

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΛΕΞΑΚΗΣ
ΓΕΩΛΟΓΟΣ

**ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΟΡΟΥΣ
ΚΑΜΗΛΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ, ΜΕ ΤΗ
ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ. ΜΙΑ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ**

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2003

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Επιθυμώ να ευχαριστήσω ιδιαίτερως τον καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας και Διευθυντή του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας Καθηγητή κ. Θεόδωρο Αστάρα για την ανάθεση του θέματος, για τις συμβουλές και παραινέσεις του καθώς και για τη συνεχή καθοδήγηση του καθόλη την διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω:

Τον Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Αντώνιο Ψιλοβίκο, μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, για τις επιστημονικές γνώσεις που μου προσέφερε κατά την διάρκεια της φοίτησης μου στο Π.Μ.Σ. «Γεωγραφία και Περιβάλλον».

Τον Λέκτορα του Τμήματος Γεωλογίας κ. Κωνσταντίνο Βουβαλίδη, μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, για τις πολύτιμες συμβουλές του σε θέματα που άπτονται του επιστημονικού του πεδίου.

Τον Διδάκτορα του Τμήματος Γεωλογίας κ. Δημήτριο Οικονομίδη, για την ουσιαστική συμβολή του στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

Τον Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Ελευθέριο Βαβλιάκη και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Αλμπανάκη για την επιστημονική τους προσφορά κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στο Π.Μ.Σ. «Γεωγραφία και Περιβάλλον».

Την Καθηγήτρια του τμήματος Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών κ. Μαρία Τσακίρη-Στρατή για την παραχώρηση των δορυφορικών εικόνων SPOT.

Τον Μεταλλειολόγο-Μεταλλουργό μηχανικό κ. Γ. Πηλίτση για την παραχώρηση των περιβαλλοντικών μελετών σχετικά με το λατομείο Δρυμού (Καμήλα).

Το συνάδελφο Αλέξανδρο Καλαθά για την άμεση ανταπόκρισή του στις απορίες μου σχετικά με τις δυνατότητες του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2..

Τους συναδέλφους μου μεταπτυχιακούς φοιτητές και υποψήφιους διδάκτορες στον Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας για την συμπαράστασή τους κατά την διάρκεια εκπόνησης της διατριβής.

Τη συνάδελφο Αθανασίου Ελένη για την βοήθεια της σε θέματα χρήσης των Η/Υ και την αμέριστη ηθική της συμπαράσταση.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου. Χωρίς την αμεριστή ηθική και υλική στήριξη της, θα ήταν ανέφικτη η υλοποίηση της παρούσας διατριβής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή-Σκοπός της εργασίας.....	4
2. Μέθοδοι επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων.....	5
2.1. Εξοπλισμός-Υλικά.....	4
2.2. Μεθοδολογία.....	4
3. Γεωγραφία της περιοχής μελέτης.....	9
3.1. Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης.....	9
3.2. Ιστορικό μισθώσεως λατομικού χώρου.....	12
4. Γεωλογία της περιοχής μελέτης.....	15
4.1. Γενική γεωλογία – Γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής- Κοιτασματολογία.....	15
4.2. Γεωλογία όρους Καμήλα.....	15
5. Γεωμορφολογία-Φυσική γεωγραφία της περιοχής μελέτης.....	24
5.1. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις.....	24
5.2. Κλιματικά στοιχεία.....	32
5.3. Έδαφος.....	33
5.4. Βλάστηση-Πανίδα.....	33
6. Συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην μελέτη της περιοχής.....	35
6.1. Ψηφιοποίηση - Δημιουργία τοπολογίας.....	35
6.2. Κατασκευή ψηφιακών μοντέλων αναγλύφου (DEM).....	36
6.3. Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου (Hillshade relief).....	40
6.4. Κατασκευή τριγωνοποιημένου ακανόνιστου δικτύου (TIN).....	42
6.5. Αποκατάσταση λατομείου.....	50
6.5.1. Τοπογραφική διαμόρφωση.....	50
6.5.2. Οπτικές επιπτώσεις.....	57
6.5.2.1. Απορροφητική ικανότητα του τοπίου.....	57
6.5.2.2. Οπτική ανάλυση.....	58
6.5.2.3. Ορατότητα.....	59
6.5.3. Κλίση αναγλύφου.....	64
6.5.4. Προσανατολισμός κλιτύων.....	70
6.6. Υπολογισμός όγκου απολήψιμων.....	72
7. Επεξεργασία δορυφορικών δεδομένων.....	74
7.1. Βελτίωση (Ενίσχυση) Εικόνας.....	74
7.2. Σύνθεση ψευδοέγχρωμης εικόνας (False Colour Composite/FCC).....	76

8. Συνδυασμένη χρήση G.I.S. δεδομένων και δορυφορικών εικόνων στη διαχρονική παρακολούθηση του όρους Καμήλα και της ευρύτερης περιοχής.....	78
8.1. Υπολογισμός μεταβολής εμβαδού επιφάνειας λατομικού χώρου-πόλεων-στρατοπέδου.....	78
8.2. Υπέρθεση δορυφορικής εικόνας.....	83
8.3. Ουδέτερη ζώνη “Buffer zone”.....	84
8.4. Η μη επιβλεπόμενη διαδικασία ταξινόμησης (unsupervised classification).....	89
9. Φωτογραφίες.....	93
10.Συζήτηση-Συμπεράσματα.....	96
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	101
Παραρτήματα.....	105
Παράρτημα Α.....	105
Παράρτημα Β.....	111
Α) Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.....	111
• Ιστορική εξέλιξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.).....	111
• Η δομή ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών.....	112
Β) Προβολές και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.....	116
Γ) Ψηφιακά μοντέλα εδάφους.....	118
Δ) Συνδυασμός της τηλεπισκόπησης και των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών.....	119
Παράρτημα Γ.....	121

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας διατριβής ειδίκευσης είναι η διαχρονική παρακολούθηση του όρους Καμήλα και της ευρύτερης περιοχής γύρω από αυτό, με τη βοήθεια σύγχρονων μεθόδων ανίχνευσης του περιβάλλοντος. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον υπολογισμό σημαντικών παραμέτρων σχετικά με την εξέλιξη των εργασιών του λατομείου αδρανών υλικών Δρυμού Θεσσαλονίκης (Ντεβέ Κοράν), καθώς και στις επιδράσεις που είχαν οι εργασίες στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής μελέτης.

Συγκεκριμένα η έρευνα εστιάστηκε στον υπολογισμό του όγκου των απολήψιμων υλικών και στον υπολογισμό τόσο των κλίσεων όσο και του προσανατολισμού των τεχνητά διαμορφωμένων αναβαθμίδων του λατομείου, με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών-Γ.Σ.Π (Geographical Information Systems-GIS). Επίσης μελετήθηκαν οι οπτικές επιπτώσεις στα χαρακτηριστικά του τοπίου από την εξόρυξη του ασβεστόλιθου καθώς και οι ευρύτερες ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην περιοχή μελέτης κατά την διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών. Τέλος ιδιαίτερη έμφαση δοθηκε στην δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων αναγλύφου έτσι ώστε να αποδοθεί με όσο το δυνατό παραστατικότερο τρόπο η χρονική εξέλιξη των εργασιών εξόρυξης στο χώρο του λατομείου.

Οι δορυφορικές εικόνες με χρονική διαφορά λήψης 12 ετών βοήθησαν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με την επέκταση τόσο του λατομικού χώρου, όσο και των οικιστικών περιοχών στην ευρύτερη περιοχή γύρω από το όρος Καμήλα. Επίσης έγινε χρήση της μεθόδου “μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης” (unsupervised classification), προκειμένου να γίνει μια σύντομη εκτίμηση των τμημάτων της περιοχής μελέτης που έχουν υποστεί έστω και σε μικρό βαθμό κάποιου είδους ανθρωπογενή επέμβαση.

2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για την εκπόνηση της παρούσας διατριβής ειδίκευσης χρησιμοποιήθηκαν τα εξής διαθέσιμα υλικά:

1) Διάφοροι θεματικοί χάρτες

α) Τοπογραφικοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) και συγκεκριμένα τα φύλλα ΛΑΧΑΝΑ, ΚΙΛΚΙΣ, (κλίμακα χάρτου 1:50.000, Γ.Υ.Σ., 1969, 1970).

β) Γεωλογικός χάρτης του Ιδρύματος Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.), φύλλο ΚΙΛΚΙΣ (κλίμακα χάρτου 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., 1979).

γ) Γεωλογικός χάρτης της Χερσονήσου της Χαλκιδικής και των γειτονικών περιοχών, κλίμακα 1:100.000, από Kockel et al (1977). Η χαρτογράφηση έγινε για λογαριασμό του Ομοσπονδιακού Ινστιτούτου Γεωεπιστημών και Φυσικών Πόρων του Αννόβερο (Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (Hannover), σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (IGME).

δ) Δασικός χάρτης της Δασικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Γεωργίας, φύλλο ΝΟΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, κλίμακα 1:200.000 (1995).

ε) Τοπογραφικά διαγράμματα από τη «Μελέτη Επιπτώσεων και Αποκαταστάσεως Περιβάλλοντος επί Δασικής Εκτάσεως από την Λειτουργία Ασβεστολίθου “Α.Ε. ΔΡΥΜΟΣ”» και την «Τεχνική Μελέτη για το Λατομείο Αδρανών στο Δρυμό Θεσσαλονίκης» και συγκεκριμένα «Χάρτης Χρονικής Προτεραιότητας Αποκατάστασης» και «Γενική Αποτύπωση Λατομείων Ορεινού Όγκου Ντεβέ Κοράν περιοχής Δρυμού Θεσσαλονίκης» αντίστοιχα. (κλίμακα διαγραμμάτων 1:5000, 2000, 2000).

2) Δορυφορικές εικόνες

α) Δορυφορική εικόνα του δορυφόρου SPOT-1 της ευρύτερης περιοχής μελέτης με ημερομηνία λήψης 14-05-1987.

β) Δορυφορική εικόνα του δορυφόρου SPOT-4 της ευρύτερης περιοχής μελέτης με ημερομηνία λήψης 08-1998.

Η επεξεργασία των διαφόρων δεδομένων (δορυφορικών, τοπογραφικών κτλπ.) έγινε στον Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν οι εξής υπολογιστές:

Υπολογιστής Pentium I του Εργαστηρίου Εφαρμογών Τηλεπισκόπησης και GIS του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας του Τμήματος Γεωλογίας, με οθόνη 17". Με τον υπολογιστή αυτό βρίσκεται συνδεδεμένος σαρωτής (scanner) της εταιρείας Hewlett Packard, μοντέλο Scanjet 4C. Στον υπολογιστή αυτόν βρίσκεται εγκατεστημένο το πρόγραμμα επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων EASI/PACE της PCI, ver. 6.1 (1996).

Υπολογιστής Pentium III του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας του Τμήματος Γεωλογίας, με οθόνη 17". Στον υπολογιστή αυτόν βρίσκεται εγκατεστημένο το πρόγραμμα ArcGIS Desktop, ver. 8.2. (2002), και συγκεκριμένα το «πακέτο» λογισμικού ArcInfo, το οποίο είναι διαθέσιμο προς τους χρήστες του AFS (Andrew File System), ενός client-server υπολογιστικού συστήματος, το οποίο επιτρέπει την απομακρυσμένη πρόσβαση σε αρχεία και χρήση λογισμικού, μέσω του συστήματος των πλωτών αδειών (floating licenses).

Το λογισμικό ArcGIS περιλαμβάνει τις παρακάτω εφαρμογές:

ArcMap. Αυτή η εφαρμογή καλύπτει όλες τις χαρτογραφικές εργασίες, όπως ψηφιοποίηση και δίορθωση δεδομένων, χαρτογραφία, χωρική ανάλυση, διαχείριση και εκτύπωση χαρτών κ.λ.π.

ArcCatalog. Αυτή η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα της δημιουργίας, διαχείρισης, γρήγορης προεπισκόπησης και οργάνωσης των χωρικών δεδομένων και των δεδομένων υπό μορφή πινάκων.

ArcToolbox. Πρόκειται για μια «βιβλιοθήκη» προγραμμάτων και εργαλείων, που αφορούν την γεωεπεξεργασία (geoprocessing), τη μετατροπή των δεδομένων σε διάφορες μορφές, τον καθορισμό του προβολικού συστήματος των χαρτών κ.α.

Τα παρακάτω υποπρογράμματα (extensions) περιέχονται επίσης στο λογισμικό ArcGIS:

3D Analyst. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα απεικόνισης και ανάλυσης τρισδιάστατων δεδομένων. Το 3D Analyst προσθέτει μια ειδικευμένη μορφή

τρισδιάστατης επισκόπησης (3D viewing application), το ArcScene , δίδοντας νέες δυνατότητες στον ArcCatalog και στον ArcMap και επιτρέποντας την αποτελεσματικότερη διαχείριση των τρισδιάστατων δεδομένων (3D GIS data), την τρισδιάστατη ανάλυση (3D analysis) και τη διαχείριση τρισδιάστατων χαρακτηριστικών (3D features editing).

Spatial Analyst. Το πρόγραμμα αυτό πραγματοποιεί μια ποικιλία χωρικών πράξεων και υπολογισμών, βασισμένο σε GIS δεδομένα μορφής κανάβου (raster data). Χρησιμοποιείται για την απόσπαση πληροφοριών από προϋπάρχοντα δεδομένα και την εύρεση χωρικών σχέσεων μεταξύ επιπέδων πληροφοριών με βάση την κατανομή βαρών (weighted overlay) και την συνδυασμένη μοντελοποίηση (combinations modeling). (Φουρνιάδης, 2001).

Η ψηφιακή επεξεργασία της δορυφορικής εικόνας αποσκοπεί στη βελτίωση της οπτικής πληροφορίας της εικόνας, με τελικό στόχο την απόσπαση όσο το δυνατόν περισσότερων, ποιοτικά και ποσοτικά, πληροφοριών και περιλαμβάνει διάφορες τεχνικές (Astaras et al, 1997), όπως:

A) Η προεπεξεργασία (preprocessing) των δορυφορικών εικόνων, που συνίσταται στη γραμμική ή άλλη ενίσχυση των φασματικών ζωνών προτού χρησιμοποιηθούν σε σύνθεση ψευδοέγχρωμης εικόνας RGB.

B) Η κυρίως επεξεργασία δορυφορικών εικόνων (processing), που περιλαμβάνει διάφορες μεθοδολογίες οι σπουδαιότερες των οποίων είναι η “Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών” (Principal Component Analysis/PCA), η “δημιουργία λόγων φασματικών ζωνών” (rationing). η “διαστρωμάτωση της πυκνότητας” (density slicing), ο “μετασχηματισμός σε Ένταση, Απόχρωση, Κορεσμό” (Intensity, Hue, Saturation/HIS), η “ενίσχυση της εικόνας” (enhancement), η σύνθεση ψευδοέγχρωμων εικόνων (False Colour Composites/FCC), η “επιβλεπόμενη” (supervised classification) και “μη επιβλεπόμενη” ταξινόμηση (unsupervised classification). (Οικονομίδης, 2000). Στην παρούσα διατριβή ειδίκευσης χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνικές της “ενίσχυσης της εικόνας, η “σύνθεση ψευδοέγχρωμης εικόνας” και η “μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση”.

Για τη δημιουργία των GIS επιπέδων, ψηφιοποιήθηκαν στοιχεία από τους παραπάνω χάρτες. Τελικά τα επίπεδα πληροφοριών που αξιοποιήθηκαν, ήταν τα εξής:

- 1) Ισοϋψείς καμπύλες ευρύτερης περιοχής μελέτης, ισοδιάστασης 20m.
- 2) Ισοϋψείς καμπύλες της περιοχής του λατομείου πριν την εξόρυξη, ισοδιάστασης 20m.
- 3) Ισοϋψείς καμπύλες της περιοχής του λατομείου μετά την εξόρυξη, ισοδιάστασης 20m.
- 4) Τριγωνομετρικά σημεία περιοχής μελέτης.
- 5) Θέσεις παρατηρητών
- 6) Εκτάσεις οικισμών, λατομείου, στρατοπέδου

Αυτά τα επίπεδα πληροφοριών συνδυάστηκαν κατάλληλα μεταξύ τους, προκειμένου να δημιουργηθούν διάφοροι θεματικοί χάρτες. Επίσης συνδυάστηκαν κατάλληλα και με τις δορυφορικές εικόνες προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την εξέλιξη των λατομικών εργασιών και την ανθρωπογενή επέμβαση στην περιοχή μελέτης.

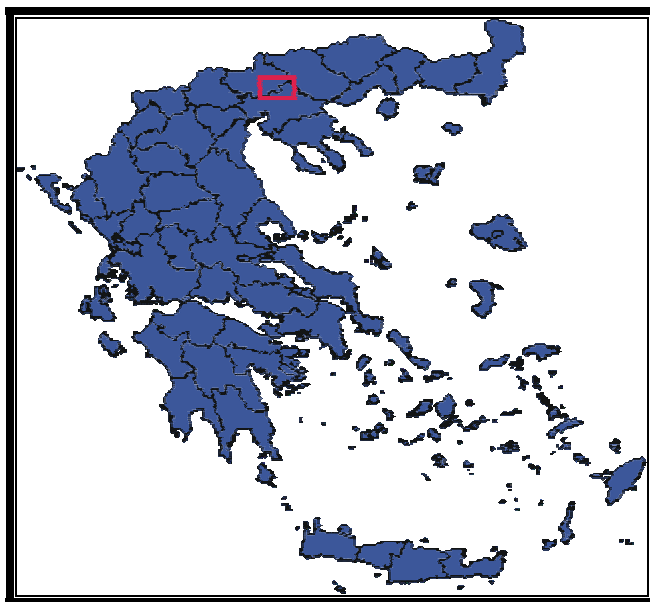
3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται βορειοανατολικά του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης και περικλείεται εντός των ακόλουθων γεωγραφικών συντεταγμένων:

Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος: $40^{\circ} 45' 25''$ - $40^{\circ} 51' 15''$

Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος: $22^{\circ} 54' 25''$ - $23^{\circ} 01' 12''$



Σχήμα 3.1. Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης στον Ελλαδικό χώρο.

Το λατομείο βρίσκεται στην ΝΔ πλευρά του όρους Καμήλα, βόρεια του χωριού Δρυμός του Νομού Θεσσαλονίκης. Επικοινωνεί με την εθνική οδό Θεσσαλονίκης-Σερρών με αφαλτοστρωμένο δρόμο, ο οποίος αρχίζει από το 22 χιλιόμετρο της προηγούμενης εθνικής οδού και περνάει μπροστά από την είσοδο του στρατοπέδου της Ασσήρου, καταλήγοντας στο λατομικό χώρο.

Διοικητικά η περιοχή μελέτης ανήκει κατά το μεγαλύτερο μέρος στο Νομό Θεσσαλονίκης .εκτός από την κοινότητα Νέας Σάντας που ανήκει στον Δήμο Γαλλικού του Νομού Κιλκίς. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία που προσφέρει το Υπουργείο Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και

Αποκέντρωσης (Υ.Π.Ε.Δ.Δ.Α.) μέσω της ιστοσελίδας του (www.ypes.gr) καθώς και η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (www.statistics.gr), οι Ο.Τ.Α. που βρίσκονται στην περιοχή μελέτης είναι οι εξής:

ΝΟΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Δήμος Μυγδονίας

Κοινότητα Μελισσοχωρίου: πληθυσμός 1722 κάτοικοι (απογραφή 2001)

Κοινότητα Δρυμού: πληθυσμός 2487 κάτοικοι (απογραφή 2001)

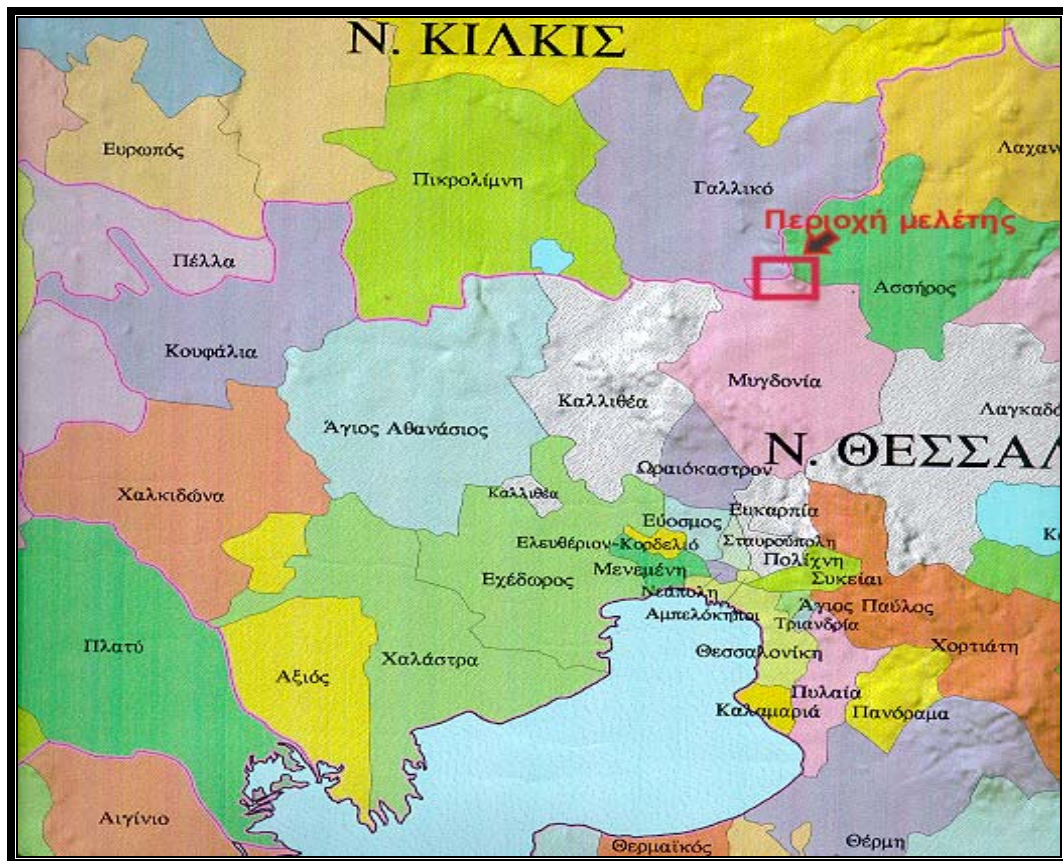
Δήμος Ασσήρου

Κοινότητα Κριθέας: πληθυσμός 1380 κάτοικοι (απογραφή 2001)

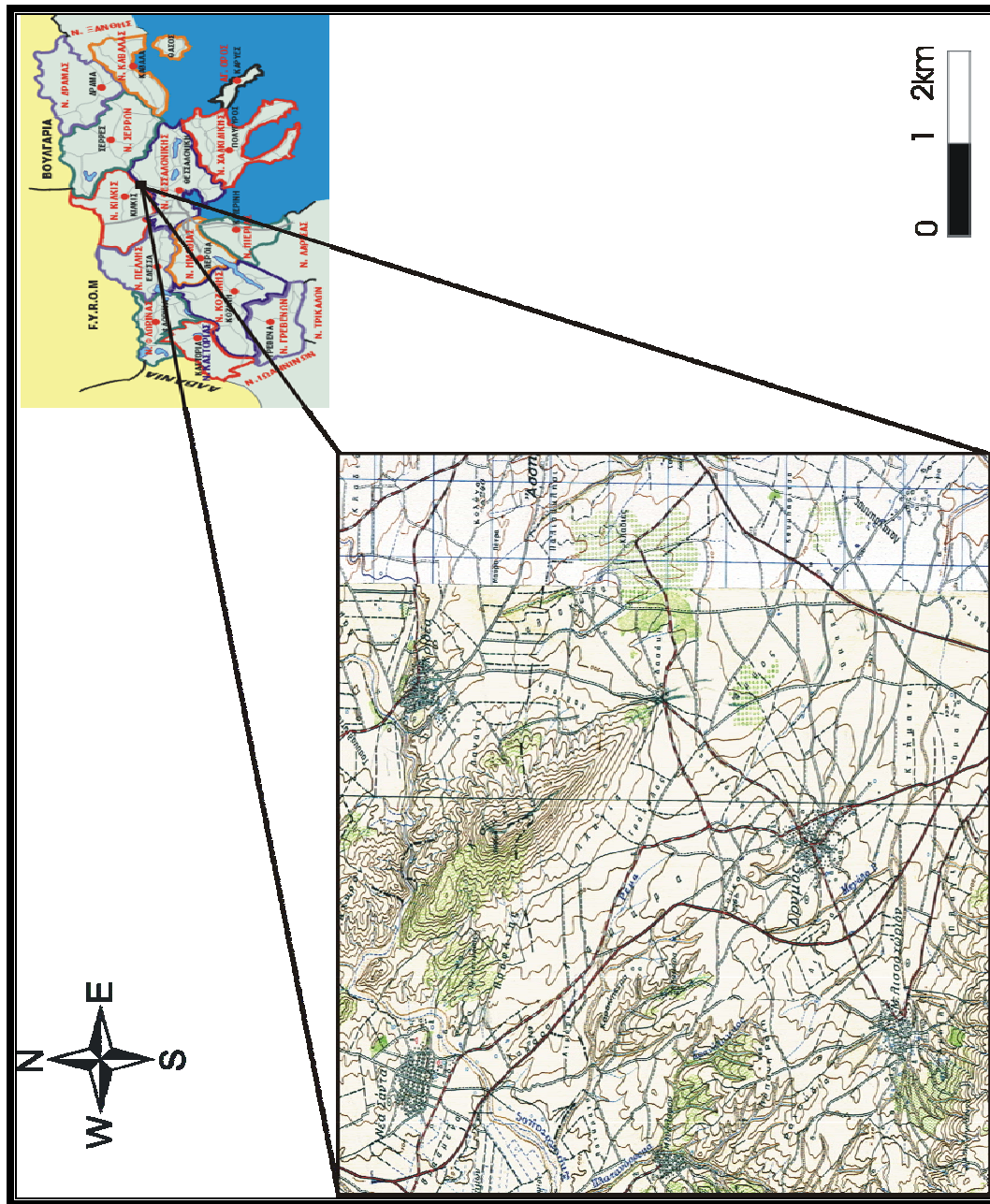
ΝΟΜΟΣ ΚΙΛΚΙΣ

Δήμος Γαλλικού

Κοινότητα Νέας Σάντας: πληθυσμός 1886 κάτοικοι (απογραφή 2001)



Σχήμα 3.2. Οι δήμοι στους οποίους ανήκει η περιοχή μελέτης σύμφωνα με το σχέδιο Καποδίστρια (από Marathon Data Systems, 2000).



Χάρτης 3.1. Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής μελέτης (Σύνθεση φύλλων Γ.Υ.Σ., κλίμακας 1:50.000, ΚΙΛΚΙΣ, ΛΑΧΑΝΑΣ).

3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΜΙΣΘΩΣΕΩΣ ΛΑΤΟΜΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Ο λατομικός χώρος που παλιότερα άνηκε στο Ελληνικό Δημόσιο έχει παραχωρηθεί στην Κοινότητα Δρυμού από το 1978. Τόσο από το Ελληνικό Δημόσιο όσο και από την Κοινότητα Δρυμού ο χώρος έχει μισθωθεί σε επιμέρους λατομικές επιχειρήσεις οι οποίες είναι οι εξής:

- | | |
|------------------------|------------------|
| 1. στην Α.Ε. TITAN | 123,30 στρέμματα |
| 2. στην Α.Ε. ΔΡΥΜΟΣ II | 114,26 στρέμματα |
| 3. στην Α.Ε. ΔΡΥΜΟΣ I | 192,16 στρέμματα |

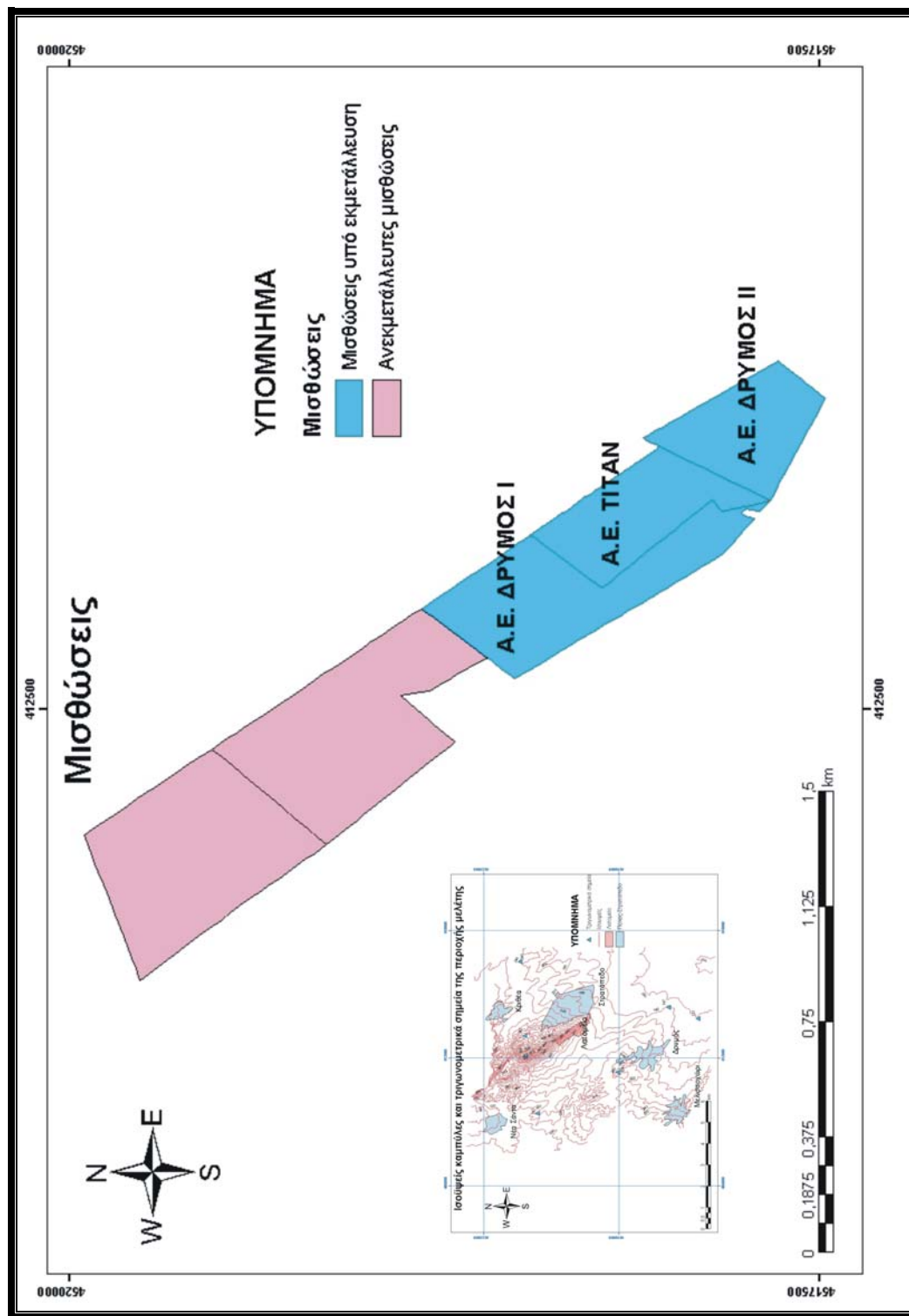
Η «Βιομηχανική-Λατομική Ανώνυμη Εταιρία Δρυμός» έχει την έδρα της στην Θεσσαλονίκη.

Η Α.Ε. Δρυμός έχει μισθώσει στον υπόψη χώρο 192,16 στρέμματα το 1980 και το 1981 άρχισε την εκμετάλλευση με αντικείμενο σκοπό να προμηθεύσει την αγορά της Θεσσαλονίκης και ιδιαίτερα το εργοστάσιο τσιμέντων της Α.Ε.-TITAN που βρίσκεται στην Ν. Ευκαρπία Θεσσαλονίκης με αδρανή ασβεστολιθικά υλικά. Η ίδια εταιρεία έχει εκμισθώσει βορειοδυτικά του υπάρχοντος λατομείου δύο επιπλέον εκτάσεις η εκμετάλλευση των οποίων δεν έχει ακόμα αρχίσει.

Οι τρεις μισθώσεις του λατομικού χώρου έχουν προς τα ΒΒΑ σύνορα παράλληλα με τα όρια της έκτασης του στρατοπέδου Ασσήρου. Στα νότια του λατομείου υπάρχουν τέσσερις βιοτεχνίες παραγωγής ασφαλομίγματος που προμηθεύονται τις πρώτες ύλες τους από τα υπόψη λατομεία. Στη νοτιοδυτική άκρη της μίσθωσης Α.Ε.TITAN υπάρχει το συγκρότημα θραύσεως για παραγωγή αδρανών υλικών, ιδιοκτησίας Α.Ε. TITAN σε ιδιόκτητο χώρο 26 στρεμμάτων. Στην ΝΑ πλευρά της μίσθωσης Δρυμός II υπάρχουν και 3 (τρία) εγκαταλελειμμένα σπαστηροτριβεία.

Άλλη ανθρώπινη δραστηριότητα εκτός από τις προαναφερθείσες δεν υπάρχει περιμετρικά των λατομείων. Τα χωριά Δρυμός και Άσσηρος βρίσκονται σε αποστάσεις 4,5 χλμ.και 5 χλμ. αντίστοιχα. Η εθνική οδός Θεσσαλονίκης-Σερρών απέχει περί τα 4 χλμ και η εθνική οδός Θεσσαλονίκης-Κιλκίς περί τα 3χλμ.

Η περιοχή περιμετρικά του λατομείου δεν έχει κανένα ενδιαφέρον από αρχαιολογικής πλευράς, όπως επίσης και από τουριστικής, δεδομένου ότι αποτελεί ένα βραχώδες και δασικά ακάλυπτο χώρο, που λόγω της υψής του ασβεστολίθου είναι σπάνιοι ακόμα και οι θάμνοι. Η περιοχή δασικά χαρακτηρίζεται σαν χορτολειαδική. (Μπάκας & Δούνας, 1991).



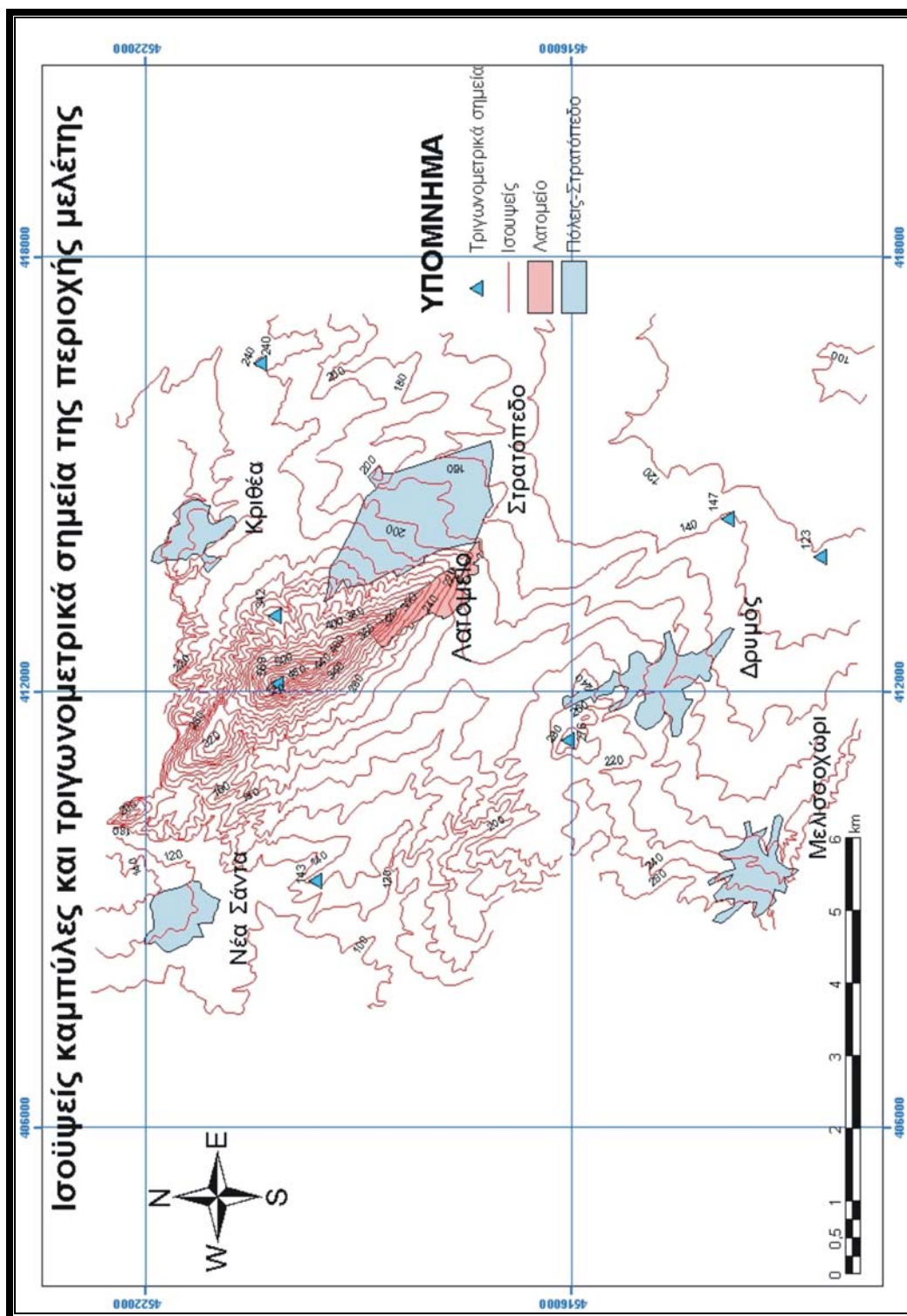
Χάρτης 3.2. Χάρτης μισθώσεων λατομικού χώρου.

5. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ – ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

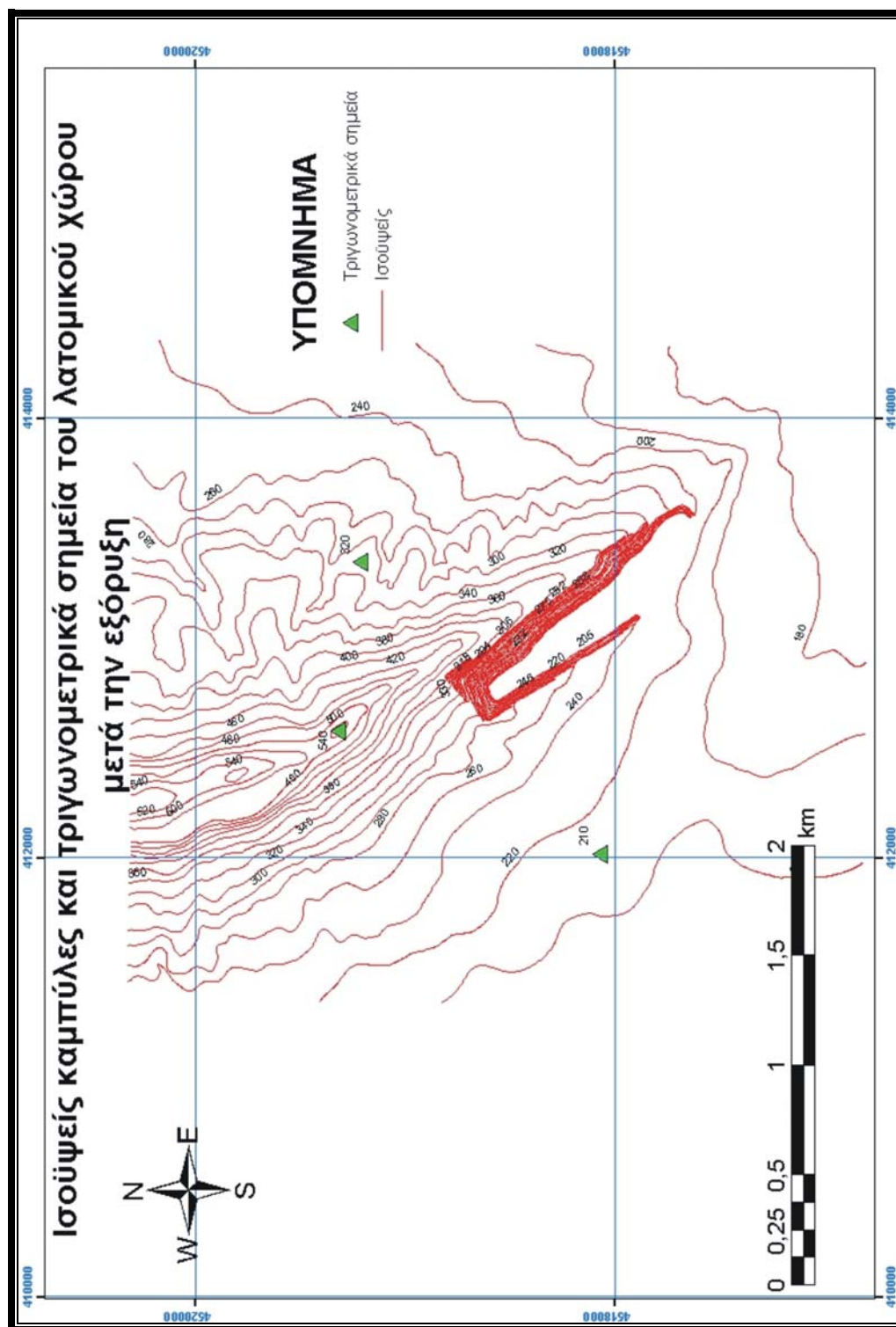
5.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από ένα σχετικά ήπιο ανάγλυφο το οποίο διακόπτεται από το έξαρμα του ορεινού όγκου της Καμήλας (υψόμετρο 569 μ). Ανατολικά της περιοχής μελέτης διέρχεται ο Γαλλικός ποταμός και ειδικότερα, νότια της Νέας Σάντας διέρχονται οι παραπόταμοι του, Ξηροπόταμος και Πλατανόρρεμμα. Περιμετρικά του λατομικού χώρου δεν υπάρχουν αξιόλογα υδρολογικά στοιχεία που μπορούν να επηρεασθούν από την εκμετάλλευση του λατομείου. Στην κοντινή ζώνη του κοιτάσματος δεν υπάρχουν υδάτινα ρεύματα, χείμαρροι ή ποταμοί. Στα χωριά Δρυμός και Μελισσοχώρι υπάρχει ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου με κύριο κλάδο του το Μεγάλο ρέμα. (Χάρτης 3.1.).

Οι ισουψείς καμπύλες και τα τριγωνομετρικά σημεία της περιοχής μελέτης φαίνονται στο Χάρτη 5.1. ψηφιοποιημένα από τη σύνθεση των τοπογραφικών χαρτών της Γ.Υ.Σ. (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού), φύλλα, ΚΙΛΚΙΣ, ΛΑΧΑΝΑΣ, κλίμακας 1:50.000. Επίσης οι ισουψείς καμπύλες και τα τριγωνομετρικά σημεία του λατομικού χώρου πριν αρχίσει η εξόρυξη, εμφανίζονται στον Χάρτη 5.2., ψηφιοποιημένα από το τοπογραφικό διάγραμμα “Γενική Αποτύπωση Λατομείων Ορεινού Όγκου Ντεβέ Κοράν περιοχής Δρυμού Θεσσαλονίκης” κλίμακας 1:5000 της “Μελέτης Επιπτώσεων και Αποκατάστασης Περιβάλλοντος επί Δασικής Εκτάσεως από την λειτουργία Λατομείου Ασβεστολίθου “Α.Ε. Δρυμός””, ενώ στο Χάρτη 5.3. εμφανίζονται ψηφιοποιημένα οι ισουψείς καμπύλες και τα τριγωνομετρικά σημεία του λατομικού χώρου μετά την εξόρυξη, από το τοπογραφικό διάγραμμα «Χάρτης Χρονικής Προτεραιότητας Αποκατάστασης» κλίμακας 1:5000 της «Τεχνικής Μελέτης για το Λατομείο Αδρανών στο Δρυμό Θεσσαλονίκης».



Χάρτης 5.1. Χάρτης ισοϋψών καμπυλών ισοδιάστασης 20 m και τριγωνομετρικών σημείων της περιοχής μελέτης.



Χάρτης 5.3. Χάρτης ισοϋψών καμπυλών ισοδιάστασης 20m και τριγωνομετρικών σημείων του λατομικού χώρου μετά την εξόρυξη.

Ο Dicaud (1989) ασχολήθηκε με την ταξινόμηση του αναγλύφου και χώρισε το γήινο ανάγλυφο σε τέσσερις (4) επι μέρους γεωμορφολογικές ενότητες ή τύπους αναγλύφου. (Πίνακας 5.1). Η έκταση της περιοχής μελέτης κατανέμεται σε δύο (2) γεωμορφολογικές ενότητες ή τύπους αναγλύφου. (<150, 150-600 m). (Πίνακας 5.2.).

Στο τίτλο της παρούσας εργασίας χρησιμοποιούμε την ορολογία “όρος Καμήλα” αντί το ορθό “λόφος Καμήλα”, γιατί σε πολλά συγγράμματα γεωεπιστημόνων αναφέρεται η περιοχή μελέτης ως ορεινός όγκος ή όρος Καμήλα (Ντεβέ Κοράν).

Πίνακας 5.1. Ταξινόμηση του αναγλύφου σύμφωνα με το ύψος τους από την επιφάνεια της θάλασσας. (Dicaud 1989).

Ύψος από επιφάνεια θάλασσας	Χαρακτηρισμός
<150	Πεδινές περιοχές
150-600	Λοφώδεις περιοχές
600-900	Υψηλοί λόφοι – ημιορεινές περιοχές
>900	Ορεινές περιοχές

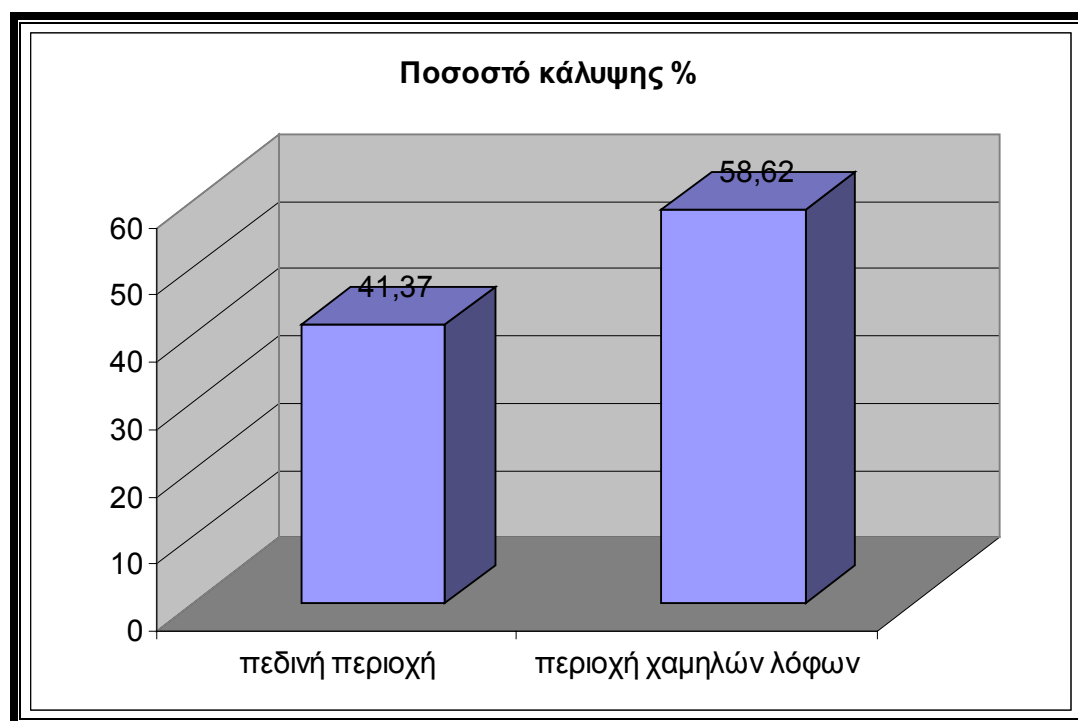
Το ποσοστό εδαφοκάλυψης των δύο προαναφερόμενων ενοτήτων υπολογίσθηκε κατόπιν εμβαδομέτρησης της περιοχής που καταλαμβάνει κάθε μια ενότητα, με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGIS και συγκεκριμένα του υποπρογράμματος (extension) 3D analyst. Συγκεκριμένα μετρήθηκε η επιφάνεια μεταξύ των ισοϋψών καμπυλών 100-150, 150-600. εμβαδομέτρηση έγινε λαμβάνοντας υπόψιν συγχρόνως τις ισούψεις καμπύλες και την κλίση του αναγλύφου.

Με βάση τις μετρήσεις, προέκυψε ο Πίνακας 2, σύμφωνα με τον οποίο η περιοχή μελέτης μπορεί να χαρακτηριστεί ως πεδινή-λοφώδης περιοχή, καθώς το 100% αυτής βρίσκεται στις συγκεκριμένες 2 κατηγορίες. Συγκεκριμένα, βορειοδυτικά και νοτιοανατολικά του λατομείου οι περιοχές

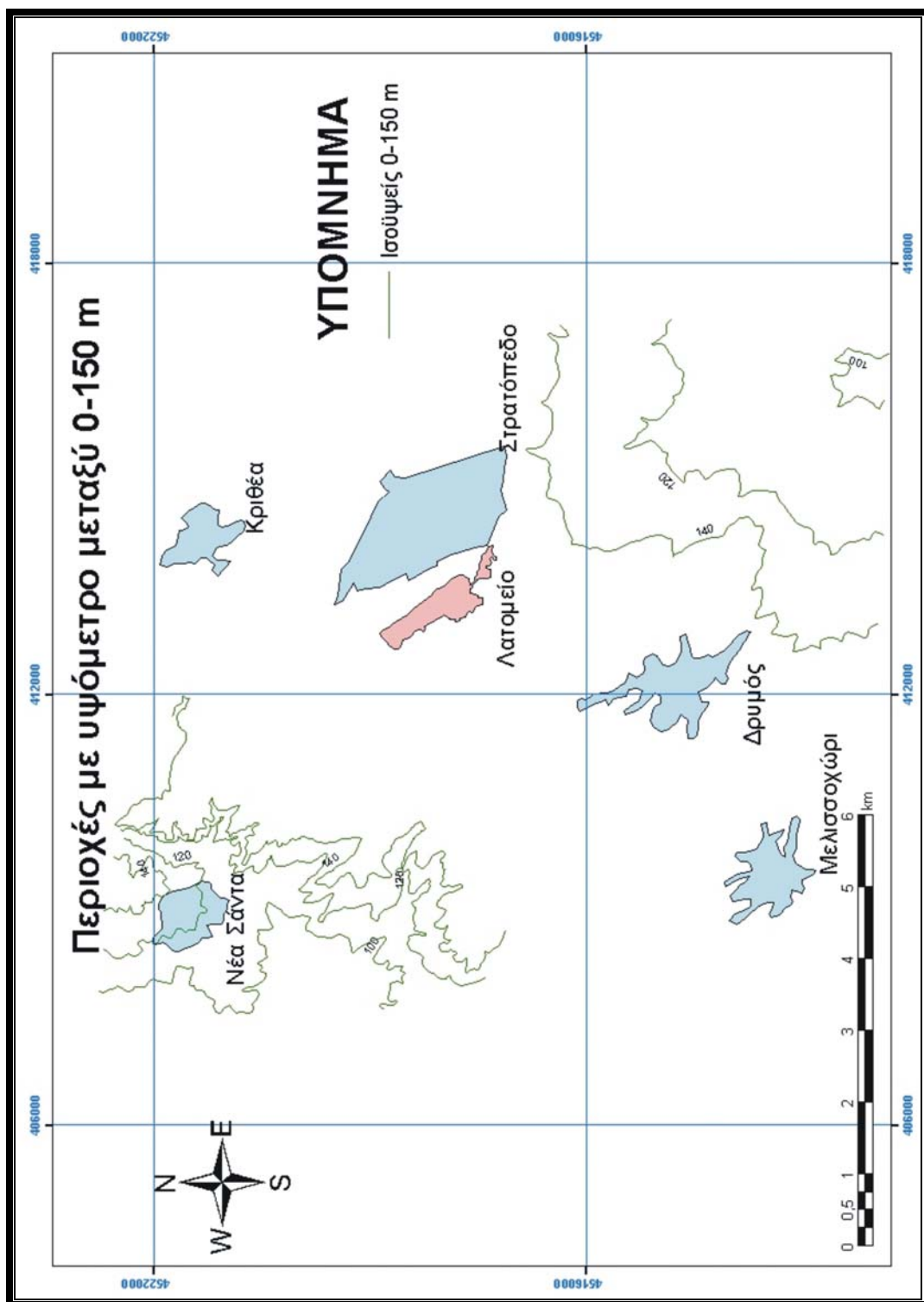
χαρακτηρίζονται ως πεδινές ενώ αντίθετα περιμετρικά του λατομείου η περιοχή είναι λοφώδης.

Πίνακας 5.2. Ποσοστό κάλυψης επί τοις εκατό των παραπάνω τύπων αναγλύφου.

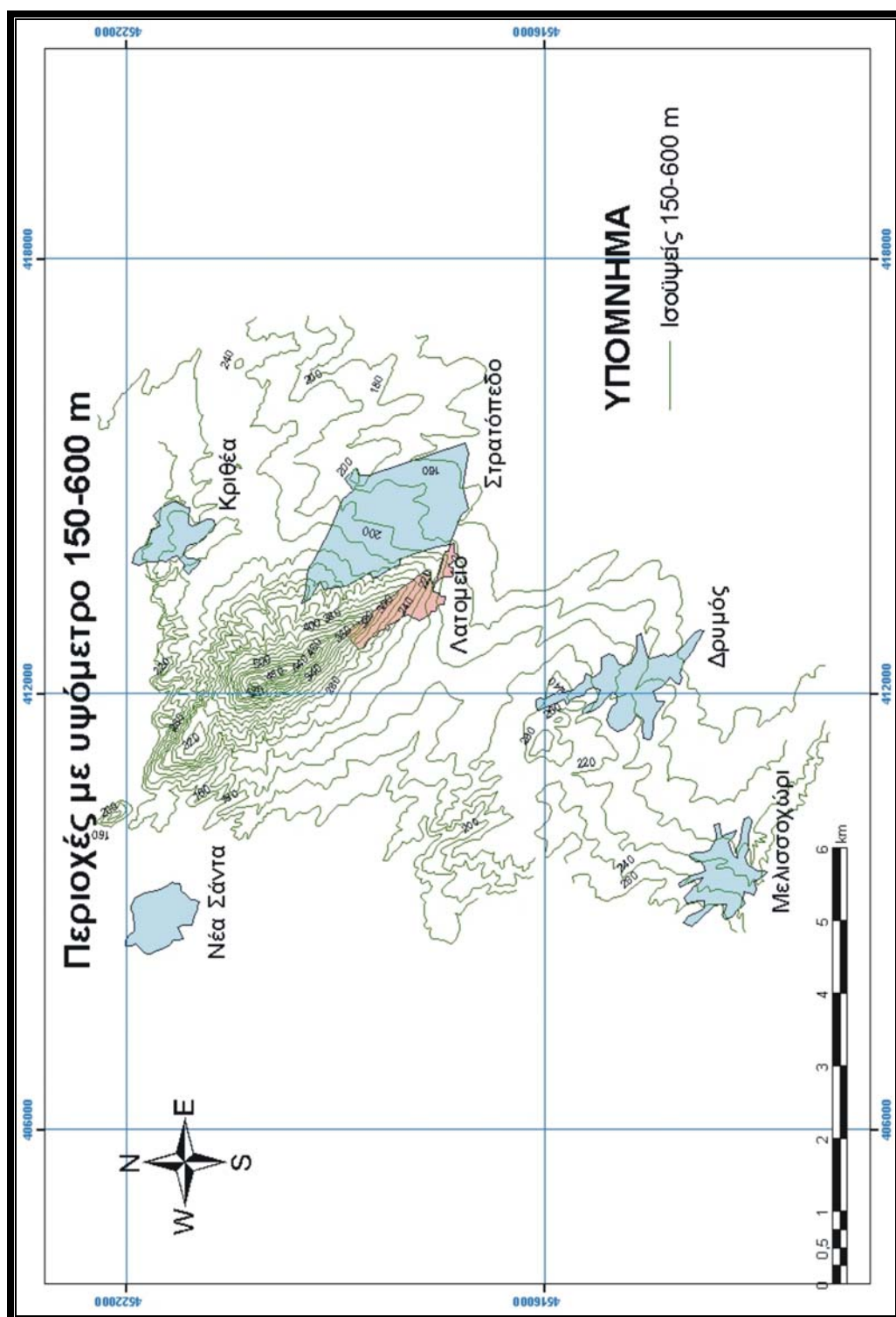
Τύπος αναγλύφου	Έκταση	% Επιφάνειας
Πεδινή περιοχή	69,962 km ²	41,37
Λοφώδης περιοχή	99,119 km ²	58,62



Σχήμα 5.1. Σχηματική παράσταση του ποσοστού κάλυψης του αναγλύφου.



Χάρτης 5.4. Χάρτης περιοχών με υψόμετρο 0-150 m.



Χάρτης 5.5. Χάρτης περιοχών με υψόμετρο 150-600 m.

5.2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στην περιοχή του λατομικού χώρου και γενικώτερα για την περιοχή του Δρυμού δεν υπάρχουν ειδικές μετεωρολογικές μετρήσεις οι οποίες να καθορίζουν επακριβώς το κλίμα της περιοχής. Έτσι με βάση τα κλιματολογικά στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού Θεσσαλονίκης και για μια περίοδο 35 ετών, το κλίμα της περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί σαν μεταβατικό από το μεσογειακό προς το ηπειρωτικό.

Οι μέσες ετήσιες βροχοπτώσεις ανέρχονται σε 477 χιλιοστά με ένα μέγιστο τον Δεκέμβριο και ένα δεύτερο μέγιστο τον Μάιο. Από το συνολικό ύψος των ετήσιων βροχοπτώσεων, στη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου αναλογεί ποσοστό μόνο 41% (200 χιλιοστά) που όμως πέφτει σε μορφή ραγδαίων βροχών και καταιγίδων.

Ως ξηρότεροι μήνες του έτους εμφανίζονται οι Ιούλιος και Αύγουστος με μέσα ύψη βροχής 32 και 16 χιλιοστών.

Η οικολογικώς ξηρή περίοδος διαρκεί 3 μήνες (Ιούλιος-Σεπτέμβριος).

Η ανομοιόμορφη κατανομή κατά την διάρκεια του έτους και η ραγδαιότητα των βροχοπτώσεων, σε συνδυασμό με το μικρό βάθος των εδαφών (μικρή υδατοχωρητικότητα), έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία μετρίως ευνοϊκών αν όχι οριακών υδατικών συνθηκών για τη δενδρώδη και θαμνώδη βλάση που καλύπτει τις σημερινές αναβαθμίδες και μελλοντικά σε αυτές που θα προκύψουν μετά την επέκταση του λατομείου.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα ανέρχεται σε 16° C με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο (5,9°C) και θερμότερο τον Αύγουστο (26,5°C).

Η μέση ετήσια υγρασία αέρος είναι 68% και κυμαίνεται από 10-60% το καλοκαίρι μέχρι 30-100% τους χειμερινούς μήνες.

Οι άνεμοι πλέουν ισχυροί μέχρι 40 χιλμ. την ώρα, με διεύθυνση συνήθως Β, ΝΔ, ΒΑ, Ν, Α και κατά τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο και Ιούνιο. (Βικελούδας κ.α., 1982)

5.3. ΕΔΑΦΟΣ

Σύμφωνα με τους Βικελούδα κ.α. (1982), το έδαφος της λατομικής εκτάσεως όπως και της ευρύτερης περιοχής δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι είναι πετρώδες και το ελάχιστο οργανικό έδαφος που βρίσκεται εκεί, είναι αβαθές, άγονο, επιφανειακό, μέχρι ολότελα σκελετικό με εμφάνιση του βασικού πετρώματος του ασβεστολίθου.

Είναι ο συνήθης τύπος εδάφους που αναπτύσσεται σε ασβεστόλιθους, αργιλλώδους υφής, αλκαλικής αντίδρασης, εφοδιασμένο με βάσεις (Ca, Mg, K) και σχετικά αρκετή βιολογική δραστηριότητα, χάρη στην οποία και στην σχετική υγρασία, διατηρείται η υπάρχουσα, καχεκτική έστω βλάστηση.

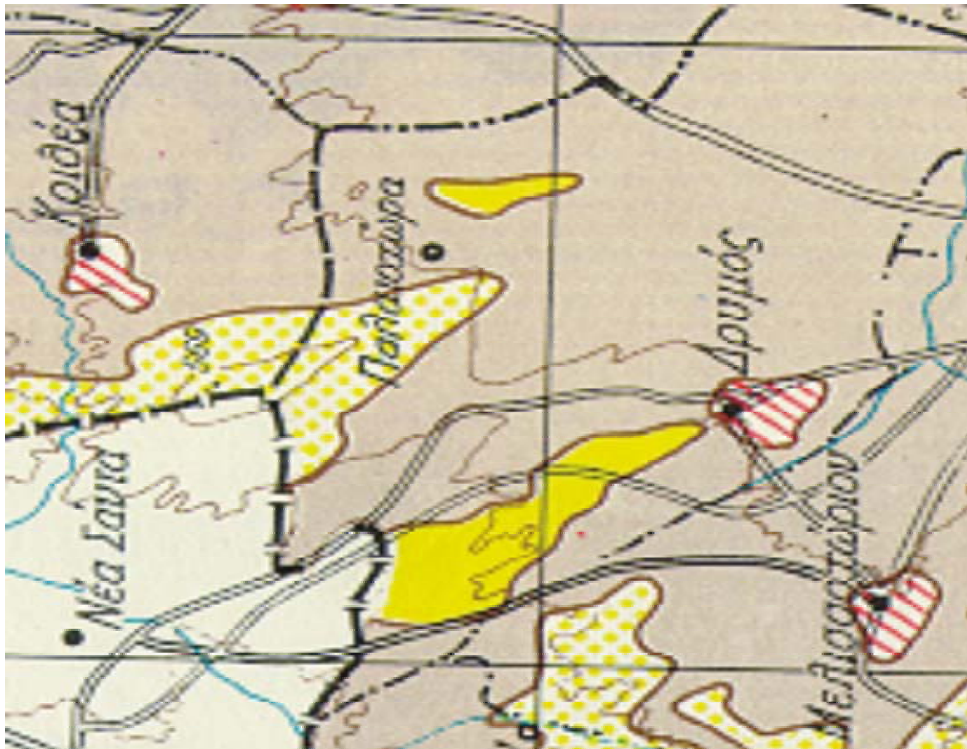
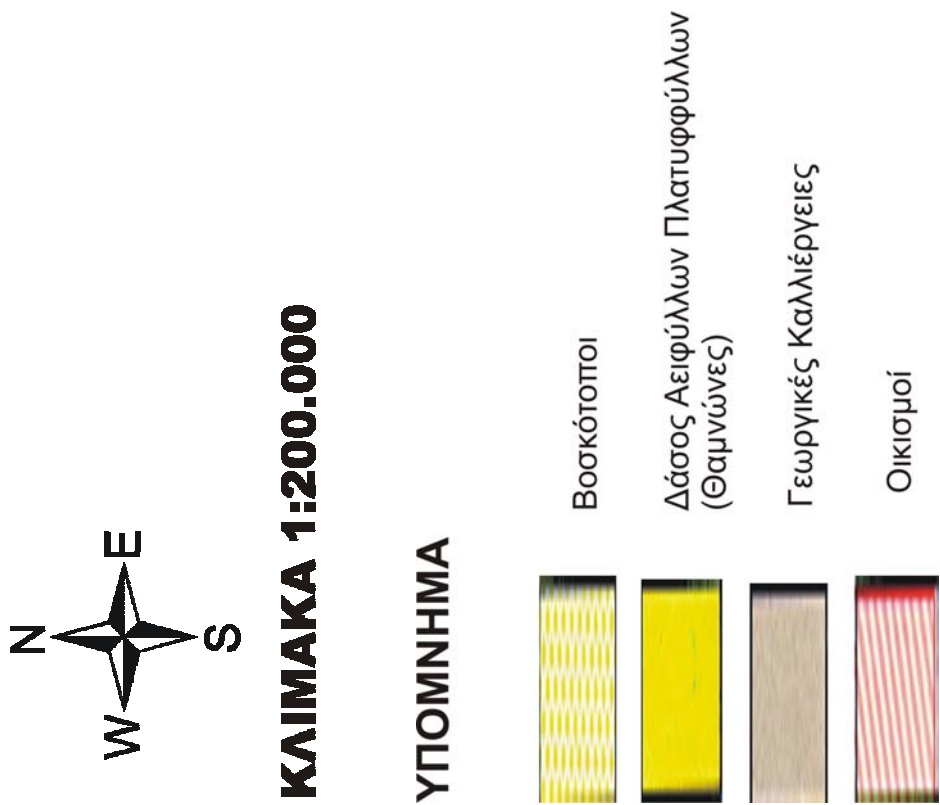
5.4. ΒΛΑΣΤΗΣΗ-ΠΑΝΙΔΑ

Σύμφωνα με τους Βικελούδα κ.α. (1982), ο διάσπαρτος ελάχιστος θαμνότοπος στο βορειότερο τμήμα της λατομικής εκτάσεως ανήκει στην φυτοκοινωνική ένωση του Πρίνου. Η περισσότερη έκταση καλύπτεται κυρίως από αγροστώδη ποώδη βλάστηση. Οι ελάχιστες αραιότερες ομάδες πρίνου περιβάλλονται επίσης από ποώδη βλάστηση.

Ξυλώδης βλάστηση : QUERCUS COCCIFERA (πρίνος) ελάχιστες αραιότερες ομάδες.

Ποώδης βλάστηση : Αγροστώδη (GRAMINEAE SP).

Ο λατομικός χώρος ούτε ο περίγυρος του δεν αποτελούν τόπο διαμονής κάποιου ενδημικού είδους πανίδας. Στο χάρτη της Δασικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Γεωργίας Φύλλο Ν. Θεσσαλονίκης κλίμακας 1:200.000 εμφανίζεται το ποσοστό της εδαφοκάλυψης της περιοχής μελέτης.



Χάρτης 5.6. Χάρτης εδαφοκάλυψης (Δασική υπηρεσία του Υπουργείου Γεωργίας, φύλλο ΝΟΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, 1995).

6. ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

6.1. ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑΣ

Στην παρούσα διατριβή ειδίκευσης χρησιμοποιήθηκαν τα τοπογραφικά διαγράμματα της εταιρείας “Α.Ε. Δρυμός” κλίμακας 1:5000 και οι τοπογραφικοί χάρτες της Γ.Υ.Σ. φύλλα ΚΙΛΚΙΣ, ΛΑΧΑΝΑ, κλίμακας 1:50000. Τα χαρτογραφικά υπόβαθρα εισήχθησαν στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) και θεωρήθηκε απαραίτητη η μετατροπή του προβολικού τους συστήματος. Έτσι το παλιό ελληνικό Datum που βασίζεται στο ελλειψοειδές αναφοράς του Bessel και στο οποίο οι επίπεδες συντεταγμένες x, y , των διαφόρων σημείων του εκφράζονται στην ισαπέχουσα αζιμουθιακή προβολή Hatt μετατράπηκε στο Νέο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987 (ΕΓΣΑ '87), το οποίο χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές GRS 80 και τοποθετήθηκε με παράλληλη μετάθεση ως προς το Παγκόσμιο Σύστημα BTS 87. (βλ παράρτημα Β) (Μπαντέλας κ.α., 1995).

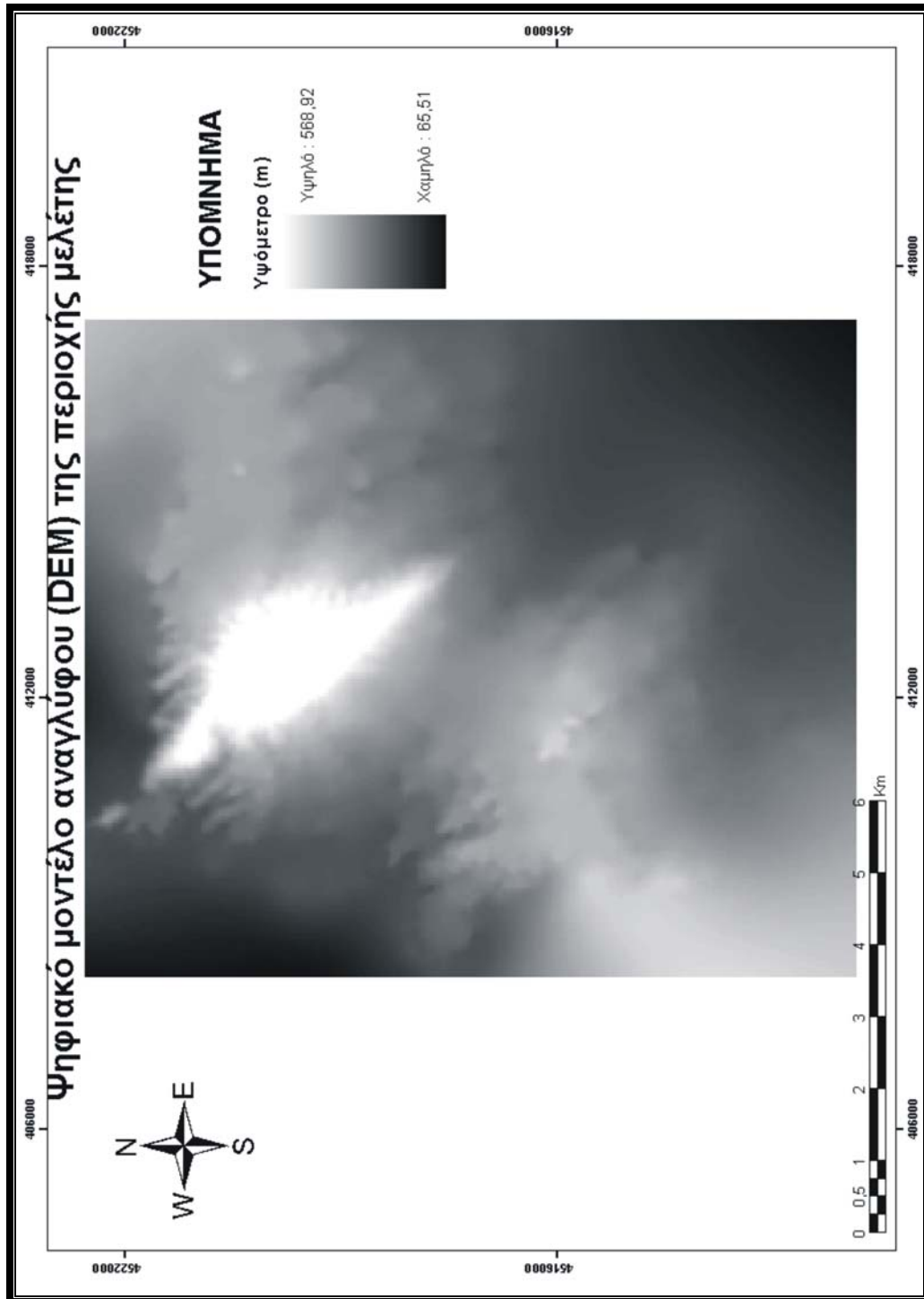
Στη συνέχεια έγινε γεωαναφορά των χαρτών με τη βοήθεια του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2. στο νέο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87, με την τοποθέτηση 9 Επίγειων Σημείων Ελέγχου (Ground Control Points) (GCP) σε κάθε εισηγμένο στο χαρτογραφικό υπόβαθρο του Γ.Σ.Π.. Ακολούθως κρίθηκε απαραίτητο να διορθωθεί η τοπολογία των γεωγραφικών βάσεων δεδομένων που δημιουργήθηκαν. Η τοπολογία περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο τα γεωγραφικά σημεία συνδέονται μεταξύ τους, καθορίζοντας τον τρόπο ένωσης μεταξύ γραμμών (τόξων ή συνεχών γραμμών), κόμβων και πολυγώνων. Είναι ουσιαστικά ο καθορισμός των χωρικών χαρακτηριστικών ενός χάρτη και η οργάνωση τους σε βάσεις δεδομένων ή με άλλα λόγια είναι η χωρική μονάδα αναφοράς. Όταν τα χωρικά χαρακτηριστικά ενός χάρτη δομούνται (δημιουργείται τοπολογία), τότε, δημιουργούνται αρχεία βάσης δεδομένων που περιέχουν χρήσιμες πληροφορίες, αποθηκευμένες σε ξεχωριστά πεδία και συσχετίζονται άμεσα με κάθε χαρακτηριστικό ξεχωριστά. (Συλλαίος, 1999). Για την διόρθωση της τοπολογίας χρησιμοποιήθηκαν οι εντολές *CLEAN* και *BUILD* του υποπρογράμματος ArcToolbox.

6.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ (DEM).

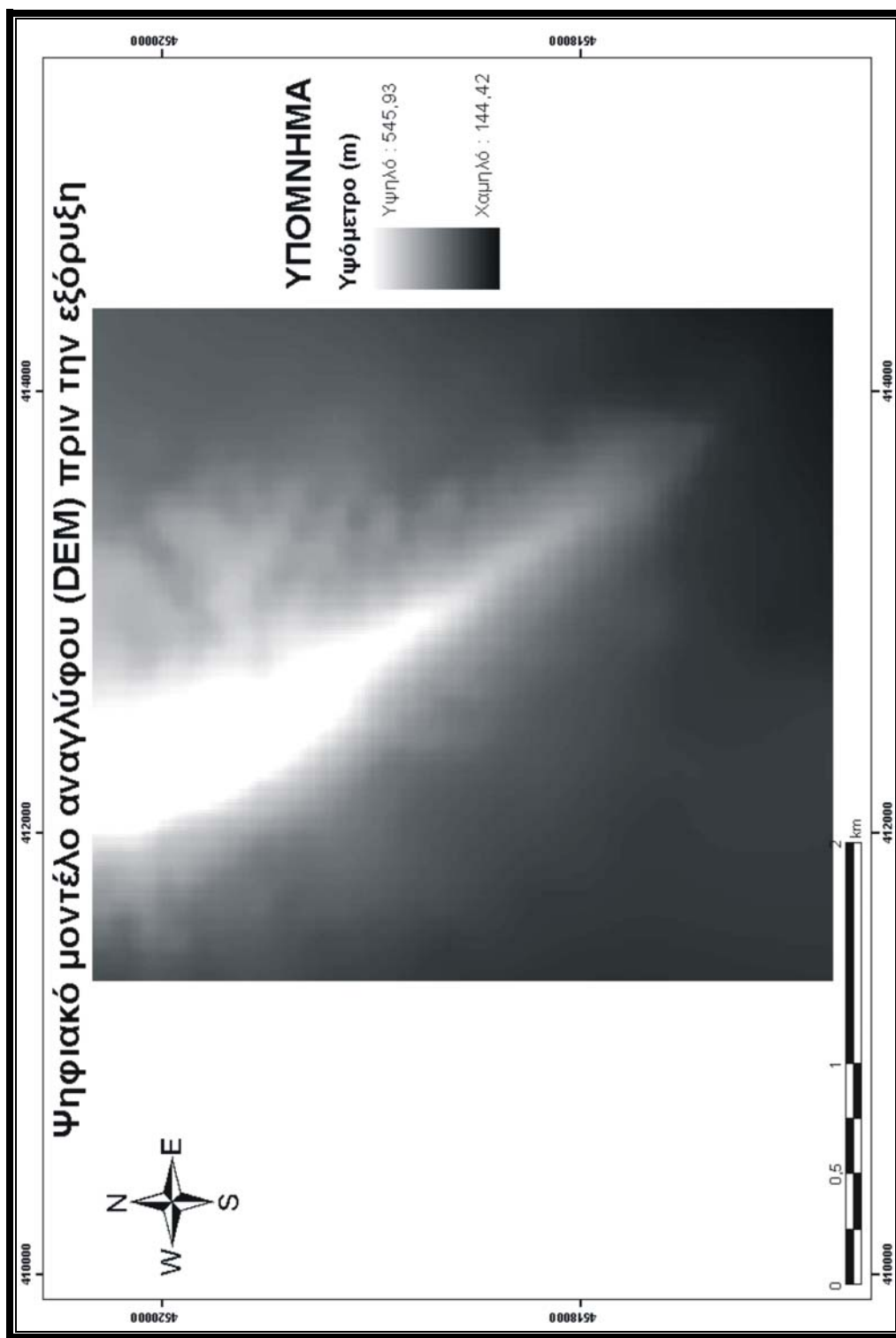
Ο συνηθέστερος και πιο διαδεδομένος τρόπος απεικόνισης του αναγλύφου της γήινης επιφάνειας, είναι τα Ψηφιακά Μοντέλα Αναγλύφου (ΨΜΑ) (Digital Elevation Model-DEM). Η προσέγγιση της επιφάνειας του εδάφους με αριθμητικές θέσεις και υψομέτρου συγκεκριμένων σημείων (ψηφιακά δεδομένα) οι οποίες χρησιμοποιούνται κατάλληλα για την δημιουργία μαθηματικής συνάρτησης (μοντέλο) που εκφράζει ικανοποιητικά τη συνεχή επιφάνεια του εδάφους αποτελεί τον ορισμό του Ψηφιακού Μοντέλου Αναγλύφου. (Σουλακέλλης, 1994). Ένα DEM είναι μια αναπαράσταση μορφής κανάβου (raster) μιας συνεχούς επιφάνειας, η οποία στις Γεωεπιστήμες συνήθως αναφέρεται στην επιφάνεια της Γης. Άλλα πιθανά DEM μπορεί να προκύψουν από τις τιμές της ατμοσφαιρικής πίεσης μιας περιοχής (ισοβαρείς καμπύλες), τον υπόγειο υδροφορέα μιας περιοχής, τα υψομετρικά σημεία που προκύπτουν από την “ταχυμετρική αποτύπωση” μιας περιοχής και για τα οποία είναι γνωστές οι συντεταγμένες τους x,y,z ως προς κάποιο κατάλληλο σύστημα αναφοράς κ.λ.π. Στην περίπτωση μας, το ΨΜΑ (DEM) αναφέρεται στο ανάγλυφο της περιοχής μελέτης και έχει ως βάση δημιουργίας του τις ισουψείς καμπύλες με μέγεθος εικονοστοιχείου 20*20m. (βλ.παράρτημα Β).

