

ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ
ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ ΝΑΞΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ
ΦΥΣΙΟΓΝΩΜΙΑΣ ΤΗΣ : ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ιωάννης Ν. Χατζόπουλος*¹

Περίληψη

Το παρόν ερευνητικό έργο εκτελέστηκε με ευθύνη του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης και ΓΣΠ του Πανεπιστημίου Αιγαίου με επιστημονικό υπεύθυνο τον καθηγητή Ιωάννη Ν. Χατζόπουλο και περιλαμβάνει τις βασικές αρχές για τη διαφύλαξη, διαμόρφωση και ανάδειξη της φυσιογνωμίας του τόπου (δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος). Για το σκοπό αυτό έγινε προσπάθεια επιστημονικής αντιμετώπισης του όλου θέματος και των προβλημάτων που εμφανίζονται. Συγκεκριμένα έγινε συστηματική καταγραφή προκειμένου να επιτευχθεί η οργάνωση του χώρου, η συγκρότηση του τόπου, η σύνθεση του χαρακτήρα του και η εμφάνιση της συνολικής ιδιαίτερης φυσιογνωμίας του. Στην έρευνα εφαρμόστηκε η γενική τυπολογική θεώρηση της φυσιογνωμίας των νήσων του Αιγαίου με την σύνθεση των επιμέρους δεδομένων που την καθορίζουν. Για την εξειδίκευση των αρχών που προέκυψαν έγινε εφαρμογή στην περίπτωση της Δρυμαλίας. Προκειμένου να είναι υλοποιήσιμα τα αποτελέσματα της έρευνας σύμφωνα με την υφιστάμενη σχετική νομοθεσία, έγινε προσπάθεια να συνταχθούν στα επιμέρους κεφάλαια μελέτης Σχεδίων Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων (ΣΧΟΟΑΠ) της Δημοτικής Ενότητας Δρυμαλίας Νάξου καθώς και σ' αυτά των Γ.Π.Σ. που αποτελούν το ισχύον θεσμικό πλαίσιο τέτοιου τύπου μελετών.

Abstract

This research project was carried out under the responsibility of the Remote Sensing and GIS Laboratory of the University of the Aegean with scientific responsible of Prof. Ioannis N. Hatzopoulos and includes the basic principles for the preservation, shaping and promotion of physiognomy of the landscape (built and natural environment). To this end, an attempt was made to scientifically address the whole issue and the problems that occur. In particular, systematic recording was made in order to achieve the spatial organization of the site, the formation of the place, the composition of the character and the appearance of the overall special character. Through this research, the general-based view of the physiognomy of the Aegean islands has applied with the composition of the individual data that defines it. The specificity of the principles that emerged was implemented in the case of Drymalia. In order to make the results of the investigation implementable in accordance to existing relevant legislation, an attempt was made to submit to the individual chapters of the study of Plans for Spatial and Residential Organization for Open Cities (SROOCP) of Municipal Unit Drymalia of Naxos as well as those of the General Urban Plans (GUP) that constitute the current institutional framework of such studies.

Εισαγωγή - Ιστορικό

Η ιστορική διαδρομή του προγράμματος ξεκινά το καλοκαίρι του 2009, όταν βρέθηκα για διακοπές στη Νάξο και όπως κάθε φορά που βρίσκόμουνα εκεί ερχόμουν σε επαφή με τις

*Ομότιμος Καθηγητής Πανεπιστημίου Αιγαίου ihatz@aegean.gr

δημοτικές αρχές της Ορεινής Νάξου, τότε Δήμου Δρυμαλίας, έτσι και αυτή τη φορά έκανα μια τέτοια επίσκεψη. Τέτοιες επισκέψεις τις συνήθιζα για να ενημερώνομαι για τα προβλήματα του Νησιού και κυρίως να εκφέρω γνώμη από τη δική μου εμπειρία σε θέματα περιβάλλοντος και ανάπτυξης. Ήταν για μένα μεγάλη χαρά να διαπιστώσω ότι τότε δήμαρχος ήταν ο Γιάννης ο Μπαρδάνης με τον οποίο είμαστε σχεδόν συμμαθητές στο γυμνάσιο της Νάξου. Εκείνος ήταν δύο τάξεις πιο μπροστά από εμένα. Κάναμε τη συνήθη συζήτηση για τα προβλήματα του Δήμου Δρυμαλίας και μου ανέφερε ότι υπήρχε στο Δήμο ένα σημαντικό πρόβλημα. Ενώ είχαν έτοιμη τη χρηματοδότηση από το πρόγραμμα Θησέας για να γίνει το χωροταξικό του Δήμου Δρυμαλίας, δεν υπήρχε δυνατότητα να αναλάβει μελετητικό γραφείο την υπόθεση αυτή και τούτο διότι μια προσπάθεια που ήδη έγινε είχε αποτύχει και οι προθεσμίες δεν παρείχαν τη δυνατότητα για δεύτερη προσπάθεια με αποτέλεσμα να μην μπορεί να αξιοποιηθεί η συγκεκριμένη χρηματοδότηση. Μου πρότεινε αν το Πανεπιστήμιο Αιγαίου μπορούσε να αναλάβει ένα τέτοιο έργο με δική μου υπευθυνότητα. Συνεννοήθηκα με το Πανεπιστήμιο και τον Οκτώβριο του 2009 ξεκίνησε η διαδικασία της προγραμματικής σύμβασης μεταξύ Δήμου Δρυμαλίας και Πανεπιστημίου Αιγαίου μέσω του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης και ΓΣΠ, που τότε διηύθυνα με εμένα επιστημονικό υπεύθυνο.

Οι πρωτοβουλίες που πάρθηκαν ήταν άμεσες και είχαν να κάνουν με τη στελέχωση της ερευνητικής ομάδας και τη διαχειριστική δομή και λειτουργία της. Η ερευνητική ομάδα στελεχώθηκε με επιστήμονες όπως Αρχιτέκτονες, Πολεοδόμους χωροτάκτες, Περιβαλλοντολόγους / Οικολόγους, Γεωλόγους, Μηχανικό Πληροφορικής και Τοπογράφο Μηχανικό, μαζί με αντίστοιχο βοηθητικό προσωπικό. Το μεγαλύτερο μέρος της ομάδας έμεινε και έδρασε στο Νησί της Νάξου και είχε άμεση επαφή με το έργο. Στο έργο διαχειριστική υπεύθυνη δέχθηκε και ανέλαβε η Δρ. Αθηνά Σαντοριναίου, περιβαλλοντολόγος και με τον τρόπο αυτό έγινε η εκκίνηση του έργου. Η διαχείριση των οικονομικών έγινε από τον ειδικό λογαριασμό έρευνας (ΕΛΕ) του Πανεπιστημίου Αιγαίου, ο οποίος διαχειρίζεται τα οικονομικά όλων των προγραμμάτων του Πανεπιστημίου.

Τόσο η δομή της ομάδας όσο και η διαχείριση του προγράμματος έθεσε από την αρχή και μέχρι τέλους στόχευση να γίνει ότι καλύτερο είναι εφικτό σύμφωνα με τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης και πάνω απ' όλα υπήρχε η απέραντη αγάπη προς το Νησί της Νάξου.

Το έργο εκτελέστηκε σε δύο φάσεις:

Η Α φάση περιέχει την θεωρητική προσέγγιση του θέματος με την συστηματική κατάταξη των στοιχείων της φυσιογνωμίας και τις γενικές κατευθύνσεις που αφορούν τα νησιά του Αιγαίου και ιδιαίτερα των Κυκλάδων. Παράλληλα τέθηκαν τα κριτήρια αρμονικής σύνθεσης των επιμέρους στοιχείων για τη διαφύλαξη, διαμόρφωση και ανάδειξη της φυσιογνωμίας του τόπου. Επίσης εξετάστηκε η δυνατότητα υλοποίησης των αποτελεσμάτων της θεωρητικής προσέγγισης για τα νησιά του Αιγαίου στην περίπτωση της Δρυμαλίας, μέσα από τα ισχύοντα σχετικά θεσμικά πλαίσια μιας γεωγραφικής ή διοικητικής ενότητας, που είναι η μελέτη ΣΧΟΑΠ.

Η Β φάση περιέχει την επεξεργασία της θεωρητικής προσέγγισης στα παρακάτω σημεία:

- Δομικό σχέδιο χωρικής οργάνωσης του Δήμου.
- Οργάνωση των χρήσεων γης και προστασίας του περιβάλλοντος.
- Γενική πολεοδομική οργάνωση και ρύθμιση των οικιστικών υποδοχέων.
- Πρόγραμμα ενεργοποίησης του ΓΠΣ / ΣΧΟΟΑΠ
- Προσδιορισμός των επιπτώσεων των συγκεκριμένων παραμέτρων που χρησιμοποιεί το θεσμικό πλαίσιο στη διαμόρφωση της συνολικής φυσιογνωμίας. Σύγκριση και αξιολόγηση του πιθανολογούμενου αποτελέσματος σε σχέση με τη θεωρητική πρόταση της έρευνας.
- Σχέδιο διατάγματος για τη θεσμική κατοχύρωση των προτάσεων.

Επιπλέον στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το χαρτογραφικό υπόβαθρο και η επεξεργασία του σε ψηφιακή μορφή με σύνθεση σε ενιαίο χάρτη 52 φύλλων κλίμακας 1:5000 καθώς και η τρισδιάστατη αναπαράσταση ολόκληρου του νησιού της Νάξου σε μορφή ψηφιακού υψομετρικού μοντέλου. Επίσης για την καλύτερη εξερεύνηση της υφιστάμενης κατάστασης, έγινε

προμήθεια πρόσφατης (σχετικά με την υπογραφή της σύμβασης) δορυφορικής εικόνας τεσσάρων καναλιών (R,G,B,NIR) με χωρική ανάλυση 0.50 μέτρων στην οποία έγινε ορθοαναγωγή για να εφαρμοστεί με ακρίβεια πάνω στο χάρτη. Για την επικοινωνία των μελών της ερευνητικής ομάδας και ανταλλαγή δεδομένων έγινε προμήθεια και εγκατάσταση διαμετακομιστή (server), όπου υπάρχουν όλα τα αρχεία σε ψηφιακή μορφή της Α και Β φάσης και είναι προσιτά σε κάθε ενδιαφερόμενο στη διεύθυνση του διαδικτύου:

<ftp://195.251.131.94/>

Επίσης στο σύνδεσμο που ακολουθεί και είναι στον εν λόγω διαμετακομιστή, υπάρχει η δορυφορική εικόνα και το ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο της Νάξου.

