

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΞΑΓΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΥΣ ΧΑΡΤΕΣ, ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ/G.I.S. ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΙΘΩΝΙΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ.

Οικονομίδης Δ., Μουρατίδης Α., Αστάρας Θ., Ελπέκογλου Σ.

Εργαστήριο Εφαρμογών Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ, ([οικονομι@geo.auth.gr](mailto: οικονoμι@geo.auth.gr))

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, γίνεται όλο και πιο διαδεδομένη η χρήση δορυφορικών δεδομένων για την παραγωγή Ψηφιακών Μοντέλων Αναγλύφου/DEM, από τα οποία λαμβάνονται δευτερογενείς πληροφορίες σχετικά με την τοπογραφία μιας περιοχής. Ως εκ τούτου, καθίσταται αναγκαίος ο έλεγχος αξιοπιστίας των παραπάνω πληροφοριών.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μία συγκριτική μελέτη γεωμορφολογικών - μορφομετρικών χαρακτηριστικών, τα οποία εξάγονται από DEM προερχόμενα από ελεύθερα διαθέσιμα δορυφορικά δεδομένα (αποστολή SRTM) και από κλασικές πηγές, όπως είναι οι τοπογραφικοί χάρτες της Γ.Υ.Σ. 1:50.000.

Η παραπάνω συγκριτική μελέτη εφαρμόζεται στην περιοχή της Σιθωνίας Χαλκιδικής. Συγκεκριμένα, γίνεται σύγκριση του υδρογραφικού δικτύου, των κλίσεων και των προσανατολισμών των κλιτύων, από τις δύο προαναφερθείσες πηγές δεδομένων και εξάγονται συμπεράσματα..

COMPARING GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS DERIVED FROM SATELLITE DATA AND TOPOGRAPHICAL MAPS, WITH THE AID OF GIS. AN EXAMPLE FROM SITHONIA, HALKIDIKI AREA, GREECE.

Oikonomidis D., Mouratidis A., Astaras T., Elpekoglou S.

Laboratory of Remote Sensing and GIS Applications, Department of Physical and Environmental Geography, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki.

Abstract

In the last years, satellite data are more often used for producing Digital Elevation Models/DEM, from which, secondary information, related to the topography of an area, are extracted. Therefore, checking the reliability of the above data, becomes necessary.

In the present paper, a comparative study of geomorphological-morphometrical data is attempted. These data, were extracted from DEM, derived from free of charge satellite data (Satellite Radar Topography Mission/SRTM) and from conventional sources, such as topographical maps of Hellenic Army Geographical Service/HAGS, of 1/50.000 scale.

The above comparative study is applied in the Sithonia Peninsula of Halkidiki area. In particular, a comparison takes place between the drainage network, the slopes and the aspects derived from the above-mentioned data sources and certain conclusions are drawn.

Λέξεις κλειδιά: SRTM, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Σιθωνία.

Key words: SRTM, GIS, Sithonia.

1. Εισαγωγή-σκοπός της εργασίας

Τα τελευταία χρόνια, μεταξύ των γεωεπιστημόνων γίνεται όλο και πιο διαδεδομένη η χρήση δορυφορικών δεδομένων για την παραγωγή Ψηφιακών Μοντέλων Αναγλύφου/DEM, από τα οποία λαμβάνονται δευτερογενείς πληροφορίες σχετικά με την τοπογραφία μιας περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται τα δεδομένα της αποστολής SRTM της NASA. Η αποστολή SRTM ήταν μια συνεργασία μεταξύ της NASA, της υπηρεσίας εικόνων και χαρτών των ΗΠΑ (NIMA/US National Imagery and Mapping), της Ιταλικής Διαστημικής Υπηρεσίας (Italian Space Agency/ASI) και του Γερμανικής Υπηρεσίας Αεροδιαστήματος (German Aerospace Agency/DLR). Η αποστολή SRTM αφιερώθηκε αποκλειστικά στη «διαστημική συμβολομετρία SAR μονής διέλευσης» (satellite-borne single-pass SAR interferometry). Ήταν μια αποστολή διάρκειας 11 ημερών (Φεβρουάριος 2000), στην οποία χρησιμοποιήθηκαν δύο ανεξάρτητες κεραίες, που κατέγραφαν εικόνες στις C και X φασματικές ζώνες. Τα δεδομένα από την αποστολή SRTM ήταν κατάλληλα, ώστε να κατασκευαστούν μεγάλη διακριτικής ικανότητας και ακρίβειας ψηφιακά μοντέλα αναγλύφου (DEMs), με χωρική διακριτική ικανότητα (μέγεθος ψηφίδας) 30 μ. (με τη C-band) και σε ορισμένες περιπτώσεις με 10 μ. χωρική διακριτική ικανότητα (με την X-band). Η κατακόρυφη ακρίβεια ήταν καλύτερη από 10 μ. για τη C-band και 6 m για την X-band (Αστάρας, 2006).

