



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



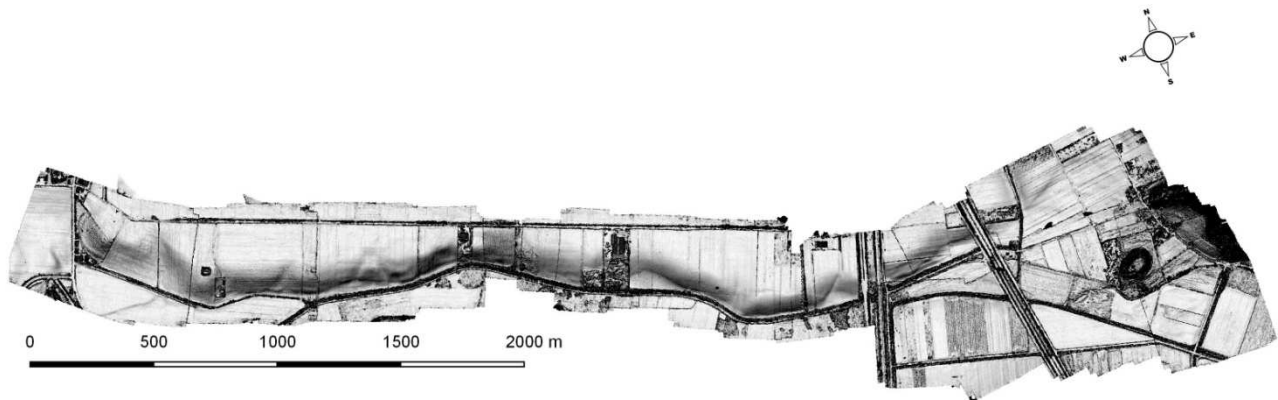
ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΡΕΜΑΣΤΑΣ

ΓΕΩΛΟΓΟΣ Α.Π.Θ.

ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Π.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΥ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟΥ ΤΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΜΗΕΑ (UAV) ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2021



ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΡΕΜΑΣΤΑΣ

ΓΕΩΛΟΓΟΣ Α.Π.Θ.

ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Π.

**ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ
ΒΟΡΕΙΟΥ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟΥ ΤΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ ΜΕ ΤΗ
ΧΡΗΣΗ ΣΜΗΕΑ (UAV) ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ, ΟΜΟΤΙΜΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Α.Π.Θ.
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΟΥΚΟΥΒΕΛΑΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ
ΠΑΤΡΩΝ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΧΑΤΖΗΠΕΤΡΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
Α.Π.Θ.

ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΖΟΥΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α.Π.Θ.

ΣΟΥΛΑΚΕΛΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΦΟΥΜΕΛΗΣ ΜΙΧΑΗΛ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α.Π.Θ.

Η συγκεκριμένη διατριβή είναι το αποτέλεσμα υπομονής και εργασίας αρκετών ετών. Για την ολοκλήρωση της διατριβής θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους στάθηκαν αρωγοί και επίκουροι, προκειμένου να καταστεί δυνατόν να φέρω εις πέρας εργασία που μου ανατέθηκε.

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω ευχαριστίες στην τριμελή επιτροπή και συγκεκριμένα απέραντη ευγνωμοσύνη και ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον επιβλέποντα καθηγητή μου, τον ομ. Καθηγητή κ. Σπύρο Παυλίδη, για την ανάθεση της διατριβής. Η ευκαιρία αυτή μου έδωσε τη δυνατότητα να προσθέσω ένα μικρό λιθαράκι στην επιστημονική γνώση για την γεωλογία του Τεταρτογενούς στην περιοχή. Επίσης για την επιστημονική καθοδήγηση, υπόδειξη και συμπαράσταση, αλλά και για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Απέραντη ευγνωμοσύνη και ευχαριστίες στον καθηγητή Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών κ. Ιωάννη Κουκουβέλα, για την επιστημονική συνεισφορά σε όλα τα στάδια της διατριβής, αλλά και για την συνεπικουρία και νοουθεσία στις εργασίες υπαίθρου.

Επίσης θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον Αναπληρωτή Καθηγητή του ΑΠΘ κ. Αλέξανδρο Χατζηπέτρο, για την αμέριστη βοήθεια και για την υποστήριξη κατά την διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής, αλλά και για την καθοδήγηση στις εργασίες υπαίθρου.

Στον καθηγητή του Πανεπιστημίου της Φεράρα κ. Ricardo Caputo, οι εργασίες του οποίου υπήρξαν το αρχικό ερέθισμα για το ενδιαφέρον για περεταίρω ενασχόληση, για την περιοχή και αποτέλεσαν χρήσιμο αρωγό σε όλη την προσπάθεια.

Επιπροσθέτως ευχαριστώ:

Τον Γεωλόγο και Πολιτικό Μηχανικό κ. Αλέκο Μπέλεση για την παροχή χρήσιμων γεωλογικών πληροφοριών για την περιοχή.

Τον Πολιτικό Μηχανικό κ. Δημήτριο Αγγέλη για την εθελοντική συμμετοχή στις πρώτες εργασίες υπαίθρου.

Στον Δρ Γεωλόγο κ. Σωτήριο Βαλκανιώτη, για την εθελοντική συμμετοχή στις εργασίες υπαίθρου, αλλά και την υποστήριξη με πληροφοριακό και γεωλογικό υλικό.

Τον Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό κ. Χρήστο Γούναρη, για την ανιδιοτελή προσφορά του ψηφιακού μοντέλου και του ορθοφωτοχάρτη του Κτηματολογίου, χωρίς την χρήση αυτού θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση της διατριβής.

Τον φιλόλογο και Διευθυντή του Λυκείου Αρμενίου κ. Δημήτρη Σακελλαρίου για την φιλολογική επιμέλεια του κειμένου.

Τον εκπαιδευτή πτήσεων ΣμηΕΑ κ. Νίκο Βορνίτη και την σχολή “The Drone Project”, για την άδεια χρησιμοποίησης του εγχειριδίου ασφαλούς πτήσεως ΣμηΕΑ.

Την σύζυγο μου, Ευλαλία Τσίντζου για την απέραντη υπομονή, εμπιστοσύνη και στήριξη που μου παρείχε για την ολοκλήρωση της Διατριβής.

Επιπρόσθετα θα ήθελα να τονίσω, ότι προκειμένου να φέρω εις πέρας το έργο που μου ανατέθηκε, επένδυσα σε προϊόντα υψηλής τεχνολογίας με την προμήθεια κατάλληλου ισχυρού Ηλεκτρονικού Υπολογιστή για την δημιουργία – επεξεργασία των ψηφιακών μοντέλων, την προμήθεια κατάλληλων τετρακόπτερων για την λήψη των αεροφωτογραφιών και την απόκτηση της άδειας χειριστού ΣμηΕΑ, από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ). Όλες οι πτήσεις, εκτελέστηκαν σύμφωνα με τους κανόνες ασφαλούς πτήσεως της ΥΠΑ και με την κατάθεση σχετικού σχεδίου πτήσεως για κάθε περιοχή, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις της ΥΠΑ.

Ευάγγελος Κρεμαστάς
Πτυχ Γεωλόγος Α.Π.Θ.
Διπλ Πολιτικός Μηχανικός Π.Π.



Εν πάσι γὰρ τοῖς φυσικοῖς
ἐνεστί τι θαυμαστόν.

Σε όλα τα πράγματα στη φύση υπάρχει
κάτι άξιο θαυμασμού.

Αριστοτέλης, 384-322 π.Χ.

"ΘΕΩΦΡΑΣΤΟΣ"
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ALOS	Advanced Land Observation Satellite
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
DEM	Digital Elevation Model
DSM	Digital Surface Model
GCP	Ground Control Points
DTM	Digital Surface Model
GPS	Global Positioning System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GIS	Geographic Information System
GUI	Graphical User Interface
HAGS	Hellenic Army Geographic Service
LiDAR	Light Detection and Ranging
RAM	Radon Access Memory – Μνήμη Άμεσης Προσπέλασης
RGB	Red Green Blue
Pixel	Picture element
SAR	Synthetic Aperture Radar
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SfM	Structure from Motion – Structure and Motion
USGS	United States Geological Survey
SIR	Spaceborne Imaging Radar
TINs	Triangular Irregular Networks
UAS	Unmanned Aerial System
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS 84	World Geodetic System 1984
Γ.Υ.Σ.	Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού
Ι.Γ.Μ.Ε.	Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών
Π.Ε.	Περιφερειακή Ενότητα
ΣμηΕΑ	Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών
ΥΠΑ	Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας.
ΨΜΕ	Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	12
1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
	ΔΙΑΘΡΩΣΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	14
	ΜΕΘΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	15
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	19
2.	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	20
2.1.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ – ΔΙΟΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ	20
2.2.	ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	20
2.3.	ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	21
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	23
3.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	24
3.1.	ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	24
3.2.	ΠΡΟΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ – ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ	25
3.3.	ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	29
3.3.1.	ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΟΛΥΜΠΟΥ	29
3.3.2.	ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ	29
3.4.	ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ	30
3.4.1.	ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ	30
3.4.2.	ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ	30
3.5.	ΜΕΤΑΛΠΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ	32
3.5.1	ΜΟΛΑΣΣΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ	32
3.5.1.1	ΜΕΣΟΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΥΛΑΚΑ	33
3.5.1.2	ΝΕΟΓΕΝΗ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΗ ΙΖΗΜΑΤΑ	33
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	36
4.	ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	37
4.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	37
4.2.	ΚΥΡΙΕΣ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ	37
4.2.1.	ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΟΞΟ	39
4.2.2.	ΤΑΦΡΟΣ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	39
4.3.	ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	39
4.4.	ΕΝΕΡΓΟΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	41
4.5.	ΕΝΕΡΓΑ ΡΗΓΜΑΤΑ	43
4.6.	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΝΕΡΓΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ	44
4.7.	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ	45
4.8.	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΕΦΡΑΣΗ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΒΡΩΣΗ	48

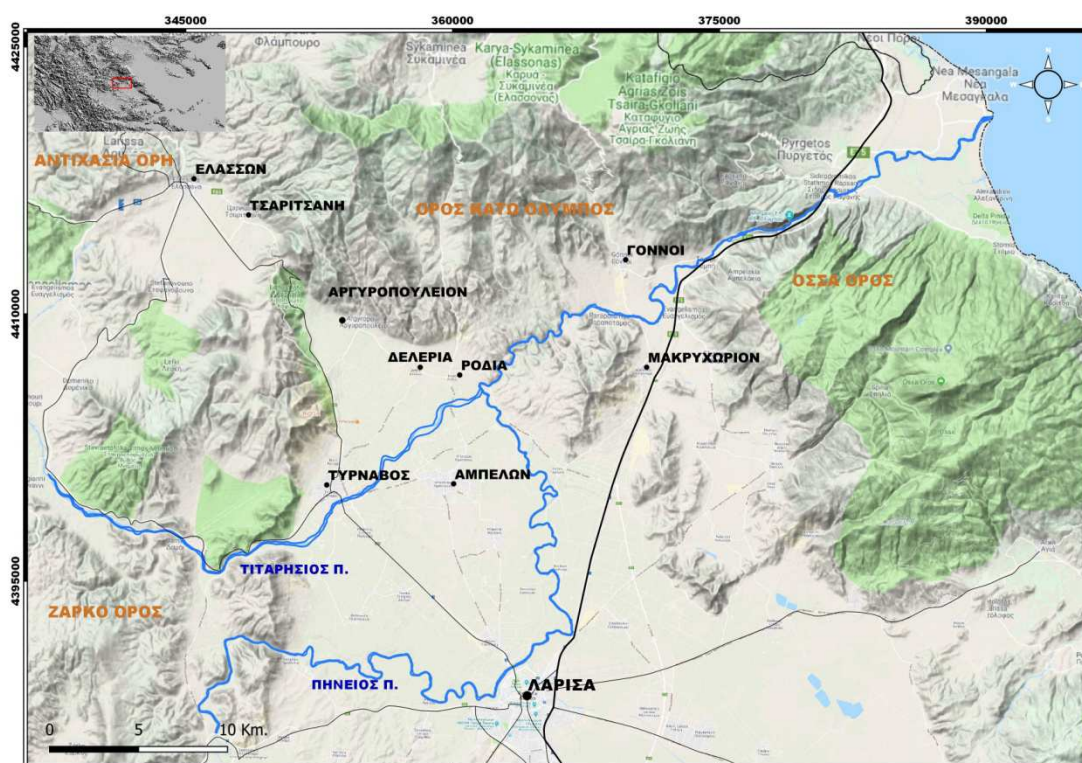
4.9	ΤΜΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΡΗΓΜΑΤΩΝ	51
4.10	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΤΟ		
5.	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	55
5.1	ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ	55
5.1.1	ΠΑΛΑΙΟΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	55
5.1.2	ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	56
5.1.3	ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	56
5.1.4	ΕΝΟΡΓΑΝΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ	62
5.2	ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΜΑΡΤΙΟΥ 2021	67
5.2.1.	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΟΥ	78
5.3.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2021	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ		
6.	ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	77
6.1	ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	77
6.2.	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	79
6.3.	ΜΟΦΡΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	80
6.3.1	ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ	83
6.3.2	ΔΕΙΚΤΗΣ ΒΑΘΜΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ	83
6.3.3	ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ	84
6.3.4	ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗΣ	84
6.3.5	ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΜΗΚΩΝ	84
6.3.6	ΔΕΙΚΤΗΣ ΚΛΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ	85
6.3.7	ΔΕΙΚΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΟΡΕΜΑΤΟΣ	85
6.3.8	ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	86
6.3.9	ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗΣ	84
6.3.10	ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ	86
6.3.11	ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	87
6.3.12	ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΟΤΗΤΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ	88
6.3.13	ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	89
6.3.14	ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ	90
6.3.15	ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ	91
6.3.16	ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ	94
6.3.17	ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ	96
6.4.	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΟΔΙΑΣ	99
6.4.3	ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΑΝΤΕΛΩΣΗΣ ΜΕΤΩΠΟΥ	104
6.4.4	ΤΡΙΓΩΝΙΚΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΕΣ	106

6.4.5	ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	108
6.5	ΑΝΑΤΟΛΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ	112
6.5.5	ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΑΝΤΕΛΩΣΗΣ ΜΕΤΩΠΟΥ	127
6.5.6	ΤΡΙΓΩΝΙΚΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΕΣ	128
6.5.7.	ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	130
6.6.	ΔΥΤΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ	133
6.6.11	ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΑΝΤΕΛΩΣΗΣ ΜΕΤΩΠΟΥ	168
6.6.12	ΤΡΙΓΩΝΙΚΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΕΣ	169
6.6.13	ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	170
6.7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΡΟΔΙΑΣ	174
6.8	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	185
6.8.1	ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	185
6.8.2	ΒΟΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ	187
6.8.3	ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	189
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ	192
7.	ΕΝΕΡΓΕΣ ΡΗΞΙΓΕΝΕΣ ΔΟΜΕΣ ΣΤΗ ΒΑ ΛΑΡΙΣΑΣ	193
7.1.	ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	194
7.1.1	ΟΡΙΣΜΟΣ	196
7.1.2	ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	197
7.1.3	ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ	198
7.1.4	ΑΝΑΛΥΣΗ – ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ	198
7.1.5	ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	198
7.1.5.1	ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΜΟΝΤΕΛΑ (GLOBAL DEM)	199
7.1.5.1.1	SRTM GDEM	199
7.1.5.1.2	ASTER GDEM	199
7.1.5.1.3	ALOS GDEM	199
7.1.5.2	ΕΘΝΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ (DEM)	199
7.1.6	ΜΕΘΟΔΟΙ – ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗΣ	200
7.1.6.1	ΚΑΘΕΤΗ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ	200
7.1.6.2	ΠΛΑΓΙΑ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ	200
7.1.7	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ	201
7.1.8	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	204
7.1.8.1	ΟΠΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	204
7.1.8.2	ΠΤΗΤΙΚΑ ΜΕΣΑ - ΧΡΗΣΗ ΣΜΗΕΑ	204
7.1.8.4	ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ	204
7.1.9	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ (DIGITAL ELEVATION MODEL)	205
7.1.9.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΓΕΝΙΚΑ	205
7.1.9.2	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	208

7.1.9.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ.	209
7.1.9.4	ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΑ ΜΟΝΤΕΛΑ.	202
7.1.10	ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	212
7.1.10.1	ΜΟΝΤΕΛΟ ΝΕΦΟΥΣ ΣΗΜΕΙΩΝ – POINT CLOUD	214
7.1.10.2	ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟΥΨΟΜΕΤΡΟΥ – DIGITAL ELEVATION MODEL	214
7.1.10.3	ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΗΣ - ORTHOPHOTOMAP	216
7.1.11	ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	217
7.2.	ΡΗΞΙΓΕΝΗΣ ΖΩΝΗ ΡΟΔΙΑΣ	221
7.2.1	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	223
7.2.1.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ	224
7.2.1.2	ΑΝΑΛΥΣΗ	225
7.2.1.3	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	225
7.2.1.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	231
7.2.2	ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΟΜΩΝ ΥΠΟΛΟΙΠΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	231
7.2.2.1	ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	232
7.2.2.2	ΤΡΙΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	232
7.2.2.3	ΤΕΤΑΡΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	235
7.2.2.4	ΠΕΜΠΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	240
7.2.2.5	ΕΚΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	243
7.2.2.6	ΕΒΔΟΜΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	246
7.2.2.7	ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΓΔΟΗ	248
7.2.2.9	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΝΑΤΗ	251
7.2.2.10	ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΚΑΤΗ	255
7.2.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	257
73.	ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΟΔΙΑΣ	266
7.4.	ΡΗΞΙΓΕΝΕΙΣ ΖΩΝΗ ΓΥΡΤΩΝΗΣ	271
7.5.	Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	281
7.6	ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΓΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	282
7.7.	ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ (ΣΜΗΕΑ)	287
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΚΤΩ		294
8	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	295
8.1	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1 – ΡΗΓΜΑ ΓΥΡΤΩΝΗΣ G1	296
8.2	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1 – ΡΗΓΜΑ ΓΥΡΤΩΝΗΣ G2	299
8.3	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3 – ΡΗΓΜΑ ΡΟΔΙΑΣ RF	301
8.4	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 4 – ΡΗΓΜΑ ΤΥΡΝΑΒΟΥ TF	303
8.5	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 5 – ΡΗΓΜΑ ΛΑΡΙΣΗΣ LF	305

	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ	311
9	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	312
	ABSTRACT	317
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	319
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	333
ΠΑΡ. 1	ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΡΟΔΙΑΣ	334
ΠΑΡ.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΡΟΔΙΑΣ	366
ΠΑΡ.3	ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΡΟΔΙΑΣ	413
ΠΑΡ.4	ΕΔΑΦΙΚΑ ΠΡΟΦΙΛ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΒΔΟΜΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	472
ΠΑΡ.5.	ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΡΟΔΙΑΣ	505
ΠΑΡ.6	ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΓΥΡΤΩΝΗΣ	511
ΠΑΡ.7.	ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΠΤΗΣΕΩΣ ΣΜΗΕΑ	519
ΠΑΡ.8.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	521
ΠΑΡ.9	ΧΑΡΤΕΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	534

