

Inset Mapper: Ένα λογισμικό για το πρόβλημα της «Χωρικής Ασυνέχειας του Γεωγραφικού Χώρου»

Απόστολος Παπακωνσταντίνου*

Επιστημονικός συνεργάτης, Εργαστήριο Χαρτογραφίας & Γεωπληροφορικής
Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου,
Λόφος Πανεπιστημίου, 81100, Μυτιλήνη

Δημήτριος Βαρσάμης

Καθηγητής Εφαρμογών, Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών, ΤΕΙ Σερών,
Τέρμα Μαγνησίας, 62124, Σέρρες

Νικόλαος Σουλακέλλης

Αναπληρωτής Καθηγητής, Εργαστήριο Χαρτογραφίας & Γεωπληροφορικής
Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου,
Λόφος Πανεπιστημίου, 81100, Μυτιλήνη

Τηλ.: 2251036412, Φαξ: 2251036412, E-mail: apapak@geo.aegean.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η Χαρτογραφία συχνά καλείται να αντιμετωπίσει προβλήματα για τα οποία η ανάπτυξη ειδικά σχεδιασμένου λογισμικού κρίνεται απαραίτητη. Πιο συγκεκριμένα η Νησιωτική Χαρτογραφία αντιμετωπίζει ιδιαίτερα προβλήματα τα οποία εμφανίζονται κατά κύριο λόγο στην προσπάθεια απεικόνισης νησιωτικών περιοχών. Το πρόβλημα της «Χωρικής Ασυνέχειας του Γεωγραφικού Χώρου» αποτελεί ένα από τα πιο συχνά προβλήματα και εμφανίζεται κατά την οπτικοποίηση νησιωτικών περιοχών. Στην περίπτωση αυτή η κατασκευή ενός ενθέτου χάρτη αποτελεί την μοναδική και πιο ενδεδειγμένη χαρτογραφική λύση. Στο άρθρο αυτό αναλύεται το πρόβλημα της «Χωρικής Ασυνέχειας του Γεωγραφικού Χώρου», παρουσιάζονται ο τρόπος επίλυσης του με τη χρήση ένθετων χαρτών, καθώς και το θεωρητικό υπόβαθρο και η ομαδοποίηση των χαρτογραφικών κανόνων που διέπουν την κατασκευή ένθετων στη νησιωτική χαρτογραφία όπως ενσωματώνονται στην εφαρμογή Inset Mapper (IM). Επίσης, στο παρόν άρθρο παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη περιγραφή όλων των λειτουργιών του IM, καθώς και τα πλεονεκτήματα που αποκομίζουν οι χαρτογράφοι από την χρήση του.

Λέξεις Κλειδιά: Νησιωτική Χαρτογραφία, Ένθετος Χάρτης, Ζητήματα Κλίμακας, Γεωοπτικοποίηση, Υπολογιστική Διαδικασία

ABSTRACT: Cartography often is dealing with problems that confront the necessity of designing cartographic software tools. More specific Island cartography deals with special cartographic problems confronted in the portrayal of island regions. One of the most serious problems faced by mapmakers is that of the "Land Discontinuity Problem" which arises when cartographers want to represent island regions. In this case the most efficient cartographic solution is the creation of an inset map. This paper presents and analyses the «Land Discontinuity» special cartographic problem and showcases the solution to tackle this problem with the use of inset maps. The theoretical background and the grouping of the appropriate

cartographic rules that should be followed in inseting are also presented as they are embedded into the Inset Mapper (IM) software tool. Examples in cartographic datasets are illustrated in this paper showing the functionality of the IM software tool as well. Finally all the advantages of the IM use in the cartographic procedure are discussed.

Keywords: Island Cartography, Inset map, Scale selection, Geovisualization, Computational Procedure

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση των υπολογιστών στην χαρτογραφία έδωσε ώθηση στη δημιουργία νέων χαρτογραφικών μεθόδων και τεχνικών. Η συνεχώς αυξανόμενη υπολογιστική ισχύ των υπολογιστών επιτρέπει στους γεω-επιστήμονες και ειδικότερα στους γεωγράφους και στους χαρτογράφους τη δημιουργία ψηφιακών αναπαραστάσεων του γεωγραφικού χώρου με ιδιαίτερα μεγάλη ακρίβεια καλύπτοντας όλο το εύρος των χαρτογραφικών κλιμάκων.

Η βελτίωση του χαρτογραφικού σχεδιασμού και της ποιότητας των χαρτογραφικών αναπαραστάσεων οφείλεται κυρίως στην ανάπτυξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και έχει αναγνωρισθεί από τις αρχές της χρήσης τους [1].

Για την βελτίωση του τελικού χαρτογραφικού αποτελέσματος καθώς και την επίλυση συγκεκριμένων χαρτογραφικών προβλημάτων έχουν κατασκευαστεί αρκετά χαρτογραφικά λογισμικά και έχουν αναπτυχθεί αρκετοί αλγόριθμοι [2–5].

Η χαρτογραφία σήμερα καλείται να αντιμετωπίσει πολλές φορές προβλήματα για τα οποία η ανάπτυξη ειδικά σχεδιασμένων λογισμικών κρίνεται απαραίτητη. Ένα από τα χαρτογραφικά προβλήματα που κρίνεται ως δυσεπίλυτο λόγω της χωρικής ιδιομορφίας που έχουν τα πραγματικά χαρτογραφικά δεδομένα είναι αυτό της κατασκευής ένθετων χαρτών [6], [7].

Οι ένθετοι χάρτες συνήθως χρησιμοποιούνται ως ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος της «Χωρικής Ασυνέχειας του Γεωγραφικού Χώρου». Ένα πρόβλημα που συναντάται κατά την οπτικοποίηση μικρών ή και απομονωμένων νησιών που περιέχονται ή και περιβάλλουν την κυρίως περιοχή απεικόνισης [6-7-10]. αυτή την περίπτωση η κατασκευή ενός ενθέτου χάρτη αποτελεί την αποτελεσματικότερη χαρτογραφική προσέγγιση.

Σκοπός αυτού του άρθρου αποτελεί η συλλογή, καταγραφή και ομαδοποίηση όλων των διακριτών βημάτων θεωρητικών και κατασκευαστικών που σχετίζονται με τη δημιουργία επιλογή και τοποθέτηση ένθετων χαρτών με στόχο την επίλυση του προβλήματος της «Χωρικής Ασυνέχειας του Γεωγραφικού Χώρου» με τη χρήση αυτοματοποιημένων διαδικασιών επιλογής κλίμακας και θέσης ενθέτων χαρτών. Οι διαδικασίες αυτές πραγματοποιούνται μέσα από την εφαρμογή ΙΜ που έχει αναπτυχθεί ειδικά για αυτό τον σκοπό σε προγραμματιστικό περιβάλλον ΜΑΤΛΑΒ®. Το ΙΜ αποτελεί μια προσπάθεια κατασκευής ενός αυτοματοποιημένου εργαλείου που έχει ως στόχο την κωδικοποίηση της χαρτογραφικής γνώσης. Απώτερος σκοπός είναι το ΙΜ να προσπαθήσει να «μιμηθεί» τα στάδια σχεδιασμού και τις αποφάσεις που παίρνει ένας χαρτογράφος όταν σχεδιάζει χαρτογραφικές αναπαραστάσεις που περιέχουν ένθετους χάρτες [6], [7].