Η βασική επιδίωξη κατά τον υπολογισμό ενός ΨΜΑ (DEM) είναι η κατά το δυνατόν καλύτερη προσαρμογή του στα δεδομένα της πραγματικής επιφάνειας του εδάφους που πρόκειται να απεικονίσει. Η ακρίβεια του παραγόμενου ΨΜΑ (DEM) εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η ανάλυση του ΨΜΑ (DEM) (η απόσταση μεταξύ των σημείων δειγματοληψίας), η μορφή των δεδομένων, καθώς και η ακρίβεια και η αξιοπιστία με την οποία έγιναν οι μετρήσεις του μεγέθους μελέτης (στην περίπτωση μας του υψομέτρου). Το ανάγλυφο αναπαρίσταται από ένα πλέγμα σημείων που ισαπέχουν μεταξύ τους και καθ’ ένα από αυτά έχει μια ορισμένη τιμή που αντιστοιχεί στο υψόμετρο. Για τον υπολογισμό του υψομέτρου σε περιοχή μεταξύ δύο γνωστών σημείων, χρησιμοποιείται η μέθοδος της “παρεμβολής” (interpolation), δηλαδή το υψόμετρο υπολογίζεται με βάση τα υψόμετρα των γειτονικών σημείων. Η μέθοδος αυτή κρίνεται πολύ αποτελεσματικότερη από

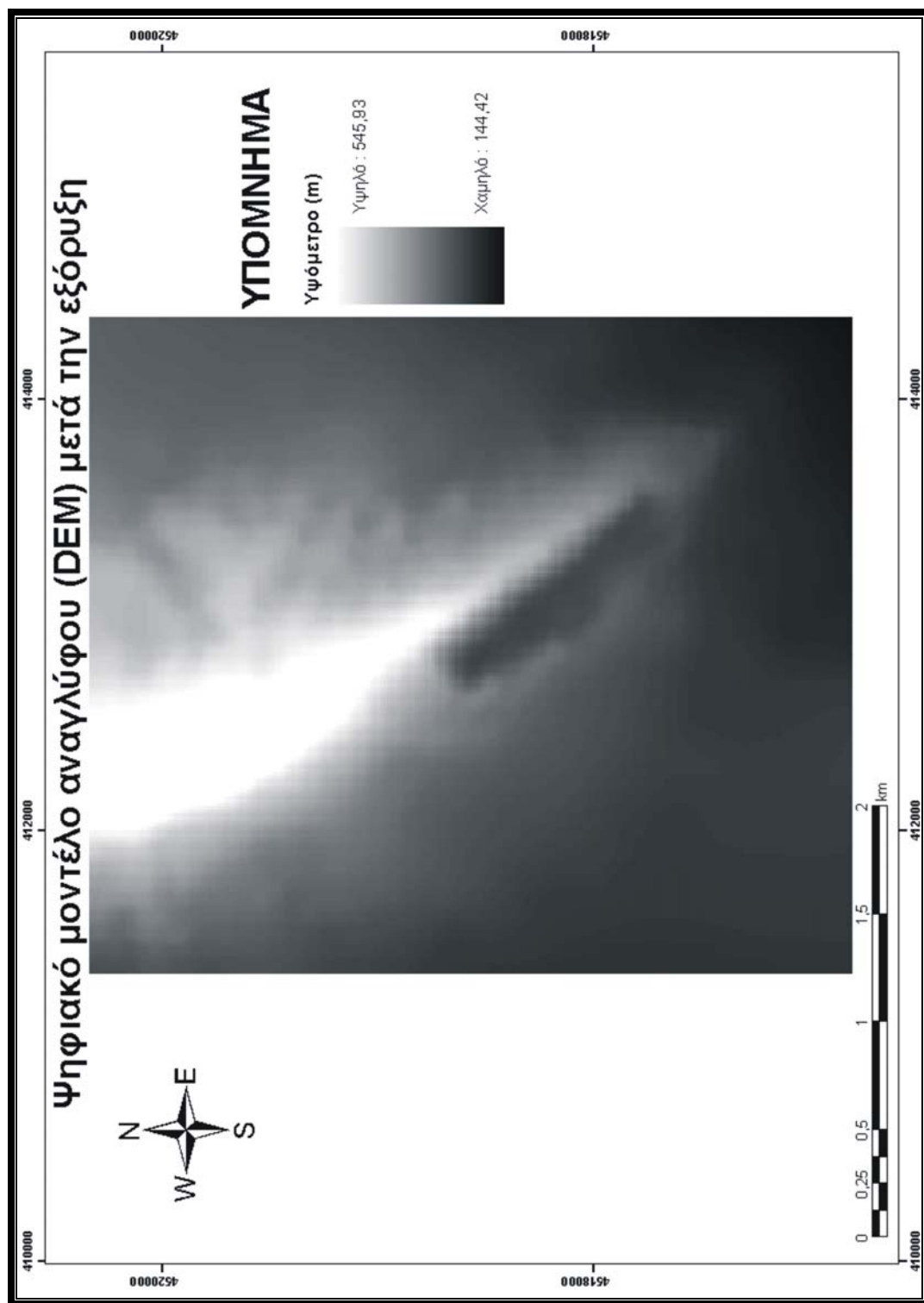
εκείνη κατά την οποία το υψόμετρο υπολογίζεται χωρίς παρεμβολή και λαμβάνεται ίσο με το υψόμετρο του σημείου στο οποίο είναι πλησιέστερο. (Μπαντέλλας, κ.α. 1996, ESRI 2001,) (από Φουρνιάδης, 2001).



Χάρτης 6.1.1. Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (DEM) του λατομείου πριν την εξόρυξη.



Χάρτης 6.1.2. Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (DEM) του λατομείου μετά την εξόρυξη.



Χάρτης 6.1.3. Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (DEM) της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

6.3 ΧΑΡΤΗΣ ΣΚΙΑΣΜΕΝΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ (HILLSHADE RELIEF)

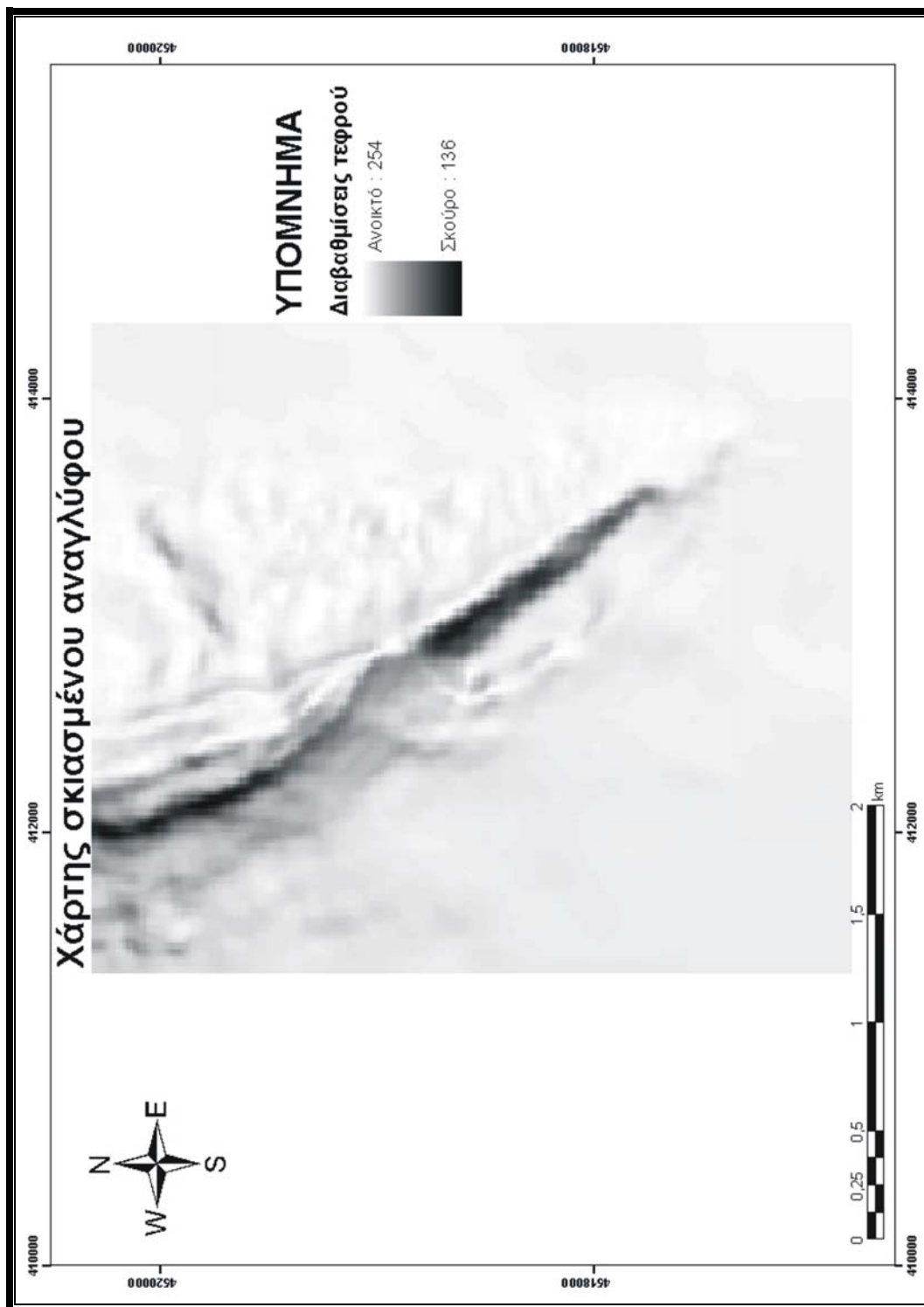
Σύμφωνα με τους Burrough & McDonnell (2000) η αρχή της αυτόματης χαρτογράφησης του σκιασμένου αναγλύφου βασίζεται σε ένα μοντέλο για το πως θα φαινόταν το έδαφος εάν ήταν φτιαγμένο από ιδανικό υλικό, φωτισμένο από μία συγκεκριμένη θέση. Το τελικό αποτέλεσμα μοιάζει με αεροφωτογραφία εξαιτίας της χρήσης γκρι κλίμακας και διαβαθμισμένων τεχνικών αποτύπωσης του τόνου απεικόνισης του αναγλύφου, αλλά στην πραγματικότητα ο χάρτης σκιασμένου αναγλύφου που προέρχεται από το παραγόμενο DEM διαφέρει σε σημαντικό βαθμό από τις αεροφωτογραφίες. Ο χάρτης σκιασμένου αναγλύφου δεν απεικονίζει την εδαφική κάλυψη παρά μόνο την ψηφιοποιημένη γήινη επιφάνεια. Επίσης το εδαφικό μοντέλο είναι συνήθως αποστρογγυλευμένο εξαιτίας της διαδικασίας συλλογής των δεδομένων και δεν απεικονίζει εξαιρετικές λεπτομέρειες του αναγλύφου όπως συμβαίνει στις αεροφωτογραφίες.

Απαραίτητα για την παραγωγή ενός χάρτη σκιασμένου αναγλύφου είναι οι εκτιμήσεις σχετικά με τον προσανατολισμό ενός στοιχείου της επιφάνειας (π.χ. οι κλίσεις) και η ύπαρξη ενός μοντέλου που καταδεικνύει το πως το επιφανειακό στοιχείο θα αντανakλά το φως που προέρχεται από μια πηγή φωτός τοποθετημένη σε σημείο που εμείς καθορίζουμε.

Οι χάρτες σκιασμένου αναγλύφου χρησιμοποιούνται στην τρισδιάστατη απεικόνιση του αναγλύφου. Πέρα όμως από αυτή τους τη χρήση, βρίσκουν εφαρμογή στην ποσοτική ανάλυση γεωμορφών. Όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με θεματικές πληροφορίες, μπορούν να βελτιώσουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τη ρεαλιστικότητα του παραγόμενου χάρτη.

Από το ΨΜΑ της περιοχής του λατομικού χώρου μετά την εξόρυξη, προέκυψε ο Χάρτης Σκιασμένου Αναγλύφου (Χάρτης 6.3.1.). Ως γωνία φωτισμού (solar elevation) για την κατασκευή αυτού, επιλέχθηκαν οι 75° και ως αζιμούθιο ηλίου (solar azimuth) οι 120°. Οι τιμές αυτές επιλέχθηκαν ώστε να συμπίπτουν με την τιμή του ύψους ηλίου (solar elevation angle) και του αζιμούθιου του ηλίου (solar azimuth) κατά την περίοδο λήψης της δορυφορικής εικόνας του SPOT-4. Η διαφορά στην φωτεινή ενέργεια που

λαμβάνουν οι διάφορες περιοχές του αναγλύφου, γίνεται αντιληπτή με τις διαβαθμίσεις του τεφρού χρώματος.

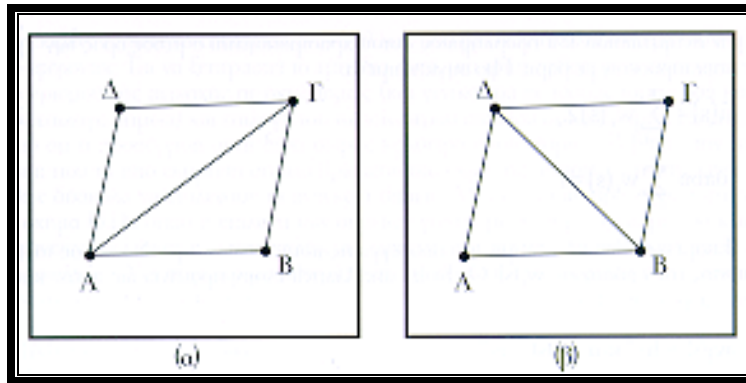


Χάρτης 6.3.1. Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου (hillshade relief).

6.4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΡΙΓΩΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΑΚΑΝΟΝΙΣΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (Triangulated Irregular Network/TIN)

Εκτός από τα DEM υπάρχουν και άλλες μέθοδοι αναπαράστασης του γήινου αναγλύφου. Στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι υφίστανται μια σειρά από μεθόδους εκτίμησης της τιμής ενός χαρακτηριστικού, οι οποίες βασίζονται στην ψηφιοποίηση των παρατηρούμενων σημείων. Μία από τις πλέον γνωστές μεθόδους είναι η μέθοδος που χρησιμοποιεί την τριγωνοποίηση Delannay, γνωστή και ως TIN (Triangulated Irregular Network) (Κουτσόπουλος, 2002).

“Τριγωνοποίηση” σημαίνει ότι όλα τα σημεία ενώνονται μεταξύ τους, μετατρέπόμενα σε ένα σύνολο πλευρών τριγώνων που καλύπτουν ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Κάθε πλευρά τριγώνου θεωρείται ότι έχει ομοιόμορφες χωρικές ιδιότητες, δηλαδή η τιμή του χαρακτηριστικού μεταξύ των δύο κορυφών της πλευράς μεταβάλλεται με έναν καθορισμένο και σταθερό τρόπο. Η όλη διαδικασία της δημιουργίας του TIN αφορά στη δημιουργία του πλέγματος των τριγώνων και τον καθορισμό της συνάρτησης της χωρικής διαφοροποίησης των τιμών. Ένα σύνολο σημείων μπορεί να “τριγωνοποιηθεί” συνδέοντας κάθε σημείο με όλα τα γειτονικά που είναι πλησιέστερα σε αυτό, με ευθύγραμμα τμήματα που δεν τέμνονται μεταξύ τους. Η σύνδεση αυτή δημιουργεί μια πλειάδα πλευρών τριγώνου διαφορετικού μεγέθους. Η διαδικασία αυτή της “τριγωνοποίησης” μπορεί να επιτευχθεί με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με το κριτήριο σύνδεσης των σημείων. Από τις μεθόδους αυτές, η πλέον γνωστή είναι η μέθοδος Delannay, γνωστή και ως κριτήριο μέγιστη-ελάχιστη γωνία. Στο σχήμα 6.4.1. φαίνονται δύο τρόποι δημιουργίας του δικτύου των τριγώνων, καθένας από τους οποίους δημιουργεί έξι εσωτερικές γωνίες στα δύο τρίγωνα. Η μικρότερη γωνία, στο σχήμα 6.4.1.α είναι η ΔΑΓ, ενώ στο σχήμα 6.4.1.β είναι η ΔΒΑ και επειδή ΔΑΓ είναι μεγαλύτερη της ΔΒΑ επιλέγεται η τριγωνοποίηση του σχήματος 6.4.1.β.

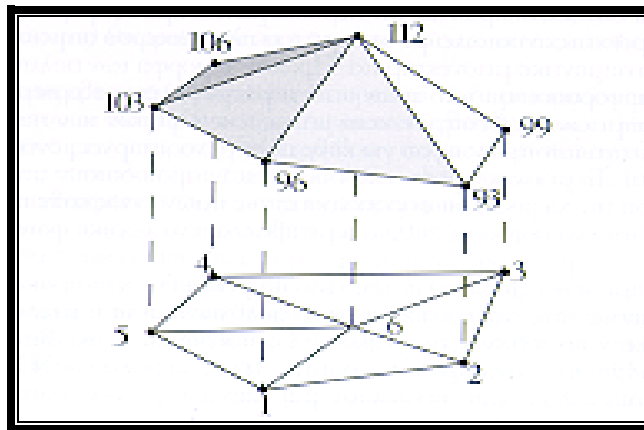


Σχήμα 6.4.1. Μέθοδος Τριγωνοποίησης Delannay
(από Κουτσόπουλο, 2002).

Με την ολοκλήρωση της “τριγωνοποίησης” η κυρίως διαδικασία της χωρικής παρεμβολής, δηλαδή ο ορισμός της χωρικής συνάρτησης, μπορεί να αρχίσει και μπορεί να πάρει πολλές μορφές από την πιο απλή μέχρι την πιο σύνθετη, ανάλογα με το στόχο της μελέτης, την ποσότητα και την ποιότητα των στοιχείων κλπ. Η πιο απλή συνάρτηση είναι η γραμμική, η οποία υποθέτει ότι κάθε τριγωνική επιφάνεια είναι ομοιογενής με μια ομοιόμορφη κλίση (η κλίση μεταξύ δύο κορυφών είναι σταθερή). Πιο συγκεκριμένα, η τιμή του υπό εξέταση χαρακτηριστικού για κάθε σημείο, κάθε τριγωνικής επιφάνειας θεωρείται ότι είναι συνάρτηση των συντεταγμένων (X,Y) της θέσης του και δίνεται από τη σχέση:

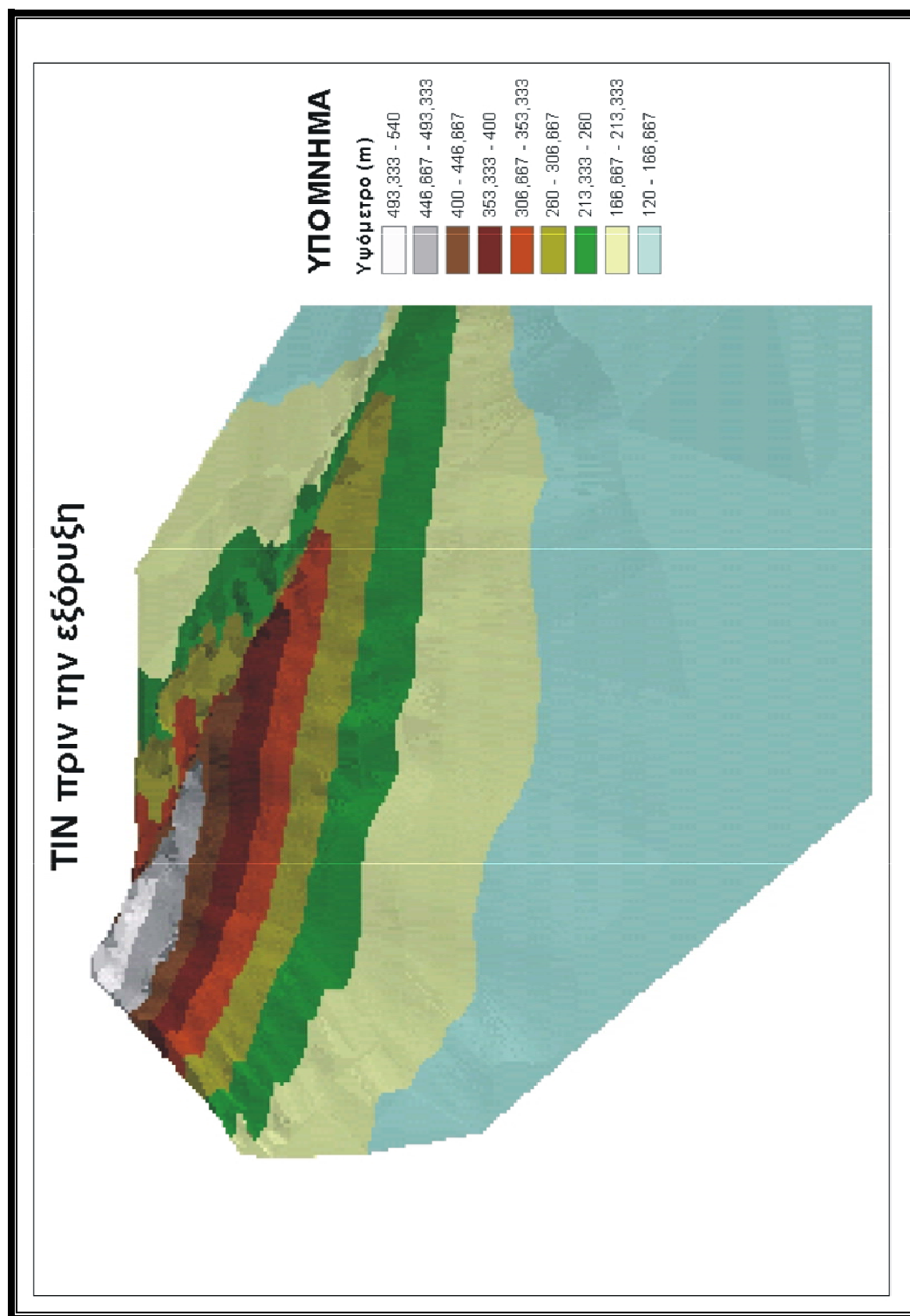
$$Z_i = \alpha X_i + \beta Y_i + \gamma$$

Η γραμμική παρεμβολή (linear interpolation) μπορεί να γίνει κατανοητή μέσα από το σχήμα 6.4.2. όπου σε κάθε κορυφή θεωρείται ότι υπάρχει μια κάθετος γραμμή, το ύψος της οποίας είναι ανάλογο της τιμής της μεταβλητής στη θέση αυτή. Σαν αποτέλεσμα, το αρχικό σύνολο των τριγώνων προβάλλεται σε ένα σύστημα επικλινών τριγωνικών επιπέδων τα οποία απεικονίζουν τις εκτιμηθείσες επιφάνειες με βάση τη γραμμική συνάρτηση. Με δεδομένο ότι οι τιμές σε κάθε κορυφή της εκτιμηθείσας επιφάνειας είναι γνωστή, με χρήση απλής γεωμετρίας η τιμή κάθε σημείου μπορεί να εκτιμηθεί χωρίς πρόβλημα. (Κουτσόπουλος, 2002).



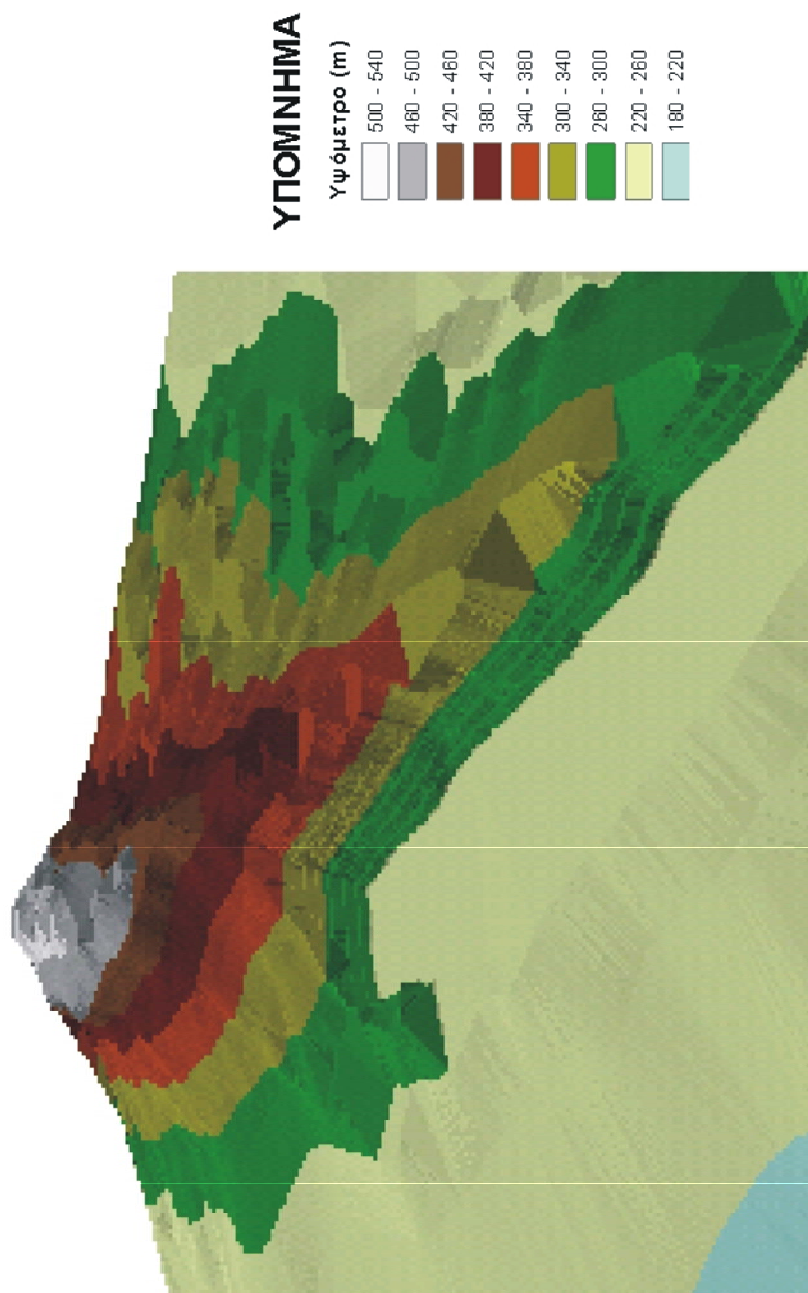
Σχήμα 6.4.2. Μέθοδος Τριγωνοποίησης Delannay.
(από Κουτσόπουλο, 2002).

Στην παρούσα μελέτη με τη βοήθεια του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2. και πιο συγκεκριμένα της εφαρμογής ArcScene, δημιουργήθηκαν διάφορα Τριγωνοποιημένα Ακανόνιστα Δίκτυα (TIN) ώστε να αποδοθεί με παραστατικό, τρισδιάστατο τρόπο η εξέλιξη του αναγλύφου στην περιοχή γύρω από το λατομείο. Το πρώτο TIN (Εικόνα 6.4.1.) απεικονίζει το ανάγλυφο της περιοχής πριν την εξόρυξη, το δεύτερο TIN (Εικόνα 6.4.2.) απεικονίζει το ανάγλυφο της περιοχής σε μεταβατικό στάδιο (1990) και το τρίτο (Εικόνα 6.4.3.) παρουσιάζει το λατομείο στην παρούσα κατάσταση. Έχει δημιουργηθεί επίσης και ένα τέταρτο TIN (Εικόνα 6.4.4.) που προέκυψε από τη σύνθεση των φύλλων Γ.Υ.Σ. ΚΙΛΚΙΣ, ΛΑΧΑΝΑ, κλίμακας 1:50.000 και το οποίο απεικονίζει την ευρύτερη περιοχή μελέτης με μικρότερη όμως λεπτομέρεια από τα TIN που προέκυψαν από τα τοπογραφικά διαγράμματα κλίμακας 1:5000. Τέλος στο TIN της περιοχής του λατομείου μετά την εξόρυξη έγινε υπέρθεση του τοπογραφικού διαγράμματος “Χάρτης Χρονικής Προτεραιότητας Αποκατάστασης” του λατομικού χώρου μετά την εξόρυξη, κλίμακας 1:5000.

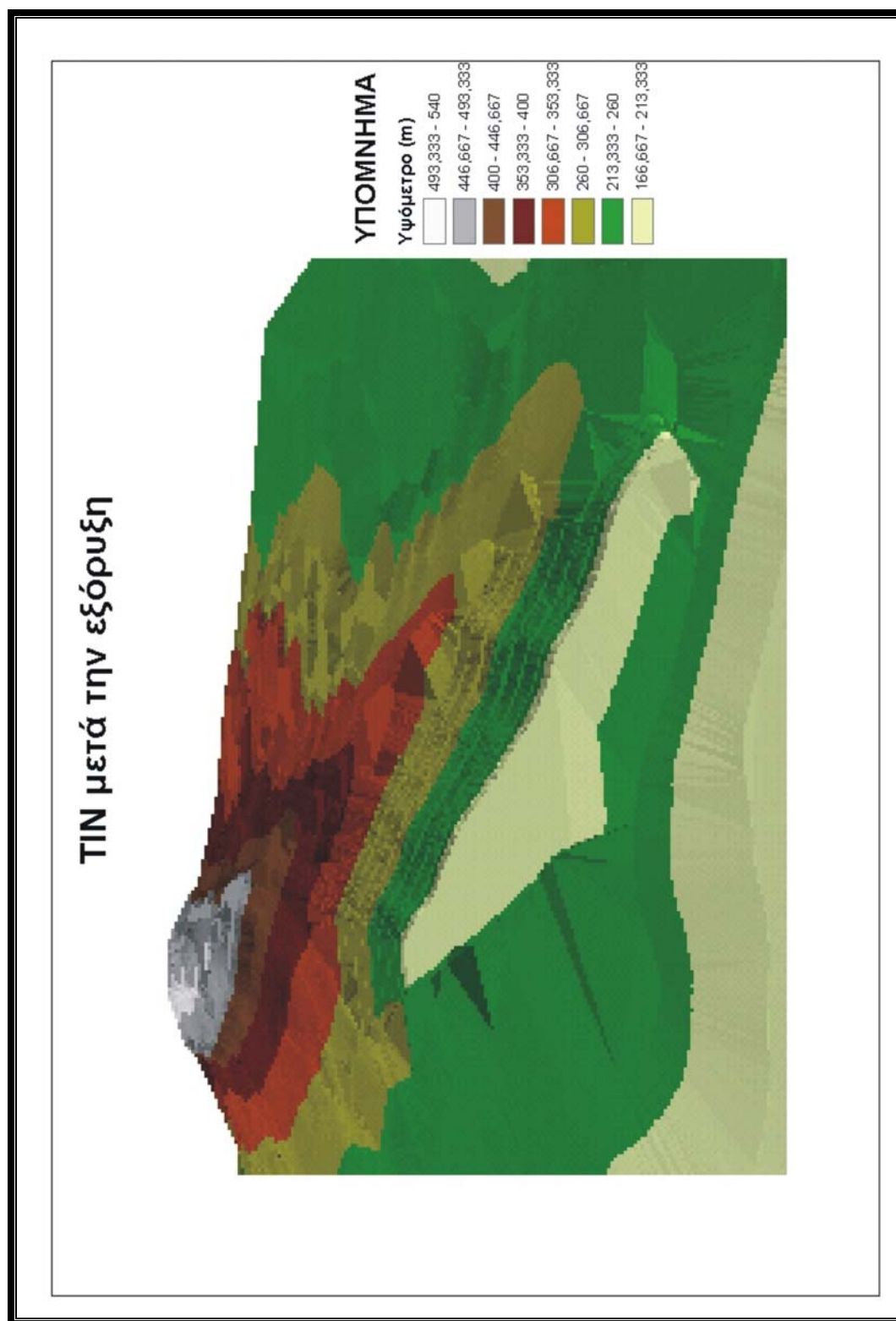


Εικόνα 6.4.1. TIN λατομείου πριν την εξόρυξη.

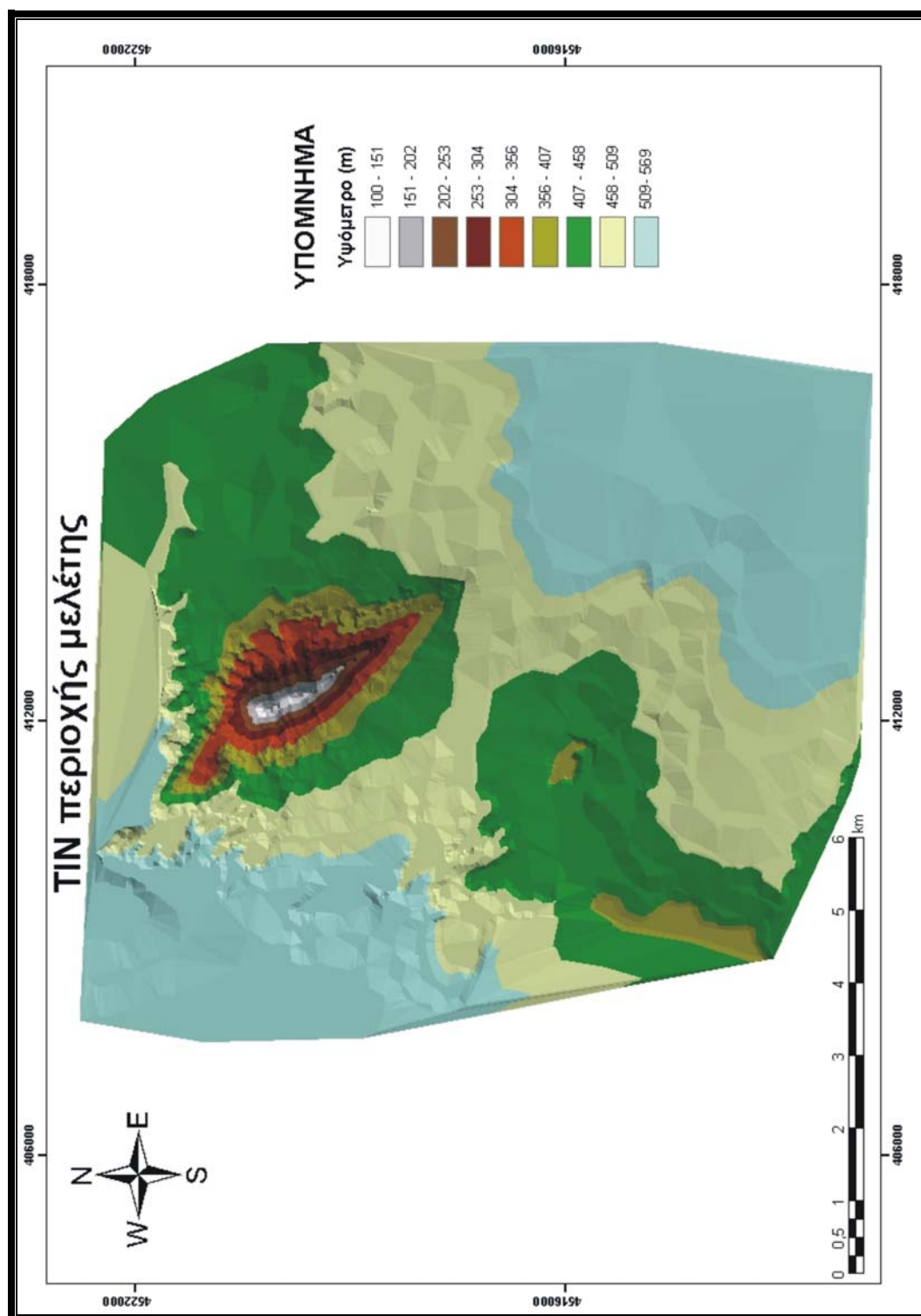
ΤΙΝ μεταβατικού σταδίου



Εικόνα 6.4.2. ΤΙΝ λατομείου σε μεταβατικό στάδιο (1990).



Εικόνα 6.4.3. ΤΙΝ λατομείου μετά την εξόρυξη.



Εικόνα 6.4.4. ΤΙΝ περιοχής μελέτης

**ΥΠΕΡΘΕΣΗ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
ΚΛΙΜΑΚΑΣ 1:5000 ΣΤΟ TIN**



6.4.6. Υπέρθεση τοπογραφικού διαγράμματος κλίμακας 1:5000 στο TIN του λατομείου μετά την εξόρυξη.

6.5. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ

6.5.1. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

Σύμφωνα με τους Μπρόφα (1987) και Χατζηστάθη (2000), οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την επιφανειακή εξορυκτική δραστηριότητα, διακρίνονται ως εξής:

A) Οικολογικές επιπτώσεις όπως:

1. Καταστροφή του δάσους που η ρυθμιστική του επίδραση πάνω στην οικολογική ισορροπία του περιβάλλοντος είναι ανυπολόγιστη.
2. Καταστροφή του εδάφους, του πιο βασικού ανανεώσιμου φυσικού πόρου, στον οποίο ο άνθρωπος στηρίζει την επιβίωση του πάνω στον πλανήτη, από τότε που πρωτοεμφανίστηκε μέχρι σήμερα και που η δημιουργία του (εδαφογένεση) απαιτεί αρκετές χιλιάδες χρόνια (20.000-40.000).
3. Συγκέντρωση στην επιφάνεια της γης μεγάλων ποσοτήτων τοξικών και ραδιενεργών στοιχείων από βαθύτερα στρώματα που απειλούν άμεσα τη ζωή των γειτονικών κοινωνιών, αλλά και άλλων κοινωνιών που διαβιούν μακρύτερα, γιατί ανάλογα με το ανάγλυφο της περιοχής, ρυπαίνονται τα επιφανειακά νερά-ποτάμια, λίμνες, θάλασσες-όπως βέβαια και τα υπόγεια. Επίσης, απειλούνται με εξαφάνιση σπουδαίοι οικολογικά βιότοποι που πολλές φορές περιλαμβάνουν τοπικά και εθνικά σπάνια είδη της χλωρίδας και της πανίδας.

B) Επιπτώσεις που επηρεάζουν την αισθητική του τοπίου όπως:

1. Καταστροφή των φυσικών στοιχείων του τοπίου (βλάστηση, έδαφος, βραχώδεις σχηματισμοί, χρώμα, υφή.)
2. Εμφάνιση νέων καθαρά ανθρωπογενών στοιχείων, με έντονα χρώματα, γεωμετρικά σχήματα κ.λ.π. (σωροί στείρων υλικών που κυριαρχούν στο νέο τοπίο).
3. Εικόνα εγκατάλειψης που παρουσιάζουν τα εγκαταλειμμένα λατομεία ή μεταλλεία (κατεστραμμένα μηχανήματα, λάστιχα αυτοκινήτων, σκουπίδια, ερειπωμένα οικήματα).
4. Περιορισμένη παρουσία κάθε μορφής ζωής στο χώρο τους.

Γ) Επιπτώσεις που επηρεάζουν τη ζωή του ανθρώπου και που οφείλονται στη λειτουργία της εξορυκτικής μονάδας ή άλλων συναφών βιομηχανιών όπως:

1. Θόρυβοι από εκρήξεις, μηχανήματα, τριβεία, μονάδες εμπλουτισμού κ.λ.π. που αποτελούν αιτίες διαταραχής του νευρικού συστήματος.
2. Σκόνη από τις παραπάνω πηγές ή καπνός από τη λειτουργία συναφών βιομηχανικών μονάδων που επηρεάζουν τη ζωή των περιοίκων και των γειτονικών βιοτόπων.
3. Φερτά υλικά που φτάνουν στις γύρω κατοικημένες περιοχές και τα γύρω ποτάμια και τις λίμνες με τα νερά των βροχών.

Οι μορφές που δημιουργούνται κατά την εξόρυξη, πρέπει να σχετίζονται με τον ειδικό χαρακτήρα της περιοχής, για να βρίσκονται σε αρμονία. Ο σκοπός του σχεδιασμού για την αποκατάσταση πρέπει να είναι η αρμονική διαμόρφωση ή ο τονισμός των μορφών αυτής, προς τις υφιστάμενες μορφές και μέσα στα πλαίσια του ειδικού χαρακτήρα που υπάρχει στην περιοχή. Έτσι, θα μπορέσουμε να δημιουργήσουμε μεγαλύτερη ποικιλία και ενδιαφέρον στη γενικότερη περιοχή του λατομείου.