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1



ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΡΕΙΑΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

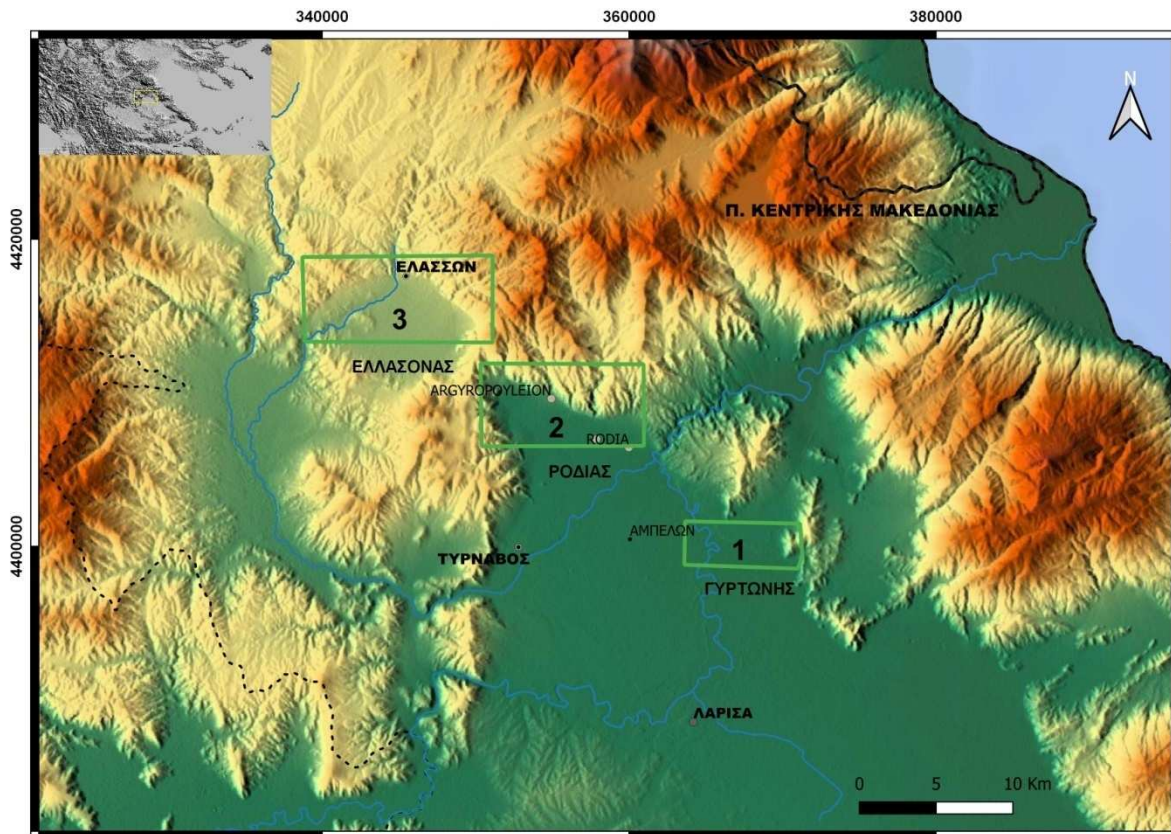
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τεκτονική δομή που έχει διαμορφωθεί στη Θεσσαλία είναι αποτέλεσμα διαφορετικών γεωλογικών παραμορφωτικών φάσεων που προηγήθηκαν έως την σημερινή κατάσταση. Η γεωμορφολογία της περιοχής στο τεκτονικό της πλαίσιο συνδέεται με την τεκτονική δράση κατά το Νεογενές και το Τεταρτογενές που οφείλεται κυρίως στην μεταορογενετική κατάρρευση των εσωτερικών Ελληνίδων. Στην Θεσσαλία η κατάρρευση συνδέεται με εφελκυστική τεκτονική που ήταν ΒΑ – ΝΔ διεύθυνσης κατά τον κάτω Μειόκαινο – άνω Πλειστόκαινο. Η τεκτονική δράση είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία σειράς κανονικών ρηγμάτων και λεκανών ιζηματογένεσης. Η διατριβή επικεντρώνει κυρίως στην λεκάνη της βορειοανατολικής Θεσσαλίας, στην οποία η κύρια τεκτονική και γεωμορφολογική παραμόρφωση είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία της ομώνυμης λεκάνης. Η λεκάνη έχει μήκος εξήντα χιλιόμετρα και μέσο πλάτος δεκατέσσερα.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε αναλυτική εναέρια χαρτογράφηση των ενεργών ρηγμάτων της ιζηματογενούς λεκάνης της Λάρισας σε συνδυασμό με υπαίθριες παρατηρήσεις. Επιπροσθέτως, έχει πραγματοποιηθεί παλαιοσεισμική έρευνα σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις, με εκσκαφές σε ρήγματα της περιοχής μελέτης, τα αποτελέσματα της οποίας βοήθησαν στους επιστημονικούς στόχους της παρούσας διατριβής. Με την παλαιοσεισμική έρευνα προκύπτουν στοιχεία για παραμέτρους των ρηγμάτων, όπως τον χρόνο εκδήλωσης παρελθόντων σεισμών, την ηλικία τους, την χρονολογία της τελευταίας ενεργοποίησης, τον ρυθμό ολίσθησης του ρήγματος, καθώς και την μέση περίοδο επανάληψης των σεισμών στο συγκεκριμένο ρήγμα. Επίσης πραγματοποιήθηκε και μορφοτεκτονική ανάλυση στον πρόποδα του ρήγματος Ροδιάς.

Η διατριβή επικεντρώνεται κυρίως στην εφαρμογή της νέας τεχνολογίας με την εναέρια χαρτογράφηση της περιοχής του Αργυροπουλίου και Ροδιάς και την δημιουργία τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων με την χρήση προγραμμάτων φωτογραμμετρίας. Οι αεροφωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από μη επανδρωμένα εναέρια πτητικά μέσα τετρακόπτερα ΣμηΕΑ (UAV). Τα αποτελέσματα των τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων, των μορφοτεκτονικών

δεικτών, αλλά και της παλαιοσεισμικής έρευνας, ερμηνεύονται για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την σεισμική δραστηριότητα της περιοχής. Στο σχήμα 1-1 απεικονίζεται η περιοχή μελέτης, βόρεια της πόλης της Λάρισας. Συγκεκριμένα, οι περιοχές στις οποίες έχει επικεντρωθεί η έρευνα επισημαίνονται σε πλαίσια που δείχνουν την περιοχή της Γυρτώνης (πλαίσιο 1), την περιοχή της Ροδιάς (πλαίσιο 2) και την περιοχή της Ελασσόνας (πλαίσιο 3).



Σχήμα 1-1. Χάρτης ανάγλυφου της βόρειας και ανατολικής Θεσσαλίας. Διακρίνεται η περιοχή μελέτης βορειοδυτικά από την πόλη της Λάρισας. Με τα πλαίσια υποδηλώνονται οι περιοχές που μελετήθηκαν: 1. Περιοχή Γυρτώνης, 2. Περιοχή Ροδιάς, 3. Περιοχή Ελασσόνας. Υπόβαθρο χάρτη χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρου (DEM) ALOS.

ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η παρούσα διατριβή αποτελείται από οκτώ κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο είναι η εισαγωγή και η διάθρωση.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια γενική αναφορά για το νεοτεκτονικό καθεστώς της ευρύτερης περιοχής και περιγράφεται ο σκελετός της διατριβής.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται γενικά στοιχεία της περιοχής, για την γεωγραφία, την οικονομία, την κλιματολογία και την ιστορία.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται το γεωλογικό υπόβαθρο και οι λιθολογικές ενότητες και η γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής, ενώ γίνεται αναφορά για τις κύριες νεοτεκτονικές δομές, την επικρατούσα γεωδυναμική κατάσταση και αναλύονται τα κύρια χαρακτηριστικά των ρηγμάτων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, περιγράφεται η ιστορική σεισμικότητα και παρατίθενται στοιχεία για την τελευταία σεισμική δραστηριότητα την 3^η Μαρτίου 2021.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύονται και υπολογίζονται οι μορφοτεκτονικοί δείκτες της περιοχής του Αργυροπουλίου και της Ελασσόνας.

Στο έβδομο κεφάλαιο περιγράφονται οι ρηξιγενείς δομές της βορειοανατολικής λεκάνης της Θεσσαλίας. Αυτές αναλύθηκαν με ψηφιακά μοντέλα. Στο κεφάλαιο παρατίθεται και ο τρόπος σύνθεσης των ψηφιακών μοντέλων του Αργυροπουλίου και της Γυρτώνης.

Στο όγδοο κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια για την αιτιοκρατική μελέτη της σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής, βασισμένη σε παραδοχές γεωλογικών δεδομένων της παρούσης διατριβής, με την εκτίμηση της εδαφικής επιτάχυνσης για πέντε υποθετικά σενάρια με πιθανή ενεργοποίηση των ρηγμάτων της περιοχής της βορειοανατολικής Θεσσαλίας. Στο τέλος παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα μία πιθανή εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας των ανωτέρω σεναρίων για τους σημαντικότερους οικισμούς – πόλεις της περιοχής.

Στο τελευταίο ένατο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα.

ΜΕΘΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Για την ολοκλήρωση της διατριβής, απαιτήθηκε ένα προπαρασκευαστικό στάδιο κατάλληλης προετοιμασίας με χρήση βιβλιογραφίας καθώς και με συλλογή κατάλληλων χαρτογραφικών δεδομένων. Συγκεκριμένα, οι επιμέρους εργασίες που απαιτηθήκαν προκειμένου να ολοκληρωθεί η διατριβή, συνοψίζονται ως εξής:

- Συλλογή κατάλληλης βιβλιογραφίας για την περιοχή μελέτης.
- Δημιουργία υποβάθρου χαρτών περιοχής. Συγκεκριμένα:
 - Δημιουργία υποβάθρου τοπογραφικών χαρτών με γεωαναφορά τοπογραφικών χαρτών ΓΥΣ, των φύλλων Ελασσών, Γόνοι, Πλατύκαμπος και Λάρισα, κλίμακας 1:50.000.

- Δημιουργία συνθετικού γεωλογικού χάρτη, που προήλθε από τα επιμέρους γεωλογικά φύλλα Ελασσών, Γόνι, Πλατύκαμπος και Λάρισα, κλίμακας 1:50.000.
- Δημιουργία αναλυτικού υποβάθρου τοπογραφικών χαρτών με γεωαναφορά τοπογραφικών χαρτών ΓΥΣ, κλίμακας 1:5.000 της περιοχής της Ροδιάς.
- Όλα τα υπόλοιπα στοιχεία που έχουν προστεθεί στους χάρτες της Διατριβής, όπως όρια Δήμων, Περιφερειών, Λίμνες, πόλεις κλπ, αποκτήθηκαν από την ιστοσελίδα Maps-GEODATA.gov.gr.
- Δημιουργία συνθετικού υποβάθρου δορυφορικών εικόνων. Για το υπόβαθρο δορυφορικών εικόνων χρησιμοποιήθηκαν εικόνες από τον δορυφόρο Landsat 8 με την κατάλληλη επεξεργασία των επιμέρους δορυφορικών φασματικών εικόνων. Συγκεκριμένα, για το ορατό φάσμα χρησιμοποιήθηκαν οι επιμέρους μπάντες b4, b3, b2 με συνδυαστική προβολή ως εξής: b4 ως R, b3 ως G και b2 ως B, (R = red, G= Green, B= Blue). Για το υπέρυθρο φάσμα χρησιμοποιήθηκαν οι επιμέρους μπάντες b5, b4, b3 με συνδυαστική προβολή ως εξής: b5 ως R, b4 ως G και b3 ως B. Και για την ανάδειξη γεωλογικού υποβάθρου, χρησιμοποιήθηκαν οι επιμέρους μπάντες b8, b4, b3 με συνδυαστική προβολή ως εξής: b8 ως R, b4 ως G και b3 ως B. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες της περιοχής της Θεσσαλίας που αποκτήθηκαν και από την ιστοσελίδα SAS Planet (<http://www.sasgis.org>, 16-4-2019).
- Δημιουργία υποβάθρου ψηφιακών μοντέλων περιοχής Θεσσαλίας. Για την πρόσβαση τόσο σε δορυφορικές εικόνες (Landsat 8) όσο και για διαθέσιμα ψηφιακά μοντέλα απαιτήθηκε εγγραφή στον ιστότοπο Earth Explorer USGS της Γεωγραφικής Υπηρεσίας των ΗΠΑ. Από τον συγκεκριμένο ιστότοπο αποκτήθηκαν τα παγκόσμια ψηφιακά μοντέλα (GDEM), SRTM, ASTER και ALOS. Από την Κτηματολόγιο Α.Ε., αποκτήθηκαν τα δεδομένα για το Εθνικό ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου έτους 2007 – 2009, για την περιοχή της Λάρισας.
- Δημιουργία υποβάθρου ορθοφωτοχαρτών. Από την Κτηματολόγιο Α.Ε., αποκτήθηκαν τα δεδομένα για τον ορθοφωτοχάρτη του Εθνικού ψηφιακού μοντέλο του Κτηματολογίου για την περιοχή της Λάρισας.

• Ανασύσταση ιστορικού ορθοφωτοχάρτη της περιοχής της μελέτης έτους 1945. Η ανασύσταση ιστορικού ορθοφωτοχάρτη πραγματοποιήθηκε με βάση τους ιστορικούς χάρτες του Κτηματολογίου.

- Ανασύσταση του ορθοφωτοχάρτη του Κτηματολογίου (2015–2017), για την περιοχή μελέτης με αποτύπωση του μοντέλου από τον ιστότοπο του Εθνικού Κτηματολογίου. Η διαδικασία της ανασύστασης κάθε μοντέλου ορθοφωτοχάρτη, περιελάμβανε την αποτύπωση επιμέρους εικόνων της περιοχής και γεωαναφορά αυτών, προκειμένου να αποκτήσουν συντεταγμένες. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε αρκετές φορές προκειμένου να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο και ενιαίο μοντέλο.
- Έρευνα ιστορικής σεισμικότητας της ευρύτερης περιοχής. Αξιοποίηση κάθε ιστορικής πηγής δημοσίευσης και ερευνητικών εργασιών που εκτελέστηκαν (παλαιοσεισμολογικών) για τους προϊστορικούς και ιστορικούς σεισμούς της Θεσσαλίας.
- Αποτύπωση ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής Ροδιάς. Το υδρογραφικό δίκτυο μαζί με το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (ΨΜΕ) χρησιμοποιήθηκαν για τους μορφοτεκτονικούς δείκτες για την περιοχή της Ροδιάς και Ελασσόνας.
- Εναέρια χαρτογράφηση για φωτογραμμετρική αποτύπωση περιοχών με την εκτεταμένη χρήση ΣμηΕΑ. Η αεροφωτογράφιση εφαρμόστηκε στην περιοχή της Γυρτώνης και της Ροδιάς.
- Δημιουργία τρισδιάστατων αναλυτικών μοντέλων από τις αεροφωτογραφίες που προέκυψαν με την χρήση ΣμηΕΑ. Η δημιουργία ΨΜΕ εφαρμόστηκε για την περιοχή της Ροδιάς και της Γυρτώνης.
- Ανάλυση των τρισδιάστατων μοντέλων και αποτύπωση ιχνών των ρηξιγενών επιφανειών. Στην περιοχή της Γυρτώνης και Ροδιάς η αποτύπωση των ρηξιγενών επιφανειών, πραγματοποιήθηκε με την χρήση ΣμηΕΑ. Για την ανάλυση της περιοχής της Ελασσόνας, χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου.
- Εκτίμηση σεισμικής επικινδυνότητας περιοχής της βορειοανατολικής Θεσσαλίας με βάση υποθετικά σεισμικά σενάρια για την ενεργοποίηση των ρηγμάτων της περιοχής βασισμένο σε γεωλογικά κριτήρια.

Συνοπτικά τα επιμέρους στάδια της Διατριβής, αποτυπώνονται στο επόμενο σχήμα.

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΙ

ΧΑΡΤΕΣ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ

ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ
SRTM, ASTER, ALOS, ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.

ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΕΣ

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

ΙΣΤΟΡΙΚΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

ΕΝΑΕΡΙΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ

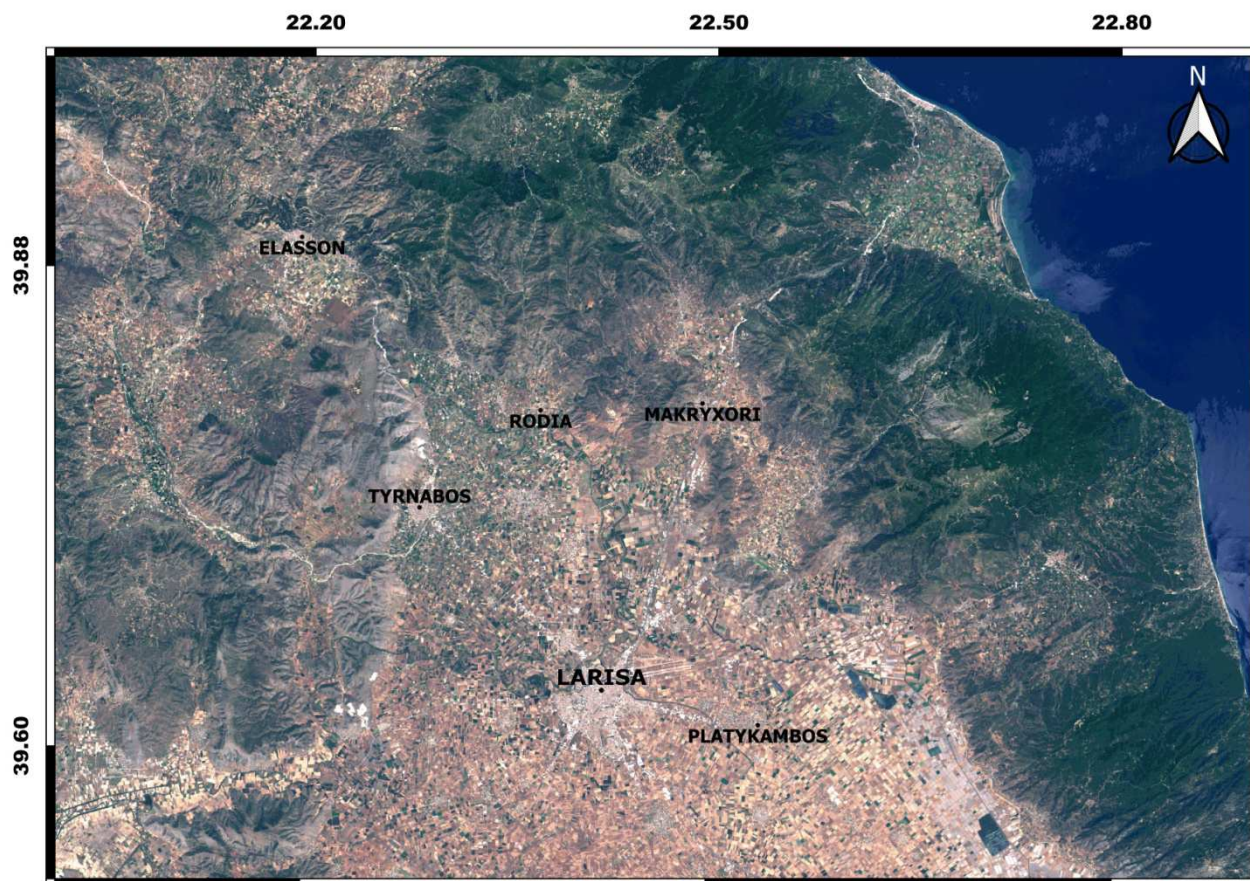
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ
ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΜΗΕΑ

ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΡΗΞΙΓΕΝΩΝ ΔΟΜΩΝ

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Σχήμα 1-2. Τα επιμέρους στάδια που απαιτηθήκαν για την ολοκλήρωση της διατριβής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ - ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
(ΕΙΚΟΝΑ LANDSAT 8, USGS, ΟΡΑΤΟ ΦΑΣΜΑ)

2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ – ΔΙΟΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ

Η Περιφερειακή ενότητα Λάρισας, αποτελεί την μεγαλύτερη ενότητα της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Συνορεύει νοτιοανατολικά με την Περιφερειακή Ενότητα (Π.Ε.) της Μαγνησίας, νότια με την Π.Ε. Φθιώτιδας, νοτιοδυτικά με την Π.Ε. Καρδίτσας, δυτικά με την Π.Ε. των Τρικάλων, βορειοδυτικά με την ενότητα των Γρεβενών, βόρεια με τις Π.Ε. Κοζάνης και Πιερίας, ενώ ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος. Το έδαφος είναι ως επί το πλείστον πεδινό και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα με ποσοστό περίπου 44%, ακολουθεί το ορεινό με 30% και το ημιορεινό με 26%. Με λοφοσειρές χαμηλού ύψους διαχωρίζονται οι επί μέρους λεκάνες της Θεσσαλίας μεταξύ τους (Ανατολική, Δυτική). Έχει τον περισσότερο πληθυσμό από τις ενότητες και κατέχει δεσπόζουσα θέση στη Περιφέρεια φιλοξενώντας την διοίκηση της Περιφερειακής ενότητας. Καταλαμβάνει συνολική έκταση 5.555 Km², ενώ σύμφωνα με την τελευταία απογραφή ο πληθυσμός είναι περίπου 284.420 κάτοικοι. Στο σχήμα 2-1 εμφανίζονται οι Δήμοι της Περιφερειακής ενότητας Λάρισας, σύμφωνα με την πρόσφατη διοικητική μεταρρύθμιση του προγράμματος Καλλικράτη (Περιφέρεια Θεσσαλίας).

2.2 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Ανάλογα με την γεωγραφική θέση και το ανάγλυφο κάθε περιοχής, γενικά διακρίνονται τρεις (3) επιμέρους κλιματολογικές ζώνες με διαφορετικά χαρακτηριστικά:

- Ανατολική παράκτια και ορεινή ζώνη με μεσογειακό κλίμα.
- Κεντρική πεδινή ζώνη με ηπειρωτικό κλίμα.
- Δυτική ορεινή ζώνη με ορεινό κλίμα.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία της περιοχής εντοπίζεται περίπου από 16° έως 17°C, ενώ η ετήσια θερμοκρασιακή διακύμανση είναι περίπου 22°C. Οι πιο ψυχροί μήνες συνήθως είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, ενώ οι πιο υψηλές θερμοκρασίες εντοπίζονται τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Φαινόμενα όπως ομίχλες και παγετός εμφανίζονται συνήθως κατά τους χειμερινούς και ανοιξιάτικους μήνες (Νοέμβριο έως Απρίλιο). Οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή με το Δυτικό ορεινό τμήμα να δέχεται την μεγαλύτερη ποσότητα, στο κεντρικό πεδινό τμήμα να μειώνονται αισθητά και να αυξάνονται υπέρμετρα στο Ανατολικό ορεινό τμήμα, (Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας, 2014, Υ.ΠΕ.ΘΕ., 2021, Υδάτινοι Πόροι και Περιβάλλον Θεσσαλίας).

21.75

22.50

23.25

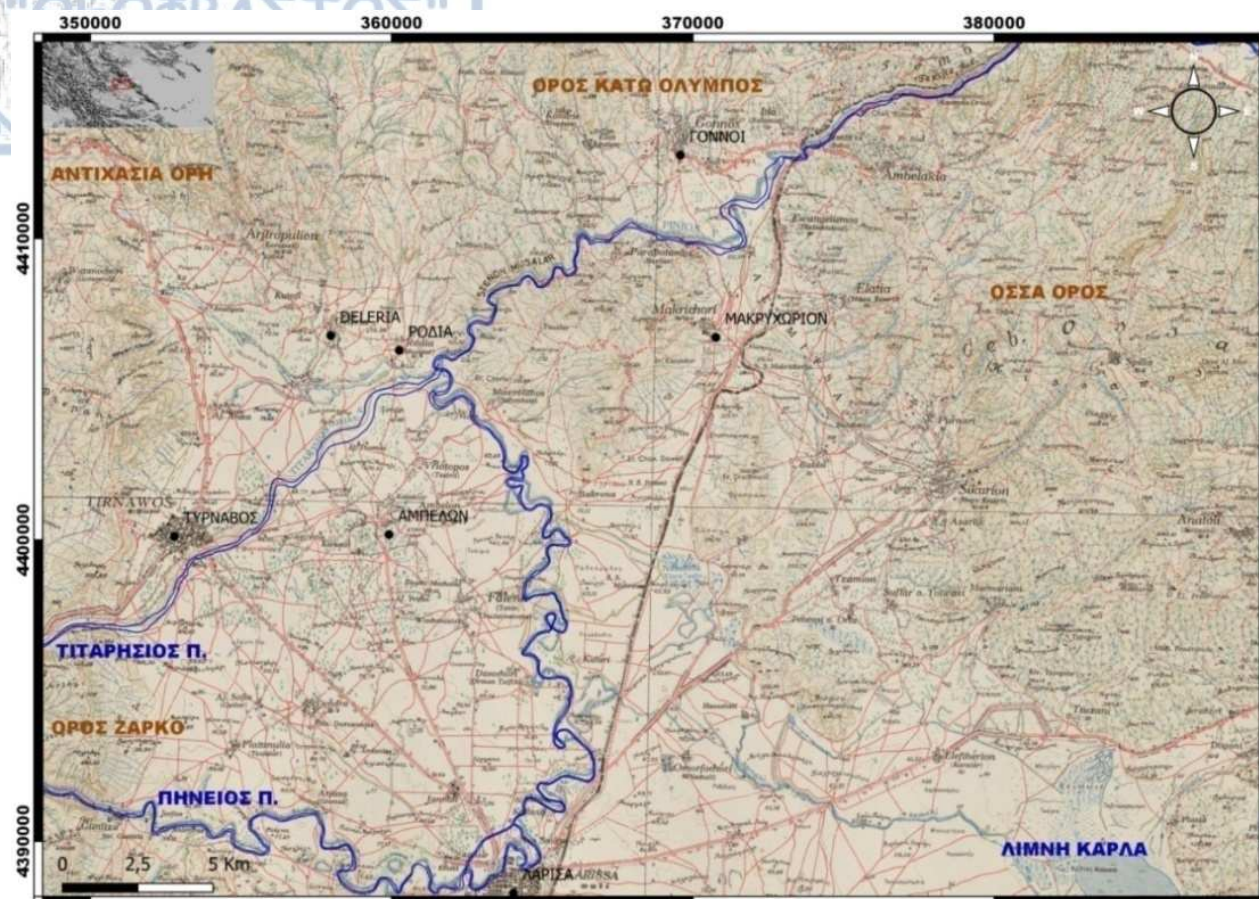


Σχήμα 2-1. Δήμοι Καλλικράτη Περιφερειακής ενότητας Λάρισας, υπόβαθρο χάρτη δορυφορική ψευδοέγχρωμη Landsat 8 USGS, με απεικόνιση στο ορατό φάσμα, ημερομηνία λήψεως 16-6-2016.

2.3 ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

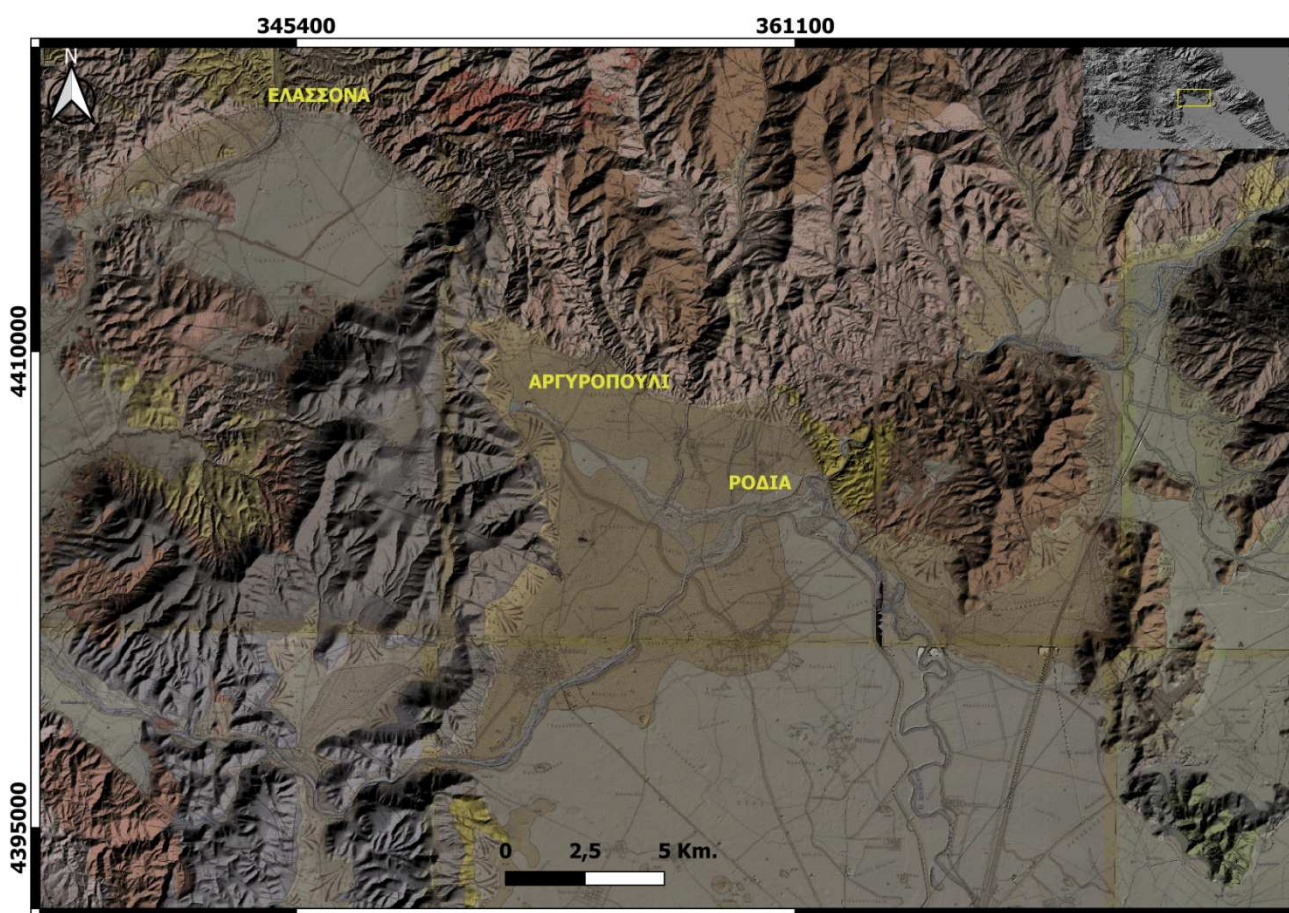
Η ύπαρξη ενός σημαντικού ποταμού για όλη την περιοχή, του Πηνειού ποταμού, αλλά και των σημαντικών παραποτάμων όπως ο Τιταρήσιος, υπήρξε πόλος έλξης για την δημιουργία πλήθος προϊστορικών και ιστορικών οικισμών στην Περιοχή (Runnels & Andel 2014). Στις όχθες του Πηνειού έως σήμερα συναντούμε πλήθος οστών (Athanassiou 2011), θραύσματα από εργαλεία αλλά και ανθρώπινα ειδώλια της Μέσης Παλαιολιθικής εποχής που χρονολογούνται πριν από 100.000 χρόνια, δείχνοντας την ανθρώπινη παρουσία στην περιοχή από την Παλαιολιθική έως τη Νεολιθική εποχή (Athanassiou 2001).

Πλήθος από μαγούλες είναι διάσπαρτες σε όλη την περιοχή, όπως η Μαγούλα της Άργισσας (4,5 Km από Λάρισα) αλλά και στην περιοχή Ελάτειας (13Km από Λάρισα) που χρονολογούνται από την Νεολιθική εποχή, περίπου πριν από 7.000 χρόνια. Το Διαχρονικό Μουσείο Λάρισας φιλοξενεί πλήθος εκθεμάτων της περιοχής που μαρτυρούν την παρουσία ανθρώπινης παρουσίας, από τα Παλαιολιθικά χρόνια έως σήμερα (Περιφέρεια Θεσσαλίας). Στο σχήμα 2-2 απεικονίζεται ιστορικός χάρτης για την περιοχή της Βόρειας Λάρισας εκδόσεως 1935.



Σχήμα 2-2. Ιστορικός χάρτης που απεικονίζει την βορειοανατολική Θεσσαλία, τροποποιημένος, απόσπασμα από ΓΥΣ, 1937, φύλλο Αγιά, κλίμακα 1:100.000 Αθήνα.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ



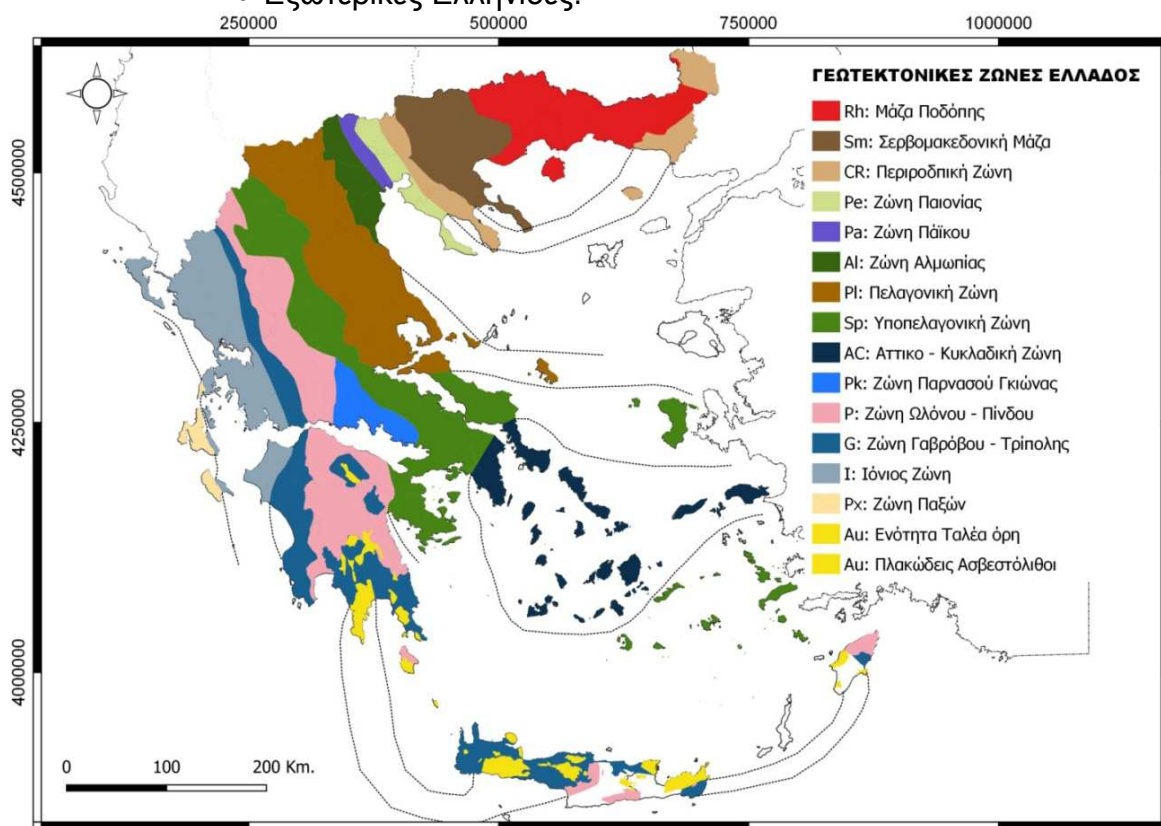
ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ
ΣΥΝΘΕΤΗ ΠΡΟΒΟΛΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΙΓΜΕ ΜΕ ΥΠΟΒΑΘΡΟ
ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

3 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι Ελληνίδες οροσειρές είναι τμήμα του Δειναρικού κλάδου (Δειναρίδες οροσειρές ή Δειναρικές Άλπεις) του Αλπικού συστήματος οροσειρών. Όλη η Ελληνική επικράτεια διαχωρίζεται σε διακριτές γεωτεκτονικές ζώνες που σήμερα αντιστοιχίζονται σε ενότητες. Αυτές απαρτίζονται από συγκεκριμένη στρωματογραφική συνέχεια των ιζημάτων που είναι χαρακτηριστική για κάθε περιοχή με συγκεκριμένους λιθολογικούς χαρακτήρες και τεκτονική συμπεριφορά εξαρτώμενη από το παρελθόν της περιοχής και την παλαιογραφική θέση (Μουντράκης 1985, Κουκουβέλας 2019). Γενικά η Ελλάδα διακρίνεται στις κάτωθι επιμέρους γεωλογικές περιοχές: (σχήμα 3-1):

- Εσωτερικές Ελληνίδες.
- Εξωτερικές Ελληνίδες.



Σχήμα 3-1. Γεωτεκτονικές ζώνες Ελλάδος, ψηφιοποίηση των γεωτεκτονικών ζωνών της Ελλάδος, από Μουντράκης 1985.

Η εσωτερικές ζώνες αποτελούνται από τις μάζες της Ροδόπης και Σερβομακεδονικής που συγκροτούνται από προ Αλπικά κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα ως υπολείμματα ενός παλιού ηπειρωτικού φλοιού και Αλπικά πετρώματα.