Το παρόν άρθρο αποτελείται από 6 ενότητες στις οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά: στην ενότητα 2 το πρόβλημα της «Χωρικής Ασυνέχειας του Γεωγραφικού Χώρου», στην ενότητα 3 οι περιορισμοί και οι χαρτογραφικοί κανόνες που διέπουν την χαρτογραφική σύνθεση ένθετων χαρτών ενώ στην ενότητα 4 παρουσιάζεται η εφαρμογή ΙΜ. Στην ενότητα 5 η αυτοματοποιημένη λειτουργία του ΙΜ εφαρμόζεται σε χαρτογραφικά δεδομένα και τέλος στην ενότητα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την χρήση του ΙΜ σε γεωγραφικά δεδομένα καθώς και οι στόχοι της μελλοντικής έρευνας.

II. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΑΣ

Ο χαρτογραφικός σχεδιασμός αποτελεί τη διαδικασία στην οποία πρέπει να επιτευχθούν σωστά η επιλογή της κλίμακας, ο χαρτογραφικός συμβολισμός και η τοποθέτηση της Γεωγραφικής πληροφορίας [8], [9]. Οι χαρτογράφοι που ειδικεύονται στη Νησιωτική Χαρτογραφία βρίσκονται αντιμέτωποι με ένα μοναδικό και ταυτόχρονα σημαντικό χαρτογραφικό πρόβλημα αυτό της «Ποικιλομορφίας της Πολυπλοκότητας και της Ασυνέχειας του Γεωγραφικού Χώρου», η πιο σύντομα με το πρόβλημα της «Χωρικής Ασυνέχειας του Γεωγραφικού Χώρου» [6], [7], [10].

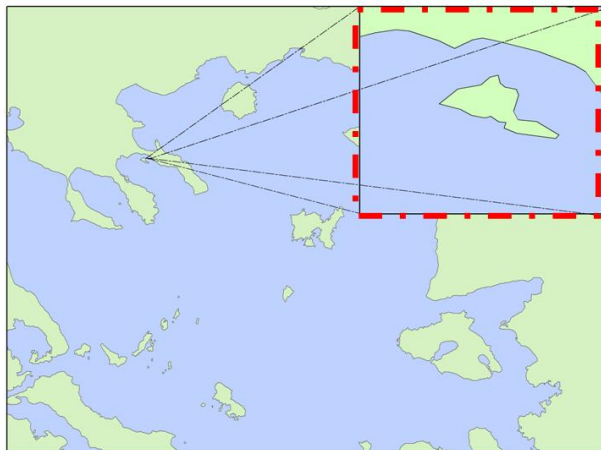
Η χωρική ασυνέχεια εμφανίζεται κατά τη διαδικασία οπτικοποίησης νησιωτικών περιοχών ή νησιωτικών συμπλεγμάτων τα οποία περιλαμβάνουν νησιά με διαφορετικά μεγέθη και πιο συγκεκριμένα μεταξύ περιοχών και νησιών τα οποία συνυπάρχουν με άλλα πολύ μικρότερα ή πολύ μεγαλύτερα τους σε μέγεθος [6]. Ειδικότερα το πρόβλημα αυτό γίνεται εμφανές στις περιπτώσεις χαρτών στους οποίους οπτικοποιούνται περιοχές με μεγάλη ποικιλία μεγεθών και σχημάτων δημιουργώντας ένα σύνθετο σύμπλεγμα ξηράς που περικλείεται από θάλασσα. Το γεγονός αυτό κάνει την οπτικοποίηση τους ακόμη δυσκολότερη. Σε τέτοιου είδους οπτικοποιήσεις η κλίμακα του κυρίως χάρτη κάνει δύσκολη ή πολλές φορές δεν επιτρέπει την εμφάνιση πολλών γεωγραφικών χαρακτηριστικών και περιοχών του χάρτη στους αναγνώστες του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κατασκευή χαρτών με τις υπό παρουσίαση περιοχές να εμφανίζονται ως πολύ συνωστισμένες, πολύ μικρές ή τέλος πολύ απομονωμένες μέσα στον κυρίως χάρτη [6], [7].

Προκειμένου να αποδοθεί αποδοτικότερα η οπτικοποίηση χρειάζεται να αξιοποιηθεί ένα μεγάλο μέρος του χάρτη που απεικονίζει τον θαλάσσιο χώρο. Το πρόβλημα αυτό γίνεται ακόμη πιο σύνθετο από τις αποστάσεις μεταξύ των νησιών, της ποικιλομορφίας του μεγέθους τους και τις χωρικής τους κατανομής μέσα στην θάλασσα (Σχήμα 1).



Σχήμα 1 – Περιοχές παρουσίασης που εμφανίζονται ως πολύ συνωστισμένες (1), πολύ μικρές (2) στην κλίμακα του κυρίως χάρτη

Η βέλτιστη και πιο αποδοτική χαρτογραφική προσέγγιση για την επίλυση του παραπάνω προβλήματος αποτελεί η κατασκευή ένθετου χάρτη. Ο ένθετος χάρτης τοποθετείται μέσα στα πλαίσια του κυρίως χάρτη ο οποίος απεικονίζει την περιοχή μελέτης που εμφανίζει πρόβλημα ασυνέχειας (Σχήμα 2).



Σχήμα 2 – Χρήση ένθετου χάρτη για την απεικόνιση περιοχών που εμφανίζονται πολύ μικρές στην κλίμακα του κυρίως χάρτη. Η περίπτωση της Νήσου Αμουλιανής.

Σύμφωνα με την Tyner «Ένθετος χάρτης είναι ένα μικρός χάρτης που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τον κυρίως χάρτη και τοποθετείται μέσα στην επιφάνεια που αυτός ορίζει» [11]. Η χρήση του ως εργαλείο αντιμετώπισης της γεωγραφικής ασυνέχειας στη Νησιωτική Χαρτογραφία του δίνει έναν πιο συγκεκριμένο ορισμό: «Ο ένθετος χάρτης αποτελεί ένα τμήμα του κυρίως χάρτη με μεγαλύτερη χαρτογραφική κλίμακα με σκοπό να απεικονίσει αποδοτικότερα ένα γεωγραφικό χαρακτηριστικό σχετικά μικρού μεγέθους στην κλίμακα του κυρίως χάρτη» [12].