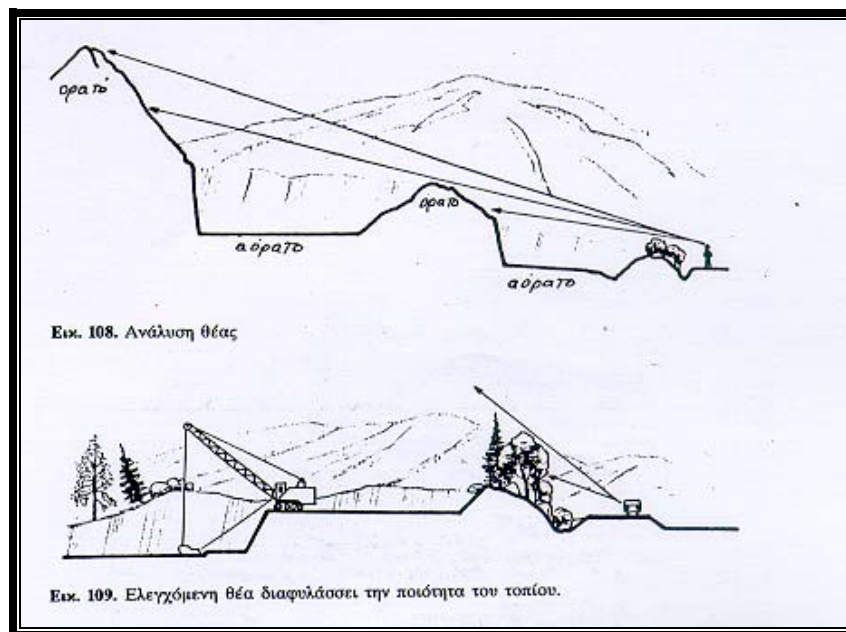
Η τοπογραφική διαμόρφωση μπορεί να χρησιμεύσει, για να καλυφθεί και να ελεγχθεί η θέα των εργασιών εξόρυξης, σε συνδυασμό με τη χρησιμοποίηση βλάστησης ως “παραπέτασμα”. Η τεχνική αυτή είναι επιβεβλημένη κοντά σε αστικές περιοχές, χώρους αναψυχής ή δρόμους μεγάλης κυκλοφορίας.

Όταν είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση της βλάστησης σε συνδυασμό με την τοπογραφική διαμόρφωση, θα πρέπει να εξετάζεται ως βασική προϋπόθεση η βελτίωση της εμφάνισης μιας περιοχής κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος των εργασιών εξόρυξης. Έτσι, για μια συγκεκριμένη περιοχή προς λατόμευση, θα πρέπει η εξόρυξη να πάρει τέτοια κατεύθυνση, ώστε το μέτωπο εξόρυξης να είναι προς την αθέατη πλευρά, ενώ τα φυτά που θα καλύπτουν τη θέα, να φυτευτούν πολύ πριν αρχίσουν οι εργασίες εξόρυξης, δεδομένου ότι ο χρόνος που απαιτείται για να αναπτυχθούν είναι αρκετά μεγάλος.

Οι παράγοντες που εξετάζονται στο σχεδιασμό φύτευσης παραπετασμάτων είναι το ύψος και η θέση των αντικειμένων που πρέπει να καλυφθούν, καθώς και το σχήμα, το ύψος και η πυκνότητα των φυτών.

Γύρω από τα λατομεία και κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων που διασχίζουν περιοχές λατομείων, είναι σκόπιμη η φύτευση δένδρων με μεγάλα φύλλα και τραχιά επιφάνεια, για να συγκρατούν όσο το δυνατό περισσότερη σκόνη. Τέτοια δένδρα είναι η Catalpa, η δρυς, η καστανιά, η φτελιά κ.λ.π.

Βέβαια, τα παραπάνω ισχύουν, εφόσον το συνολικό περιβάλλον της περιοχής επιτρέπει την εγκατάσταση των ειδών αυτών, τόσο από οικολογικής πλευράς όσο και από πλευράς φυσιογνωμίας της περιοχής. Για το λόγο αυτό πρέπει η οικολογική εκλογή των δένδρων που θα χρησιμοποιηθούν, να προηγηθεί των άλλων επιλογών.



Σχήμα 6.5.1.1. Ανάλυση θέας και παραπετάσματα. (από Χατζηστάθη, 1993).

Για να ετοιμαστεί ένα λεπτομερές σχέδιο φυτοκάλυψης για μεταλλευτική αποκατάσταση μιας περιοχής χρειάζονται:

- Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής.
- Εδαφολογικός χάρτης

- Χάρτης του φυτοκαλύμματος καθώς επίσης και πληροφορίες σχετικές με:
- Την πανίδα της περιοχής
- Τις κλιματικές συνθήκες
- Τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά κάθε γεωλογικού στρώματος που βρίσκεται πάνω από την κατάθεση (φλέβα) του ορυκτού.

Ο τοπογραφικός χάρτης θα βοηθήσει το μελετητή να ξαναποκτήσει και να ξαναδιαμορφώσει το υπερκείμενο έδαφος σ'ένα τοπογραφικό ανάγλυφο, παρόμοιο με αυτό που υπήρχε. Θα διαμορφώσει έτσι μια κατάσταση σταθερή και τέτοια που θα συντελεί περισσότερο στη φυτοκάλυψη αλλά και στην ικανοποίηση των αναγκών κατοικίας εκείνων των ειδών της άγριας πανίδας που αναμένεται να εγκατασταθούν στην περιοχή.

Ο εδαφολογικός χάρτης θα πρέπει να συνοδεύεται από μια περιγραφή των φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του επιφανειακού εδάφους και του υπεδάφους, μαζί με μια εκτίμηση του γενικού δυναμικού της παραγωγικότητας. Μια τέτοια πληροφορία μπορεί να βοηθήσει για να βρεθεί τι είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί σαν φυτευτικό υπόθεμα.

Ο χάρτης του φυτοκαλύμματος αναγνωρίζει το δυναμικό της φυτικής βιομάζας, τα είδη που υπάρχουν, καθώς και τα είδη που είναι δυνατό να είναι κατάλληλα για φυτοκάλυψη των διαφόρων θέσεων μετά την εξόρυξη.

Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής πρέπει να αναφέρονται κυρίως στο ποσό των ετήσιων κατακρημνισμάτων, την εποχιακή κατανομή και τον τύπο τους, καθώς και την ταχύτητα του ανέμου. Αυτές οι κλιματικές παράμετροι βοηθούν στον προσδιορισμό του βαθμού κλίσεως που μπορεί να είναι ανεκτός και της δομής του υλικού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν επιφανειακό έδαφος για να μην υπάρξουν κίνδυνοι διαβρώσεων κ.λ.π.

Τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά, τέλος, των διαφόρων γεωλογικών στρωμάτων θα αναγνωρίσουν το υλικό που θα πρέπει να τοποθετηθεί πιο βαθιά ή αντίθετα κατά την αναδιανομή και αυτό που θα προετοιμαστεί για την επιφάνεια ακόμη κι αν καλυφθεί από επιφανειακό έδαφος. (Χατζηστάθης, 1993).

Βασική επιδίωξη της προσπάθειας για την αποκατάσταση του χώρου επεμβάσεως ήταν η επαναφορά του στην προηγούμενη κατάσταση, χωρίς κατά το μέτρο του δυνατού, εμφάνιση των αποτελεσμάτων της εκμεταλλεύσεως.

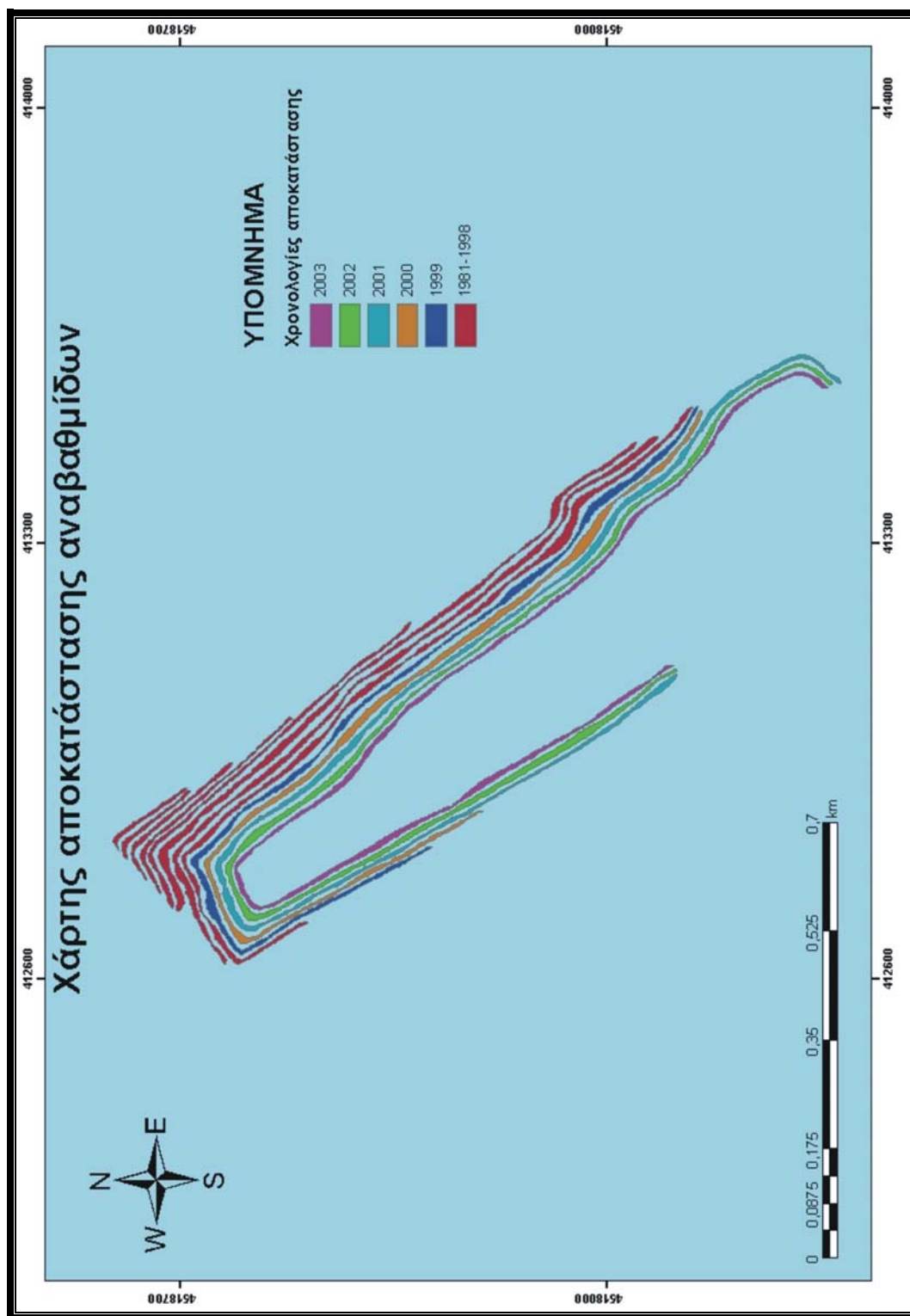
Γι αυτό προς αποφυγή των διαβρώσεων και εξασφάλιση της συνέχειας των εδαφικών υλικών, φυτεύτηκαν δενδρύλλια χαλεπίου πεύκης στα επίπεδα τμήματα και καλύφθηκαν με ακακίες, σπαρτά και αγριάδες οι επικλινείς θέσεις προκειμένου να επιτευχθούν:

- Η εξαφάνιση ή έστω η άμβλυνση του οπτικού αποτελέσματος της εκμεταλλεύσεως
- Ο περιορισμός στα φυσικά πλαίσια των διαβρώσεων-εκπλύσεων. (Βικελούδας κ.α., 1982).

Με τη βοήθεια των τοπογραφικών διαγραμμάτων και των στοιχείων που προέκυψαν από τις μελέτες «Τεχνική Μελέτη για το Λατομείο Αδρανών Υλικών στο Δρυμό Θεσσαλονίκης» και «Μελέτη Επιπτώσεων και Αποκαταστάσεως Περιβάλλοντος επί Δασικής Εκτάσεως από την λειτουργία Λατομείου Ασβεστολίθου Α.Ε. Δρυμός» προέκυψαν ο χάρτης 6.5.1. και η τρισδιάστατη απεικόνιση με μορφή TIN (εικόνα 6.5.1.1.) στα οποία φαίνεται η χρονική εξέλιξη της αποκατάστασης των αναβαθμίδων του λατομείου κατά την διάρκεια της λειτουργίας του.

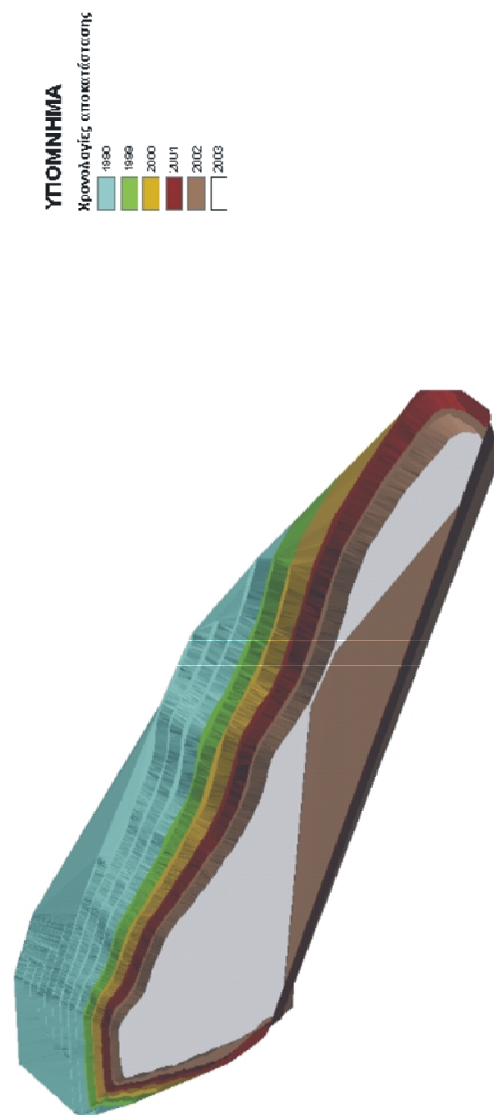


Φωτ 6.5.1.1. Άποψη του λατομείου Δρυμού του όρους Καμήλα όπου φαίνονται οι αποκατεστημένες αναβαθμίδες.



Χάρτης 6.5.1.1. Χάρτης χρονικής εξέλιξης αποκατάστασης αναβαθμίδων, του λατομείου Δρυμού.

ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΩΝ



Εικόνα 6.5.1.2. Τρισδιάστατη απεικόνιση αποκατάστασης αναβαθμίδων του λατομείου Δρυμού.

6.5.2. ΟΠΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Η αλλαγή των χαρακτηριστικών του τοπίου με την λατομική δραστηριότητα έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ισχυρών αντιθέσεων που υπογραμμίζουν το είδος και την ένταση της μεταβολής που πραγματοποιήθηκε, δεδομένου ότι η γραμμή αδιατάραχτης επιφάνειας γίνεται χώρος αναφοράς και σύγκρισης.

Σύμφωνα με τον Χατζηστάθη (1993) τα χαρακτηριστικά των λατομικών εκμεταλλεύσεων που εμπίπτουν στην αντίληψη του παρατηρητή είναι τα εξής:

1. Διακόπτουν μια επιφάνεια με ομοιογενή υφή.
2. Δημιουργούν μια ισχυρή κεκλιμένη επιφάνεια που αυξάνουν την γωνία παρατήρησης και εξαφανίζουν τα οπτικά εμπόδια.
3. Καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση.
4. Μειώνουν την απορροφητική ικανότητα του τοπίου με αποτέλεσμα οι ανθρώπινες επεμβάσεις να γίνονται εμφανείς.

Η αποκατάσταση του τοπίου πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψη τις οπτικές επιπτώσεις της λατομικής δραστηριότητας ώστε να συμβάλλει στην κατεύθυνση της αισθητικής βελτίωσης του τοπίου. (Χατζηστάθης, 1993).

6.5.2.1. ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

Σύμφωνα με τον Χατζηστάθη (1993), ως απορροφητική ικανότητα του τοπίου ορίζεται η σχετική ικανότητα της γης να δέχεται οργανωμένες δραστηριότητες και ακόμη να διατηρεί την ακεραιότητα της ποιότητας της θέας της.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτή την ικανότητα της γης να απορροφά τις αλλαγές του τοπίου και που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό αποκατάστασης ενός λατομείου είναι:

1. Κλίση: όσο η κλίση αυξάνει τόσο η ικανότητα απορρόφησης ελαττώνεται.
2. Βλάστηση: όσο η απόσταση παρατήρησης αυξάνει, τόσο η ικανότητα απορροφήσεως αυξάνει.

3. Απόσταση παρατήρησης: όσο η απόσταση παρατήρησης αυξάνει, αυξάνει η απορρόφηση του τοπίου.
4. Ανθρώπινες δραστηριότητες: όσο πιο πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες (διάφορα έργα) έχουν αναπτυχθεί στην περιοχή, τόσο η ικανότητα απορροφήσεως αυξάνει.

6.5.2.2. ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Σύμφωνα με τον Χατζηστάθη (1993) η ανάγκη εναρμόνισης του νεοδημιουργούμενου τοπίου με την αισθητική του περιβάλλοντος χώρου απαιτεί την εκπόνηση σχετικής μελέτης. Η αισθητική αυτή μελέτη γίνεται με οπτική ανάλυση, που περιλαμβάνει την απογραφή και την εκτίμηση των ορατών χαρακτηριστικών της γης σε μια συγκεκριμένη περιοχή καθώς και τον προσδιορισμό του βαθμού αποδοτικότητάς τους.

Ο βασικός σκοπός της οπτικής ανάλυσης είναι να αναπτυχθούν επαρκή αποφασιστικά κριτήρια για τη διαχείριση των ορατών χαρακτηριστικών της τοπογραφικής διαμόρφωσης και των διάφορων δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται στην επιφάνεια της γης.

Σπουδαία λοιπόν για την οπτική απογραφή είναι η αντίληψη των βασικών χαρακτηριστικών της τοπογραφικής διαμόρφωσης και της επιφανειακής συνάρθρωσης των στοιχείων μιας περιοχής. Η επιφανειακή αυτή συνάρθρωση μπορεί να αποτελείται από σχηματισμούς νερού, βλάστησης, σχηματισμούς βράχων ή και κατασκευές.

Ουσιώδης επίσης είναι η αναγνώριση των υφιστάμενων επιπέδων της ποιότητας της θέας, των κλάσεων ποικιλίας, των κατηγοριών προτιμήσεων και του επιπέδου στο, οποίο διατηρείται το ενδιαφέρον των κατοίκων της περιοχής και των επισκεπτών.

Αυτές οι τελευταίες πληροφορίες μπορούν να αποκτηθούν με σφυγμομετρήσεις της κοινής γνώμης, με τη δοκιμή της φωτογραφικής προτίμησης, με προσωπικές συνεντεύξεις ή ακόμη και με αναπτυγμένη, οπωσδήποτε, επιστημονική κρίση.

Τέλος, είναι καλό να προσδιοριστεί η διανομή και η ευαισθησία των ποικίλων ομάδων των ανθρώπων π.χ. μια περιοχή που τη βλέπουν πολλοί άνθρωποι και με μεγάλο ενδιαφέρον είναι περισσότερο ευαίσθητη για

κοινωνικούς λόγους απ' ότι μια άλλη που τη βλέπουν λίγοι και αδιάφοροι άνθρωποι ή που είναι εντελώς αθέατη.

6.5.2.3. ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ

Στην παρούσα διατριβή ειδίκευσης έγινε προσπάθεια να γίνει οπτική ανάλυση της περιοχής του λατομείου για να καθοριστεί το κατά πόσον η περιοχή εξόρυξης είναι ορατή από παρατηρητές που βρίσκονται στους παρακείμενους του λατομείου δρόμους. Χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή ArcToolbox του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2. και πιο συγκεκριμένα η εντολή (tool) *visibility*. Η εντολή αυτή πραγματοποιεί οπτική ανάλυση σε μια εισηγμένη στο πρόγραμμα εικόνα καθορίζοντας, είτε ποιές περιοχές είναι ορατές από συγκεκριμένα σημεία παρατήρησης, είτε πόσα σημεία παρατήρησης είναι ορατά από κάθε σημείο της εικόνας. Η εικόνα αυτή μπορεί να είναι είτε μορφής πλέγματος είτε Τριγωνοποιημένου ακανόνιστου δικτύου. (T.I.N).

Η ορατότητα κάθε πλέγματος προκύπτει από τη σύγκριση της υψομετρικής γωνίας στο σημειακό πλέγμα με την υψομετρική γωνία στον τοπικό ορίζοντα. Ο τοπικός ορίζοντας προκύπτει υπολογίζοντας το παρεμβαλλόμενο πεδίο ανάμεσα στο σημείο παρατήρησης και στο εκάστοτε σημειακό πλέγμα. Εάν το σημείο βρίσκεται πάνω από τον τοπικό ορίζοντα θεωρείται ως ορατό. Κάθε σημειακό πλέγμα (pixel) που είναι ορατό από τον παρατηρητή παίρνει τιμή 1 ενώ αντίθετα όσα δεν είναι ορατά παίρνουν τιμή μηδέν. (ESRI, 2001).

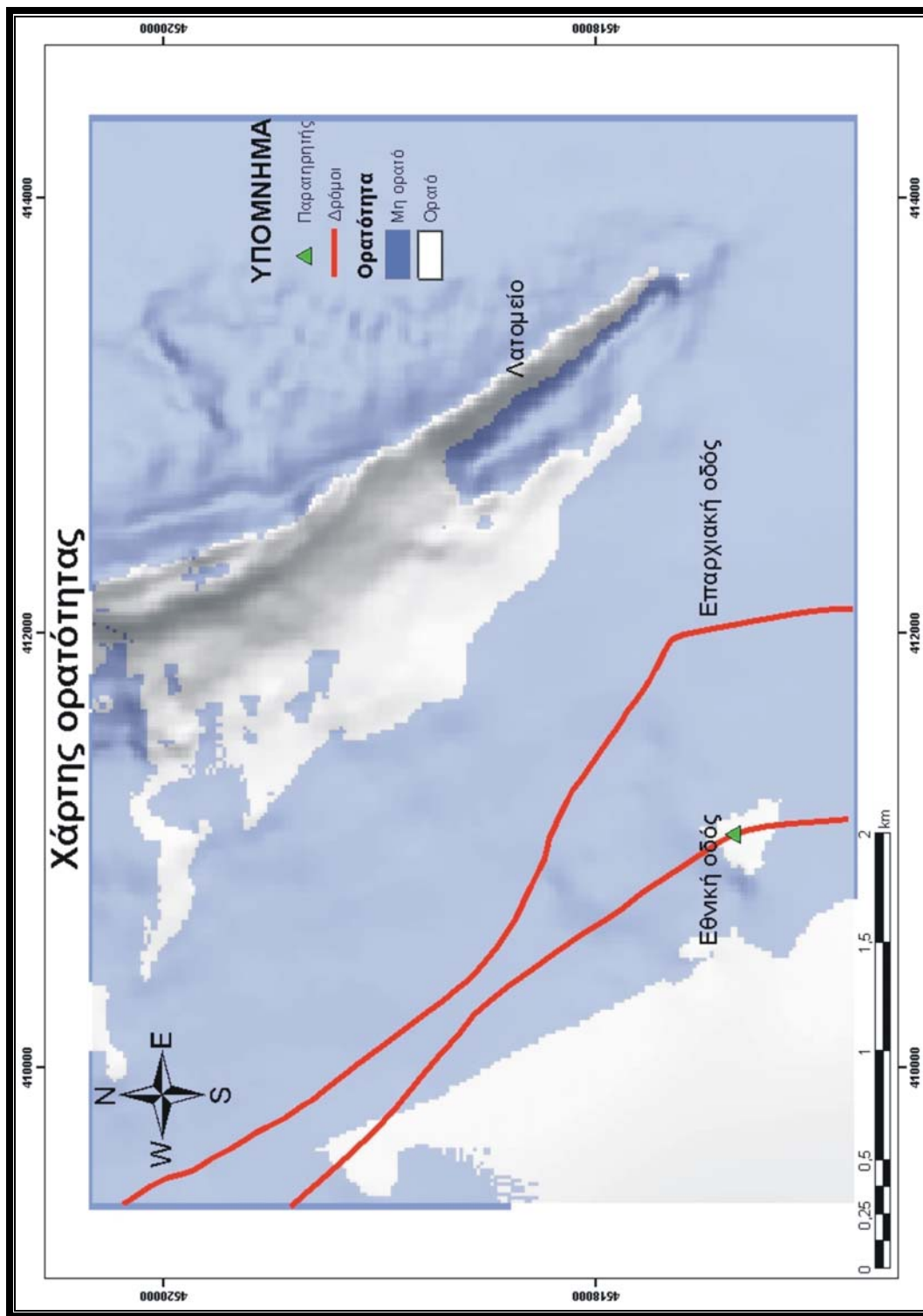
Στη συγκεκριμένη διατριβή ειδίκευσης χρησιμοποιήσαμε ένα σημείο παρατήρησης από το οποίο ο παρατηρητής έχει οπτική αντίληψη του περιβάλλοντα χώρου προς όλες τις κατευθύνσεις. Συνολικά δοκιμάστηκαν 3 διαφορετικές θέσεις παρατήρησης και προέκυψαν 3 διαφορετικά αρχεία καννάβου. Η εικόνα που χρησιμοποιήθηκε είναι το D.E.M. (Digital Elevation Model) που προέκυψε από την ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών του τοπογραφικού διαγράμματος κλίμακας 1:5000 της ευρύτερης περιοχής του λατομείου μετά την εξόρυξη. Το πρώτο σημείο παρατήρησης (Θέση Α) βρίσκεται πάνω στον εθνικό δρόμο Θεσσαλονίκη-Κιλκίς και σε απόσταση 2139 m από το λατομείο. Το δεύτερο σημείο (Θέση Β) βρίσκεται επίσης

πάνω στην εθνική οδό Θεσσαλονίκη-Κιλκίς σε απόσταση 2500m Τέλος το τρίτο σημείο (Θέση Γ) βρίσκεται σε ένα μικρότερο δρόμο παράλληλο στον εθνική οδό Θεσσαλονίκη-Κιλκίς και σε απόσταση μόλις 1088 m.

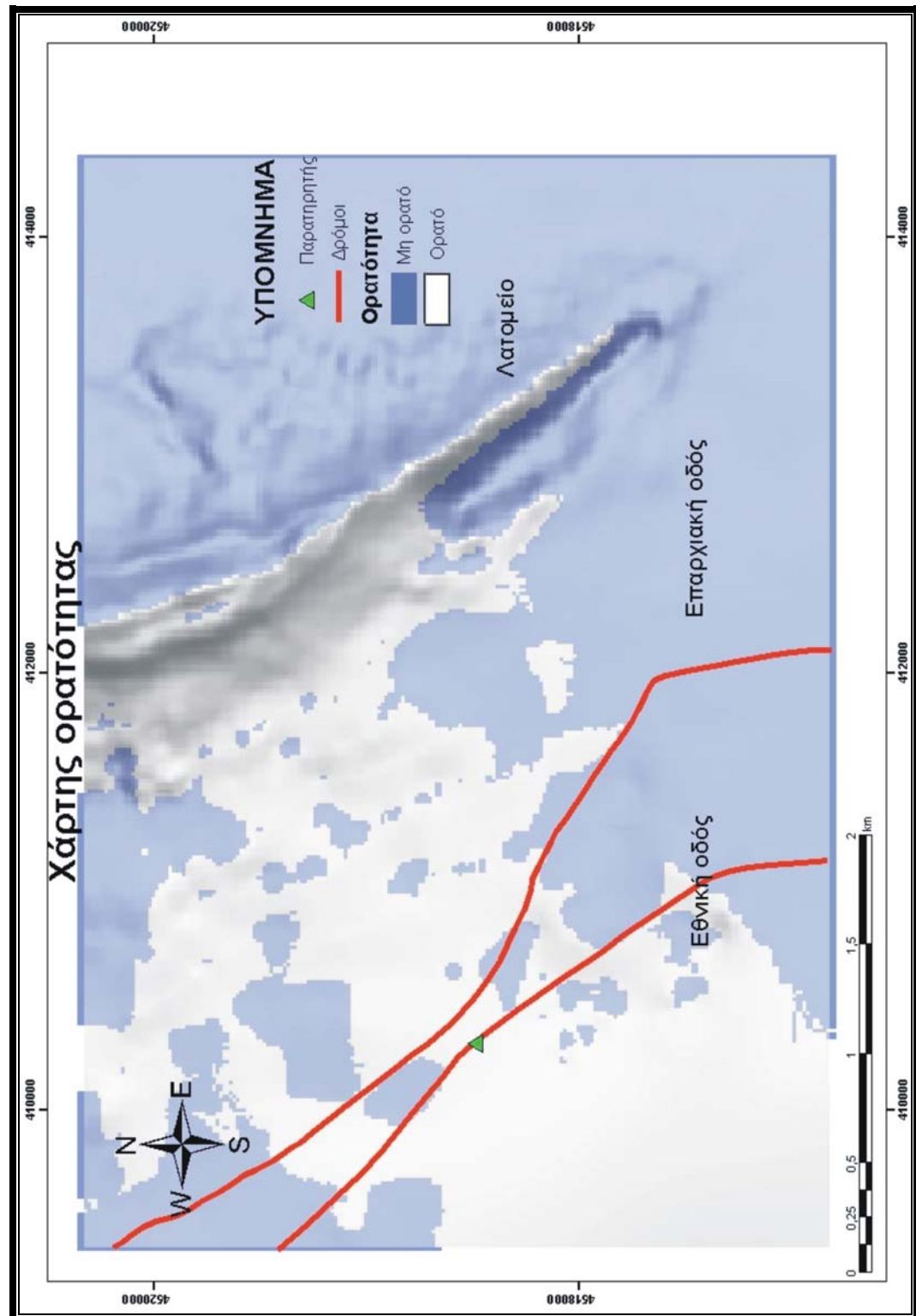
Πρέπει να τονιστεί ότι και στις τρεις περιπτώσεις έγινε “υπέρθεση” των τριών raster αρχείων πάνω στο σκιασμένο ανάγλυφο του λατομείου (hillshade relief) μετά την εξόρυξη (Χάρτης 6.3.1.). Θεωρήθηκε σωστό να γίνει μια υπερύψωση του αναγλύφου με ένα συντελεστή $z=3$ για να αποδοθούν με παραστατικότερο τρόπο οι χάρτες ορατότητας. Επίσης θεωρήθηκε αμελητέα η κάλυψη της θέας του χώρου εξόρυξης από τα φυτά και τα δέντρα που έχουν φυτευτεί ως παραπέτασμα έξω από το χώρο εξόρυξης λόγω της μεγάλης απόστασης του παρατηρητή και της μη ύπαρξης ανάλογου παραπετάσματος κατά μήκος των δρόμων.



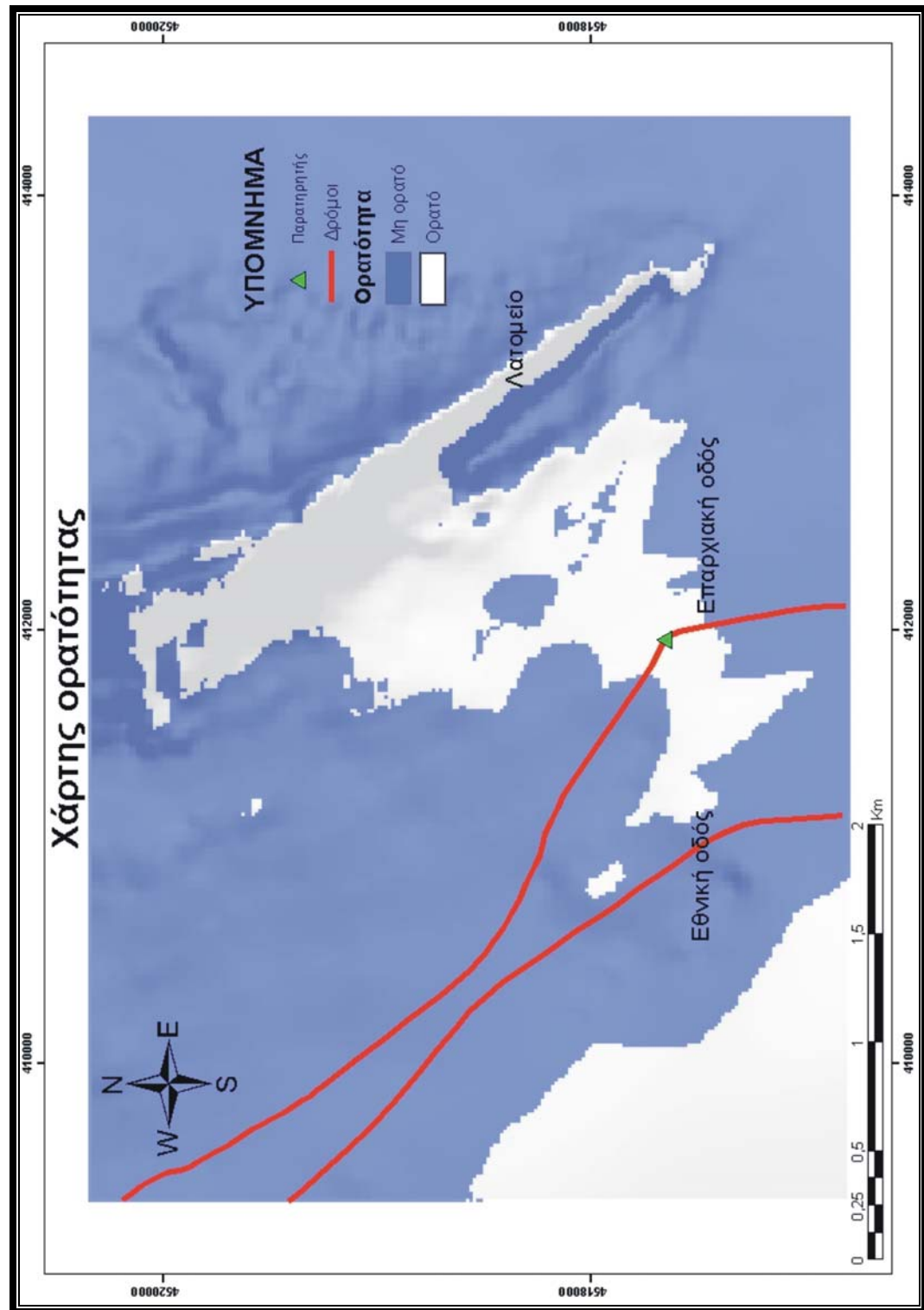
Εικόνα 6.5.2.3.1. Χώρος εξόρυξης στο λατομείο Δρυμού.



Χάρτης 6.5.2.1. Χάρτης ορατότητας από παρατηρητή στην εθνική οδό Θεσσαλονίκη-Κιλκίς (Θέση Α).



Χάρτης 6.5.2.2. Χάρτης ορατότητας από παρατηρητή στην εθνική οδό Θεσσαλονίκη- Κιλκίς (Θέση Β).

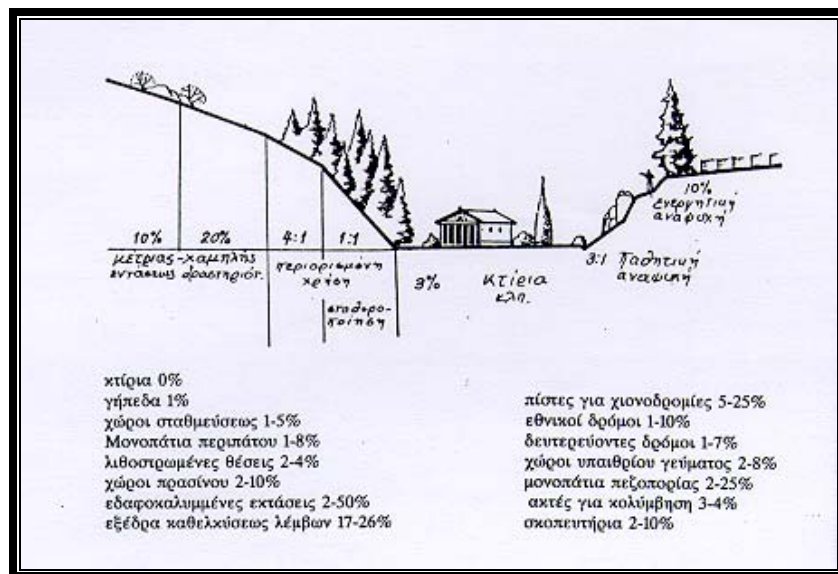


Χάρτης 6.5.2.3. Χάρτης ορατότητας από παρατηρητή σε δρόμο παράλληλο στην εθνική οδό Θεσσαλονίκης-Κιλκίς. (Θέση Γ).

6.5.3. ΚΛΙΣΗ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ

Σύμφωνα με τον Χατζηστάθη (1993), ο κρίσιμος παράγοντας για να αποφασιστεί ποια θα είναι η μελλοντική χρήση της γης μετά την εξόρυξη είναι η κλίση του εδάφους. Οι περισσότερες δραστηριότητες εκτείνονται μέσα σε μια περιορισμένη σειρά κλίσεων για να είναι οικονομικά ή και περιβαλλοντικά κατορθωτές. Επίσης, οι εργασίες για την ανάπτυξη κάποιας δραστηριότητας και η διατήρηση της εξαρτώνται άμεσα από την κλίση.

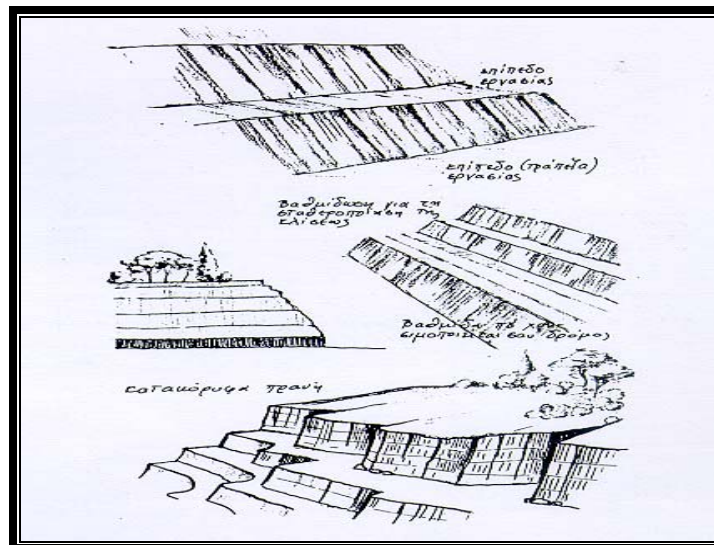
Κλίσεις κάτω από 3% παρέχουν τις περισσότερες δυνατότητες εκλογής και δέχονται τις πιο εντατικές δραστηριότητες. Κλίσεις μεταξύ 3% και 10% είναι κατάλληλες για εξειδικευμένες δραστηριότητες, κυρίως αναψυχής. Κλίσεις πάνω από 10% θεωρούνται απότομες και συνήθως δεν χρησιμοποιούνται ενεργά αν δεν υποστούν ορισμένες τροποποιήσεις παρά μόνο για λιβαδική και δασική παραγωγή. Σε κλίσεις κάτω από 1% δεν γίνεται καλή φυσική στράγγιση και έτσι συνδέονται κυρίως με τη δημιουργία υγροβιοτόπων. Κλίσεις πάνω από 50% σπάνια έχουν οικονομική χρήση και διαβρώνονται πολύ εύκολα, εκτός αν προστατευτούν με αναβαθμίδες και ειδικά διοχετευτικά συστήματα σωληνώσεων.



Σχήμα 6.5.3.1. Εφαρμογές κλίσης (από Χατζηστάθη 1993).

