

**ΜΕΛΕΤΗ ΟΠΤΙΚΗΣ ΕΠΑΦΗΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΙΘΑΚΗΣ,  
ΜΕ ΤΗ ΧΩΜΑΤΕΡΗ - ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ  
ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΣΕ GIS.**

Δ. Βαϊόπουλος, Α. Βασιλόπουλος, Ν. Ευελπίδου\*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην εργασία αυτή, εφαρμόζουμε έναν αλγόριθμο ελέγχου οπτικής επαφής μεταξύ δύο θέσεων, ή μίας θέσης σε σχέση με όλες τις γειτονικές (viewshed analysis). Με τη χρήση της μεθόδου αυτής, προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε και να σημειώσουμε τα προβλήματα κακαιοσμής που προκαλούνται από τη λειτουργία της χωματεράς στη νήσο Ιθάκη.

Διασταυρώνοντας τα αποτελέσματα που έδωσε η ψηφιακή επεξεργασία των δεδομένων, μέσω του GIS, με τις επιτόπιες παρατηρήσεις που πραγματοποίησε η ομάδα μας, διαπιστώσαμε ότι τα αποτελέσματα του ψηφιακού χάρτη ήταν πλέον του δέοντος ικανοποιητικά. Επιπλέον, ο συνολικός χρόνος επεξεργασίας των δεδομένων, μειώθηκε σημαντικά, συγκρινόμενος με το χρόνο που απαιτείται για την πραγματοποίηση της ίδιας εργασίας, μέσω εργασίας υπαίθρου.

**ABSTRACT**

In this study, we apply an algorithm that solves visibility problems between two selection points, or one point and the surrounding area (viewshed analysis), trying to locate and mark on the map, environmental problems caused by the rubbish dump area. As a case study, we selected the island of Ithaki (Ionian sea). Cross testing the results of the digital data processing with insitu observations conducted by our team, we were satisfied to see that there were no important deviations. Moreover, the total processing time was significantly reduced, compared to the time needed to complete the same task through fieldwork.

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

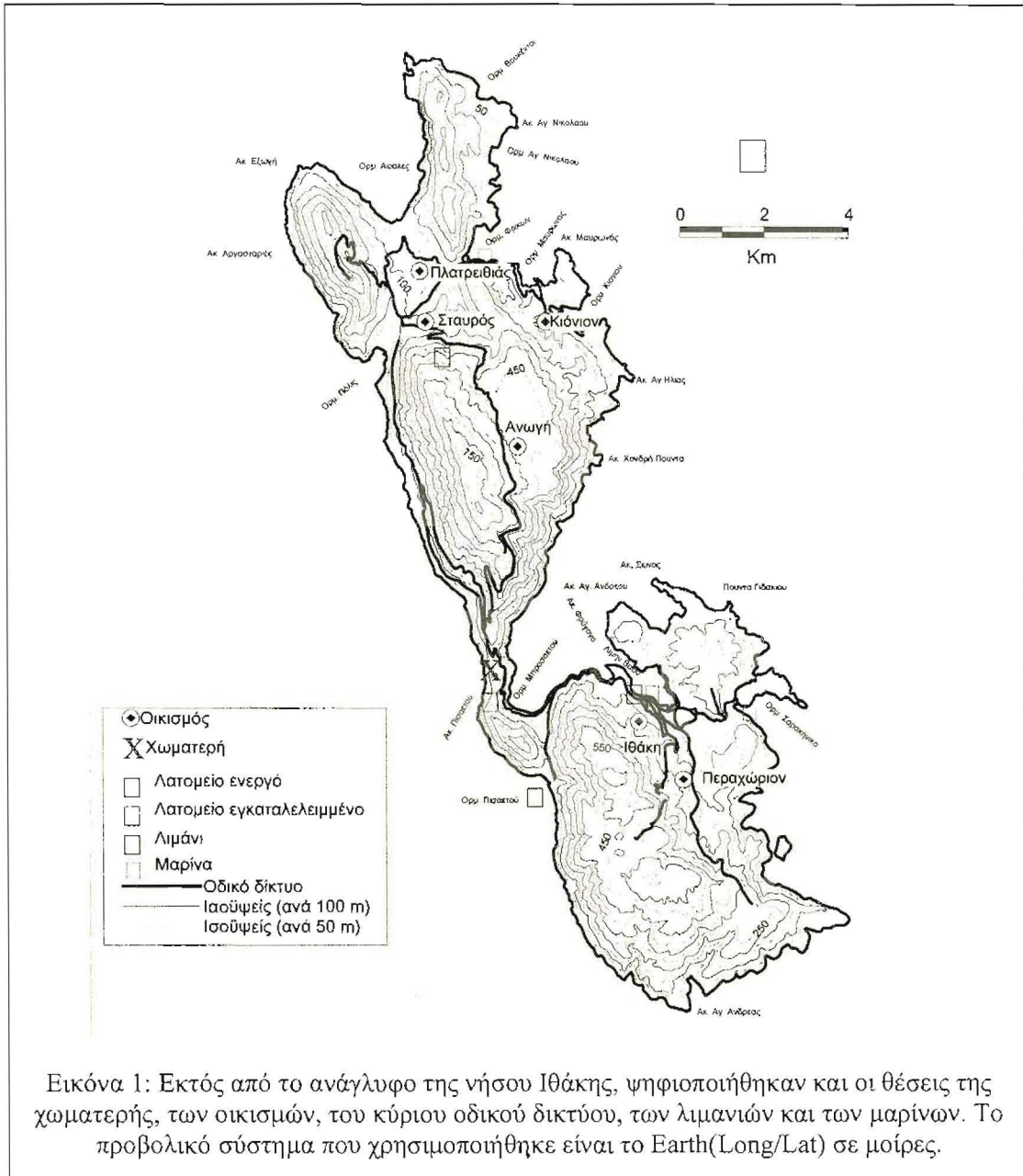
Η μελέτη ορατότητας μίας θέσης από μία άλλη, ή από όλες τις γύρω περιοχές, βρίσκει εφαρμογή σε πλήθος δραστηριοτήτων. Μερικές από αυτές είναι ο προσδιορισμός κατάλληλων θέσεων για την εγκατάσταση χώρων υγειονομικής ταφής, λατομείων, ή θέσεων εγκατάστασης παρατηρητηρίων.

