

00.02

00.01

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Τρασδιάστατη αναπαράσταση του ορεινού όγκου του Ολύμπου με τη χρήση του ArcGIS

Εφαρμογές στον τουρισμό, έρευνα και διάσωση



Ονοματεπώνυμο: Μαναρίδης Θεόδωρος
A.E.M.: 3733

Επιβλέποντες καθηγητές: Αστάρης Θεόδωρος
Οικονομίδης Δημήτριος

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον καθηγητή μου και επιβλέποντα αυτής της διπλωματικής εργασίας, κ. Θεόδωρο Αστάρη, για την πολύτιμη βοήθεια του και την πολύ σωστή καθοδήγηση του, ώστε να μπορέσει να διεκπεραιωθεί σωστά η παρούσα μελέτη.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Λέκτορα του τομέα Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας κ. Οικονομίδη Δημήτριο για την βοήθεια και καθοδήγησή του πάνω στη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Πίνακας Περιεχομένων

1. Εισαγωγή	4
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής	5
1.2 Οργάνωση του τόμου	5
2. Μελέτη των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και των συσκευών GPS	7
2.1 Μελέτη των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων	7
2.1.1 Ορισμοί - Ορολογίες.....	7
2.1.2 Αρχιτεκτονική των ΓΠΣ.....	10
2.1.3. Συστήματα συντεταγμένων και γεωαναφορές	11
2.1.4. Παραδείγματα - Εφαρμογές.....	13
2.1.5. Γενικά για το GPS (<i>global positioning system</i>)	19
3. Δραστηριότητες trekking και καταγραφή μονοπατιών.....	23
3.1. Χαρτογραφικό υλικό για δραστηριότητες trekking και ορειβάσις...	23
3.2. Τα ορεινά μονοπάτια στην Ελλάδα	26
3.3. Μεθοδολογία για την καταγραφή των μονοπατιών	27
4 Όλυμπος, το ψηλότερο βουνό της Ελλάδας	30
4.1. Γενικές πληροφορίες περιοχής	30
4.1.2. Χλωρίδα και πανίδα	33
4.1.3. Κανονισμός Εθνικού Δρυμού Ολύμπου.....	35
4.1.4. Καταφύγια	36
4.1.5. Οι διαδρομές για τις Κορυφές.....	38
5. Μεθοδολογία.....	39
5.1 Πλατφόρμες, προγραμματιστικά εργαλεία και υλικό (<i>hardware</i>)	39
5.1.1 Απαιτήσεις Λογισμικού	39
5.1.2 Απαιτήσεις υλικού <i>Hardware</i>	39
5.1.3 Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ (χρονολογία – κλίμακα – ισοδιάσταση)	40
5.1.4 Χάρτες Διεύθυνσης Δασών Ν. Πιερίας.....	40
5.1.5 Δορυφορικές εικόνες και ορθοφωτογραφίες	40
5.1.6 Άλλοι χάρτες	40
6. Επεξεργασία δεδομένων.....	41
6.1 Εισαγωγή.....	41
6.2 Ψηφιοποίηση των δεδομένων	41
6.3 Ανάλυση των δεδομένων	43
7. Συμπεράσματα.....	46
8. Βιβλιογραφία.....	49

1. Εισαγωγή

Ο οικολογικός τουρισμός που αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια και στην Ελλάδα περιλαμβάνει, ανάμεσα σε άλλες δραστηριότητες, την ορειβασία και την ορεινή πεζοπορία (*trekking*), για τις οποίες είναι απαραίτητη η γνώση των διαδρομών και η χρησιμοποίηση κατάλληλων χαρτών. Γενικά με τον όρο «οικολογικός τουρισμός» εννοούμε τις τουριστικές δραστηριότητες που είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Κατά την τελευταία δεκαετία παρατηρείται ταχύτατη διάδοση τέτοιων νέων, ήπιας μορφής, τουριστικών δραστηριοτήτων, οι οποίες προκύπτουν ως αποτέλεσμα της ανάγκης αρμονικότερης γεωγραφικής κατανομής της τουριστικής ανάπτυξης, της χρονικής επιμήκυνσης της τουριστικής περιόδου και της ανάγκης προστασίας του περιβάλλοντος στις τουριστικά αναπτυγμένες ή υπό ανάπτυξη περιοχές. Παράλληλα, στο θεωρητικό επίπεδο, ο οικολογικός τουρισμός καλύπτεται επιστημονικά από τις κρατούσες απόψεις περί αειφόρου ανάπτυξης. Με τους όρους «αειφόρος ανάπτυξη» ή «αειφορία» ή «βιώσιμη ανάπτυξη» αποδίδεται ο αντίστοιχος αγγλικός όρος «*sustainability*», ο οποίος, υπό την έννοια της ανανεώσιμης χρήσης των φυσικών πόρων, έχει επικρατήσει την τελευταία δεκαετία ως ιδεολογικό-επιστημονικό ρεύμα στους τομείς της οικονομίας και της γεωγραφίας. Ακόμη, ο οικολογικός τουρισμός ενισχύεται από τις διακηρύξεις διεθνών οργανισμών, όπως η πρόταση του ICOMOS το 1976 για τη Χάρτα Πολιτιστικού Τουρισμού (Αυγερινού – Κολώνια, 1993), η καθιέρωση της αειφορίας ως αρχής από τη Συνάντηση των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη στο Rio De Janeiro το 1992 και το πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης *EC Programme of Policy and Action in Relation to the Environment and Sustainable Development: Towards Sustainability* το 1992 (Παπαγιάννης, 1995).

Η κύρια δραστηριότητα του οικολογικού τουρισμού δεν μπορεί παρά να είναι η πεζοπορία, από το απλό περπάτημα στη φύση μέχρι την ορειβασία, η οποία μπορεί να συνδυάζει την αναψυχή, τη σωματική άσκηση και την επιμόρφωση, διαμέσου της γνωριμίας και επαφής με τη φύση και τα ανθρώπινα μνημεία. Η Ελλάδα, με την περιβαλλοντική ποικιλία της, που οφείλεται στην ειδική της θέση στο σταυροδρόμι τριών βιογεωγραφικών περιοχών (ηπείρων), στην πολύπλοκη γεωλογική της ιστορία, στο μεγάλο γεωμορφολογικό κατακερματισμό, στο ευρύ φάσμα κλιματικών τύπων και στη μακρά ιστορία της, είναι χώρα που κατ' εξοχήν προσφέρεται για την ανάπτυξη αυτής ακριβώς της δράσης του οικολογικού τουρισμού, δηλαδή της πεζοπορίας σε ειδικές διαδρομές που προσφέρουν αξιόλογο φυσικό περιβάλλον και επίσκεψη μνημείων.

Ήδη στη χώρα μας αναπτύσσεται ταχύτατα τα τελευταία χρόνια ένα νέο είδος τουριστικής δραστηριότητας, το λεγόμενο *trekking* (αγγλικός όρος που σημαίνει το

είδος της πεζοπορίας που αναφέρθηκε παραπάνω). Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 λειτουργούν στην Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη, τα Γιάννενα και αλλού ιδιωτικές τουριστικές επιχειρήσεις, «γραφεία trekking», τα οποία απευθύνονται σε όλο και πιο ευρύ κοινό. Αντίστοιχες υπηρεσίες προσφέρονται από πολύ παλαιότερα σε ορεινές περιοχές σε διάφορα σημεία του κόσμου, όπως της Κεντρικής Ευρώπης (Ελβετία, Αυστρία, Ιταλία, Τσεχία, Σλοβακία, κ.λπ.), της Βορείου Αμερικής (Εθνικά Πάρκα Η.Π.Α., Καναδάς) και του Νεπάλ (διαδρομές στα Ιμαλάια).

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής

Το αντικείμενο της διπλωματικής, είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος όπου θα είναι δυνατή η διαχείριση γεωγραφικών ψηφιακών δεδομένων με σκοπό την παραπέρα χρησιμοποίηση των δεδομένων αυτών στον Τουρισμό, την έρευνα και διάσωση, στον ορεινό όγκο του Ολύμπου Πιερίας. Σαν πρώτο βήμα εξετάστηκε γενικά η περιοχή των γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων. Στη συνέχεια μελετήθηκε το λογισμικό ESRI ArcGIS, το οποίο είναι ένα ειδικό λογισμικό για την επεξεργασία και μετατροπή των γεωγραφικών δεδομένων. Το επόμενο σημαντικό βήμα ήταν η πραγματοποίηση πλέον ενός τρισδιάστατου μοντέλου του ανάγλυφου της περιοχής, με την οποία ο χρήστης να μπορεί να έχει μια όσο το δυνατόν πιο παραστατική εικόνα του ορεινού όγκου, να παρατηρήσει ορισμένα από τα πιο γνωστά ορειβατικά μονοπάτια του Ολύμπου και να αξιολογήσει το βαθμό δυσκολίας τους βάσει της υψομετρικής διαφοράς, καθώς και να επιλέξει μεταξύ πολλών σημείων τουριστικού ενδιαφέροντος. Ένας επιπλέον στόχος είναι η χρησιμοποίηση αυτού του μοντέλου από τις τοπικές ομάδες έρευνας και διάσωσης με σκοπό τον έγκαιρο και ακριβή προσδιορισμό της θέσης ορειβατών που βρίσκονται σε κίνδυνο καθώς και τη σωστή καθοδήγηση των διασωστικών αυτών ομάδων.

1.2 Οργάνωση του τόμου

Όσον αφορά στην οργάνωση του τόμου στο Κεφάλαιο 2 γίνεται μια μελέτη των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων παρουσιάζοντας τους βασικούς ορισμούς και ορολογίες του συγκεκριμένου τομέα και οι οποίοι χρησιμοποιούνται στο υπόλοιπο κείμενο. Κατόπιν παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική των ΓΠΣ και κάποια παραδείγματα και εφαρμογές τους. Στη συνέχεια αναλύονται τα συστήματα συντεταγμένων και οι γεωαναφορές. Έπειτα δίνονται γενικές πληροφορίες για το GPS (global positioning system).

Στο Κεφάλαιο 3 δίνονται λεπτομέρειες για το χαρτογραφικό υλικό που χρησιμοποιείται για δραστηριότητες trekking και ορειβάσις, περιγράφονται τα ορεινά μονοπάτια της Ελλάδας και αναλύεται ο τρόπος καταγραφής των μονοπατιών.

Στο κεφάλαιο 4 δίνονται γενικές πληροφορίες για τον Όλυμπο, ο οποίος αποτελεί και την περιοχή ενδιαφέροντος της συγκεκριμένης μελέτης.

Μετά από το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο περνώντας στο Κεφάλαιο 5 γίνεται περιγραφή των συστημάτων που υλοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της εργασίας. Αρχικά αναλύονται οι απαιτήσεις σε υλικό και λογισμικό και στη συνέχεια περιγράφονται οι ρυθμίσεις που πρέπει να κάνει κανείς στο ArcMap προκειμένου να μπορέσει να αναπτύξει την εφαρμογή.

Στο Κεφάλαιο 6 γίνεται ανάλυση για το πως υλοποιήθηκαν τα αρχεία για τους σκοπούς της εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 7 δίνονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση των παραπάνω δεδομένων.

Στο Κεφάλαιο 8 αναγράφεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

2. Μελέτη των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και των συσκευών GPS

Πριν γίνει η παρουσίαση των συστημάτων που πραγματοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση της διπλωματικής, είναι απαραίτητο να γίνει μια περιγραφή για το τι είναι ουσιαστικά τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα, να δοθούν κάποια παραδείγματα τους, να παρουσιαστούν ορισμένες αρχές λειτουργίας των συστημάτων που χρησιμοποιήθηκαν και τέλος η αρχιτεκτονική τους.

2.1 Μελέτη των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων

2.1.1 Ορισμοί - Ορολογίες

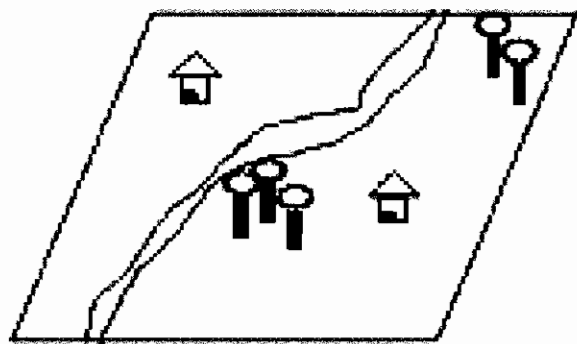
Ως Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (ΓΠΣ - GIS) αναφέρεται εκείνο το ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης σε ψηφιακό περιβάλλον των δεδομένων που σχετίζονται με το γεωγραφικό χώρο.

Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή και χωρικά (spatial data) και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα (attribute data) τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Τα χωρικά δεδομένα είναι συνήθως σε δυο μορφές. Η πρώτη είναι σε μορφή ψηφιδωτού (raster data), όπως δορυφορικές εικόνες, αεροφωτογραφίες και άλλα είδη πλαισίων όπου η πληροφορία συνδέεται με τα **εικονοστοιχεία** (pixels) των εικόνων. Η δεύτερη μορφή είναι τα διανυσματικά δεδομένα (vector data), τα οποία οργανώνονται σε ψηφιακή μορφή:

- σημείων (points, nodes) π.χ. αεροδρόμια, σπίτια, πόλεις, δέντρα, κολώνες κλπ
- γραμμών (lines, arcs) π.χ. δρόμοι, σωληνώσεις, ποτάμια κλπ
- και πολυγώνων (areas, polygons) π.χ. άστοχες περιοχές, κομμάτια γης, περιφέρειες κλπ

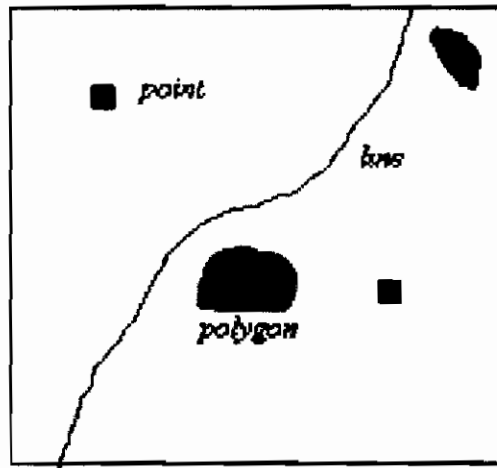
Στην Εικόνα 2-1 φαίνεται η απεικόνιση μια περιοχής έτσι όπως υπάρχει στον πραγματικό κόσμο. Η περιοχή για παράδειγμα αποτελείται από σπίτια (H - House), δύο δασικές περιοχές (T - Trees) και ένα ποτάμι (R - River). Η αναπαράσταση σε μορφή ψηφιδωτού φαίνεται στην Εικόνα 2-2, ενώ η αναπαράσταση σε διανυσματική μορφή φαίνεται στην Εικόνα 2-3.



Εικόνα 2-1: Αναπαράσταση πραγματικού κόσμου [Ευαγ05]

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0								R	T	
1							R			T
2		H					R			
3							R			
4					R	R				
5				R						
6			R		T	T		H		
7			R		T	T				
8		R								
9		R								

Εικόνα 2-2: Μορφή ψηφιδωτού (raster format) [Ευαγ05]

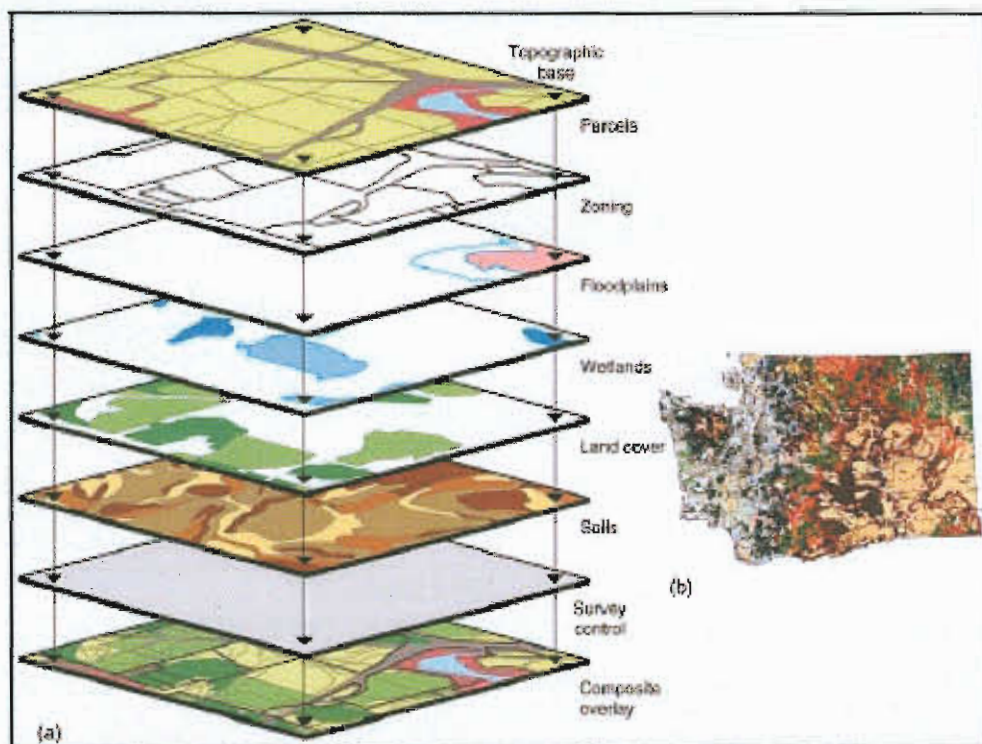


Εικόνα 2-3: Διανυσματική μορφή (vector format) [Ευαγ05]

Σε σύγκριση με τους απλούς χάρτες, ένα σύστημα GIS έχει το πλεονέκτημα ότι η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται χωριστά από την αναπαράστασή τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα ίδια δεδομένα να μπορούν να αναπαρασταθούν με διαφορετικούς τρόπους. Π.χ. μπορούμε να μεγεθύνουμε τον (ψηφιακό πλέον) χάρτη, να εμφανίσουμε συγκεκριμένες μόνο περιοχές, να κάνουμε υπολογισμούς αποστάσεων μεταξύ τοποθεσιών, να δημιουργήσουμε πίνακες που να δείχνουν τα διάφορα χαρακτηριστικά του χάρτη, να υπερθέσουμε επιπλέον πληροφορία πάνω στο χάρτη, ακόμα και να αναζητήσουμε ποιές είναι οι καλύτερες τοποθεσίες για να ιδρύσουμε τα επόμενα καταστήματά μας! Επιπλέον ένα σύστημα GIS έχει όλα εκείνα τα πλεονεκτήματα από τη χρήση των Η/Υ όπως, διαχείριση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων εύκολα και γρήγορα κλπ.