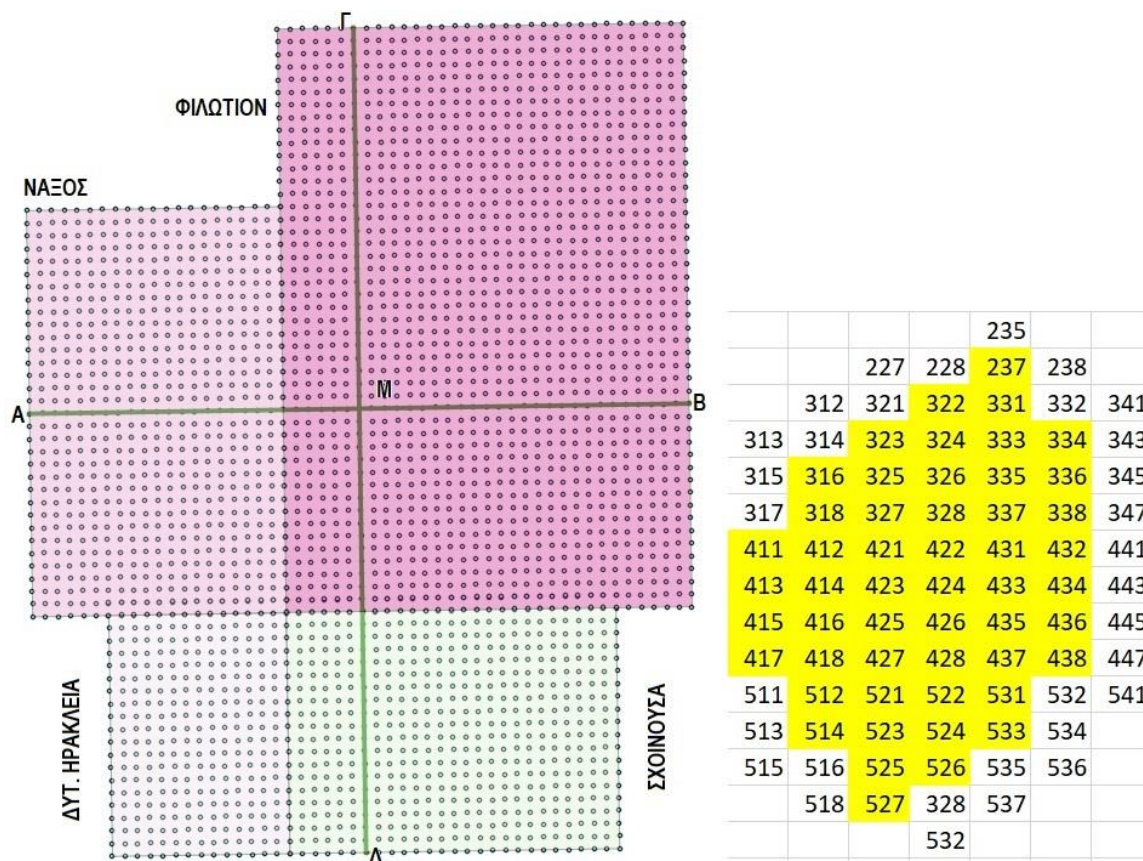
<http://195.251.131.94>

Συνεχίζοντας το ιστορικό του προγράμματος, η έναρξη του οποίου έγινε με την καταβολή της πρώτης δόσης στον ΕΛΕ του Πανεπιστημίου Αιγαίου και έγκρισης από τον ΕΛΕ. Βασικά το έργο ξεκίνησε στις 14/12/09 και εγκρίθηκε από τον ΕΛΕ 21/1/2010. Η προτεινόμενη Ημερομηνία Λήξης ήταν 14/6/11. Η πρώτη φάση παραδόθηκε στο Δήμο Δρυμαλίας εμπρόθεσμα αλλά η επιτροπή παρακολούθησης δεν συνεδρίασε για την αξιολόγηση και παραλαβή της πρώτης φάσης. Στη συνέχεια ήλθε το σχέδιο Καλλικράτης και οι δύο Δήμοι που υπήρχαν στο νησί συμπύχθηκαν σε ένα τον Δήμο Νάξου και Μικρών Κυκλάδων. Επειδή η προθεσμία παραλαβής της πρώτης φάσης πέρασε χωρίς αποτέλεσμα, έγινε αυτοδίκαιη παραλαβή αυτής από τον Δήμο Νάξου και Μικρών Κυκλάδων την 27/6/2012. Στη συνέχεια για να συνεχισθεί το έργο στη δεύτερη φάση θα έπρεπε να καταβληθεί η δεύτερη δόση του προγράμματος, κάτι που καθυστέρησε λόγω της μετάβασης από το σχέδιο Καποδίστρια στο σχέδιο Καλλικράτης. Τελικά η δεύτερη δόση κατατέθηκε αρχές του 2014 και το έργο ολοκληρώθηκε και παραδόθηκε στο τέλος του 2014, αφού έλαβε υπόψη και τις νέες αλλαγές στη νομοθεσία σχετικά με το χωροταξικό. Στη συνέχεια θα έπρεπε η νέα επιτροπή που συστάθηκε το 2012 να κάνει αξιολόγηση και παραλαβή του έργου, κάτι που συνέβη δύο χρόνια αργότερα, το 2017, οπότε και κατατέθηκε η Τρίτη και τελευταία δόση του προγράμματος και με τον τρόπο αυτό ολοκληρώθηκε το έργο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το έργο αντιμετώπισε πολλές δυσκολίες κατά την εκτέλεση του και πέραν των καθυστερήσεων λόγω αλλαγής στο σχέδιο Καλλικράτης, υπήρξαν και αλλαγές στο ΦΠΑ από 13% σε 17% και αλλαγές στο νομοθετικό πλαίσιο, που αφορά το χωροταξικό. Επίσης, για τη σύνταξη σχεδίου διατάγματος και τη θεσμική κατοχύρωση των τελικών προτάσεων προαπαιτούμενο είναι η εκπόνηση και επικαιροποίηση ενιαίου Γ.Π.Σ. – Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π. για το σύνολο της νήσου Νάξου, λαμβάνοντας υπόψη τις Μελέτες που έχουν ήδη εκπονηθεί για τις επιμέρους Δημοτικές Ενότητες και ολοκληρώνοντας τις απαραίτητες διαδικασίες δημόσιας διαβούλευσης.

Το γεωμετρικό υπόβαθρο ανάπτυξης της μελέτης

Όπως αναφέρεται στην εισαγωγή, το γεωμετρικό πλαίσιο βασίστηκε στους τοπογραφικούς χάρτες της ΓΥΣ κλίμακας 1: 5000 με ισοΰψείς καμπύλες ισοδιάστασης τεσσάρων μέτρων και σύστημα αναφοράς προβολής Hatt, που πρόκειται να συζητηθούν κάποιες λεπτομέρειες πιο κάτω.

Οι χάρτες αυτοί είχαν προμηθευτεί από το Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης του Πανεπιστημίου Αιγαίου το 1995 σε αναλογική μορφή με σχετικό έγγραφο που εστάλλει στη ΓΥΣ. Χρησιμοποιήθηκαν 52 τέτοια φύλλα χάρτη, τα οποία είχαν κατασκευασθεί με Φωτογραμμετρική μέθοδο βάσει αεροφωτογραφιών του 1983 και παρείχαν κάλυψη ολόκληρου του νησιού. Οι χάρτες αυτοί, όπως ειπώθηκε, ήταν στο παλιό σύστημα αναφοράς με βάση την προβολή Hatt, συνεπώς έπρεπε να σαρωθούν και σε ψηφιακή μορφή να μετασηματισθούν στο Ελληνικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ87. Το πλέγμα ΕΓΣΑ87 βασίζεται σε μια ενιαία ζώνη εγκάρσιας Μερκατορικής



Σχήμα 1. Αριστερά: Όλα τα σημεία πλέγματος προβολής Hatt. Δεξιά: Τα 52 φύλλα χαρτών ΓΥΣ 1:5000.

προβολής για όλη τη χώρα^{2,3}. Για να διασφαλιστεί η συνοχή του συστήματος έγινε μετασηματισμός σε προβολή ΕΓΣΑ 87 όλων των σημείων του πλέγματος και των 52 φύλλων της ΓΥΣ, που ήταν σε προβολή Hatt (βλέπε σχήμα 1). Όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, η προβολή Hatt, που καλύπτει το νησί της Νάξου χρησιμοποιεί τέσσερα διαφορετικά φύλλα της προβολής αυτής και είναι τα εξής: Φιλώτιον, Νάξος, Δυτική Ηράκλεια και Σχοινούσα. Το πλαίσιο που καλύπτει μέρος της νήσου Νάξου από κάθε φύλλο έχει συντεταγμένες ορίων του αντίστοιχου παραθύρου στο σύστημα Hatt, όπως φαίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Οι συντεταγμένες των φύλλων προβολής Hatt

B=Βορράς, N=Νότος, A=Ανατολή, Δ=Δύση.

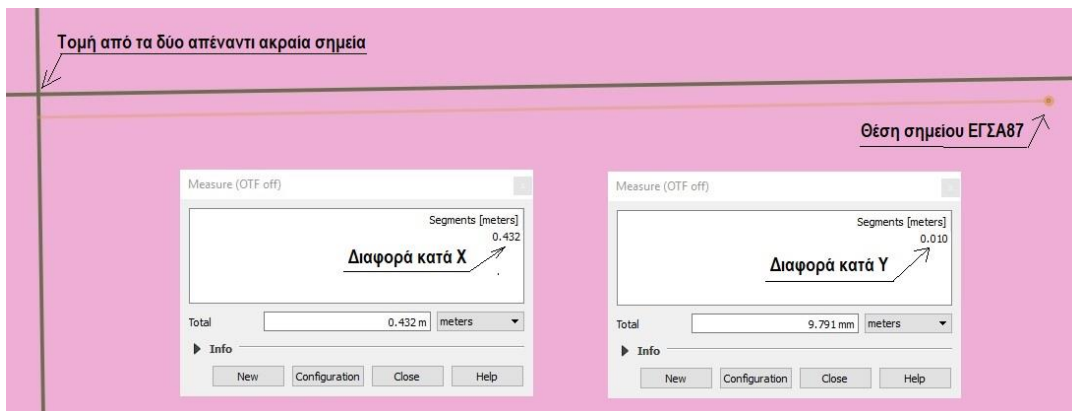
ΦΥΛΛΟ	X-BA	Y-BA	X-BA	Y-BA	X-NA	Y-NA	X-NA	Y-NA	Σημεία
ΦΙΛΩΤΙ	-3000	-5000	13000	-5000	-3000	-28000	13000	-28000	1551
ΝΑΞΟΣ	-13000	-12000	-3000	-12000	-13000	-28000	-3000	-28000	693
ΔΥΤ. Ηρακλεια	-10000	28000	-3000	28000	-10000	18000	-3000	18000	315
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	-3000	28000	10000	28000	-3000	18000	10000	18000	567

² Hatzopoulos John N., 2008, "Topographic Mapping: Covering the Wider Field of Geospatial Information Science & Technology (GIS&T)", ISBN: 1581129866, Universal Publishers.