Στην εργασία αυτή, χρησιμοποιήσαμε το GIS και το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της νήσου Ιθάκης, για να κατασκευάσουμε χάρτες της νήσου, που δείχνουν τις ορατές από τη χωματερή περιοχές. Χρησιμοποιώντας την ίδια μεθοδολογία, είναι δυνατή η κατασκευή χαρτών που δείχνουν τις ορατές περιοχές και από άλλες θέσεις.

Στόχος της εργασίας αυτής είναι αφενός μεν η εφαρμογή της μεθόδου αρχικά σε θεωρητικό επίπεδο και στη συνέχεια στη φυσική πραγματικότητα και αφετέρου η υπόδειξη των προβλημάτων που δημιουργεί η χωματερή της νήσου στις γειτονικές περιοχές.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΙΘΑΚΗ

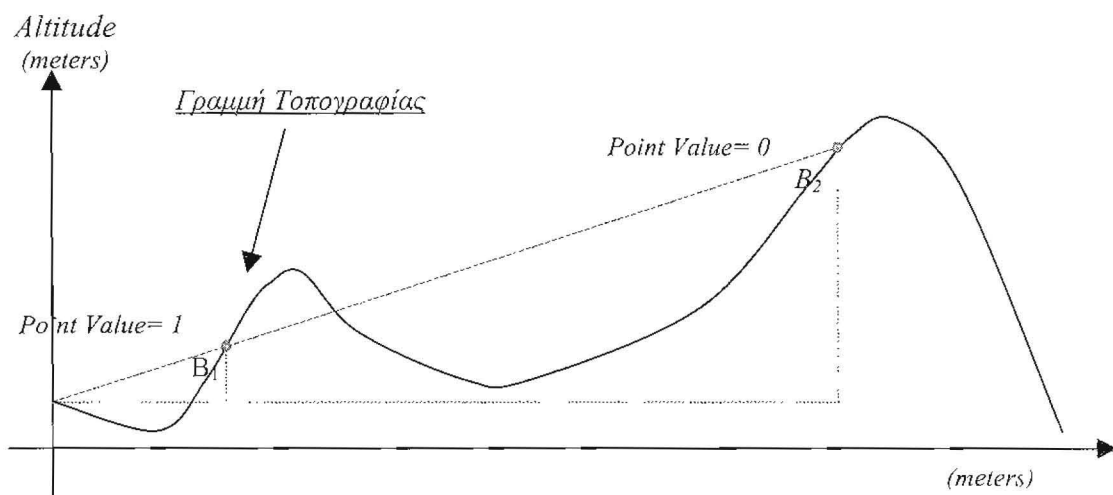
Για τη μελέτη ορατότητας, αρχικά κατασκευάσαμε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Digital Elevation Model). Η πληροφορία του αναγλύφου προέρχεται από ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών ισοδιάστασης 10 μέτρων της νήσου Ιθάκης (τοπογραφικός χάρτης Γ.Υ.