Για την κατασκευή των ενθέτων σε πολλές χαρτογραφικές απεικονίσεις δεν ακολουθούνται πλήρως οι διαδικασίες και οι χαρτογραφικοί κανόνες για την επιλογή της κλίμακας και της θέσης του ενθέτου [10]. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κατασκευή χαρτών οι οποίοι δεν είναι χαρτογραφικά αποδοτικοί. Επίσης έχει ως αποτέλεσμα τα ένθετα να τοποθετούνται σε λάθος θέσεις μέσα στον κυρίως χάρτη και επομένως η τελική χαρτογραφική σύνθεση να στερείται ισορροπημένου σχεδιασμού. Αυτό έχει ως συνέπεια την κατασκευή χαρτών με τις περιοχές που απεικονίζονται σε ένθετα να εμφανίζονται ως πολύ συνωστισμένες, πολύ μικρές και σε λάθος κλίμακα. Ενώ η επιλογή της χρήσης ένθετων χαρτών βοηθά την απεικόνιση περιοχών με χωρική ασυνέχεια, η επιλογή της βέλτιστης κλίμακας και της βέλτιστης θέσεως τοποθέτησης του ενθέτου μέσα στον χάρτη αποτελεί μια ιδιαίτερος χρονοβόρα διαδικασία. Ως εκ τούτου η χρήση αυτοματοποιημένων διαδικασιών είναι επιτακτική ενώ η θεωρητική περιγραφή και προσέγγιση του θέματος αυτού με την κατασκευή των αντίστοιχων υπολογιστικών μεθόδων και αλγορίθμων που το περιγράφουν αποτελεί μια ιδιαίτερος σημαντική και άμεσης προτεραιότητας ερευνητική περιοχή για την χαρτογραφική επιστήμη.

III ΕΝΘΕΤΟΙ ΧΑΡΤΕΣ & ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

Το ενδιαφέρον για αλγορίθμους που αυτοματοποιούν χαρτογραφικές διεργασίες και διαδικασίες και πιο συγκεκριμένα διεργασίες τοποθέτησης ενθέτων χαρτών έχει γίνει εντονότερο. Αυτό οφείλεται στην πρόοδο της ψηφιακής χαρτογραφίας αλλά κυρίως στην αλματώδη αύξηση της διαθέσιμης για οπτικοποίηση γεωγραφικής πληροφορίας [9], [13], [14]. Μέχρι πρόσφατα η τοποθέτηση των ένθετων χαρτών επάνω στον κυρίως χάρτη και η επιλογή της κλίμακας τους γινόταν χωρίς την χρήση αυτοματοποιημένων διαδικασιών και αλγορίθμων. Ωστόσο ένας χάρτης που παρουσιάζει νησιώτικες περιοχές ανάλογα με το μέγεθος του, μπορεί να περιέχει δεκάδες και μερικές φορές εκατοντάδες χωρικές οντότητες όπως μικρά νησάκια, νησίδες ή και βραχονησίδες. Επομένως γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η οπτικοποίησή τους με την χρήση της ίδιας κλίμακας για όλα αποτελεί μια διαδικασία χωρίς αποδοτικό χαρτογραφικό αποτέλεσμα.

Οι χαρτογράφοι σε τέτοιες περιπτώσεις συνήθως επιλέγουν την χρήση ενός ενθέτου αφού πρώτα ελέγξουν τον χάρτη οπτικά για περιοχές που πληρούν όλα τα παραπάνω ώστε να εμφανίζουν το πρόβλημα της Χωρικής Ασυνέχειας [9]. Έτσι είναι δυνατό να «διαγνώσουν» ποιες περιοχές είναι «πολύ πυκνές», «πολύ μικρές» [15] ή «πολύ απομονωμένες» [6] ώστε να τις παρουσιάσουν ως ένθετους χάρτες.

Η ενσωμάτωση των ένθετων χαρτών σε χαρτογραφικές απεικονίσεις πρέπει να ακολουθεί χαρτογραφικούς και σχεδιαστικούς κανόνες [11], [14], [16]. Αυτοί οι κανόνες αναγκάζουν τους χαρτογράφους να αφιερώσουν χρόνο για επεξεργασία και δοκιμές πριν καταλήξουν στο τελικό χαρτογραφικό προϊόν το οποίο θα πρέπει να απεικονίζει αποδοτικά την περιοχή μελέτης. Είναι σημαντικό ότι το τελικό χαρτογραφικό αποτέλεσμα εξαρτάται από την προσωπική εκτίμηση και εμπειρία του χαρτογράφου. Γίνεται σαφές ότι για την κατασκευή τέτοιων χαρτογραφικών προϊόντων χρειάζεται χρόνος προπαρασκευής των δεδομένων αλλά και δοκιμών για να επιτευχθεί το βέλτιστο οπτικό αποτέλεσμα.

Η χρήση επομένως μιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας που ενσωματώνει όλα τα απαιτούμενα στάδια που ακολουθεί ένας χαρτογράφος κατά την κατασκευή ένθετων χαρτών αποτελεί την πιο ενδεδειγμένη λύση. Προς την κατεύθυνση της κατασκευής ενός αυτοματοποιημένου χαρτογραφικού συστήματος έχουν γίνει προσπάθειες στο παρελθόν. Πιο συγκεκριμένα μία προσπάθεια υπάρχει καταγεγραμμένη στη διεθνή βιβλιογραφία η οποία έχει πραγματοποιηθεί από το U.S. Census Bureau για την κατασκευή εύρεση και τοποθέτηση ένθετων χαρτών [9], [14], [17]. Πιο

συγκεκριμένα την προσπάθεια αυτή αποτελεί το Census Automated Map Production System (CAMPS) το οποίο είναι ένα λογισμικό που εφαρμόζει χαρτογραφικούς κανόνες και ανάλυση πυκνότητας χωρικών οντοτήτων σε ένα χάρτη, για τη δημιουργία ένθετων έχοντας ως στόχο να κατασκευάσει ένθετους χάρτες που παρουσιάζουν περιοχές με πυκνότητα γεωγραφικών στοιχείων πάνω από κάποιο προκαθορισμένο όριο. Σε αυτό το λογισμικό η πυκνότητα των στοιχείων ενός χάρτη αποτελεί την κυρίως παράμετρο για τη διαδικασία επιλογής και κατασκευής ενός ενθέτου. Επιπρόσθετα στην προσέγγιση αυτή η κατασκευή των ενθέτων περιορίζεται από τα παρακάτω: 1) Χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την κατασκευή έντυπων χαρτών και 2) Τα ένθετα οπτικοποιούνται σε διαφορετική «σελίδα» από αυτή του κυρίως χάρτη [9], [14], [17].

Σε αντίθεση με αυτό η διαδικασία κατασκευής και επιλογής ενθέτων χαρτών στη Νησιωτική Χαρτογραφία βασίζεται στην πολυπλοκότητα της χωρικής ασυνέχειας μιας περιοχής. Επομένως η κατασκευή μιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας τοποθέτησης ένθετων χαρτών θα πρέπει να λαμβάνει τους περιορισμούς και τις χωρικές ιδιαιτερότητες της περιοχής απεικόνισης με την ταυτόχρονη χρήση συγκεκριμένων χαρτογραφικών κανόνων.

Η κατασκευή του ΙΜ είναι μια προσπάθεια συνδυασμού χαρτογραφικών μεθόδων με αυτοματοποιημένες διαδικασίες. Έτσι αποτελεί μια εφαρμογή που περιλαμβάνει όλους τους περιορισμούς και κανόνες της Νησιωτικής χαρτογραφίας έχοντας ως σκοπό την επίλυση της «Χωρικής Ασυνέχειας του Γεωγραφικού Χώρου» με την τοποθέτηση ενθέτων.