Κατά τη διάρκεια των εργασιών εξόρυξης δίνεται η ευκαιρία να δημιουργηθεί μια ποικιλία επικλινών επιφανειών, στις οποίες παρουσιάζονται δυνατότητες εκλογής για να οργανωθούν οι διάφορες μελλοντικές δραστηριότητες και χρήσεις της γης. Η μείωση της κλίσης των σωρών επιβάλλεται συνήθως, αφενός για να κλείσουμε τα υπάρχοντα εκχώματα και αφετέρου για να διαμορφώσουμε ένα ανάγλυφο ανάλογο με αυτό που προϋπήρχε. Η μείωση της κλίσης επίσης επιβάλλεται για να αποτρέψουμε φαινόμενα διάβρωσης όπως επίσης και για να αυξήσουμε την υδροσυγκράτηση του φυτευτικού υποθέματος.

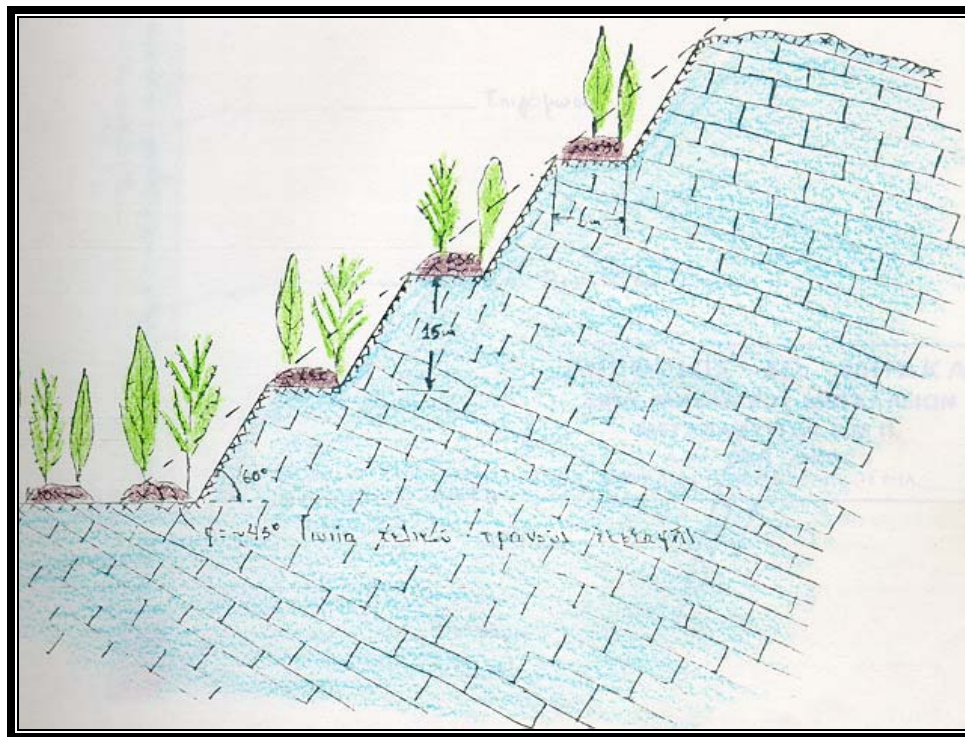
Στις περιπτώσεις που δεν υπάρχει χώρος για τη διαμόρφωση των σωρών και τη μείωση της κλίσης, τότε είναι δυνατό να προχωρήσουμε στη βαθμίδωση των σωρών κατά χωροσταθμικές (ισοϋψείς) καμπύλες. Με τον τρόπο αυτό αφενός εξομαλύνουμε τις έντονες αντιθέσεις των σωρών, ως προς τη γραμμή του ορίζοντα και πετυχαίνουμε ένα αρμονικότερο και περισσότερο προσαρμοσμένο τοπίο και αφετέρου εκμηδενίζουμε την κλίση των σωρών, πετυχαίνοντας έτσι άριστες οικολογικές συνθήκες για την επιβίωση και ευδοκίμηση των φυτευόμενων φυταρίων.



Σχήμα 6.5.3.2. Διαμορφώσεις αναγλύφου σε χώρους εξόρυξης (από Χατζηστάθη, 1993).

Στο λατομείο του Δρυμού (Καμήλα) εξορύσσεται αποκλειστικά ασβεστόλιθος που είναι πέτρωμα σκληρό, συνεκτικό και ομοιογενές χωρίς παρεμβολές άλλων πετρωμάτων. Μόνο τοπικά εμφανίζονται φακοί δολομίτου ή πηλός με ασβεστολιθικά κορήματα που προέρχονται από αποσάθρωση του υπερκείμενου πετρώματος.

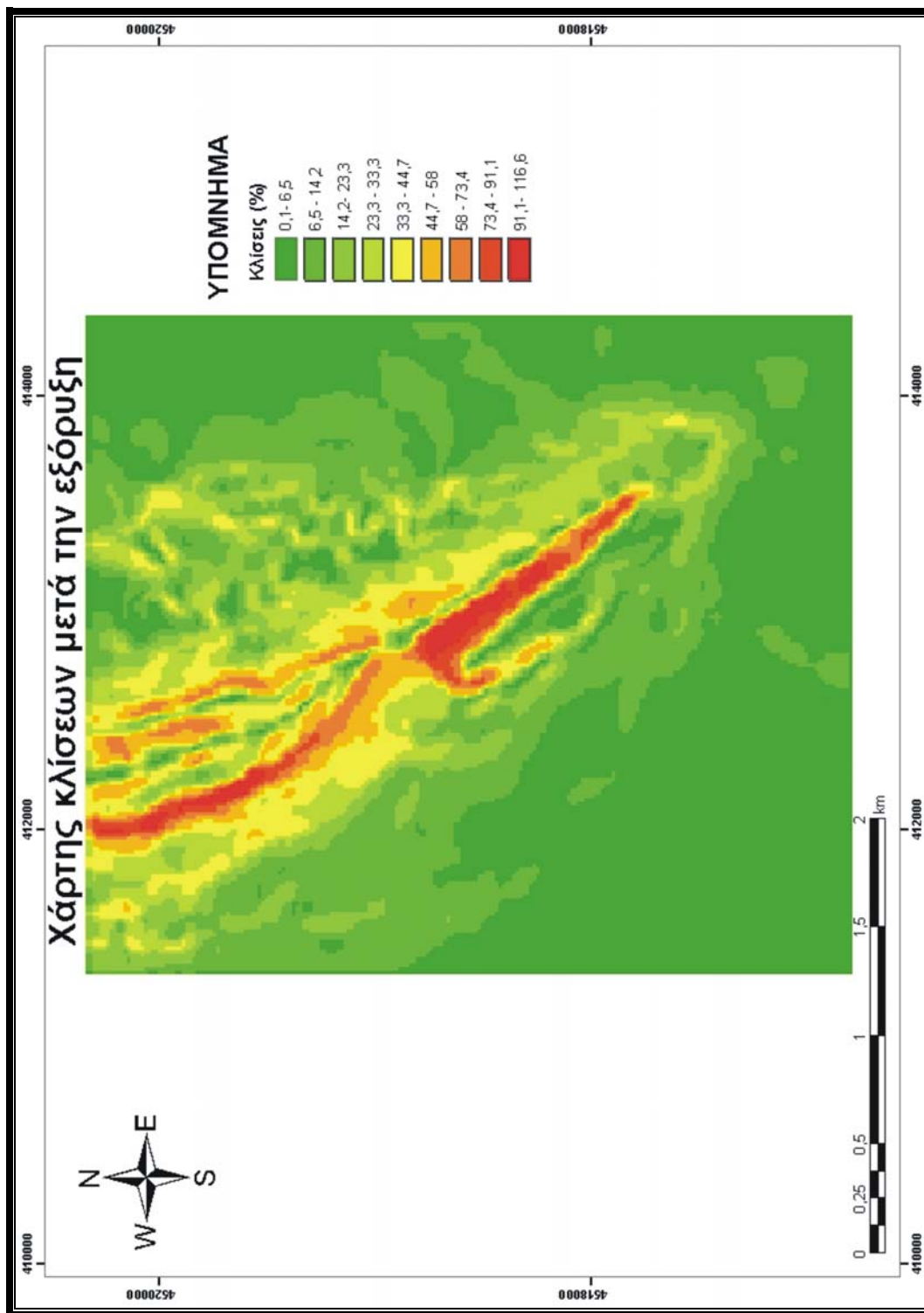
Επειδή το στρώμα του ασβεστολίθου είναι επιφανειακό χωρίς να καλύπτεται από υπερκείμενα, η εκμετάλλευση είναι επιφανειακή και γίνεται με τη μέθοδο των ορθών αναβαθμίδων ύψους από 12 έως και 15 μέτρα, σύμφωνα με την εξόρυξη που είχε προηγηθεί. Η κλίση του μετώπου της βαθμίδας είναι 75° κατά την εξόρυξη και η τελική μορφή της βαθμίδας έχει κλίση 60° . Η εκμετάλλευση γίνεται από κάτω προς τα πάνω. (Μπάκας, Δούνας, 1991).



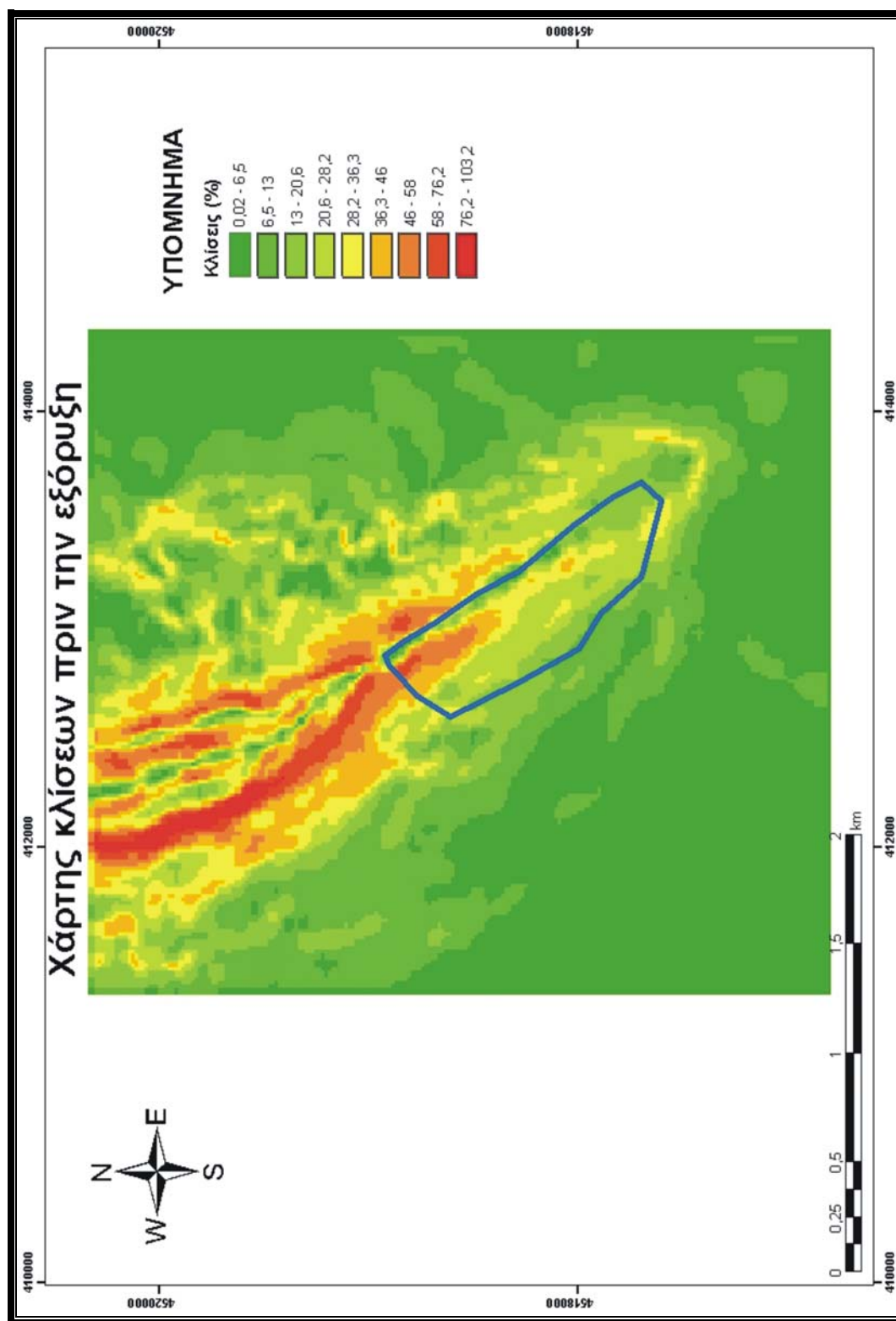
Σχήμα 6.5.3.3. Τελική μορφή πρανούς. (από Μπάκα, 1991).

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια σύγκρισης των κλίσεων που προέκυψαν στην περιοχή του λατομικού χώρου με τις κλίσεις που υπήρχαν προτού ξεκινήσουν οι εργασίες εξόρυξης του ασβεστολίθου. Από τη σύγκριση

αυτή προέκυψαν οι Χάρτες 6.5.3.1. και 6.5.3.2, στους οποίους φαίνεται καθαρά η μεγάλη αύξηση των κλίσεων στη συγκεκριμένη περιοχή και η εκτεταμένη αλλοίωση του τοπίου. Πιο συγκεκριμένα στο λατομικό χώρο, πρανή με κλίσεις μεγέθους 28-45% έχουν μετατραπεί σε πρανή με κλίσεις 68-120% εξαιτίας της ανθρωπογενούς επέμβασης στο χώρο και της δημιουργίας των αναβαθμίδων του λατομείου.



Χάρτης6.5.3.1. Χάρτης κλίσεων της θέσης του λατομείου μετά την εξόρυξη.



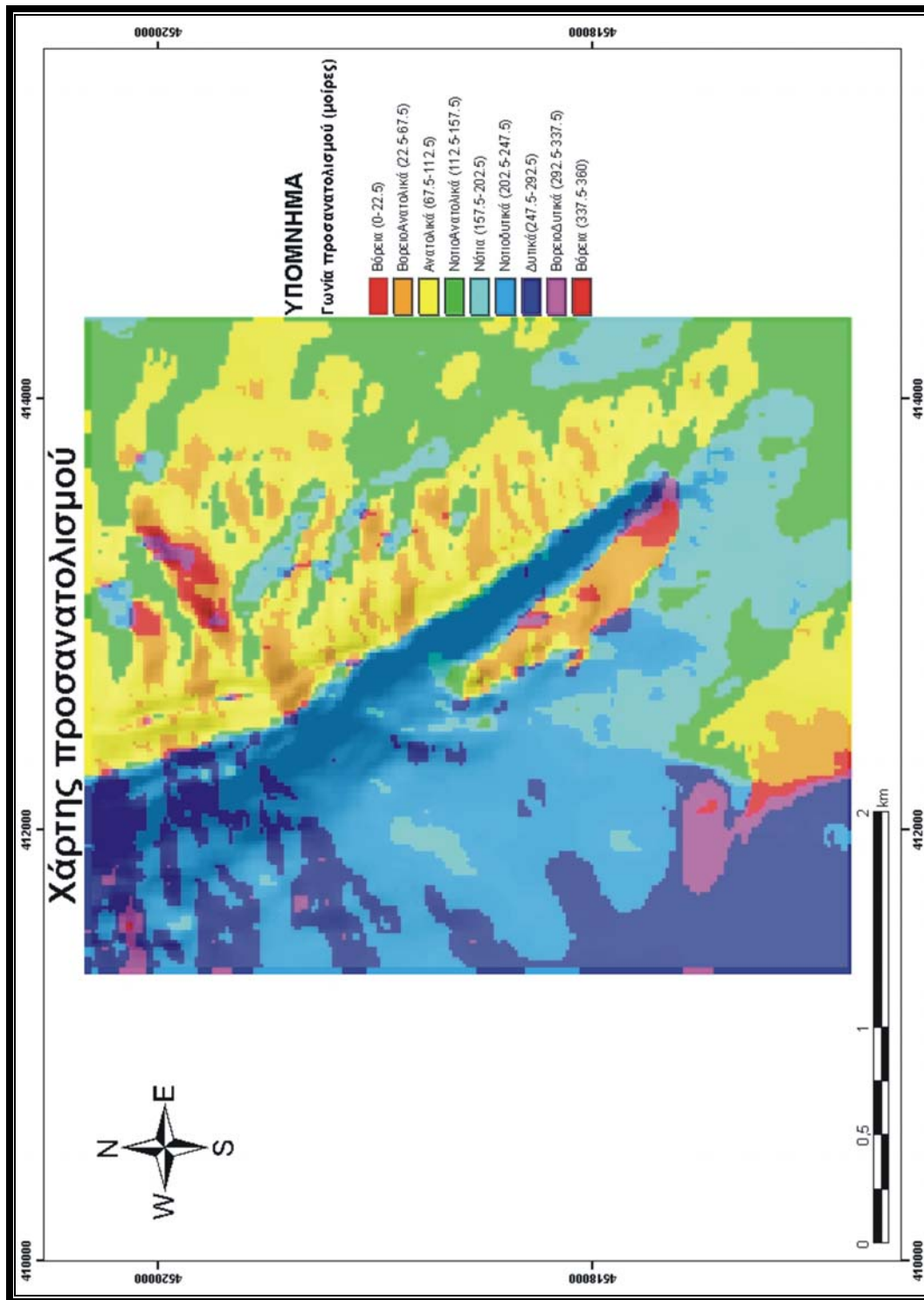
Χάρτης 6.5.3.2. Χάρτης κλίσεων της θέσης του λατομείου πριν την εξόρυξη.
Με μπλε περίγραμμα διακρίνεται η περιοχή όπου δημιουργήθηκε το λατομείο.

6.5.4. ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΚΛΙΤΥΩΝ

Ένα επιπλέον προϊόν των ΨΜΑ (DEM) είναι και οι χάρτες προσανατολισμού των κλιτύων. (slope aspect maps). Ένας μαθηματικός τρόπος για να ερμηνευτεί η έννοια του προσανατολισμού (aspect) είναι ο υπολογισμός του οριζόντιου στοιχείου του διανύσματος που είναι κάθετο στην επιφάνεια. Ο προσανατολισμός είναι συνήθως ταξινομημένος σε κατηγορίες καθορισμένου μεγέθους, έτσι ώστε το παραγόμενο επίπεδο πληροφοριών να μην είναι συνεχές, αλλά αριθμητικό. (Star, Estes, 1990). Οι χάρτες προσανατολισμού κλιτύων έχουν συνήθως εννέα κλάσεις-μία για κάθε μία από τις κύριες διευθύνσεις της πυξίδας, δηλαδή Β, ΒΑ, Α, ΝΑ, Ν, ΝΔ, Δ, ΒΔ και μία για επίπεδο ανάγλυφο.(Burrough, 1996).

Κρίθηκε απαραίτητο να δημιουργηθεί ένας χάρτης προσανατολισμού των κλιτύων για να διερευνηθεί το κατά πόσο τα είδη της χλωρίδας που φυτεύτηκαν στις τεχνητά διαμορφωμένες κλιτύες του λατομείου θα έχουν τη δυνατότητα να αναπτυχθούν και να συντελέσουν στην οπτική και αισθητική αποκατάσταση του χώρου εξόρυξης. Οι κλιτύες που έχουν προσανατολισμό προς το βορρά θεωρούνται ακατάλληλες για φύτευση και αποκατάσταση.

Με τη βοήθεια του υποπρογράμματος Spatial Analyst του προγράμματος ArcInfo 8.2. δημιουργήθηκε ο χάρτης προσανατολισμού από το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου του λατομείου μετά την εξόρυξη. Στη συνέχεια έγινε υπέρθεση του επιπέδου (layer) προσανατολισμού (aspect) πάνω στο επίπεδο του σκιασμένου ανάγλυφου (hillshade relief), ώστε να δοθεί μια διάσταση προοπτικής στον τελικό χάρτη. Από το χάρτη 6.5.4.1., προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των κλιτύων δεν έχει το σωστό Β-ΒΔ προσανατολισμό, που λόγω αυξημένης υγρασίας ευνοεί την ανάπτυξη της δενδρώδους βλάστησης, αλλά το Ν-ΝΔ που δεν ευνοεί σημαντικά την ανάπτυξη των δενδρυλλίων και δέντρων και γενικά τη βλάστηση. Επομένως, οι υπεύθυνοι της “Α.Ε. Δρυμός”, στις διαδικασίες αποκατάστασης θα πρέπει να λάβουν υπόψη τους τα παραπάνω και να ποτίζουν τα δέντρα τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης τους.



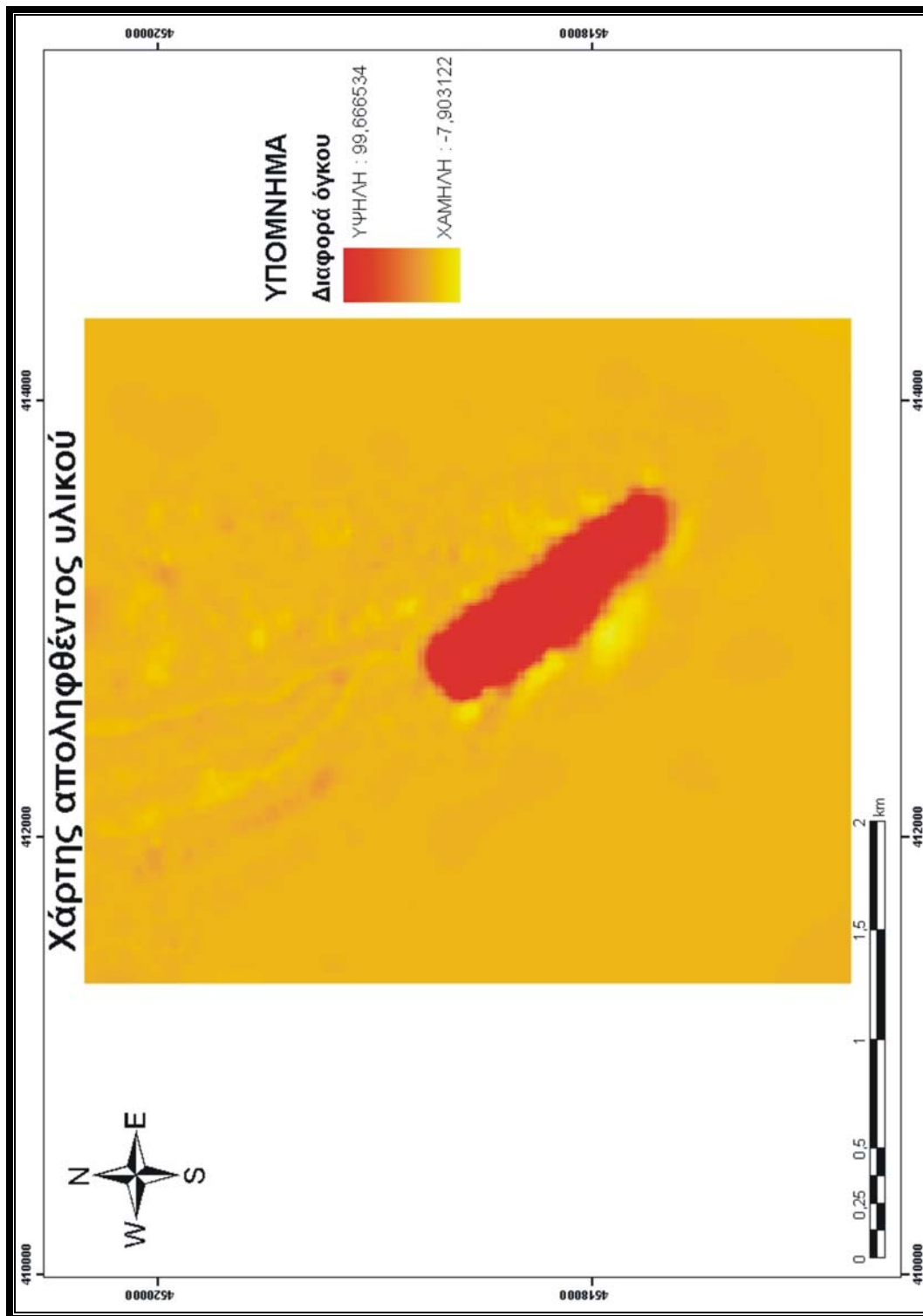
Χάρτης 6.5.4.1. Χάρτης προσανατολισμού κλιτύων του λατομείου, μετά την εξόρυξη.

6.6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΓΚΟΥ ΑΠΟΛΗΦΘΕΝΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια για πρώτη φορά στο Τμήμα Γεωλογίας του Α.Π.Θ. να υπολογιστεί ο όγκος του υλικού το οποίο έχει αποληφθεί κατά τη διάρκεια λειτουργίας του λατομείου από το 1975 μέχρι σήμερα, με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Ο υπολογισμός του όγκου έγινε με τη βοήθεια του ArcGIS Desktop 8.2. και ειδικότερα της “εφαρμογής” ArcToolbox. Χρησιμοποιήθηκαν δύο ψηφιοποιημένα επίπεδα των τοπογραφικών διαγραμμάτων κλίμακας 1:5000 της περιοχής του λατομείου: το αρχικό επίπεδο του λατομείου πριν αρχίσει η εκμετάλλευση του (χάρτης 5.2.) και το δεύτερο επίπεδο με το λατομείο στην παρούσα κατάσταση (χάρτης 5.3.). Από τα δύο ψηφιοποιημένα επίπεδα δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα ΨΜΑ (D.E.M.s) /(Χάρτης 6.1.1.-Χάρτης 6.1.2.). Με τη βοήθεια της εντολής “cut & fill” της “εφαρμογής” ArcToolbox εισήχθησαν τα δύο αρχεία καννάβου (raster) στο πρόγραμμα και έγινε ταυτόχρονος υπολογισμός της μεταβολής του όγκου κατά το χρονικό διάστημα που αντιπροσωπεύουν οι δύο εικόνες. Το εξερχόμενο raster αρχείο προκύπτει από την αφαίρεση του αρχικού raster από το τελικό raster. Το σημείο πλέγματος ή βρόγχου (mesh point) που προκύπτει με τιμή z, αντιπροσωπεύει την δικτυωτή (net) αλλαγή που οφείλεται στην λειτουργία του “cut&fill”. Αρνητικές τιμές z καταδεικνύουν περιοχές του αρχικού raster αρχείου οι οποίες έχουν γεμίσει με υλικό. Θετικές τιμές φανερώνουν ποσότητα υλικού που έχει αφαιρεθεί. Για να εκτελεστεί η εντολή το πρόγραμμα επιβεβαιώνει ότι το αρχικό και το τελικό raster αρχείο ταυτίζονται. Αυτό σημαίνει ότι έχουν την ίδια προέλευση, το ίδιο μέγεθος κελιού (pixel) καθώς και τον ίδιο αριθμό κελιών στους άξονες x και y (ESRI, 2001). Ο μαθηματικός τύπος για τον υπολογισμό του όγκου σε ένα σημείο πλέγματος είναι :

$$Vol = d^2 * \Delta Z \text{ όπου } \Delta Z = Z_{\text{πριν}} - Z_{\text{μετά}}$$

Τελικά προέκυψε ένα αρχείο grid (πλέγματος) με πληροφορίες για τον όγκο. Έτσι υπολογίστηκε ότι ο όγκος των απολήψιμων υλικών έως σήμερα είναι **8.284.564,46 m³**.



Χάρτης 6.4.1. Χάρτης υπολογισμού του όγκου των αποληφθέντων υλικών.

7. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για τη διαχρονική παρακολούθηση του όρους Καμήλα χρησιμοποιήθηκαν δύο δορυφορικές εικόνες των δορυφόρων SPOT-1 και SPOT-4 με ημερομηνίες λήψης 14-05-1987 και 08-1998. Ο δορυφόρος SPOT είναι ένα λειτουργικό και εμπορικό σύστημα τηλεπισκόπησης, που είναι εφοδιασμένο με δύο συστήματα καταγραφής: HRV₁ και HRV₂ (HRV: Haute Resolution Visible), τα οποία λειτουργούν ανεξάρτητα στο ορατό και στο κοντινό υπέρυθρο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος,

Από τους δύο σαρωτές ο ένας λειτουργεί ως πανχρωματικός και ο άλλος ως πολυφασματικός.

Στον πολυφασματικό σαρωτή οι καταγραφές γίνονται σε τρεις φασματικές ζώνες με μέγεθος pixel 20 m.

A) στην πράσινη ζώνη, 0,50-0,59 μm

B) στην ερυθρή ζώνη, 0,61-0,68 μm

Γ) στην κοντινή υπέρυθρη ζώνη, 0,79-0,89 μm

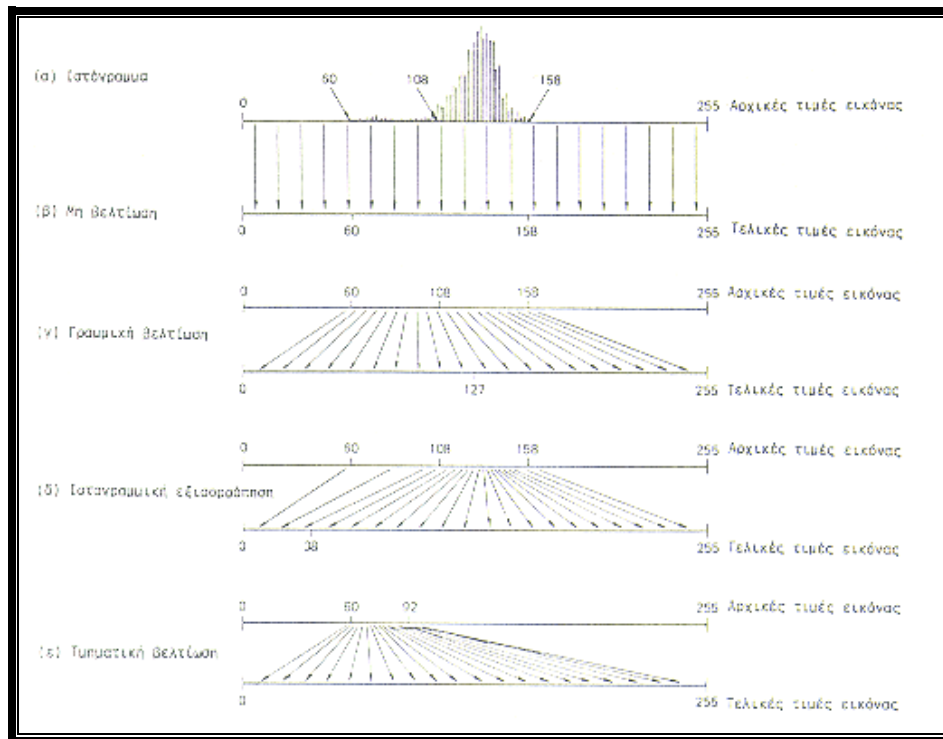
Στον πανχρωματικό σαρωτή οι καταγραφές γίνονται σε μια πλατιά μονοφασματική ζώνη από 0,51-0,73 μm , με μέγεθος pixel 10 m. (Αστάρης, 1986) (βλ. παράρτημα Γ).

7.1 ΒΕΛΤΙΩΣΗ (ΕΝΙΣΧΥΣΗ) ΕΙΚΟΝΑΣ

Μια από τις συνηθισμένες βελτιώσεις που γίνονται στα δορυφορικά δεδομένα για να βελτιωθεί η οπτική εμφάνιση της εικόνας και να διευκολυνθεί η λήψη αποφάσεων είναι η λεγόμενη “βελτίωση” (ενίσχυση) της εικόνας. Η “αντίθεση” (contrast) αναφέρεται στο εύρος των τιμών λαμπρότητας (τόνοι του τεφρού) που υπάρχουν στην εικόνα. Δηλαδή, έστω ότι το εύρος των αρχικών τιμών λαμπρότητας των pixels της εικόνας κυμαίνεται μεταξύ 60 (αντιστοιχεί σε σκούρο τόνο του γκρι στην ασπρόμαυρη εικόνα) και 158 (αντίστοιχα σε ανοικτό τόνο του γκρι στην ίδια εικόνα). Αν υπάρχει η δυνατότητα το εύρος αυτό να διευρυνθεί και να γίνει από 0 (εντελώς σκοτεινό) σε 255 (εντελώς φωτεινό) τότε πολλές πληροφορίες οι οποίες έχουν “συμπιεστεί” στην πρώτη εικόνα θα εμφανιστούν στη δεύτερη βελτιωμένη εικόνα γιατί θα ενισχυθούν

μικροαντιθέσεις μεταξύ των τόνων των τεφρών χρωμάτων. Οι μέθοδοι βελτίωσης της εικόνας μεταβάλλουν τις αρχικές τιμές λαμπρότητας των pixels και δημιουργούν μια νέα σειρά τιμών οι οποίες καταλαμβάνουν το ολικό εύρος των τιμών 256 (0-255) τιμών λαμπρότητας (τόνους του γκρι).

Στην παρούσα εργασία η γραμμική βελτίωση (ενίσχυση) και των δύο εικόνων έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα. Κατ' αυτήν οι αρχικές ψηφιακές τιμές μετατρέπονται γραμμικά (ομοιόμορφα) σε νέα κατανομή με τη χρησιμοποίηση νέων συγκεκριμένων ελάχιστων και μέγιστων τιμών. (στο σχήμα 7.1. από 60 και 158 σε 0 και 255). Εννοείται βέβαια ότι όλες οι ενδιάμεσες τιμές λαμπρότητας κλιμακώνονται αναλογικά μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής. Για τον επιτυχή χειρισμό και μετατροπή των τιμών, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η έκθεση και εξέταση του ιστογράμματος αυτού, το οποίο περιγράφει τη στατιστική κατανομή των επιπέδων διαβαθμίσεων του τεφρού. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι το ήμισυ του εύρους των τελικών τιμών (π.χ. 0-127) αφιερώνεται ακριβώς στο ήμισυ του εύρους των αρχικών τιμών, ανεξάρτητα της συχνότητας που παρουσιάζουν (δηλαδή, για παράδειγμα. στο 60-108). Αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα τιμές λαμπρότητας (τόνοι του τεφρού) οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα (στο παράδειγμα 108-158), δηλαδή αντιστοιχούν σε επικρατούσες κατηγορίες αντικειμένων, να συμπιέζονται κατά κάποιο τρόπο έναντι των σπανιότερα συναντόμενων (Καρτέρης, 1993).

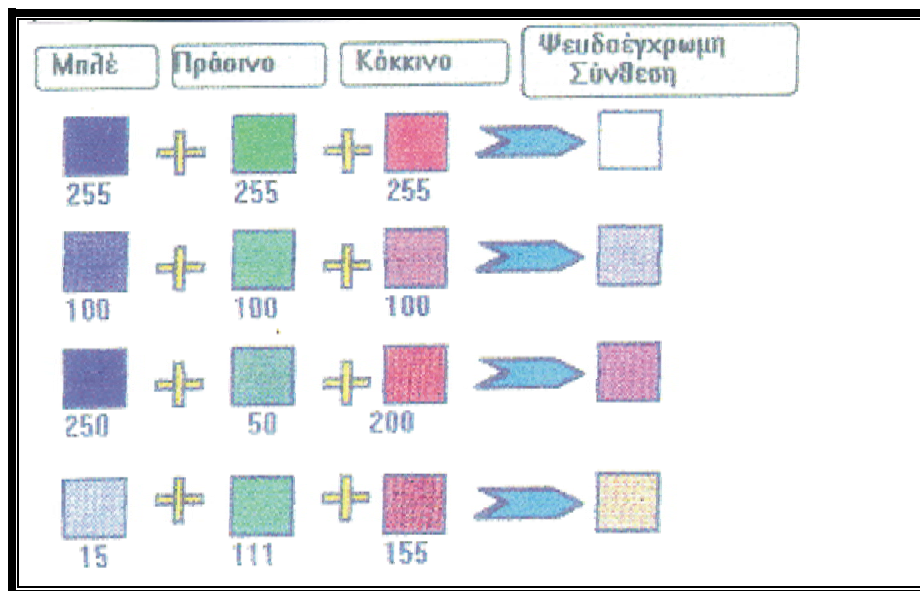


Σχήμα 7.1. Μέθοδοι ψηφιακής βελτίωσης (ενίσχυσης) της αντίθεσης της δορυφορικής εικόνας. (κατά Lillesand και Kiefer 1979, από Σουλακέλλη, 1994).

7.2. ΣΥΝΘΕΣΗ ΨΕΥΔΟΕΓΧΡΩΜΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ (False Colour Composite/FCC)

Η τεχνική FCC είναι μια από τις σπουδαιότερες τεχνικές βελτίωσης των δορυφορικών εικόνων αφού το τελικό προϊόν της είναι πολύ πιο προσιτό δε οπτική ερμηνεία απ'ότι οι αρχικές εικόνες. Η τεχνική αυτή συνίσταται στο να συνδυάσουμε τρεις εικόνες προβάλλοντας τις στο κόκκινο, πράσινο και μπλε φάσμα απεικόνισης. Απαραίτητη προϋπόθεση για όσο το δυνατό καλύτερο αποτέλεσμα είναι η μη υψηλή συσχέτιση των εικόνων αυτών μεταξύ τους.

Η αρχή και ο τρόπος χρωματισμού μέσω της τεχνικής αυτής περιγράφεται στο σχήμα 7.2. (Σουλακέλλης, 1994).



Σχήμα 7.2. Σχηματική παράσταση του τρόπου δημιουργίας μιας ψευδοέγχρωμης εικόνας.(από Σουλακέλλη, 1994).

Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε ο συνδυασμός RGB-321 και για τις δύο δορυφορικές εικόνες καθότι είναι ο πλέον γνωστός χρησιμοποιούμενος συνδυασμός για παραγωγή ψευδοέγχρωμων εικόνων με τους οποίους απεικονίζεται με ερυθρούς τόνους η βλάστηση.

8. ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ G.I.S. ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΟΡΟΥΣ ΚΑΜΗΛΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.