Σ. 1:50.000). Από τις ισοϋψείς καμπύλες, δημιουργήσαμε ένα αρχείο με τα κομβικά σημεία (nodes) που τις αποτελούσαν. Επιπλέον, το αρχείο αυτό εμπλουτίστηκε με τα τριγωνομετρικά σημεία της περιοχής. Όπως είναι φυσικό, προκειμένου να έχουμε την πληροφορία απόλυτου υψομέτρου για κάθε σημείο της νήσου, πρέπει να αποδώσουμε τιμές υψομέτρων στους κόμβους ενός κανονικού κανάβου, δημιουργώντας ένα αρχείο κανάβου (GRID file).



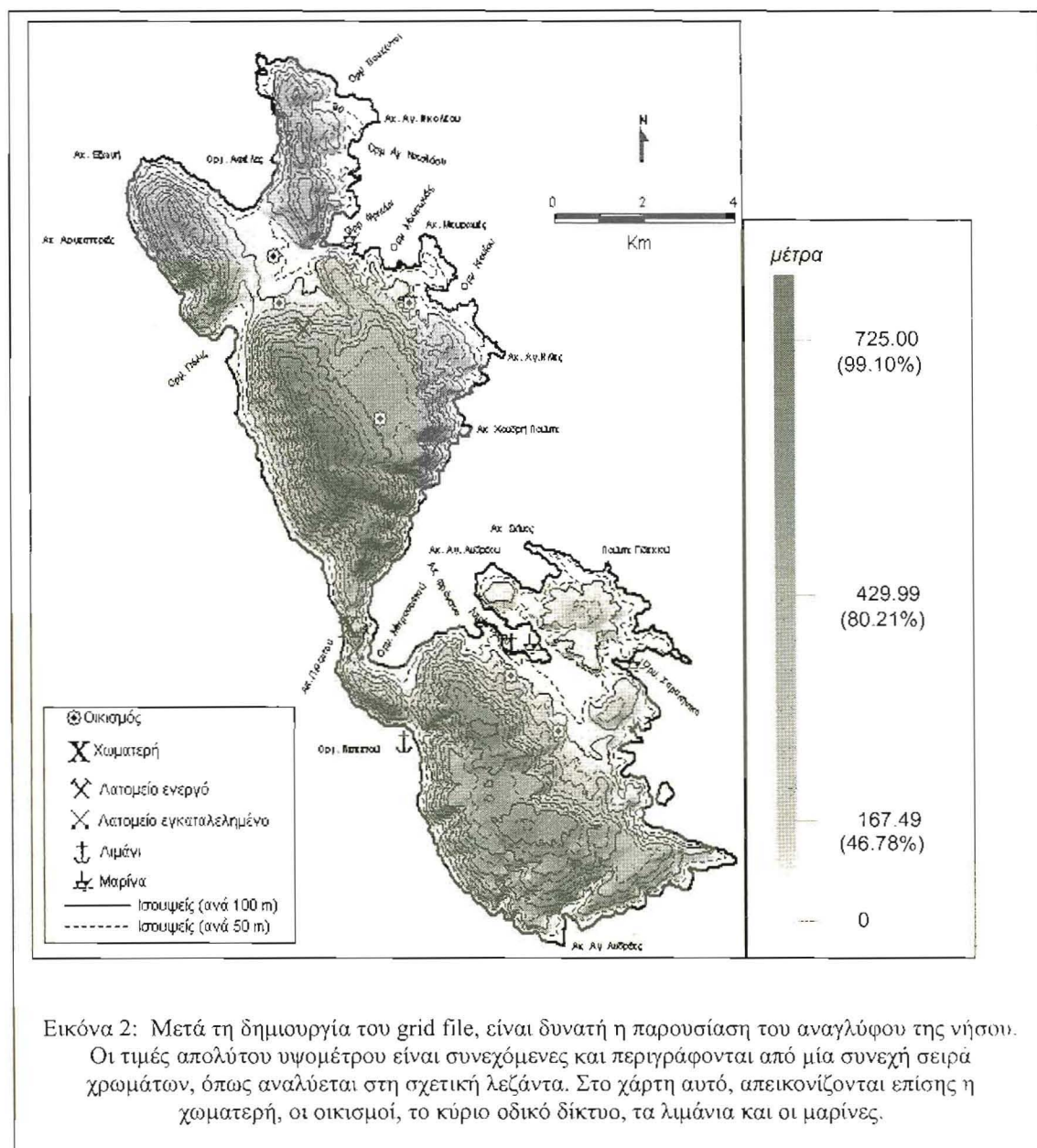
Για τη δημιουργία του αρχείου κανάβου, χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος προσομοίωσης 'Triangulation with Smoothing', ο οποίος δίνει τα βέλτιστα αποτελέσματα σε περιπτώσεις προσομοίωσης επιφανειών εδάφους. Έτσι, από το αρχείο κανάβου, το GIS είναι σε θέση να παρέχει την πληροφορία απόλυτου υψομέτρου σε κάθε σημείο της νήσου, ακόμα και στις θέσεις που βρίσκονται μεταξύ κομβικών σημείων. Στις θέσεις αυτές το GIS δεν έχει αποθηκευμένες στο αρχείο κανάβου τις τιμές των υψομέτρων, αλλά αυτές υπολογίζονται αυτόματα με βάση τις γειτονικές τιμές. Από τη συνεχή πληροφορία των απόλυτων υψομέτρων προκύπτει ο χάρτης της εικόνας 2.