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα ελεύθερα διαθέσιμα δεδομένα της αποστολής SRTM, δηλαδή το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου/DEM της χερσονήσου Σιθωνίας Χαλκιδικής, με μέγεθος ψηφίδας τα 90 μ. περίπου.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας επιχειρείται μία συγκριτική μελέτη γεωμορφολογικών - μορφομετρικών χαρακτηριστικών τα οποία εξάγονται από DEM προερχόμενα από ελεύθερα διαθέσιμα δορυφορικά δεδομένα (αποστολή SRTM) και από κλασικές πηγές, όπως είναι οι τοπογραφικοί χάρτες της Γ.Υ.Σ. 1:50.000.

Συγκεκριμένα, γίνεται σύγκριση του υδρογραφικού δικτύου, των κλίσεων και των προσανατολισμών των κλιτύων, από τις δύο προαναφερθείσες πηγές δεδομένων και εξάγονται συμπεράσματα.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο έλεγχος της αξιοπιστίας των δεδομένων που παράγονται από τα προαναφερόμενα DEM της αποστολής SRTM, σε σύγκριση με τοπογραφικούς χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού/ΓΥΣ, κλίμακος 1/50.000. Το τελικό αποτέλεσμα αυτής της εργασίας ήταν η δημιουργία πινάκων όπου καταγράφονται με ποσοτικές μετρήσεις οι διαφορές της κλίσης, προσανατολισμού και υδρογραφικού δικτύου που προέρχονται από της προαναφερθείσες πηγές δεδομένων.

2. Περιβάλλον της περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης είναι η χερσόνησος Σιθωνίας του νομού Χαλκιδικής (σχήμα 1). Η διεύθυνσή της είναι ΒΔ-ΝΑ, καλύπτει επιφάνεια 453,632 km².

Σύμφωνα με τον Μπαλαφούτη (1977), η περιοχή μελέτης κατατάσσεται στον Μεσογειακό τύπο κλίματος, Csa (ταξινόμηση Koeppen 1936), δηλαδή χαρακτηρίζεται από θερμά και ξηρά καλοκαίρια, καθώς και από ήπιους και υγρούς χειμώνες.

Τα υψόμετρα της περιοχής μελέτης κυμαίνονται από 0μ.-832μ., επομένως, βάσει της ταξινόμησης κατά Dikau (1989), η περιοχή μελέτης μπορεί να χαρακτηριστεί από πεδινή έως ημιορεινή.

Τέλος, η λιθολογία της περιοχής αποτελείται κυρίως από όξινα-ουδέτερα πλουτώνια και ηφαιστειακά πετρώματα, κρυσταλλικούς σχιστολίθους και μάργες (Ελπέκογλου 2006, ΓΓΜΕ 1978).

3. Δεδομένα και μέθοδος έρευνας

3.1 Δεδομένα

Στην εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα δεδομένα:

Α) Τοπογραφικοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ). Φύλλα: «Καλαμίτσιον», «Νικήτας», και «Συκέα», κλίμακας 1/50.000.

Β) Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου της αποστολής SRTM (Jarvis et al. 2006), με μέγεθος ψηφίδας 90 μ. περίπου.

Από τους τοπογραφικούς χάρτες ψηφιοποιήθηκαν:

- Οι ισοϋψείς καμπύλες με ισοδιάσταση 20μ.
- Το υδρογραφικό δίκτυο.
- Η ακτογραμμή.