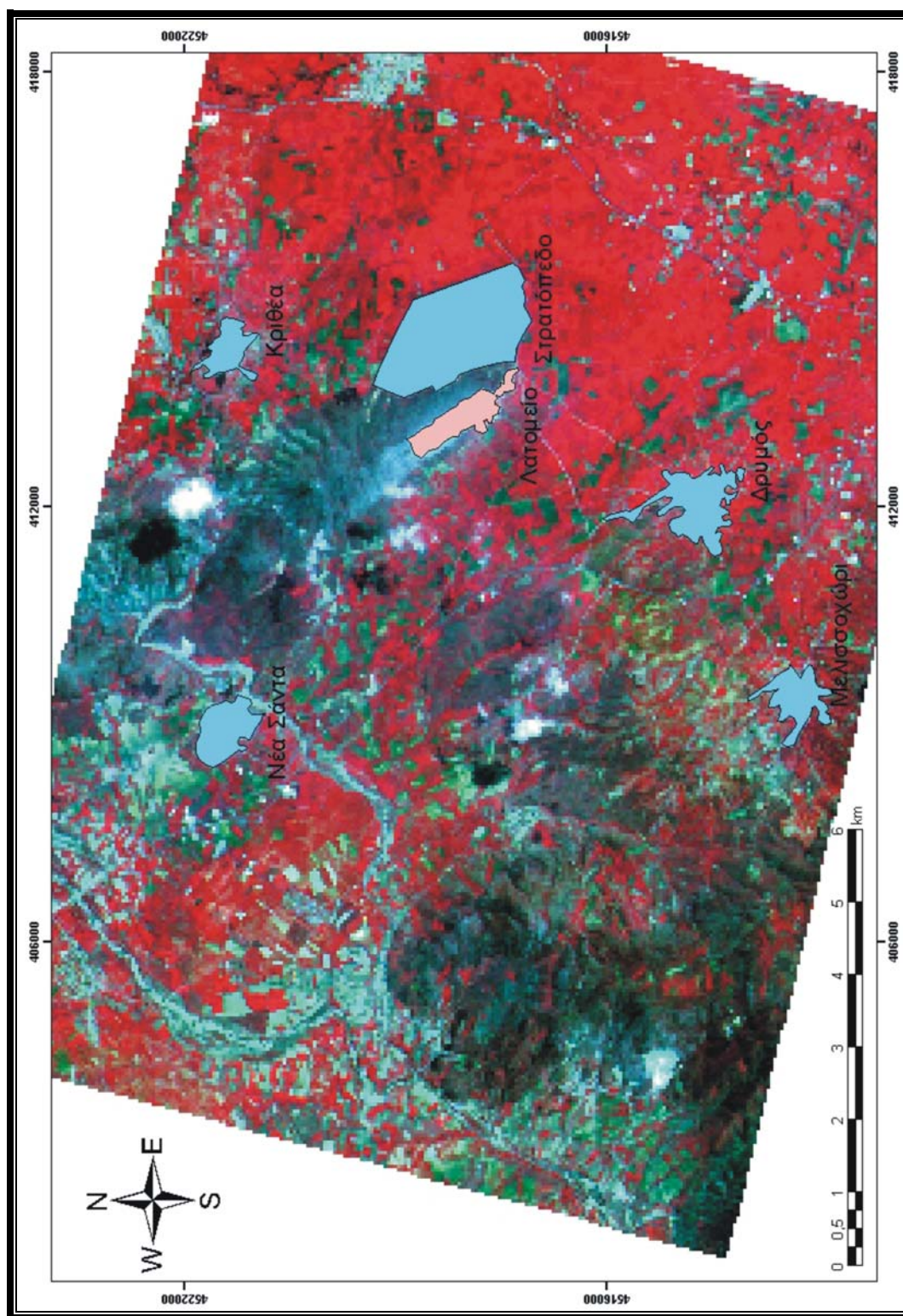
Για την διαχρονική παρακολούθηση του όρους Καμήλα και της ευρύτερης περιοχής, χρησιμοποιήθηκαν τόσο οι δύο δορυφορικές εικόνες SPOT όσο και G.I.S. δεδομένα.

8.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΕΜΒΑΔΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΛΑΤΟΜΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ-ΠΟΛΕΩΝ-ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΟΥ.

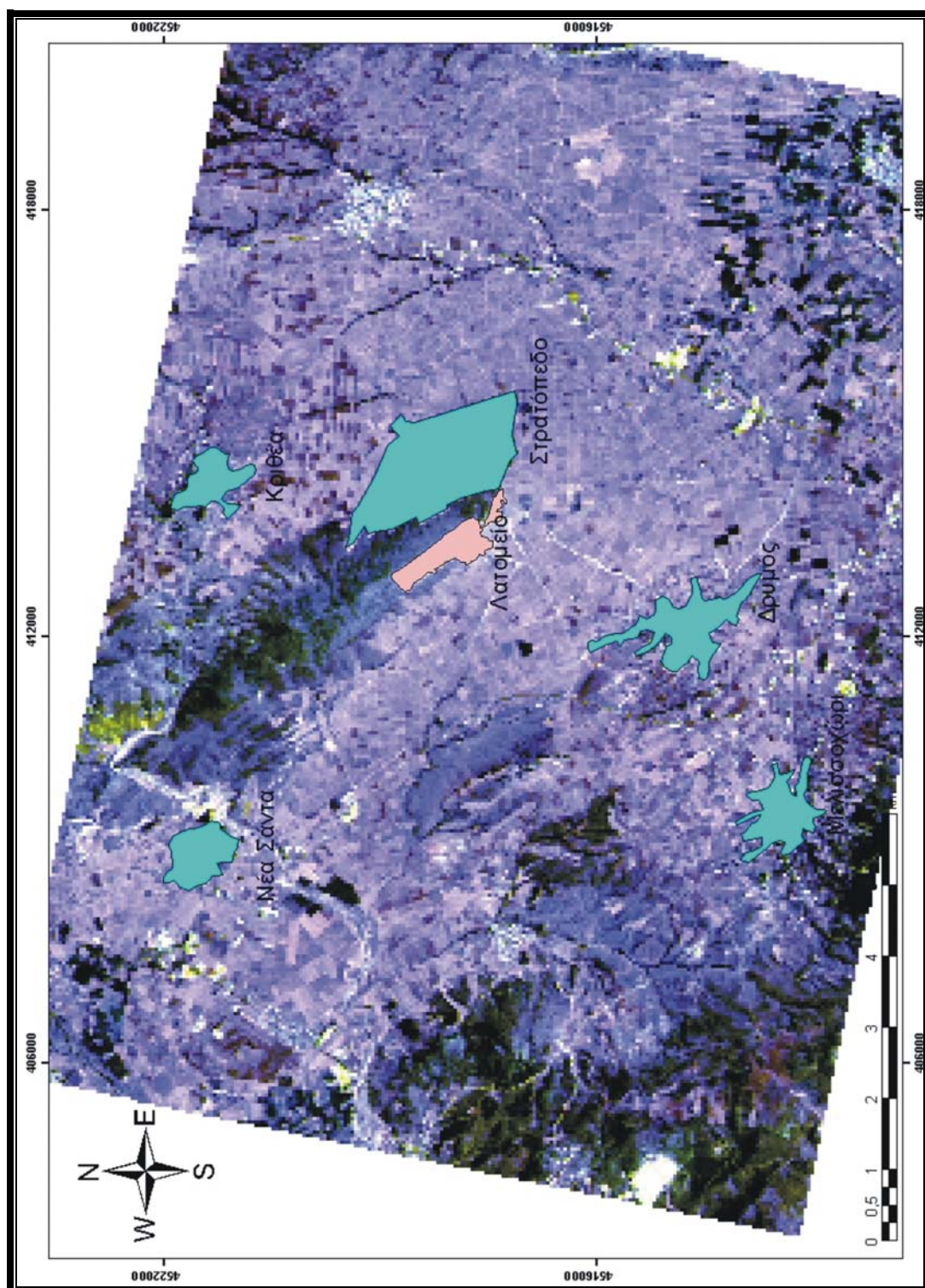
Η συνδυασμένη χρήση τόσο των δορυφορικών δεδομένων όσο και των G.I.S. επιπέδων, βοήθησαν στον υπολογισμό του εμβαδού επιφάνειας του λατομικού χώρου, του στρατοπέδου Ασσήρου όσο και των παρακείμενων στο λατομείο δήμων και κοινοτήτων. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε η ψευδοέγχρωμη εικόνα του δορυφόρου SPOT-1 (ημερομηνία λήψης 14-05-1987) με διακριτική ικανότητα 20m. πάνω στην οποία ψηφιοποιήθηκαν τα όρια του λατομείου, του στρατοπέδου Ασσήρου καθώς και τα όρια των δήμων και κοινοτήτων Δρυμού, Μελισσοχωρίου, Νέας Σάντας και Κριθέας (εικόνα 8.1.1). Ανάλογα χρησιμοποιήθηκε και η ψευδοέγχρωμη εικόνα του SPOT-4 (ημερομηνία λήψης 08-1998), με διακριτική ικανότητα 20m, στην οποία ψηφιοποιήθηκαν οι αντίστοιχες περιοχές (εικόνα 8.1.2). Ο πίνακας 8.1.1 παρουσιάζει τις εμβαδομετρικές μεταβολές όπως αυτές προέκυψαν κατά το διάστημα των 12 χρόνων που μεσολάβησε μεταξύ της λήψης των δύο δορυφορικών εικόνων. Παρατηρούμε μία συνεχή επέκταση των οικιστικών περιοχών, του λατομείου αλλά και του στρατοπέδου. Η επέκταση των οικιστικών περιοχών οφείλεται στην αύξηση του πληθυσμού στο διάστημα των 12 χρόνων η οποία μπορεί να συνδεθεί άμεσα με τη συνεχώς αυξανόμενη λατομική δραστηριότητα αναδεικνύοντας έτσι και τον ευρύτερο θετικό κοινωνικοοικονομικό ρόλο του λατομείου στην περιοχή μελέτης.

Πίνακας 8.1.1. Μεταβολή στις εκτάσεις οικιστικών περιοχών-στρατοπέδου-λατομείου.

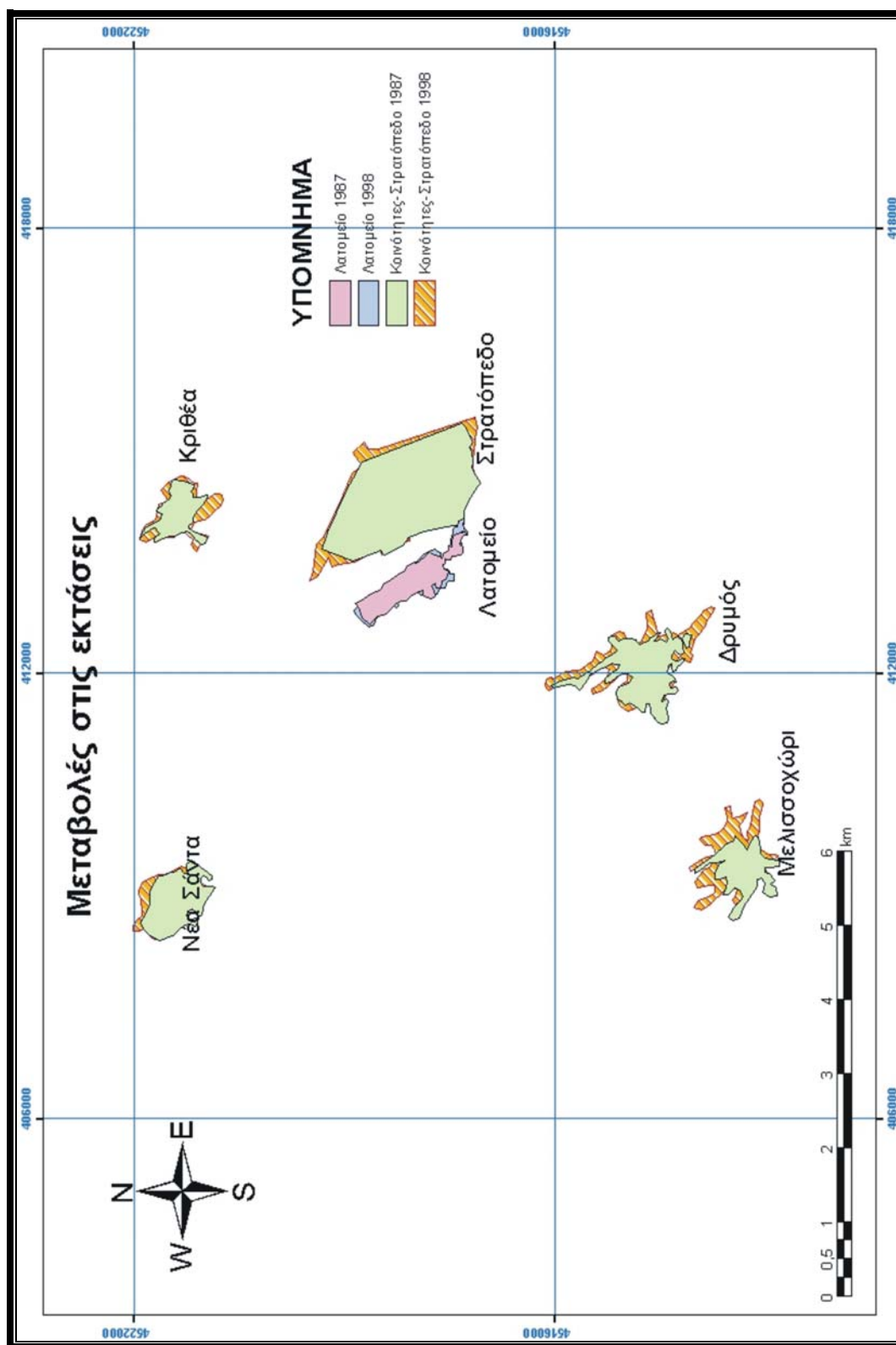
M ²	Κριθέα	Νέα Σάντα	Μελισσοχώρι	Δρυμός	Στρατόπεδο Ασσήρου	Λατομείο
E ₁₉₉₈	554381,12	643673,8	809191,81	1110407,50	2684586,50	598677,36
E ₁₉₈₇	374312,65	644213,3	537616,44	899713,44	2462045,75	558200,50
Εμβαδομετρική Διαφορά (E ₁₉₉₈ -E ₁₉₈₇)	180068,47	539,45	271575,37	210694,06	222540,75	40476,88



Εικόνα 8.1.1. Ψευδοέγχρωμη εικόνα SPOT-1 και ψηφιοποιημένα πολύγωνα των οικιστικών περιοχών, του λατομείου και του στρατόπεδου το 1987.



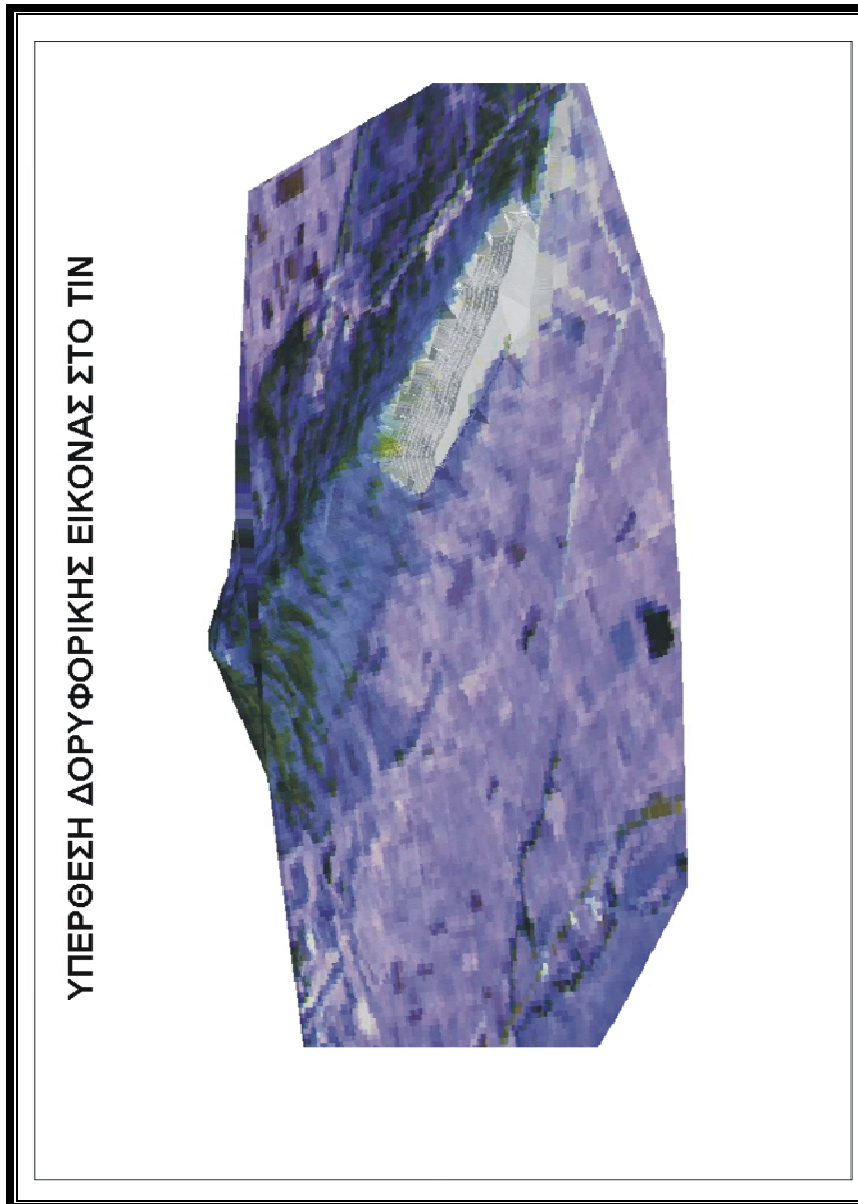
Εικόνα 8.1.2. Ψευδοέγχρωμη εικόνα SPOT-4 και ψηφιοποιημένα πολύγωνα των οικιστικών περιοχών, του λατομείου και του στρατοπέδου το 1998.



Χάρτης 8.1.1. Χάρτης μεταβολής των εκτάσεων τη χρονική περίοδο 1987-1998.

8.2. ΥΠΕΡΘΕΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΣΤΟ TIN

Με τη βοήθεια του υποπρογράμματος ArcScene του ArcGis πραγματοποιήθηκε η υπέρθεση της επεξεργασμένης δορυφορικής εικόνας του SPOT-4, με ημερομηνία λήψης 10-08-1998, στο TIN που προέκυψε από το DEM του τοπογραφικού διαγράμματος (κλίμακας 1:5000, 2000) του λατομείου μετά την εξόρυξη.



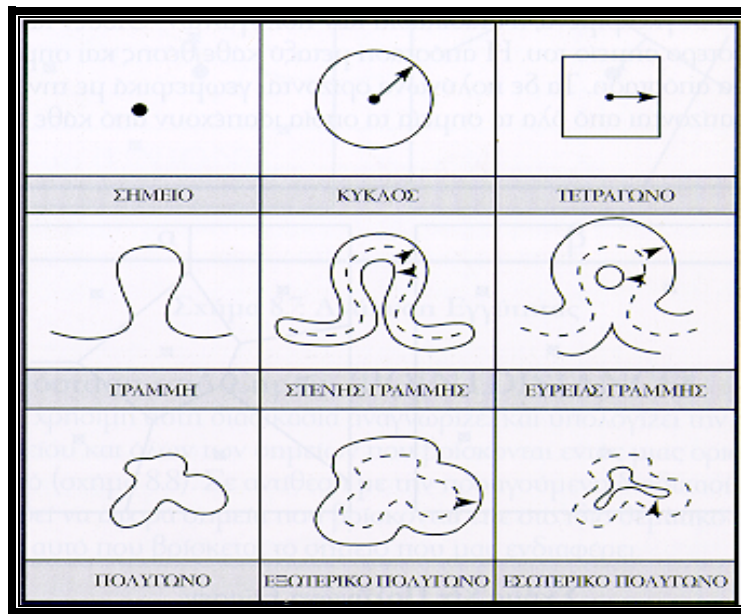
Εικόνα 8.2.1 Υπέρθεση ψευδοέγχρωμης εικόνας του SPOT-4 στο TIN που προέκυψε από το DEM του τοπογραφικού διαγράμματος (κλίμακα 1:5000, 2000) του λατομείου μετά την εξόρυξη.

8.3. ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ Η ΖΩΝΕΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ/ΕΠΙΡΡΟΗΣ “BUFFER ZONE”

Η δημιουργία μεταβατικών ζωνών (buffer zones) αναφέρεται σε μια βασική διαδικασία ανάλυσης η οποία αποσκοπεί στον σχηματισμό νέων πολυγώνων γύρω από τα βασικά γεωγραφικά στοιχεία (σημεία γραμμές, πολύγωνα) που υπάρχουν στη βάση δεδομένων. Αυτό το είδος του πολυγώνου που ονομάζεται “ζώνη επιρροής” ή ζώνη ρύθμισης χρησιμοποιείται στον καθορισμό της χωρικής εγγύτητας (spatial proximity). Πιο συγκεκριμένα, γύρω από ένα δοσμένο σημείο, ένα νέο πολύγωνο (εγγύς περιοχή) με τη μορφή κύκλου ή τετραγώνου μπορεί να υπολογιστεί. Όμοια γύρω από μία γραμμή μπορούν να υπολογιστούν οιαδήποτε μεγέθους ζώνες. Τέλος ζώνες επιρροής μπορούν να υπολογιστούν εσωτερικά και εξωτερικά ενός δοσμένου πολυγώνου.

Από τα παραπάνω πρέπει να έχει γίνει κατανοητό ότι υπάρχουν πολλών ειδών ζώνες επιρροής. Μια χρήσιμη κατηγοριοποίηση τους είναι με βάση το εύρος της ζώνης, το οποίο μπορεί να είναι σταθερό (π.χ. το ίδιο πλάτος γύρω από κάθε οντότητα) ή να μεταβάλλεται εξαρτώμενο από το χαρακτηριστικό που εξετάζεται. Έτσι, μπορούμε να διακρίνουμε:

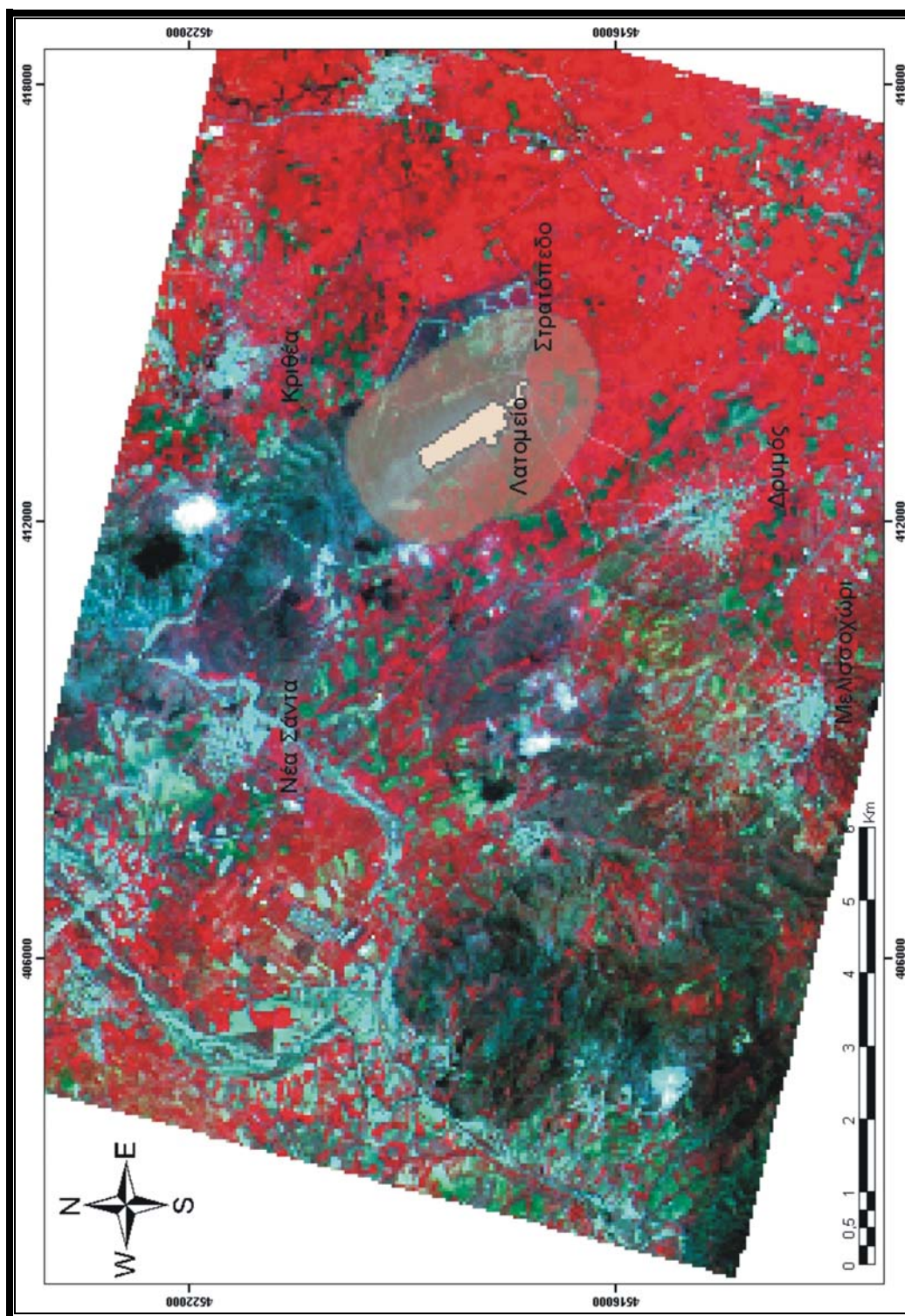
1. Ζώνες Σταθερού Εύρους, όπως για παράδειγμα οι ζώνες που δημιουργούνται 50 μέτρα γύρω από συγκεκριμένα ποτάμια, 100 μέτρα γύρω από καθορισμένα μνημεία ή 500 μέτρα γύρω από οικισμούς που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.
2. Ζώνες Μεταβλητού Εύρους, που εξαρτώνται είτε από το χαρακτηριστικό που εξετάζεται, όπως για παράδειγμα οι ζώνες γύρω από πηγές ρύπανσης, που το χωρικό εύρος τους εξαρτάται από την συγκέντρωση της ρύπανσης, είτε από τη χωρική έκφραση της οντότητας που ενδιαφέρει, όπως για παράδειγμα η ζώνη που δημιουργείται από όλα τα αγροτεμάχια που γειτνιάζουν με έναν δρόμο (Κουτσόπουλος 2002).



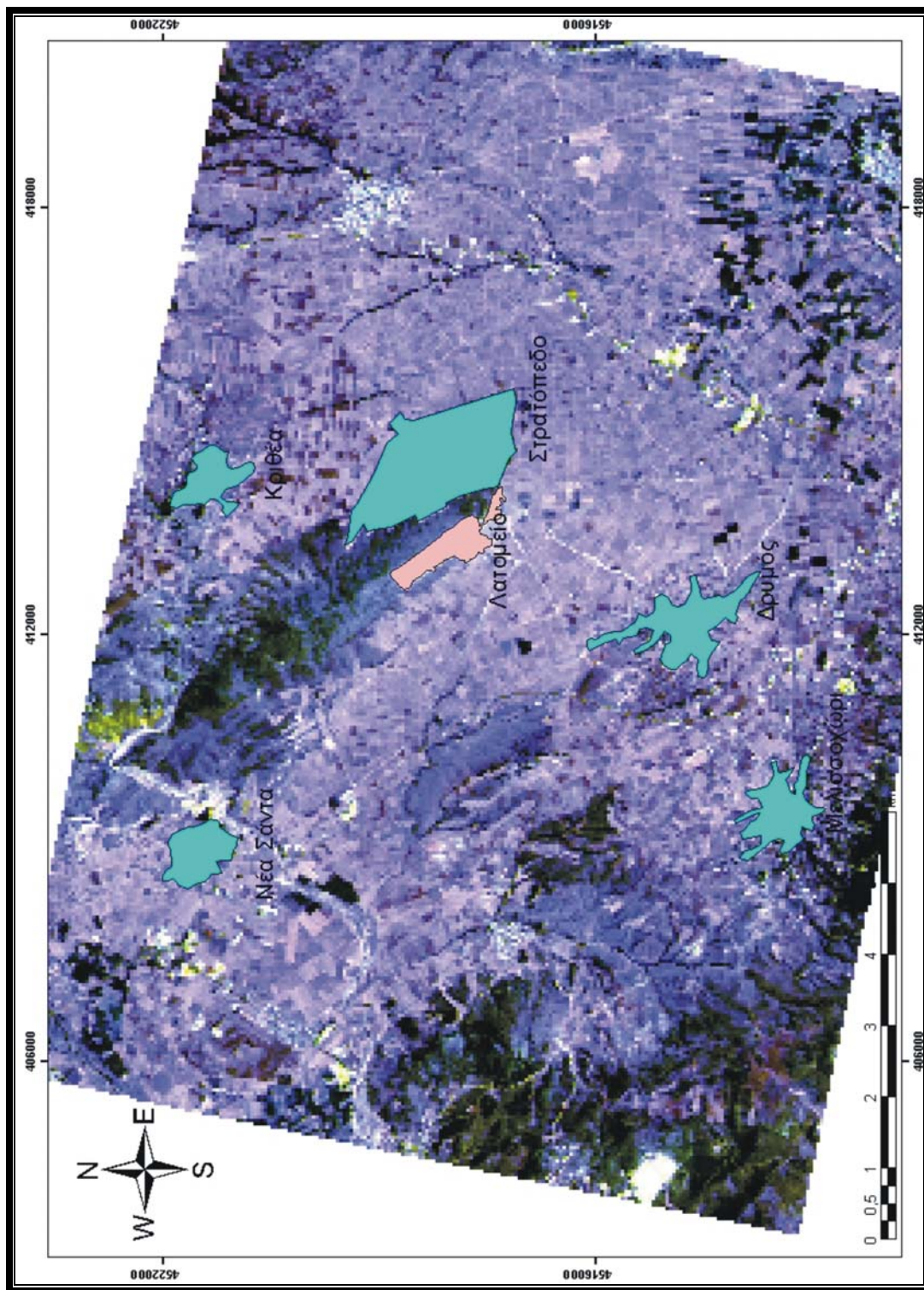
Σχήμα 8.3.1. Ζώνες επιρροής (Buffer zones). (από Κουτσόπουλο, 2002).

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του νόμου 2115/1993 ισχύει ότι: «Μέσα στις λατομικές περιοχές, καθώς και σε απόσταση τουλάχιστον χιλίων (1000) μέτρων έξω από την οριογραμμή τους, απαγορεύεται η επέκταση του σχεδίου πόλεως ή η δημιουργία ανεξάρτητου ρυμοτομικού σχεδίου ή η ανέγερση οποιουδήποτε κτίσματος, με εξαίρεση εκείνα που εξυπηρετούν την λατομική δραστηριότητα, για τα οποία αποφαινεται ο αρμόδιος νομάρχης.»

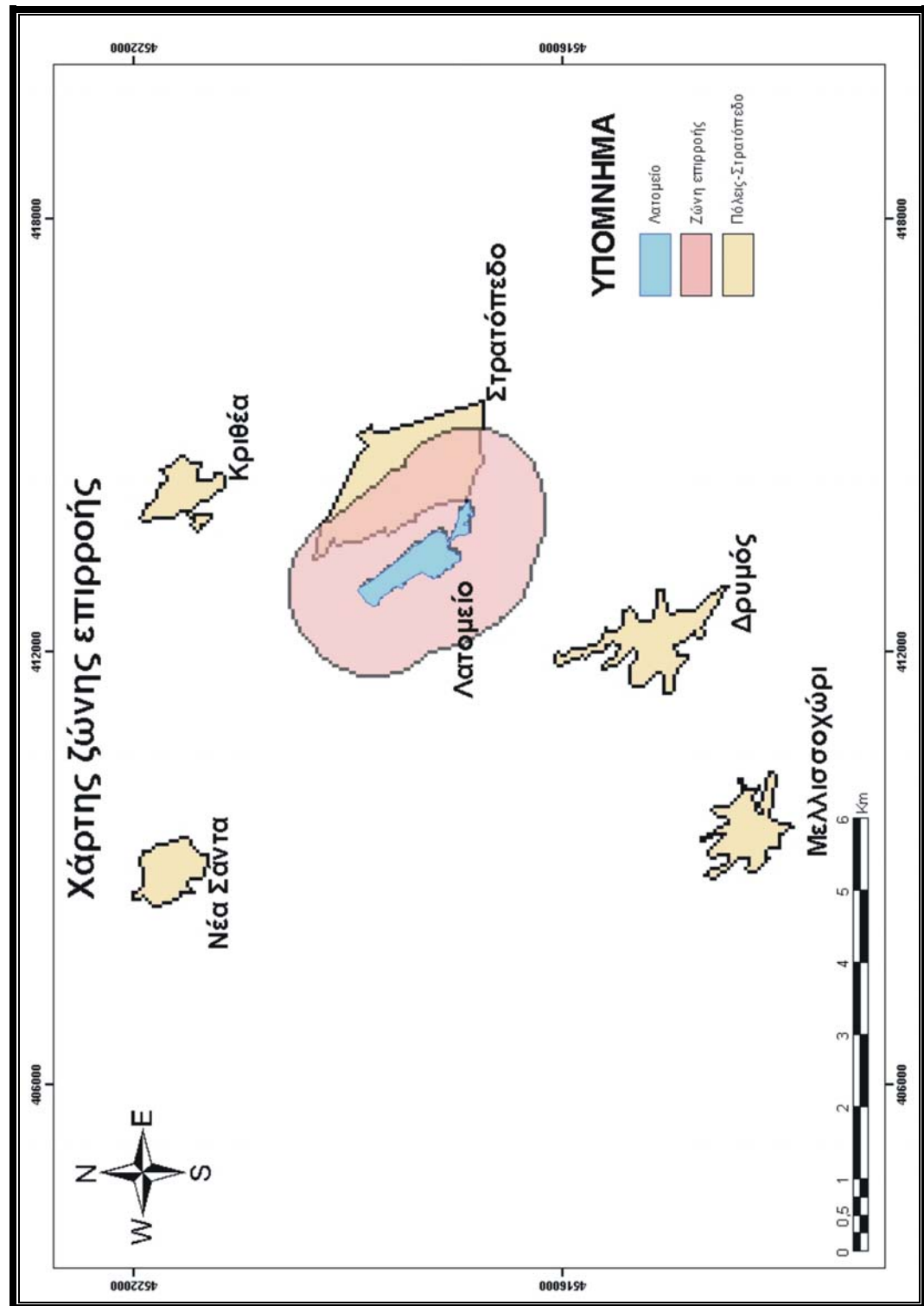
Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι δύο δορυφορικές εικόνες για να εξακριβωθεί το κατά πόσον τηρούνται οι σχετικές διατάξεις. Παρατηρήθηκε ότι στη ψευδοέγχρωμη εικόνα του SPOT-1 του 1987 (Εικόνα 8.3.1.) αλλά και στην ψευδοέγχρωμη εικόνα του SPOT-4 του 1998 (Εικόνα 8.3.2.), οι κτιριακές εγκαταστάσεις του στρατοπέδου βρίσκονται εντός της ουδέτερης ζώνης (buffer zone), δηλαδή σε απόσταση μικρότερη του 1 χιλιομέτρου από τον λατομικό χώρο. Επίσης στην ψευδοέγχρωμη εικόνα του SPOT-4 του 1998 εμφανίζονται και άλλες κτιριακές εγκαταστάσεις εντός της ζώνης επιρροής (buffer zone), το οποίο επιβεβαιώνεται και στο ύπαιθρο. Για να αποδοθεί πιο παραστατικά η κατάσταση γύρω από το λατομείο το 1998, δημιουργήθηκε ο χάρτης ουδέτερης ζώνης 8.3.1.



Εικόνα 8.3.1. Ψευδοέγχρωμη εικόνα SPOT-1 πάνω στην οποία φαίνεται η ζώνη επιρροής (buffer zone) του λατομείου των 1000 m



Εικόνα 8.3.2. Ψευδοέγχρωμη εικόνα SPOT-4 πάνω στην οποία φαίνεται η ζώνη επιρροής (buffer zone) του λατομείου των 1000 m.



Χάρτης 8.3.1. Χάρτης ζώνης επιρροής των 1000 m.

8.4 Η “ΜΗ ΕΠΙΒΛΕΠΟΜΕΝΗ” ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ (UNSUPERVISED CLASSIFICATION)

Ψηφιακή ταξινόμηση πολυφασματικών δορυφορικών δεδομένων είναι η διαδικασία καταχώρησης κάθε εικονοστοιχείου (pixel) της εικόνας σε κάποια κατηγορία ταξινόμησης. Η διαδικασία αυτή είναι ποσοτική ερμηνεία των δεδομένων συγκρινόμενη με την ποιοτική κλασική οπτική φωτοερμηνεία. Μπορεί δε να θεωρηθεί ίσως η πιο κοινή από πλευράς χρησιμοποίησης των υπολογιστών διαδικασία χαρτογράφησης αντικειμένων, καταστάσεων και/ή φαινομένων από δορυφορικά δεδομένα.

Τρεις είναι οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση των δορυφορικών δεδομένων. Αυτές είναι η “μη επιβλεπόμενη” (unsupervised), η “επιβλεπόμενη” (supervised) και η “υβριδική” (hybrid) ταξινόμηση (classification).

Η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση εξετάζει τα πολυφασματικά χαρακτηριστικά μεγάλου αριθμού «αγνώστων» εικονοστοιχείων (pixels) και τα διαιρεί σε ένα αριθμό φασματικά διαχωρισμένων ομάδων με τη μέθοδο της διαβάθμισης του αριθμού πυκνότητας (ανακλαστικότητα) των εικονοστοιχείων που είναι γνωστή ως διαβάθμιση πυκνότητας (density slicing). Οι ομάδες αυτές, ο αριθμός των οποίων ορίζεται από τον αναλυτή, αποτελούν φασματικές κατηγορίες χωρίς να είναι γνωστή, εκ των προτέρων, η σχέση τους με τις πραγματικές κατηγορίες. Αυτό γίνεται απ’τον αναλυτή μετά την ολοκλήρωση της ταξινόμησης και με τη βοήθεια θεματικών χαρτών, αεροφωτογραφιών και επίγειων παρατηρήσεων. Βέβαια όσο αυξάνει ο αριθμός των φασματικών κατηγοριών, τόσο πιο δύσκολη είναι η αναγνώριση τους. Η διαδικασία αυτή παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Τα πλεονεκτήματα είναι τα εξής:

1. Δεν απαιτείται αρχικά λεπτομερής γνώση της ύπαρξης και κατανομής των πραγματικών κατηγοριών ταξινόμησης
2. Η πιθανότητα ανθρώπινου λάθους ελαχιστοποιείται, γιατί η επίδραση του αναλυτή είναι περιορισμένη (ορίζει τον αριθμό των ομάδων και τη διάμετρο κάθε μιας)

3. Ορισμένες μικρές πραγματικές κατηγορίες σχηματίζουν ανεξάρτητες φασματικές κατηγορίες, με την προϋπόθεση ότι αυτό διευκολύνεται απ'τον αριθμό των φασματικών κατηγοριών που έχει οριστεί απ'τον αναλυτή
4. Οι φασματικές κατηγορίες που δημιουργούνται είναι συχνά πιο ομοιογενείς απ'ότι στην περίπτωση της επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

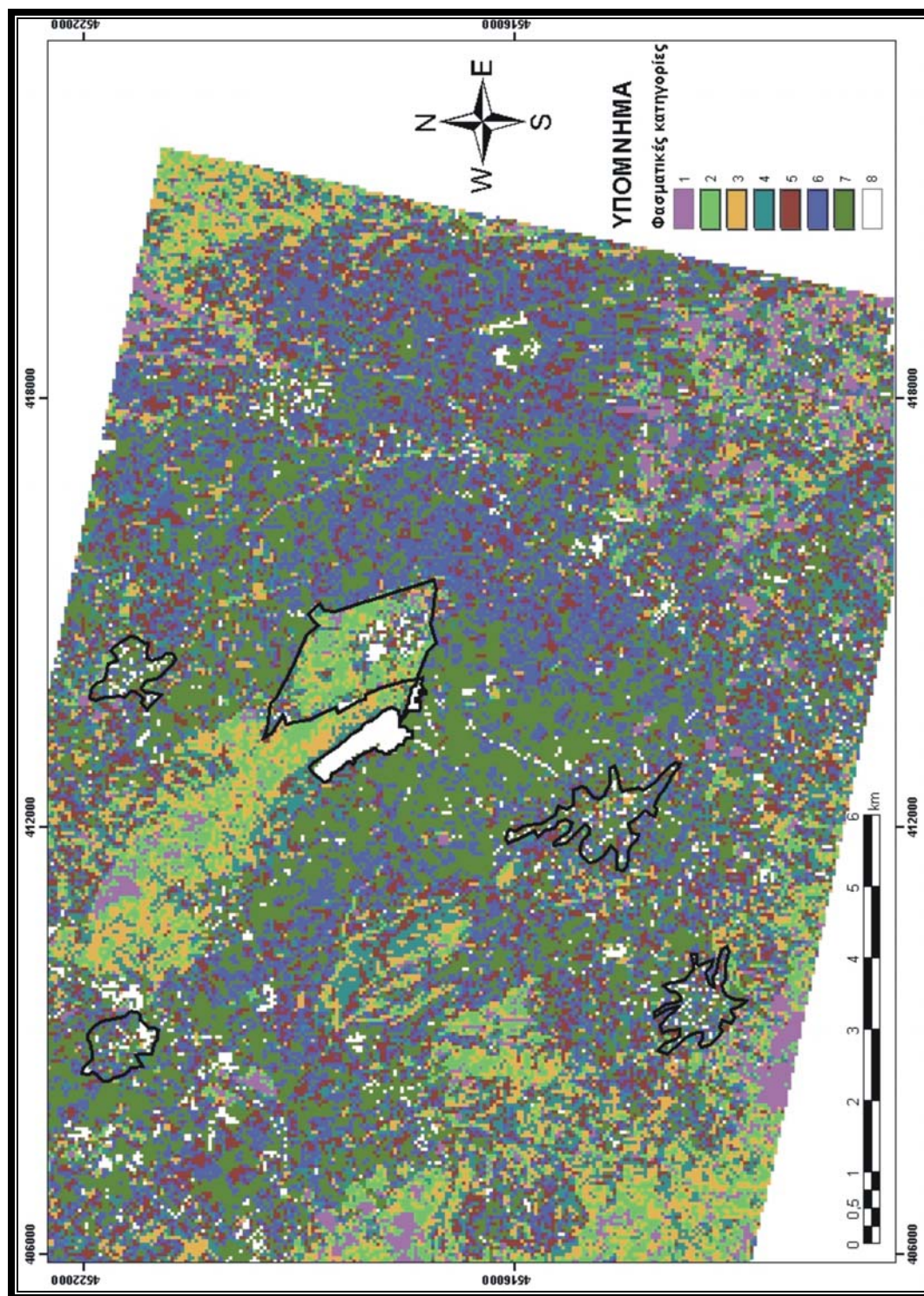
Τα μειονεκτήματα είναι τα ακόλουθα:

1. Οι φασματικές κατηγορίες που δημιουργούνται δεν αποτελούν κατ' ανάγκη και πραγματικές κατηγορίες οι οποίες ενδιαφέρουν τον αναλυτή. Γι' αυτό πολλές φορές ο αναλυτής συνδέει ορισμένες φασματικές κατηγορίες για να δημιουργήσει μια πραγματική η οποία τον ενδιαφέρει.
2. Οι φασματικές ιδιότητες των πραγματικών κατηγοριών αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου (π.χ. εποχιακές αλλαγές), γι' αυτό η συσχέτιση των τελευταίων με τις φασματικές κατηγορίες δεν είναι σταθερή.