³ Hatzopoulos John N., N. Hatzopoulos, 2012, "Image Server to Display High Resolution Satellite Images for Regional Planning in the Greek Island of Naxos", *Proceedings of the annual conference of the ASPRS, March 19-23, Sacramento, CA*

Με βάση τις συντεταγμένες ορίων του αντίστοιχου παραθύρου και με ένα απλό αλγόριθμο δημιουργήθηκαν οι συντεταγμένες Hatt όλων των σημείων του κανάβου, που έχουν οι πινακίδες 1:5000 στα αντίστοιχα φύλλα. Συνολικά δημιουργήθηκαν: $1551 + 693 + 315 + 567 = 3126$ σημεία. Στη συνέχεια οι συντεταγμένες Hatt όλων αυτών των σημείων μετασχηματίστηκαν σε συντεταγμένες ΕΓΣΑ87 και εισήχθησαν στη βάση δεδομένων του γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών (ΓΣΠ), όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Υπόψη ότι σαν ΓΣΠ εδώ χρησιμοποιήθηκε το ελεύθερο λογισμικό ανοιχτού κώδικα QGIS.

Θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι το σύστημα Hatt έχει πρακτικά μηδενική παραμόρφωση κλίμακας και αυτό το πετυχαίνει χωρίζοντας ολόκληρη την Ελλάδα σε πολλά φύλλα και κάθε φύλλο έχει διαφορετική αρχή συντεταγμένων. Η Νάξος, π.χ., όπως ειπώθηκε πιο πάνω καλύπτεται από τέσσερα διαφορετικά φύλλα. Από το άλλο μέρος η προβολή ΕΓΣΑ87 είναι μια εγκάρσια Μερκατορική προβολή και έχει για ολόκληρη την επικράτεια μια και μοναδική αρχή του συστήματος αναφοράς. Αυτό όμως δημιουργεί παραμορφώσεις κλίμακας.



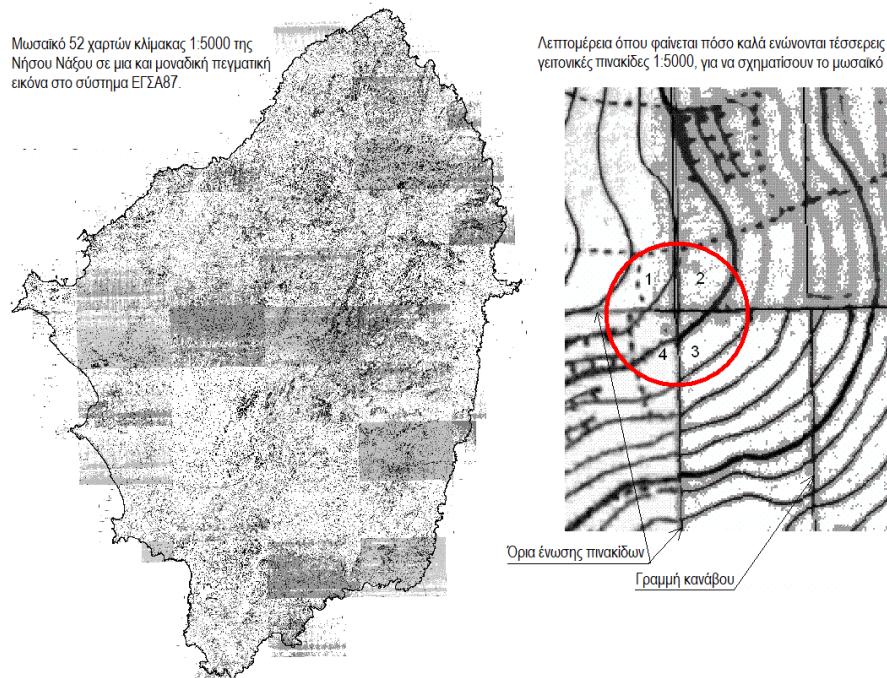
Σχήμα 2. Η διαφορά σε X και Y λόγω παραμόρφωσης της κλίμακας.

Για να γίνει δοκιμή σχετικά με το μέγεθος της παραμόρφωσης κλίμακας στην περιοχή της Νάξου σχεδιάστηκαν δύο κάθετα ευθύγραμμα τμήματα στο Σχήμα 1 ενώνοντας τα αντίστοιχα ακραία σημεία (Α-Β) οριζόντια και (Γ-Δ) κάθετα. Η τομή των δύο αυτών ευθύγραμμων τμημάτων ορίζει το σημείο Μ το οποίο θα πρέπει να βρίσκεται πολύ κοντά από το αντίστοιχο σημείο του κανάβου που υπολογίστηκε στο σύστημα ΕΓΣΑ87. Το Σχήμα 2 παρουσιάζει σε πολύ μεγάλη μεγέθυνση το μέγεθος της διαφοράς αυτής, που είναι 0,43 μέτρα κατά X και 0,01 μέτρα κατά Y. Η διαφορά αυτή είναι ασήμαντη λαμβανομένου υπόψη ότι η οριζοντιογραφική ακρίβεια του χάρτη 1:5000 είναι $5000 \times 0,25 \text{ [mm]} = 1250 \text{ mm} = 1,25 \text{ μέτρα}$.

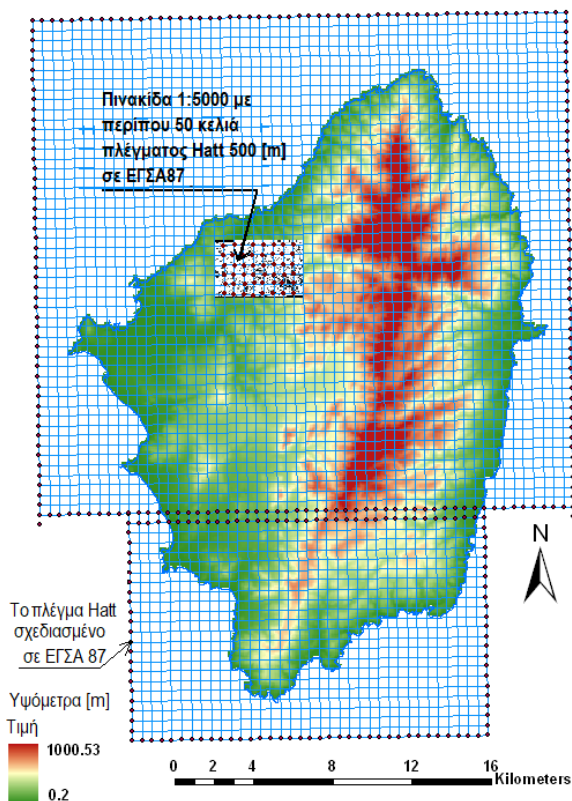
Στη συνέχεια έγινε ένωση όλων των 52 πινακίδων σε μορφή μωσαϊκού για να αποτελέσουν μια ενιαία εικόνα που καλύπτει ολόκληρο το νησί της Νάξου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Η ένωση έγινε χρησιμοποιώντας το λογισμικό ERDAS Imagine και το ενιαίο αρχείο είχε μέγεθος 2 Gb.

Η ένωση των πινακίδων υπήρξε εξαιρετικά ακριβής όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, όπου φαίνεται η ένωση τεσσάρων γειτονικών πινακίδων και παρατηρεί κανείς ότι τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά, όπως είναι οι ισοϋψείς καμπύλες έχουν πλήρη συνέχεια μετά την ένωση. Αυτό δείχνει και την μεγάλη ακρίβεια που έχουν οι χάρτες αυτοί με την επαγγελματική ευθύνη της ΓΥΣ.

Το μωσαϊκό αντιπροσωπεύει το βασικό χάρτη για την περιοχή με όλα τα φυσικά και ανθρωπογενή χαρακτηριστικά που είχαν καταγραφεί το 1983 στις αντίστοιχες αεροφωτογραφίες. Πολλά από αυτά τα χαρακτηριστικά βρίσκονται ακόμα και σήμερα εκεί, όπως οι πέτρινοι μανδρότοιχοι που διαχωρίζουν τις επιμέρους ιδιοκτησίες, τις αναβαθμίδες, τα μονοπάτια πεζοπορίας (γαϊδουρόδρομοι) και φυσικά το ανάγλυφο του εδάφους, το οποίο δεν έχει αλλάξει σημαντικά μέχρι σήμερα. Το μωσαϊκό αυτό έχει μεγάλη σημασία για το Δήμο διότι εκπροσωπεί με μεγάλη ακρίβεια (1,25 μέτρα) το γεωμετρικό πλαίσιο με τα σημαντικότερα βασικά χαρακτηριστικά του γεωγραφικού χώρου. Έχοντας λοιπόν αυτό σαν χάρτη υποδομής, τότε κάθε



Σχήμα 3. Η ένωση των 52 πινακίδων κλίμακας 1:5000 σε μια ενιαία εικόνα και η λεπτομέρεια σύνδεσης των επιμέρους πινακίδων.