A. Χαρτογραφική Σκέψη στην Αυτοματοποιημένη Τοποθέτηση Ενθέτων

Ένα αυτοματοποιημένο σύστημα επιλογής της βέλτιστης θέσης και κλίμακας ένθετων χαρτών πρέπει να προσομοιώνει όσο γίνεται πιο πιστά τα χαρτογραφικά στάδια και τις διαδικασίες που ακολουθούνται. [9], [14], [17].

Έτσι για την κατασκευή ενός τέτοιου εργαλείου η ερμηνεία και ο καθορισμός των διαδικασιών που ακολουθούνται αποτελεί το πιο σημαντικό βήμα. Με τον καθορισμό τους είναι δυνατό να κατασκευαστούν διακριτά βήματα ικανά να μετατραπούν σε υπολογιστική μέθοδο και να υλοποιηθούν σε κάποιο λογισμικό. Για να καταστεί δυνατό μια υπολογιστική μέθοδος να ενσωματωθεί και να υλοποιηθεί σε ένα λογισμικό θα πρέπει αυτή να ακολουθεί όσο το δυνατόν πιο πιστά τα βήματα κατασκευής ενός ένθετου χάρτη «όπως αυτά γίνονται από έναν χαρτογράφο». Για την προσέγγιση αυτής της διαδικασίας πρέπει να διερευνηθούν, να καταγραφούν και να απαντηθούν

τα ερωτήματα που καλείται να αντιμετωπίσει ο χαρτογράφος καθώς πραγματοποιεί αυτή τη διεργασία [17]. Πιο συγκεκριμένα η διαδικασία επιλογής και κατασκευής ενθέτων βασίζεται στην απάντηση τεσσάρων θεμελιωδών ερωτημάτων τα οποία είναι:

- 1) Ποια περιοχή πρέπει να επιλεγεί για να αποτελέσει ένθετο;
- 2) Ποια είναι η βέλτιστη θέση τοποθέτησης του ενθέτου μέσα στον χάρτη;
- 3) Ποια είναι η αποδοτικότερη κλίμακα οπτικοποίησης του ενθέτου;
- 4) Ποιος είναι ο πιο αποδοτικός τρόπος τοποθέτησης περισσοτέρων του ενός ενθέτων χαρτών;

Για την κατασκευή όμως μιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας η ποιοτική και ποσοτική περιγραφή διακριτών κανόνων είναι απαραίτητη. Αυτή επιτυγχάνεται με τον προσδιορισμό των χαρτογραφικών κανόνων που διέπουν την κατασκευή ένθετων χαρτών.

B. Χαρτογραφικοί Κανόνες

Στο πλαίσιο της μελέτης αυτής πραγματοποιήθηκε συστηματική συλλογή, καταγραφή και ομαδοποίηση όλων των διακριτών βημάτων θεωρητικών και κατασκευαστικών που σχετίζονται με τη δημιουργία επιλογή και τοποθέτηση ένθετων χαρτών. Η συλλογή αυτή αποτελείται από τους χαρτογραφικούς κανόνες οι οποίοι παρατίθενται στη διεθνή βιβλιογραφία, έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ειδικών λογισμικών [9], [11], [14], [16], [17] και τέλος κανόνες τους οποίους οι συγγραφείς ανέπτυξαν και προτείνουν για την βέλτιστη χαρτογραφική απόδοση Νησιωτικών περιοχών με την χρήση ένθετων χαρτών.

Κατά τον σχεδιασμό οπτικοποιήσεων της Νησιωτικής χαρτογραφίας ιδιαίτερα σε περιοχές με χωρική ασυνέχεια στόχος είναι να επιλεχθεί ένα μικρό τμήμα του χάρτη προκειμένου αυτό να οπτικοποιηθεί σε μεγαλύτερη χαρτογραφική κλίμακα. Δηλαδή το τμήμα αυτό του χάρτη πρέπει να «μεγεθυνθεί» ώστε να γίνουν εμφανή χαρακτηριστικά του τα οποία δεν διακρίνονται από τον αναγνώστη στην παρούσα κλίμακα του κυρίως χάρτη.

Πρέπει να αναφερθεί ότι κατά τη δημιουργία και χρήση των ενθέτων χαρτών ακολουθούνται γενικοί χαρτογραφικοί κανόνες οι οποίοι στο πλαίσιο της μελέτης αυτής έχουν ομαδοποιηθεί σε τρεις κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές τμηματοποιούν την χαρτογραφική σκέψη και απόδοση του ένθετου χάρτη σε τρία διακριτά στάδια τα οποία είναι:

- 1) Εύρεση της βέλτιστης χαρτογραφικής κλίμακας των ένθετων χαρτών

- 2) Τοποθέτηση των ένθετων χαρτών στην καταλληλότερη θέση και
- 3) Σχεδιασμός των ένθετων χαρτών.

Σύμφωνα με τα παραπάνω στάδια οι χαρτογραφικοί κανόνες διαχωρίζονται σε κανόνες Εύρεσης, Τοποθέτησης και Σχεδιασμού-Οπτικοποίησης. Πιο συγκεκριμένα οι κανόνες κάθε κατηγορίας είναι :

I. Χαρτογραφικοί κανόνες «Εύρεσης»

- 1) Η αναλογία εμβαδού ένθετου προς αυτό του κυρίως χάρτη πρέπει να βρίσκεται μεταξύ του ενός τετάρτου και του ενός δεκάτου έκτου αυτού [18].

$$\frac{1}{16} \leq \frac{\text{Εμβαδόν Ένθετου Χάρτη}}{\text{Εμβαδόν Κυρίως Χάρτη}} \leq \frac{1}{4}$$

- 2) Οι διαστάσεις των ενθέτων χαρτών θα πρέπει να είναι μικρότερες από το υποδιπλάσιο των διαστάσεων του κυρίως χάρτη [7], [10].

$$\text{Μήκος Ένθετου Χάρτη} \leq \frac{\text{Μήκος Κυρίως Χάρτη}}{2}$$

$$\text{Πλάτος Ένθετου Χάρτη} \leq \frac{\text{Πλάτος Κυρίως Χάρτη}}{2}$$

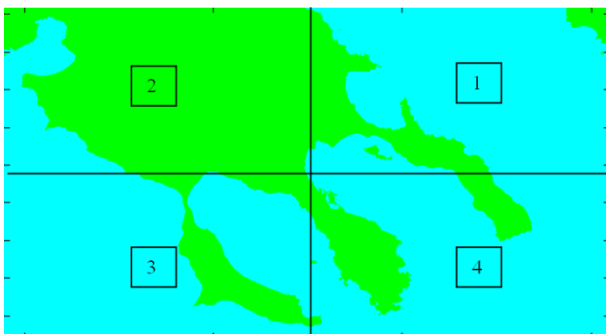
Ο κανόνας αυτός περιορίζει τις διαστάσεις του ένθετου χάρτη ώστε αυτός να προσαρμόζεται στις αναλογίες του κυρίως χάρτη. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η οπτική ισορροπία μεταξύ κυρίως και ένθετου χάρτη.