Γενικά η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση δίνει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την κατανομή και διάκριση των φασματικών τιμών, οι οποίες είναι χρήσιμες στην επιβλεπόμενη ταξινόμηση. (Καρτέρης, 1993).

Στην παρούσα διατριβή ειδίκευσης χρησιμοποιήθηκε η διαδικασία της “μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης” για να επιτευχθεί μία συνοπτική προσέγγιση των χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης. Μέσω του υποπρογράμματος Spatial Analyst πραγματοποιήθηκε η “μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση” της ψευδοέγχρωμης εικόνας του SPOT- 4 με ημερομηνία λήψης 08-1998. Η αρχική “default” ταξινόμηση του προγράμματος δημιούργησε 9 φασματικές κατηγορίες, κρίθηκε όμως σωστό να συγχωνευθεί η 8^η με την 9^η φασματική κατηγορία για να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα. (εικόνα 8.4.1.). Από το τελικό προϊόν προκύπτει ότι οι τέσσερις τελευταίες φασματικές κατηγορίες (5,6,7,8,) σχετίζονται άμεσα με περιοχές που έχουν υποστεί κάθε είδους ανθρωπογενή επέμβαση (οικιστικές περιοχές, καλλιεργήσιμες εκτάσεις, δρόμοι, εργοστάσια, κτλπ.) ενώ οι τέσσερις πρώτες σχετίζονται με περιοχές που έχουν διατηρηθεί οικολογικά ανέπαφες. Ειδικότερα η 8^η φασματική

κατηγορία καταδεικνύει την περιοχή του λατομείου και τις οικιστικές περιοχές. Τα συμπεράσματα αυτά επιβεβαιώνονται και στο ύπαιθρο. Η διαδικασία μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης εφαρμόστηκε και στη ψευδοέγχρωμη εικόνα του SPOT - 1 με ημερομηνία λήψης 14-05-1987, τα αποτελέσματα όμως δεν ήταν τα αναμενόμενα εξαιτίας του υψηλού δείκτη υγρασίας κατά την περίοδο λήψης της εικόνας.



Εικόνα 8.4.1. Προϊόν μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης ψευδοέγχρωμης εικόνας SPOT-4 με ημερομηνία λήψης 08-1998.

9. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Παρατίθενται ορισμένες φωτογραφίες από το χώρο του λατομείου.



Φωτ. 1. Διαμορφωμένες αναβαθμίδες.



Φωτ. 2. Εργασίες εξόρυξης.



Φωτ. 3. Άποψη του λατομείου.



Φωτ. 4. Έκρηξη στο λατομείο.



Φωτ. 5. Κτιριακές εγκαταστάσεις.



Φωτ. 6. Άποψη της ευρύτερης περιοχής μελέτης από το χώρο του λατομείου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Τα διάφορα θέματα και προβλήματα που προκύπτουν κατά τη διαδικασία της έρευνας, μίσθωσης, εκμετάλλευσης, διαχείρισης και αποκατάστασης ενός λατομείου, ρυθμίζονται με την εφαρμογή αντίστοιχων διατάξεων των εξής Νομοθετημάτων και Υπουργικών Αποφάσεων::

- Το Ν.669/77 “περί εκμεταλλεύσεως λατομείων” (ΦΕΚ 241/Α/11-9-77).
- Το Π.Δ. 285/79 “περί εκμισθώσεως Δημόσιων λατομείων μαρμάρων και βιομηχανικών ορυκτών” (ΦΕΚ 83/Α/26-4-79).
- Το Ν. 1428/84 “περί εκμεταλλεύσεως λατομείων αδρανών υλικών και άλλες διατάξεις” (ΦΕΚ 43/Α/11-4-84) σε συνδυασμό με το Ν. 2115/93 “περί τροποποίησης, αντικαταστάσεως και συμπληρώσεως των διατάξεων του Ν. 1428/84 κ.λ.π.” (ΦΕΚ 15/Α/15-2-93).
- Την απόφαση αριθμ. 11-5^η /Φ17402/84 του τέως Υ.Β.Ε.Τ. “Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών” (ΦΕΚ 931/Β/31-12-84) με τις τροποποιήσεις της και με την οποία καθορίζονται οι τεχνικές λεπτομέρειες διενέργειας των μεταλλευτικών και λατομικών εργασιών.
- Το Ν. 2702/99 “Διάφορα θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Ανάπτυξης και άλλες διατάξεις” (ΦΕΚ 70/Α/7-4-99). Και τέλος:
- Στο γενικότερο Νομοθετικό Πλαίσιο που αφορά και τις λατομικές δραστηριότητες των μαρμάρων εντάσσονται ο Ν. 998/79 “περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της χώρας” (ΦΕΚ 289/Α/29-12-79), ο Ν. 1650/86 “περί προστασίας του περιβάλλοντος” (ΦΕΚ 160/Α/16-10-86) και η με αριθμ. 69269/5387/24-10-90 Κοινή Υπουργική Απόφαση “περί κατάταξης έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων κ.λ.π.” (ΦΕΚ 678/Β/25-10-90) (Παπαδόπουλος, 2000).

Παρακάτω παρατίθενται επιλεγμένα άρθρα από Νομοθετήματα και Υπουργικές αποφάσεις που έχουν δημοσιευτεί στην εφημερίδα της κυβερνήσεως.

Νόμος υπ' αριθ. 2115/93

- **Τροποποίηση, αντικατάσταση και συμπλήρωση διατάξεων του Ν, 1428/1984 «Εκμετάλλευση λατομείων και αδρανών υλικών και άλλες διατάξεις.» (ΦΕΚ 15/Α/15-2-93).**

Άρθρο 1

1. Αδρανή υλικά, για την εφαρμογή του παρόντος νόμου, είναι τα υλικά διαφόρων διαστάσεων που προέρχονται από την εξόρυξη κατάλληλων πετρωμάτων ή την απόληψη φυσικών αποθέσεων θραυσμάτων τους και που χρησιμοποιούνται όπως έχουν ή μετά από θραύση ή λειοτρίβηση ή ταξινόμηση για την παρασκευή σκυροδεμάτων ή κονιαμάτων ή με τη μορφή σκληρών ή μεγαλύτερων κομματιών, στην οδοποιΐα ή λοιπά τεχνικά έργα ή οικοδομές, καθώς και τα ασβεστολιθικά πετρώματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ασβέστη ή υδραυλικών κονιών ή συλλιπασμάτων μεταλλουργίας.
2. Λατομικός χώρος είναι η ενιαία έκταση γης στην οποία έχει δικαίωμα εντοπισμού κοιτασμάτος ή εκμετάλλευσης λατομικών ορυκτών ένας μόνος εκμεταλλευτής.
3. Λατομείο είναι η έκταση γης μέσα στο λατομικό χώρο όπου αναπτύσσονται λατομικές εργασίες.
4. Όπου στον παρόντα νόμο αναφέρεται μίσθωση λατομείου, νοείται μίσθωση λατομικού χώρου.

Άρθρο 3

4. Μέσα στις λατομικές περιοχές καθώς και σε απόσταση τουλάχιστον χιλίων (1000) μέτρων έξω από την οριογραμμή τους, απαγορεύεται η

επέκταση του σχεδίου πόλεως ή η δημιουργία ανεξάρτητου ρυμοτομικού σχεδίου ή η ανέγερση οποιουδήποτε κτίσματος, με εξαίρεση εκείνα που εξυπηρετούν την λατομική δραστηριότητα, για τα οποία αποφαινεται ο αρμόδιος νομάρχης.

Απόφαση αριθμ. 11-5^η /Φ17402/84 του τέως Υ.Β.Ε.Τ. “Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών” (ΦΕΚ 931/Β/31-12-84)

Άρθρο 85

Γενικές διατάξεις

1. Οι μεταλλευτικές και λατομικές εργασίες, πρέπει να σχεδιάζονται και να εκτελούνται με τρόπο ώστε να αποφεύγεται η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, πέρα από το απόλυτα αναγκαίο μέτρο, αλλά να είναι εφικτή η πρόληψη, όπου είναι δυνατό, των επιπτώσεων ή στην αντίθετη περίπτωση, η αναγκαία απόσταση.
2. Η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του εκμεταλλευτή που επιβάλλεται να παίρνει όλα τα απαραίτητα σχετικά μέτρα, σε συνεργασία με τους αρμόδιους φορείς του Κράτους και την Τοπική αυτοδιοίκηση. Για τη συντομότερη επίτευξη αποτελέσματος, τα παραπάνω μέτρα πρέπει να συμβαδίζουν με την εξέλιξη των εργασιών.
3. Πριν απ’ την έναρξη νέου έργου ή νέου μέρους του έργου, ο εκμεταλλευτής υποχρώνεται να συμπεριλάβει στην τεχνική μελέτη του άρθρου 4, ειδική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων που να περιλαμβάνει τα παρακάτω μέρη:
 - Α) Ανάλυση και περιγραφή του υπάρχοντος περιβάλλοντος (φυσικού και ανθρωπογενούς), πριν να επηρεαστεί απ’την εκτέλεση των μεταλλευτικών ή λατομικών εργασιών του προτεινόμενου έργου ή νέου μέρους του έργου.
 - Β) Περιγραφή των δυνατών εναλλακτικών λύσεων για τη χωροθέτηση ή σχεδίαση ή εκτέλεση των μεταλλευτικών και λατομικών εργασιών μέσα στο μεταλλευτικό ή λατομικό χώρο.
 - Γ) Πρόβλεψη και εκτίμηση του μεγέθους των επιπτώσεων πάνω στον κάθε περιβαλλοντικό παράγοντα ξεχωριστά και στο σύνολο.

Δ) Αξιολόγηση των επιπτώσεων με τεχνικά, οικονομικά και κοινωνικά κριτήρια, από πλευρά σημαντικότητας, δηλαδή ποιοτικής εκτίμησης των επιπτώσεων στους περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Ε) Ερμηνεία των επιπτώσεων, συμπεράσματα και επανορθωτικά μέτρα όπου πρέπει να περιλαμβάνονται τα παρακάτω στοιχεία:

1. Σύγκριση μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων του έργου και επισήμανση της λιγότερο δυσμενούς για τους περιβαλλοντικούς παράγοντες.
 2. Επισήμανση όλων των πολύ δυσμενών επιπτώσεων που είναι αναπόφευκτες.
 3. Αναφορά σε τυχόν απαγορευτικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες, στους οποίους το έργο έχει δυσμενείς επιπτώσεις
 4. Προτάσεις για επανορθωτικά μέτρα, που είναι δυνατό να περθούν για την αποκατάσταση της ποιότητας ορισμένων περιβαλλοντικών παραγόντων, με χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης των σχετικών εργασιών.
 5. Επισήμανση των πολύ ωφέλιμων επιπτώσεων του έργου στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.
4. Την παραπάνω ειδική μελέτη, δεν έχουν υποχρέωση να υποβάλλουν οι εκμεταλλευτές στις περιπτώσεις που ισχύει ειδική νομοθεσία, δηλαδή, για τις εγκαταστάσεις του έργου, καθώς και όταν το έργο ή το νέο μέρος του έργου, εντοπίζεται σε δάση ή δασικές εκτάσεις.

Άρθρο 86

Για τη σύνταξη της πιο πάνω μελέτης , πρέπει , μεταξύ των άλλων, να παίρνονται υπόψη και τα παρακάτω:

1. Η χωροθέτηση κάθε επέμβασης (θέση και προσανατολισμός) πρέπει να επιλέγεται με τρόπο ώστε να προκαλείται η μικρότερη δυνατή αισθητική αλλοίωση του τοπίου. Σε περίπτωση που η επιλογή θέσης δεν μπορεί να δώσει ικανοποιητικό αποτέλεσμα, πρέπει να γίνεται προσπάθεια τεχνητής απόκρυψης της επέμβασης (ζώνες πράσινου, αναχώματα κλπ).

2. Κάθε επιφανειακή εκσκαφή, πρέπει να γίνεται με βαθμίδες κατάλληλων γεωμετρικών χαρακτηριστικών, ώστε να δημιουργείται η μικρότερη δυνατή αισθητική αλλοίωση του τοπίου και να διασφαλίζεται η αποκατάσταση του κατά στάδια και στο σύνολο.
3. Πρέπει να γίνεται ξεχωριστή εξόρυξη και απόθεση της φυτικής γης και να διατηρείται αυτή κατάλληλα για μελλοντική επαναχρησιμοποίηση της.
4. Σωροί αποθέσεων στερίων που παραμένουν μετά το τέλος της δραστηριότητας, πρέπει να διαμορφώνονται κατάλληλα και αν είναι δυνατό σε βαθμίδες, και ενισχύονται με δένδροφυτεύσεις ή άλλου είδους φυτεύσεις, ώστε να εναρμονίζονται με το οικοσύστημα της περιοχής.
5. Η επεξεργασία και διάθεση των λυμάτων, υγρών αποβλήτων και στερεών απορριμμάτων, μπορεί να γίνεται μόνο μετά από άδεια που χορηγείται σύμφωνα με τις ισχύουσες υγειονομικές διατάξεις και την κείμενη νομοθεσία.
Ειδικότερα για τ'αεραπόβλητα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας, πρέπει να παίρνονται όλα τα μέτρα (π.χ. καθαρισμός, δέσμευση), ώστε η συγκέντρωση των ρυπαντών στον αέρα του περιβάλλοντος χώρου να είναι, όσο το δυνατό, μικρότερη απ' τα προβλεπόμενα, στο Π.Δ. 1180/81 ή άλλη διάταξη, όρια.
6. Η φόρτωση , μεταφορά και αποθήκευση προϊόντων, πρώτων υλών και απορριμμάτων, πρέπει να γίνεται με τρόπο ώστε να αποφεύγεται η ρύπανση ή μόλυνση του περιβάλλοντος. Για το σκοπό αυτό. πρέπει να προβλέπονται κατάλληλα μέσα διαβροχής ή επικάλυψης των υλικών, καθώς και κατασκευή αποθηκών στεγασμένων ή χωροθετημένων σε υπήνεμα μέρη.
7. Η τελική μορφή της αποκατάστασης, πρέπει να εναρμονίζεται με το ευρύτερο περιβάλλον και στις περιπτώσεις δημόσιων ή δημοτικών ή κοινοτικών εκτάσεων να προβλέπεται η κάλυψη των τοπικών αναγκών, για ειδικές χρήσεις γης, σύμφωνα με τις έγγραφες υποδείξεις της Νομαρχίας και της Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

Ο Ν. 998/79 “περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της χώρας” (ΦΕΚ 289/Α/29-12-79)

Άρθρο 57

..... Η εκμετάλλευσις των μεταλλευτικών και λατομικών χώρων διενεργείται υποχρεωτικός κατά τρόπο μη καταστρεπτικό για τη δασική βλάστηση ει μη εις το απολύτως απαραίτητο μέτρο. Η εναπόθεση ή μεταφορά των στείρων ή λοιπών εκ των εξορυσσόμενων μεταλλευμάτων ή λατομικών ορυκτών ενεργείται σε ειδικούς προς τούτο χώρους.

Πάσα εκ των ερευνών ή εκ της εκμεταλλεύσεως προκαλεί στο δάσος ή σε δασικές εκτάσεις ζημία αποκαθίσταται ως προς την κατά το άρθρο 47 παρ. 4 μελέτη. Η έχουσα την εκμετάλλευση επιχείρηση υποχρεώνεται να προβαίνει περιοδικώς σε αποκατάσταση του τοπίου και της δασικής βλαστήσεως με εφαρμογή προγράμματος αναδασώσεως το οποίο εγκρίνεται από την δασική αρχή.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Α) ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Ιστορική εξέλιξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ)

Τα χωρικά δεδομένα και οι μέθοδοι αποτύπωσης και διανομής της γης απασχόλησαν τις ανθρώπινες κοινωνίες από τη στιγμή που ο άνθρωπος σταμάτησε τη νομαδική ζωή και άρχισε τη δημιουργία οργανωμένων οικισμών.

Με την πάροδο των αιώνων αναπτύχθηκαν οι διάφορες επιστήμες και ανάμεσα σε αυτές η Γεωδαισία και η Χαρτογραφία. Η επιστημονική και συστηματική ανάπτυξη των ΓΣΠ άρχισε από τις δεκαετίες του '40 και του '50. Στα μέσα περίπου της δεκαετίας του '60 αναφέρονται οι πρώτες εφαρμοσμένες και ολοκληρωμένες προσπάθειες. Αρχίζει ανάπτυξη των ΓΣΠ με τη συνεργασία πολλών επιστημόνων διάφορων εθνικοτήτων, αφού ήδη αποτελεί κοινό τόπο το γεγονός ότι τα ΓΣΠ αποτελούν εργαλεία για πολλές επιστημονικές εφαρμογές σε διάφορους κλάδους επιστημών. Ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των ΓΣΠ δείχνουν τόσο τοπικές αρχές, όσο και κυβερνήσεις πολλών προηγμένων κρατών, βλέποντας τα ΓΣΠ ως εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων. Σύντομα άρχισε να γίνεται συστηματική αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχουν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οπότε και η εξέλιξη των ΓΣΠ υπήρξε ραγδαία. Τις τελευταίες δεκαετίες αναπτύχθηκαν πολλά ΓΣΠ για το σχεδιασμό χρήσεων γης, τη διαχείριση φυσικών πόρων, τη διαχείριση έργων υποδομής αλλά και για χαρτογραφικές και κτηματολογικές εφαρμογές.

Τα ΓΣΠ δεν αποτελούν πλέον απλά μια τεχνολογία παραγωγής ψηφιακών προϊόντων (χάρτες, πίνακες κ.λ.π.). Αντίθετα, παρέχουν δυνατότητες συσχέτισης μεταξύ αναγκών και πληροφοριών για την κάλυψη οργανωτικών και διαχειριστικών λειτουργιών. Ακόμη, ορισμένα ΓΣΠ παρέχουν τη δυνατότητα δημιουργίας μοντέλων που ορίζουν τις σχέσεις μεταξύ χωρικών πληροφοριών και περιγραφικών πληροφοριών. Σαν αποτέλεσμα

προκύπτει η δυνατότητα πρόβλεψης φαινομένων με βάση τα μοντέλα συσχετίσεων που περιέχονται στη βάση πληροφοριών του ΓΣΠ ή η δημιουργία υποθετικών καταστάσεων για τον έλεγχο και την αύξηση κυρίως των κρατικών μηχανισμών, (Μπαντέλλας, Σαββαΐδης, Υφαντής, Δούκας, 1996).

Η δομή ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών.

Η αξιόπιστη λειτουργία ενός ΓΣΠ εξαρτάται από τρία σημαντικά τμήματα που μπορεί να θεωρηθεί ότι το απαρτίζουν:

1. Τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό
2. Το κατάλληλο λογισμικό
3. Την κατάλληλη οργάνωση του περιβάλλοντος εργασίας.

Τα τρία τμήματα του ΓΣΠ πρέπει να βρίσκονται σε βέλτιστη σχέση μεταξύ τους για την αποδοτική λειτουργία του συστήματος.

Ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός ενός ΓΣΠ αποτελείται από:

- Α. Τον ηλεκτρονικό υπολογιστή που μπορεί να είναι ένας σταθμός εργασίας ή απλό PC. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει εγκατεστημένο τοπικό δίκτυο υπολογιστών (Local Area Network, LAN) για την ταυτόχρονη εργασία πολλών χρηστών. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής συνοδεύεται από την οθόνη στην οποία απεικονίζονται τα δεδομένα (χωρικά ή μη) του συστήματος και τα αποτελέσματα.
- Β. Τις συσκευές εισόδου πληροφοριών και δεδομένων, που μπορεί να είναι ψηφιοποιητές (digitizers), σαρωτές (scanners), αλλά και οποιαδήποτε συσκευή παρέχει ψηφιακά αποτελέσματα κάποιων μετρήσεων ή και κάμερα video.
- Γ. Τις συσκευές εξόδου, που είναι συνήθως εκτυπωτές (printers) διαφόρων ειδών (dot matrix, laser, inkjet, μονόχρωμοι ή έγχρωμοι) και σχεδιογράφοι (plotter) διαφόρων ειδών (διανυσματικοί με πενάκια, inkjet, θερμοηλεκτρικοί).
- Δ. Τις συσκευές αποθήκευσης των δεδομένων, που μπορούν να χωριστούν σε συσκευές που χρησιμοποιούνται για να δημιουργούνται αντίγραφα ασφαλείας των δεδομένων (tape streamer, optical disk,

CDs) και σε αυτές που περιέχουν τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία του ΓΣΠ. Οι τελευταίες μπορεί να είναι μαγνητικοί δίσκοι μεγάλης χωρητικότητας (Hard disk), οπτικοί δίσκοι κ.α. Εκτός από τη μεγάλη χωρητικότητα, απαιτείται και μικρός χρόνος πρόσβασης στις συσκευές αυτές για την καταγραφή ή τη λήψη μιας πληροφορίας,

Το λογισμικό αποτελείται συνήθως από ξεχωριστά υποπρογράμματα που το καθένα εκτελεί διαφορετική εργασία, αλλά όλα συνεργάζονται μεταξύ τους. Τέτοια υποπρογράμματα μπορεί να εκτελούν ενδεικτικά τις παρακάτω εργασίες:

1. Έλεγχο της διαδικασίας εισόδου δεδομένων (γραφικών) με ψηφιοποίηση ή σάρωση ή υπολογισμό από μετρήσεις υπαίθρου.
2. Έλεγχο της διαδικασίας εισόδου περιγραφικών δεδομένων.
3. Αποθήκευση στις βάσεις γραφικών και περιγραφικών δεδομένων.
4. Ανάλυση των δεδομένων σε ότι αφορά τη θέση τους, τις σχέσεις μεταξύ τους και τις ιδιότητες.
5. Διάφορες επεξεργασίες μετατροπής των ιδιοτήτων ή της εμφάνισης διαφόρων δεδομένων, όπως μετασχηματισμοί από ένα προβολικό σύστημα σε ένα άλλο, αλλαγή κλίμακας κ.λ.π.
6. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων και εκτύπωση αυτών με διάφορες μορφές (χάρτες, τρισδιάστατες απεικονίσεις, πίνακες, χάρτες με γραφήματα, χάρτες με διάφορες πληροφορίες κ.λ.π.).
7. Δυνατότητες προσαρμογής του ΓΣΠ σε ειδικές ανάγκες του χρήστη μέσα από μια διαδικασία προγραμματισμού με ιδιαίτερη γλώσσα ή κοινή γλώσσα προγραμματισμού. (π.χ. C ή C⁺⁺). (Μπαντέλας κ.α., 1996).

Σύμφωνα με τους Moore και Chow (1987) (από Καρτέρη 1993), τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, είναι τα εξής:

A) Πλεονεκτήματα

- Τα δεδομένα διατηρούνται σε ψηφιακή μορφή (π.χ. σε σκληρό δίσκο, δισκέττες κ.λ.π.) με αποτέλεσμα αφενός μεν να καταλαμβάνουν μικρό χώρο, αφετέρου δε να είναι εύχρηστα.

- Οι γεωγραφικές βάσεις δεδομένων είναι ποσοτικές πληροφορίες οι οποίες είναι δυνατόν να καταχωρούνται κατά οποιοδήποτε γεωγραφική μονάδα ή διάταξη π.χ. κατά νομό, κατά κοινοτική ή δημοτική περιφέρεια, κατά τοπογραφικό ή γεωλογικό φύλλο χάρτη, κατά συγκεκριμένο δίκτυο κανάβου κ.λ.π.
- Γεωγραφικές βάσεις δεδομένων είναι δυνατόν να δημιουργηθούν για οποιοδήποτε αντικείμενο χαρακτηριστικό, ιδιότητα ή συνδυασμούς αυτών. Υπάρχοντα δεδομένα είναι δυνατόν να ενσωματωθούν, με ή χωρίς αλλαγές και μεπεξεργασία, στη βάση δεδομένων, εφόσον είναι κατά χώρο προσανατολισμένα.
- Τα υπάρχοντα ηλεκτρονικά όργανα και λογισμικά, επιτρέπουν διάφορες μορφές επεξεργασίας, όπως μετρήσεις, χαρτογραφικές επικαλύψεις, μετατροπές κ.λ.π.
- Γρήγορος και επαναλαμβανόμενος αναλυτικός έλεγχος ή εξέταση θεωρητικών μοντέλων για την εκτίμηση επιστημονικών κριτηρίων.
- Οι διάφορες μορφές εξαγόμενων αποτελεσμάτων παράγονται πολύ γρήγορα, αποτελούνται από μεμονωμένα ή σύνθετα θέματα, για οποιαδήποτε γεωγραφική θέση της βάσης δεδομένων και σε οποιαδήποτε κλίμακα.
- Εύκολη ενημέρωση της βάσης δεδομένων η οποία επιτρέπει τον αποτελεσματικότερο εντοπισμό και ανάλυση των αλλαγών που έγιναν σε δύο ή περισσότερες περιόδους.
- Πολλές μορφές ανάλυσης πραγματοποιούνται με πολύ μικρότερο κόστος απ' ότι με τις κλασσικές μεθόδους. Παραδείγματος χάρη, στην περίπτωση συνδυασμού πολλών θεματικών χαρτών ή του υπολογισμού των εκθέσεων και κλίσεων από έναν τοπογραφικό χάρτη.
- Όλες οι αναλύσεις γίνονται κατά αντικειμενικό τρόπο, τα δε αποτελέσματα παράγονται αυτόματα.

B) Μειονεκτήματα

- Το αρχικό κόστος απόκτησης του συστήματος καθώς και της τεχνικής υποστήριξης και συντήρησης αυτού, είναι αρκετά υψηλό.

- Η αποτελεσματικότερη χρήση του συστήματος προϋποθέτει την άρτια εκπαίδευση του κατάλληλου προσωπικού
- Υπάρχουν προβλήματα κατά τη μετατροπή και καταχώρηση ορισμένων προϋπάρχοντων δεδομένων σε συγκεκριμένη βάση δεδομένων.

Τα δεδομένα που εισάγονται - μέσω της διαδικασίας της ψηφιοποίησης και αφού υποστούν τις απαραίτητες διορθώσεις - χρησιμοποιούνται στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, ανάλογα με την φύση και το περιεχόμενο τους διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

Τα χωρικά δεδομένα τα οποία χαρακτηρίζονται αποκλειστικά από τη θέση τους στο χώρο σε σχέση με κάποιο σύστημα συντεταγμένων. Διακρίνονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

1. Σημειακά δεδομένα, όπως εμφανίσεις κοιτασμάτων και θέσεις γεωτρήσεων.
2. Γραμμικά δεδομένα, όπως ρήγματα και κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου.
3. Επιφανειακά δεδομένα τα οποία καταλαμβάνουν μια κλειστή έκταση.
4. Δεδομένα αναγλύφου ή τρισδιάστατα, τα οποία καταλαμβάνουν όχι μόνο μια συγκεκριμένη επιφάνεια, αλλά εκτείνονται και στο χώρο. Περιλαμβάνουν δηλαδή επιφάνειες καθώς και κατακόρυφες ή τρίτης διάστασης (z) συντεταγμένες. Έχουν δηλαδή μήκος, έκταση και ύψος. Τέτοια περίπτωση είναι η τρισδιάστατη εμφάνιση ενός χάρτη κλίσεων ή γενικότερα η προσομοιωμένη τρισδιάστατη εμφάνιση του αναγλύφου.

Τα μη χωρικά ή περιγραφικά δεδομένα, τα οποία σχετίζονται ή περιγράφουν τα χαρακτηριστικά ή τις ιδιότητες της υπόψης χωρικής θέσης. Έτσι π.χ. η θέση μιας ισοϋψούς καμπύλης πάνω στο χάρτη είναι χωρική πληροφορία, ενώ ο χαρακτηρισμός της με βάση το υψόμετρο της, μη χωρική.

B) ΠΡΟΒΟΛΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας ενός χάρτη είναι το σύστημα προβολής του, με το οποίο η σφαιρική τρισδιάστατη επιφάνεια της Γης μεταμορφώνεται σε ένα επίπεδο δυοδιάστατο χάρτη. Η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι μπορούμε να προβάλλουμε τη σφαίρα (ή για την ακρίβεια το ελλειψοειδές) σε μια από τις εξής επιφάνειες: την επίπεδη επιφάνεια, τον κύλινδρο και τον κώνο και μετά, αφού τις “απλώσουμε”, να δημιουργήσουμε το χάρτη. Προβολές σε αυτές τις επιφάνειες ονομάζονται αζιμουθιακές, κυλινδρικές και κωνικές αντίστοιχα.

Ο απλούστερος τρόπος αξιολόγησης μιας προβολής είναι το είδος και ο βαθμός παραμόρφωσης που δημιουργεί. Με βάση το κριτήριο αυτό, που από τη σκοπιά των ΓΣΠ είναι το πλέον σημαντικό, αφού ο βασικός στόχος τους είναι η χωρική ανάλυση και τελικά ο σχεδιασμός, οι διάφορες προβολές μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ομάδες. Στις σύμμορφες, στις ίσης επιφανείας και στις ίσων αποστάσεων.

Από τη σκοπιά των ΓΣΠ οι προβολές των χαρτών παίζουν ένα σημαντικό ρόλο για τους εξής λόγους:

- Όσο μεγαλύτερη είναι η περιοχή μελέτης τόσο σπουδαιότερα είναι τα σφάλματα εξαιτίας της χαρτογραφικής προβολής. Για παράδειγμα, στην κλίμακα 1:20.000 τα σφάλματα είναι ήδη υπαρκτά, αλλά σε μικρότερες κλίμακες, όπως 1:1.000.000, είναι σημαντικά.
- Οι προβολές που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι προσαρμοσμένες στις ανάγκες των εφαρμογών των ΓΣΠ. Για παράδειγμα, αν η κατεύθυνση είναι σημαντική, τότε προφανώς πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια σύμμορφη προβολή. Ανάλογα, αν η ανάλυση μέσω του ΓΣΠ αφορά σύγκριση ή υπολογισμό επιφανειών ή τιμές που βασίζονται σε επιφάνειες (π.χ. πυκνότητες), τότε η χρήση μιας ίσης επιφανείας προβολής είναι επιβεβλημένη.
- Αναλυτικές λειτουργίες που ο Chou (1997) ονομάζει πολλαπλών επιπέδων (π.χ. επικάλυψη) δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν, όταν

οι χάρτες για τα διαφορετικά θεματικά επίπεδα δεν έχουν την ίδια προβολή.

- Επειδή δεν είναι δυνατόν όλοι οι αναγκαίοι σε ένα ΓΣΠ χάρτες να έχουν προέλθει από την ίδια προβολή, τα ΓΣΠ πρέπει να διαθέτουν τη δυνατότητα να μετατρέπουν δοσμένες συντεταγμένες σε διαφορετικές χαρτογραφικές προβολές. Αντίστροφα, θα πρέπει να μπορούν από τις χαρτογραφικές συντεταγμένες μιας προβολής να υπολογίζουν γεωγραφικά πλάτη και μήκη.
- Πολλές χώρες (π.χ, οι Η.Π.Α.) χρησιμοποιούν αποκλειστικά ένα συγκεκριμένο σύστημα συντεταγμένων, που βασίζεται σε συγκεκριμένη χαρτογραφική προβολή με βάση ένα συγκεκριμένο γεωϊδές ή ένα συγκεκριμένο datum. Εάν ο χρήστης κάνει το βασικό λάθος να συγκρίνει ή να χρησιμοποιεί χάρτες με διαφορετική προβολή, βασισμένη σε διαφορετικό ελλειψοειδές και με διαφορετικό datum, η εφαρμογή θα έχει σίγουρα πολλά και πολύπλοκα προβλήματα. Τα παραπάνω είναι ιδιαίτερα σημαντικά, όταν τα στοιχεία του ΓΣΠ είναι αποτέλεσμα ψηφιοποίησης διαφορετικών χαρτών από διαφορετικές πηγές. (Κουτσόπουλος, 2002).

Στην Ελλάδα έχει καθιερωθεί τα τελευταία χρόνια το Νέο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987 (ΕΓΣΑ 85, GGRS 87), το οποίο χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές GRS 80 και τοποθετήθηκε με παράλληλη μετάθεση ως προς το Παγκόσμιο Σύστημα BTS 87; έτσι ώστε να προσαρμόζεται καλύτερα στο γεωειδές που καλύπτει τον ηπειρωτικό χώρο της Ελλάδος. Ως προβολικό σύστημα χρησιμοποιείται η εγκάρσια Μερκατορική Προβολή σε μια ζώνη με κεντρικό μεσημβρινό $\lambda=24^\circ$ και συντελεστή κλίμακας κατά μήκος του κεντρικού μεσημβρινού ίσο με 0,9996. Το ΕΓΣΑ 87, ορίσθηκε με βάση τα πλέον πρόσφατα γεωδαιτικά στοιχεία και παρέχει ένα ενιαίο και μοναδικό σύστημα συντεταγμένων για όλο τον ελλαδικό χώρο. Το προφανές πλεονέκτημα του γεγονότος αυτού είναι η δυνατότητα ενιαίας αναλυτικής έκφρασης των κάθε είδους πληροφοριών που σχετίζονται με το χώρο για όλη την Ελλάδα, χωρίς μετασχηματισμούς που είναι απαραίτητοι σε παλαιότερα συστήματα. Ακόμη το ΕΓΣΑ 87 δίνει τη δυνατότητα άμεσης εφαρμογής του

δορυφορικού συστήματος εντοπισμού θέσης GPS (Global Positioning System), αφού είναι απόλυτα συμβατό με το Παγκόσμιο Σύστημα WGS 84 που χρησιμοποιείται από το GPS.

Το ΕΓΣΑ 87 έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια για όλες τις νέες γεωδαιτικές εργασίες που γίνονται στην Ελλάδα, αναμένεται δε να είναι επαρκές για τα επόμενα είκοσι χρόνια. (Μπαντέλλας κ.α, 1995).

Γ) ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Τα μοντέλα αυτά είναι μια ψηφιακή αναπαράσταση της μεταβλητότητας του ανάγλυφου στο χώρο. Χρησιμοποιούνται δε για την ανάλυση της τοπογραφίας μιας περιοχής. Στη διεθνή βιβλιογραφία τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους αναφέρονται με διάφορους άλλους όρους όπως DTM (Digital Terrain Model), DTD (Digital Terrain Data) και DTED (Digital Terrain Elevation Data).

Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις εφαρμογών όπως:

- Για τη βελτίωση της ταξινόμησης των δορυφορικών δεδομένων με την εισαγωγή αυτών ως πρόσθετα, βοηθητικά δεδομένα (υψόμετρα, κλάσεις, εκθέσεις)
- Για το σχεδιασμό των οδικών αξόνων καθώς και τον υπολογισμό των εκχωματώσεων και επιχωματώσεων
- Για την παραγωγή χαρτών, υψομέτρων, κλίσεων, εκθέσεων, τρισδιάστατου αναγλύφου κ.λ.π.
- Για το σχεδιασμό της κατά χώρο κατανομής των πυροφυλακίων, των θέσεων θέας
- Για την κατασκευή ψηφιακών τοπογραφικών χαρτών
- Για την ομαδοποίηση και καταμέτρηση χαρακτηριστικών ή αντικειμένων κατά κλάσεις υψομέτρων, κλίσεων ή εκθέσεων
- Για την διευκόλυνση υδρονομικών μελετών (υδρογραφικό δίκτυο, όρια λεκάνης απορροής κ.λ.π.)

Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους παράγονται με την ψηφιοποίηση τοπογραφικών χαρτών, τη φωτογραμμετρική ανάλυση αεροφωτογραφιών και πρόσφατα με την ανάλυση στερεοζεύγων

δορυφορικών δεδομένων όταν είναι επιθυμητή η χονδρική αναπαράσταση του αναγλύφου. (Καρτέρης, 1993).

Δ) ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Η Τηλεπισκόπηση και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρ'ότι στην αρχή αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα, σήμερα θεωρούνται από όλους ως πολύ στενά συνδεδεμένα επιστημονικά δεδομένα.

Σύμφωνα με τον Καρτέρη (1993), οι σημαντικότεροι λόγοι που υποστηρίζουν αυτή τη σχέση, είναι οι εξής:

- Η Τηλεπισκόπηση αποτελεί σημαντική πηγή πληροφοριών για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.
- Η μορφή των δεδομένων Τηλεπισκόπησης είναι συμβατή με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.
- Η Τηλεπισκόπηση δίνει δεδομένα πρόσφατα και με χαμηλό κόστος. Αυτό εξυπηρετεί την ενημέρωση της βάσης των δεδομένων των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.
- Πολλά δεδομένα των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών χρησιμοποιούν παρόμοια όργανα για την επεξεργασία των δεδομένων και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Στην πράξη βεβαίως υπάρχουν τεχνικά προβλήματα τα οποία επηρεάζουν την αποτελεσματική εισαγωγή και χρήση των δορυφορικών δεδομένων στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Αυτά είναι:

- Ο συνδυασμός των δορυφορικών δεδομένων τα οποία είναι σε μορφή κανάβου, με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών τα οποία αποθηκεύουν δεδομένα σε διανυσματική μορφή, είναι αρκετά δύσκολος. Αν και υπάρχουν Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών τα οποία μετετρέπουν τις δύο μορφές δεδομένων (από κανάβο σε διάνυσμα και αντίστροφα), παρόλα αυτά η μετατροπή της χονδρικής διακριτικής ικανότητας των δορυφορικών δεδομένων σε διανυσματική μορφή, συνοδεύεται με τη δημιουργία διαφόρου μεγέθους σφαλμάτων.