3.2 Μέθοδος έρευνας

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σε προσωπικό υπολογιστή Computer Intel® Pentium® 4 CPU 3.40GHz 1.0 GB of RAM με τη χρήση του προγράμματος ArcGIS 9, συμπεριλαμβανομένων και των τριών εφαρμογών του, ArcMap, ArcCatalog & ArcToolbox.

Αρχικά, ψηφιοποιήθηκαν από τους τοπογραφικούς χάρτες οι ισοϋψείς καμπύλες της υπό μελέτην περιοχής, με ισοδιάσταση 20m οι οποίες περιλαμβάνουν υψόμετρα: 0m (ακτογραμμή) – 820m (υψηλότερη ισοϋψής) και οι οποίες παρουσιάζονται στο σχήμα 1.

Ακολούθως, ψηφιοποιήθηκε το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής (διαρκής και περιοδική ροή των ρεμάτων) και η ακτογραμμή της χερσονήσου Σιθωνίας (σχήμα 2α).

Στην συνέχεια, με τηνβοήθεια των παραπάνω επιπέδων πληροφοριών, δημιουργήθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου/DEM, με μέγεθος ψηφίδας τα 20 μ. (σχήμα 3α).

Από το DEM που προέκυψε από τους τοπογραφικούς χάρτες, δημιουργήθηκαν οι χάρτες κλίσεων (σχήμα 4α) και προσανατολισμού των κλιτύων (σχήμα 5α).

Από το DEM του SRTM (σχήμα 3β), δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες κλίσεων (σχήμα 4β) και προσανατολισμού (σχήμα 5β), και με την βοήθεια κατάλληλων υποπρογραμμάτων και μενού του ArcGIS και συγκεκριμένα του ArcMap και ArcToolbox, παρήχθη το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης (σχήμα 2β).

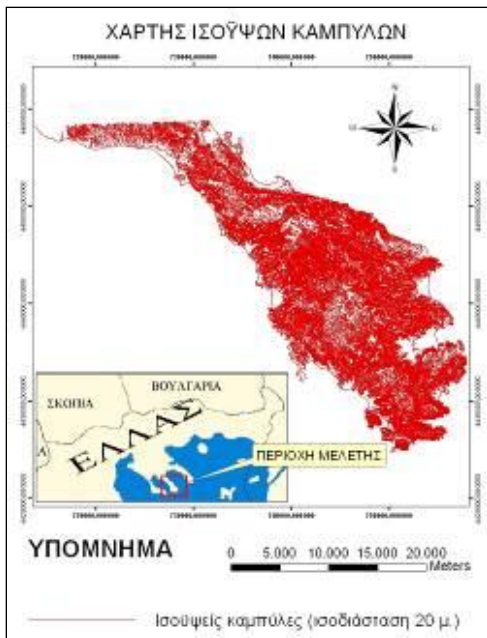
Όλα τα επίπεδα πληροφοριών καθώς και οι τοπογραφικοί χάρτες, είναι αυστηρά προσανατολισμένα σε ένα κοινό γεωγραφικό σύστημα, ώστε να καθίσταται δυνατός ο συνδυασμός ορισμένων από αυτά, σύμφωνα με τις επιθυμίες του χρήστη. Στην περίπτωση μας, όλα τα παραπάνω επίπεδα πληροφοριών, γεωαναφέρθηκαν στο προβολικό σύστημα UTM (WGS84/34N).

Τέλος, μετρήθηκαν:

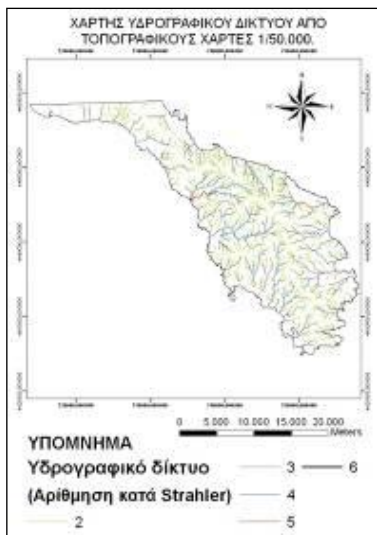
α) το μήκος κάθε τάξης ρεμάτων του υδρογραφικού δικτύου (αρίθμηση κατά Strahler 1952) που προέκυψαν τόσο από την ψηφιοποίηση των τοπογραφικών χαρτών όσο και από το DEM του SRTM (σχήμα 3 και πίνακας 1).