- 3) Οι περιοχές στις οποίες ο αλγόριθμος αναζήτησης θα σαρώσει για την εύρεση των ενδεδειγμένων θέσεων των ένθετων χαρτών αποτελούν αποκλειστικά οι θαλάσσιες περιοχές που αποτυπώνονται στον χάρτη [7], [10].

II. Χαρτογραφικοί κανόνες «Τοποθέτησης»

Πρέπει να αποφεύγονται :

- 4) η τοποθέτηση των ενθέτων χαρτών σε διαφορετικό τεταρτημόριο του χάρτη από αυτό που ανήκουν οι περιοχές που απεικονίζουν. Έτσι αποφεύγονται τα λάθη στην τοποθέτηση, η οπτική ανισορροπία και τέλος οι παρανοήσεις ως προς την χωρική ταυτότητα των ενθέτων από τους αναγνώστες του χάρτη (Σχήμα 3).



Σχήμα 3 – Διαχωρισμός του χάρτη σε τεταρτημόρια (Κανόνας 6)

- 5) η κάλυψη άλλων περιοχών μικρής χωρικής κλίμακας και ιδιαίτερα στην περίπτωση της Νησιωτικής Χαρτογραφίας η κάλυψη μικρών

νησιών. Για αυτό προτείνεται ως η πλέον ενδεδειγμένη θέση για την τοποθέτηση των ένθετων χαρτών να αποτελούν αποκλειστικά οι θαλάσσιες περιοχές που αποτυπώνονται στον χάρτη [7], [10].

III. Χαρτογραφικοί κανόνες «Σχεδιασμού-Οπτικοποίησης»

Κατά την οπτικοποίηση του τελικού χαρτογραφικού αποτελέσματος πρέπει να:

- 6) υπάρχει σαφής και ξεκάθαρος διαχωρισμός μεταξύ του ενθέτου και του κυρίως χάρτη. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση συνόρων μεταξύ τους και την χρήση περιγράμματος [12].
- 7) υπάρχει δείκτης κλίμακας (σε γραφική ή αριθμητική μορφή) όταν ένθετος και κυρίως χάρτης αποτυπώνονται σε διαφορετικές κλίμακες, ώστε να αποφεύγεται σύγχυση των χωρικών μεγεθών [11], [18].
- 8) χρησιμοποιείται ο ίδιος προσανατολισμός μεταξύ ένθετου και κυρίως χάρτη. Ενώ σε αντίθετη περίπτωση είναι απαραίτητη η χρήση δείκτη προσανατολισμού.
- 9) υπάρχει ισορροπία μεταξύ του περιεχομένου των ενθέτων και του κυρίως χάρτη. Πιο συγκεκριμένα οι γεωγραφικές οντότητες που οπτικοποιούνται στον ένθετο χάρτη πρέπει να είναι τουλάχιστον αυτές που εμφανίζονται στον κυρίως χάρτη, έχοντας τα ίδια ή και περισσότερα και πιο λεπτομερή χαρακτηριστικά [18].

Οι παραπάνω κανόνες αποτελούν το θεωρητικό χαρτογραφικό πλαίσιο στο οποίο βασίζεται η υπολογιστική διαδικασία που παρουσιάζεται στην συνέχεια. Έτσι το IM, που ενσωματώνει την υπολογιστική διαδικασία, αποτελεί ένα χαρτογραφικό εργαλείο προσαρμοσμένο στην επίλυση του προβλήματος της χωρικής ασυνέχειας του νησιωτικού χώρου με την χρήση πολλαπλών ένθετων χαρτών.

Η σύνθεση, η δημιουργία, η οργάνωση και η ενσωμάτωση των παραπάνω χαρτογραφικών κανόνων σε μία χαρτογραφική εφαρμογή συνθέτουν μια νέα προσέγγιση στην αυτοματοποιημένη χαρτογραφία επιλύοντας πολύ συγκεκριμένα χαρτογραφικά προβλήματα όπως αυτό της χωρικής ασυνέχειας.

IV Η ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΤΟ INSET MAPPER

Το IM ως μια αυτοματοποιημένη εφαρμογή που ενσωματώνει σε μια υπολογιστική διαδικασία χαρτογραφικούς κανόνες που επιλύουν το πρόβλημα της Χωρικής Πολυπλοκότητας και Ασυνέχειας του Γεωγραφικού χώρου στην Νησιωτική Χαρτογραφία,

εμπνεύστηκε από το Census Automated Map Production System (CAMPS) [9], [14], [17].

Είναι αναγκαίο να επισημάνουμε ότι η μαθηματική περιγραφή των χαρτογραφικών κανόνων που διέπουν την κατασκευή ένθετων χαρτών, εξυπηρετεί στην αλγοριθμική προσέγγιση της επίλυσης του χαρτογραφικού προβλήματος. Η αλγοριθμική αναπαράσταση των απαιτούμενων χαρτογραφικών κανόνων έχει ενσωματωθεί στην υπολογιστική διαδικασία.

Αρχικά, η υπολογιστική διαδικασία ξεκινά με την μετατροπή ενός χάρτη σε αριθμητικό πίνακα με δυαδικά στοιχεία όπου το μηδέν (0) παριστάνει θάλασσα και το ένα (1) ξηρά. Στην συνέχεια υπολογίζει τον μέγιστο πολλαπλασιαστή ($q_{\max}$) η τιμή του οποίου εξαρτάται από τους χαρτογραφικούς κανόνες 1 και 2. Με άλλα λόγια ο $q_{\max}$ είναι ο μικρότερος πολλαπλασιαστής των διαστάσεων του ενθέτου ο οποίος πληρεί τους περιορισμούς των κανόνων. Ακολούθως, με την βοήθεια ειδικών αλγορίθμων αναζήτησης, αναζητούνται το πλήθος (N) των ενθέτων με διαστάσεις πολλαπλασιασμένες με το $q = q_{\max}$ αλλά και οι θέσεις αυτών μέσα στο κυρίως χάρτη. Η παραπάνω διαδικασία ξεκινά από το $q_{\max}$ με στόχο να βρεθεί η μεγαλύτερη δυνατή διάσταση του ενθέτου. Αν το N ισούται με μηδέν, δηλαδή δεν έχει βρεθεί ένθετο, η διαδικασία επαναλαμβάνεται θέτοντας ως πολλαπλασιαστή το $q = q - 1$, ενώ στην περίπτωση που το $N \neq 0$ η διαδικασία σταματά. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η «απότομη κάθοδος» του πολλαπλασιαστή q ώστε να πλησιάσει την τιμή η οποία δίνει την μεγαλύτερη διάσταση στο ένθετο. Για την βελτίωση της τιμής αυτής του q κατά τον τερματισμό της απότομης καθόδου επαναλαμβάνεται η διαδικασία με «αργή άνοδο», δηλαδή, $q = q + 0.1$. Η διαδικασία αυτή σταματά όταν ο αριθμός N βρεθεί μεταξύ του μηδενός και ενός ορίου που καθορίζεται από τον χρήστη.

