογραφικού υπόβαθρου, την ορθοδιόρθωση δορυφορικών εικόνων καθώς και τη σύνθεση χαρτογραφικών δεδομένων σε τρισδιάστατο περιβάλλον.

Η εκπόνηση της παρούσας Δ.Ε. είχε ως βασικό αποτέλεσμα την τριβή με άγνωστα αντικείμενα, άγνωστα λογισμικά πακέτα αλλά και βασικές γνώσεις που αποκτήθηκαν στα πλαίσια των προπτυχιακών μαθημάτων. Ο συνδυασμός γνώσης από διαφορετικά επιστημονικά πεδία, η αναζήτηση περαιτέρω πληροφοριών είναι το πιο πολύτιμο αποτέλεσμα το οποίο αποκτήθηκε.

5.2.1 Χρήση υποβάθρου από κρατικό οργανισμό

Η δημιουργία ενός υπόβαθρου από την αρχή απαιτεί κόστος, χρόνο και εξοικείωση του χρήστη με λογισμικά πακέτα Φωτογραμμετρίας. Ως εναλλακτική θα προτεινόταν η χρήση του έτοιμου υπόβαθρου της Κτηματολόγιο Α.Ε. το οποίο διατίθεται και σε πιλοτική λειτουργία στο διαδίκτυο. Μια τέτοια ενέργεια θα προσέφερε κέρδος στους ανωτέρω παράγοντες καθώς και καλύτερη ποιότητα στην τρισδιάστατη απεικόνιση του Σ.Γ.Π., αφού το μέγεθος της εικονοψηφίδας είναι σαφώς καλύτερο και το οπτικό αποτέλεσμα θα ήταν πιο ποιοτικό.

5.2.2 Εμπλουτισμός γεω-βάσης με περισσότερα χαρακτηριστικά

Ο εμπλουτισμός της γεω-βάσης με επιπλέον θεματικά επίπεδα πολιτισμού και τουρισμού θα διεύρυνε τις δυνατότητες της εφαρμογής ενώ παράλληλα θα αύξανε τον όγκο πληροφοριών που προσφέρει.

Σε ότι αφορά το τουριστικό μέρος θα μπορούσαν να προστεθούν πορθμεία, κτελ και αεροδρόμια έτσι ώστε να υπάρχει η πληροφορία της μετακίνησης ενώ παράλληλα θα ήταν δυνατή η αναφορά σε περισσότερα αθλήματα. Στο πολιτιστικό μέρος θα ήταν δυνατό να προστεθούν οντότητες όπως τα αρχαία θέατρα, τα παραδοσιακά προϊόντα και οι παραδοσιακοί χοροί. Με αυτό τον τρόπο η γεω-βάση θα είναι πιο πλούσια και θα μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες οποιασδήποτε περιοχής.

5.2.3 Χρήση τοπολογίας στο οδικό δίκτυο

Η δημιουργία τοπολογίας στο θεματικό επίπεδο του οδικού δικτύου θα βελτιώσει την πλοήγηση σε μεγάλο βαθμό:

- i. Υπολογισμός Βέλτιστης διαδρομής για την προσέγγιση σε τουριστικά αξιοθέατα.

- ii. Με ταυτόχρονη πληροφορία χρόνου διαδρομής είναι δυνατός και ο χρονικός υπολογισμός μιας απόστασης.

Η εφαρμογή με την ύπαρξη τοπολογίας θα αποκτήσει επιπρόσθετες δυνατότητες ενώ παράλληλα θα είναι και πιο φιλική στο χρήστη αφού θα του παρέχει πληροφορία η οποία θα βοηθά και στη χρονική οργάνωση της επίσκεψής του.

5.3 Πρακτικές εφαρμογές στο μέλλον

5.3.1 Χρήση για τουριστική προβολή από Ο.Τ.Α.

Η παρούσα εφαρμογή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε μέσο πλοήγησης σε ιστοσελίδα Ο.Τ.Α.. Μέσα από την εφαρμογή ο επισκέπτης θα μπορούσε να έρθει σε επαφή με την πολιτιστική ιστορία του νομού, τα τουριστικά αξιοθέατα. Επίσης θα είχε τη δυνατότητα να οργανώσει την επίσκεψή του στα σημεία ενδιαφέροντος τα οποία ο ίδιος θα επέλεγε.