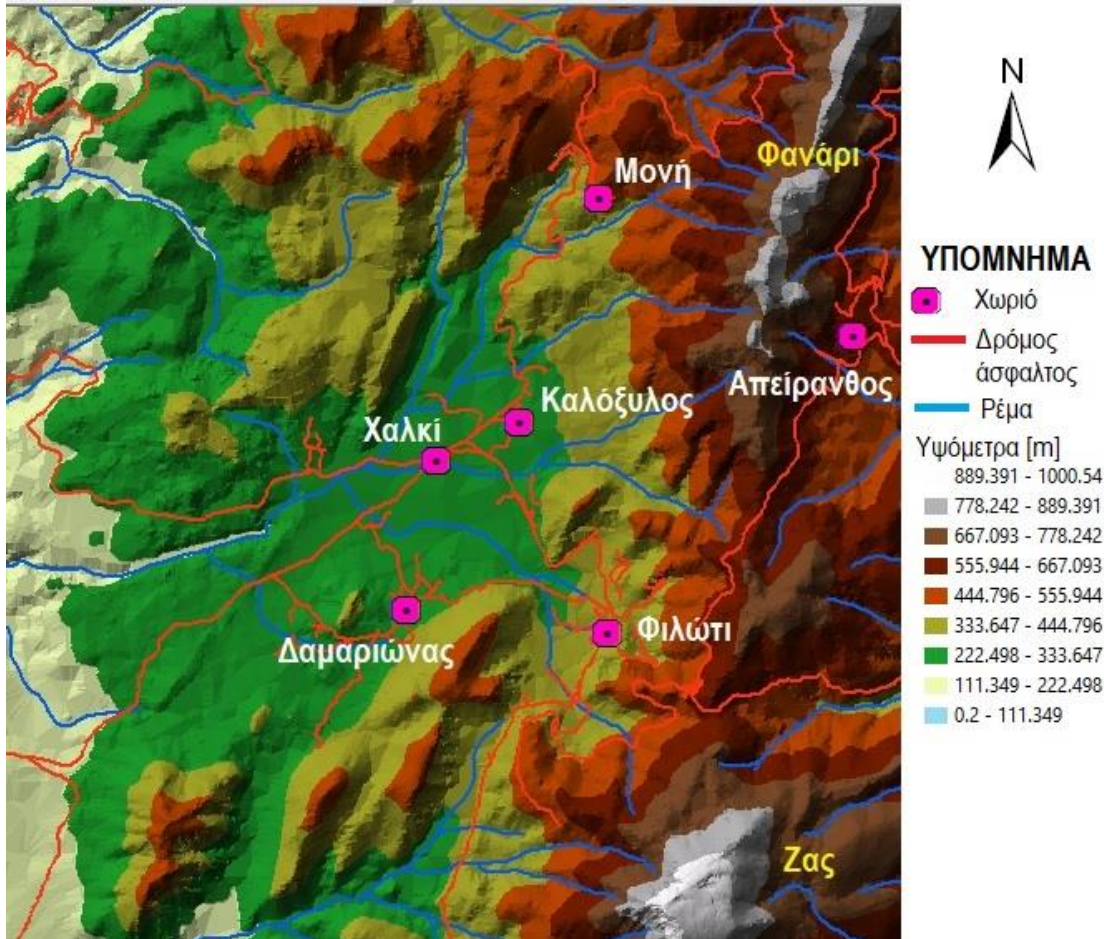


Σχήμα 4. Το ΨΥΜ – DEM της νήσου Νάξου με βάση το μωσαϊκό 52 πινακίδων. Φαίνεται το πλέγμα Hatt σε προβολή ΕΓΣΑ87 καθώς και ο χώρος που καταλαμβάνει μια πινακίδα κλίμακας 1:5000.

νέα πληροφορία προς ενημέρωση μπορεί εύκολα να προστεθεί σαν επικάλυψη, ειδικά χρησιμοποιώντας δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης.

Στη συνέχεια έγινε άμεσα πάνω στο μωσαϊκό των 52 πινακίδων, ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών με ισοδιάσταση 20 μέτρων και σε αρκετές περιπτώσεις, όπως είναι οι βουνοκορφές και οι ήπιες κλίσεις, όπου έγινε ψηφιοποίηση ανά 4 μέτρα ισοδιάστασης. Οι ψηφιοποιημένες ισοϋψείς χρησιμοποιήθηκαν στη δημιουργία ψηφιακού υψομετρικού μοντέλου (ΨΥΜ ή DEM).

Το ΨΥΜ για ολόκληρο το νησί φαίνεται στο Σχήμα 4 και για μια μικρότερη περιοχή κοντά στο Δαμαριώνα σε μορφή αναγλύφου δίνεται στο Σχήμα 5.

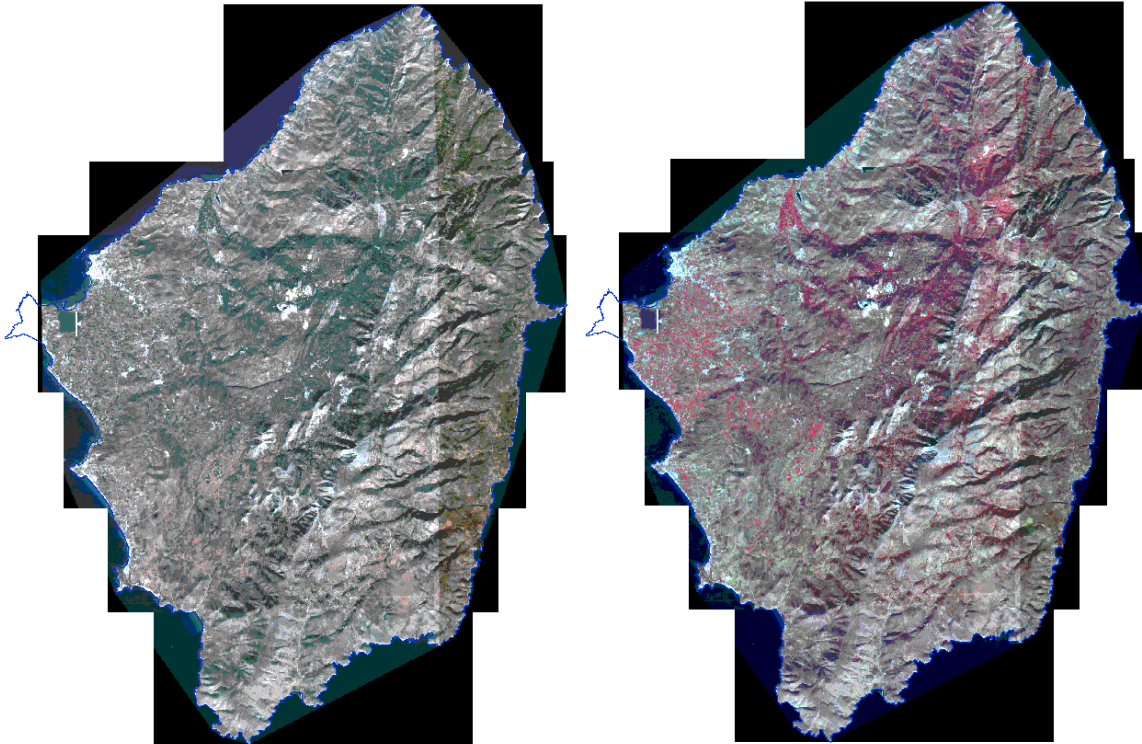


Σχήμα 5. Απόδοση του ΨΥΜ σε μορφή αναγλύφου με σκίαση και κλίμακα 1:50000, κοντά στο χωριό Δαμαριώνας χρησιμοποιώντας το λογισμικό ArcGIS.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της Νάξου από δορυφορική εικόνα υψηλής ανάλυσης

Το σημαντικότερο ζήτημα σε μελέτες, όπως είναι το χωροταξικό, είναι η ακριβής εκτίμηση της υπάρχουσας κατάστασης. Για το λόγο αυτό έγινε προμήθεια μιας δορυφορικής εικόνας υψηλής ανάλυσης η οποία καλύπτει ολόκληρο το νησί εκτός από ένα πολύ μικρό κομμάτι στην περιοχή της Στελίδας (βλέπε Σχήμα 6). Η δορυφορική εικόνα είναι από το δορυφόρο Geoeye-1 με 0,5 μέτρα χωρική ανάλυση pan sharpened με 4 κανάλια (Μπλε, πράσινο, κόκκινο και κοντινό υπέρυθρο – B, G, R, NIR) με δυναμικό εύρος 11-bit και με ημερομηνία 23 Οκτωβρίου, 2009, 09:02 GMT. Η αρχική εικόνα ελήφθη σε 8 διαφορετικά αρχεία, που αποκτήθηκαν σε δύο διαφορετικές τροχιές.

Στο Σχήμα 6 εμφανίζεται το νησί της Νάξου χρησιμοποιώντας τα κανάλια R, G, B σε μια σύνθεση φυσικού χρώματος και τα κανάλια IR, R, G για μια ψευδο-έγχρωμη εικόνα. Στο ίδιο Σχήμα φαίνονται επίσης οι δύο διαφορετικές τροχιές του δορυφόρου η μία σαν Ανατολική-τροχιά και η άλλη σαν Δυτική τροχιά. Η αρχική εικόνα είχε πέντε αρχεία εικόνων στη Δυτική τροχιά και τρία αρχεία εικόνας στην Ανατολική τροχιά, κάθε αρχείο, που είναι λιγότερο από 3 Gb σε μέγεθος, ήταν σε φορμάτ Geo-TIFF. Τα πρωτότυπα αρχεία δεν είχαν ορθοαναγωγή η οποία επιτεύχθηκε στο



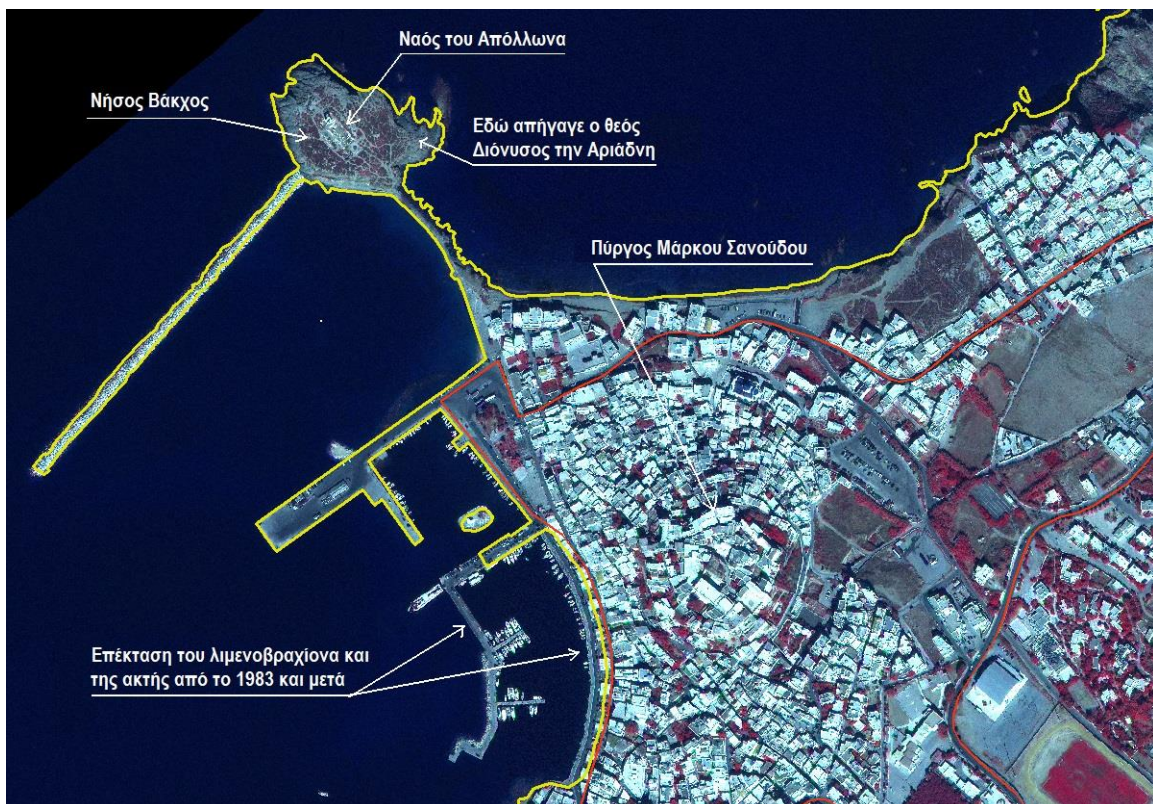
Σχήμα 6. Η δορυφορική εικόνα υψηλής ανάλυσης της Νάξου. Αριστερά τα κανάλια φυσικού χρώματος RGB: 3, 2, 1 και δεξιά τα κανάλια RGB: 4, 3, 2 σε ψευδόχρωμα με το υπέρυθρο στο κανάλι 4 να δείχνει με κόκκινο χρώμα τη βλάστηση.

Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης και ΓΣΠ του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου χρησιμοποιώντας το ΨΥΜ - DEM από την ψηφιοποίηση, όπως προαναφέρθηκε, των ισοϋψών καμπυλών των 20 μέτρων από τους χάρτες κλίμακας 1:5000 και χρησιμοποιώντας το λογισμικό ERDAS Imagine. Έτσι δημιουργήθηκε ένα ενιαίο αρχείο με κατάληξη img του ERDAS Imagine με μέγεθος 22 Gb. Στη συνέχεια, η εικόνα img τεμαχίσθηκε σε επτά οριζόντιες λωρίδες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 6, ώστε κάθε αρχείο είναι λιγότερο από 3 Gb, για να χωρέσει στην τότε κανονική μορφή Geotiff. Οι δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης είναι χαμηλού κόστους, παρέχουν τις ακριβείς και επίκαιρες πληροφορίες ιδιαίτερα σημαντικές για τους αρχιτέκτονες και τους μελετητές. Στο σχήμα 7 φαίνεται ένα μέρος του νησιού στην περιοχή της Κωμιακής, που βρίσκεται σε περίπου 650 υψόμετρο σε έγχρωμη σύνθεση. Η αριστερή εικόνα είναι του παρόντος προγράμματος και όπως ειπώθηκε έχει ορθοαναγωγή, η δεξιά εικόνα του ίδιου Σχήματος είναι από το Google Earth και δεν έχει ορθοαναγωγή με αποτέλεσμα να μην ταιριάζουν τα διανυσματικά δεδομένα (ασφαλτοστρωμένος δρόμος). Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτός ο δρόμος επισκευάστηκε με μικρές αλλαγές αρκετές φορές από το 1983. Στο Σχήμα 8 εμφανίζεται ένα μέρος της δορυφορικής εικόνας από την πρωτεύουσα του νησιού της Χώρας. Ολόκληρο το νησί αλλά και η Χώρα έχουν μακρά ιστορία χιλιάδων χρόνων. Μερικά από αυτά τα ιστορικά μνημεία, που κυμαίνονται από την ελληνική μυθολογία μέχρι τη μεσαιωνική εποχή, εμφανίζονται στο σχήμα 8. Στο ίδιο σχήμα εμφανίζεται επίσης πόσο καλά τα διανυσματικά δεδομένα από τους χάρτες

κλίμακας 1:5000 ταιριάζουν με τη δορυφορική εικόνα. Όσον αφορά την παραλιακή γραμμή που αντιπροσωπεύεται με έντονο άσπρο χρώμα, μπορεί κανείς να παρατηρήσει τις νέες εξελίξεις από το 1983 στην επέκταση της ξηράς εντός του θαλάσσιου χώρου και το μπάζωμα της ακτής για να επεκταθεί η εμπορική ζώνη στο κάτω αριστερό μέρος της εικόνας. Στο Σχήμα 9 φαίνεται η περιοχή του Κάμπου Κορωνίδας. Αριστερά είναι μια έγχρωμη σύνθεση και δεξιά είναι μια ψευδόχρωμη σύνθεση με το υπέρυθρο κανάλι να αποδίδει τη βλάστηση με κόκκινο χρώμα.



Σχήμα 7. Η περιοχή της Κωμιακής (650 μ υψόμετρο) στο νησί της Νάξου στα κανάλια R, G, B σε πλήρη χωρική ανάλυση. Αριστερά: Με ορθοαναγωγή από το GeoEye-1. Δεξιά: από το Google Earth το οποίο δεν έχει ορθοαναγωγή. Παρατηρείστε το ταίριασμα του δρόμου αριστερά και την απόκλιση του δεξιά.



Σχήμα 8. Η Χώρα, πρωτεύουσα του νησιού της Νάξου στα κανάλια IR, R, G. Παρατηρήστε κάτω αριστερά την αλλαγή στην ακτογραμμή, επίσης, η αντιστοιχία μεταξύ της εικόνας με ορθοαναγωγή και της διανυσματικής επικάλυψης με την ακτογραμμή του 1983 (έντονο άσπρο) και το δρόμο.

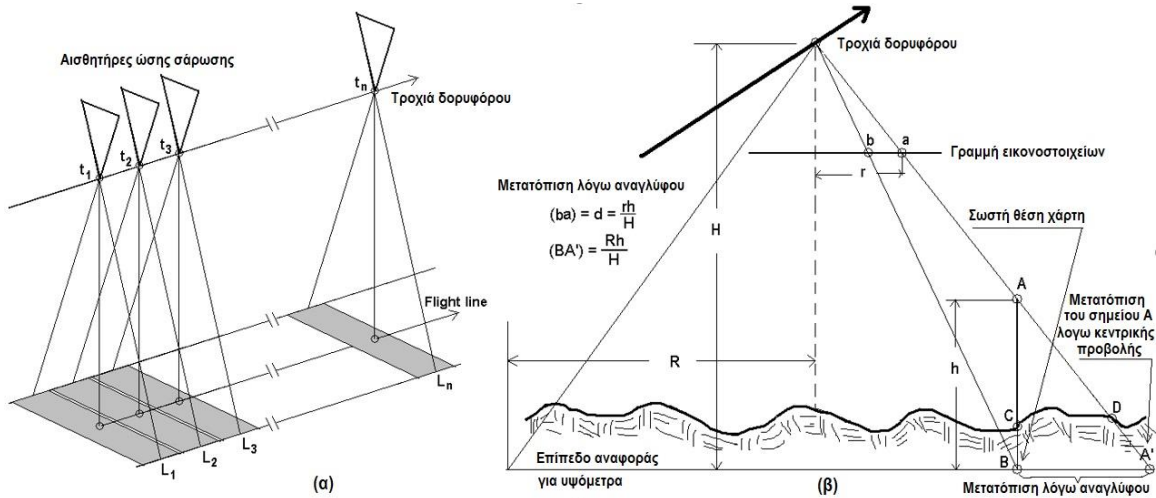
Η διαδικασία της ορθοαναγωγής

Οι περισσότερες δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης χρησιμοποιούν το σύστημα ώθησης – σάρωσης (*push – broom*) για να σχηματίσουν εικόνες. Η γεωμετρία αυτών των εικόνων



Σχήμα 9. Κάμπος Κορωνίδας. Αριστερά έγχρωμη σύνθεση, δεξιά ψευδόχρωμη με κόκκινο η βλάστηση.

είναι μια κεντρική προβολή με το προβαλλόμενο κέντρο του φακού, όπως φαίνεται στο Σχήμα 10α. Στο Σχήμα 10β εμφανίζεται η επίδραση της μετατόπισης λόγω αναγλύφου στην κεντρική προβολή.



Σχήμα 10. (α) γεωμετρία των εικόνων ώσης-σάρωσης, (β) Η μετατόπιση λόγω αναγλύφου στην κεντρική προβολή.

Οι εικόνες κεντρικής προβολής είναι βασισμένες σε ένα κέντρο προβολής που είναι συνήθως ο φακός της κάμερας και κάθε σημείο αντικειμένου μέσω του φακού ενώνεται (προβαλλόμενο) με μια ευθεία γραμμή με το αντίστοιχο σημείο εικόνας. Όμως, οι χάρτες έχουν ορθομετρική προβολή, η οποία είναι μια παράλληλη προβολή με κέντρο προβολής στο άπειρο και κατεύθυνση αυτήν που ορίζεται από το νήμα της στάθμης. Στο Σχήμα 10β το σημείο A με υψόμετρο h προβάλλεται στο χάρτη ορθομετρικά στο σημείο B, έτσι ώστε A και B έχουν την ίδια θέση χάρτη, αλλά αυτά τα δύο σημεία έχουν δύο διαφορετικές εικόνες a, b, στο επίπεδο εικόνας (κεντρική προβολή). Η απόσταση εικόνας $d = (ab)$ είναι η μετατόπιση λόγω αναγλύφου και η αντίστοιχη απόσταση στο επίπεδο αναφοράς είναι (BA') . Έστω, π.χ., ένα υψόμετρο $h = 650$ μέτρα, ένα ύψος δορυφόρου 450 χλμ, και μια γραμμή σάρωσης στο επίπεδο αναφοράς 16 χλμ, τότε η

μετατόπιση λόγω αναγλύφου στο επίπεδο αναφοράς είναι: $(BA') = R.h/H = 8 \times 650/450 = 11,6 \mu$. Όπου: $R = 16/2 = 8 \chi\lambda\mu$. Αυτό σημαίνει ότι το σημείο στο επίπεδο αναφοράς, λόγω του υψομέτρου, θα έχει μια μέγιστη μετατόπιση από τη σωστή θέση του χάρτη 11,6 μέτρα. Η ορθοαναγωγή είναι η μέθοδος που διορθώνει όλα τα σημεία εικόνας από τη μετατόπιση λόγω αναγλύφου και με επαναδειγματοληψία τα μετατοπίζει στη σωστή τους θέση στο χάρτη. Υπάρχουν δύο τρόποι ορθοαναγωγής, ο ένας είναι με τη χρήση δύο ή περισσότερων επικαλυπτόμενων εικόνων και εφαρμόζοντας Φωτογραμμετρικές μεθόδους, συνήθως με δύο στερεοσκοπικές εικόνες, και ο δεύτερος είναι με τη χρήση μιας εικόνας και ένα ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο (DEM) της ίδιας περιοχής⁴. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα περισσότερα δορυφορικά συστήματα υψηλής ανάλυσης έχουν επίσης τη δυνατότητα να παίρνουν και στερεοσκοπικές εικόνες.