Για την εύρεση της βέλτιστης χαρτογραφικής κλίμακας το IM χρησιμοποιεί έναν ειδικό αλγόριθμο αναζήτησης ο οποίος αναζητά περιοχές, με διάσταση όση και του ενθέτου, οι οποίες αποτελούνται από μηδενικά (θάλασσα) ακολουθώντας τον κανόνα 3. Ο παραπάνω αλγόριθμος αποτελεί μια τροποποίηση του σειριακού αλγορίθμου αναζήτησης σε πίνακα δυο διαστάσεων. Στόχος του αλγορίθμου είναι να επιστρέφει όλες τις πιθανές θέσεις του ενθέτου για μια συγκεκριμένη διάσταση.

Η υπολογιστική διαδικασία χρησιμοποιεί αρκετές φορές και με διαφορετικές διαστάσεις ενθέτου τον αλγόριθμο αναζήτησης. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα η υπολογιστική διαδικασία να έχει πολύ μεγάλο υπολογιστικό κόστος. Για τον λόγο αυτό επιλέχθηκε η τακτική «απότομη κάθοδος» με την οποία πλησιάζουμε πολύ γρήγορα στην επιθυμητή

τιμή του q , ενώ έπειτα διορθώνεται η τιμή αυτή με μικρά βήματα «αργή άνοδος».

Οι πληροφορίες που επιστρέφει η υπολογιστική διαδικασία είναι:

- 1) Ο πολλαπλασιαστής (q) με τον οποίο έχουμε το ένθετο χάρτη με τις μεγαλύτερες δυνατές διαστάσεις (την μικρότερη χαρτογραφική κλίμακα).
- 2) Το πλήθος των ενθέτων χαρτών με τις μεγαλύτερες διαστάσεις.
- 3) Τις θέσεις στον πίνακα-χάρτη των παραπάνω ενθέτων.

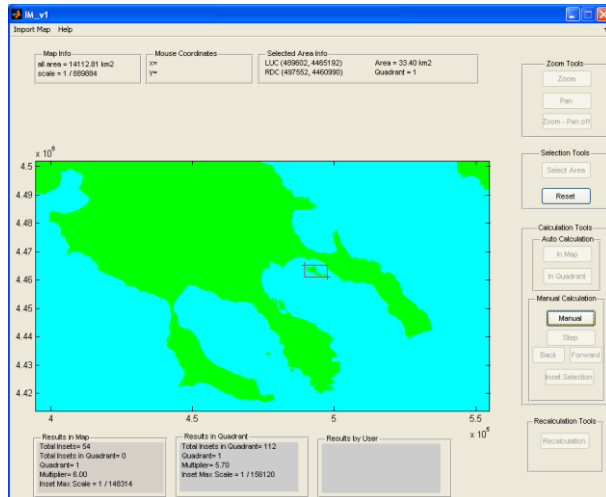
Με την βοήθεια των παραπάνω πληροφοριών οι χαρτογράφοι μπορούν να επιλέξουν την θέση στην οποία θέλουν να τοποθετήσουν το ένθετο ακολουθώντας τους αντίστοιχους χαρτογραφικούς κανόνες.

V ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ INSET MAPPER

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του IM κατά την χρήση του σε δεδομένα που απεικονίζουν την περιοχή της Χαλκιδικής. Η περιοχή αυτή έχει ένα μοναδικό σχήμα, εφόσον αποτελείται από τρεις χερσονήσους η μία διπλά στην άλλη και μέσα σε αυτές περιέχονται η νησίδα Κέλυφος και το νησί της Αμουλιανής στους κόλπους της Κασσάνδρας και της Σιθωνίας αντίστοιχα. Τα νησάκια αυτά δεν είναι δυνατόν να απεικονιστούν αποδοτικά στην κλίμακα του κυρίως χάρτη όπως αυτός απεικονίζει την συνολική περιοχή της Χαλκιδικής (Σχήμα 5).

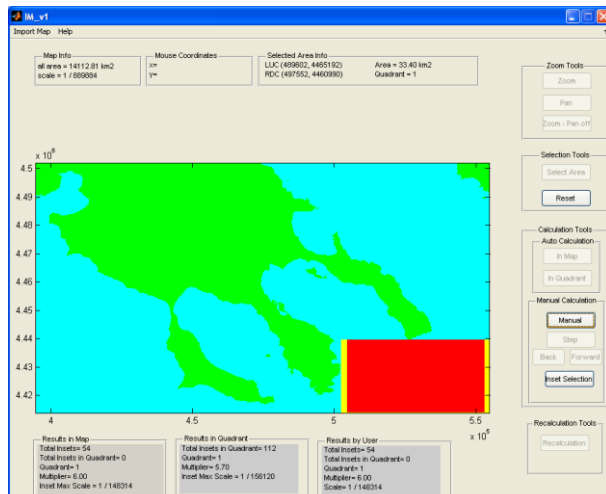
Το εμβαδόν της περιοχής μελέτης είναι 14,112 Km² και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν βρίσκονται σε κλίμακα 1:900.000. Στην κλίμακα αυτή οι περιοχές ενδιαφέροντος, νησίδες Κέλυφος και Αμουλιανή, σχεδόν δεν διακρίνονται. Επομένως η χρήση ένθετων χαρτών για την οπτικοποίηση τους σε μεγαλύτερη χαρτογραφική κλίμακα και η απεικόνισή τους με μεγαλύτερη λεπτομέρεια κρίνεται απαραίτητη. Έτσι η επιλογή τους στο λογισμικό IM μας δίνει τα αποτελέσματα που παρατίθενται παρακάτω.

Για την Αμουλιανή η περιοχή που επιλέχθηκε έχει εμβαδόν 33,4 Km² (Σχήμα 5, με κόκκινο πλαίσιο).



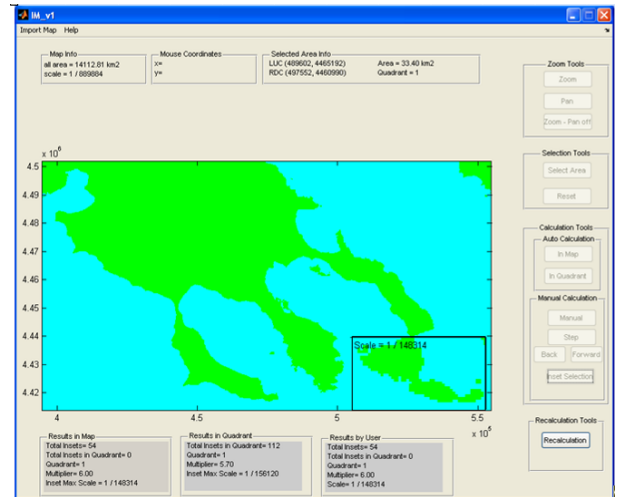
Σχήμα 5 – Επιλεγμένη περιοχή Αμουλιανή (κόκκινο πλαίσιο)

Μετά την υπολογιστική διαδικασία το λογισμικό IM δίνει τα εξής αποτελέσματα: η βέλτιστη χαρτογραφική κλίμακα είναι 1:148.314 ενώ οι προτεινόμενες θέσεις του ενθέτου χάρτη είναι 54 και βρίσκονται όλες στο 4 τεταρτημόριο (Σχήμα 6). Παρατηρείται ότι ο αριθμός των εναλλακτικών θέσεων ενθέτων χαρτών που προτείνονται από το λογισμικό είναι αρκετά μεγάλος (54 θέσεις). Η χρήση αλγορίθμων συσταδοποίησης που σαρώνουν τα αποτελέσματα του IM τα ομαδοποιούν έχοντας ως αποτέλεσμα την επιλογή μόνον μιας θέσεως ως την πιο κατάλληλη (Σχήμα 6 με κόκκινο χρώμα). Είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι οι διαδικασίες συσταδοποίησης των αποτελεσμάτων του IM παρουσιάζονται και αναλύονται από τους συγγραφείς στην εργασία [10].