Η πιθανότερη παλαιογεωγραφία των εσωτερικών Ελληνίδων έχει ως εξής:

Η Περιροδοπική ζώνη αποτελούσε μία παλαιά ηπειρωτική κατωφέρεια της Ελληνικής ενδοχώρας προς την ωκεάνια περιοχή του Αξιού.

Η ζώνη Αξιού αποτελούσε ωκεάνια περιοχή με χαρακτηριστική ιζηματογένεση τυπικής βαθιάς θάλασσας. Η συγκεκριμένη ζώνη αποτελείται από τις επιμέρους ενότητες της Παιονίας, του Πάικου και της Αλμωπίας.

Η Πελαγονική αλλά και η Αττικοκυκλαδική ζώνη αντιπροσωπεύουν την Νηριτική αβαθή ιζηματογένεση στον Ελλαδικό χώρο κατά τον Μεσοζωικό, ως παλαιά ηπειρωτικά τεμάχια με ρηχή θάλασσα.

Η Υποπελαγονική ζώνη αποτελούσε την ηπειρωτική κατωφέρεια της Πελαγονικής ζώνης προς τον ωκεανό της Πίνδου.

Οι εξωτερικές Ελληνίδες που αποτελούνται από τις επιμέρους ενότητες Παρνασσού – Γκιώνας, Γαβρόβρου – Τρίπολης, Αδριατικοϊόνιος και Παξών, υπήρξαν τμήματα μιας ξεχωριστής μικροπλάκας της Απουλίας που αποσπάστηκε από την ήπειρο Γκοντβάνα και αντιπροσωπεύουν περιοχές με νηριτική ιζηματογένεση (Μουντράκης 1985).

3.2 ΠΡΟΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

Η Πελαγονική ενότητα, στην οποία ανήκει και η περιοχή της βορειοανατολικής Θεσσαλίας, περιλαμβάνει ένα τμήμα που εκτείνεται από την Δυτική Μακεδονία έως το Πήλιο. Επίσης εμφανίζεται σε ένα τμήμα της Βόρειας Εύβοιας αλλά και στις Σποράδες (σχήμα 3-2). Γενικά από λιθολογικής σύστασης στην περιοχή συναντούμε τους κάτωθι κυριότερους πετρολογικούς σχηματισμούς (Μουντράκης 1985, 2010, 2020):

• Κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο

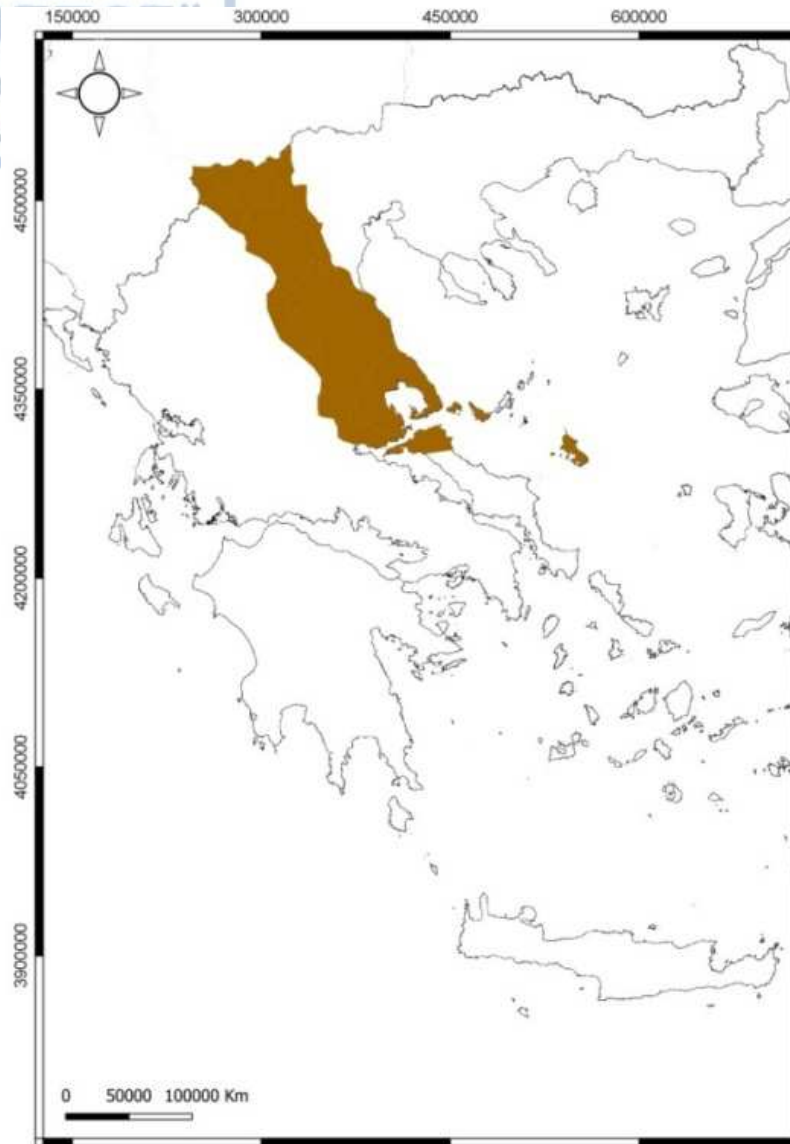
Τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υποβάθρου έχουν μεγάλη εξάπλωση στον χώρο, αποτελούν το κύριο δομικό στοιχείο της ζώνης, αποτελούνται από επάλληλα τεκτονικά λείπια, με παρόμοια λιθολογική ανάπτυξη Παλαιοζωικού ή παλαιότερα. Οι επιμέρους ενότητες του υποβάθρου έχουν παρόμοια λιθολογική σύσταση και αποτελούνται από τον παλαιότερο έως τον νεώτερο (Μουντράκης 1985, 2010, 2020):

- ο Γνεύσιους βιοιτιτικούς ομφαλοειδείς ορθο – προέλευσης.
- ο Γνεύσιους ταινιωτούς, μοσχοβιτικούς παρα – προέλευσης.
- ο Αμφιβολίτες και αμφιβολιτικούς – βιοιτιτικούς σχιστόλιθους.
- ο Γρανιτούχους διμαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους.
- ο Εναλλαγές αμφιβολιτικών σχιστολίθων, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, επιδοτικών σχιστολίθων με παρεμβολές απλιτογενέσεων.

Η μεταμόρφωση του κρυσταλλοσχιστώδους υποβάθρου έλαβε χώρα τον Παλαιοζωικό (550 my), πριν τον Λιθανθρακοφόρο (300my) και την Αλπική ορογένεση (Κρητιδικό (100 my) και Ηώκαινο (45my)).

• Γνευσιωμένοι γρανίτες του Άνω Λιθανθρακοφόρου

Μέσα στην μάζα του κρυσταλλοσχιστώδους υποβάθρου εμφανίζονται σε όλη την έκταση της ενότητας μεγάλοι γρανιτικοί όγκοι. Πρόκειται για παλαιούς πορφυριτικούς γρανίτες με μεγάλους κρυστάλλους αστριών. Οι γρανίτες είναι μαγματικές διεισδύσεις μέσα στη μάζα του υποβάθρου με την εμφάνιση φαινομένου μεταμόρφωση επαφής στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα. Στο μεγαλύτερο τμήμα τους είναι γνευσιωμένοι από την επίδραση της αλπικής παραμόρφωσης του Άνω Ιουρασικού – Κάτω Κρητιδικού, σε συνθήκες μεταμόρφωσης χαμηλής πρσινοσχιστολιθικής φάσης.



Σχήμα 3-2. Εμφάνιση Πελαγονικής ζώνης στην Ελληνική επικράτεια, ψηφιοποίηση ζώνης από Μουντράκης 1985 τροποποιημένο.

- **Περμοτριάδικές μετακλαστικές ακολουθίες**

Επάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο και τους γρανιτικούς όγκους του άνω Λιθανθρακοφόρου, έχει αποτεθεί μια ιζηματογενής σειρά πάχους περίπου 200 μ., όπου παρεμβάλλονται ηφαιστειακά πετρώματα (όξινες και βασικές λάβες και τόφοι), (Μουντράκης 1985, 2010, 2020). Τα κλαστικά πετρώματα αποτέθηκαν στο Πέρμιο και κάτω Τριαδικό και μαζί με τα ηφαιστειακά έχουν υποστεί την χαμηλή μεταμόρφωση της πρασινοσχιστολιθικής φάσης της αλπικής μεταμόρφωσης του Άνω Ιουρασικού – Κάτω Κρητιδικού.

- **Ανθρακικό επικάλυμμα Τριαδικού – Ιουρασικού.**

Η κυριότερη ιζηματογένεση της Πελαγονικής ζώνης είναι η ανθρακική από Τριαδικό έως Ιουρασικό, με τα πετρώματα αυτής να καταλαμβάνουν την μεγαλύτερη έκταση, το Μεσοζωικό ανθρακικό επικάλυμμα της Πελαγονικής ζώνης. Ουσιαστικά πρόκειται για δύο ξεχωριστά ανθρακικά καλύμματα που αποτέθηκαν επάνω στα δύο περιθώρια της Πελαγονικής κατά τον Τριαδικό – Ιουρασικό. Το δυτικό κάλυμμα έχει αποτεθεί επί μετακλαστικών ιζημάτων, κατά

την διάρκεια του Μέσου Τριαδικού έως τον Κάτω Κρητιδικό. Οι λιθολογίες που επικρατούν στο δυτικό αποτελούνται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους λευκούς, τεφρούς, μαύρους, λατυποπαγείς, ταινιωτούς πλακώδεις, λεπτοπλακώδεις άστρωτους και ελάχιστες λεπτές παρεμβολές πηλιτικών ενστρώσεων.

Αντιθέτως, το ανατολικό επικάλυμμα, το οποίο στη συνέχεια επωθήθηκε προς Δυσμάρς επάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο, απουσιάζει το ενδιάμεσο στρώμα των κλαστικών ιζημάτων. Το ανατολικό κάλυμμα αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, μάρμαρα, σιπολίνες και δολομίτες, (Μουντράκης 1985, 2010, 2020).

- **Οφιόλιθοι**

Η εμφάνιση των οφιολίθων στα ΒΑ της Θεσσαλίας είναι σχετικά σπάνια. Αυτά τα πετρώματα είναι αλλόχθονα και είναι τεκτονικά τοποθετημένα, επάνω στο ανθρακικό επικάλυμμα, με προέλευση από την ζώνη του Αξιού. Αποτελούνται από τεκτονισμένους σερπεντινίτες. Κατά την επώθηση των οφιολίθων επάνω στα Τριαδικά – Ιουρασικά ανθρακικά καλύμματα των Πελαγονικών περιθωρίων σχηματίστηκαν τεκτονικής προέλευσης οφιολιθικό συνονθύλευμα (melange).

- **Επικλυσιογενή ιζήματα Μέσω – Άνω Τριαδικού**

Μετά την αρχική ανάδυση των εσωτερικών ζωνών κατά την διάρκεια της Άνω Ιουρασικής – Κάτω Κρητιδικής ορογένεσης, η περιοχή βρέθηκε κάτω από το επίπεδο της θάλασσας στο Μέσο – άνω Κρητιδικό. Τα νέα ιζήματα της επίκλησης τοποθετήθηκαν σε ασυμφωνία με τα προϋπάρχοντα του ανθρακικού καλύμματος, τα οποία είχαν πτυχωθεί κατά την προηγούμενη ορογενετική περίοδο. Τα επικλυσιογενή ιζήματα διακρίνονται ανάλογα με την ηλικία τους από το παλαιότερο ως το νεώτερο (Μουντράκης 1985, 2010, 2020):

- Κροκαλοπαγή, λατυποπαγή και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι (ηλικίας Κενομάνιου – Τουρώνιου).
- Μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθοι (ηλικίας Σαντώνιου Καμπάνιου).
- Συμπαγείς ασβεστόλιθος με απολιθώματα (Orditoides) του Μαιστρίχιου.
- Φλύσχης, ηλικίας Άνω Μαιστρίχιου αρχές του Παλαιοκαίνου.

3.3 ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Στο υποκεφάλαιο που ακολουθεί περιγράφονται οι σημαντικότερες λιθολογικές ενότητες που έχουν επιφανειακή εμφάνιση στην περιοχή μελέτης.

3.3.1 ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΕΝΟΤΗΤΑ ΟΛΥΜΠΟΥ – ΟΣΣΑΣ

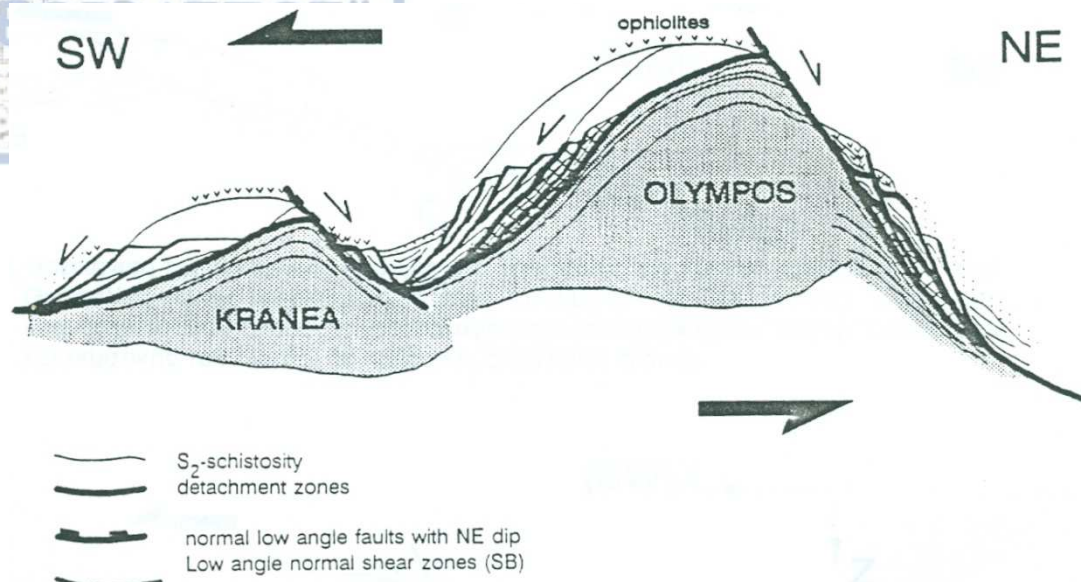
Σημαντική εμφάνιση στην περιοχή αποτελεί η τεκτονική ενότητα Ολύμπου – Όσσας, με την χαρακτηριστική εμφάνιση της ενότητας στην κορυφή του Ολύμπου. Πρόκειται για μία ανθρακική ιζηματογενή σειρά ηλικίας Τριαδικού έως Ηωκαίνου, η οποία περιστοιχίζεται από το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο. Η ανθρακική ιζηματογενής σειρά της ενότητας Ολύμπου – Όσσας περιλαμβάνει ασβεστόλιθους και δολομίτες ηλικίας Κρητιδικού έως κάτω Ηωκαίνου αλλά και φλύσχη ηλικίας Ηωκαίνου.

Η μελέτη της σειράς (Μουντράκης 1985, 2010, 2020), υποδηλώνει, σύμφωνα με την Γαλλική γεωλογική σχολή, χαρακτηριστικά που προσομοιάζουν με την ιζηματογένεση των εξωτερικών Ελληνίδων και όχι της Πελαγονικής ή άλλες εσωτερικές ζώνες. Η απουσία του Ιουρασικού στην ενότητα Ολύμπου – Όσσας είναι ευδιάκριτη από την ενότητα της Τρίπολης.

Η ενότητα του Ολύμπου –Όσσας περιβάλλεται από τα πετρώματα της Πελαγονικής τα οποία εμφανίζονται να επωθούνται επάνω στη σειρά από όλες τις πλευρές. Ως αποτέλεσμα αυτού εμφανίζεται η Πελαγονική να έχει επωθηθεί επάνω στην σειρά του Ολύμπου, η οποία αποκαλύπτεται με την μορφή τεκτονικού παραθύρου, κάτω από το επωθημένο κάλυμμα της Πελαγονικής.

3.3.2 ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Ιδιαίτερη εμφάνιση στην περιοχή μεταξύ του Ολύμπου και της Όσσας έχει η ξεχωριστή γεωλογική ενότητα των Αμπελακίων. Αυτή αποτελείται από δύο ορίζοντες, ένα κατώτερο από ανθρακικά ανακρυσταλλωμένα πετρώματα και έναν ανώτερο ορίζοντα γνωστό ως η σειρά των Αμπελακίων, (Μουντράκης 1985, 2010, 2020). Οι σχηματισμοί της ενότητας καταλαμβάνουν ικανή έκταση τόσο στον κάτω Όλυμπο, όσο και στην Όσσα με ικανό πάχος. Αποτελούνται από ιζηματογενούς προέλευσης πετρώματα (μεταπηλίτες και μεταγραφουβάκες) με παρεμβολές μεταβασιτών και φακούς και ενστρώσεις μαρμάρων. Οι σχηματισμοί της ενότητας έχουν υποστεί μεταμόρφωση σε συνθήκες υψηλής πίεσης και χαμηλής θερμοκρασίας της γλαυκοφανιτικής φάσης, που έλαβε μέρος μετά το Ανώτερο Κρητιδικό και πριν από το Μέσο Ηώκαινο. Στους σχηματισμούς αναγνωρίστηκε και μια νεότερη ανάδρομη μεταμόρφωση, χαμηλού βαθμού (επιζωνική) περίπου μετά το Μέσο Ηώκαινο. Πετρολογικοί τύποι της ενότητας των Αμπελακίων είναι οι κυανοσχιστόλιθοι, γνευσιοσχιστόλιθοι, γνεύσιοι και πρασινίτες με εναλλαγή τόσο κατά στρώση όσο και πλευρικά (Μιγκίρος 1993).



Σχήμα 3-5. Σχηματική Γεωλογική τομή των τεκτονικών παραθύρων Κρανιάς και Ολύμπου (Κίλιας 1993).

3.4 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ

3.4.1 ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ

Το Πελαγονικό υπόβαθρο περιλαμβάνει πέντε διακριτές περιόδους πετρωμάτων που συνέθεσαν μια μεγαλιθοσφαιρική ενότητα. Αυτές οι περίοδοι από τις παλαιότερες προς τις νεότερες είναι (Κουκουβέλας 2019):

- **Πρώτο – Πελαγονικά μεταϊζηήματα.**

Μεταϊζηματογενή πετρώματα στη περιοχή του όρους Βόρα, που έχουν υποστεί ανάτηξη περίπου πριν από 600 εκ. χρόνια. Εμφανίζονται ως τα παλαιότερα του σχηματισμού και θεωρούνται ως υπολείμματα της Πρώτο – Πελαγονικής λιθοτεκτονικής ενότητας.