Οι περισσότερες δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης, αφού διορθώνονται γεωμετρικά, προβάλλονται σε ένα επίπεδο αναφοράς το οποίο καθορίζεται σε ένα ορισμένο υψόμετρο ($Z =$ σταθερό, π.χ., 250 μέτρα), συνήθως σε UTM πλέγμα προβολής με WGS84 ελλειψοειδές αναφοράς³. Όλα τα σημεία της δορυφορικής εικόνας προβάλλονται σε αυτό το πλέγμα στην μετατοπισμένη θέση τους λόγω του υψομέτρου τους, π.χ., όπως φαίνεται στο Σχήμα 10β, το σημείο A στο έδαφος με υψόμετρο h, προβάλλεται κεντρικά στο πλέγμα αναφοράς στη θέση A'. Η θέση (γραμμή, στήλη) ενός εικονοστοιχείου στο αρχείο εικόνας σχετίζεται με τις συντεταγμένες (X, Y, Z) στο πλέγμα αναφοράς από τις ρητές πολυωνυμικές συναρτήσεις (*Polynomial Rational Functions PRF*) ή τους ρητούς συντελεστές του πολυωνύμου (PRF) που είναι γνωστοί ως μοντέλο αισθητήρων^{5, 6, 7, 8, 9}. Παρόμοια προσέγγιση αναπτύχθηκε και στο Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης του Πανεπιστημίου Αιγαίου μεταξύ 1992 και 1998 και ήταν η διδακτορική έρευνα του Ε. Παπαπαναγιώτου⁴. Το PRF μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$l = \frac{\text{Αριθμητής}_L(X, Y, Z)}{\text{Παρονομαστής}_L(X, Y, Z)}, \quad c = \frac{\text{Αριθμητής}_c(X, Y, Z)}{\text{Παρονομαστής}_c(X, Y, Z)} \quad (1)$$

Όπου: l, c εκφράζει τη θέση του εικονοστοιχείου στο αρχείο εικόνας, l, L = γραμμή, c = στήλη
 $\text{Αριθμητής}_L(X, Y, Z) =$

$$a_1 + a_2X + a_3Y + a_4Z + a_5XY + a_6XZ + a_7YZ + a_8X^2 + a_9Y^2 + a_{10}Z^2 + a_{11}XY^2 + a_{12}XZ^2 + a_{13}X^2Y + a_{14}YZ^2 + a_{15}X^2Z + a_{16}Y^2Z + a_{17}XYZ + a_{18}X^3 + a_{19}Y^3 + a_{20}Z^3$$

$$\text{Παρονομαστής}_L(X, Y, Z) =$$

$$b_1 + b_2X + b_3Y + b_4Z + b_5XY + b_6XZ + b_7YZ + b_8X^2 + b_9Y^2 + b_{10}Z^2 + b_{11}XY^2 + b_{12}XZ^2 + b_{13}X^2Y + b_{14}YZ^2 + b_{15}X^2Z + b_{16}Y^2Z + b_{17}XYZ + b_{18}X^3 + b_{19}Y^3 + b_{20}Z^3$$

$$\text{Αριθμητής}_c(X, Y, Z) = c_1 + c_2X + c_3Y + c_4Z + c_5XY + c_6XZ + c_7YZ + c_8X^2 + c_9Y^2 + c_{10}Z^2 + c_{11}XY^2 + c_{12}XZ^2 +$$

⁴ Papapanagiou E. G., Hatzopoulos J. N., 2000. "Automatic Extraction of 3D Model Coordinates Using Digital Stereo Images", *ISPRS International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, XIXth ISPRS Congress, 16-23 July, Amsterdam, Vol. XXXIII, Part B4/2, pp. 805-812.

⁵ Baltsavias E. P., 1996. "Digital Ortho-Images - A Powerful Tool for the Extraction of Spatial- and Geo-Information", *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, Vol. 51, No. 2, pp. 63-77

⁶ Baltsavias E. P. & Stallmann D., 1992. "Metric Information Extraction from SPOT Images and the Role of Polynomial Mapping Functions", *ISPRS International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 29, Part B4, pp. 358-364.

⁷ Singh Sanjay K., S. Devakanth Naidu, T. P. Srinivasan, B. Gopala Krishnaa, P. K. Srivastava, 2008, "Rational Polynomial Modelling for Cartosat-1 data", *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B1. Beijing.

⁸ Dial Gene, Howard Bowen, Frank Gerlach, Jacek Grodecki, Rick Oleszczuk, 2003, "IKONOS satellite, imagery, and products", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 88 pp. 23-36.

⁹ Dial Gene, Jacek Grodecki, 2005, "RPC Replacement Camera Model", *Proceedings of the ASPRS Annual Conference "Geospatial Goes Global: From Your Neighborhood to the Whole Planet"*, Baltimore, Maryland.

$$c_{13}X^2Y+c_{14}YZ^2+c_{15}X^2Z+c_{16}Y^2Z+c_{17}XYZ+c_{18}X^3+c_{19}Y^3+c_{20}Z^3$$

Παρονομαστής_c(X, Y, Z) =

$$d_1+d_2X+d_3Y+d_4Z+d_5XY+d_6XZ+d_7YZ+d_8X^2+d_9Y^2+d_{10}Z^2+d_{11}XY^2+d_{12}XZ^2+d_{13}X^2Y+d_{14}YZ^2+d_{15}X^2Z+d_{16}Y^2Z+d_{17}XYZ+d_{18}X^3+d_{19}Y^3+d_{20}Z^3$$

Πίνακας 2. Μέρος από τους συντελεστές PRC από την εικόνα του GeoEye-1 της Νήσου Νάξου.

LINE_NUM_COEFF_1: -7.674789618318715E-04	SAMP_NUM_COEFF_1: -7.303807023545987E-03
LINE_NUM_COEFF_2: +1.202009475665107E-02	SAMP_NUM_COEFF_2: +1.021075806487744E+00
LINE_NUM_COEFF_3: -1.012292622794225E+00	SAMP_NUM_COEFF_3: +1.969464772488376E-02
...	...
LINE_NUM_COEFF_19: +4.026578327460163E-06	SAMP_NUM_COEFF_19: +1.734490106739817E-06
LINE_NUM_COEFF_20: +1.144509478938647E-08	SAMP_NUM_COEFF_20: -1.406079973929887E-08
...	...
LINE_DEN_COEFF_1: +1.000000000000000E+00	SAMP_DEN_COEFF_1: +1.000000000000000E+00
LINE_DEN_COEFF_2: -3.745393390385827E-03	SAMP_DEN_COEFF_2: -3.745393390385827E-03
LINE_DEN_COEFF_3: +6.563406402813113E-03	SAMP_DEN_COEFF_3: +6.563406402813113E-03
...	...
LINE_DEN_COEFF_19: -2.678440331331862E-08	SAMP_DEN_COEFF_19: -2.678440331331862E-08
LINE_DEN_COEFF_20: +2.142157011056287E-09	SAMP_DEN_COEFF_20: +2.142157011056287E-09

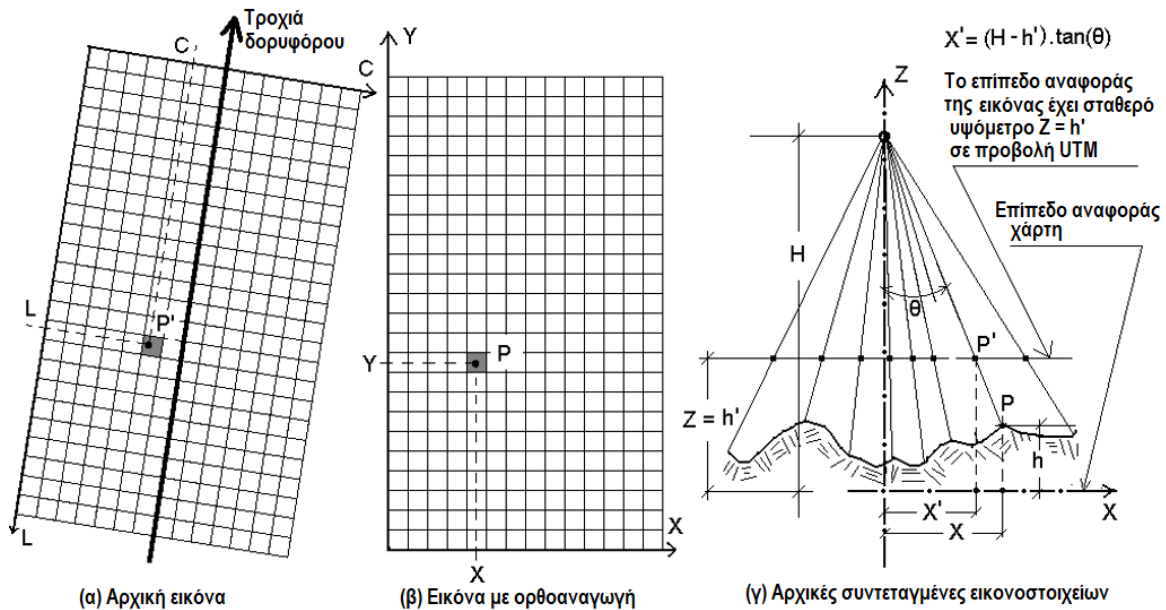
Οι άγνωστοι συντελεστές $a_i, b_i, c_i, d_i, i=1,2,3, \dots, 20$ συνήθως δίνονται από το δορυφορικό σύστημα και εξάγονται από τα δεδομένα των δορυφορικών αισθητήρων συμπεριλαμβανομένων των τροχιακών δεδομένων και σημείων ελέγχου στο έδαφος. Παρόλο που υπάρχουν 20 συντελεστές επί τέσσερις φορές, πολλές φορές χρησιμοποιούνται μόνο οι σημαντικοί από αυτούς⁴. Στον Πίνακα 1 δίνονται μερικοί από τους 80 PRC συντελεστές από τη δορυφορική εικόνα GeoEye-1 της νήσου Νάξου, όπου: NUM = Αριθμητής και DEN = παρονομαστής, LINE = γραμμή, SAMP = στήλη. Να σημειωθεί ότι στον Πίνακα 1 οι παρονομαστές είναι οι ίδιοι. Οι Εξισώσεις (1) είναι παρόμοιες με την εξίσωση συγγραμμικότητας στη φωτογραμμετρία¹⁰ και διαφέρουν στον αριθμό των αγνώστων, οι οποίοι στην εξίσωση συγγραμμικότητας είναι 6 και εκφράζουν τον εξωτερικό προσανατολισμό, ενώ στην παρούσα περίπτωση είναι 60 και εκφράζουν τον εσωτερικό και τον εξωτερικό προσανατολισμό (μοντέλο αισθητήρα).