Όλα τα δεδομένα σε ένα σύστημα GIS είναι γεωκαταχωρημένα, δηλ. συνδεδεμένα με μια συγκεκριμένη γεωγραφική τοποθεσία της επιφάνειας της γης μέσω ενός συστήματος συντεταγμένων. Ένα από τα πιο συνηθισμένα συστήματα γεωγραφικών συντεταγμένων είναι αυτό του γεωγραφικού μήκους και γεωγραφικού πλάτους. Σ' αυτό το σύστημα συντεταγμένων, κάθε τοποθεσία προσδιορίζεται σχετικά με τον ισημερινό και τη γραμμή μηδενικού γεωγραφικού μήκους που περνά από το αστεροσκοπείο Greenwich της Αγγλίας. Υπάρχουν πολλά άλλα γεωγραφικά συστήματα συντεταγμένων, και κάθε GIS σύστημα θα πρέπει να μπορεί να μετατρέπει τις συντεταγμένες από το ένα σύστημα στο άλλο.

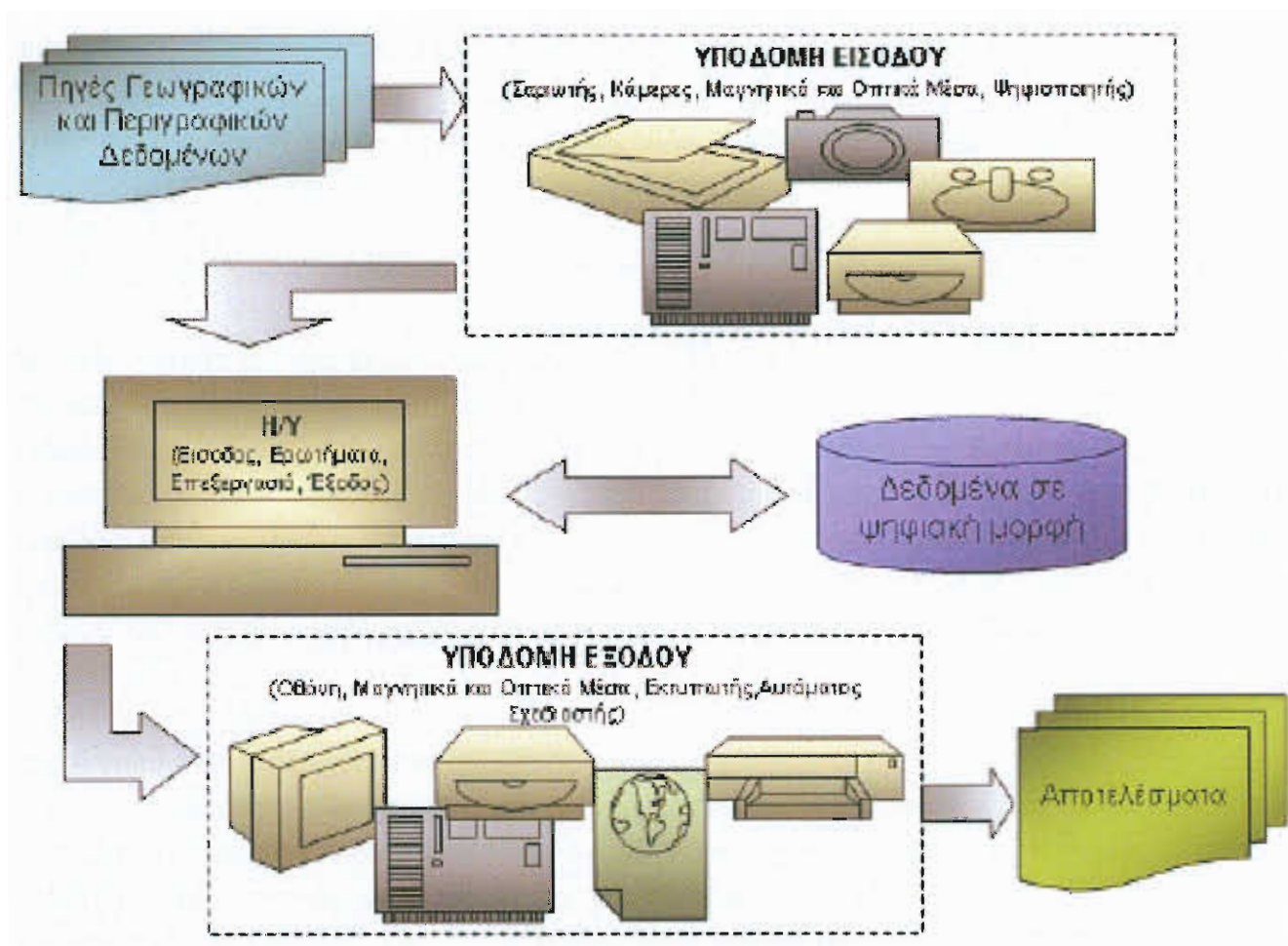
Τα δεδομένα οργανώνονται σε θεματικά επίπεδα (layers, coverages, themes) όπου το κάθε επίπεδο αναπαριστά ένα κοινό χαρακτηριστικό (feature). Τα θεματικά επίπεδα ενοποιούνται χρησιμοποιώντας μια συγκεκριμένη τοποθεσία πάνω στην επιφάνεια της γης, για το λόγο αυτό η γεωγραφική θέση είναι η οργανωτική αρχή των θεματικών επιπέδων. Στην Εικόνα 2-4 φαίνεται μια ομάδα από θεματικά επίπεδα τα οποία τοποθετούνται με συγκεκριμένη σειρά και παράγουν το αποτέλεσμα που φαίνεται στα δεξιά της εικόνας.



Εικόνα 2-4: Θεματικά επίπεδα

2.1.2 Αρχιτεκτονική των ΓΠΣ

Ένα πλήρες Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα, όπως και τα περισσότερα πληροφοριακά συστήματα, αποτελείται από την κατάλληλη υλική υποδομή, αλλά και από δεδομένα εισόδου τα οποία μετά από κατάλληλη επεξεργασία μετατρέπονται σε χρήσιμες πληροφορίες και στο τέλος παρουσιάζονται στο χρήστη. Στην Εικόνα 2-5 φαίνεται η αρχιτεκτονική ενός ΓΠΣ. Αρχικά υπάρχουν οι πηγές των γεωγραφικών και περιγραφικών δεδομένων, τα οποία μπορεί να είναι σε οποιαδήποτε μορφή και με την κατάλληλη υλική υποδομή και τεχνικές μπορούν αυτά τα δεδομένα να μετατραπούν σε ψηφιακή μορφή, κατάλληλη για να επεξεργαστούν από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και το λογισμικό του ΓΠΣ. Αφού μετατραπούν όλα τα δεδομένα σε ψηφιακή μορφή μπορούν να αποθηκευτούν σε μια βάση δεδομένων, στην οποία ανατρέχει κάθε φορά που χρειάζεται το λογισμικό του ΓΠΣ. Μετά την επεξεργασία και την εκτέλεση ερωτημάτων από το χρήστη, με τις κατάλληλες συσκευές εξόδου μπορούν τα εξαχθούν οι χάρτες ή γενικότερα τα αποτελέσματα που ζητήθηκε να παράγει το ΓΠΣ.



Εικόνα 2-5: Αρχιτεκτονική των ΓΠΣ

2.1.3. Συστήματα συντεταγμένων και γεωαναφορές

Προτού ανόμοια γεωγραφικά δεδομένα χρησιμοποιηθούν σε ένα GIS, θα πρέπει να αναφερθούν σε ένα κοινό σύστημα. Υπάρχουν πολλά συστήματα γεωαναφορών που περιγράφουν τον πραγματικό κόσμο με διαφορετικούς τρόπους και με διαφορετική ακρίβεια. Ως γεωαναφορά (georegistration) ορίζεται η τοποθέτηση των αντικειμένων στον δισδιάστατο ή τρισδιάστατο χώρο [1]. Υπάρχουν δυο βασικές μέθοδοι γεωαναφοράς:

i) Τα συνεχή συστήματα γεωαναφοράς και ii) τα διακριτά συστήματα γεωαναφοράς.

Στα συνεχή συστήματα γεωαναφοράς γίνεται συνεχής μέτρηση της θέσης των φαινομένων σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς χωρίς απότομες αλλαγές ή διακοπές. Τα δεδομένα χαρακτηρίζονται από την ανάλυσή τους (resolution) και την ακρίβειά τους (precision). Τα

συνεχή συστήματα γεωαναφοράς χωρίζονται με τη σειρά τους σε άμεσα και σχετικά. Τα άμεσα περιλαμβάνουν:

1)Τα συστήματα συντεταγμένων στην καμπύλη επιφάνεια της γης, 2)τις γεωκεντρικές συντεταγμένες και 3)τις ορθογώνιες συντεταγμένες

Τα σχετικά περιλαμβάνουν:

Πολικές συντεταγμένες, Οριζόντιες αποστάσεις, και Μετρήσεις κατά μήκος οδικών δικτύων

Βασικές έννοιες των άμεσων συστημάτων γεωαναφοράς είναι:

Το χωροσταθμικό σημείο (*datum*).

Όπως γνωρίζουμε, η γη δεν είναι σφαιρική αλλά περισσότερο ελλειψοειδής. Διάφορα ελλειψοειδή έχουν προταθεί εξαρτώμενα από το με πόσο μεγάλη ακρίβεια περιγράφουν το μέγεθος της γης. Ένα χωροσταθμικό σημείο είναι ένα μοντέλο (ελλειψοειδές) της γης που χρησιμοποιείται για γεωδαιτικούς υπολογισμούς. Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο χωροσταθμικό σημείο σήμερα είναι το WGS84 (World Geodetic System 1984).

Η προβολή χάρτη (*projection*).

Τα διάφορα γεωαναφορικά δεδομένα μπορούν να αποτυπωθούν πάνω στο χάρτη μόνο όταν αναφερθούν στο επίπεδο και όχι στην καμπύλη επιφάνεια της γης. Διάφορες προβολές της σφαιρικής επιφάνειας της γης στο επίπεδο έχουν προταθεί και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: κυλινδρικές (π.χ Mercator, UTM κ.ά.), κωνικές και αζιμουθιακές προβολές. Κάθε προβολικό σύστημα εισάγει λάθη στις αποστάσεις, το σχήμα των περιοχών κλπ.

Το σύστημα συντεταγμένων.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες της επιφάνειας της γης είναι το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος. Σ' αυτό το σύστημα συντεταγμένων οι αποστάσεις θα πρέπει να υπολογιστούν χρησιμοποιώντας σφαιρική γεωμετρία και την ακτίνα της γης. Πολλές χώρες έχουν εθνικά συστήματα συντεταγμένων που τους επιτρέπουν να περιγράφουν τις περιοχές με μονάδες μήκους σχετικά με ένα σημείο αναφοράς. Τα συνηθέστερα χρησιμοποιούν ορθογώνιες συντεταγμένες με μειονέκτημα την αναπόφευκτη εισαγωγή λάθους. Για να περιοριστεί το λάθος τα συστήματα αυτά περιορίζονται σε μικρές περιοχές. Για μεγαλύτερες περιοχές πολλά τέτοια συστήματα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν μετατοπισμένα το ένα σε σχέση με τα άλλα. Πολλά συστήματα GIS προσφέρουν δυνατότητες μετατροπής από ένα σύστημα συντεταγμένων σε άλλο, βασισμένα σε κοινά σημεία στα δυο συστήματα. Το πιο γνωστό σύστημα συντεταγμένων είναι το UTM (Universal Transverse Mercator Grid).

Τέλος, το γεωειδές, η επιφάνεια που περνά από τα σημεία της γης με μηδενικό υψόμετρο (το μέσο επίπεδο θαλάσσης). Το γεωειδές επηρεάζεται από τη μάζα της γης και επομένως ακολουθεί τις υψομετρικές καμπύλες.

2.1.4. Παραδείγματα - Εφαρμογές

Οι λειτουργίες ενός ΓΠΣ μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπου υπάρχει ανάγκη για:

- διαχείριση χωρικών δεδομένων ή
- ανάλυση της χωρικής διάστασης των δεδομένων.

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών, καθιστά εφικτές πολλές από τις εφαρμογές που εξαιτίας του όγκου και της πολυπλοκότητας της διαθέσιμης πληροφορίας μέχρι και πριν από λίγα χρόνια παρέμεναν εξωπραγματικές.

Πλέον η χρήση των ΓΠΣ έχει εξαπλωθεί σε κάθε επιστημονικό τομέα, αλλά και σε πολλές επιχειρηματικές δραστηριότητες. Ενδεικτικά μερικές από τις πλέον κοινές εφαρμογές των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων, είναι οι παρακάτω:

- Περιβαλλοντική Διαχείριση (Environmental Management)
- Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης
- Πολεοδομία και Χωροταξία
- Κατασκευές έργων μεγάλης κλίμακας (π.χ. οδοποιία κ.α.)
- Διαχείριση Δικτύων Κοινής Ωφελείας (AM/FM)
- Κτηματολόγιο και Κτηματογραφήσεις
- Τοπογραφία, Γεωδαισία και Υδρογραφία
- Γεωλογία και Υδρογεωλογία
- Δίκτυα Μεταφορών και Επικοινωνιών
- Αυτόματη Πλοήγηση

Μπορεί κανείς να δει τις αναρίθμητες δυνατότητες που προσφέρουν τα ΓΠΣ μέσα από τις μεγαλύτερες εταιρείες οι οποίες ασχολούνται κυρίως με την ανάπτυξη λογισμικό των ΓΠΣ, όπως οι παρακάτω:

- ESRI, Inc. (www.esri.com)
- MapInfo Corporation (www.mapinfo.com)
- Intergraph (www.mtergraph.com)
- Bentley Systems, Geospatial (www.bentley.com/Geospatial)
- Autodesk, Geospatial (www.autodesk.com/geospatial)

Πιο αναλυτικά για ορισμένους από τους παραπάνω τομείς χρήσης των ΓΠΣ έχουμε:

ΓΕΩΡΓΙΑ

Είναι γεγονός ότι η πίεση η οποία ασκείται στο περιβάλλον από τον άνθρωπο εξαιτίας της ανάγκης παραγωγής περισσότερων προϊόντων για τη διατροφή και επιβίωση του όλο και αυξανόμενου πληθυσμού της γης, οδηγεί σταθερά στην υποβάθμισή του ή ακόμα και στην καταστροφή του. Το γεγονός αυτό δημιουργεί την ανάγκη για συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών σχετικά με τη σημερινή και βραχυπρόθεσμη ικανότητα των γεωργικών πόρων να αντεπεξέλθουν στις ανάγκες και απαιτήσεις του ανθρώπου. Ανάμεσα σε άλλες μεθόδους συλλογής και ανάλυσης δεδομένων και πληροφοριών, η τηλεπισκόπηση είναι σχετικά νέα τεχνολογία, η οποία υπόσχεται πολλά στον δυναμικό τομέα της γεωργίας. Τα γεωργικά φαινόμενα είναι δυναμικής φύσης, γεγονός το οποίο σημαίνει εξέλιξη και διαφοροποίησή τους στο χώρο και χρόνο (διάβρωση, καλλιέργειες, υγρασία και θερμοκρασία εδάφους, γεωργικές ζημιές, φαινολογικά στάδια, ασθένειες, κ.λπ.). Σε καμιά όμως περίπτωση δεν πρέπει να υποτιμηθούν οι κλασσικές μέθοδοι συλλογής δεδομένων, δηλαδή αυτές που έχουν ως βασικό συστατικό την εργασία υπαίθρου. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η εργασία υπαίθρου είναι σημαντική, όπως στην περίπτωση συλλογής κοινωνικο-οικονομικών δεδομένων ή δειγματοληψιών εδάφους και πετρωμάτων για περαιτέρω εργαστηριακή και μορφολογική μελέτη. Σε άλλες περιπτώσεις η τηλεπισκόπηση υπερέχει, όπως στην περίπτωση μελέτης των χρήσεων/καλύψεων γης ή μέτρησης των εκτάσεων των γεωργικών καλλιεργειών, κ.λπ.

ΔΑΣΗ

Τα φυσικά οικοσυστήματα αποτελούν ένα φυσικό ανανεώσιμο πόρο με τεράστια περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική αξία. Οι αυξανόμενες ανάγκες του ανθρώπου σε

προϊόντα, σε συνδυασμό με την ιδιαίτερη ευαισθησία του για το περιβάλλον, καθιστούν ολοένα πιο αναγκαία την υιοθέτηση μιας πιο επιστημονικά ολοκληρωμένης πολιτικής για την προστασία, διατήρηση και ανάπτυξη των οικοσυστημάτων αυτών. Για να επιτευχθεί όμως αυτό πρέπει να υπάρχει ορθολογικός σχεδιασμός και να αναπτυχθούν στρατηγικές διαχείρισης, οι οποίες θα λαμβάνουν υπόψη τις πολιτικές, οικονομικές, κοινωνικές, βιοτικές, αβιοτικές και περιβαλλοντικές επιδράσεις και περιορισμούς. Οι παράγοντες αυτοί δημιουργούν ένα διαχρονικά δυναμικό σύστημα, που απαιτεί μια ολοκληρωμένη κατανόηση και γνώση της κατανομής (αναγνώριση, ταξινόμηση, χαρτογράφηση) των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των φυσικών οικοσυστημάτων. Παράλληλα είναι απαραίτητη η γνώση όλων των σταδίων της συλλογής, ανάλυσης και σύγκρισης διαχρονικών δεδομένων και πληροφοριών. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα καταστεί δυνατή η μελέτη των περιβαλλοντικών αλλαγών και τάσεων, των ανθρωπογενών πιέσεων κ.λ.π. Με δεδομένο το μέγεθος, την κατανομή και την ποικιλομορφία των φυσικών οικοσυστημάτων, τις σύνθετες οικολογικές, δασοκομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες των ανθρωπίνων επεμβάσεων, τον τεράστιο όγκο των σχετικών δεδομένων και πληροφοριών κ.λπ., η ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων παρακολούθησης και διαχείρισης των φυσικών οικοσυστημάτων, μπορεί να προσφέρει ένα μηχανισμό επίλυσης προβλημάτων δια μέσου της διαχείρισης της πολυπλοκότητας.

ΠΕΔΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

Σήμερα, η πιο επιτυχημένη ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης και διαχείρισης των φυσικών οικοσυστημάτων είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού χρήσης της τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Για να είναι δυνατή επιχειρησιακά η χρήση ενός τέτοιου συστήματος, πρέπει να πληρούνται οι εξής αναγκαίες προϋποθέσεις:

- Συστηματική και μακροχρόνια διαδικασία παρακολούθησης των φυσικών οικοσυστημάτων.
- Συστηματική καταγραφή και κωδικοποίηση των δεδομένων.
- Το δίκτυο παρακολούθησης των φυσικών οικοσυστημάτων να είναι προσαρμοσμένο και αντιπροσωπευτικό της περιοχής εφαρμογής του
- Ευρεία και εύκολα διαχειριζόμενη βάση δεδομένων, η οποία θα παρέχει τη δυνατότητα συγκεκριμένης επεξεργασίας των διαθέσιμων πληροφοριών.

Τέτοια συστήματα είναι δυνατόν να αναπτυχθούν μέσα από μια σειρά απλών διαδικασιών σε καθημερινή βάση, καθώς οι διάφοροι επιστήμονες ή υπηρεσίες μπορούν να αναπτύξουν τη δική τους τράπεζα βιοτικών και αβιοτικών πληροφοριών και αξιών, να την εισάγουν στο σύστημα, να κάνουν συνδυασμούς και αναλύσεις και τέλος να εντοπίσουν και αναγνωρίσουν προτεραιότητες, περιορισμούς, τάσεις, αλλαγές, συνέπειες κ.λπ. οι οποίες σχετίζονται με τα φυσικά οικοσυστήματα. Τα συστήματα αυτά θα αποδώσουν την μέγιστη ωφέλεια εφόσον αναπτυχθούν και τύχουν κατάλληλης διαχείρισης.

Παρακάτω αναφέρονται πολύ περιληπτικά διάφορες εφαρμογές της τηλεπισκόπησης στη διαχείριση και προστασία των δασών αλλά και των φυσικών οικοσυστημάτων γενικότερα:

Δάση-Δασικές εκτάσεις

- Αναγνώριση, ταξινόμηση και χαρτογράφηση δασών, λιβαδιών και άλλων δασικών εκτάσεων.
- Δασικές απογραφές-πολυεπίπεδη δειγματοληψία.
- Εκτίμηση βιομάζας.
- Εκτίμηση και χαρτογράφηση βιοτόπων άγριας πανίδας, υγροτόπων, εθνικών πάρκων κ.λπ.
- Παρακολούθηση και εκτίμηση διαχρονικών αλλαγών και εξελίξεων.
- Χαρτογράφηση βλάστησης λεκανών απορροής-μοντελοποίηση παραγωγής νερού.
- Επιπτώσεις ανθρωπογενών επιδράσεων επί των δασικών οικοσυστημάτων.
- Αποτελεσματικό εργαλείο για τη λήψη ορθολογικότερων αποφάσεων διαχείρισης των δασών και των λιβαδιών.
- Περιφερειακός σχεδιασμός ανάπτυξης και προστασίας δασικών περιοχών.
- Τρισδιάστατες απεικονίσεις για καθορισμό θέσεων αναψυχής.
- Σχεδιασμός δικτύων υποδομής (οδικό, μεταφοράς ξυλείας κ.λπ.).
- Εκτίμηση υποβάθμισης οικοσυστημάτων από ασθένειες, έντομα, ξηρασία, ανέμους, όξινη βροχή, εκτεταμένες λαθροϋλοτομίες κ.λπ.
- Χαρτογράφηση καύσιμης ύλης, καμένων εκτάσεων κ.λπ.
- Εύκολος και γρήγορος ψηφιακός συνδυασμός άλλων βοηθητικών δεδομένων (χάρτες, αεροφωτογραφίες κ.λπ.), δια μέσου των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

- Εντοπισμός, παρακολούθηση και ανάλυση σημειακών και επιφανειακών πηγών μόλυνσης.
- Εντοπισμός, παρακολούθηση και ανάλυση διαβρώσεων, ερημοποίησης κ.λπ.
- Επίδραση περιβαλλοντικών φαινομένων (π.χ. όξινη βροχή) στην βλάστηση κ.λπ.
- Διαχρονική παρακολούθηση περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών.
- Χαρτογράφηση περιβαλλοντικά ευαίσθητων ζωνών-εκτίμηση επικινδυνότητας.
- Διασυνοριακή παρακολούθηση και ανάλυση περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Εκτίμηση φυσικών καταστροφών (π.χ. πλημμύρες, κατολισθήσεις, πυρκαγιές, εκρήξεις ηφαιστείων κ.λπ.).
- Εκτίμηση των δυνατοτήτων και των επιπτώσεων αναπτυξιακών προγραμμάτων.

Υδάτινοι πόροι

- Παρακολούθηση, χαρτογράφηση και ανάλυση ποταμών, λιμνών και υγροτόπων.
- Εντοπισμός πηγών πόσιμου νερού.
- Σχεδιασμός αρδευτικού δικτύου.
- Παρακολούθηση εδαφικής υγρασίας, εξατμισοδιαπνοής κ.λπ.
- Διαχείριση υδατικών οικοσυστημάτων.
- Καταγραφή πλημμυρών, εκτίμηση ζημιών κ.λπ.
- Παρακολούθηση και ανάλυση λεκανών απορροής (χρήσεις, διαβρώσεις κ.λπ.).

Χαρτογραφία

- Σύνταξη νέων θεματικών χαρτών (παγκόσμια χαρτογραφική κάλυψη 45%).
- Ενημέρωση παλαιών θεματικών χαρτών (οι υπάρχοντες χάρτες είναι παλαιοί, πολλοί έχουν λάθη και είναι αναξιόπιστοι).
- Παραγωγή φωτο-χαρτών.
- Σύνταξη χαρτών αλλαγών χρήσεων/καλύψεων γης.
- Δημιουργία Ψηφιακών Μοντέλων Εδάφους (DTM) με ή χωρίς το ύψος της βλάστησης (radar interferometry).
- Παραγωγή χαρτών εκθέσεων, κλίσεων, λεκανών απορροής, αντιπυρικών ζωνών, δασικού οδικού δικτύου κ.λπ.

*Πηγή: Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης, Τμήμα
Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος-Α.Π.Θ., Ελλάδα*

ΑΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Με την αστικοποίηση να αποτελεί πια ένα γενικευμένο φαινόμενο στα οικονομικά ανεπτυγμένα κράτη, ένα μεγάλο τμήμα του πληθυσμού τους είναι συγκεντρωμένο σε αστικές περιοχές. Για την Ευρωπαϊκή Ένωση συγκεκριμένα, εκτιμάται ότι τα τρία τέταρτα του πληθυσμού της κατοικούν σε πόλεις. Συνεπώς η ανάπτυξη των πόλεων επηρεάζει αποφασιστικά την ανάπτυξη και ευημερία της ευρύτερης περιοχής στην οποία βρίσκονται και κατ' επέκταση την χώρα στην οποία ανήκουν. Στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπάρχουν περίπου 3.500 πόλεις με πάνω από 10.000 κατοίκους, 365 πόλεις με πάνω από 100.000 κατοίκους και 32 πόλεις με πάνω από 1.000.000 κατοίκους, σύμφωνα με τα στοιχεία του 1993. Έτσι, το 80% του συνολικού πληθυσμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατοικεί σε πόλεις (ποσοστό που αναμένεται να φτάσει το 90% σε 20 χρόνια), γεγονός που καθιστά την Ευρωπαϊκή Ένωση την πιο αστικοποιημένη περιοχή του κόσμου.



Ως γνωστόν, τα αστικά κέντρα αντιμετωπίζουν σήμερα προβλήματα, που κάνουν πιο δυσχερή και δυσάρεστη τη ζωή των κατοίκων τους σε αυτές. Ο υπερπληθυσμός, η ατμοσφαιρική ρύπανση, ο κατακερματισμός της γης, η υποβάθμιση του περιβάλλοντος είναι μερικά από αυτά

τα οποία κάνουν επιτακτική την ανάγκη για σωστό πολεοδομικό σχεδιασμό, για άσκηση μιας συγκεκριμένης και ενιαίας πολιτικής και για λήψη μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο. Προκειμένου όμως να γίνει δυνατή η υλοποίηση όλων αυτών, απαιτούνται κατάλληλα συστήματα χαρτογράφησης, διαχείρισης και παρακολούθησης των αστικών κέντρων, τα οποία να χρησιμοποιούν ως δεδομένα διάφορα στατιστικά και γεωγραφικά

στοιχεία. Η τηλεπισκόπηση μέσω των δορυφορικών απεικονίσεων, των αεροφωτογραφιών κ.λπ. μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικότερο εργαλείο για την ικανοποίηση των αναγκών και των απαιτήσεων σχεδιασμού της σύγχρονης πόλης. Προς το παρόν όμως, από το μεγάλο φάσμα των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό μόνο οι αναλογικές αεροφωτογραφίες.

2.1.5. Γενικά για το GPS (global positioning system)

Το όνομά του GPS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων global positioning system, το οποίο ουσιαστικά σημαίνει σύστημα προσδιορισμού θέσης (στίγματος) στη γη. Το GPS είναι ένα σύστημα που αποτελείται από 24 δορυφόρους που βρίσκονται σε τροχιά στο διάστημα, σε απόσταση 11 χιλιάδων ναυτικών μιλίων από τη γη και κινούνται σε 6 διαφορετικές τροχιές. Οι δορυφόροι αυτοί βρίσκονται διαρκώς σε κίνηση, κάνοντας 2 πλήρεις περιφορές γύρω από τη γη σε λιγότερο από 24 ώρες. Αν το υπολογίσουμε με μαθηματικά θα δούμε ότι η ταχύτητά τους φτάνει τα 1,8 μίλια το δευτερόλεπτο.

Οι δορυφόροι του GPS λέγονται και δορυφόροι NAVSTAR. Μερικά ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά τους:

- Ο πρώτος δορυφόρος GPS εκτοξεύτηκε τον Φεβρουάριο του 1978
- Ο κάθε δορυφόρος ζυγίζει κάτι λιγότερο από 1 τόνο, και το πλάτος του δεν ξεπερνά τα 5 μέτρα με τις ηλιακές κυψέλες σε ανοικτή θέση
- Η ισχύς του πομπού του είναι μέγιστο 50 watt.
- Κάθε δορυφόρος εκπέμπει σε τρεις διαφορετικές συχνότητες. Τα GPS πολιτικής χρήσης χρησιμοποιούν τη συχνότητα 'L1', στα 1575.42 MHz.
- Οι δορυφόροι GPS έχουν μέση διάρκεια ζωής 10 χρόνια. Η αντικατάστασή τους γίνεται κανονικά εδώ και χρόνια με νέους δορυφόρους.

Οι τροχιές των δορυφόρων GPS περνούν από περίπου 60 μοίρες βόρεια μέχρι 60 μοίρες νότια. Αυτό σημαίνει ότι κάποιος μπορεί να έχει σήμα από τους δορυφόρους σε

οποιοδήποτε σημείο πάνω στη γη, οποιαδήποτε στιγμή. Καθώς πηγαίνουμε προς τους πόλους οι δορυφόροι δε θα περνούν πλέον από πάνω μας, με αποτέλεσμα να χάνουμε λίγο σε ακρίβεια. Το μεγαλύτερο καλό που προσφέρει το σύστημα GPS σε σχέση με τα προηγούμενα συστήματα προσδιορισμού θέσης μέσω σταθμών εδάφους, είναι ότι το GPS δουλεύει ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες. Και βέβαια, στις δύσκολες συνθήκες είναι που το χρειάζεται κανείς περισσότερο.

Το σήμα του GPS περιέχει ένα “ψευδο-τυχαίο” κωδικό, το ephemeris και κάποια δεδομένα αλμανάκ όπως λέγονται. Ο ψευδο-τυχαίος κωδικός προσδιορίζει την ταυτότητα του δορυφόρου που εκπέμπει. Κάθε δορυφόρος έχει ένα χαρακτηριστικό αριθμό PRN (pseudo-random number), από το 1 μέχρι το 32. Αυτός ο αριθμός φαίνεται και στην οθόνη του GPS για να καταλαβαίνουμε ποιος ή ποιοι δορυφόροι είναι στην εμβέλειά μας.



Τα δεδομένα Ephemeris εκπέμπονται συνεχώς από κάθε δορυφόρο και περιέχουν σημαντικές πληροφορίες όπως η κατάσταση του δορυφόρου (αν είναι σε λειτουργία ή όχι, αν έχει προβλήματα και που, κτλ.), η ημερομηνία και η ώρα. Χωρίς αυτά

τα στοιχεία το GPS δεν θα γνώριζε την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα, το χρονικό στίγμα, πληροφορίες σημαντικές για τον προσδιορισμό της θέσης. Τα δεδομένα αλμανάκ πληροφορούν το GPS για τη θέση που θα βρίσκεται κάθε δορυφόρος σε οποιαδήποτε στιγμή της μέρας. Έτσι κάθε δορυφόρος εκπέμπει πληροφορίες για την τροχιά του και τη θέση του, καθώς και για κάθε άλλο δορυφόρο στο δίκτυο για επιπλέον ασφάλεια.

Για να προσδιορίσει την ακριβή θέση του, το GPS συγκρίνει την ώρα που ο δορυφόρος εξέπεμψε το μήνυμα, με την ώρα που το μήνυμα ελήφθη από το GPS. Η διαφορά αυτή δείχνει στο GPS πόσο μακριά είναι ο δορυφόρος-αποστολέας. Αν τώρα προσθέσουμε και τις μετρήσεις που παίρνουμε και από τους άλλους δορυφόρους που βρίσκονται στην εμβέλειά μας, προσδιορίζουμε την ακριβή θέση μας με τριγωνομετρικούς υπολογισμούς. Αυτή ακριβώς είναι η δουλειά που κάνει το GPS. Γι' αυτό χρειάζονται τουλάχιστον τρεις δορυφόροι ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί το γεωγραφικό μήκος και πλάτος (latitude/longitude), το στίγμα μας σε δύο διαστάσεις. Με περισσότερους από τρεις δορυφόρους διαθέσιμους, ένα GPS μπορεί να προσδιορίσει και την τρίτη διάσταση (το ύψος-altitude). Επειδή η πληροφορία αυτή εκπέμπεται συνεχώς από όλους τους δορυφόρους, το GPS μπορεί με τη διαφορά χρόνου και θέσης να προσδιορίσει και την ταχύτητα και την διεύθυνση που κινείται ('ground speed' ή SOG - Speed Over Ground, και 'ground track' ή COG - Course Over Ground).

Το στίγμα όμως που παίρνουμε δεν είναι πάντοτε τόσο ακριβές όπως περιγράφηκε παραπάνω. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που αυξάνουν το σφάλμα στις μετρήσεις. Ο κυριότερος παράγοντας είναι αυτό που λέμε το **Selective Availability (SA)**. Όπως λέει και η ίδια η λέξη, επίτηδες και επιλεκτικά ελαττώνεται η ακρίβεια του στίγματος από το ίδιο το σύστημα. Το Αμερικάνικο Υπουργείο Άμυνας κρίνει ότι η ακρίβεια που παρέχει το σύστημα GPS είναι αρκετή για χρήση μη-στρατιωτική. Αντίθετα, οι Αμερικάνικες στρατιωτικές δυνάμεις έχουν στη διάθεσή τους το σύστημα σε πλήρη λειτουργία δίνοντάς τους ακρίβεια εκατοστού. Για εμάς λοιπόν που έχουμε την επιλεκτική διαθεσιμότητα (SA) της Αμερικής, η ακρίβεια του στίγματος έχει απόκλιση περίπου 100 μέτρων (328 πόδια). Παρόλα αυτά με διάφορα έξυπνα τρικ που χρησιμοποιούν τα ίδια τα GPS η απόκλιση ελαττώνεται στα 30 μέτρα. Ο αρχικός σκοπός του GPS ήταν καθαρά στρατιωτικός. Ξεκίνησε με την πρωτοβουλία του τότε προέδρου των ΗΠΑ Ρόναλντ Ρέιγκαν και είχε ονομαστεί “Πόλεμος των Άστρων”. Καθώς όμως το σύστημα εξελισσόταν και ο κόσμος εξοικειωνόταν στην ιδέα των δορυφόρων, άρχισαν να εμφανίζονται ιδέες για την εκμετάλλευση του συστήματος σε μη στρατιωτικές εφαρμογές. Με επίσημο διάγγελμα του προέδρου Ρέιγκαν, στις αρχές του 1980 το σύστημα GPS διατέθηκε προς χρήση στο κοινό, με τη διαφορά που προαναφέρθηκε, ότι δηλαδή η πλήρης λειτουργικότητα του συστήματος θα είναι διαθέσιμη μόνο στον Αμερικάνικο Στρατό. Ο λόγος ήταν να μην χρησιμοποιηθεί το σύστημα από τρομοκράτες και εχθρικές δυνάμεις.



Ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει την ακρίβεια του GPS είναι η “γεωμετρία” των δορυφόρων. Με απλά λόγια, η γεωμετρική θέση των δορυφόρων είναι το σημείο που βρίσκεται ο καθένας σε σχέση με τους άλλους δορυφόρους, όπως φαίνεται από το GPS. Αν ένα GPS έχει στην εμβέλειά του τέσσερις δορυφόρους (που είναι αρκετοί για να δώσουν ένα ακριβές στίγμα) αλλά και οι τέσσερις είναι π.χ. βορειοδυτικά σε σχέση με το GPS, η “γεωμετρία” των δορυφόρων είναι πολύ κακή. Στην πραγματικότητα, το GPS μπορεί να μην είναι σε θέση να δώσει καν στίγμα. Αυτό συμβαίνει γιατί όλες οι

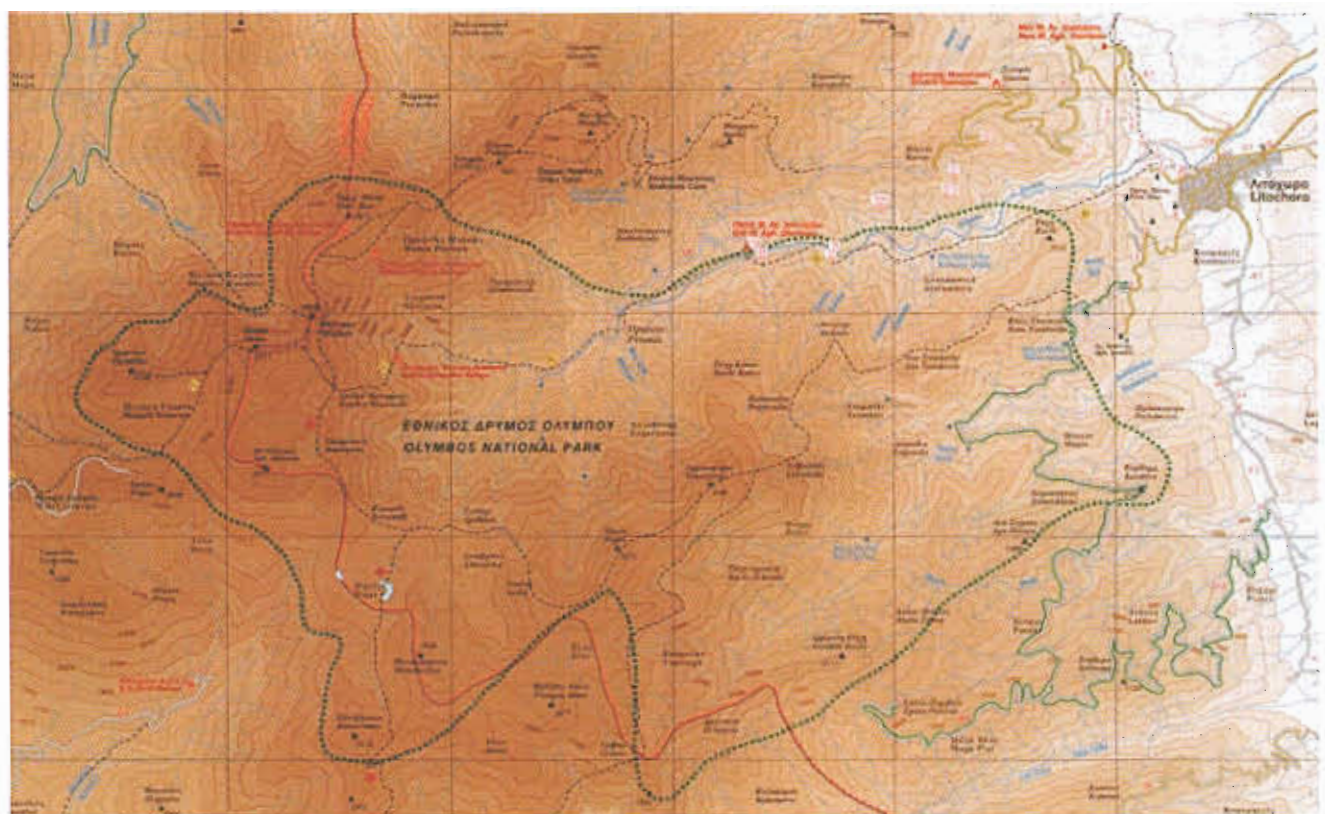
μετρήσεις της απόστασης από όλους τους δορυφόρους προέρχονται από την ίδια διεύθυνση, ΒΔ. Δηλαδή, τα τριγωνομετρικά δεδομένα που λαμβάνει το GPS όσον αφορά την περιοχή στην οποία βρίσκεται το στίγμα μας είναι ασαφή, η περιοχή που ορίζεται από τις τομές των αποστάσεων είναι πολύ μεγάλη, και έτσι ο ακριβής προσδιορισμός της θέσης του GPS είναι αδύνατος. Σε αυτή την περίπτωση το σφάλμα του στίγματος μπορεί να είναι της τάξης των 90 έως 150 μέτρων (300-500 πόδια). Στην αντίθετη περίπτωση, με τέσσερις δορυφόρους στην εμβέλεια του GPS κατανεμημένους στα τέσσερα σημεία του ορίζοντα, η ακρίβεια του στίγματος

είναι η μέγιστη δυνατή. Η καλύτερη γεωμετρία των δορυφόρων είναι όταν αυτοί βρίσκονται ανά 90 μοίρες σε σχέση με το GPS.

Το στίγμα μας βρίσκεται στην περιοχή που ορίζεται εκεί που τέμνονται οι διευθύνσεις της απόστασης από τους τέσσερις δορυφόρους, και η περιοχή αυτή είναι τώρα πάρα πολύ μικρή. Ακόμα και με το Selective Availability, η ακρίβεια του στίγματος είναι της τάξης των 30 μέτρων (100 πόδια). Η ακρίβεια του GPS επίσης είναι μικρότερη όταν κινούμαστε με μεγάλη ταχύτητα ή όταν βρισκόμαστε ανάμεσα σε ψηλά βουνά ή άλλα εμπόδια. Όταν το σήμα δεν φτάνει μέχρι το GPS λόγω των φυσικών εμποδίων, οι δορυφόροι υπολογίζουν τη θέση τους σε σχέση με τους υπόλοιπους και το GPS μπορεί τότε να καταλάβει εάν είναι σε θέση να δώσει ένα ακριβές στίγμα. Ένα καλό GPS μπορεί να δώσει ένδειξη όχι μόνο ποιοι δορυφόροι είναι εντός εμβέλειας και εν λειτουργία, αλλά και που ακριβώς βρίσκονται (αζιμούθιο και υψόμετρο), ώστε ο χρήστης του GPS να καταλάβει τι βαθμό αξιοπιστίας έχει το στίγμα που του δίνει το όργανο. Ένα άλλο πρόβλημα που επηρεάζει την ακρίβεια του στίγματος είναι οι αντανakλάσεις. Με απλά λόγια, κάθε ραδιοσήμα ανακλάται πάνω στα διάφορα αντικείμενα του φυσικού περιβάλλοντος και το σήμα φτάνει στο GPS καθυστερημένα αφού έχει ταξιδέψει μεγαλύτερη απόσταση από την αναμενόμενη. Αυτός ο επιπλέον χρόνος κάνει το GPS να πιστεύει ότι ο δορυφόρος που το εξέπεμψε βρίσκεται μακρύτερα από ότι είναι στην πραγματικότητα και έτσι προσδιορίζει λανθασμένα το σχετική θέση του. Αυτό το επιπλέον σφάλμα επιβαρύνει την ακρίβεια του στίγματος με άλλα 4-5 μέτρα (15 πόδια). Υπάρχουν και άλλοι μικρότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ακρίβεια του GPS, όπως οι καιρικές συνθήκες, ο συγχρονισμός πομπού - δέκτη, κ.α. Για παράδειγμα, τα ραδιοσήματα ταξιδεύουν στο διάστημα με την ταχύτητα του φωτός, επιβραδύνονται όμως σημαντικά όσο προχωρούν μέσα στα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας, πολύ περισσότερο δε όταν υπάρχουν σύννεφα, βροχή, δυνατός αέρας, κλπ.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Από την 1η Απριλίου του 2000, το Αμερικανικό Υπουργείο Άμυνας αποφάσισε να τερματίσει την εφαρμογή του εκούσιου σφάλματος Selective Availability, με αποτέλεσμα οι ενδείξεις του GPS να είναι ακριβείς έως και 3 μέτρα.

Ειδικά στον ελληνικό χώρο, οι χάρτες πεζοπορικών διαδρομών που χρησιμοποιούνται από ορειβατικούς συλλόγους, γραφεία trekking (στα οποία τη διαδρομή γνωρίζει έμπειρος οδηγός βουνού) και από έμπειρους ορειβάτες ή περιπατητές προέρχονται από υπόβαθρα της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, Γ.Υ.Σ. και πολλοί έχουν δημοσιευθεί σε ορειβατικά περιοδικά (σχ. 3). Τελευταία γίνονται και εκδοτικές προσπάθειες με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, GIS (πάλι πάνω στα ίδια υπόβαθρα), όπου χρησιμοποιούνται διάφορες δυνατότητες του λογισμικού για την παραγωγή χαρτών με σύμβολα και εικονίδια για την απεικόνιση των μονοπατιών και άλλων πληροφοριών έτσι, ώστε να αποδίδεται ένα πληρέστερο οπτικό και λειτουργικό αποτέλεσμα (σχ. 4) (ΕΕΤΑΑ, 1997).

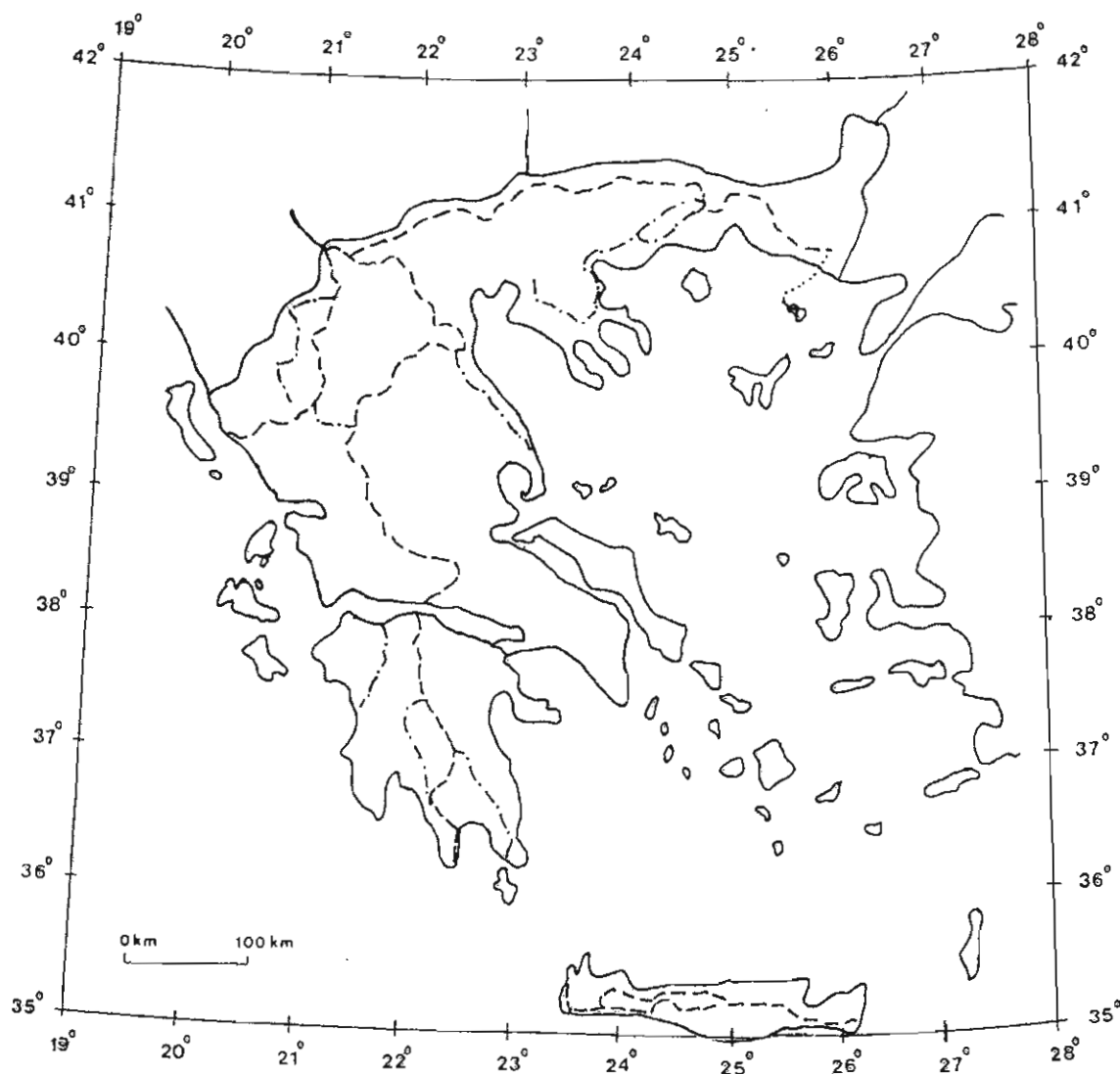


Σχ. 4. Χάρτης μονοπατιών στην περιοχή του Ολύμπου (τμήμα). Απεικονίζονται διεθνή και εθνικά μονοπάτια, θέσεις ορειβατικών καταφυγίων και περιοχών με ιστορικό ή φυσιολατρικό ενδιαφέρον. Ο χάρτης βασίζεται στο αντίστοιχο Φ.Χ. της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:50.000

Στο σύνολό τους οι χάρτες που προσφέρονται στην αγορά, στην Ελλάδα ή διεθνώς, προέρχονται από χάρτες μικρών κλιμάκων που δείχνουν τα ορεινά μονοπάτια με μεγαλύτερη ή μικρότερη ακρίβεια, αλλά δεν είναι κατάλληλοι για χρήση από μεμονωμένους περιπατητές ή ομάδες περιπατητών χωρίς εμπειρία στη χρήση χαρτών. Οι περιπατητές αυτοί πρέπει να μπορούν να αντιλαμβάνονται τη θέση τους στον πραγματικό κόσμο και στο χάρτη, αλλά και να αναγνωρίζουν και να ακολουθούν το μονοπάτι στο έδαφος με τη βοήθεια του χάρτη. Είναι προφανές ότι, για να γίνει δυνατό κάτι τέτοιο, πρέπει το θέμα της κίνησης στα ορεινά μονοπάτια και η αντίστοιχη παραγωγή χαρτογραφικού υλικού να τεθούν σε νέες βάσεις, όπου σημαντικό ρόλο θα έχει καταρχήν η ακριβής γνώση και αποτύπωση αυτών καθ' εαυτών των μονοπατιών, κάτι που δε συμβαίνει σήμερα.

3.2. Τα ορεινά μονοπάτια στην Ελλάδα

Στον ελληνικό χώρο υπάρχουν σήμερα θεσμοθετημένα δύο είδη διαδρομών, τα διεθνή και τα εθνικά μονοπάτια (σχ. 5).



Σχ. 5. Τα διεθνή και εθνικά ορεινά μονοπάτια στην Ελλάδα (απεικονίζονται με διακεκομμένη και αξονική γραμμή αντίστοιχα)

Τα διεθνή μονοπάτια είναι:

Το Ευρωπαϊκό Μονοπάτι Μεγάλων Διαδρομών E4, το οποίο ξεκινάει από τα Πυρηνάια και καταλήγει στην Ελλάδα μέσω Γιουγκοσλαβίας, στο φυλάκιο της Νίκης Φλώρινας. Διασχίζει τη

χώρα ως το νοτιότερο άκρο, το ακρωτήριο Ταίναρο και διέρχεται από τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, αλλά και μνημεία (Μετέωρα, Δελφοί κ.ά.). Κλάδος του μονοπατιού αυτού συνεχίζεται στην Κρήτη, την οποία διασχίζει κατά μήκος. Το μονοπάτι αυτό έχει εμπειρικά αποτυπωθεί στην περιοχή της Πελοποννήσου και δίνονται διάφορες πληροφορίες γι' αυτό σε σχετικό Βιβλίο (Ρήγας, 1995).

Το Ευρωπαϊκό Μονοπάτι Ε6, το οποίο διασχίζει τη Βόρεια Ελλάδα, από την Ηγουμενίτσα μέχρι την Αλεξανδρούπολη, ακολουθώντας πορεία περίπου παράλληλη προς τα βόρεια σύνορα.

Οι πορείες των διεθνών μονοπατιών Ε4 και Ε6 φαίνονται σε χάρτες υποβάθρου Γ.Υ.Σ. με κλίμακες 1:50.000 για το Ε4, 1:50.000 για το τμήμα Ηγουμενίτσα - Φλώρινα του Ε6 και 1:100.000 για το τμήμα Φλώρινα - Αλεξανδρούπολη του Ε6. Η τοποθέτηση της πορείας των μονοπατιών πάνω στο χάρτη έγινε με εμπειρικό τρόπο (Ρήγας, 1997). Η σήμανση του Ε6 έγινε από την Ελληνική Ομοσπονδία Ορειβάσις - Αναρρίχησης, Ε.Ο.Ο.Α. και από τις κατά τόπους Νομαρχίες (για το ανατολικό τμήμα). Ως είδη σήμανσης χρησιμοποιήθηκαν πινακίδες από αλουμίνιο, διαστάσεων 10 X 10 cm, διπλής όψης με μαύρο, άσπρο και κίτρινο χρώμα, που τοποθετήθηκαν σε μεταλλικούς σωλήνες, δέντρα ή βράχους. Σε ομαλό έδαφος πινακίδες ή βέλη τοποθετήθηκαν ανά 200 m περίπου, ενώ σε ανώμαλο έδαφος η απόσταση αυτή μειώθηκε αναλόγως του ανάγλυφου. Κατά τις εργασίες χάραξης και σήμανσης των μονοπατιών χρησιμοποιήθηκαν από τους οδηγούς βουνού μικροί δέκτες GPS, αλλά μόνο για προσανατολισμό και όχι για αποτύπωση.

Το δίκτυο εθνικών μονοπατιών περιλαμβάνει:

Τα μονοπάτια Ο1 και Ο3 στην Ήπειρο και Δυτική Μακεδονία.

Το μονοπάτι Ο2 στον άξονα Ολύμπου - Πηλίου.

Το μονοπάτι Ο4 στην Ανατολική Μακεδονία και Χαλκιδική.

Τα μονοπάτια 31, 32 και 33 στην Πελοπόννησο.

Σχεδόν όλα τα τμήματα των εθνικών μονοπατιών είναι σηματοδοτημένα, εκτός από το μεγαλύτερο τμήμα του Ο4 (Ρήγας, 1997).