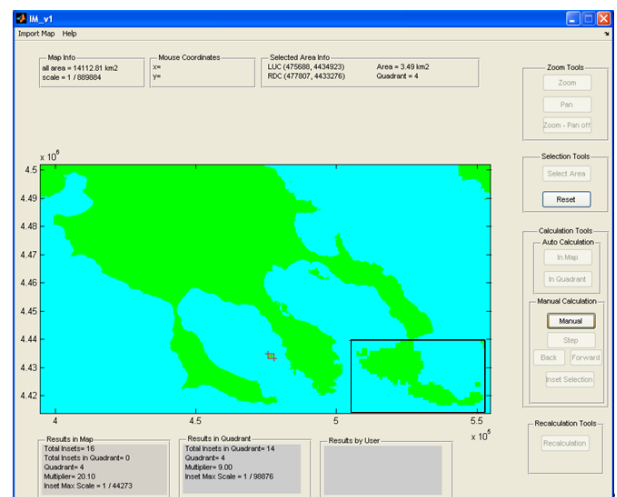
Σχήμα 6 – Προτεινόμενη Θέση Ένθετου χάρτη για την Αμουλιανή (κόκκινο)

Έτσι ο ένθετος χάρτης καθώς οπτικοποιείται στην τελική του μορφή με την βέλτιστη κλίμακα εισάγεται στον κυρίως χάρτη (Σχήμα 7 μαύρο πλαίσιο).



Σχήμα 7 – Ο ένθετος χάρτης που απεικονίζει την Αμουλιανή στην προτεινόμενη κλίμακα και θέση

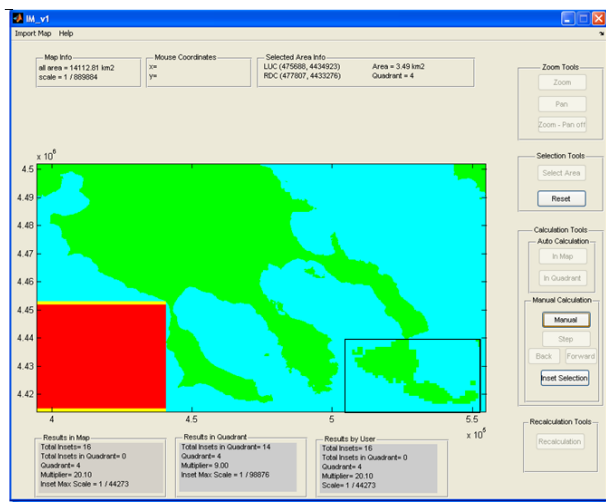
Επιπλέον η διαδικασία αυτή είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί και για τη δημιουργία περισσότερων του ενός ενθέτων. Η συνέχεια της διαδικασίας έχει ως επόμενο βήμα την επιλογή της νησίδας Κέλυφος η οποία έχει εμβαδόν 3,49 Km² (Σχήμα 8). Η νησίδα αυτή στην κυρίως κλίμακα του χάρτη είναι δυσδιάκριτη και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της δεν αποδίδονται αποδοτικά.



Σχήμα 8 – Ο ένθετος χάρτης που απεικονίζει την Αμουλιανή στην προτεινόμενη κλίμακα και θέση αλλά και την – Επιλεγμένη περιοχή νησίδα Κέλυφος (κόκκινο πλαίσιο)

Το IM για την επιλογή αυτή δίνει τα εξής αποτελέσματα: ως βέλτιστη χαρτογραφική κλίμακα την 1:44.273 ενώ οι προτεινόμενες θέσεις για το ένθετο είναι 16 και οι οποίες βρίσκονται όλες στο 3 τεταρτημόριο (Σχήμα 9).

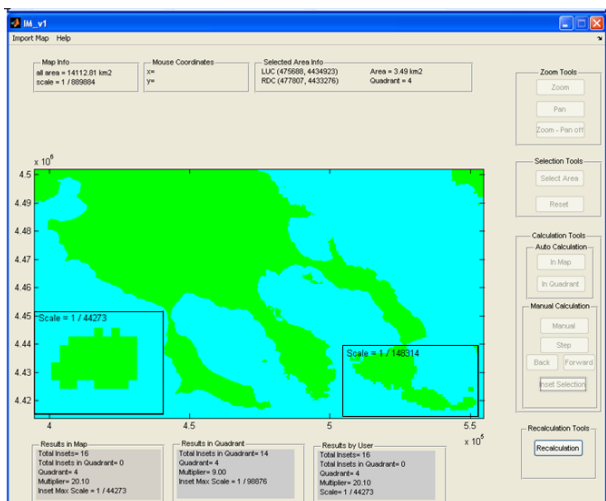
Παρατηρείται ότι και στην περίπτωση αυτή ο αριθμός των προτεινόμενων ενθέτων είναι αρκετά μεγάλος (16 ένθετα) αλλά με την χρήση των αλγορίθμων συσταδοποίησης ελαττώνεται και πάλι στην μια θέση την οποία και απεικονίζει η εφαρμογή με κόκκινο χρώμα (Σχήμα 9 με κόκκινο χρώμα).



Σχήμα 9 – Προτεινόμενη Θέση Ένθετου χάρτη για την νηίδα Κέλυφος (κόκκινο)

Η επιλογή της μίας από τις δεκαέξι θέσεις ως την βέλτιστη για την τοποθέτηση του ενθέτου, πραγματοποιείται από τους αλγορίθμους συσταδοποίησης που ενσωματώνονται στις υπολογιστικές διαδικασίες του IM. Οι αλγόριθμοι αυτοί, την υπολογίζουν έχοντας ως κριτήρια η τελικά προτεινόμενη λύση να ανήκει στην ομάδα των προτεινόμενων θέσεων και να αποτελεί το κέντρο της ομάδας αυτής.

Τέλος τα συνολικά αποτελέσματα απεικονίζονται στον κυρίως χάρτη ο οποίος περιέχει και τα δύο ένθετα στις προτεινόμενες από το λογισμικό κλίμακες και θέσεις (Σχήμα 10).