- **Νεοπροτεροζωϊκοι γρανίτες.**

Γρανίτες και ορθογνεύσιοι, αλλά και μαγματικά πετρώματα της περιόδου Ediacaran (600 εκ. χρόνια) στην κεντρική περιοχή της Πελαγονικής.

- **Μεταϊζηματογενή πετρώματα «Αβαλόνια»**

Μεταϊζηματογενή πετρώματα στα οποία έχουν διεισδύσει πλουτωνίτες Βαρίσκιας ηλικίας (Βαρίσκιας ή Ερκύνιας ορογένεσης). Η νεότερη ηλικία της ζώνης εμφανίζεται περίπου παλαιότερα του Μέσου Κάμβιου (530 εκ. χρόνια).

- **Βαρίσκια μαγματικά πετρώματα**

Γρανίτες ή γρανοδιορίτες με παρουσία αρκετά συχνή στην Πελαγονική ζώνη αλλά και στις παρακείμενες γεωτεκτονικές περιοχές. Από τον προσδιορισμό των ηλικιών δείχνει ότι περιέχουν συστατικά ενός ανακυκλωμένου φλοιού με γρανитоειδή της Cryogenian ορογένεσης.

- **Μετά – Βαρίσκια μετακλαστικά και μετά ηφαιστειακά πετρώματα**

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει μεταμορφωμένες διεισδύσεις σε ορθογνεύσιους ηλικίας περίπου 250 εκ. χρόνων.

3.4.2 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

Από τα στοιχεία ερευνών για την περιοχή, προέκυψαν ότι η Αλπική ορογένεση, διαχωρίζεται σε δύο περιόδους, την Ηω – Ελληνική και τη Μέσο – Ελληνική. Σε γενικές γραμμές η γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής έχει ως εξής (Κουκουβέλας 2019):

- Η ταφρογένεση άρχισε στο τέλος του Πέρμιου, απομάκρυνε την Πελαγονική μικροήπειρο από την Απουλία πλάκα στην αρχή του Ιουρασικού και οδήγησε στον σχηματισμό του ωκεανού της Πίνδου. Στα ανατολικά η πλατφόρμα Ολύμπου – Όσσας χωρίστηκε από την Πελαγονική μικροήπειρο με τον μικρό ωκεανό στην περιοχή των Αμπελακίων.

- Η κατανάλωση του ωκεανού της Πίνδου, στο μέσο του Ιουρασικού προκάλεσε την δημιουργία των οφιόλιθων του Βούρινου. Οι διαδικασίες ξεκίνησαν με μια ενδοωκεάνια βύθιση που είχε ως αποτέλεσμα την εσωτερική παραμόρφωση του Πελαγονικού υποβάθρου, με μια σειρά επωθήσεων με κατεύθυνση από τα ανατολικά προς τα δυτικά όρια της Πελαγονικής λιθοσφαιρικής ενότητας. Την περίοδο αυτή η Πελαγονική συμπεριφέρεται ως μια ανεξάρτητη μικρή ήπειρος. Η παραμόρφωση σταδιακά μετατοπίζεται προς τα ανατολικά, ενώ οι Ερκύνειοι και παλαιότεροι γρανίτες λειτούργησαν ως σθεναρά εμπόδια ώστε να σχηματιστούν αντικλινικές ράμπες.

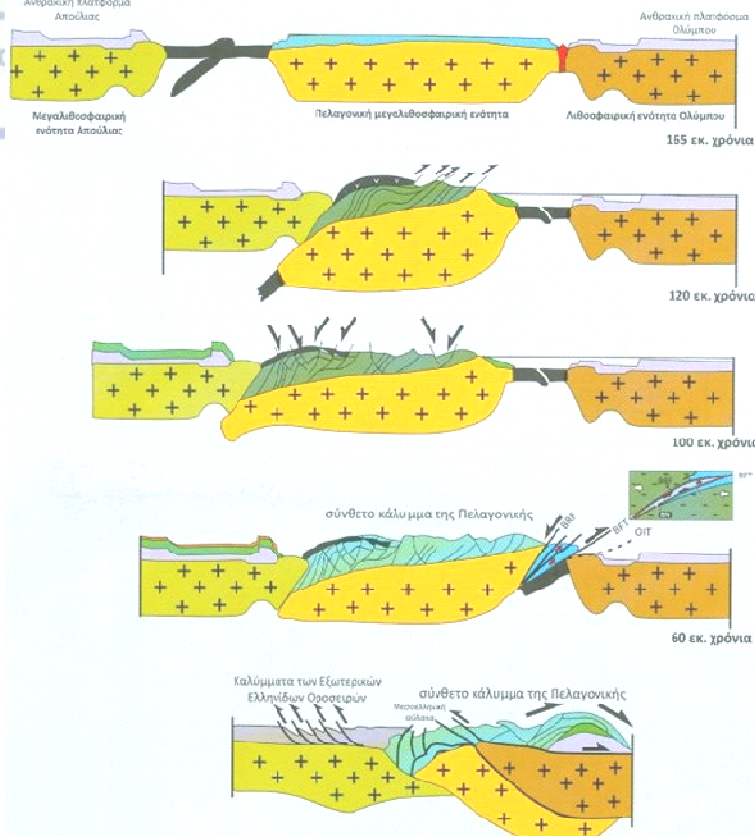
- Κατά τον άνω Κρητιδικό η διαστολή του φλοιού που παρατηρήθηκε είχε ως αποτέλεσμα την σημαντική λέπτυνση με την δράση πλαστικών κανονικών ρηγμάτων και με την επίκληση της θάλασσας που ακολούθησε σχηματίστηκαν τεκτονικά κέρατα που λειτουργούσαν ως εμπόδια για τα Μεσοελληνικά τεκτονικά κάλυμματα.

- Στο τέλος του Παλαιόκαινου οι μικροήπειροι Πελαγονική και Ολύμπου – Όσσας έρχονται σε τεκτονική σύγκλιση, ενώ ο ωκεανός των Αμπελακίων άρχισε να βυθίζεται προς τα δυτικά. Την περίοδο αυτή είχε σχηματιστεί ένα μεγάλο δίδυμο συστολής, μεταφέροντας πετρώματα προς τα ανατολικά επάνω στην μικροπλάκα Ολύμπου – Όσσας. Επίσης, ταυτόχρονα συντελέστηκε και η μεταμόρφωση της γλαυκοφανιτικής φάσης σε βάθος 15 – 20 Km. Ενώ στον άνω Ηώκαινο, παρατηρείται η απόθεση του φλύσχη Ολύμπου – Όσσας στα ανώτερα τμήματα του φλοιού.

- Ο ωκεανός των Αμπελακίων σταδιακά έως το τέλος του Άνω Ηωκαίνου είχε εξαφανιστεί και οι κεντρικές Ελληνίδες εισήλθαν σε μια περίοδο ηπειρωτικής σύγκρουσης, ενώ οι γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι ανήλθαν με επωθήσεις ή συνδυασμό κανονικών και ανάστροφων ρηγμάτων. Μεγάλες επωθήσεις ή κανονικά ρήγματα δημιούργησαν ένα σύνθετο κάλυμμα στις δυτικές περιοχές της ενότητας Ολύμπου Όσσας.

- Στην αρχή του Ολιγόκαινου τα κρυσταλλικά πετρώματα είχαν ανέλθει στην επιφάνεια της Γης στο πλαίσιο μιας συμπιεστικής ανύψωσης, ενώ στο τέλος του Ολιγόκαινου έχει αρχίσει η κατάρρευση του ορογενούς της Πελαγονικής με ταυτόχρονη ανύψωση. Η ανύψωση αυτή συνοδεύεται με έντονη διάβρωση η οποία τροφοδοτεί με ιζήματα τις παρακείμενες λεκάνες.

Στο σχήμα 3-6 παρουσιάζεται η σταδιακή δημιουργία την Πελαγονικής ζώνης, (Κουκουβέλας 2019).



Σχήμα 3-6. Στάδια γεωτεκτονικής εξέλιξης Πελαγονικής Ζώνης (Κουκουβέλας 2019).

3.5 ΜΕΤΑΛΠΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

Μετά την Αλπική ορογένεση που εκδηλώθηκε ως κύμα πτύχωσης από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά και προκάλεσε την ανάδυση των Ελληνίδων οροσειρών, αποτέθηκαν στον Ελληνικό χώρο τα μεταλπικά ιζήματα, χερσαία (ποταμοχειμάρια και λιμναιία), ή θαλάσσια. Τα μεταλπικά ιζήματα αποτέθηκαν σε ασυμφωνία επάνω στους πτυχωμένους αλπικούς σχηματισμούς. Μετά την ολοκλήρωση της πτύχωσης το Αλπικό ορογενές βρίσκεται σε καθεστώς ανύψωσης και χαρακτηρίζεται από τεκτονικά κέρατα και τάφρους. Δύο είναι οι κατηγορίες των μεταλπικών ιζημάτων που διακρίνονται στον Ελληνικό χώρο, (Μουντράκης 1985, 2010):

- Τα μολασσικά ιζήματα με απόθεση από το Ολιγόκαινο έως το Μέσο Μειόκαινο.

- Τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα των λεκανών.

Η διαφορά των ανωτέρω κατηγοριών, εκτός από την ηλικία, έχει σχέση και θέση που καταλαμβάνουν ως προς τις υπάρχουσες αλπικές δομές. Τα μολασσικά ιζήματα αποτίθενται σε μεγάλες αύλακες, που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της μεταορογενετικής εξέλιξης. Ενώ τα νεογενή και τεταρτογενή αποτίθενται σε τάφρους ή λεκάνες πίσω από το μέτωπο της ορογένεσης.

3.5.1 ΜΟΛΑΣΣΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

Στις τελευταίες φάσεις της πτύχωσης της Αλπικής ορογένεσης, έχουν αναπτυχθεί στον Ελληνικό χώρο τρεις μεγάλες μολασσικές αύλακες, η αύλακα του Έβρου, η αύλακα του Αξιού και η Μεσοελληνική αύλακα. Από τις τρεις αύλακες μόνο η Μεσοελληνική αύλακα έχει σημαντική παρουσία στην ευρύτερη

περιοχή, (Μουντράκης 1985, 2010, 2020).

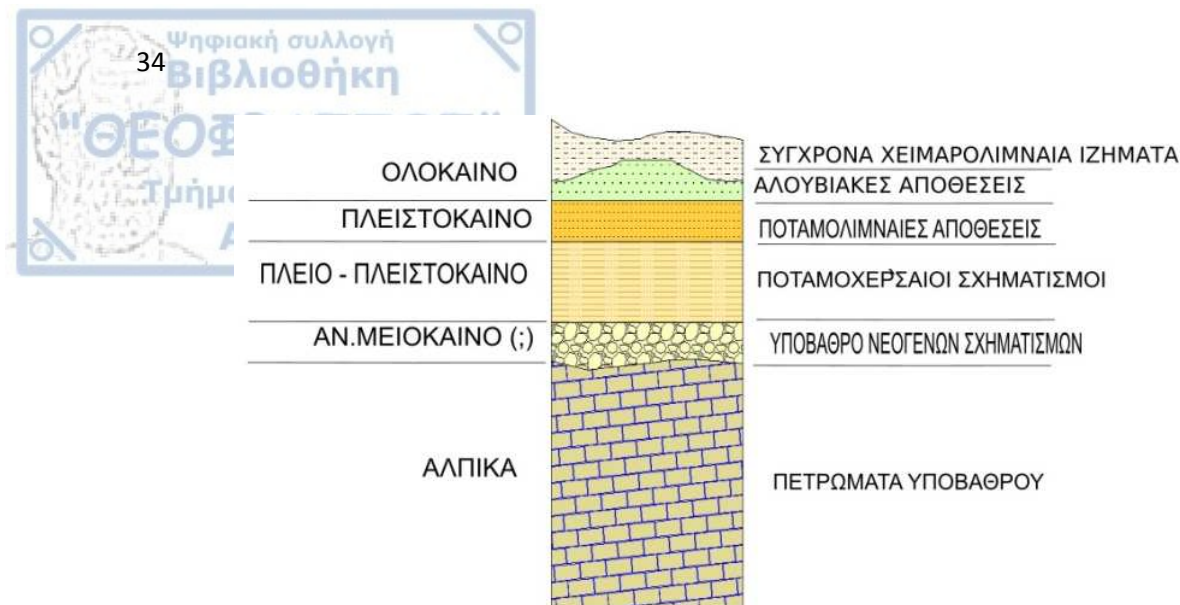
3.5.1.1 ΜΕΣΟΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΥΛΑΚΑ

Η Μεσοελληνική αύλακα είναι μια ζώνη βύθισης με μήκος περίπου 130 Km και πλάτος περίπου 40 Km και έχει διεύθυνση ΒΔ–ΝΑ, παράλληλα στο Ελληνικό ορογενετικό τόξο. Εκτείνεται από την περιοχή της Αλβανίας προς Νότια, με κατεύθυνση προς την περιοχή της Θεσσαλίας, όπου βυθίζεται κάτω από τις προσχώσεις της Θεσσαλικής πεδιάδας. Η αύλακα σχηματίστηκε στην ραφή των πλακών Απουλίας και Πελαγονικής και έχει ως υπόβαθρο οφιολιθικές μάζες μεγάλου πάχους που προέρχονται από τον ωκεανό της Πίνδου, αλλά και ασβεστόλιθους Μεσοζωικούς, (Μουντράκης 1985, 2010, 2020, Doutsos et al. 1993, 1994, 2006). Η ιζηματογένεση στην αύλακα από το Ολιγόκαινο έως το Μειόκαινο, συμπλήρωσε την λεκάνη με ιζήματα μολασσικού τύπου. Ως πηγή τροφοδοσίας λειτούργησαν οι αναδυόμενες ενότητες Πίνδου και Πελαγονικής. Η ιζηματογένεση γινόταν κοντά στο επίπεδο της θάλασσας με αποτέλεσμα να εμφανίζονται εναλλαγές από θαλάσσια ιζήματα, σε λιμναία και χερσαία ποταμοχειμάρια, τα οποία επαναλαμβάνονται σε κύκλους. Δεν είναι πτυχωμένα, αλλά παρουσιάζουν μία κλίση συνήθως προς Ανατολάς από την δράση μετέπειτα τεκτονικών κινήσεων. Η Μεσοελληνική αύλακα στην περιοχή της ανατολικής Θεσσαλίας, εμφανίζεται στον σχηματισμό της Κρανιάς ή φλύσχης της Κρανιάς και αποτελεί τη βάση της αύλακας. Έχει επιφανειακή εμφάνιση με σημαντικό πάχος και ηλικία από το μέσο Μειόκαινο έως το κάτω Ολιγόκαινο. Περιλαμβάνει αρκετές επιμέρους φάσεις απόθεσης, όπως την αργιλική φάση, αδρομερή, κροκαλοπαγή, αλλουβιακά ριπίδια, κροκαλοπαγή με οφιολιθικούς κλάστες, ολισθόλιθους κλπ. (Κουκουβέλας 2019).

3.5.1.2 ΝΕΟΓΕΝΗ ΚΑΙ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΗ ΙΖΗΜΑΤΑ

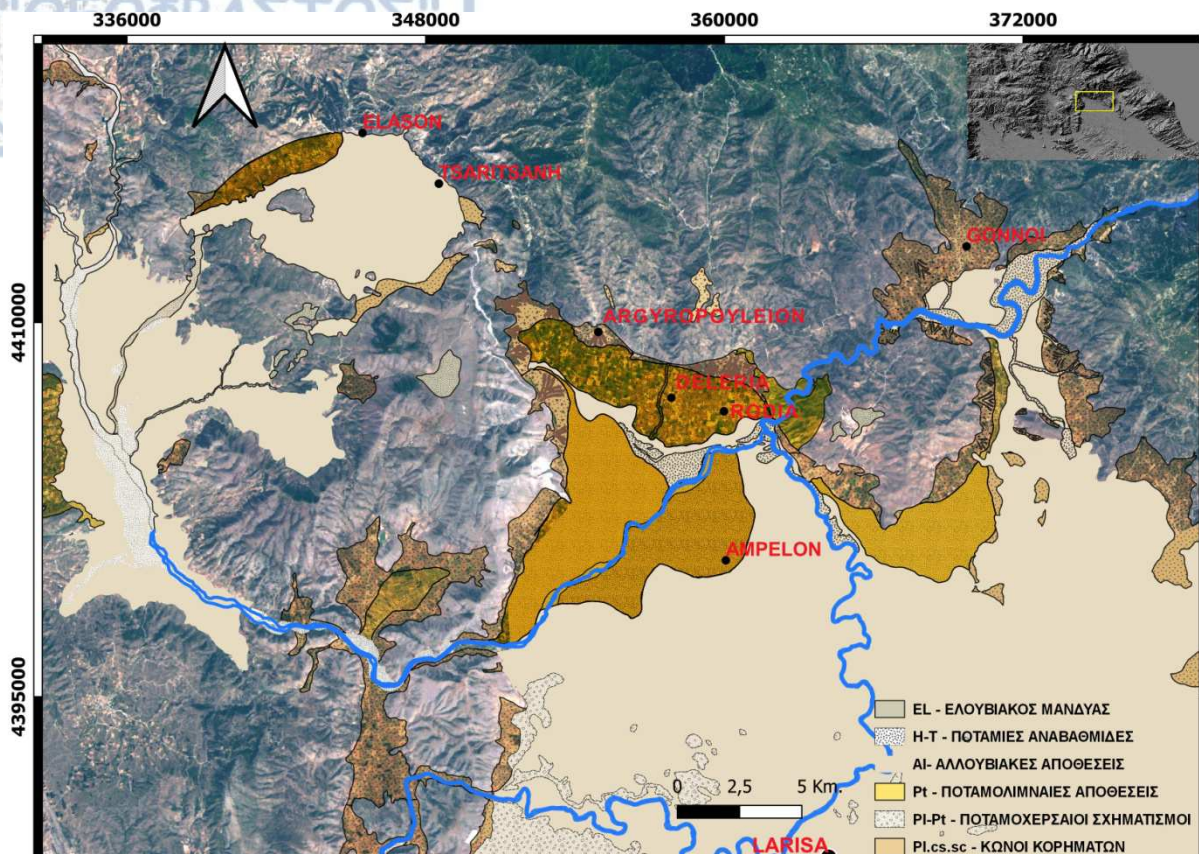
Τα νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα αποτίθενται σε λεκάνες τεκτονικές ή τάφρους, που σχηματίστηκαν μετά την Αλπική ορογένεση. Τα ιζήματα αυτά είναι είτε θαλάσσια είτε χερσαία (λιμνιαία, ποταμοχειμάρια) εντοπίζονται σε λεκάνες, όπου οι συνθήκες ιζηματογένεσης εναλλάσσονται από θαλάσσιες σε χερσαίες (Μουντράκης 1985, 2010, 2020).