3.3. Μεθοδολογία για την καταγραφή των μονοπατιών

Σε πολλές περιπτώσεις ο χρήστης ενός χάρτη κατάλληλου για πεζοπορία αδυνατεί να προσδιορίσει τη θέση του στο χάρτη είτε εξαιτίας αδυναμίας του να κατανοήσει χαρτογραφικά σύμβολα και γενικότερης έλλειψης σχετικής εμπειρίας, είτε για λόγους αντικειμενικούς (καιρικές συνθήκες, πεζοπορία κατά τη διάρκεια της νύκτας κ.λπ.). Η σημασία της ακριβούς γνώσης της θέσης του πεζοπόρου-ορειβάτη-τουρίστα στον πραγματικό κόσμο, αλλά και στο χάρτη είναι προφανής. Ωστόσο οι παραδοσιακές μέθοδοι εντοπισμού θέσης και προσανατολισμού (π.χ. παρατηρήσεις ουρανίων σωμάτων, πυξίδα κ.λπ.) δεν είναι πάντοτε αποτελεσματικοί, ενώ για μη ειδικευμένο προσωπικό είναι πρακτικά άχρηστοι.

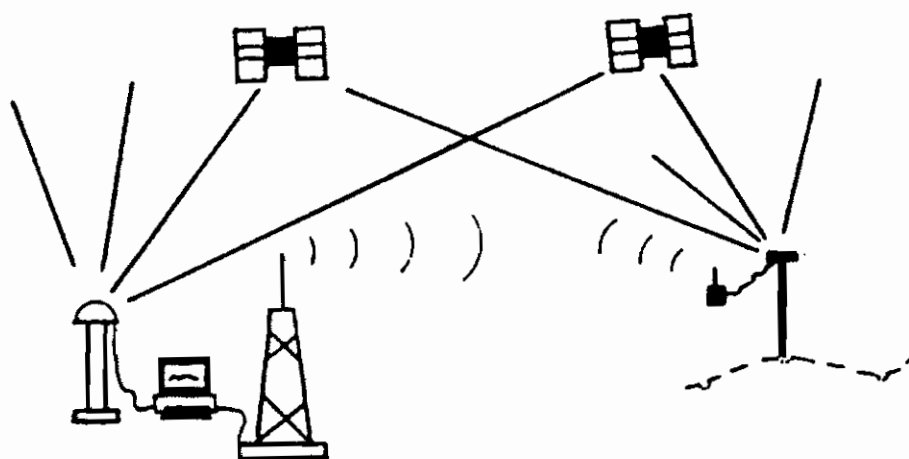
Το πρόβλημα του εντοπισμού της θέσης και του προσδιορισμού της πορείας με τη βοήθεια χάρτη μπορεί να επιλυθεί με τη χρήση δεκτών του δορυφορικού Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (Global Positioning System, GPS). Η χρήση ενός φορητού δέκτη GPS δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να προσδιορίζει τη θέση του με τη βοήθεια των γεωγραφικών συντεταγμένων που απεικονίζονται στην οθόνη της συσκευής. Όπως είναι γνωστό, το GPS είναι ένα σύστημα παροχής στίγματος και χρόνου που καλύπτει ολόκληρη τη

Γη για όλες τις ώρες του 24ώρου και ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες. Βασίζεται στα ραδιοσήματα που εκπέμπουν 24 αμερικανικοί δορυφόροι, ενώ κυκλοφορούν ήδη στην αγορά δέκτες που αξιοποιούν και την αντίστοιχη ρωσική τεχνολογία: συνδυασμός GPS και GLONASS με σύνολο 48 διαθέσιμων δορυφόρων για τον εντοπισμό της θέσης.

Το γεγονός ότι ο περιπατητής ή ορειβάτης γνωρίζει τις συντεταγμένες φ , λ της θέσης του πολλές φορές δεν είναι αρκετό, υπό την έννοια ότι αυτός που δεν γνωρίζει τη χρήση του χάρτη δεν μπορεί να προσανατολιστεί είτε με συντεταγμένες είτε χωρίς αυτές. Εκείνο που θα ήταν χρήσιμο να υπάρχει σε κάθε περίπτωση είναι η αναλυτική έκφραση της τεθλασμένης γραμμής που αποτελεί το κάθε μονοπάτι, όπου για κάθε κορυφή της θα υπήρχαν διαθέσιμες οι συντεταγμένες φ , λ , h . Η αποτύπωση των διεθνών και εθνικών μονοπατιών με ακρίβεια είναι μια εργασία που δεν έχει γίνει ακόμα, είναι όμως απόλυτα απαραίτητο να γίνει τόσο για λόγους ενίσχυσης του οικολογικού τουρισμού, όσο και για λόγους ασφαλείας και προστασίας.

Για την αποτύπωση των μονοπατιών με ακρίβεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί το σύστημα GPS. Από τις μεθόδους εντοπισμού θέσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ο κινηματικός προσδιορισμός θέσης με επεξεργασία στο γραφείο είτε - το καλύτερο - ο διαφορικός εντοπισμός θέσης σε πραγματικό χρόνο (Σαββαΐδης, 1997). Στη δεύτερη αυτή περίπτωση ένας δέκτης χρησιμοποιείται ως σταθμός βάσης σε γνωστό τριγωνομετρικό σημείο. Ένας δεύτερος δέκτης χρησιμοποιείται για την αποτύπωση, πολλές φορές σε απόσταση αρκετών χιλιομέτρων από το σταθερό δέκτη. Ο σταθμός βάσης στέλνει διαφορικές διορθώσεις και η θέση του κινητού δέκτη μπορεί να προκύψει με ακρίβεια λίγων cm (σχ. 6).

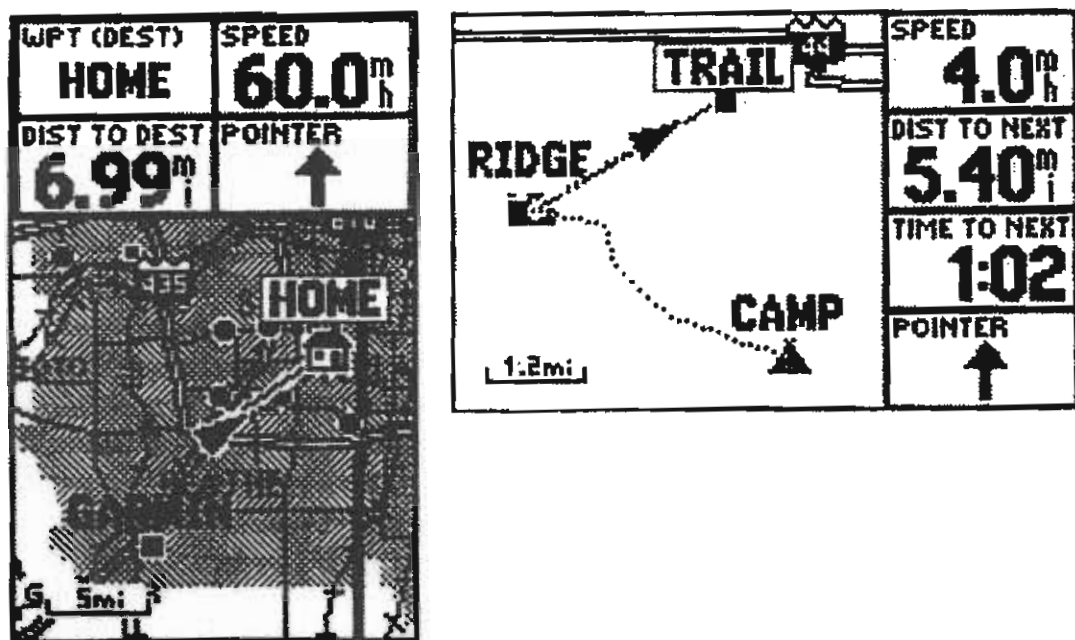
Από την αποτύπωση προκύπτει ένας κατάλογος σημείων με τις συντεταγμένες τους. Αυτός ο κατάλογος ορίζει ακριβώς τη διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσει ο πεζοπόρος για να φθάσει στο σημείο προορισμού του. Βεβαίως, για τη δημιουργία ενός αποτελεσματικού συστήματος προσανατολισμού, θα πρέπει να υπάρχει και σήμανση στο μονοπάτι με κωδικοποίηση που θα αναφέρεται ακριβώς στα σημεία του καταλόγου. Τα ίδια σημεία με την αυτή κωδικοποίηση θα πρέπει να εμφανίζονται και στους τυπωμένους χάρτες. Π.χ. στο χάρτη θα φαίνεται το μονοπάτι με τα διαδοχικά σημεία E6-257, E6-258, E6-259 κ.λπ., για τα οποία υπάρχουν οι συντεταγμένες τους στον κατάλογο συντεταγμένων.



Σχ. 6. Η αρχή του διαφορικού εντοπισμού θέσης με δέκτες GPS σε πραγματικό χρόνο

Η χρησιμοποίηση φορητών δεκτών GPS είναι μια πρακτική που ήδη συναντάται σε μερικές περιπτώσεις αποτυπώσεων διαδρομών ή μονοπατιών, όπως, για παράδειγμα, για την ανάβαση στις Άνδεις (κορυφή Aconcagua) και για τη διάβαση του περάσματος Cho La Pass των Ιμαλαΐων. Μια ακόμη εφαρμογή είναι και η αποτύπωση με φορητό δέκτη GPS μιας διαδρομής από τους πρόποδες του Ολύμπου, θέση «Διασταύρωση», προς το Καταφύγιο του Συλλόγου Ελλήνων Ορειβατών (Σ.Ε.Ο) Θεσσαλονίκης (Κατσάμπαλος κ.ά., 1997). Η αποτύπωση της διαδρομής είναι τελείως ενδεικτική, τα δε σημεία, που φαίνονται στον πίνακα 1, δεν απεικονίζουν με ιδιαίτερη λεπτομέρεια το πραγματικό μονοπάτι, διότι είναι μετρημένα σε πολύ αραιά διαστήματα. Οι μετρήσεις έγιναν με φορητό δέκτη GPS Scoutmaster της εταιρείας Trimble.

Ο οδοιπόρος με τη χρήση του δέκτη GPS μπορεί να αποθηκεύσει τον κατάλογο συντεταγμένων της διαδρομής ή του μονοπατιού στη μνήμη του δέκτη (waypoints) και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσει τις λειτουργίες της συσκευής, οι οποίες παρέχουν δυνατότητα απεικόνισης στην οθόνη της διεύθυνσης και της απόστασης προς το επόμενο ή το προηγούμενο κωδικοποιημένο σημείο της διαδρομής, σύμφωνα με τον εντοπισμό της θέσης του δέκτη κάθε στιγμή. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και δέκτης GPS με δυνατότητα απεικόνισης ψηφιακού χάρτη (σχ. 7), οπότε υπάρχει άμεση προβολή της θέσης του οδοιπόρου στο χάρτη της οθόνης και περιορίζεται η σημασία του κλασικού χάρτινου χάρτη.



Σχ. 7. Οθόνη απλού δέκτη GPS με δυνατότητα απεικόνισης ψηφιακού χάρτη

4 Όλυμπος, το ψηλότερο βουνό της Ελλάδας

4.1. Γενικές πληροφορίες περιοχής

ΟΛΥΜΠΟΣ Ο ΠΡΩΤΟΣ ΕΘΝΙΚΟΣ ΔΡΥΜΟΣ

ΟΛΥΜΠΟΣ, το ψηλότερο βουνό μας, η κατοικία των δώδεκα θεών της αρχαιότητας, είναι η πρώτη περιοχή, για την οποία εφαρμόστηκε πριν από 50 χρόνια ειδικό καθεστώς προστασίας στη χώρα μας με την κήρυξή του ως Εθνικού Δρυμού το 1938, βάσει του νόμου 856/37. Σκοπός της κήρυξης αυτής ήταν «... η διατήρηση στο διηνεκές του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής, δηλαδή της άγριας χλωρίδας, της πανίδας και του φυσικού τοπίου, καθώς και των πολιτιστικών και άλλων αξιών της...». Ακόμα η ανακήρυξη του Δρυμού έγινε με σκοπό την ενίσχυση της επιστημονικής έρευνας παράλληλα με την περιβαλλοντική εκπαίδευση του κοινού και την ανάπτυξη του τουρισμού στην ευρύτερη περιοχή. Με ειδική νομοθεσία έχει απαγορευτεί κάθε είδους εκμετάλλευση στην ανατολική πλευρά του βουνού σε έκταση 40.000 στρεμμάτων περίπου που αντιπροσωπεύει τον πυρήνα του Δρυμού. Μια ευρύτερη περιοχή γύρω από τον πυρήνα, χαρακτηρίστηκε «περιφερειακή ζώνη του Δρυμού», ώστε η διαχείριση και εκμετάλλευσή της να γίνεται έτσι ώστε να μην επηρεάζει αρνητικά την προστασία του πυρήνα.



Σήμερα μετά από ειδική μελέτη, ο δρυμός πρόκειται να επεκταθεί σε μια έκταση 170.000 στρεμμάτων. Πρόκειται να επεκταθεί όμως και ο πυρήνας, ώστε να συμπεριλάβει ορισμένες εκτάσεις που χρειάζονται αυστηρή προστασία.

Ο Όλυμπος είναι παγκόσμια γνωστός τόσο για τα οικολογικά χαρακτηριστικά και την ανεπανάληπτη φυσική ομορφιά του, όσο και για τη σχέση του με την αρχαία ελληνική μυθολογία.

Η σημασία του Δρυμού έχει αναγνωριστεί όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και στην Ευρώπη και παγκόσμια. Το 1981 η UNESCO ανακήρυξε τον Όλυμπο «Απόθεμα της Βιόσφαιρας». Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα έχει συμπεριλάβει τον Όλυμπο στις «Σημαντικές για την Ορνιθοπανίδα Περιοχές της Ευρωπαϊκής Κοινότητας».

ΘΕΣΗ

Ο Όλυμπος βρίσκεται στα σύνορα Μακεδονίας-Θεσσαλίας και ειδικότερα στα όρια των Νομών Πιερίας και Λάρισας. Ο Μύτικας, η υψηλότερη κορυφή του, απέχει σε ευθεία απόσταση 263 χιλιόμετρα από την Αθήνα και 78 χιλιόμετρα από τη Θεσσαλονίκη, ενώ από τις ακτές της Πιερίας απέχει 18 και από την Κατερίνη 24 χιλιόμετρα.

ΕΚΤΑΣΗ

Η έκταση του Ολύμπου ανέρχεται στα 500 περίπου τετραγωνικά χιλιόμετρα. Η έκταση που κατέχει είναι σχεδόν κυκλική με μέση διάμετρο 25 χιλιόμετρα περίπου και περίμετρο γύρω στα 80 χιλιόμετρα. Όσον αφορά τον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου, η έκτάσή του ανέρχεται σε 238.411 στρέμματα με πυρήνα 40.000 στρεμμάτων.

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Ο Όλυμπος είναι το ψηλότερο βουνό της Ελλάδας και το δεύτερο σε ύψος βουνό των Βαλκανίων. Το ανάγλυφό του εμπεριέχει πολλά χαρακτηριστικά στοιχεία που του προσδίδουν γοητεία και αίγλη. Βραχώδεις και απόκρημνες κορυφές, βαθιές χαράδρες, αλπικά λιβάδια και πυκνά δάση, συνθέτουν αυτό το σπάνιο γλυπτό που ακούει στο όνομα Όλυμπος. Συνολικά 52 κορυφές υψώνονται από τα 760 έως τα 2918 μέτρα, συνθέτοντας με τις βραχώδεις ρεματιές εικόνες μοναδικής ομορφιάς.



ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Τα πετρώματα του Ολύμπου άρχισαν να σχηματίζονται πριν από 200 εκατομμύρια χρόνια στο βυθό μιας σχετικά ρηχής θάλασσας, από όπου αναδύθηκε και άρχισε σιγά-σιγά να παίρνει τη δική του μορφή. Στην περίοδο των παγετώνων έγιναν σημαντικές ανακατατάξεις στη μορφή του βουνού αφού οι πάγοι που έλιωσαν μετέφεραν τεράστιες ποσότητες πετρωμάτων από τις κορυφές προς τους πρόποδες του βουνού. Με το λιώσιμο και των τελευταίων πάγων, εδώ και 10.000 χρόνια περίπου, ο Όλυμπος πήρε τη σημερινή του μορφή.



ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στον Όλυμπο δεν υπάρχουν λίμνες, εκτός από περιοδικές λιμνούλες στην περιοχή «Μπάρα» και «Ντριστέλα» οι οποίες δημιουργούνται από το λιώσιμο του χιονιού. Μια μικρή τεχνητή λίμνη δημιουργήθηκε τα τελευταία χρόνια στην έξοδο της ρεματιάς «Ξερολάκκι» πάνω από το χωριό «Πέτρα». Στον Όλυμπο επισήμως δεν έχουν αναφερθεί μεγάλα σπήλαια παρά μόνο σπηλιές, βάραθρα, χιονότρυπες και σχίσματα, χωρίς αυτό να αποκλείει την ύπαρξή τους. Πολλές από τις ρεματιές του έχουν νερό όλο το χρόνο, το οποίο κυρίως καταλήγει λόγω της εξαιρετικής του ποιότητας στο δίκτυο της ύδρευσης. Οι πηγές του Ολύμπου είναι πολλές αλλά ελάχιστες συναντάμε σε υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων.

ΚΛΙΜΑ

Το κλίμα του Ολύμπου επηρεάζεται από τη γεωγραφική του θέση, τον όγκο του, το πέτρωμα και την έκθεση των πλαγιών. Σε γενικές γραμμές είναι μεσογειακό, δηλαδή θερμό και ξηρό το καλοκαίρι και υγρό το χειμώνα. Επτά μήνες περίπου το χρόνο καλύπτεται από χιόνια (από το Νοέμβριο ως τον Μάιο) ενώ το συνολικό ποσό του νερού που δέχεται ο Όλυμπος, είτε με τη μορφή χιονιού το χειμώνα είτε με τη μορφή βροχής ή χαλαζιού το καλοκαίρι, είναι μεγάλο. Είναι, δηλαδή, η ποσότητα του νερού περίπου 3 με 4 φορές υψηλότερη από την ποσότητα του νερού που δέχεται η Αθήνα ή η Θεσσαλονίκη (1100 έως 1800 χιλιοστά το χρόνο, ενώ η Θεσσαλονίκη δέχεται 500 και η Αθήνα 400 χιλιοστά το χρόνο υδάτινων κατακρημνισμάτων). Η μισή ποσότητα του νερού πέφτει με τη μορφή χιονιού ενώ η άλλη μισή πέφτει σαν βροχή ή χαλάζι.