5.3.2 Καταγραφή και ομαδοποίηση πολιτιστικής κληρονομιάς από το Υπ.Πο.Τ

Στα πλαίσια της συνεχόμενης συλλογής γεωχωρικών δεδομένων τα τελευταία χρόνια με την παράλληλη δημιουργία δυναμικών εφαρμογών web mapping το Υπουργείο Πολιτισμού και Τουρισμού θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει μια τέτοια εφαρμογή με μια πιο ευρεία γεω-βάση για την παρουσίαση του Τουριστικού προϊόντος της χώρας μας και την παράλληλη γνωριμία του χρήστη του διαδικτύου με την πολιτιστική κληρονομιά της Ελλάδας.

5.3.3 Χρήση για εκπαιδευτικούς σκοπούς

Η σύγχρονη διδασκαλία έχει εισάγει νέες μεθόδους για την μετάδοση της γνώσης. Οι μέθοδοι οπτικοποίησης αποτελούν μια αποτελεσματική μέθοδο για τη μετάδοση και κατανόηση της γεωχωρικής πληροφορίας. Η μετάδοση της γνώσης με τη βοήθεια της εικόνας βοηθάει στην καλύτερη αφομοίωσή της από αυτόν που τη δέχεται. Στα πλαίσια αυτά η εφαρμογή ΣΓΠ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε σχολεία για τη γνωριμία των μαθητών με τον τόπο τους, αφού μέσω της τρισδιάστατης απεικόνισης γίνεται με το βέλτιστο τρόπο η κατανόηση της θέσης. Οι μαθητές θα είχαν τη δυνατότητα γνωριμίας με τον πολιτισμό της περιοχής τους μέσα από ένα διαδραστικό περιβάλλον το οποίο με την παράλληλη χρήση πολυμέσων η γνώση θα γίνει πιο ενδιαφέρουσα.

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1-Χαρακτηριστικά του ALOS-I	10
Πίνακας 2 - Χαρακτηριστικά του PRISM.....	12
Πίνακας 3 - Επιλογές Λήψης PRISM.....	12
Πίνακας 4 - Χαρακτηριστικά AVNIR-2	15
Πίνακας 5 -Τεχνικά χαρακτηριστικά του PALSAR.....	16
Πίνακας 6- Βασικά σενάρια παρατήρησης ALOS-I (Παγκόσμια)	18
Πίνακας 7- Αριθμός γραμμών και ρίχει ενός αρχείου εικόνας PRISM.....	22
Πίνακας 8- Κανόνες κωδικοποίησης αρχείων PRISM.....	23
Πίνακας 9- Χαρακτηριστικά GPS.....	32
Πίνακας 10: Οι συντεταγμένες των Φ/Σ.....	33
Πίνακας 11: Ενδεικτικός πίνακας των δοκιμών που έγιναν για την επίλυση του Αεροτριγωνισμού	34
Πίνακας 12 Οριζοντιογραφική ακρίβεια θέσης της Ο/Φ.....	39
Πίνακας 13 - Οριζοντιογραφική ακρίβεια αποστάσεων της Ο/Φ	39