- Τα θαλάσσια ιζήματα είναι κροκαλοπαγή, λατυπτοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και ασβεστόλιθοι.
- Παρόμοια με τα θαλάσσια ιζήματα είναι και τα λιμνιαία.
- Τα ποταμοχειμάρια χερσαία ιζήματα αποτελούνται από κροκαλολατυπτοπαγή, ψαμμίτες και ερυθροχώματα. Στα χερσαία ιζήματα του άνω Μειοκαίνου συναντούμε και απολιθώματα πανίδας θηλαστικών.



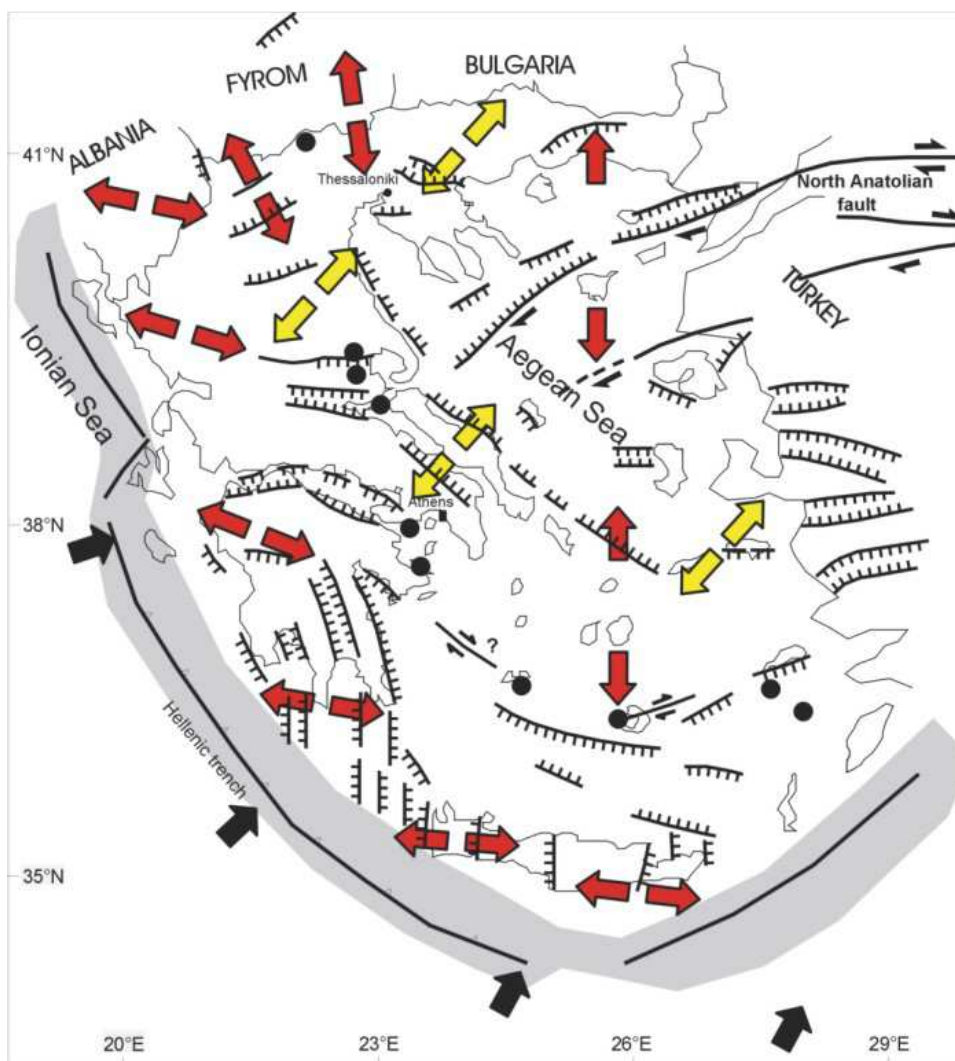
Σχήμα 3-7. Σύνθετη στρωματογραφική στήλη της βόρειας Λάρισας. Για την σύνθεση της στήλης χρησιμοποιήθηκαν οι γεωλογικοί χάρτες του ΙΓΜΕ με κλίμακα 1:50.000 και τα φύλλα, Ελασσών 1987, Γόννοι 1985, Πλατύκαμπος 1981 και Λάρισα 1985.

Στο σχήμα 3-7, παρουσιάζεται η σύνθετη στρωματογραφική στήλη της ευρύτερης περιοχής μελέτης της ανατολικής λεκάνης Θεσσαλίας. Η σύνθεση της στήλης πραγματοποιήθηκε για την ανάλυση των μεταλπικών ιζημάτων και χρησιμοποιήθηκαν οι γεωλογικοί χάρτες του ΙΓΜΕ με κλίμακα 1:50.000. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα φύλλα Ελασσών 1987, Γόννοι 1985, Πλατύκαμπος 1981 και Λάρισα 1985. Η γεωλογική χαρτογράφηση των περιοχών πραγματοποιήθηκε από τον Ε. Τριανταφύλλη για την περιοχή της Ελασσόνας, από τον Δρ Γ. Μιγκίρο για την περιοχή των Γόννων, από τους Δρ. Γ. Κατσικάτσο, Μ. Βιδάκη και Γ. Μιγκίρο για την περιοχή του Πλατυκάμπου, ενώ για την περιοχή της Λάρισας από τον Δρ. Β. Πλαστήρα. Στο σχήμα 3-8 απεικονίζεται η επιφανειακή εξάπλωση των μεταλπικών ιζημάτων της περιοχής. Ο χάρτης του σχήματος 3-8 προέκυψε από την ψηφιοποίηση των αντιστοιχών σχηματισμών από τους γεωλογικούς χάρτες της περιοχής.



Σχήμα 3-8. Επιφανειακή εξάπλωση μεταλλικών ιζημάτων περιοχής. Ψηφιοποίηση γεωλογικών σχηματισμών από γεωλογικούς χάρτες ΙΓΜΕ (κλίμακα 1:50.000, φύλλα, Ελασσών 1987, Γόννοι 1985, Πλατύκαμπος 1981 και Λάρισα 1985, υπόβαθρο χάρτη δορυφορική ψευδοέγχρωμη εικόνα Landsat 8 USGS, με απεικόνιση στο ορατό φάσμα, ημερομηνία λήψεως 16-6-2016).

ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ



ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ
(Mountrakis 2005)

4 ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή της Κεντρικής και Ανατολικής Μεσογείου είναι μία από της περιοχές που συναντούμε την μεγαλύτερη γεωλογική δραστηριότητα της Ευρώπης, με σημαντική νεοτεκτονική και σεισμική δραστηριότητα.

Η λήξη της Αλπικής ορογένεσης, που ειδικότερα για τον Ελληνικό χώρο τοποθετείται περίπου στο Μέσο Μειόκαινο, σηματοδοτεί την έναρξη της νεοτεκτονικής δραστηριότητας. Η δράση αυτή διαμόρφωσε το οριστικό σχήμα και την σημερινή μορφή του συνολικού χερσαίου και θαλάσσιου Ελληνικού χώρου (Μουντράκης 1985, 2020).

Γενικότερα παρατηρούμε την σύγκλιση δύο μεγάλων λιθοσφαιρικών πλακών, της Αφρικανικής και Ευρασιατικής, με την πλάκα της Αφρικής να υποβυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική. Επιπροσθέτως στην ευρύτερη περιοχή συμμετέχουν μικρότερες περιθωριακές πλάκες.

Ειδικότερα στην περιοχή συναντούμε (Parazachos et al 1997 και αντίστοιχες βιβλιογραφικές αναφορές):

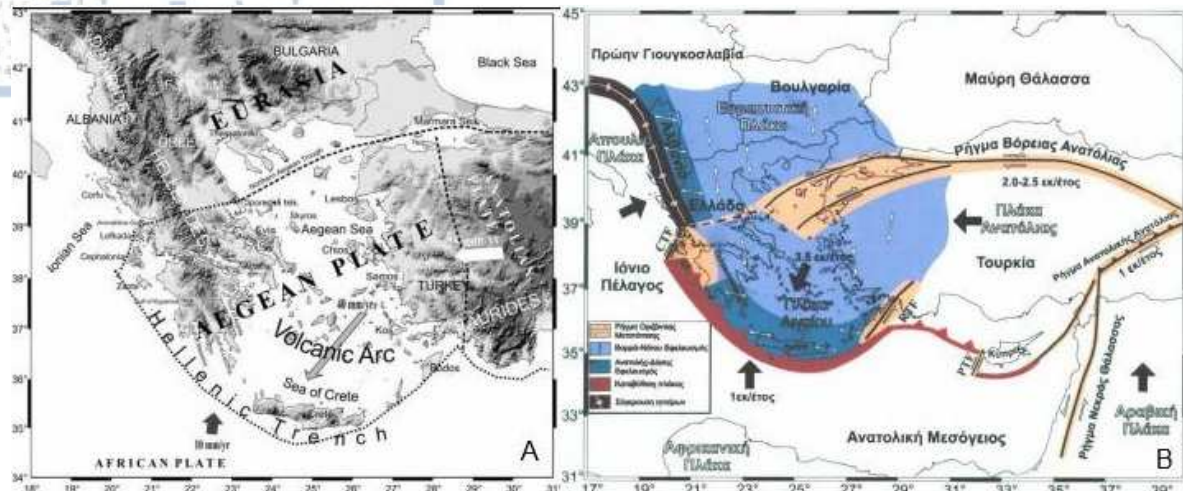
- Κύριες Λιθοσφαιρικές πλάκες.
 - ο Ευρασιατική
 - ο Αφρικάνικη
 - ο Αραβική
- Μικρότερες Λιθοσφαιρικές πλάκες.
 - ο Ανατολίας
 - ο Αιγαίου
 - ο Αδριατικής

Στο πλαίσιο αυτό η Αραβική πλάκα έχει αποσπαστεί από την Αφρικάνικη πλάκα και διαμέσου της διάνοιξης της Ερυθράς θάλασσας, κινείται ανεξάρτητα και με κίνηση προς τον Βορά και συγκρούεται με την Ασία. Η κίνηση αυτή της πλάκας της Αραβίας δημιουργεί το μεγάλο ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης του Ιορδάνη – Λιβάνου. Η Βόρεια κίνηση της πλάκας της Αραβίας πιέζει το Ευρασιατικό περιθώριο στην περιοχή της Ανατολικής Ανατολίας (Μικράς Ασίας), αναγκάζοντας την ανεξάρτητη ηπειρωτική μικροπλάκα της Ανατολίας, να κινηθεί προς τα δυτικά στον Ελληνικό χώρο, δημιουργώντας ένα μεγάλο δεξιόστροφο ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης της Βόρειας Ανατολίας (Παυλίδης 2016 και αντίστοιχες βιβλιογραφικές αναφορές). Ως συνέπεια αυτού ο Ελληνικός χώρος ωθείται σε μία συνισταμένη κίνηση νοτιοδυτική (Μουντράκης 1985, 2010, 2020). Στο σχήμα 4-1, απεικονίζονται οι ανεξάρτητες πλάκες που μετέχουν στην κίνηση της περιοχής, όσο και οι σχετικές κινήσεις μεταξύ τους, επιπρόσθετα εμφανίζονται και τα κύρια ρήγματα της περιοχής.

4.2 ΚΥΡΙΕΣ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ

4.2.1 Ελληνικό Τόξο

Η σημερινή κατάσταση στο γεωτεκτονικό καθεστώς του Αιγαίου και του Ελληνικού τόξου άρχισε να διαμορφώνεται στο Κατώτερο (πρώιμο) με μέσο Μειόκαινο (Σεραβάλιο – Τορτόνιο) πριν από 13 εκατομμύρια χρόνια. Η διαδικασία της ηπειρωτικής σύγκρουσης έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της θαλάσσιας περιοχής της Νέο Τηθύος, η οποία έχει ξεκινήσει πολύ νωρίτερα και συγκεκριμένα από το άνω Κρητιδικό (Παυλίδης 2016, Μουντράκης 1985,



Σχήμα 4-1. Α. Κύριες Λιθοσφαιρικές πλάκες της ευρύτερης περιοχής του Αιγαίου, (Κυρατζή κ. α., Γεωδυναμική Ελλάδα, ΑΠΘ). Β. Γεωδυναμική κατάσταση της Ανατολικής Μεσογείου. Τα βέλη δείχνουν τη σχετική κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών, διακρίνονται τα κυριότερα ρήγματα της περιοχής. (Μουντράκης 1985, 2020, Papazachos et al 1997)

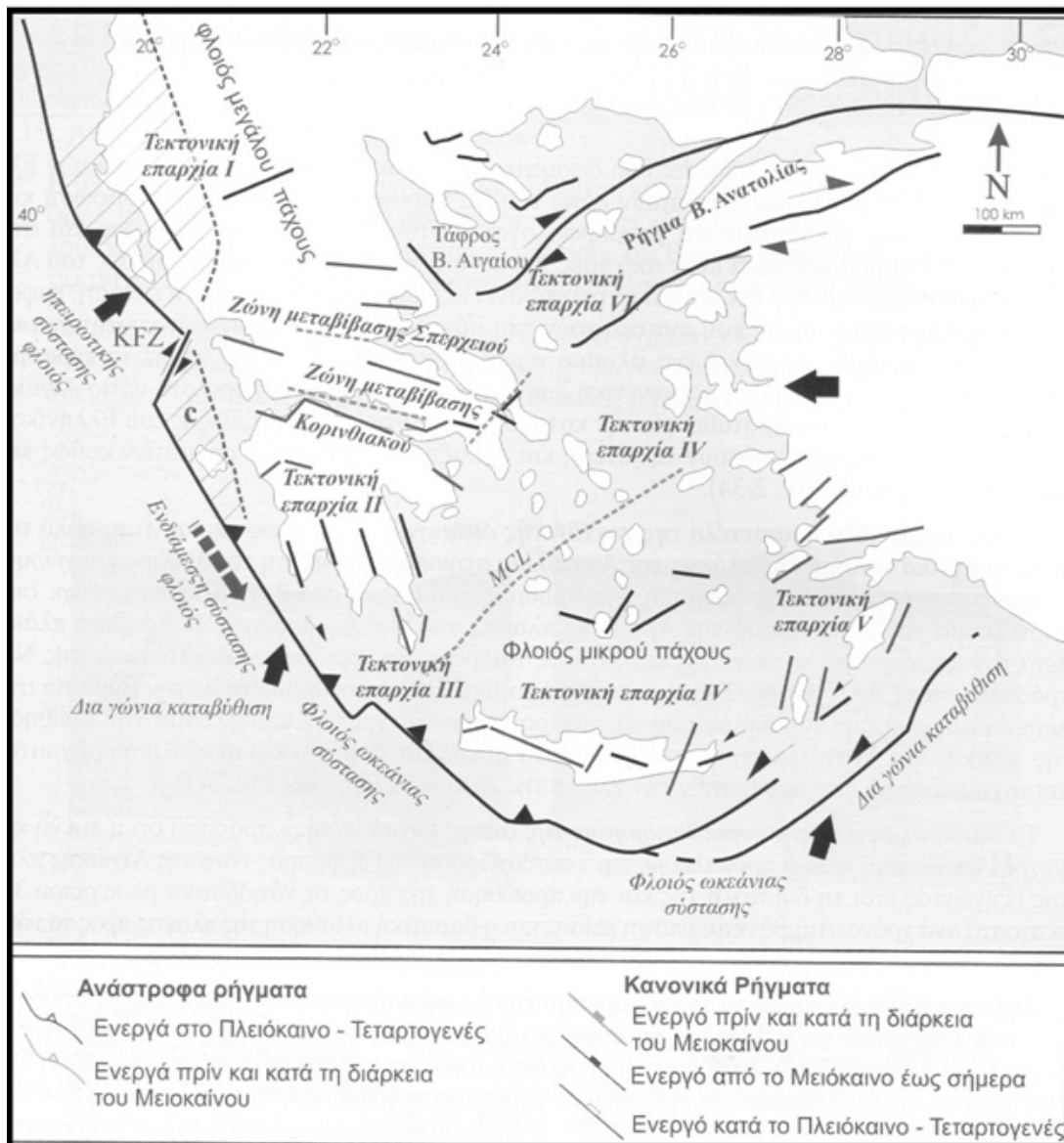
Το Ελληνικό τόξο, αναφέρεται και ως Αιγαϊκό τόξο, αποτελεί το όριο επαφής της Ευρασιατικής με την Αφρικανική λιθόσφαιρα, έχει σχεδόν όλα τα χαρακτηριστικά του τυπικού νησιωτικού τόξου και διαμορφώνεται ως αποτέλεσμα της σύγκλισης μιας ωκεάνιας πλάκας κάτω από μία ηπειρωτική. Οι δύο πλάκες συγκλίνουν με σχετική μικρή ταχύτητα, με τη βύθιση της Αφρικανικής λόγω πυκνότερης σύστασης. Συγκεκριμένα το Ελληνικό τόξο από εξωτερικά προς τα εσωτερικά περιλαμβάνει:

- Ένα εξωτερικό ιζηματογενές τόξο, που περιλαμβάνει τις δυτικές εξωτερικές Ελληνίδες οροσειρές της ηπειρωτικής Ελλάδος, την Κρήτη και τα Δωδεκάνησα.
- Την Ελληνική περιφερειακή τάφρο (Hellenic trench) που περιβάλλει το ιζηματογενές τόξο από την εξωτερική του πλευρά. Εντοπίζεται από το Ιόνιο έως νότια της Κρήτης και της Ρόδου και περιλαμβάνει ένα σύνολο από βαθιά υποθαλάσσια βυθίσματα με σύνηθες βάθος από 2.000 έως 3.000 μέτρα και μέγιστο βάθος τα 5.000 μέτρα.
- Εσωτερικά του τόξου, υπάρχει ένα ενεργό ηφαιστειακό τόξο (ενδεικτικά αναφέρονται Μήλος, Νισύρος, Μέθανο). Γενικά η ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι άμεσα συνδεδεμένη με την βύθιση και τήξη της πλάκας της Αφρικανικής κάτω από την Ευρασιατική. Η βύθιση της πλάκας λαμβάνει μέρος σε βάθος 150 Km, πίσω από το μέτωπο της σύγκλισης των πλακών. (Από άποψη χημισμού η ηφαιστειότητα του τόξου είναι ασβεσταλκαλική (calc-alkaline).
- Λεκάνη πίσω από το τόξο (back arc basin) ως αποτέλεσμα των εφελκυστικών τάσεων, πίσω από το τόξο και ιδιαίτερα πίσω από το πρίσμα επαύξησης της Κρήτης και εντοπίζεται στο Κρητικό πέλαγος. Γενικά ο χώρος του Αιγαίου πελάγους θεωρείται μια κλειστή περιθωριακή θάλασσα (marginal sea) με ηπειρωτικό φλοιό.

- Μεσογειακή ράχη (Mediterranean Ridge) μια υποθαλάσσια έξαρση του φλοιού που διασχίζει την Ανατολική Μεσόγειο σχεδόν παράλληλα με το Ελληνικό τόξο.

4.2.2 Τάφος Βορείου Αιγαίου.