Η μέση θερμοκρασία το χειμώνα κυμαίνεται από τους -20ο C μέχρι και τους +10ο C και το καλοκαίρι από τους 0ο C έως τους 20ο C χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν τιμές πέρα από αυτά τα όρια. Σε κάθε 100 μέτρα ανάβασης στον Όλυμπο η θερμοκρασία πέφτει περίπου μισό βαθμό. Έτσι, εάν στη θάλασσα έχουμε 20ο C, την ίδια ώρα στο Μύτικα (2918 μ.) - και εφόσον ισχύουν οι ίδιες καιρικές συνθήκες - θα έχουμε περίπου 5ο C. Τέλος, οι άνεμοι στον Όλυμπο είναι καθημερινό φαινόμενο, ενώ μερικές φορές ξεπερνούν σε ταχύτητα τα 100 χιλιόμετρα ανά ώρα.

ΜΥΘΟΛΟΓΙΑ - ΙΣΤΟΡΙΑ

Το σχήμα του Ολύμπου, η πολύμορφη και ευμετάβλητη γοητεία της φύσης του οι ψηλές κορυφές του, γεμάτες ομίχλη και χαμηλά σύννεφα που φέρνουν συχνά καταιγίδες, προκάλεσαν δέος και θαυμασμό στον προϊστορικό άνθρωπο που κατοίκησε στους πρόποδες του, όπου η αρχαιολογική σκαπάνη αποκαλύπτει σήμερα ευρήματα από οικισμούς της εποχής του σιδήρου. Οι πρώτοι αυτοί κάτοικοι της περιοχής θα δημιουργήσουν τους θρύλους που αργότερα θα δώσουν το δωδεκάθεο των αρχαίων Ελλήνων.

Οι δώδεκα θεοί κατοικούσαν στα φαράγγια - στις πτυχές του Ολύμπου όπως τα αποκαλεί ο Όμηρος - όπου βρίσκονται και τα παλάτια τους. Το Πάνθεον (ο σημερινός Μύτικας), είναι το σημείο συνάντησής τους θέατρο των θυελλωδών συζητήσεών τους. Ο θρόνος του Δία (το σημερινό Στεφάνι), φιλοξενεί αποκλειστικά τον αρχηγό των θεών, το Δία. Από εκεί εξαπολύει τους κεραυνούς του, δείχνοντας έτσι τη «θεϊκήν του μήνιν». Ο Όλυμπος στην Ιλιάδα ονομάζεται μέγας, μακρύς, αιγλήεις (δηλ. λαμπρός), πολύδενδρος.



Στους πρόποδες του Ολύμπου, 5 χλμ. από τη θάλασσα, βρίσκεται το Δίον, ιερή πόλη των Μακεδόνων αφιερωμένη στο Δία και στους δώδεκα θεούς. Η ακμή του τοποθετείται ανάμεσα στον 5ο π.Χ. και τον 5ο μ.Χ. αιώνα. Οι ανασκαφές, που άρχισαν το 1928 και συνεχίζονται μέχρι σήμερα, αποκάλυψαν πλούσια ευρήματα της μακεδονικής, ελληνιστικής και ρωμαϊκής εποχής, που βρίσκονται στο μουσείο του Δίου. Η Πίμπλεια και τα Λείβηθρα, άλλες δύο αρχαίες πόλεις στην περιοχή του Ολύμπου, σχετίζονται με το μύθο του Ορφέα και τα ορφικά μυστήρια. Αλλά και αργότερα η ιστορία στάθηκε πολυτάραχη στον Όλυμπο. Στα χρόνια της Τουρκοκρατίας το βουνό υπήρξε κρησφύγετο και ορμητήριο διάσημων κλεφτών και αρματολών. Στα νεώτερα χρόνια, μετά το 1900, έδρασαν εδώ ληστές. Κατά την εισβολή των Γερμανών το 1941 ο ελληνικός στρατός μαζί με μονάδες Νεοζηλανδών και Αυστραλών έδωσε υποχωρώντας σημαντικές μάχες. Αμέσως μετά φώλιασε εδώ η Εθνική Αντίσταση.

Ολόκληρος ο Όλυμπος κηρύχθηκε αρχαιολογικός και ιστορικός χώρος προκειμένου να διαφυλαχθεί η μνημειακή και ιστορική του όψη.

4.1.2. Χλωρίδα και πανίδα

ΧΛΩΡΙΔΑ

Συνολικά στον Όλυμπο έχουν καταμετρηθεί από τους επιστήμονες πάνω από 1700 είδη φυτών τα οποία αντιπροσωπεύουν το 25% της ελληνικής χλωρίδας.

Τα περισσότερα από αυτά που βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο είναι τα συνηθισμένα μεσογειακά και κεντροευρωπαϊκά είδη. Στη γυμνή από δέντρα αλπική ζώνη υπάρχουν πάνω από 150 είδη φυτών.

Από αυτά, τα μισά βρίσκονται μόνο στη Βαλκανική χερσόνησο και τα 23 είναι ενδημικά και είναι τα εξής:

Achillea ambrosiaca, *Alyssum handelii*, *Asperula muscosa*, *Aubrieta thessala*, *Campanula oreadum*, *Carum adamovicii*, *Centaurea incomplete*, *Centaurea lithochorea*, *Centaurea transies*, *Cerastium theophrasti*, *Coincla nivalis*, *Erysimum olympicum*, *Festuca olympica*, *Genista sakellariadis*, *Jankaea heldreichii*, *Ligusticum olympicum*, *Melampyrus ciliatum*, *Ophrys helenae*, *Poa thessala*, *Potentilla deorum*, *Silene oligantha*, *Viola striis - notata*, *Viola pseudograeca*

Το είδος *Jankaea heldreichii*, φυτικό λείψανο από την εποχή των παγετώνων, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους επιστήμονες.

Η βλάστηση του Ολύμπου λόγω του έντονου ανάγλυφου, της μικρής απόστασης από τη θάλασσα και της δημιουργίας πολλών μικροπεριβαλλόντων, χαρακτηρίζεται ιδίως στην ανατολική πλευρά από μεγάλη αναρχία, όσον αφορά τη διαδοτικότητα των ζωνών βλάστησης. Σε γενικές γραμμές υπάρχουν τέσσερις ζώνες βλάστησης με πολλές όμως αλληλοδιεισδύσεις ειδών από τη μία στην άλλη.



Η πρώτη, από τα 300 έως τα 500 μέτρα ζώνη αειφύλλων σκληροφύλλων, περιλαμβάνει κυρίως θάμνους και δέντρα χαμηλού ύψους όπως την αριά (*Quercus ilex*), τη γλυστροκουμαριά (*Arbutus adrachnae*), το πουρνάρι (*Quercus coccifera*), την ήμερη κουμαριά (*Arbutus unedo*), τον κέδρο (*Juniperus oxycedrus*). Υπάρχουν επίσης ορισμένα χαρακτηριστικά

φυλλοβόλα είδη: ο μελιός (*Fraxinus ornus*), το τρίλοβο σφενδάμι (*Acer monspessulanum*), η κουτσουπιά (*Cercis siliquastrum*), η κοκορεβυθιά (*Pistacia terebinthus*), κ.α.



Από τα 600 μέχρι τα 1400 μέτρα, ζώνη των δασών οξιάς - ελάτης και ορεινών κωνοφόρων, συναντούμε κυρίως τη μαύρη πεύκη (*Pinus nigra* var. *Pallasiana*) σε συμπαγείς συστάδες. Σε μικρές ομάδες και λόχμες εμφανίζονται η υβριδογενής ελάτη (*Abies hybridogenus*), η οξυά (*Fagus moesiaca*), σποραδικά η φτελιά (*Ulmus glabra*), ο ίταμος (*Taxus baccata*), η λεπτοκαρυά (*Coryllus avellana*), η κρανιά (*Cornus mas*), η αγριοκερασιά (*Prunus cerasifera*) και μια σημαντική ποικιλία από ποώδη

φυτά. Στα φαράγγια και στις ρεματιές συναντάμε πλατάνια (*Platanus orientalis*) και ιτιές (*Salix cinerea*).

Από τα 1400 μέτρα έως τα 2500 μέτρα εμφανίζεται η ζώνη των ψυχροβίων κωνοφόρων με κυρίαρχο είδος το σπάνιο είδος πεύκης, το ρόμπολο (*Pinus heldreichii*), το οποίο κάνει την εμφάνιση του και από το υψόμετρο των 1100 μέτρων, αντικαθιστά βαθμιαία τη μαύρη πεύκη και δημιουργεί αμιγές δάσος σχεδόν μέχρι τα 2000 μέτρα. Η περιοχή που αναπτύσσεται το ρόμπολο είναι συνήθως ξηρή και

οι πλαγιές πετρώδεις. Η βλάστηση που αναπτύσσεται στην περιοχή αυτή είναι προσαρμοσμένη στις ειδικές τοπικές συνθήκες και αντιπροσωπεύεται από χαρακτηριστικούς θάμνους,



αγρωστώδη, χαμόφυτα κ.α., ενώ η χλωρίδα περιλαμβάνει πολλά ενδημικά είδη των Βαλκανίων. Πάνω από τα 2500 μέτρα, που αποτελεί και το υψηλότερο δενδροόριο των Βαλκανίων, δεν έχουμε πλέον δάση, αλλά μόνο μια ποικιλία αλπικών οικοσυστημάτων χαμηλής βλάστησης με πολλά όμως σπάνια αγριολούλουδα, από τα οποία τα περισσότερα είναι ενδημικά της ελληνικής και βαλκανικής χλωρίδας.

ΠΑΝΙΔΑ

Στον Όλυμπο έχουν καταγραφεί 32 είδη θηλαστικών με πιο γνωστά το αγριόγιδο (*Rupicapra rupicapra*), το ζαρκάδι (*Capreolus capreolus*), το λύκο (*Canis lupus*), το αγριογούρουνο (*Sus scrofa*), την αλεπού (*Vulpes vulpes*), το κουνάβι (*Martes foina*), το σκίουρο (*Sciurus vulgaris*), το τσακάλι (*Canis aureus*), την αγριόγατα (*Felis sylvestris*), κ.α.



Επίσης έχουν εντοπιστεί 108 είδη πτηνών τα οποία βρίσκουν καταφύγιο στα απρόσιτα δάση και στις απόκρημνες βραχώδεις πλαγιές. Ορισμένα από τα παραπάνω είδη πανίδας όπως το αγριόγιδο, ο χρυσαετός (*Aquila chrysaetos*) και οι σπάνιοι δρυοκολάπτες, είναι απειλούμενα είδη, τα οποία προστατεύονται με διεθνείς συμβάσεις. Παράλληλα, στα ρέματα και στις λιμνούλες συναντάμε ένα σημαντικό αριθμό αμφιβίων κι ερπετών καθώς και έναν τεράστιο αριθμό πεταλούδων για τις οποίες ο Όλυμπος φημίζεται.



4.1.3. Κανονισμός Εθνικού Δρυμού Ολύμπου

Η είσοδος στον Εθνικό Δρυμό επιτρέπεται μόνον από τους υπάρχοντες δρόμους και η κυκλοφορία επιτρέπεται μόνο στα διαμορφωμένα μονοπάτια, από την ανατολή μέχρι τη δύση του ηλίου.

Δεν επιτρέπεται :

Η είσοδος χωρίς συνοδό σε παιδιά κάτω των 14 ετών

Η στάθμευση σε άλλους χώρους εκτός των ειδικών χώρων στάθμευσης

Η κοπή δέντρων, η μεταφορά φυτοχώματος, το ξερίζωμα και η συλλογή θάμνων, φυτών ή σπόρων
Το άναμμα φωτιάς και η κατασκήνωση στην ύπαιθρο

Το κυνήγι κάθε ζώου με οποιοδήποτε μέσο, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους

Η καταστροφή και η συλλογή φωλιών, αυγών ή νεοσσών και γενικότερα η ενόχληση και καταστροφή ειδών της πανίδας

Η πρόσκληση ζημιών σε γεωλογικούς σχηματισμούς

Η ελεύθερη κυκλοφορία οποιωνδήποτε ζώων που συνοδεύουν επισκέπτες

Ο Εθνικός Δρυμός του Ολύμπου προστατεύεται με ειδική νομοθεσία. Για τους παραβάτες εφαρμόζονται οι διατάξεις του Ν.Δ. 86/1969, του Ν.Δ. 996/1971, και των Νόμων 177/1975, 998/1979, 1650/1986, 2742/1996 και 3044/2002.



4.1.4. Καταφύγια

ΚΑΤΑΦΥΓΙΑ - ΚΑΤΑΦΥΓΙΑ ΑΝΑΓΚΗΣ

Στον Όλυμπο υπάρχουν σήμερα σε λειτουργία εννέα καταφύγια που εξυπηρετούν τις ανάγκες των επισκεπτών, περιπατητών, πεζοπόρων, αναρριχητών και ορειβατών σε ετήσια βάση. Επίσης, σε καίρια σημεία των κυρίων διαδρομών προς την κορυφή του Ολύμπου υπάρχουν άλλα έξι καταφύγια ανάγκης.

ΚΑΤΑΦΥΓΙΑ

Καταφύγιο Α΄ ή «Σπήλιος Αγαπητός»

Είναι χτισμένο σε υψόμετρο 2100 μέτρων στη θέση «Μπαλκόνι» του Ολύμπου. Έχει χωρητικότητα 110 ατόμων και διαθέτει εστιατόριο. Λειτουργεί από τα μέσα Μαΐου μέχρι το τέλος Οκτωβρίου.

Καταφύγιο Σ.Ε.Ο. ή «Γιόσος Αποστολίδης»

Το υψηλότερο ελληνικό καταφύγιο σε υψόμετρο 2700 μέτρων δίπλα στην κορυφή «Προφήτης Ηλίας». Έχει χωρητικότητα 101 ατόμων και διαθέτει οργανωμένη κουζίνα. Λειτουργεί από 15 Ιουνίου έως 7 Οκτωβρίου.

Καταφύγιο «Πετρόστρουγκα»

Βρίσκεται σε υψόμετρο 2000 μέτρων και αναμένεται να φιλοξενεί 80 άτομα.

Καταφύγιο Γ΄ ή «Χρήστος Κάκκαλος»

Βρίσκεται στην άκρη του Οροπεδίου των Μουσών σε ύψος 2650 μέτρων, με καταπληκτική θέα προς τις υψηλές κορυφές αλλά και προς τη θάλασσα. Έχει χωρητικότητα 22 ατόμων και λειτουργεί από μέσα Ιουνίου έως τέλη Σεπτεμβρίου και κάποια Σαββατοκύριακα Μαΐου - Ιουνίου και Οκτωβρίου ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες.

Καταφύγιο Δ΄ ή «Σταυρός» ή «Δημήτριος Μπουντόλας»

Είναι χτισμένο στη θέση «Σταυρός», δίπλα στον ασφαλή δρόμο σε υψόμετρο 944 μέτρων. Μπορεί να φιλοξενήσει 30 επισκέπτες. Έχει καταπληκτική θέα προς τον κάμπο της Πιερίας και προς τη θάλασσα. Λειτουργεί σε καθημερινή βάση από τις αρχές Μαΐου έως τέλος Οκτωβρίου καθώς και όλα τα Σαββατοκύριακα του έτους και τις εορτές.

Καταφύγιο Β΄ ή «Βρυσοπούλες» ή «ΚΕΟΑΧ»

Βρίσκεται στη νότια πλευρά του Ολύμπου σε ύψος 1800 μέτρων, πάνω από τη χαράδρα «Μαυρατζά». Έχει χωρητικότητα 25 ατόμων αλλά επειδή η περιοχή ανήκει στο στρατό (Κέντρο Εκπαίδευσης Ορεινού Αγώνα και Χιονοδρομίας), ιδίως τους χειμερινούς μήνες, πρέπει να γίνεται προσυνεννόηση με τη στρατιωτική μονάδα ΕΧΟΣ Ελασσόνας

Καταφύγιο στην περιοχή «Κρεβάτια» Βροντούς

Καταφύγιο χωρητικότητας 20 ατόμων, κτισμένο σε υψόμετρο 950 μέτρων. Λειτουργεί όλα τα Σαββατοκύριακα του έτους.

Καταφύγιο στην περιοχή «Κορομηλιές» Λεπτοκαρυάς

Ολοκαίνουργιο καταφύγιο χωρητικότητας 16 ατόμων, κτισμένο σε υψόμετρο 950 μέτρων και σε μια περιοχή προς την οποία δεν υπήρχε εύκολη πρόσβαση στο παρελθόν.

Καταφύγιο στην περιοχή «Κορομηλιά» Δίου

Είναι ένα καινούριο καταφύγιο σε υψόμετρο 1.000 περίπου μέτρων με θέα προς τον Θερμαϊκό κόλπο. Η πρόσβαση σε αυτό μπορεί να γίνει μέσω δασικού δρόμου από τον Άγιο Κωνσταντίνο

ΚΑΤΑΦΥΓΙΑ ΑΝΑΓΚΗΣ

Τα καταφύγια ανάγκης είναι μικρά κτίσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν το χειμώνα σε έκτακτες περιπτώσεις. Προσφέρουν μόνο στέγη και σε κάποια υπάρχουν και κρεβάτια. Ο αριθμός των ατόμων είναι ενδεικτικός. Μπορούν να χωρέσουν και περισσότερα άτομα αν το απαιτούν οι περιστάσεις. Τα καταφύγια αυτά χρησιμοποιούνται μόνο σε περιπτώσεις ανάγκης.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ
Άγιος Αντώνιος	2817 μ.	9 άτομα
Άνω Πηγάδι	1400 μ.	18 άτομα
Χριστάκη	2550 μ.	10 άτομα
Βρυσοπούλες	2450 μ.	6 άτομα
Λιβαδάκι -Φυλάκιο Εθν. Δρυμού	2100 μ.	5 άτομα
Σαλατούρα -Πυροφυλάκιο	1850 μ.	6 άτομα

4.1.5. Οι διαδρομές για τις Κορυφές



Παρακάτω συνοπτικά αναφέρονται όλα τα βασικά που πρέπει να προσέξουμε στις δύο πιο κλασικές και με σαφή σήμανση διαδρομές του βουνού, από «Πριόνια» και «Γκορτσιά» προς τα καταφύγια και στις τελικές αναβάσεις προς τις κορυφές.