Όταν το υψόμετρο είναι γνωστό, π.χ., χρησιμοποιώντας ένα DEM, τότε η ορθοαναγωγή έχει να κάνει με τη διόρθωση της θέσης του σημείου στο επίπεδο αναφοράς της αντίστοιχης προβολής σε μια κατεύθυνση κάθετη στην τροχιά του δορυφόρου. Η δορυφορική τροχιά αναφέρεται σαν Y – κατεύθυνση στο Σχήμα 11β και δεν υπάρχει στην κατεύθυνση αυτή μετατόπιση λόγω αναγλύφου λόγω της ώσης-σάρωσης γεωμετρίας. Με αναφορά στο Σχήμα 11γ και χρησιμοποιώντας όμοια τρίγωνα έχουμε:

$$\frac{X}{Z-h} = \frac{X'}{H-Z} \Rightarrow X = \frac{X'(Z-h)}{H-Z} \Rightarrow \frac{\partial X}{\partial h} = -\frac{X'}{H-Z} \Rightarrow \sigma_x = -\frac{X'}{H-Z} \sigma_h \quad (2)$$

Όπου: H το ύψος του δορυφόρου, $h' = Z$, είναι το σταθερό υψόμετρο του επιπέδου αναφοράς που φέρει τη UTM προβολή, h, είναι το υψόμετρο του σημείου P, το οποίο συνήθως δίνεται από

¹⁰ Χατζόπουλος Ιωάννης Ν., 2012, «Γεωχωροπληροφορική Τοπογραφία», Εκδόσεις Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Ο.Ε., ISBN: 978-960-418-353-1, 1008 σελίδες.



Σχήμα 11. Αρχική εικόνα (α) και εικόνα με ορθοαναγωγή (β) με ανάλυση της γεωμετρίας για οριζοντιογραφικές διορθώσεις όταν το υψόμετρο είναι γνωστό (γ).

υπάρχον DEM. Για ύψος δορυφόρου 450 χλμ, και μήκος γραμμής σάρωσης στο επίπεδο αναφοράς 16 χλμ και επίπεδο αναφοράς με σταθερό $Z = 250$ μέτρα και σφάλμα υψομέτρων 60 μέτρα έχουμε σφάλμα μετατόπισης $= (8 \times 60) / (450 - 0.25) = 1,07$ m. Συνεπώς με αυτά τα δεδομένα ένα σφάλμα στα υψόμετρα 60m θα δημιουργήσει ένα σφάλμα στη μετατόπιση λόγω αναγλύφου 1.07 m.

Ο διαμετακομιστής εικόνας (image server), σχεδιασμός και λειτουργία

Ένα έργο, όπως είναι το χωροταξικό με πολυδιάστατη και πολυδιάσπαρτη ερευνητική ομάδα χρειάζεται ένα κοινό σύστημα επικοινωνίας και απόθεσης και διάθεσης υλικού καθώς η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη. Το σύστημα αυτό πρέπει επίσης να έχει τη δυνατότητα να εκθέτει χαρτογραφικό και πληροφοριακό υλικό από την ολοκλήρωση επιμέρους φάσεων του έργου προς ενημέρωση του κοινού ώστε να υπάρχει πλήρης διαφάνεια. Τέτοια συστήματα απαιτούν τη χρήση ενός κεντρικού Ηλεκτρονικού Υπολογιστή (H/Y) ο οποίος έχει αρκετό αποθηκευτικό χώρο τόσο για τη διάθεση των δεδομένων όσο και για την ασφάλεια τους (back-up). Επίσης αυτός ο H/Y ο οποίος ονομάζεται διαμετακομιστής ή εξυπηρετητής (server), χρειάζεται και ειδικό λογισμικό με κατάλληλα εργαλεία, ώστε να διαχειρίζεται τα χαρτογραφικά δεδομένα (χάρτες, δορυφορικές εικόνες, αεροφωτογραφίες, ΨΥΜ, κλπ.) και τα πληροφοριακά δεδομένα (κειμένα, αναφορές, εκθέσεις, κλπ.). Ο διαμετακομιστής θα πρέπει επιπλέον να έχει μια μόνιμη θέση στο διαδίκτυο με σταθερή διεύθυνση (IP). Τη δυνατότητα του δικτύου καθώς και τον χώρο λειτουργίας του διαμετακομιστή, ο οποίος θα πρέπει να είναι κλιματιζόμενος, τον παρέχει μέσω του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης και ΓΣΠ, το Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Ήδη, όπως τονίστηκε στην εισαγωγή υπάρχουν στο διαμετακομιστή όλα τα αρχεία σε ψηφιακή μορφή της Α και Β φάσης και είναι προσιτά σε κάθε ενδιαφερόμενο στη διεύθυνση του διαδικτύου:

<ftp://195.251.131.94/>

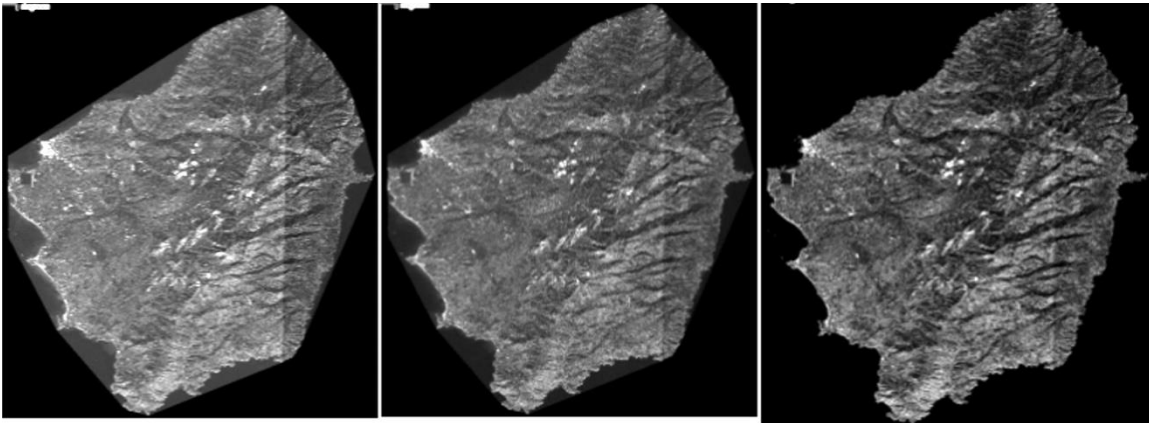
Επίσης στο σύνδεσμο που ακολουθεί και είναι στον εν λόγω διαμετακομιστή, υπάρχει η δορυφορική εικόνα και το ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο της Νάξου.

<http://195.251.131.94>

Τα πιο συνηθισμένα εργαλεία ανοιχτού κώδικα για να στηθεί ένας διαμετακομιστής χαρτών είναι ο mapserver (<http://mapserver.org/>) και ο geoserver (www.geoserver.org) για WMS (Web Map Service) στάνταρντ.

Η αρχική δορυφορική εικόνα που έπρεπε να διαχειριστούμε ήταν μεγέθους 22 Gb, που σημαίνει ότι θα πρέπει να κατατμηθεί σε μικρά κομμάτια για να είναι διαχειρίσιμη. Η διαχείριση έχει νόημα όταν υπάρχει ταχύτητα χωρίς καθυστέρηση στην εμφάνιση οποιασδήποτε περιοχής της εικόνας στην οθόνη σε οποιαδήποτε μεγέθυνση. Στην περίπτωση αυτή εργαλεία διαχείρισης παρέχει η ανοιχτή βιβλιοθήκη GDAL (*Geospatial Data Abstraction Library*) η οποία είναι μια ισχυρή βιβλιοθήκη επεξεργασίας πλεγματικών επικαλύψεων, όπως είναι οι φωτογραφίες, οι δορυφορικές εικόνες, χάρτες ΓΣΠ και στηρίζει λειτουργίες με VRT (*Virtual Raster Format*), οι οποίες διαχειρίζονται εικόνες που έχουν κατατμηθεί σε μικρά κομμάτια.

Η αρχική εικόνα ενισχύθηκε ραδιομετρικά με γραμμικό τέντωμα ώστε να δοθεί έμφαση στα χαρακτηριστικά που ήταν σημαντικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος. Εντοπίστηκαν οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές στα κανάλια Κόκκινο, Μπλε και Πράσινο, το υπέρυθρο δεν ενισχύθηκε, και η ενισχυμένη εικόνα πέρασε σε φόρμα VRT (*format*). Με τη χρήση της φόρμας VRT, και το εργαλείο *translate* της GDAL, έγινε μετατροπή της εικόνας σε 8-bit tiff αρχεία και κάθε εικόνα ήταν περίπου 2.6 Gb ανά κανάλι. Εκείνη την εποχή τα αρχεία tiff επιτρεπόταν να είναι μέχρι 4Gb (δεν μας δόθηκε η ευκαιρία να δοκιμάσουμε το BigTiff). Οι εικόνες VRT επανασυνθέθηκαν χρησιμοποιώντας τα τρία κανάλια (βλέπε Σχήμα 12). Η πιο συνηθισμένη προβολή για εξυπηρέτηση αρχείων WMS είναι η EPSG:4326 ή WGS84, και έτσι στις εικόνες tiff από το σύστημα ΕΓΣΑ87 έγινε μετατροπή στην προβολή του συστήματος WGS84.



Σχήμα 12. Η κλίμακα του γκρίζου για τα κανάλια Κόκκινο, Μπλε και Πράσινο.