β) η έκταση που καταλαμβάνει κάθε κλάση κλίσεων (σχήμα 4 και πίνακας 2) και

γ) η έκταση που καταλαμβάνει κάθε κλάση προσανατολισμού των κλιτύων (σχήμα 5 και πίνακας 3).



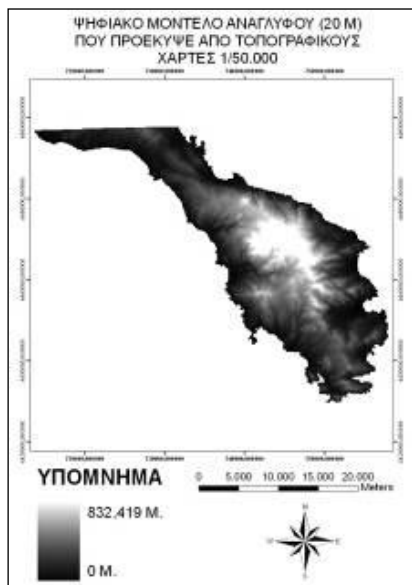
Σχήμα 1. Περιοχή μελέτης και ισοΨείς καμπύλες της περιοχής μελέτης που προέκυψαν από τοπογραφικούς χάρτες της ΓΥΣ, κλίμακος 1/50.000.



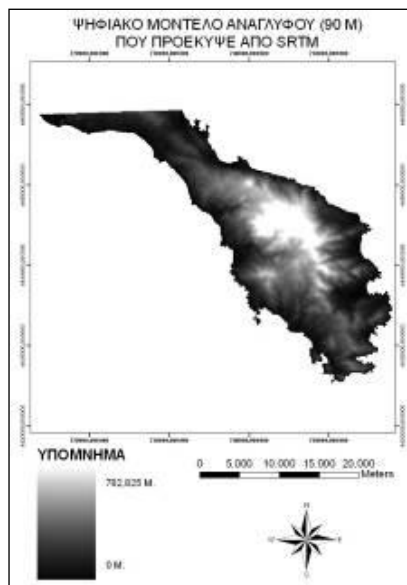
Σχήμα 2α: Υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης, όπως αυτό προέκυψε από ψηφιοποίηση τοπογραφικών χαρτών της ΓΥΣ. Οι αριθμοί 2-6 αναπαριστούν την ταξινόμηση του δικτύου κατά Strahler.



Σχήμα 2β: Υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης, όπως αυτό προέκυψε από το DEM του SRTM. Οι αριθμοί 2-6 αναπαριστούν την ταξινόμηση του δικτύου κατά Strahler.



Σχήμα 3α. Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου/DEM που προέκυψε από ψηφιοποίηση τοπογραφικών χαρτών 1/50.000.



Σχήμα 3β. Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου/DEM, που προέκυψε από SRTM.

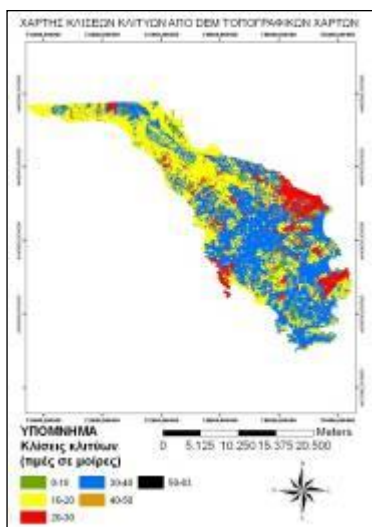
Από τους χάρτες 2α και 2β και αφού απομονώσαμε, με κατάλληλες εντολές του ArcMap, (Κουτσόπουλος και Ανδρουλακάκης 2003) τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου κάθε τάξης (αρίθμηση κατά Strahler 1952), μετρήσαμε το συνολικό μήκος των ρεμάτων για κάθε τάξη (πίνακας 1). Οι κλάδοι 1ης τάξης δεν ελήφθησαν υπόψιν διότι α) στους τοπογραφικούς χάρτες κλίμακος 1/50.000 της ΓΥΣ, υπάρχουν παραλείψεις στην καταγραφή κλάδων 1ης τάξης (Sotiriadis and Astaras 1977, Αστάρης και Οικονομίδης 2002) και β) το υδρογραφικό δίκτυο που προέκυψε από το DEM του SRTM, έδωσε έναν αριθμό ρεμάτων (κοιτών), 1ης τάξεως, πιθανώς κοντά στον αριθμό ρεμάτων 1ης τάξεως που απαντούν στην ύπαιθρο. Φαίνεται ότι οι «μή διακλαδιζόμενες επιμήκεις εκβαθύνσεις της επιφάνειας της Γης, οι οποίες δείχνουν μαρτυρία προϋπάρχουσας ή υπάρχουσας ροής ύδατος και περιορίζονται από πλευρές κλιτύος που κλείνουν προς τον άξονα της κοίτης» και οι οποίες ορίζονται από τον Melton 1957 (από Αστάρης 1980), ως κοίτες 1ης τάξεως, προκύπτουν από το DEM του SRTM. Βεβαίως για την επαλήθευση του παραπάνω συλλογισμού, απαιτείται λεπτομερής εργασία υπαίθρου.