Επιπλέον, πρέπει να ψηφιοποιηθούν πληροφορίες που αφορούν στις θέσεις της χωματερής και των σημείων όπου δεν επιθυμούμε να έχουν οπτική επαφή με αυτήν, όπως είναι οι οικισμοί, το κύριο οδικό δίκτυο, τα λιμάνια και οι μαρίνες της περιοχής (εικόνα 1). Άλλες θέσεις ενδιαφέροντος, όπως είναι οι αρχαιολογικοί χώροι, θα μπορούσε εύκολα να ψηφιοποιηθούν και να αναλυθούν κατά τον ίδιο τρόπο.

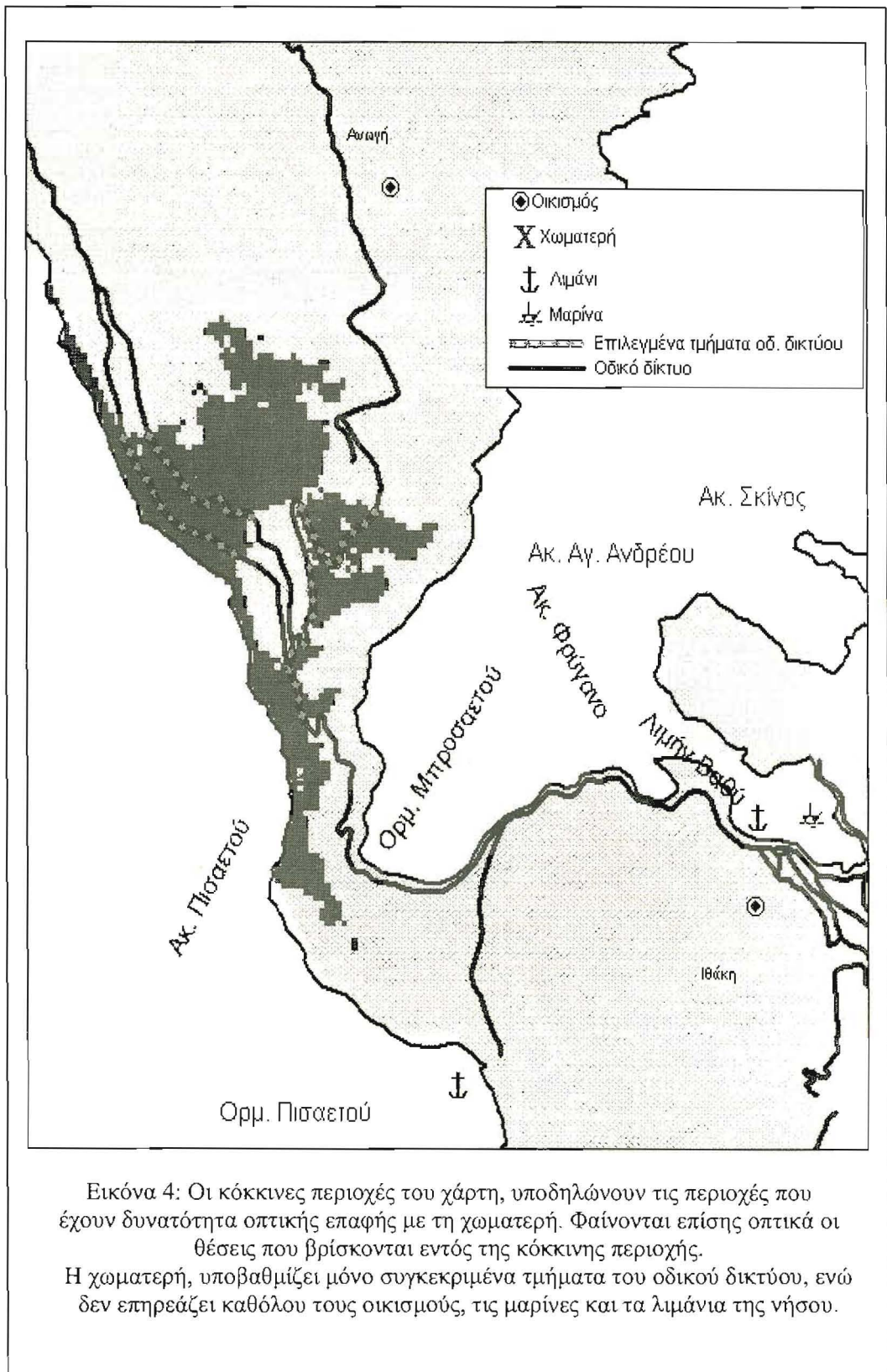
Ο αλγόριθμος, που προσδιορίζει τις περιοχές που έχουν οπτική επαφή με τη χωματερή, μελετά ξεχωριστά την οπτική επαφή κάθε σημείου της νήσου με τη θέση της χωματερής, αποδίδοντας την τιμή '1' στις θέσεις που έχουν, και την τιμή '0' στις θέσεις που δεν έχουν οπτική επαφή. Ο έλεγχος οπτικής επαφής, γίνεται με την κατασκευή μίας τοπογραφικής τομής μεταξύ των δύο σημείων. Για να υπάρχει δυνατότητα οπτικής επαφής, πρέπει η