«Πριόνια - Καταφύγιο Σπήλιος Αγαπητός - Κορυφές»

Από τα 1.100m στα 2.100m του καταφυγίου «Σπήλιος Αγαπητός» σε φαρδύ, όμορφο μονοπάτι μέσα σε δάσος

πεύκου και οξιάς. Από το καταφύγιο προς τις καθαρά πεζοπορικές κορυφές «Σκάλα», «Σκολιό», «Άγιο Αντώνιο» και τον δυσκολότερο «Μύτικα» κινούμαστε σε δάσος με ρόμπολα στην αρχή και αλπικό τοπίο στη συνέχεια με μονοπάτια σε καλή κατάσταση.. Από το καταφύγιο προς «Ζωνάρια», «Μύτικα», «Στεφάνι» και «Οροπέδιο των Μουσών» το μονοπάτι είναι άνετο, αλλά σε σαθρό πεδίο, κάτω από λούκια και ορθοπλαγιές. Από το καταφύγιο προς το «Οροπέδιο των Μουσών» υπάρχει και το «Κοφτό», συντομότερο αλλά πιο δύσκολο μονοπάτι, με πέρασμα χιονιού με τη βοήθεια συρματοσχοινού.

«Γκορτσιά - Οροπέδιο των Μουσών - Κορυφές»

Από τα 1.100m στα 2.700m του «Οροπεδίου των Μουσών», όπου και τα καταφύγια «Γιώσος Αποστολίδης» (2.760m) και «Χρίστος Κάκκαλος» (2.650m). Η πορεία είναι όμορφη, σε δάσος πεύκου και οξιάς μέχρι τα 2.000m της θέσης «Πετρόστρουγκα», όπου οι καταιγίδες είναι συχνές. Κατόπιν ακολουθεί πορεία σε δάσος με ρόμπολα και στη συνέχεια σε αλπικό τοπίο με καλό μονοπάτι. Από την κορυφή «Σκούρτα» στα 2.450m μέχρι τα καταφύγια, στενό πέρασμα «Λαιμός» και σαθρό πεδίο «Καγκέλια», με άνετο όμως μονοπάτι οδηγούν στο «Οροπέδιο». Μεγάλη διαδρομή χωρίς νερό με πολλές ώρες στην αλπική ζώνη. Από τα καταφύγια του «Οροπεδίου των Μουσών» προς τις καθαρά πεζοπορικές κορυφές «Σκολιό» και «Άγιο Αντώνιο» αλλά και προς τα δυσκολότερα λούκια του «Στεφανιού» και του «Μύτικα» κινούμαστε κάτω από το «Στεφάνι» προς τα «Ζωνάρια» σε σαθρό αλλά φαρδύ μονοπάτι, κάτω από ορθοπλαγιές και λούκια.

«Μύτικας» και «Στεφάνι»

Προσεγγίζουμε χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες διαδρομές με τη διαφορά ότι στην τελική προσπάθεια κινούμαστε για μια περίπου ώρα σε δύσκολο πεδίο, χωρίς μονοπάτι και με κλίσεις που απαιτούν αναρρίχηση. Α) Από «Σκάλα» προς «Μύτικα»: Εύκολη αναρρίχηση χωρίς υλικά

ασφαλείας, σε σαθρό όμως βράχο και τοπικά πολύ ολισθηρό βράχο, με πλάγιο πέρασμα στην αρχή. Β)Από το «Λούκι» στο «Μύτικα»: Εύκολη αναρρίχηση χωρίς υλικά ασφαλείας, σε σαθρό όμως βράχο με συχνές λιθοπτώσεις, που προκαλούνται από προπορευόμενες ομάδες. Γ)Από το Λούκι του «Στεφανιού»: Τα ίδια με το «Λούκι» του «Μύτικα» με τη διαφορά ότι η ανάβαση τελειώνει λίγο πριν την κορυφή «Στεφάνι» καθώς για τα τελευταία μέτρα απαιτούνται υλικά αναρρίχησης.

5. Μεθοδολογία

Αφού παρουσιάστηκε η αρχιτεκτονική του συστήματος, αλλά και οι λειτουργίες που χρειάζεται να επιτελεί το σύστημα μας, θα πραγματοποιηθεί η περιγραφή της υλοποίησης του συστήματος. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί το λογισμικό και το υλικό που απαιτήθηκε για την υλοποίηση του συστήματος.

5.1 Πλατφόρμες, προγραμματιστικά εργαλεία και υλικό (*hardware*)

5.1.1 Απαιτήσεις Λογισμικού

Βασικό στοιχείο για την υλοποίηση του συστήματος είναι το λογισμικό ESRI ArcGIS. Επειδή η υλοποίηση της εφαρμογής στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας έγινε μέσα από το λειτουργικό Microsoft Windows Vista, χρησιμοποιήθηκε η έκδοση ArcGIS 9.3 for Windows Vista. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω: ESRI® ArcMap™ 9.3, ArcView 9.3, ArcCatalog 9.3, ArcScene 9.3.

5.1.2 Απαιτήσεις υλικού *Hardware*

Όσον αφορά τις απαιτήσεις σε υλικό, η ανάπτυξη του συστήματος πραγματοποιήθηκε σε έναν υπολογιστή με επεξεργαστή Intel Centrino Duo (T9300), στα 2.5 GHz και 4 GB DDR2 Ram (στα 667 MHz) και σκληρό δίσκο 250 GB.



Για την χαρτογράφηση των μονοπατιών χρησιμοποιήθηκε φορητό GPS Garmin eTrex Legend με δέκτη 12 καναλιών, 8 MB εσωτερική μνήμη, οθόνη LCD 288x160 px - μονόχρωμη, δυνατότητα καταγραφής 1.000 σημείων αναφοράς, 10 διαδρομών και 20 πορειών.

5.1.3 Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ (χρονολογία – κλίμακα – ισοδιάσταση)

- Λιτόχωρο, Έτος 1969-1970 (1: 25.000), ισοδιάσταση 20μ.
- Κατερίνη, Έτος 1970 (1: 25.000), ισοδιάσταση 20μ.
- Λιβάδι, Έτος 1970 (1: 25.000), ισοδιάσταση 20μ.
- Γόννοι, Έτος 1969-1970 (1: 25.000), ισοδιάσταση 20μ.
- Κονταριώτισσα, Έτος 1969-1970 (1:25.000), ισοδιάσταση 20μ.
- Ραψάνη, Έτος 1969-1970 (1:25.000), ισοδιάσταση 20μ.

5.1.4 Χάρτες Διεύθυνσης Δασών Ν. Πιερίας

- Όλυμπος, Λιτόχωρο - Φαράγγι Ενιπέα (χάρτης 1: 20.000)
- Εθνικός Δρυμός Ολύμπου (χάρτης 1: 50.000)

5.1.5 Δορυφορικές εικόνες και ορθοφωτογραφίες

- Δορυφορική εικόνα Google earth 2007 (κύριος ορεινός όγκος Ολύμπου Πιερίας)
- Ορθοφωτογραφίες 1:5.000 από τη Διεύθυνση Δασών Ν. Πιερίας

5.1.6 Άλλοι χάρτες

- Όλυμπος - ΑΝΑΒΑΣΗ, Κλίμακα 1:25.000, Έτος έκδοσης 2007
- Όλυμπος - Εκδόσεις ROAD, Κλίμακα 1:50.000, ισοδιάσταση 100μ, Έτος έκδοσης 2007

6. Επεξεργασία δεδομένων

6.1 Εισαγωγή

Αρχικά έγινε οργάνωση του υλικού σε διάφορους φακέλους για την καλύτερη διαχείριση του συστήματος. Δημιουργήσαμε τους εξής φακέλους:

- <data> μέσα στον οποίο τοποθετήσαμε τη βάση δεδομένων με όνομα olympos.mdb
- <lyr> μέσα στον οποίο θα τοποθετήσαμε όλα τα θεματικά επίπεδα του μοντέλου μας
- <maps> μέσα στον οποίο τοποθετήσαμε όλους τους διαθέσιμους χάρτες μας
- <tin> στον οποίο τοποθετήσαμε το τρισδιάστατο μοντέλο καθώς και τα δεδομένα επιφανείας σε TIN και Raster μορφή.

6.2 Ψηφιοποίηση των δεδομένων

Αρχικά προσθέσαμε στο ArcMap το υπόβαθρο για την ψηφιοποίηση των ισοϋψών, το οποίο αποτελούν οι χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) με κλίμακα 1:25.000 και ισοδιάσταση 20μ. Έπειτα προστέθηκαν και όλοι οι υπόλοιποι χάρτες (ΑΝΑΒΑΣΗΣ και ROAD) καθώς και οι ορθοφωτογραφίες και η δορυφορική εικόνα. Όλοι οι χάρτες ομαδοποιήθηκαν σε ένα κοινό layer το οποίο ονομάσαμε “Χάρτες”. Απαραίτητη διαδικασία για τη σωστή ψηφιοποίηση όλων των δεδομένων μας ήταν η γεωαναφορά όλων των προηγούμενων χαρτών σύμφωνα με το προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87 για την Ελλάδα. Έπειτα και από τη γεωαναφορά ξεκινήσαμε με την ψηφιοποίηση των ισοϋψών ανά 20μ. καλύπτοντας την περιοχή Βόρεια ως το «Δάσος της Μονής Πέτρας», νότια έως το χωριό «Καρυά», δυτικά ως το χωριό «Κορυφή» του Δ. Ολύμπου και ανατολικά μέχρι την ακτογραμμή (Geometry Type: Line).

Έπειτα συνεχίσαμε με την ψηφιοποίηση των ορίων των δήμων Λιτοχώρου, Δίου, Πέτρας, Ολύμπου, Καρυάς και Ανατολικού Ολύμπου (Geometry Type: Polygon).

Στη συνέχεια ψηφιοποιήσαμε τους οικισμούς της περιοχής περιμετρικά του ορεινού όγκου του Ολύμπου οι οποίοι είναι οι εξής: Πέτρα, Αγ. Σπυρίδων, Βροντού, Π. Βροντού, Καρίτσα, Δίον, Πλατανάκια, Λιτόχωρο, Κοκκινοπηλός, Πύθιο, Π. Λεποκαρυά και Σκοτίνα.

Έπειτα ψηφιοποιήσαμε τα τοπωνύμια της περιοχής του Ολύμπου καθώς και της ευρύτερης περιοχής, σύμφωνα με τους χάρτες της ΓΥΣ και τους χάρτες της ΑΝΑΒΑΣΗΣ.

Ακολουθώς ψηφιοποιήθηκαν τα τριγωνομετρικά σημεία σύμφωνα με τους χάρτες της ΓΥΣ (Geometry Type: Point).

Έπειτα με βάση τους χάρτες της ΓΥΣ ψηφιοποιήσαμε το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής, το οποίο κατηγοριοποιήθηκε σε κλάδους μόνιμης και παροδικής ροής και ταυτόχρονα επαληθεύτηκε από τις ορθοφωτογραφίες της περιοχής (Geometry Type: Line).

Στη συνέχεια έγινε η ψηφιοποίηση του ορίου του Εθνικού Δρυμού Ολύμπου σύμφωνα με τα δεδομένα της Δασικής υπηρεσίας Ν. Πιερίας (Ζώνη Α') καθώς και του νέου προβλεπόμενου ορίου (Ζώνη Β') (Geometry Type: Line).

Έπειτα ψηφιοποιήθηκαν οι θέσεις των πεδίων βολής τα οποία βρίσκονται στους πρόποδες του Ολύμπου και προς την ανατολική πλευρά αυτού, κοντά στον οικισμό του Λιτοχώρου, σύμφωνα με οπτική αναγνώριση τους από τις ορθοφωτογραφίες της περιοχής (Geometry Type: Point).

Ακολούθησε η ψηφιοποίηση των ορειβατικών μονοπατιών του ορεινού όγκου του Ολύμπου σύμφωνα με τους χάρτες της Δασικής υπηρεσίας Ν. Πιερίας, η επαλήθευση των οποίων έγινε από ήδη χαρτογραφημένα μονοπάτια με φορητή συσκευή GPS. Επίσης έγινε κατηγοριοποίηση των μονοπατιών σε «μονοπάτια που ανήκουν στο Διεθνές μονοπάτι E4» και σε επιμέρους ορειβατικά μονοπάτια εκτός διεθνούς μονοπατιού E4, με διαφορετική σήμανση (Geometry Type: Line).

Έπειτα ψηφιοποιήσαμε τα ελικοδρόμια της περιοχής τα οποία βρίσκονται ήδη σε λειτουργία (Geometry Type: Point).

Στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν όλα τα καταφύγια του Ολύμπου σύμφωνα με τους χάρτες της ΑΝΑΒΑΣΗΣ καθώς και εξακρίβωσης της θέσης ορισμένων από αυτά από τις ορθοφωτογραφίες της περιοχής. Έγινε διαχωρισμός αυτών σε Καταφύγια (υφιστάμενα, υπό κατασκευή και προβλεπόμενων) και Καταφύγια Ανάγκης (Geometry Type: Point).

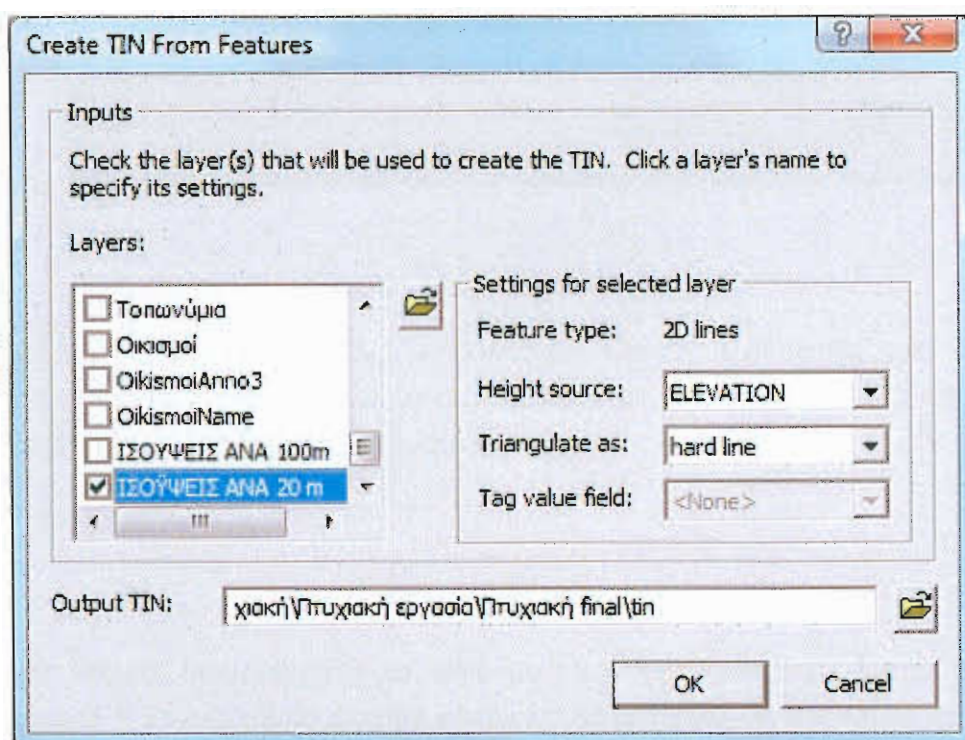
Εν συνεχεία ψηφιοποιήθηκαν σύμφωνα με τους χάρτες της ΑΝΑΒΑΣΗΣ και της Δασικής υπηρεσίας Ν. Πιερίας καθώς και από δεδομένα από φορητή συσκευή GPS τα σημεία ενδιαφέροντος όπως είσοδος Εθνικού Δρυμού Ολύμπου, οργανωμένες ορθοπλαγίες αναρρίχησης, αεραθλητικά κέντρα, χώροι αναψυχής και θέσεις θέας (Geometry Type: Point).

6.3 Ανάλυση των δεδομένων

Βασικός μας στόχος ήταν η δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου του ορεινού όγκου του Ολύμπου πάνω στο οποίο θα μπορούσαμε να προσθέσουμε όλα τα υπόλοιπα στοιχεία ενδιαφέροντός μας (όπως καταφύγια, μονοπάτια, ελικοδρόμια, σημεία ενδιαφέροντος κτλ).