Πίνακας 1. Μήκη ρεμάτων του υδρογραφικού δικτύου

	Μήκος ρεμάτων υδρογραφικού δικτύου τοπογραφικών χαρτών (μ)	Μήκος ρεμάτων υδρογραφικού δικτύου που προέκυψε από το DEM του SRTM (μ)
Κλάδοι ρεμάτων 2 ^{ης} τάξης	428017,74	770062,24
Κλάδοι ρεμάτων 3 ^{ης} τάξης	208947,78	284882,56
Κλάδοι ρεμάτων 4 ^{ης} τάξης	115781,07	139883,27
Κλάδοι ρεμάτων 5 ^{ης} τάξης	21172,09	60085,1

Από τον πίνακα 1 προκύπτει ότι το υδρογραφικό δίκτυο που προέκυψε από το DEM του SRTM, δίνει μεγαλύτερο μήκος ρεμάτων υδρογραφικού δικτύου για κάθε τάξη, σε σχέση με αυτό των τοπογραφικών χαρτών της ΓΥΣ.

Από τους χάρτες 3α και 3β (DEM από τοπογραφικούς χάρτες και SRTM αντίστοιχα), προκύπτει ότι το DEM του SRTM παρέχει μικρότερη τιμή μέγιστου υψομέτρου (782,83 μ.) σε σχέση με αυτό που προκύπτει από τους τοπογραφικούς χάρτες 1/50.000 (832,42 μ.)



Σχήμα 4α. Κλίσεις κλιτύων που προέκυψαν από το DEM τοπογραφικών χαρτών 1/50.000.



Σχήμα 4β. Κλίσεις κλιτύων που προέκυψαν από το DEM του SRTM.

Από τους χάρτες 4α και 4β, μετρήσαμε τις εκτάσεις κάθε μίας κλάσης κλίσεων και προέκυψε ο πίνακας 2.

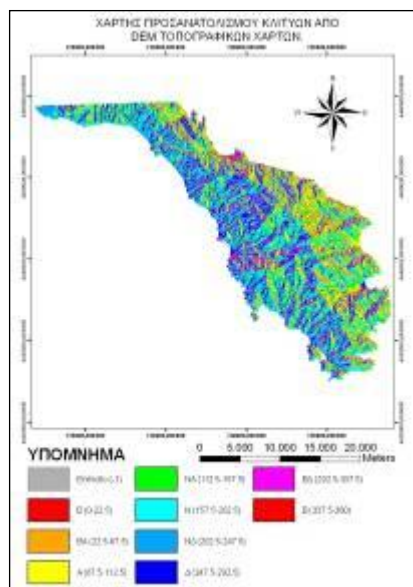
Πίνακας 2. Εκτάσεις κλάσεων κλιτύων.