- Η γεωγραφική και γεωμετρική ακρίβεια των δορυφορικών δεδομένων είναι στις περισσότερες περιπτώσεις διαφορετική από τα δεδομένα τα οποία συλλέγησαν από τις αεροφωτογραφίες ή με επίγειες παρατηρήσεις. Επομένως ο συνδυασμός αυτών δημιουργεί τυχαία σφάλματα εξαιτίας της μη ακριβούς σύμπτωσης των αντίστοιχων χαρακτηριστικών π.χ. όρια πολυγώνων.
- Ορισμένες κατηγορίες ταξινόμησης στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ίσως δεν αντιστοιχούν σε αυτές που αναγνωρίζονται με τα δορυφορικά δεδομένα.
- Για την επιχειρησιακή διαχείριση των φυσικών πόρων σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο, ο ολοκληρωμένος συνδυασμός της τηλεπισκόπησης με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών απαιτεί, εκτός από την αξιολογή εκπαίδευση του προσωπικού, ένα αρκετά ισχυρό ηλεκτρονικό σύστημα (υπολογιστής και περιφερειακά) με δυνατότητα επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων καθώς και παρουσίασης των αποτελεσμάτων της ανάλυσης σε επιθυμητή μορφή. Ίσως όμως το πιο σημαντικό όλων είναι ότι, όπως όλα τα συστήματα των νέων και αναπτυσσόμενων τεχνολογιών, η ανάπτυξη, σε επιχειρησιακό επίπεδο του συνδυασμού Τηλεπισκόπηση/ Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, απαιτεί σοβαρές διοικητικές αποφάσεις, οι οποίες προϋποθέτουν την πλήρη ενημέρωση και αποδοχή εκ μέρους των υπευθύνων, της νέας αυτής τεχνολογίας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΔΟΡΥΦΟΡΟΣ SPOT

Ο δορυφόρος SPOT (Satellite Probatoire pour l' Observation Terrestre) σχεδιάστηκε από τη Γαλλική Κυβέρνηση το 1978 με τη συμμετοχή της Σουηδίας και του Βελγίου υπό την επίβλεψη του Κέντρου Διαστημικών Ερευνών της Γαλλίας. Είναι ένα λειτουργικό και εμπορικό σύστημα τηλεπισκόπησης.

Ο SPOT (βάρους 1750 kg. και διαστάσεων 2*2*3,5 m) διαγράφει ηλιοσύγχρονη κυκλική τροχιά (sun-synchronous), σε ύψος 832 km, με γωνία κλίσης 98,7° (στον Ισημερινό). Ο δορυφόρος τέμνει τον Ισημερινό στις 10.30' π.μ. (τοπική ώρα) και «σαρώνει» ολόκληρη την Γη σε 26 ημέρες.

Όπως προαναφέρθηκε ο δορυφόρος SPOT είναι εφοδιασμένος με δύο συστήματα καταγραφής. Καθένας από τους δύο σαρωτές; HRV₁ και HRV₂ σαρώνει τη Γη σε ζώνη πλάτους 60 km. Επομένως μια πλήρης εικόνα (scene) SPOT καλύπτει έκταση 60 km*60 km όταν η οπτική γωνία του SPOT πλησιάζει το μηδέν (η διεύθυνση του κατόπτρου σαρώσεως του SPOT πλησιάζει την κατακόρυφο). Αντίθετα σε εικόνες που καταγράφονται με μεγαλύτερη οπτική γωνία (+/- 27°) η εικόνα καλύπτει έκταση 60 * 80 km.

Η μια ζώνη σαρώσεως με την άλλη έχει επικάλυψη 3 km. Έτσι η συνολική ζώνη σαρώσεως από τους δύο σαρωτές είναι 117 km

Τα πλεονεκτήματα του SPOT σε σχέση με άλλους δορυφόρους είναι :

1. Η υψηλή διακριτική ικανότητα των εικόνων (10 m στις πανχρωματικές και 20 m στις πολυφασματικές)
2. Η ικανότητα των δεκτών (κατόπτρων) του να περιστρέφονται μέχρι 27° από Ανατολή προς Δύση, γύρω από κατακόρυφο άξονα. Η κίνηση αυτή του σαρωτή προσφέρει τη δυνατότητα να σαρώνεται ένας γήινος στόχος (αντικείμενο) από πολλές οπτικές γωνίες (τροχιές). Το πλεονέκτημα αυτό μας δίνει την ευκαιρία να μπορούμε να κάνουμε

στερεοσκοπικές παρατηρήσεις με ζεύγη εικόνων SPOT που λήφθηκαν από διαφορετικές γωνίες σε σχέση με την κατακόρυφο. Δηλαδή εικόνες της ίδιας ζώνης σαρώσεως (τμήματος του αναγλύφου της Γης) που λήφθηκαν από δύο διαφορετικές τροχιές του SPOT. Στερεοζεύγη μπορούν να καταγραφούν από τον κατοπτρικό σαρωτή (ανιχνευτή) σε οποιαδήποτε γωνία μεταξύ -27° και $+27^\circ$. Για ζεύγος εικόνων που καταγράφουν την ίδια περιοχή (ζώνη) σε γωνίες -24° (από σαρωτή που “σκόπευε/σάρωνε” προς Δυσμάς, ο λόγος βάσης/υψομέτρου είναι 1.

Η προσφορά της τρίτης διάστασης στις εικόνες SPOT είναι σημαντική στις χαρτογραφικές εφαρμογές, όπως στην κατασκευή γεωμορφολογικών, γεωλογικών, εδαφολογικών ή τοπογραφικών χαρτών.

Τα δεδομένα SPOT (σε κωδικοποιημένη ψηφιακή μορφή) καταγράφονται (λαμβάνονται) στους τηλεμετρικούς επίγειους σταθμούς λήψης δεδομένων και στη συνέχεια υφίστανται μια προεπεξεργασία (preprocessing) πριν δοθούν στους χρήστες. Η προεπεξεργασία γίνεται με ένα από τα παρακάτω τέσσερα στάδια

-Στο στάδιο 1 Α γίνεται εξισορρόπηση (equalization) των ανιχνευτών σε κάθε φασματική ζώνη. Τα δεδομένα του σταδίου αυτού είναι κατάλληλα για χρήστες που θέλουν δεδομένα, στα οποία έχουν γίνει οι λιγότερες δυνατές διορθώσεις. Αυτά είναι κατάλληλα για εφαρμογές (μελέτες) που γίνονται με τη βοήθεια stereoplotters και άλλα φωτογραμμετρικά όργανα.

-Στο στάδιο 1 Β γίνονται ραδιομετρικές και γεωμετρικές διορθώσεις. Τα δεδομένα του σταδίου αυτού είναι βασικά για τη φωτοερμηνεία και θεματική ανάλυση (χαρτογράφηση). Στο στάδιο αυτό είναι δυνατή η χορήγηση στερεοσκοπικών ζευγών εικόνων που παρουσιάζουν παράλλαξη ανάλογα με τη γωνία λήψης (σάρωσης) κάθε εικόνας. Ο ακριβής εντοπισμός σημείων στις εικόνες του σταδίου αυτού είναι 1500 m (rms) για κατακόρυφες εικόνες.

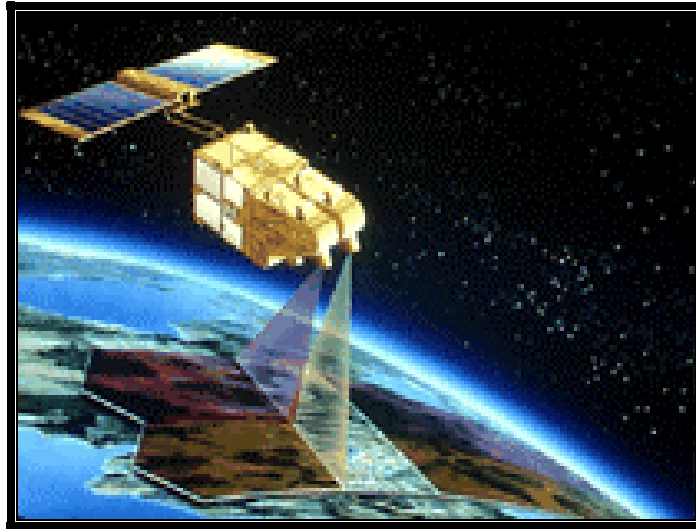
-Το στάδιο 2 είναι ένα στάδιο ακριβούς επεξεργασίας εικόνων. Σ' αυτό οι ραδιομετρικές διορθώσεις του σταδίου 2 γίνονται σε δύο διαστάσεις βασιζόμενες σε 6 μέχρι 9 σημεία ελέγχου (control points/G.C.Ps) ανά πλήρη εικόνα (scene). Η εικόνα SPOT διορθώνεται (προσαρμόζεται) ανάλογα με δεδομένες χαρτογραφικές προβολές. Η ακρίβεια εντοπισμού σημείων είναι της τάξης των 50 m αλλά από κατακόρυφες εικόνες. Στο στάδιο αυτό δεν

γίνονται διορθώσεις παραμορφώσεων που οφείλονται στο ανάγλυφο. Έτσι πιο ακριβείς εικόνες είναι αυτές που λήφθηκαν από κατακόρυφο θέση του σαρωτή. Οι εικόνες που προσφέρονται στο στάδιο αυτό είναι προσανατολισμένες στο γεωγραφικό βορρά.

-Στο στάδιο 5 γίνεται διόρθωση της εικόνας του SPOT σε σχέση με σημεία ελέγχου (λεπτομέρειες) του αναγλύφου που εμφανίζονται σε μια άλλη εικόνα που παρουσιάζει διακριτική ικανότητα 5 ή 10 m (ανάλογα με το είδος της εικόνας) έτσι ώστε να μπορέσει να επιβεβαιωθεί η ακρίβεια καταγραφής της πρώτης (εικόνας SPOT). Οι εικόνες αυτές προορίζονται για διαχρονικές (multidate) μελέτες και παρατηρήσεις από τους χρήστες.

Ο Γαλλικός δορυφόρος SPOT-4 εκτοξεύθηκε το 1998 με τον πύραυλο. Η βασική διαφορά με τους προηγούμενους δορυφόρους, SPOT 1,2,3 που εκτοξεύθηκαν το 1986,1992, 1993, αντίστοιχα είναι ότι αντί των δύο απεικονιστών HRV (High Resolution Visible), ο SPOT-4 φέρει τον απεικονιστή HRV-IR (High Resolution Visible and Infrared) ο οποίος καταγράφει επιπλέον τη φασματική ζώνη 1,5-1,75μm, με χωρική διακριτική ικανότητα 20 μ, ενώ προβλέπεται ότι θα βελτιώσει σημαντικά τις εφαρμογές του δορυφόρου στους τομείς της εδαφολογίας, γεωλογίας, γεωργίας και περιβάλλοντος. (Αστάρης, 1986).

Επίσης ο SPOT-4 φέρει και ένα νέο απεικονιστή με χωρική διακριτική ικανότητα 1,1*1,1χλμ που ονομάζεται "VEGETATION". Ο απεικονιστής αυτός προβλέπεται να φέρει σημαντικές αλλαγές στον τομέα της ημερήσιας καταγραφής της επιφάνειας της γης, γιατί θα μειώσει τα μειονεκτήματα των εικόνων του δορυφόρου NOAA, με την καλύτερη ραδιομετρία και γεωμετρία της εικόνας, καθώς και με τη δυνατότητα του συνδυασμού των εικόνων του απεικονιστή VEGETATION με τις υψηλής χωρικής διακριτικής ικανότητας εικόνες του HRV-IR. Ο απεικονιστής VEGETATION θα καταγράφει την επιφάνεια της γης σε 4 φασματικές ζώνες, περίπου ίδιες ή ακριβώς ίδιες με αυτές του απεικονιστή HRV-IR. Οι 4 αυτές ζώνες είναι : (1) μπλε 0,43-0,47 μm, (2) ερυθρή 0,61-0,68 μm, (3) εγγύς υπέρυθρη 0,78-0,79 μm, (4) ανώτερη υπέρυθρη 1,58-1,75 μm. (Συλλαίος, 2000).



Φωτ 1: Καλλιτεχνική απεικόνιση του δορυφόρου SPOT (από
Internet: www.cnes.fr)

10. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής ειδίκευσης χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα αρχικά επίπεδα πληροφοριών:

- 1) Ισοϋψείς καμπύλες ευρύτερης περιοχής μελέτης, ισοδιάστασης 20m.
- 2) Ισοϋψείς καμπύλες της περιοχής του λατομείου πριν την εξόρυξη, ισοδιάστασης 20m.
- 3) Ισοϋψείς καμπύλες της περιοχής του λατομείου μετά την εξόρυξη, ισοδιάστασης 20m.
- 4) Τριγωνομετρικά σημεία περιοχής μελέτης.
- 5) Θέσεις παρατηρητών.
- 6) Εκτάσεις οικισμών, λατομείου, στρατοπέδου.

Από αυτά τα επίπεδα προέκυψαν τα εξής νέα στοιχεία (χάρτες και τρισδιάστατες απεικονίσεις) και συμπεράσματα:

1. Ψηφιακά μοντέλα αναγλύφου της περιοχής του λατομείου Καμήλα και της ευρύτερης περιοχής.

Με τη βοήθεια του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2., έγινε ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών που απαντούν στα φύλλα των χαρτών ΚΙΛΚΙΣ, ΛΑΧΑΝΑ, της Γ.Υ.Σ., κλίμακας 1:50.000 και των τοπογραφικών διαγραμμάτων: α) «Χάρτης Χρονικής Προτεραιότητας Αποκατάστασης» και β) «Γενική Αποτύπωση λατομείων ορεινού όγκου Ντεβε Κοράν περιοχής Δρυμού Θεσσαλονίκης», κλίμακας 1:5000. Στη συνέχεια παρήχθησαν τα ΨΜΑ (DEMs), δηλαδή αναπαραστάσεις μορφής κανάβου (raster) μιας συνεχούς επιφάνειας με μέγεθος εικονοστοιχείου 20*20 m.

2. Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου του λατομείου Καμήλας

Ο χάρτης αυτός προέκυψε από το υποπρόγραμμα (extension) SpatialAnalyst του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2. με βάση το ΨΜΑ (DEM) του λατομείου μετά την εξόρυξη (Χάρτης 6.1.2.). Ο χάρτης αυτός χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή των χαρτών ορατότητας (Χάρτης 6.5.2.1., Χάρτης 6.5.2.2., Χάρτης 6.5.2.3.) βελτιώνοντας σε πολύ μεγάλο βαθμό τη ρεαλιστικότητά τους.

3. Χάρτες κλίσεων του αναγλύφου.

Από την επεξεργασία των δύο ψηφιακών μοντέλων αναγλύφου (DEMs), πριν και μετά την εξόρυξη του ασβεστολίθου, δημιουργήθηκαν δύο χάρτες κλίσεων του λατομικού χώρου. Στη συνέχεια ακολούθησε σύγκριση των δύο χαρτών και διαπιστώθηκε ότι η εξορυκτική δραστηριότητα αύξησε σε μεγάλο βαθμό το επί τοις εκατό (%) ποσοστό των κλίσεων στην περιοχή μελέτης διαμορφώνοντας ένα νέο ανθρωπογενές ανάγλυφο.

4. Χάρτης προσανατολισμού των κλιτύων του λατομείου.

Με τη βοήθεια του υποπρογράμματος Spatial Analyst, του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2., έγινε επεξεργασία του ΨΜΑ του λατομείου μετά την εξόρυξη και προέκυψε ο χάρτης προσανατολισμού των κλιτύων (Χάρτης 6.5.4.1.). Ο χάρτης αυτός μας οδήγησε στο συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των τεχνητά διαμορφωμένων κλιτύων του λατομείου δεν έχει το σωστό προσανατολισμό δηλαδή Β-ΒΔ όπου αναπτύσσεται πιο πυκνή η βλάστηση λόγω μεγαλύτερης υγρασίας. Συγκεκριμένα, οι κλιτύες έχουν προσανατολισμό Ν-ΝΔ, όπου στον προσανατολισμό αυτό η ηλιοφάνεια είναι μεγαλύτερη από εκείνη των Β-ΒΔ κλιτύων, οπότε μειώνει την υγρασία του εδάφους.

5. Χάρτης αποκατάστασης αναβαθμίδων (θαμνοφυτεύσεις-δενδροφυτεύσεις)

Το ψηφιοποιημένο επίπεδο των τοπογραφικών διαγραμμάτων κλίμακας 1:5000 χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του χάρτη αναβαθμίδων (Χάρτης 6.5.1.1.). Ο χάρτης αυτός παριστάνει την διαχρονική θαμνοφύτευση-δενδροφύτευση των αναβαθμίδων από το 1981 μέχρι το 2002.

6. Χάρτης υπολογισμού του όγκου του απολήψιμου υλικού.

Τα δύο παραγόμενα ΨΜΑ (DEMs) της περιοχής του λατομείου, πριν και μετά την εξόρυξη, εισήχθησαν στην “εφαρμογή” ArcToolbox του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2.. Το παραγόμενο προϊόν είναι ένας χάρτης στον οποίο αποτυπώνονται τα σημεία στα οποία παρατηρήθηκε απόληψη υλικού καθώς και τα σημεία στα οποία παρατηρήθηκε απόθεση

υλικού. Μαζί με το τελικό αρχείο κανάβου (raster) δημιουργήθηκε και ένα αρχείο τύπου txt το οποίο μας έδωσε αριθμητικά τον όγκο του απολήψιμου υλικού στο διάστημα λειτουργίας του λατομείου. Πιστεύουμε ότι τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας αυτής θα βοηθήσουν στον ακριβέστερο υπολογισμό του απολήψιμου υλικού (ασβεστολίθου) από την εταιρεία Α.Ε. Δρυμός (INTERΜΠΕΤΟΝ). Επίσης, η μεθοδολογία αυτή θα βοηθήσει την παραπάνω εταιρεία να υπολογίσει τα μελλοντικά αποθέματα ασβεστολίθου, που προγραμματίζουν να εξορύξουν στο μέλλον.

7. Χάρτες ορατότητας (visibility)

Οι χάρτες ορατότητας (Χάρτης 6.5.2.1., Χάρτης 6.5.2.2., Χάρτης 6.5.2.3.) προέκυψαν με συνδυασμό του επιπέδου πληροφοριών των θέσεων των παρατηρητών και του ΨΜΑ (DEM) του λατομείου μετά την εξόρυξη. Τα δεδομένα αυτά εισήχθησαν στην εφαρμογή ArcToolbox του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2. Οι χάρτες ορατότητας που προέκυψαν για τρεις παρατηρητές που στάθηκαν σε τρία διαφορετικά σημεία φανέρωσαν ξεκάθαρα ότι οι τεχνητά διαμορφωμένες κλιτύες του λατομείου είναι ορατές από την εθνική οδό Θεσσαλονίκης-Κιλκίς και από δρόμο παράλληλο σε αυτήν, επιβεβαιώνοντας έτσι ότι η οπτική όχληση εξαιτίας του διαμορφωμένου λατομείου είναι μεγάλη. Ο N-NA προσανατολισμός των τεχνητών αναβαθμίδων βοηθάει μεν από κλιματολογικής άποψης στη καλύτερη ανάπτυξη των θάμνων και δενδρυλλίων στις αναβαθμίδες, προκαλεί όμως οπτική όχληση στους οδηγούς που ακολουθούν μετά το Δερβένι το δρόμο προς Κιλκίς-Δοϊράνη.

8. Τρισδιάστατες απεικονίσεις της ευρύτερης περιοχής μελέτης και της εξέλιξης του λατομείου σε μορφή “Τριγωνοποιημένου Ακανόνιστου” Δικτύου (TIN)

Θεωρήθηκε απαραίτητο να αναπαρασταθούν σε μορφή τρισδιάστατης απεικόνισης οι διάφορες φάσεις εξέλιξης του λατομείου καθώς και η ευρύτερη περιοχή μελέτης. Για το λόγο αυτό τα τέσσερα (4) ΨΜΑ (ΨΜΑ-πριν την εξόρυξη, ΨΜΑ-σε μεταβατικό στάδιο, ΨΜΑ-μετά την εξόρυξη, ΨΜΑ-ευρύτερης περιοχής μελέτης) εισήχθησαν στο υποπρόγραμμα 3D Analyst, της εφαρμογής ArcScene, του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2., με

αποτέλεσμα να προκύψουν τέσσερα Τριγωνοποιημένα Ακανόνιστα Δίκτυα (TINs). Τα δίκτυα αυτά αποδίδουν παραστατικά το ανάγλυφο τόσο της περιοχής μελέτης όσο και των διαφόρων σταδίων εξέλιξης του λατομείου. Επίσης, στο TIN έγιναν οι εξής υπερθέσεις: α) υπέρθεση του τοπογραφικού διαγράμματος: «Γενική αποτύπωση λατομείων ορεινού όγκου Ντεβέ Κοράν περιοχής Δρυμού Θεσσαλονίκης» κλίμακας 1:5000, στο TIN που αναπαριστά το λατομείο μετά την εξόρυξη (εικόνα 6.4.3.), β) υπέρθεση της δορυφορικής εικόνας του SPOT-4 με ημερομηνία λήψης 08-1998 στο ίδιο TIN (εικόνα 6.4.3.). Επίσης δημιουργήθηκε μια τρισδιάστατη απεικόνιση σε μορφή TIN της χρονικής εξέλιξης της “αποκατάστασης” (θαμνοφύτευση-δενδροφύτευση) των αναβαθμίδων του λατομείου.

9. Δημιουργία χάρτη “ζώνης επιρροής” (buffer zone)

Στη ψευδοέγχρωμη δορυφορική εικόνα SPOT-4 έγινε ψηφιοποίηση πολυγώνων τα οποία αναπαριστούν τις εκτάσεις του λατομείου, του στρατοπέδου Ασσήρου και των δήμων και κοινοτήτων της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε μια ζώνη επιρροής (buffer zone) γύρω από τον λατομικό χώρο, με ακτίνα 1 χιλιόμετρο προκειμένου να εξεταστεί αν τηρούνται οι διατάξεις του νόμου 2115/93. Ο νόμος αυτός αναφέρει ότι «μέσα στις λατομικές περιοχές καθώς και σε απόσταση τουλάχιστον χιλίων (1000) μέτρων έξω από την οριογραμμή τους, απαγορεύεται η επέκταση του σχεδίου πόλεως ή η δημιουργία ανεξάρτητου ρυμοτομικού σχεδίου ή η ανέγερση οποιουδήποτε κτίσματος, με εξαίρεση εκείνα που εξυπηρετούν την λατομική δραστηριότητα, για τα οποία αποφαινεται ο αρμόδιος νομάρχης». Από την έρευνα μας διαπιστώθηκε ότι το υπάρχον στρατόπεδο καθώς και άλλα κτίσματα ιδιωτών βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη του 1 χιλιομέτρου, αντιβαίνοντας στη σχετική νομοθεσία. Τέλος δημιουργήθηκε και ο χάρτης ζώνης επιρροής (Χάρτης 8.3.1.), στον οποίο παρουσιάζονται πιο παραστατικά τα παραπάνω συμπεράσματα.

10. Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση

Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της “μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης” για να γίνει μια σύντομη εκτίμηση των χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης. Η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση έγινε μέσω του υποπρογράμματος Spatial Analyst,

του προγράμματος ArcGIS Desktop 8.2., στην ψευδοέγχρωμη δορυφορική εικόνα του SPOT- 4. Με τη βοήθεια αυτής της μεθόδου έγινε μία εκτίμηση των χρήσεων γης της ευρύτερης περιοχής μελέτης και κυρίως των περιοχών που έχουν υποστεί ανθρωπογενή επέμβαση.

11. Διαχρονική παρακολούθηση των αστικών βιομηχανικών περιοχών, του στρατοπέδου και του λατομείου της περιοχής έρευνας

Η συνδυασμένη χρήση τόσο των δορυφορικών δεδομένων όσο και των G.I.S. επιπέδων, βοήθησαν στον υπολογισμό των μεταβολών του εμβαδού επιφάνειας του λατομικού χώρου, του στρατοπέδου Ασσήρου όσο και των παρακείμενων στο λατομείο δήμων και κοινοτήτων (Νέα Σάντα, Κριθέα, Δρυμός, Μελισσοχώρι). Από τις μεταβολές των παραπάνω επιφανειών προέκυψαν α): ο Πίνακας 8.1.1. ο οποίος παρουσιάζει τις εμβαδομετρικές μεταβολές (αύξηση του εμβαδού επιφάνειας των οικιστικών περιοχών, του λατομείου αλλά και του στρατοπέδου) στο διάστημα των 11 χρόνων λήψης των δορυφορικών εικόνων (1987-1998), β) ο Χάρτης 8.1.1. στον οποίο εμφανίζονται παραστατικά οι εμβαδομετρικές μεταβολές.

Στα συμπεράσματα μας θα ήταν παράληψη να μην τονίσουμε την «ευελιξία» του λογισμικού GIS με τη βοήθεια του οποίου αφενός γίνεται διαχείριση και ανάλυση δεδομένων από πολλά επίπεδα πληροφοριών ταυτόχρονα (ισοϋψείς καμπύλες, γεωλογικοί σχηματισμοί, δορυφορικές εικόνες), αφετέρου προκύπτουν νέα επίπεδα πληροφοριών όπως το ΨΜΑ (DEM), Σκιασμένο Ανάγλυφο κ.τ.λ.π.

Όμως η μεγάλη χρησιμότητα ενός λογισμικού ArcGIS δεν είναι απλά η επεξεργασία, ανάλυση και απεικόνιση των δεδομένων με μορφή χαρτών, αλλά ο συνδυασμός όλων των παραπάνω στοιχείων στη λήψη αποφάσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Astaras T., Oikonomidis D., Dimopoulos G., Lambrinos N. and Fillipidis A., 1997: *Environmental monitoring of the Stratoní/Stratoníki area, Chalkidiki, Greece, using Landsat/TM digital images*. Proceedings of the 16th EARSel Symposium, Remote Sensing '96, on "Integrated Applications for Risk Assessment and Disaster Prevention for the Mediterranean". Malta, 20-23 May 1996. A.A. Balkema Publ., Rotterdam, pp 145-149

Burrough P.A., 1986: *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford Science Publication, New York, pp 51-52 .

Burrough P.A., McDonnell R.A., 2000: *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford University Press Inc., New York, pp 200-201.

Chou, Yue-Hong. *Exploring Spatial Analysis in Geographic Information Systems*. Santa Fe: On World Press, 1997.

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.

ESRI 2001 (a): *Using ArcGis Spatial Analyst*. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA. 240 p.

ESRI 2001 (b): *Using ArcGis 3D Analyst*. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA. 220 p.

KOCKEL, F., MOLLAT, H. and WALTHER, H., 1977: Geologischen Karte des Chalkidiki und angrenzender Gebiete in 1:100.000 (Nord-Griechenland). Bundesanstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe Erl., 119 S., 4 Abb., 5 Tab., 1 Taf., 1 Kt. In 4 Bl., Hannover.

Lillesand, T.M. & R.W. Kiefer. 1979. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Willey & Sons, N. York, 612 p.

MARATHON DATA SYSTEMS, *Χάρτης Δήμων «Σχέδιο Καποδίστριας»*, κλίμακα 1:1.000.000, Αθήνα, 2000.

Moor, W.C. & W. Chow. 1987. *A mapping and analysis of resources system evaluation*. Information Report Nor-x-285, Northern Forestry Centre, Canadian Forestry Service, Edmonton, Alberta, Canada, 69 p.

Star, J., Estes, J., 1990: *Geographic Information Systems-An Introduction*, Prentice-Hall, New Jersey, pp 163-164.

Strahler A.I., Strahler, A.N. 1992: *Modern Physical Geography*, John Wiley & Sons, USA, 638 p.

Whittow J., 1984: *Dictionary of Physical Geography*, Penguin Books Ltd., Middlesex, pp 352 .

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

ΑΣΤΑΡΑΣ, Θ.Α., 1980: *Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη τμήματος των Δ. πλευρών του όρους Βερτίσκον (Κ. Μακεδονία) (Με 4 χάρτες εντός κειμένου)*. Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 16 σελ.

ΑΣΤΑΡΑΣ, Θ.Α., 1986: *Φωτοερμηνεία (Τηλεπισκόπηση) στις Γεωεπιστήμες*. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 118-120 σελ.

.ΒΙΚΕΛΟΥΔΑΣ Δ., ΠΗΛΙΤΣΗΣ, Γ., ΛΑΓΚΑΣ, Γ., 1982: *Μελέτη Επιπτώσεων και Αποκαταστάσεως Περιβάλλοντος επί Δασικής Εκτάσεως από την Λειτουργία Λατομείου Ασβεστολίθου*, Θεσσαλονίκη, σελ 1-8.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ (Γ.Υ.Σ.), Τοπογραφικοί χάρτες, Φύλλο ΛΑΧΑΝΑ (κλίμακα 1:50.000, Αθήνα 1969), Φύλλο ΚΙΛΚΙΣ (κλίμακα 1:50.000, Αθήνα,), Φύλλο ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ (κλίμακα 1:50.000, Αθήνα, 1982).

ΔΑΣΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, Δασικός χάρτης, Φύλλο ΝΟΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (κλίμακα 1:200.000, Αθήνα, 1995).

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ, Γεωλογικός χάρτης, Φύλλο Κιλκίς, κλίμακα 1:50.000, Αθήνα, 1979.

ΚΑΡΤΕΡΗΣ, Μ., 1993-94: *Τηλεπισκόπηση φυσικών πόρων και γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών*. Α.Π.Θ. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, τόμος Ι, Θεσσαλονίκη, σελ 65-66, 139-140, 187.

ΚΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ, Κ., 2002: *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, σελ 167-168, 202-203, 323-324.

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ., 1985: *Γεωλογία της Ελλάδας*. Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ 50-56.

ΜΠΑΚΑΣ Γ.Ι., ΔΟΥΝΑΣ Γ., 1991: *Τεχνική Μελέτη Λατομείου Δρυμού Θεσσαλονίκης*, Θεσσαλονίκη, σελ 3-8.

ΜΠΑΝΤΕΛΛΑΣ, Α.Γ., ΣΑΒΒΑΪΔΗΣ Π.Δ., ΥΦΑΝΤΗΣ Ι.Μ., ΔΟΥΚΑΣ Ι.Δ., 1996: *Γεωδαισία (Γεωδαιτικά Όργανα και Μέθοδοι Μέτρησης και Υπολογισμών)*, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, τόμος Ι, Θεσσαλονίκη, σελ 331-332.

ΜΠΑΝΤΕΛΛΑΣ, Α.Γ., ΣΑΒΒΑΪΔΗΣ Π.Δ., ΥΦΑΝΤΗΣ Ι.Μ., ΔΟΥΚΑΣ Ι.Δ., 1996: *Γεωδαισία (Αποτυπώσεις-Χαράξεις Τεχνικών Έργων)*, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, τόμος ΙΙ, Θεσσαλονίκη, σελ 456-457.

ΜΠΡΟΦΑΣ, Γ.Λ., 1987. *Έρευνα για την αποκατάσταση του τοπίου στο λατομικό χώρο της Πεντέλης. Δασική έρευνα*, □, σελ 149-186.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ, Δ.Ι., 2000: *Συμβολή της Τηλεπισκόπησης και των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (G.I.S.) στην γεωλογική, κοιτασματολογική και περιβαλλοντική έρευνα της Β.Α. Χαλκιδικής*, Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη, 136 σελ.

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Δ., 2000: *Νομοθετικό πλαίσιο Ελλάδος για τα Μάρμαρα, Πρακτικά 2^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου "Το Ελληνικό Μάρμαρο"*, Θεσσαλονίκη, σελ 193-194.

ΠΑΡΑΣΧΑΚΗΣ Ι., ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ Μ., ΠΑΤΙΑΣ Π., 1991: *Αυτοματοποιημένη Χαρτογραφία*, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 271 σελ.

ΣΟΥΛΑΚΕΛΛΗΣ, Ν.Α., 1994: *Συμβολή της ανάλυσης δορυφορικών εικόνων LANDSAT-5/TM και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην τεκτονική-γεωμορφολογία περιοχών του Βορειοελλαδικού χώρου*, Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη, σελ.175-176, 193-194.

ΣΥΛΛΑΙΟΣ, Ν.Γ., 2000: *Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση και στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ 25-26.

ΣΥΛΛΑΙΟΣ, Ν.Γ., 1999: *Εφαρμογές των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών στη χαρτογράφηση και αξιολόγηση των εδαφών*, Α.Π.Θ. Διαχείριση Εδαφικών Πόρων, Θεσσαλονίκη, σελ 151-152.

Φ.Ε.Κ. 15/Α/15-2-93, 1993: *Νόμος ΥΠ' ΑΡΙΘ. 2115-Τροποποίηση, αντικατάσταση και συμπλήρωση διατάξεων του Ν. 1428/1984 «Εκμετάλλευση λατομείων αδρανών υλικών και άλλες διατάξεις»*, Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα, σελ 143-144.

Φ.Ε.Κ. 931/Β/31-12-84, 1984: *Απόφαση αριθμ. 11-5^η /Φ17402/84 του τέως Υ.Β.Ε.Τ. "Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών"*, Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα, σελ 8927-8928.

ΦΕΚ 289/Α/29-12-79, 1979: *Ν. 998/79 "περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της χώρας"*, Εθνικό Τυπογραφείο, σελ 2864-2865.

ΦΟΥΡΝΙΑΔΗΣ Ι. 2002: *Γεωμορφολογική και περιβαλλοντική εξέλιξη της κοιλάδας του Ανθεμούντα, με τη χρήση μεθόδων GIS και τηλεπισκόπησης*, Διτριβή Ειδικευσης, Α.Π.Θ, Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη, 121 σελ.

ΧΑΤΖΗΣΤΑΘΗΣ Α., ΙΣΠΙΚΟΥΔΗΣ Ι., 1993: *Προστασία της Φύσης και Αρχιτεκτονική του Τοπίου*, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ. 186-187.

ΧΑΤΖΗΣΤΑΘΗΣ Α., 2000: *Λατομεία-Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις-Αποκατάσταση*, Πρακτικά 2^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου "Το Ελληνικό Μάρμαρο", Θεσσαλονίκη, σελ.170, 177, 200-207.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΣΕΛΙΔΕΣ

Υπουργείο Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης

www.ypes.gr

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία

www.statistics.gr

Centre National d'Etudes Spatiales

www.cnes.fr

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας διατριβής ειδίκευσης είναι η διαχρονική παρακολούθηση του όρους Καμήλα και της ευρύτερης περιοχής γύρω από αυτό, με τη βοήθεια σύγχρονων μεθόδων ανίχνευσης του περιβάλλοντος. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον υπολογισμό σημαντικών παραμέτρων σχετικά με την εξέλιξη των εργασιών του λατομείου αδρανών υλικών Δρυμού Θεσσαλονίκης (Ντεβέ Κοράν), καθώς και στις επιδράσεις που είχαν οι εργασίες στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής μελέτης.

Συγκεκριμένα η έρευνα εστιάστηκε στον υπολογισμό του όγκου των απολήψιμων υλικών και στον υπολογισμό τόσο των κλίσεων όσο και του προσανατολισμού των τεχνητά διαμορφωμένων αναβαθμίδων του λατομείου, με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών-Γ.Σ.Π (Geographical Information Systems-GIS). Επίσης μελετήθηκαν οι οπτικές επιπτώσεις στα χαρακτηριστικά του τοπίου από την εξόρυξη του ασβεστόλιθου καθώς και οι ευρύτερες ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην περιοχή μελέτης κατά την διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών. Τέλος ιδιαίτερη έμφαση δοθηκε στην δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων αναγλύφου έτσι ώστε να αποδοθεί με όσο το δυνατό παραστατικότερο τρόπο η χρονική εξέλιξη των εργασιών εξόρυξης στο χώρο του λατομείου.

Οι δορυφορικές εικόνες με χρονική διαφορά λήψης 12 ετών βοήθησαν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με την επέκταση τόσο του λατομικού χώρου, όσο και των οικιστικών περιοχών στην ευρύτερη περιοχή γύρω από το όρος Καμήλα. Επίσης έγινε χρήση της μεθόδου “μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης” (unsupervised classification), προκειμένου να γίνει μια σύντομη εκτίμηση των τμημάτων της περιοχής μελέτης που έχουν υποστεί έστω και σε μικρό βαθμό κάποιου είδους ανθρωπογενή επέμβαση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή-Σκοπός της εργασίας.....	4
2. Μέθοδοι επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων.....	5
2.1. Εξοπλισμός-Υλικά.....	4
2.2. Μεθοδολογία.....	4
3. Γεωγραφία της περιοχής μελέτης.....	9
3.1. Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης.....	9
3.2. Ιστορικό μισθώσεως λατομικού χώρου.....	12
4. Γεωλογία της περιοχής μελέτης.....	15
4.1. Γενική γεωλογία – Γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής- Κοιτασματολογία.....	15
4.2. Γεωλογία όρους Καμήλα.....	15
5. Γεωμορφολογία-Φυσική γεωγραφία της περιοχής μελέτης.....	24
5.1. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις.....	24
5.2. Κλιματικά στοιχεία.....	32
5.3. Έδαφος.....	33
5.4. Βλάστηση-Πανίδα.....	33
6. Συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην μελέτη της περιοχής.....	35
6.1. Ψηφιοποίηση - Δημιουργία τοπολογίας.....	35
6.2. Κατασκευή ψηφιακών μοντέλων αναγλύφου (DEM).....	36
6.3. Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου (Hillshade relief).....	40
6.4. Κατασκευή τριγωνοποιημένου ακανόνιστου δικτύου (TIN).....	42
6.5. Αποκατάσταση λατομείου.....	50
6.5.1. Τοπογραφική διαμόρφωση.....	50
6.5.2. Οπτικές επιπτώσεις.....	57
6.5.2.1. Απορροφητική ικανότητα του τοπίου.....	57
6.5.2.2. Οπτική ανάλυση.....	58
6.5.2.3. Ορατότητα.....	59
6.5.3. Κλίση αναγλύφου.....	64
6.5.4. Προσανατολισμός κλιτύων.....	70
6.6. Υπολογισμός όγκου απολήψιμων.....	72
7. Επεξεργασία δορυφορικών δεδομένων.....	74
7.1. Βελτίωση (Ενίσχυση) Εικόνας.....	74
7.2. Σύνθεση ψευδοέγχρωμης εικόνας (False Colour Composite/FCC).....	76

8. Συνδυασμένη χρήση G.I.S. δεδομένων και δορυφορικών εικόνων στη διαχρονική παρακολούθηση του όρους Καμήλα και της ευρύτερης περιοχής.....	78
8.1. Υπολογισμός μεταβολής εμβαδού επιφάνειας λατομικού χώρου-πόλεων-στρατοπέδου.....	78
8.2. Υπέρθεση δορυφορικής εικόνας.....	83
8.3. Ουδέτερη ζώνη “Buffer zone”.....	84
8.4. Η μη επιβλεπόμενη διαδικασία ταξινόμησης (unsupervised classification).....	89
9. Φωτογραφίες.....	93
10.Συζήτηση-Συμπεράσματα.....	96
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	101
Παραρτήματα.....	105
Παράρτημα Α.....	105
Παράρτημα Β.....	111
Α) Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.....	111
• Ιστορική εξέλιξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.).....	111
• Η δομή ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών.....	112
Β) Προβολές και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.....	116
Γ) Ψηφιακά μοντέλα εδάφους.....	118
Δ) Συνδυασμός της τηλεπισκόπησης και των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών.....	119
Παράρτημα Γ.....	121