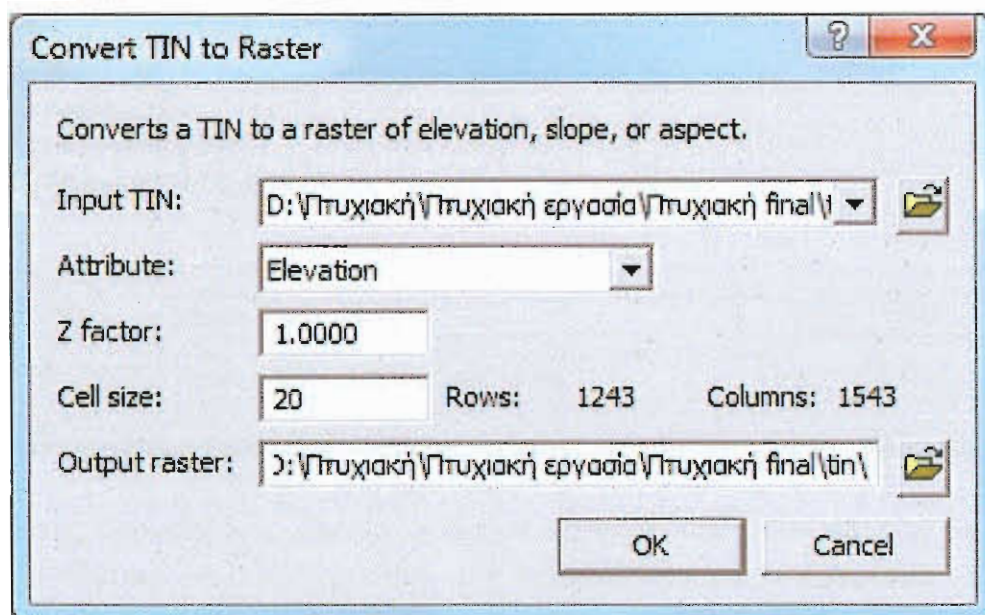
Για την επίτευξη του σκοπού αυτού χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcMap και ArcScene 9.3. Συγκεκριμένα τα βήματα που ακολουθήθηκαν είναι τα παρακάτω:

1. Δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους (ΨΜΕ) μορφής TIN (Triangulated Irregular Network) με χρήση του εργαλείου **3D Analyst** του ArcMap. Επιλέγουμε **3D analyst** → **Create TIN from features...** → Χρησιμοποιούμε το layer «ισοϋψείς ανά 20m» και **Height source: Elevation** και επιλέγουμε το φάκελο αποθήκευσης του ΨΜΕ, ο οποίος στην περίπτωση μας είναι ο φάκελος <tin> και όνομα αρχείου 3d_model_new



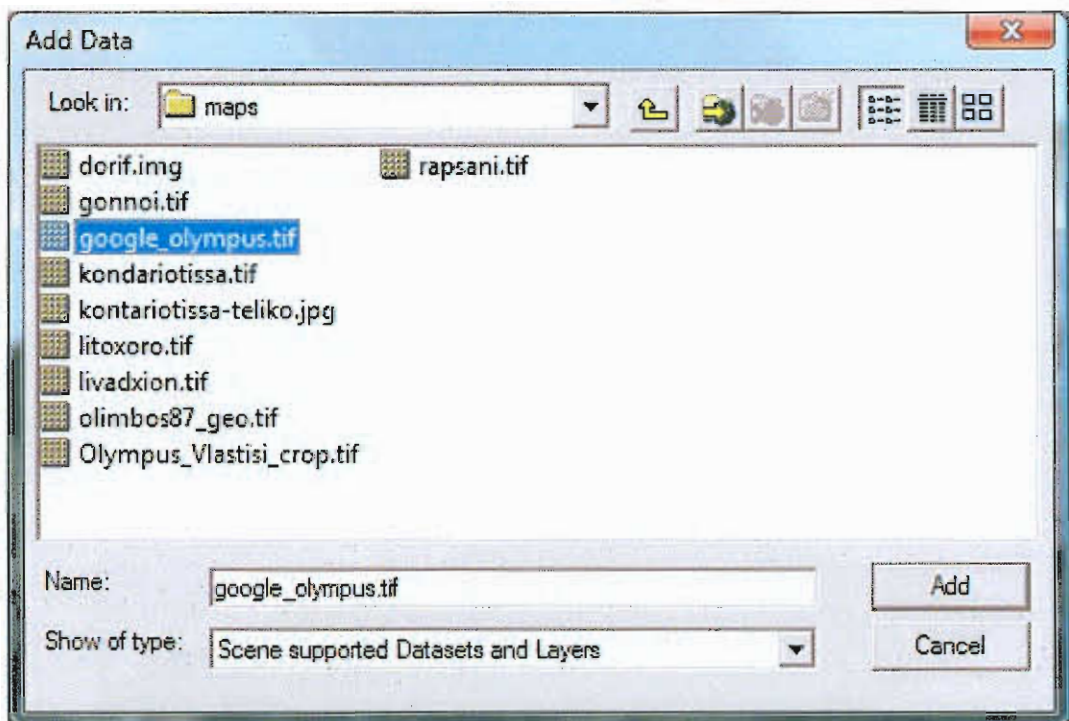
2. Μετατροπή του TIN model σε raster μορφή, πάλι με τη χρήση του 3D Analyst tool του ArcMap. Επιλέγουμε **3D Analyst** → **Convert** → **TIN to Raster...**

Στο παράθυρο διαλόγου που ακολουθεί επιλέγουμε Input TIN: 3d_model_new, Attribute: Elevation, Z factor:1, Cell size:20, Output raster: στο φάκελο <tin>, εκεί που αποθηκεύσαμε νωρίτερα και το TIN model.



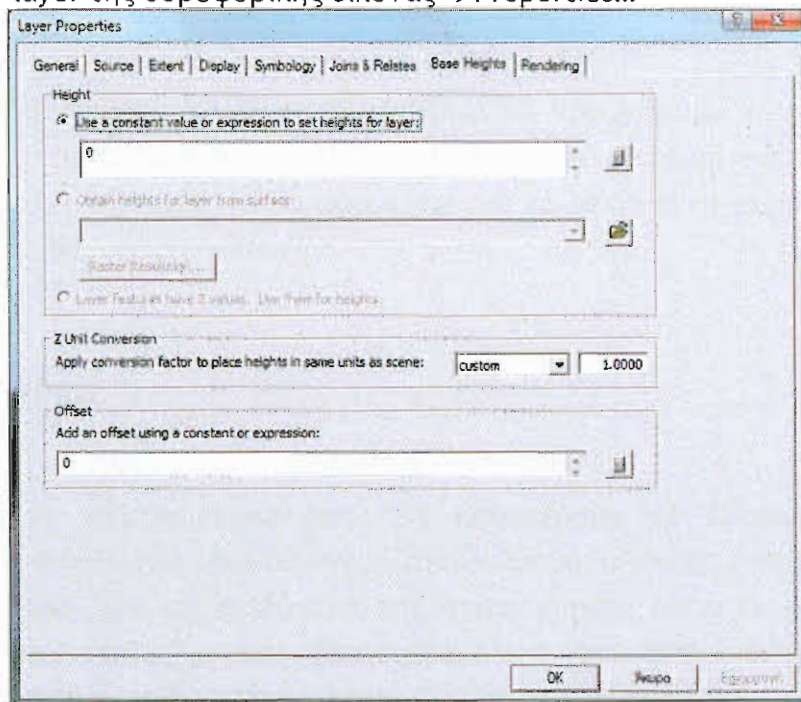
Η επιλογή της μετατροπής του ψηφιακού μοντέλου εδάφους από TIN σε raster μορφή, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός αρχείου με σαφώς μικρότερο μέγεθος, γεγονός που μας βοηθάει στην παραπέρα επεξεργασία αυτού.

3. Αφού έχουμε δημιουργήσει το ΨΜΕ μας κάνουμε εισαγωγή αυτού στο λογισμικό ArcScene 9.3, στο οποίο έχουμε πλέον τη δυνατότητα να βλέπουμε σε τρισδιάστατη απεικόνιση όλα τα δεδομένα μας. Για να εισάγουμε το μοντέλο μας στο ArcScene κάνουμε τα εξής:
Add Data (από το μενού επιλογών)→Επιλογή δορυφορικής εικόνας από το Google Earth, ο οποίος είναι αποθηκευμένος στο φάκελο <maps>

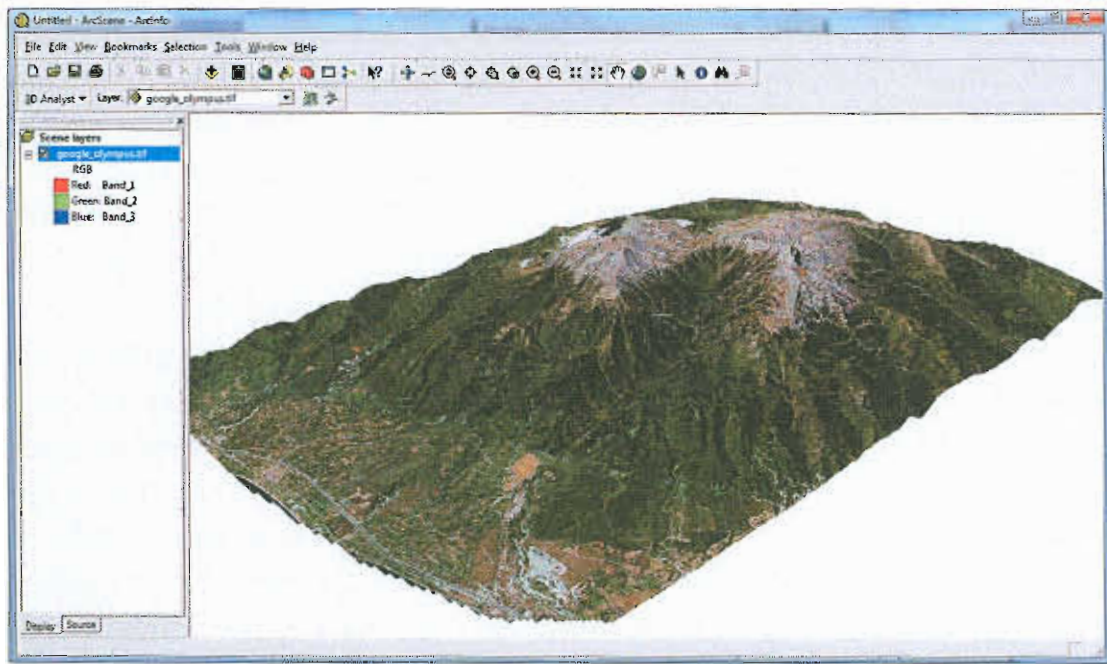


Με την εισαγωγή της δορυφορικής εικόνας η εικόνα θα είναι «επίπεδη» δηλαδή δε θα έχει καμία πληροφορία σχετικά με υψόμετρα από την περιοχή που μας ενδιαφέρει. Για να το επιτύχουμε αυτό κάνουμε τα εξής:

- Δεξί κλικ στο layer της δορυφορικής εικόνας → Properties...



Από εδώ επιλέγουμε Base Heights και έπειτα Obtain heights for layer from surface. Από εδώ θα επιλέξουμε το μοντέλο σε μορφή raster που δημιουργήσαμε νωρίτερα και το οποίο περιέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τα υψόμετρα που μας ενδιαφέρουν. Η εικόνα που έχουμε πλέον είναι το τρισδιάστατο μοντέλο το οποίο επιθυμούμε και έχει την παρακάτω μορφή.



Πάνω σε αυτό το μοντέλο έχουμε πλέον τη δυνατότητα να προσθέσουμε οποιονδήποτε από τους θεματικούς χάρτες που έχουμε δημιουργήσει. Απαραίτητη διαδικασία για κάθε layer που εισάγουμε είναι να δίνουμε τις τιμές για τα υψόμετρα από το μοντέλο σε μορφή raster όπως κάναμε αρχικά και για τη δορυφορική εικόνα.

7. Συμπεράσματα

Έπειτα από τη μελέτη πάνω στα ΓΣΠ καταφέραμε να δημιουργήσουμε ένα τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο του ορεινού όγκου του Ολύμπου, ο οποίος αποτελούσε και την περιοχή μελέτης μας. Καθ' όλη τη διαδικασία της ψηφιοποίησης όλων των απαιτούμενων πληροφοριών απαιτήθηκε πολύ μεγάλη λεπτομέρεια και προσοχή. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάστηκε στην ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών οι οποίες αποτελούν και τη βάση για

την παραπέρα ανάπτυξη της υπόλοιπης εφαρμογής μας και τις οποίες προσπαθήσαμε να αποτυπώσουμε με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια. Με την ψηφιοποίηση των ισοϋψών με ισοδιάσταση 20μ. καταφέραμε να πάρουμε ένα μοντέλο του Ολύμπου με αρκετά μεγάλη ακρίβεια όσον αφορά τη μορφολογία του και το ανάγλυφο του.

Από την πυκνότητα των ισοϋψών, αλλά κυρίως από το τελικό τρισδιάστατο μοντέλο γίνεται φανερή σε όλους η ιδιαίτερη μορφολογία του Ολύμπου. Γίνεται επίσης αντιληπτή η έντονη υψομετρική διαφορά του σε σχέση με την ευρύτερη περιοχή καθώς και η απότομη ανάπτυξη της μορφολογίας του σε πολύ μικρή σχετικά απόσταση από την ακτογραμμή (σε απόσταση 5 Km Βρισκόμαστε σε υψόμετρα ~300μ, με την κορυφή του Ολύμπου στα 2.917μ να απέχει σε οριζόντια απόσταση, 15Km από την ακτογραμμή). Γίνεται επίσης φανερό το έντονο ανάγλυφο του, με την ανάπτυξη ορθοπλαγιών και μεγάλου βάθους χαραδρών σε όλη την έκτασή του, πλην ελάχιστων οροπεδίων που σχηματίζονται σε αυτόν κυρίως αντιδιαμετρικά των κορυφών και σε υψόμετρα πάνω από 2.500μ.

Όσον αφορά την προσβασιμότητα του με οδικά μέσα, αυτή είναι περιορισμένη. Συγκεκριμένα αυτή είναι εφικτή κυρίως από την ανατολική πλευρά (από το Λιτόχωρο) μέχρι τη θέση «Πριόνια» σε υψόμετρο 1.100μ. με ασφαλοστρωμένο οδικό δίκτυο, δυτικά μέχρι την περιοχή Βρυσσούλες σε υψόμετρο 1.750μ. με πολύ καλό οδικό δίκτυο και βόρεια μέχρι το καταφύγιο «Κρεβάτια» σε υψόμετρο 1.000μ με χωματόδρομο.

Λόγω της μεγάλης επισκεψιμότητας του βουνού κυρίως από ορειβάτες, ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στην όσο το δυνατόν καλύτερη απεικόνιση των μονοπατιών, τόσο του Διεθνούς μονοπατιού E4, όσο και των υπόλοιπων μονοπατιών της περιοχής. Έπειτα από την αποτύπωση τους στο τρισδιάστατο μοντέλο, φαίνεται τόσο η δυσκολία όσο και η επικινδυνότητα ορισμένων από αυτά δεδομένου του ότι διασχίζουν κορυφογραμμές, χαράδρες και γενικότερα περιοχές με απότομη κλίση του εδάφους. Με την αποτύπωση επιπλέον των μονοπατιών δίνεται η δυνατότητα στον κάθε χρήστη του συστήματος αυτού να πλοηγηθεί πάνω από αυτά τα μονοπάτια και να έχει μια αρκετά παραστατική εικόνα της δυσκολίας που θα αντιμετωπίσει επιλέγοντας κάθε ορειβατική διαδρομή. Επίσης του δίνεται η δυνατότητα να γνωρίζει τις θέσεις των καταφυγίων και των καταφυγίων ανάγκης, μπορώντας έτσι να προγραμματίσει καλύτερα την πορεία της διαδρομής που θα ακολουθήσει πάνω στο βουνό.

Με την ψηφιοποίηση ενός μεγάλου αριθμού σημείων ενδιαφέροντος, όπως οργανωμένων ορθοπλαγιών αναρρίχησης, χώρων αναψυχής, θέσεων θέας και πολλών άλλων, δίνεται η δυνατότητα στον επισκέπτη της περιοχής να έχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της περιοχής και να μπορεί έτσι να επιλέξει τις τοποθεσίες στις οποίες μπορεί να οργανώσει τις όποιες δραστηριότητες του.

Σημαντικός σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν και η χρησιμοποίηση αυτού του μοντέλου για σκοπούς διάσωσης ορειβατών στην περιοχή. Η διάσωση ενός ορειβάτη σε μια

περιοχή τόσο δύσβατη, απαιτεί μεγάλη ακρίβεια στον εντοπισμό του, αλλά ταυτόχρονο και άμεση κινητοποίηση των σωστικών ομάδων και μεταφορά τους στο ακριβές σημείο. Για το σκοπό αυτό ψηφιοποιήθηκαν όλα τα ελικοδρόμια της περιοχής έτσι ώστε να μπορούν να δοθούν ακριβείς συντεταγμένες στις ομάδες διάσωσης όταν αυτές επιχειρούν από αέρος. Σε συνδυασμό με τη χρήση φορητών συσκευών GPS από οργανωμένες ομάδες ορειβατών, αλλά και από μεμονωμένους ορειβάτες (συνεπώς γνώση της ακριβούς θέσης τους ανά πάσα στιγμή) είναι δυνατόν να κατευθύνουμε τις ομάδες διάσωσης με πολύ μεγάλη ακρίβεια στους ορειβάτες όταν αυτοί βρεθούν σε κατάσταση ανάγκης. Επιπλέον μπορούμε να προτείνουμε σημεία πρόσβασης ευκολότερα και πιο ασφαλή, δεδομένου ότι η αναπαράσταση του αναγλύφου, μας δίνει αρκετά δεδομένα για αυτή τη διαδικασία. Τέλος η χρήση, από πλευράς των ορειβατών, σύγχρονων συσκευών εντοπισμού θέσης GPS με ενσωματωμένη τη δυνατότητα αποστολής, μέσω GPRS σήματος, της ακριβούς θέσης τους με το πάτημα ενός πλήκτρου, αυξάνει σε μεγάλο βαθμό την ακρίβεια του εντοπισμού τους και την περαιτέρω διάσωση αυτών.

8. Βιβλιογραφία

1. Ψηφιακή Χαρτογραφία και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.): Πανεπιστημιακές σημειώσεις του ΘΕΟΔΩΡΟΥ ΑΣΤΑΡΑ. Καθηγητή Γεωλογίας Α.Π.Θ. με τη συνεργασία των: Δημητρίου Οικονομίδη Δρ. ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Α.Π.Θ. και Αντωνίου Μουρατίδη ΓΕΩΛΟΓΟΥ (Msc.) Α.Π.Θ.
2. Γεωλογία της Ελλάδας: Μουντράκης Δημοσθένης Μ., Έτος έκδοσης: 1985
3. Όλυμπος - Στεφάνι (Αναρριχήσεις): Δ. Μπουντόλας - Θεσσαλονίκη, 1984
4. Εθνικός Δρυμός Ολύμπου: γενικό διαχειριστικό σχέδιο (master plan): Γ. Μαλαμίδης [κ.ά.] - Κατερίνη: Νομαρχία Πιερίας Δ/νση Δασών, 1988
5. Εθνικός Δρυμός Ολύμπου (χάρτης, φωτ. & στοιχεία): Νομαρχία Πιερίας. Δ/νση Δασών
6. Όλυμπος, Λιτόχωρο - Φαράγγι Ενιπέα (χάρτης 1: 20.000): Αναπτυξιακή Λιτοχώρου - Ολύμπου Α.Ε.

Πηγές από το Διαδίκτυο:

- url1: www.igme.gr Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.)
url2: www.gys.gr Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ)
url3: <http://garmin.com/aboutGPS/waas.html> Ιδιωτική εταιρεία συστημάτων πλοήγησης και επικοινωνιών
url4: www.anavasi.gr Ιδιωτική εταιρία κατασκευής χαρτών
url5: www.road.gr Ιδιωτική εταιρία κατασκευής χαρτών
url6: www.litohoro.gr Επίσημη ιστοσελίδα του Δήμου Λιτοχώρου
url7: www.elassona.com.gr Όλυμπος, φυσικό περιβάλλον
url8: www.esri.com Εταιρία κατασκευής λογισμικού GIS
url9: www.hellaspath.gr "Αρχείου Ορεινών Διαδρομών για GPS"