	Έκταση κλάσης κλίσεων που προέκυψαν από DEM τοπογραφικών χαρτών (μ ²)	Έκταση κλάσης κλίσεων που προέκυψαν από DEM του SRTM (μ ²)
0°-10°	19.031.835,42	324.006.458,62
10°-20°	179.444.557,74	122.404.049,67
20°-30°	54.736.407,04	6.972.964,98
30°-40°	202.377.956,99	-
40°-50°	293.197	-
50°-63°	11.923,84	-

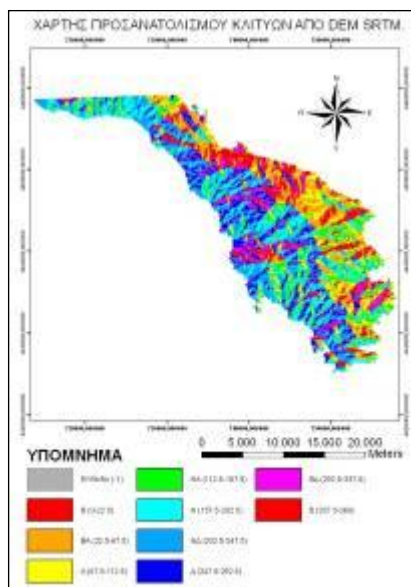
Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι:

α) Ο χάρτης κλίσεων 4β (που προέκυψε από το DEM του SRTM) περιορίζει το εύρος των κλίσεων που υπάρχουν στην περιοχή μελέτης. Συγκεκριμένα, δεν δίνει κλίσεις μεγαλύτερες των 30°, ενώ από το DEM των τοπογραφικών προκύπτουν κλίσεις μέχρι 63° και

β) Στο διάστημα 0° - 10° ο χάρτης κλίσεων 4β δίνει μεγαλύτερες τιμές εμβαδού σε σχέση με αυτόν που προέκυψε από τοπογραφικούς χάρτες. Το αντίθετο συμβαίνει στα διαστήματα 10° - 20° και 20° - 30° .



Σχήμα 5α. Προσανατολισμοί κλιτύων που προέκυψαν από το DEM τοπογραφικών χαρτών 1/50.000.



Σχήμα 5β. Προσανατολισμοί κλιτύων που προέκυψαν από το DEM του SRTM.

Από τους χάρτες 5α και 5β, μετρήσαμε τις εκτάσεις κάθε μίας κλάσης προσανατολισμών και προέκυψε ο πίνακας 3.

Πίνακας 3. Εκτάσεις κλάσεων προσανατολισμού κλιτύων.

	Έκταση κλάσης προσανατολισμών που προέκυψαν από DEM τοπογραφικών χαρτών (μ^2)	Έκταση κλάσης προσανατολισμών που προέκυψαν από DEM του SRTM (μ^2)
Επίπεδο	3200	10374,29
B	51.481.749,43	49.620.454,21
BA	59.142.345,11	63.625.535,41
A	50.886.142,45	40.131.094,05
NA	53.911.745,6	48.357.732,88
N	63.596.034,99	70.765.955,25
NΔ	70.011.328,73	86.665.099,92
Δ	55.972.048,4	54.126.725,69
BΔ	50.840.494,4	39.722.631,96

Από τον πίνακα 3 παρατηρούμε ότι για προσανατολισμούς B, A, NA, Δ και BΔ, τα εμβαδά που

μετρώνται από τον χάρτη 5β (που προέκυψε από το DEM του SRTM), είναι μικρότερα σε σχέση με αυτά του χάρτη 5α (που προέκυψε από τους τοπογραφικούς χάρτες). Το αντίθετο συμβαίνει για τις υπόλοιπες κλάσεις προσανατολισμών των κλιτύων, δηλαδή, επίπεδο, ΒΑ, Ν και ΝΔ.

4. Συζήτηση-συμπεράσματα

Είναι γεγονός, ότι οι τοπογραφικοί χάρτες 1:50.000 δεν αποτελούν το καλύτερο μέτρο σύγκρισης, για τα δεδομένα SRTM, καθώς απεικονίζουν την κατάσταση του αναγλύφου, όπως αυτό ήταν πριν από αρκετά χρόνια και σε πολλές περιπτώσεις οι αλλαγές υπήρξαν σημαντικές. Ωστόσο, οι χάρτες αυτοί δεν παύουν να αποτελούν την πλέον ολοκληρωμένη πηγή τοπογραφικών – γεωμορφολογικών πληροφοριών σε επίπεδο χώρας.