Το επόμενο βήμα ήταν να διαμορφωθεί η εικόνα σε πλακίδια και πυραμίδες διότι τα μεν πλακίδια συναρμολογούν ταχύτατα την εικόνα στην οθόνη, οι δε πυραμίδες διαμορφώνουν ταχύτατα οποιαδήποτε μεγέθυνση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο της GDAL *gdalwarp*. Διαμορφώθηκαν 6 πυραμίδες και τα πλακίδια το μέγεθος εκάστου των οποίων ήταν 512x512 (βλέπε Σχήμα 13). Έγινε πρώτα μια δοκιμή σε μέγεθος πλακιδίων 256x256, αλλά το μέγεθος 512x512 ήταν πιο αποδοτικό. Διαπιστώθηκε ότι στο επίπεδο πυραμίδας μηδέν (πλήρη ανάλυση) η επεξεργασία έπεφτε πολύ βαριά για το λογισμικό mapserver. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούμε το εργαλείο *gdalwarp* της GDAL για τα πλακίδια του επιπέδου μηδέν ένα σύνολο από 11960 πλακιδίων. Για να ελαττώσουμε τους δείκτες, βάλαμε δείκτες ανά 500 πλακίδια και κάναμε το ίδιο για το επίπεδο πυραμίδας ένα το οποίο είχε 3016 πλακίδια και αυτό είχε άμεσο αποτέλεσμα στην λειτουργία και απόδοση του διαμετακομιστή. Το εργαλείο *gdalwarp* βασίζεται στη βάση δεδομένων DBase και η απόδοση αυτής της βάσης δεδομένων πέφτει χαμηλά όταν ο αριθμός των εγγραφών ξεπεράσει ένα όριο.

Ο Geoserver έχει ένα πρόσθετο λογισμικό για πυραμίδες, ενώ στο mapserver θα πρέπει να ορισθεί ξεχωριστά κάθε επίπεδο πυραμίδας και η μεγέθυνση που πρέπει να έχει κανείς σε αυτό το επίπεδο. Δεν ήταν δυνατή η χρήση της ίδιας τεχνικής στο geoserver, όπως αυτή χρησιμοποιήθηκε στο mapserver. Όμως ο geoserver μπορεί να έχει μια συλλογή πλακιδίων σαν λειτουργία του, με άλλο πρόγραμμα ανοιχτού κώδικα το οποίο θα είναι ένα μελλοντικό χαρακτηριστικό στο παρόν έργο.



Σχήμα 13. Αριστερά: Ένα πλακίδιο με 512x512 εικονοστοιχεία στο σέρβερ σε πλήρη ανάλυση. Δεξιά: Ψευδόχρωμη εικόνα από τη Γαλήνη Εγγαρών, όπως φαίνεται στο σέρβερ <http://195.251.131.94> μαζί με τη διανυσματική επικάλυψη Open Street, που ταιριάζει πολύ καλά. Σημειώστε την αύξηση της διαφάνειας για να φανεί η διανυσματική επικάλυψη.

Τα αποτελέσματα της αναπαράστασης μέσω του WMS (*Web Map Service*) μπορούν να αναπτυχθούν σε μια ιστοσελίδα μέσω του διαδικτύου χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή *javascript* σε ένα έργο *openlayer*. Το εργαλείο *openlayer* μπορεί να επιθέσει διανυσματικά δεδομένα πάνω από χάρτες ή μπορεί να σχεδιάσει τα διανυσματικά δεδομένα μέσω του mapserver (βλέπε Σχήμα 13).

Μια σύγκριση ανάμεσα στο geoserver και στο mapserver δείχνει ότι ο geoserver παρουσιάζει υψηλού επιπέδου διασύνδεση με το χρήστη μέσω γραφικών (GUI) και με λίγες επιλεγμένες αλλαγές μπορεί να επιταχύνει την απόδοση του διαμετακομιστή, ενώ στην περίπτωση του mapserver είναι απαραίτητο να ορίσει κανείς όλες τις προσαρμογές σε αρχεία «.map». Όμως μακροπρόθεσμα ο geoserver κινδυνεύει να «κολλήσει» πιθανόν λόγω επιθέσεων του DDOS στο διαδίκτυο, ενώ ο mapserver δεν έχει τέτοιο πρόβλημα. Ο mapserver έχει καλύτερη ποιότητα στο ζουμάρισμα και έχει διαπιστωθεί ότι ο geoserver παρουσιάζει ανεπιθύμητες πρόσθετες γραμμές όταν σχεδιάζει εικόνα σε πλήρη ανάλυση.

Κύρια στόχευση σε αυτό το έργο ήταν να παρουσιάσει τη δορυφορική εικόνα της νήσου Νάξου σε έγχρωμη και ψευδόχρωμη σύνθεση για να μπορεί να εκτιμηθεί καλύτερα η υπάρχουσα κατάσταση και επίσης να παρουσιάσει τη μορφολογία του εδάφους με ΨΥΜ/DEM, κάτι που σε μεγάλο βαθμό έγινε με μεγάλη επιτυχία.

Συμπεράσματα

Υπάρχουν πολλά και χρήσιμα συμπεράσματα από την εκπόνηση το παρόντος έργου. Σχετικά με το χαρτογραφικό υπόβαθρο, είναι μια μεγάλη βοήθεια για το Δήμο που απέκτησε ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό χάρτη του νησιού, που προέκυψε από τη σύνθεση σε μωσαϊκό όλων των 52 πινακίδων κλίμακας 1:5000 στο σύστημα προβολής ΕΓΣΑ87. Η μωσαϊκή αυτή σύνθεση δίνει το καλύτερο δυνατό χαρτογραφικό υπόβαθρο τόσο για το χωροταξικό στο παρόν έργο, όσο και σε κάθε έργο του Δήμου με χωρική διάσταση σε όλη τη γεωγραφική έκταση του Δήμου. Συνεπώς το υπόβαθρο αυτό μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο επιμέρους έργων του Δήμου σχετικά με το σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ87.

Η δορυφορική εικόνα υψηλής ανάλυσης παρείχε την απαραίτητη επίκαιρη πληροφορία στην επιστημονική ομάδα του έργου στην προσπάθεια της για ένα βέλτιστο σχεδιασμό στην ανάδειξη και προστασία της φυσιογνωμίας του Νησιού της Νάξου.

Η χρήση υψηλής τεχνολογίας, όπως το σύστημα του διαμετακομιστή με το λογισμικό ανοιχτού κώδικα *parser* για την παρουσίαση μέσω διαδικτύου την πορεία του έργου και την ενημέρωσή του κοινού με διαφανή τρόπο, είναι ένα ακόμη βήμα για την ενεργό συμμετοχή του κοινού στην πορεία σχεδιασμού του χωροταξικού.

Έχει μεγάλη σημασία το γεγονός ότι παρά τις δυσκολίες που αντιμετώπισε η ερευνητική ομάδα κατάφερε να ολοκληρώσει το έργο δίνοντας τον καλύτερο της εαυτό και εφαρμόζοντας με βέλτιστο τρόπο τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης. Κατάφερε να εργασθεί πάνω στις βασικές αρχές για τη διαφύλαξη, διαμόρφωση και ανάδειξη της φυσιογνωμίας του νησιού της Νάξου. Επίσης προκειμένου να είναι υλοποιήσιμα τα αποτελέσματα της έρευνας σύμφωνα με την υφιστάμενη σχετική νομοθεσία, έγινε προσπάθεια να συνταχθούν στα επιμέρους κεφάλαια μελέτης Σχεδίων Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων (ΣΧΟΟΑΠ) της Δημοτικής Ενότητας Δρυμαλίας Νάξου καθώς και σ' αυτά των Γ.Π.Σ. που αποτελούν το ισχύον θεσμικό πλαίσιο τέτοιου τύπου μελετών.

Σχετικά με τις ευθύνες και τις πρωτοβουλίες της Δημοτικής αρχής, θα πρέπει να προστεθεί ότι το χωροταξικό πρέπει να είναι στις άμεσες προτεραιότητες. Ήδη παρά την κρίση που βιώνει η πατρίδα μας το νησί της Νάξου έχει μεγάλη ανάπτυξη στο χώρο του τουρισμού. Είναι λοιπόν επιτακτική ανάγκη να προχωρήσει το χωροταξικό, που είναι το βασικότερο έργο για την ανάπτυξη του νησιού, και να αποκτήσει νομική υπόσταση. Αυτό έχει να κάνει με πρωτοβουλίες που θα πρέπει να πάρει άμεσα η δημοτική αρχή, αλλά και οι δημότες οι οποίοι θα πρέπει να αντιληφθούν τη σημασία που έχει το χωροταξικό για την εύρυθμη ανάπτυξη του νησιού και την καλύτερη αξιοποίηση της περιουσίας των. Γενικά η δημοτική αρχή και όλες οι παρατάξεις που τη συγκροτούν, θα πρέπει ανεξαρτήτως παράταξης να σκέπτεται, να προωθεί και να εφαρμόζει το καλό του τόπου. Αυτό έχει μεγάλη ανάγκη η πατρίδα μας και με αυτό τον τρόπο όλοι θα ωφεληθούν τα μέγιστα. Επίσης θα πρέπει να φροντίζει να έχει αρμονικές σχέσεις με όλους τους φορείς εξουσίας από τους οποίους έχει εξάρτηση, ανεξαρτήτως παράταξης.

Ευχαριστίες

Ο συγγραφέας θέλει να ευχαριστήσει τον τελευταίο Δήμαρχο του Δήμου Δρυμαλίας Γιάννη Μπαρδάνη, για το ξεκίνημα του παρόντος έργου καθώς και το Δήμο Νάξου και Μικρών Κυκλάδων για τη συνέχιση και ολοκλήρωση του έργου. Επίσης πολλές ευχαριστίες απευθύνονται στα μέλη της ερευνητικής ομάδας για τη φιλότιμη προσπάθεια που κατέβαλαν και παρά τις αντιξοότητες και δυσκολίες κατάφεραν με βέλτιστο τρόπο να ανταποκριθούν σε όλες τις απαιτήσεις του έργου και να φθάσουν στην ολοκλήρωση του.

Βιβλιογραφία

Baltsavias E. P., 1996. "Digital Ortho-Images - A Powerful Tool for the Extraction of Spatial- and Geo-Information", *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, Vol. 51, No. 2, pp. 63-77.
Dial Gene, Howard Bowen, Frank Gerlach, Jacek Grodecki, Rick Oleszczuk, 2003, "IKONOS satellite, imagery, and products", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 88 pp. 23-36.
Hatzopoulos John N., 2008, "Topographic Mapping: Covering the Wider Field of Geospatial Information Science & Technology (GIS&T)", ISBN: 1581129866, *Universal Publishers*.
Matt Mills NASA World Wind Tile Structure Technical Documentation OSGeo 2010 WMS Benchmarking <http://2010.foss4g.org/>