Στον ευρύτερο χώρο του βορείου Αιγαίου εμφανίζεται ένα σύμπλεγμα ρηγμάτων, ως συνέχεια του μεγάλου ρήγματος της βόρειας Ανατολίας. Η εμφάνιση αυτή του μεγάλου ρήγματος οριζόντιας μετατόπισης της βόρειας Ανατολίας στον Αιγαίο χώρο δημιουργεί μια σειρά από μεγάλα τεκτονικά βυθίσματα αλλά και γεωθερμικά πεδία από τα βορειοδυτικά της Τουρκίας, σε Λέσβο Λήμνο, Σαμοθράκη (Κουκουνέλας & Aydın 2002, Παυλίδης 2016, Sboras et al 2017).



Σχήμα 4-2. Το σύγχρονο γεωδυναμικό καθεστώς στον χώρο του Αιγαίου, (Kokkalas et al 2006, από Κουκουβέλας κ. α. 2020).

4.3 ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Ερευνητικές εργασίες για την εξέλιξη του Ελληνικού χώρου, σε ξενόγλωσση βιβλιογραφία της Γαλλικής σχολής (Angelier & LePichon 1979,

Mercier 1981, Mercier et al 1989) και Ελληνική (Παυλίδης 1985, 2016, Μουντράκης 2010, 2020), αποτυπώνει μια γενική συνοπτική εικόνα του πώς διαμορφώθηκε η νεοτεκτονική κατάσταση στον ευρύτερο Ελληνικό χώρο. Η εξέλιξη συνοψίζεται σε τέσσερα στάδια.

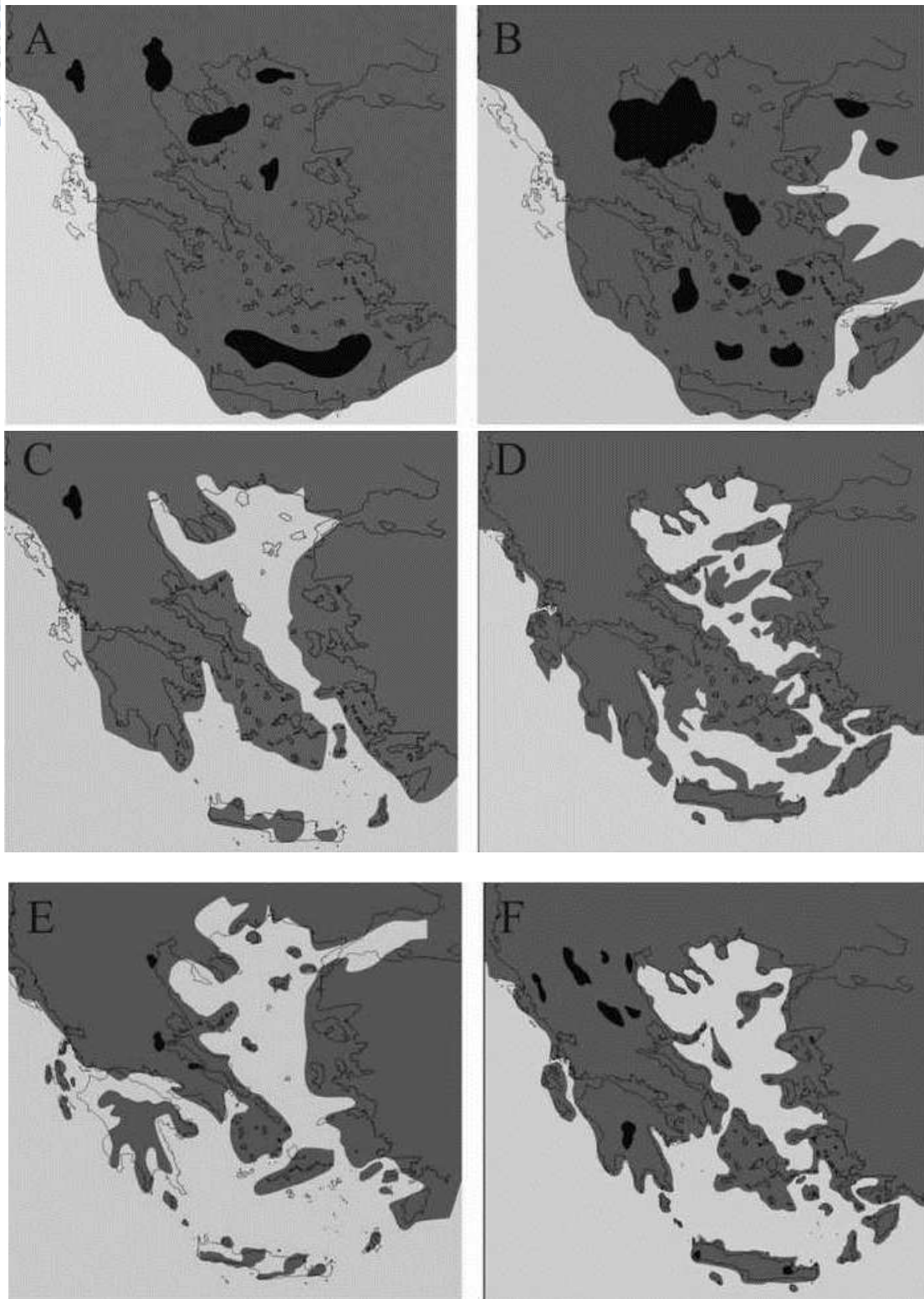
- Στάδιο 1. Ανώτερο Μειόκαινο – Κάτω Πλειόκαινο (από 15 έως 5 εκατομμύρια χρόνια). Ο εσωτερικός χώρος του Αιγαίου ήταν κάτω από την επίδραση συμπιεστικών δυνάμεων, που δημιουργήσαν ανάστροφα ρήγματα και ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης με διεύθυνση BBA–NNΔ αλλά και ΒΔ–ΝΑ. Ταυτόχρονα ο εξωτερικός χώρος ήταν ένα ενεργό ηπειρωτικό περιθώριο με την επίδραση συμπιεστικών δυνάμεων και χαρακτηριζόταν από ανάστροφα ρήγματα μεγάλου μήκους και μεγάλης μετατόπισης. Στον Άνω Μειόκαινο η ηπειρωτική Ελλάδα ήταν ενωμένη με την Μικρά Ασία ως μια ενιαία ξηρά, όπως διαπιστώνεται και από τα παλαιοντολογικά ευρήματα.

- Στάδιο 2. Πλειόκαινο (4,5 έως 2 εκατομμύρια χρόνια). Στον εσωτερικό χώρο του Αιγαίου αναπτύσσεται ένα εκτεταμένο εφελκυστικό πεδίο τάσεων, με διεύθυνση ΒΑ–ΝΔ. Συνέπεια αυτού είναι η δημιουργία κανονικών ρηγμάτων με διεύθυνση ΒΔ–ΝΑ, η επαναδραστηριοποίηση παλαιότερων ρηγμάτων, και η δημιουργία μικρών και μεγάλων τεκτονικών βυθισμάτων και τάφρων. Στις τάφρους παρατηρείται απόθεση μεγάλου πάχους ιζημάτων. Το εξωτερικό μέρος του τόξου εκείνη την περίοδο θεωρείται ανενεργό.

- Στάδιο 3. Πλειο–Πλειστόκαινο έως κάτω Πλειστόκαινο. Στον εσωτερικό χώρο παρατηρείται διακοπή του εφελκυσμού και εγκαθίδρυση τάσεων με συμπιεστικά χαρακτηριστικά παρόμοια με του άνω Μειόκαινου. Στον εξωτερικό χώρο επικρατούν έντονα συμπιεστικά φαινόμενα, τα οποία συνεχίζονται έως σήμερα. Αποτέλεσμα αυτών είναι η απόσυρση της θάλασσας και ο σχηματισμός μεγάλων λιμνών.

- Στάδιο 4. Από το Μέσο Πλειστόκαινο έως σήμερα. Στον χώρο του Αιγαίου επικρατεί μια εκτεταμένη εφελκυστική τάση με γενική διεύθυνση Β–Ν και τον σχηματισμό κανονικών ρηγμάτων – τάφρων με μεγάλα βυθίσματα. Αποτέλεσμα αυτού ήταν η οριστική βύθιση του χώρου του Αιγαίου με την δημιουργία του Αιγαίου πελάγους. Η δράση αυτή των εφελκυστικών τάσεων προκαλεί επιφανειακούς σεισμούς σε κανονικά ρήγματα. Στο εξωτερικό τόξο συνεχίζει η δράση των συμπιεστικών δυνάμεων, με διεύθυνση ΒΑ–ΝΔ, με τον σχηματισμό ανάστροφων ρηγμάτων, με αποτέλεσμα την γένεση μεγάλων σεισμών.

Στο σχήμα 4-3 διακρίνεται η παλαιογεωγραφική εξέλιξη στον ευρύτερο χώρο του Αιγαίου από το ανώτερο Βουρδιγάλιο – Λάγγιο (17 εκ. χρόνια) έως τον ανώτερο Πλειστόκαινο (800.000 χρόνια πριν από σήμερα) (Creutzburg 1963, Dermitzakis & Papanikolaou 1981, Dermitzakis 1990, Simalakis & Mylonas 2008).



Σχήμα 4-3. Παλαιογραφική εξέλιξη του Αιγαίου Πελάγους. Α. Ανώτερο Βουρδιγάλιον 17.000.000 χρόνια (πριν). Β. Ανώτερο Σερραβάλιον 12.000.000 χρόνια (πριν). Γ. Τοτρώνιο 8.000.000 χρόνια (πριν). Δ. Μεσσήνιο 5.500.000 χρόνια (πριν). Ε. Πλειόκαινο 3.500.000 χρόνια (πριν). Φ. Πλειστόκαινο 800.000 χρόνια (πριν). Βασισμένο σε εργασίες των Creutzburg 1963, Dermitzakis & Papanikolaou 1981, Dermitzakis 1989, 1990, από Simalakis & Mylonas 2008 τροποποιημένο.

4.4 ΕΝΕΡΓΟΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στον ευρύτερο Ελληνικό χώρο τόσο σεισμολογικές όσο και νεοτεκτονικές, δείχνουν ότι στο εξωτερικό μέρος του Ελληνικού τόξου ασκούνται συμπίεστικές τάσεις. Οι τάσεις αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την παραμόρφωση των ιζημάτων στο εξωτερικό κράσπεδο του ιζηματογενούς τόξου αλλά και στην περιφερειακή τάφρο. Ενώ η εξωτερική περιοχή του τόξου υφίσταται συμπίεση, αντίθετα ο εσωτερικός χώρος του Αιγαίου, τόσο ο ηπειρωτικός όσο και ο θαλάσσιος χώρος, υφίσταται εφελκυσμό, με γενική διεύθυνση Βορρά – Νότο. Αυτός δημιουργεί μια σειρά από κανονικά ρήγματα με κύρια διεύθυνση Ανατολή – Δύση. Το εφελκυστικό καθεστώς που επικράτησε εδώ και εκατομμύρια χρόνια στον Ελληνικό χώρο έχει συνέπεια την λέπτυνση της λιθοσφαιρας (Μουντράκης 1985, 2010), (Παυλίδης 2016).

Εκτός από τα ρήγματα με κύρια διεύθυνση Ανατολή – Δύση, παρατηρείται ότι με το ισχύον σημερινό καθεστώς εφελκυστικών δυνάμεων επαναδραστηριοποιούνται και παλαιότερες διαρρήξεις από ρήγματα που είχαν δημιουργηθεί σε παλαιότερες χρονικές περιόδους. Συνήθως πρόκειται για ρήγματα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ τα οποία δραστηριοποιούνται εν νέου. Αποτέλεσμα των εφελκυστικών τάσεων και των κανονικών ρηγμάτων είναι μια σειρά από τεκτονικές τάφροι και τεκτονικά κέρατα τόσο κατά διεύθυνση Α – Δ, όσο και ακτινωτά στο Ελληνικό τόξο. Η πλειονότητα των πρόσφατων και ιστορικών σεισμών που έγιναν στον εσωτερικό Ελληνικό χώρο οφείλεται σε κανονικά ρήγματα, με εξαίρεση τα ρήγματα στην τάφρο του Βορείου Αιγαίου, στα οποία εμφανίζεται οριζόντια συνιστώσα, ως επίδραση του ρήματος της Ανατολίας (Κουκουνέλας & Aydin 2002, Μουντράκης 1985, 2020 Κουκουβέλας 2020).

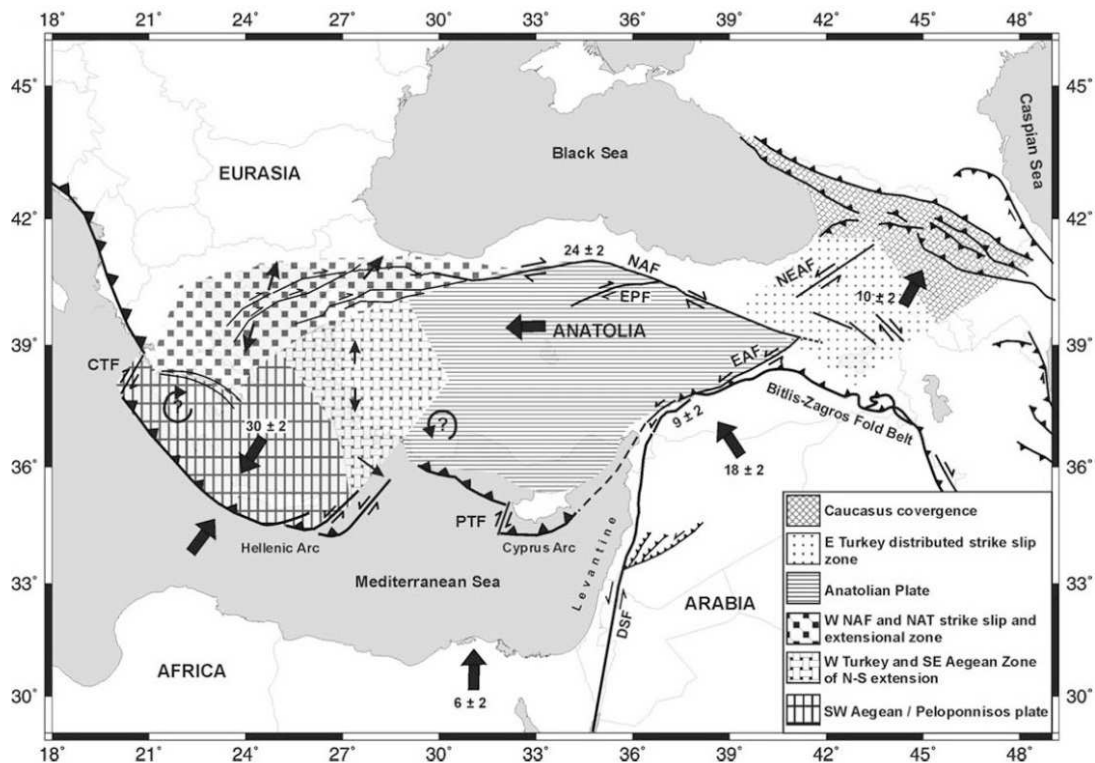


Σχήμα 4-4. Μεγάλα ενεργά ρήγματα του Βόρειου Ελληνικού χώρου, με τις διευθύνσεις των εφελκυστικών τάσεων, που υπολογίστηκαν από σεισμολογικά δεδομένα (πράσινα βέλη) και τεκτονικές μετρήσεις (μαύρα βέλη) (Mouttrakis et al 2006, Μουντράκης 2020).

Σήμερα στον ηπειρωτικό κορμό, εμφανίζονται μια σειρά από ενεργά ρήγματα. Αυτά διαμορφώνουν το τοπίο της Ελλάδας. Σε συσχέτιση με τα ενεργά ρήγματα εκδηλώνονται σεισμοί άλλα και δευτερευόντως γεωθερμικά πεδία και θερμές πηγές. Μερικά από τα γνωστά ενεργά ρήγματα του ηπειρωτικού Ελλαδικού χώρου, γειτνιάζουν με πολεοδομικά συγκροτήματα (πόλεις και οικισμούς),

δραστηριοποιούνται για εκατοντάδες και χιλιάδες χρόνια. Τα μήκη των σημαντικών ρηγμάτων είναι 10-15 χιλιομέτρων και επεκτείνονται σε βάθη 5 έως 15 χιλιομέτρων στον ανώτερο φλοιό της Γης (Παυλίδης 2016).

Η περιοχή του βόρειου Αιγαίου κινείται νοτιοδυτικά σχετικά με την Ευρασία. Στην Ελλάδα σήμερα έχουν αναγνωριστεί έξι περιοχές – τεκτονικές επαρχίες με ιδιαίτερη σεισμικότητα. Αυτές οι τεκτονικές επαρχίες είναι της ΒΔ Ελλάδας, των Ιονίων νησιών και Κεντρικής Ελλάδας, της Νότιας και ΝΔ Πελοποννήσου, της Κρήτης – Κεντρικού Αιγαίου Πελάγους, του ΝΑ Αιγαίου και του Βόρειου Αιγαίου. Μέσα στις τεκτονικές επαρχίες αναφέρεται ότι ένα από τα πιο σημαντικά ρήγματα, είναι της βόρειας Ανατολίας, με ρυθμό ολίσθησης περίπου 24 ± 2 mm/yr, (Koukouvelas & Aydin 2002, Sboras et al 2017, Κουκουβέλας κ. α. 2020).



Σχήμα 4-5. Σχηματικός χάρτης της Ανατολικής Μεσογείου με τις εφαρμοζόμενες τεκτονικές κινήσεις, ζώνες και παραμορφώσεις στην περιοχή. Τα βέλη ορίζουν κινήσεις περιοχών σε (mm/yr). Συντμήσεις, NAF North Anatolian Fault, EAF East Anatolian Fault, DSF Dead Sea Fault, NEAF North East Anatolian Fault, EPF Ezinepazari Fault, CTF Cephalonia Transform Fault, PTF Paphos Transform Fault, (Taymaz et al 2007).