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1 - Απεικόνιση του ALOS-I	10
Εικόνα 2- Γεωγραφική κάλυψη του ALOS-I σε 10 ημέρες πτήσης.....	11
Εικόνα 3 - Άποψη του PRISM	13
Εικόνα 4 - Πραγματοποίηση λήψης τριπλέτας από τον PRISM.....	13
Εικόνα 5 - Λήψεις από τον PRISM	14
Εικόνα 6 - Άποψη του AVNIR-2	15
Εικόνα 7 - Τρόπος παρατήρησης του AVNIR-2	15
Εικόνα 8- Άποψη του PALSAR	17
Εικόνα 9-Λήψη από τον PALSAR (Διπλής πόλωσης).....	17
Εικόνα 10- Ταξινόμηση υγροτόπων σε δορυφορική λήψη ALOS-I.....	19
Εικόνα 11- Χάρτης Βασικού Σενάριου Παρατήρησης ALOS-I.....	19
Εικόνα 12- Η έννοια των σχετικών πληροφοριών λήψης για αδιόρθωτες εικόνες PRISM.....	20
Εικόνα 14- Η έννοια των σχετικών πληροφοριών λήψης - Γεωαναφερμένες εικόνες PRISM Level 1B2	21
Εικόνα 13- Η έννοια των Σχετικών Πληροφοριών Λήψης Γεωαναφερμένες εικόνες PRISM Level 1B2	21
Εικόνα 15- Παράδειγμα δημιουργίας τρισδιάστατου μοντέλου πόλης με τη χρήση τριπλέτας PRISM για την παραγωγή DSM	24
Εικόνα 16- Ανίχνευση παραμόρφωσης φλοιού με τη χρήση Διαφορικής Interferometric τεχνικής σε PALSAR δεδομένα	26
Εικόνα 17- Αφθονία εικόνων PALSAR πριν (αριστερά)/μετά (δεξιά) την έκρηξη του ηφαιστείου Τανυνιρ στις 7 Οκτωβρίου 2006 (επισημαίνεται με κόκκινο κύκλο).....	27
Εικόνα 18 - Η επιλογή των 20 περιοχών για Φωτοσταθερά	29
Εικόνα 19- Οι μετρήσεις των Φ/Σ που έγιναν από κάθε σταθμό αναφοράς	31
Εικόνα 20 - Η μέθοδος RTK με τη χρήση σταθμών αναφοράς	31
Εικόνα 21- Ψηφιακό Μοντέλο Επιφανείας σε μορφή TIN	35
Εικόνα 22- Ένταξη της Ψηφιακής ορθοφωτογραφίας στη Φωτογραμμετρική διαδικασία.....	36
Εικόνα 23 - Η Διαδικασία Παραγωγής Ορθοφωτογραφίας	36
Εικόνα 24- Εισαγωγή Παραμέτρων στο παράθυρο διαλόγου του LPS για την παραγωγή της Ορθοφωτογραφίας (εδαφοψηφίδα, DSM, Διαστάσεις Ο/Φ).....	38
Εικόνα 25: Εισαγωγή παραμέτρων στο παράθυρο διαλόγου του LPS (Προβολικό σύστημα, Παρεμβολή γκριζών τόνων).....	38
Εικόνα 26- Διάγραμμα οργάνωσης της γεω-βάσης.....	42
Εικόνα 27- Ιστόγραμμα συχνότητας εγγραφών ανά οντότητα της γεω-βάσης.....	43

6 ■ Βιβλιογραφία

Earth Observation Research Center (EORC). Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), 2008. *ALOS Data Users Handbook*. Japan

Ιωαννίδης, Χ., 2008. *Φωτογραμμετρία II*. Συμπληρωματικές σημειώσεις, Σ.Α.Τ.Μ.-Ε.Μ.Π.

Krauss, K., 2003. *Φωτογραμμετρία*. Τ.Ε.Ε.

Lammeren, R., Weitkamp, G., Verhagen, S., Ruijten, J., 2009. *Geo-visualization assignments*. WageningenUR.

Mitsuhiro, M., Tanouchi M., Kyaw, S., Masataka, T., 2009. *Establishment of Ground Control Point Database for Satellite Remote Sensing*. Kochi University of Technology.

Νάκος, Β., 2006. *Οπτικοποίηση*. Ε.Μ.Π.

Πατιάς, Π., 1991. *Εισαγωγή στη Φωτογραμμετρία*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Robinson, A., Morrison, J., Muercke, P., Kimerling, A., Guptill B., 2002. *Γενική Χαρτογραφία*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

Ρόκος, Δ., 2005. *Φωτοερμηνεία – Τηλεπισκόπηση*. Σ.Α.Τ.Μ.-Ε.Μ.Π.

Φωτίου, Α., Πικριδάς, Χ., 2006. *GPS και Γεωδαιτικές εφαρμογές*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

7 ■ Ιστοτόποι

http://www.alos-restec.jp/aboutalos_e.html

Earth Observation Research Center (EORC) - Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)
<http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/doc/format.htm>

http://www.eorc.jaxa.jp/en/hatoyama/satellite/satdata/jers_e.html

http://www.eorc.jaxa.jp/en/hatoyama/satellite/satdata/adeos_e.html

http://www.eorc.jaxa.jp/en/hatoyama/satellite/satdata/image/adeos_mchr_tbl1_e.gif

http://www.jaxa.jp/projects/sat/alos2/index_e.html

<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//00q8000000mz000000>
[Q](#)

<http://support.esri.com/en/>

<http://dusk.geo.orst.edu/gis/animation.pdf>