τοπογραφική τομή να μην τέμνει τη νοητή ευθεία που ενώνει τα δύο σημεία που ελέγχονται. Η λογική αυτή απεικονίζεται στην εικόνα 3.



Εικόνα 3: Στην εικόνα αυτή, γίνεται εμφανής ο τρόπος ελέγχου της οπτικής επαφής μεταξύ δύο σημείων  $B_1$ ,  $B_2$ , του αναγλύφου. Στην πράξη, πραγματοποιείται μία τοπογραφική τομή μεταξύ των δύο σημείων ελέγχου. Για να υπάρχει οπτική επαφή, μεταξύ των δύο σημείων, θα πρέπει όλα τα σημεία της τοπογραφίας να βρίσκονται χαμηλότερα από τη νοητή ευθεία που ενώνει τα σημεία ελέγχου.



Εικόνα 2: Μετά τη δημιουργία του grid file, είναι δυνατή η παρουσίαση του αναγλύφου της νήσου. Οι τιμές απολύτου υψόμετρου είναι συνεχόμενες και περιγράφονται από μία συνεχή σειρά χρωμάτων, όπως αναλύεται στη σχετική λεζάντα. Στο χάρτη αυτό, απεικονίζονται επίσης η χωματερή, οι οικισμοί, το κύριο οδικό δίκτυο, τα λιμάνια και οι μαρίνες.