Σχήμα 10 – Ο κυρίως χάρτης με τους ένθετους χάρτες που απεικονίζουν την Αμουλιανή (Δεξιά) και την νηίδα Κέλυφος (Αριστερά) στην προτεινόμενη κλίμακα και θέση

VI ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο παρόν άρθρο παρουσιάστηκαν α) το πρόβλημα της «Χωρικής Ασυνέχειας του Γεωγραφικού Χώρου» και αναλύθηκε ο τρόπος επίλυσης του με τη χρήση ένθετων χαρτών, καθώς και το θεωρητικό υπόβαθρο και η ομαδοποίηση των χαρτογραφικών κανόνων που διέπουν την κατασκευή ένθετων στη νησιωτική

χαρτογραφία και β) η ολοκληρωμένη υλοποίηση του IM που ενσωματώνει όλα τα παραπάνω. Η υλοποίηση του IM βασίστηκε στα παρακάτω στάδια:

- I. Συλλογή και κωδικοποίηση της χαρτογραφικής λογικής και των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ένθετων χαρτών. Αυτό επιτεύχθηκε με τη μαθηματική περιγραφή των χαρτογραφικών κανόνων που διέπουν την κατασκευή ένθετων χαρτών, βοηθώντας ταυτόχρονα στην αλγοριθμική προσέγγιση της επίλυσης του χαρτογραφικού προβλήματος.
- II. Δημιουργία υπολογιστικής διαδικασίας για την περιγραφή και την επίλυση του χαρτογραφικού προβλήματος της Χωρικής Ασυνέχειας του Γεωγραφικού χώρου.
- III. Αλγοριθμική αναπαράσταση των χαρτογραφικών κανόνων και των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ένθετων χαρτών. Συγκεκριμένα αναπτύχθηκαν αλγόριθμοι αναζήτησης της βέλτιστης κλίμακας και των θέσεων πολλαπλών ενθέτων σε έναν χάρτη, αλλά και αλγόριθμοι συσταδοποίησης για την εύρεση της βέλτιστης θέσεως των ένθετων χαρτών[7], [10]

Από τα στάδια υλοποίησης του IM συμπεραίνουμε ότι είναι εφικτή, μέσα από υπολογιστικές διαδικασίες και αλγορίθμους, η περιγραφή της χαρτογραφικής γνώσης και των μεθόδων που ακολουθούνται κατά την παραγωγή χαρτογραφικών προϊόντων. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η κατασκευή εργαλείων και εφαρμογών για την επίλυση χαρτογραφικών προβλημάτων που έχουν ως αποτέλεσμα τη διευκόλυνση των χαρτογράφων. Στην περίπτωση του IM η χρήση των αυτοματοποιημένων διαδικασιών έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη και πιο αποδοτική υλοποίηση χαρτογραφικών οπτικοποιήσεων που απεικονίζουν Νησιώτικες περιοχές με πρόβλημα «Χωρικής Πολυπλοκότητας και Ασυνέχειας του Γεωγραφικού χώρου». Συνεπώς είναι εφικτή η ενσωμάτωση της χαρτογραφικής γνώσης και δημιουργίας σε ψηφιακά εργαλεία και εφαρμογές τα οποία εκτελούν αυτοματοποιημένες διεργασίες για την επίλυση αμιγώς χαρτογραφικών προβλημάτων. Με αυτόν τον τρόπο επεκτείνονται οι δυνατότητες της ψηφιακής χαρτογραφίας οδηγώντας τους Γεωεπιστήμονες στη δημιουργία νέων πιο αποδοτικών εφαρμογών που έχουν ως στόχο την αποδοτικότερη χαρτογραφική απεικόνιση.

VII. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] W. Mackaness, P. Fisher, and G. Wilkinson, "Towards a cartographic expert system," in *Proceedings Auto-Carto London*, 1986, vol. 1, pp. 578-587.
- [2] W. Mackaness and P. Fisher, "Automatic recognition and resolution of spatial conflicts in cartographic symbolisation," in *Proceedings of AUTO-CARTO*, 1987, vol. 8, pp. 709-718.
- [3] V. Robinson, A. Frank, and M. Blaze, "Expert systems applied to problems in geographic information systems: Introduction, review and prospects," *Computers, environment and urban systems*, vol. 11, no. 4, pp. 161-173, 1986.
- [4] J. Kastner and S. Hong, "A review of expert systems," *European journal of operational research*, vol. 18, no. 3, pp. 285-292, 1984.
- [5] K. C. Clarke, *Analytical and computer cartography*, no. 1. Prentice Hall, 1995.
- [6] F. Ormeling, "Island cartography," in *Proceedings of the 7th National Cartographic Conference, Island Cartography, Lesvos, Greece*, 2002, pp. 22-30.
- [7] A. Papakonstantinou, D. Varsamis, and N. Soulakellis, "Inset Mapper: A Software Tool in Island Cartography," *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 38, no. 4, pp. 384-397, 2011.
- [8] B. Dent, *Cartography: Thematic Map Design*, 5th ed., vol. 46, no. 2. William C Brown Pub, 1998, p. 417.
- [9] F. Broome, C. Beard, and A. Martinez, "Automated map inset determination," in *Auto-Carto 8: Eighth International Symposium on Computer-Assisted Cartography*, March 29 - April 3, 1987, vol. 8, pp. 466-470.
- [10] A. Papakonstantinou, D. Varsamis, N. Soulakellis, and P. Kyriakidis, "Inset Mapper: A Tool for Scale Selection and Inset Placing Configuration of Multiple Insets in Island Cartography," in *25th International Cartographic Conference*, 4-8 July, 2011, p. Co-308.
- [11] J. A. Tyner, *Principles of Map Design*, First. New York, NY: Guilford Press, 2010, p. 259 pages.
- [12] A. Robinson, J. Morrison, P. Muehrcke, J. Kimerling, and S. Guptill, *Elements of Cartography*, Fifth Edit. New York, NY: John Wiley & Sons Inc, 1995, p. 674.
- [13] W. G. Thompson, "Automated detection and delineation of inset maps," in *Autocarto'08 Sept 08-11*, 2008.
- [14] W. G. Thompson, "An Automated Method of Scale Selection and Sheet Configuration for Multiple Sheet Census Maps with Insets," *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 36, no. 1, pp. 59-70, Jan. 2009.
- [15] P. G. Jarvis, "Scaling processes and problems," *Plant, Cell and Environment*, vol. 18, no. 10, pp. 1079-1089, Oct. 1995.
- [16] J. Krygier and D. Wood, *Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS*, Second. New York, NY: The Guilford Press, 2005, p. 256.
- [17] A. Martinez, "Automated inseting: An expert component embedded in the census bureau's map production system," in *Auto-Carto 9: Ninth International Symposium on Computer-Assisted Cartography*, Baltimore, Maryland. April 2 - 7, 1989, pp. 181-190.
- [18] G. Peterson, *GIS cartography: a guide to effective map design*. CRC Press, 2009, p. 227 pages.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

Απόστολος Παπακωνσταντίνου

Εργαστήριο Χαρτογραφίας και Γεωπληροφορικής,

Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου,

Λόφος Πανεπιστημίου

81100 Μυτιλήνη - ΕΛΛΑΣ

Τηλ/ Fax: +30 2251036412

e-mail: apapak@geo.aegean.gr

Χωρογραφίες/ Τόμος 2/ Αρ2/ 2011 – σελ 79-87