Όσον αφορά τη σύγκριση των δεδομένων για την περιοχή της Σιθωνίας διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Το υδρογραφικό δίκτυο που προκύπτει από το ελεύθερα προσβάσιμο DEM του SRTM, δίνει μεγαλύτερα μήκη ρεμάτων για όλες τις τάξεις αρίθμησης κατά Strahler.

- Το DEM του SRTM δίνει μικρότερες τιμές μέγιστου υψομέτρου.

- Σε σχέση με τις κλίσεις των κλιτύων, είναι εμφανές ότι στον χάρτη κλίσεων που προήλθε από το DEM του SRTM, περιορίζεται το εύρος τους, ενώ σε σχέση με το εμβαδόν που καταλαμβάνει κάθε κλάση, δεν μπορούν να προκύψουν γενικά συμπεράσματα σε σχέση με τον χάρτη κλίσεων που προήλθε από το DEM των τοπογραφικών χαρτών.

- Όσον αφορά τους προσανατολισμούς των κλιτύων, ισχύει ότι και για τις κλίσεις, δηλαδή δεν μπορούμε να εξαγάγουμε γενικά συμπεράσματα.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία πρώτη προσέγγιση όσον αφορά την αξιολόγηση του SRTM για την αξιολόγηση γεωμορφολογικών-μορφομετρικών παραμέτρων. Σε επόμενο στάδιο, θα ακολουθήσει έρευνα πεδίου, με την βοήθεια και χρήση GPS, προκειμένου να εξαχθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα σχετικά με την αξιοπιστία των παραπάνω πηγών.

Βιβλιογραφία

Αστάρης Θ., 1980: Ποσοτική-γεωμορφολογική μελέτη τμημάτων των Δ. πλευρών του όρους Βερτίσκον (κ. Μακεδονία). Διδακτορική διατριβή, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 212 σελ.

Αστάρης Θ. και Οικονομίδης Δ., 2002: Η χρήση των δορυφορικών εικόνων Landsat-TM, IRS-1C/PAN και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), στον ακριβέστερο εντοπισμό των υδρογραφικών συστημάτων. Ένα παράδειγμα από τον Δενδροπόταμο Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, τόμος II, σελ. 47-54.

Αστάρης, Θ., 2006: Τηλεπισκόπηση - Φωτοερμηνεία στις Γεωεπιστήμες, Διδακτικές Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ., Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσ/νίκη, 317 σελ.

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού/ΓΥΣ: Τοπογραφικοί χάρτες Φύλλα: «Καλαμίσιον»/1969, «Συκέα»/1969 και «Νικήτας»/1969). Κλίμακα 1:50.000

Ελπέκογλου Σ., 2006: Καθορισμός πιθανών θέσεων για ΧΥΤΑ στην περιοχή Σιθωνία Χαλκιδικής με την βοήθεια των ΓΣΠ. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 36 σελ.

Ινστιτούτον Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), 1978: Γεωλογικός Χάρτης Φύλλον «Χερσόνησος Σιθωνίας», κλίμακα 1/50.000.

Κουτσόπουλος Κ. Και Ανδρουλακάκης, Ν., 2003: Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με χρήση του λογισμικού ArcGIS. Παπασωτηρίου, Αθήνα, 397 σελ.

Μπαλαφούτης Χ., 1977: Συμβολή εις την μελέτην του κλίματος της Μακεδονίας και Δυτικής Θράκης. Διατριβή επί διδακτορία, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 121 σελ.

Dikau R., 1989: The application of a digital relief model to landform analysis. In: Raper, J. F. (ed.) 1989: Three dimensional applications in Geographical Information Systems. Taylor and Francis, London, pp 51-77.

Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson E. Guevara, 2006: Hole-filled seamless SRTM data V3, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), available from <http://srtm.csi.cgiar.org>.

Koepfen W., 1936: Das geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie. Berlin.

Melton M., 1957: An analysis of the relations among elements of climate, surface properties and geomorphology. Office of Naval Research, Technical Report 11, Depart. Of Geology, Columbia University, New York.

Sotiriadis L. and Astaras t., 1977: A comparison of drainage densities as computed from topographic maps, aerial photographs and filed survey. Ann. Geol. Des Pays Helleniques, 28, 145-59.

Strahler A., 1952: Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geol. Soc. Amer. Bull., 63, 1117-42.