Ο αλγόριθμος ελέγχου ορατότητας έδωσε το χάρτη της εικόνας 4, όπου με κόκκινο έχουν σημειωθεί οι περιοχές που μπορούν να έχουν οπτική επαφή με τη χωματερή. Τέλος, έγινε επιλογή των σημείων ενδιαφέροντος (οικισμών, τμημάτων του κύριου οδικού δικτύου, λιμανιών και μαρινών), που εμπίπτουν στις ζώνες που είναι δυνατή η οπτική επαφή με τη χωματερή.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συγκρίνοντας τις σημειωμένες, με έντονη πράσινη στικτή γραμμή, περιοχές στο χάρτη της εικόνας 4 με τις ισοϋψείς καμπύλες της περιοχής, μπορούμε να έχουμε μία πρώτη επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων του αλγορίθμου. Όπως παρατηρούμε, ολόκληρη η περιοχή εγκατάστασης της χωματερής, βρίσκεται σε σημαντικά χαμηλότερο υψόμετρο από τη γύρω περιοχή τόσο προς Βορρά όσο και προς Νότο.

Από τον τελικό χάρτη (εικόνα 4), παρατηρούμε ότι μόνο οι άνθρωποι που βρίσκονται στα τμήματα του οδικού δικτύου που έχουμε χρωματίσει με έντονη πράσινη στικτή γραμμή, έχουν τη δυσάρεστη θέα της χωματερής. Εκτός των τμημάτων αυτών, οι υπόλοιπες θέσεις που εξετάστηκαν δεν βρίσκονται σε οπτική επαφή με τη χωματερή, εξαιτίας του χαμηλού υψομέτρου στο οποίο έχει εγκατασταθεί. Συνολικά, μικρό μόνο ποσοστό του νησιού έχει τη θέα της χωματερής. Παρόλα αυτά, η θέση εγκατάστασής της είναι τέτοια ώστε όλοι όσοι επισκέπτονται το βόρειο τμήμα της νήσου να αναγκάζονται να κινηθούν στα τμήματα του κύριου οδικού δικτύου που έχουν οπτική επαφή με τη χωματερή.

Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν, μέσω ψηφιακής επεξεργασίας του αναγλύφου και των θέσεων μελέτης, και απεικονίστηκαν στον τελικό χάρτη, επιβεβαιώθηκαν και από επιτόπιες παρατηρήσεις που πραγματοποίησε η ομάδα.

Η χρήση του αλγορίθμου και της μεθοδολογίας που περιγράφηκε στην εργασία αυτή, μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες περιπτώσεις, λαμβάνοντας πάντοτε υπόψη ότι απαιτείται όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια αναγλύφου. Ο απαιτούμενος χρόνος χρήσης του GIS για την παραγωγή των χαρτών ορατότητας, ήταν 3 λεπτά, λαμβάνοντας δεδομένο ότι το μόνο που προϋπήρχε ήταν το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM). Από προηγούμενη εμπειρία, μία αντίστοιχη μελέτη θα χρειαζόνταν αρκετές ώρες και ενδεχομένως αρκετές ημέρες εργασίας υπαίθρου, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες, μη συμπεριλαμβανομένου του χρόνου κατασκευής των τελικών χαρτών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BORNOVAS, J., 1960, Observations nouvelles sur la geologie des zones preapulienne et ionienne (Grece occidentale), Bull.Soc. Geol. France, ser.7, 2, 410-413.
- HAGN, H., BERGMANN, H., BISCHOFF, B., BRAUNE, K., DREMEL, G., HUG, F., OTT, W., 1968, Zur Neogen - Stratigraphie von Kephallenia & Ithaka Giornale di Geologia, 35. 179-88. Bologna.
- SOREL, D., 1976, Etude Neotectonique dans l'arc Egeen externe occidental, Univ. Paris XI (these 3eme cycle).
- VASSILOPOULOS, A., 1998, Using GIS Systems in Complicated Military Operations-Solutions on Visual Contact Problems -, Bulletin of Geographical Military Service, under publication.