4.5 ΕΝΕΡΓΑ ΡΗΓΜΑΤΑ

Με την γενική έννοια “ρήγμα” εννοούμε τις ασυνέχειες που εντοπίζονται στον φλοιό της Γης με μήκος που μπορεί να ποικίλλει από χιλιστά έως χιλιόμετρα. Ορισμένα ρήγματα έχουν δραστηριοποιηθεί σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους με διαφορετικό πεδίο τάσεων. Όσα από αυτά έχουν προσανατολισμό κάθετο ή σε μεγάλη γωνία με το πεδίο των τάσεων που επικρατεί σήμερα θεωρούνται “ενεργά” και δραστηριοποιούνται για μερικές χιλιάδες ή εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια. Στην διεθνή βιβλιογραφία συναντούμε αρκετούς ορισμούς για τα ενεργά ρήγματα. Υπάρχουν Αμερικάνικοι, Ιαπωνικοί, Κινέζικοι αλλά και Ρωσικοί ορισμοί προσαρμοσμένοι ο καθένας στις ανάγκες των χώρας όπου και απευθύνονται. Για τα Ελληνικά δεδομένα ο ορισμός που

προτάθηκε από τον καθηγητή κ. Σπύρο Παυλίδη, είναι προσαρμοσμένος στα Ελληνικά δεδομένα, ως ακολούθως (Παυλίδης 2016). Ως «**ενεργό ρήγμα** (Carable or Active Fault) ορίζεται το ρήγμα με επιφανειακή έκφραση ή στο εσωτερικό του φλοιού (τυφλό ρήγμα), που παρουσιάζει ενδείξεις κίνησης, προσδιορισμένες με μορφοτεκτονικά, γεωλογικά, σεισμολογικά, γεωφυσικά, παλαιοσεισμολογικά και γεωδαιτικά κριτήρια, κατά τη διάρκεια των τελευταίων εκατοντάδων ή χιλιάδων ετών, κυρίως στο Ολόκαινο (11.000 χρόνια) και μετατόπιση που κυμαίνεται από 0.1 – 0.5 m ανά σεισμικό γεγονός και με ένα μέσο ρυθμό ολίσθησης τουλάχιστον λίγων mm/yr ή είναι συνδεδεμένο με ένα άλλο γνωστό ενεργό ρήγμα (κλάδος ή segment), ή συνδέεται με δύο και περισσότερα σεισμικά συμβάντα καταγεγραμμένα με σειсмоγράφους μεγέθους 2 και μεγαλύτερους (μικροσεισμικότητα), καθιστώντας το μια πιθανή πηγή σεισμικής απειλής στις κατασκευές, που είναι κτισμένες ή πρόκειται να κατασκευαστούν κατά μήκος του».

Στην Ελληνική επικράτεια τα ενεργά ρήγματα ανάλογα με την χρονολογία που ενεργοποιήθηκαν διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες.

- Ολοκαινικά ενεργά με δραστηριότητα τα τελευταία 11.000 χρόνια.
- Υστεροτεταρτογενή ενεργά με δραστηριότητα τα τελευταία 130.000 χρόνια.
- Τεταρτογενή ενεργά με δραστηριότητα τα τελευταία 1.600.000 χρόνια.

Γενικά μετά την διαμόρφωση του σημερινού καθεστώτος στον ευρύτερο χώρο του Αιγαίου (Παυλίδης 2016).

4.6 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΝΕΡΓΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ

Για την αναγνώριση και τον εντοπισμό των ενεργών ρηγμάτων χρησιμοποιούνται κάποια κριτήρια τα οποία έχουν καθιερωθεί από την γεωλογική έρευνα. Ως κριτήρια για την αναγνώριση των ενεργών ρηγμάτων χρησιμοποιούνται:

- Γεωλογικά κριτήρια

Όταν ένα ρήγμα έχει ενεργοποιηθεί κατά το πρόσφατο παρελθόν αφήνει κάποια χαρακτηριστικά αποτυπώματα στην επιφάνεια της περιοχής όπου δραστηριοποιείται, δηλαδή επηρεάζει και κόβει τους νεότερους σχηματισμούς, τουλάχιστον από Ανώτερο Πλειστόκαινο και μετά, επιπλέον δημιουργεί ένα πλήθος από φαινόμενα στην επιφάνεια (Παυλίδης 2016, Κουκουβέλας 2019). Τα χαρακτηριστικά που μπορούμε να παρατηρήσουμε στην επιφάνεια ως ένας έμμεσο τρόπο δράσης ρήγματος και η ποσοτική μορφοτεκτονική μελέτη τους είναι:

- Αναβαθμίδες τεκτονικής προέλευσης.
- Νεοτεκτονικές εξάρσεις.
- Νεοσχηματισθείσες τεκτονικές κοιλάδες.
- Απότομη αλλαγή διεύθυνσης χειμάρρων – ποταμών.
- Τεκτονικά πρηνή με μεγάλες κλίσεις (απότομες πλαγίες).
- Έντονη κατά βάθος διάβρωση.
- Κυματοειδή διάταξη πρόσφατων ιζημάτων.
- Τριγωνικές επιφάνειες ρηξιγενών πρηνών.
- Λειασμένες κατοπτρικές επιφάνειες.
- Έντονη διάβρωση υπερυψωμένου τεμάχους.
- Γεωθερμικά πεδία (θερμομεταλλικές πηγές).

- Γεωχημικά κριτήρια όπως έκλυση αερίων.
- Σεισμοϊστορικά κριτήρια.

Διαθέσιμες πληροφορίες από πρόσφατες ή παλαιότερες ιστορικές πηγές για μεγάλους σεισμούς ή για τα συνδεδεμένα επιφανειακά φαινόμενα μετά από σεισμική δραστηριότητα, όπως μετακινήσεις, κατολισθήσεις, ρευστοποιήσεις εδαφών και αλλαγές στην κατεύθυνση των ποταμών. Όλα αυτά τα επιφανειακά φαινόμενα, εάν μπορούν να συνδυαστούν με υφιστάμενες διαρρήξεις π.χ. παλαιοσεισμολογικές, τότε αποτελούν μια σημαντική πληροφορία για δραστηριοποίηση στο παρελθόν.

- Σεισμολογικά δεδομένα.

Τα στοιχεία της ενόργανης σεισμολογίας όπως μεγάλων, μικρών σεισμών, επικέντρων, εστιακών βαθών, προσεισμών, μετασεισμών, σμηνόσεισμών. Από την καταγραφή των σεισμολογικών δεδομένων προκύπτουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά των ενεργών ρηγμάτων με ικανοποιητική ακρίβεια.

- Γεωφυσικά Δεδομένα.

Άλλα επιπρόσθετα στοιχεία όπως βαρυτομετρικές ανωμαλίες ή ακριβείς υπολογισμοί για την δομή του φλοιού που βελτιώνουν την εικόνα της τεκτονικής δομής μιας περιοχής.

- Παλαιοσεισμολογικά δεδομένα.

Από την εφαρμογή της μεθόδου της παλαιοσεισμολογίας αξιοποιώντας τις πληροφορίες από τις τεχνικές τομές, μπορούν να προκύψουν χρήσιμες πληροφορίες και αξιόπιστα δεδομένα όπως ρυθμός επανάληψης, μετατόπιση ανά σεισμό, ρυθμός ολίσθησης, ηλικία της τελευταίας δραστηριοποίησης κατά το πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν (Mcalpin 2009, Παυλίδης 2016).

Όλα τα δυνητικά χαρακτηριστικά των ενεργών ρηγμάτων συνοψίζονται στον πίνακα 4-1.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ (Παυλίδης 2016)		
ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ	Γεωμορφολογικά-Μορφοτεκτονικά	Νέες γεωμορφολογικές δομές, τεκτονικά πρηνή, μεγάλες κλίσεις, τριγωνικές επιφάνειες, λειασμένες τεκτονικές επιφάνειες, εκτροπή κλάδων υδρογραφικού δικτύου, αλλουβιακά ριπίδια, ανυψώσεις ακτών
	Στρωματογραφικά	Επηρεασμός Νεογενών-Τεταρτογενών σχηματισμών, ιδιαίτερα του Ολοκαίνου.
	Παλαιοσεισμολογικά	Τεκτοοστρωματογραφία colluvium, χρονολόγηση παλαιοσεισμικών γεγονότων με γεωλογικά κριτήρια (σεισμική ιστορία ρήγματος)
	Υδρογεωλογικά	Πηγές – γεωθερμικά πεδία
	Γεωχημικά	Έκλυση υπεδάφρων αερίων (Rn, CO, He κ.α)
ΣΕΙΣΜΟΪΣΤΟΡΙΚΑ ΑΡΧΑΙΟΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ	Γνωστές σεισμικές διαρρήξεις ή εδαφικές παραμορφώσεις σε ιστορικά χρόνια από γραπτές πηγές ή αρχαιολογικά δεδομένα	
ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ	Μεγάλοι σεισμοί που συνδέονται με επιφανειακές διαρρήξεις και ρήγματα, συγκέντρωση μικροσεισμών, άλλα γεωφυσικά	

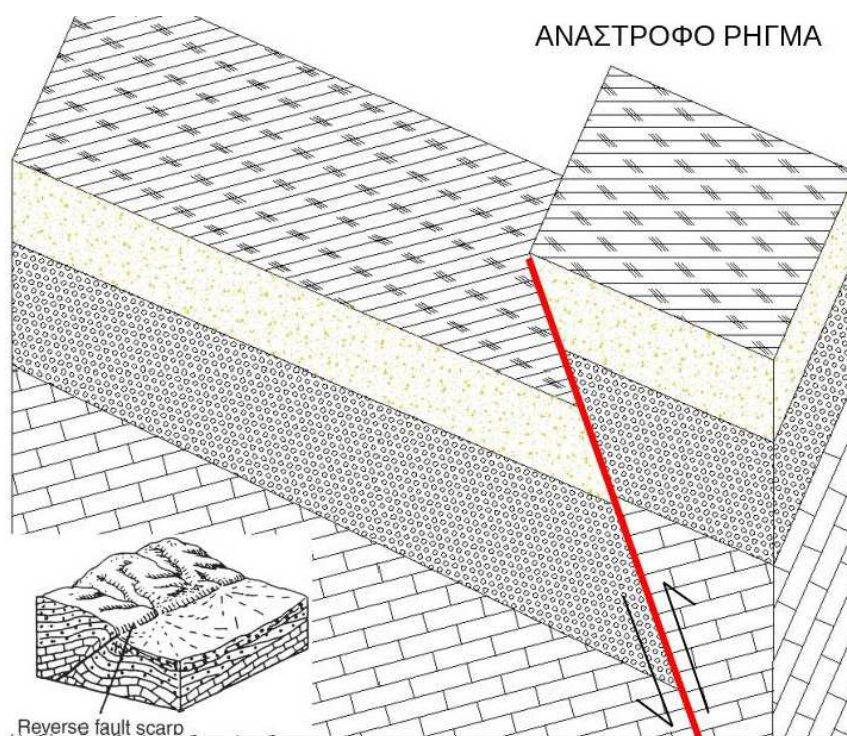
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΑ	δεδομένα. Μετρήσεις μικρομετακινήσεων κοντινού ή απομακρυσμένου πεδίου
-------------------	---

Πίνακας 4-1. Κριτήρια αναγνώρισης ενεργών ρηγμάτων.

4.7 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΡΗΓΜΑΤΩΝ

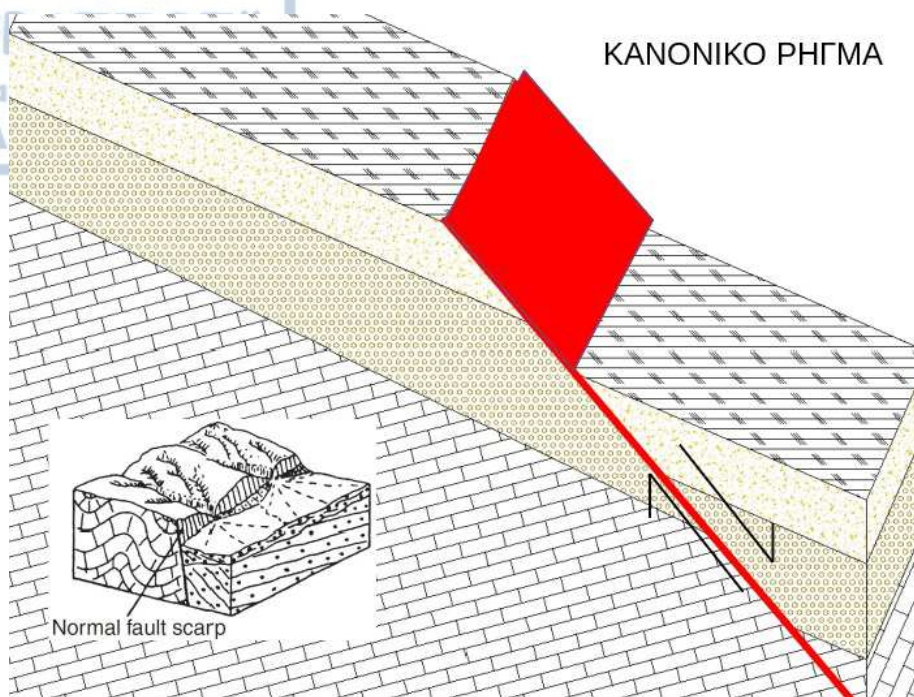
Τα ρήγματα που παρατηρούνται διακρίνονται σε τρεις (3) κύριες κατηγορίες, ανάλογα με την κίνηση των εκατέρωθεν εδαφικών τμημάτων (Χατζηπέτρος 1998, Keller & Pinter 1996, Pavlides, et al 1999, Κίλιας 2004, Rowland et al 2007, Fossen 2010, Κουκουβέλας κ. α. 2020).

- Ανάστροφα ρήγματα ονομάζονται εκείνα στα οποία το τμήμα του γεωλογικού σχηματισμού που βρίσκεται επάνω από την ρηξιγενή επιφάνεια (οροφή του ρήγματος) κινείται προς τα πάνω, ενώ η άλλη επιφάνεια που βρίσκεται κάτω από την ρηξιγενή επιφάνεια κινείται προς τα κάτω. Τα ρήγματα αυτά ονομάζονται και ρήγματα σμίκρυνσης ή ρήγματα συμπίεσης, (Κίλιας, 2004).



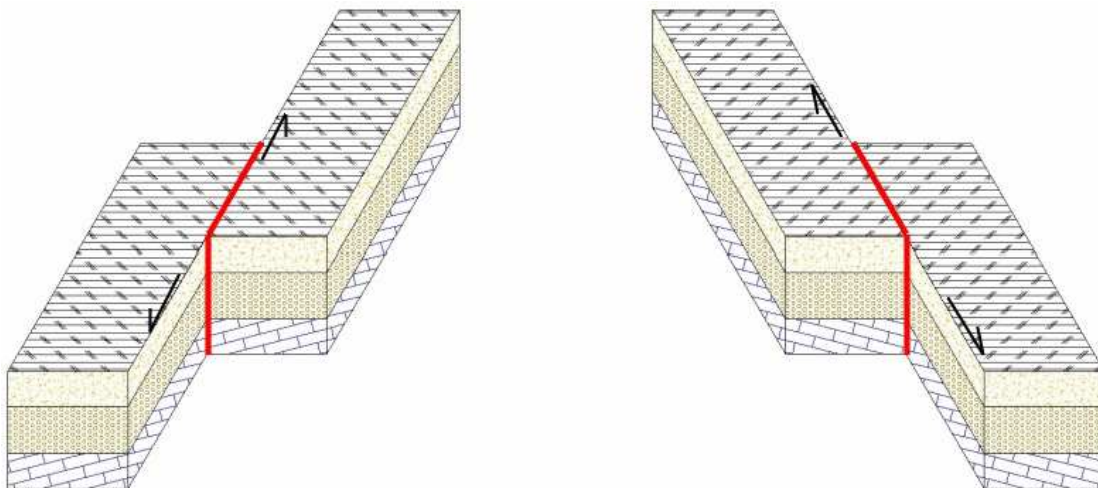
Σχήμα 4-6. Ανάστροφο ρήγμα με κόκκινο επισημαίνεται η επιφάνεια ολίσθησης, ένθετη εικόνα από Mcalpin 2009.

- Κανονικά ρήγματα είναι εκείνα στα οποία το τμήμα του γεωλογικού σχηματισμού που βρίσκεται επάνω από την ρηξιγενή επιφάνεια του ρήγματος κινείται τα κάτω. Τα ρήγματα αυτά ονομάζονται και ρήγματα έκτασης (Κίλιας, 2004).

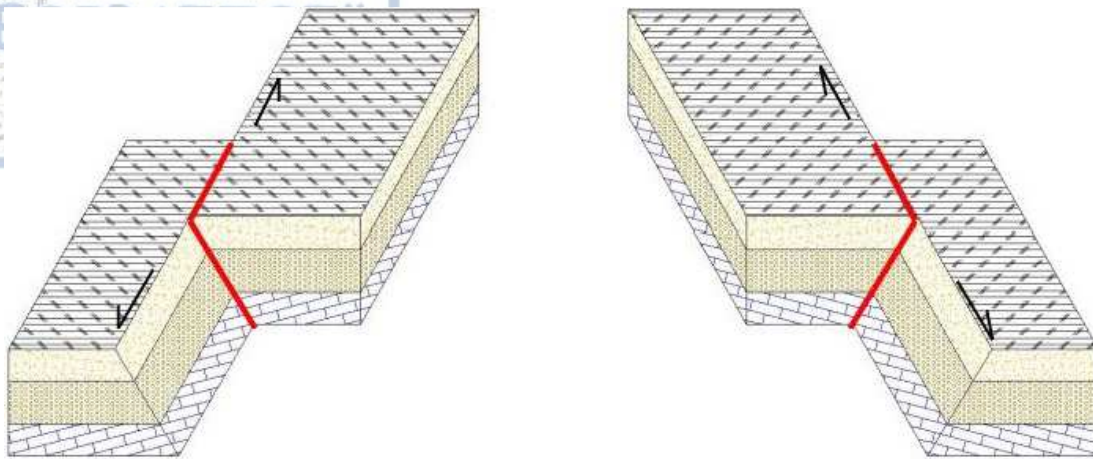


Σχήμα 4-7. Κανονικό ρήγμα, με κόκκινο επισημαίνεται η επιφάνεια ολίσθησης, ένθετη εικόνα από Mcalpin 2009.

- Ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης ονομάζονται εκείνα στα οποία η οροφή του ρήγματος κινείται παράλληλα προς τη βάση του (Κουκουβέλας κ. α. 2020). Ανάλογα με την σχετική κίνηση των ρηξιγενών τεμαχών διακρίνονται τα δεξιόστροφα και τα αριστερόστροφα.



Σχήμα 4-8. Ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης με κατακόρυφη ρηξιγενή επιφάνεια (κόκκινη γραμμή), αριστερή εικόνα αριστερόστροφο, δεξιά εικόνα δεξιόστροφο, από Κίλιας 2004 τροποποιημένο.

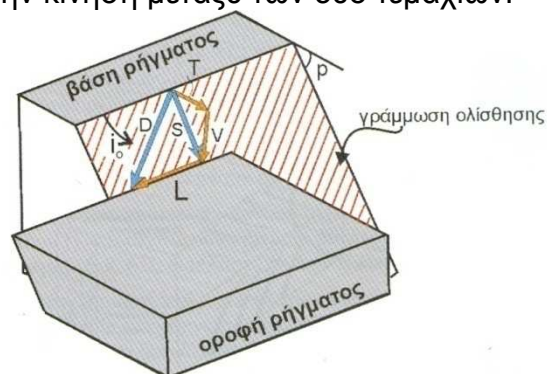


Σχήμα 4-9. Ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης με κεκλιμένη ρηξιγενή επιφάνεια (κόκκινη γραμμή), αριστερό σχήμα αριστερόστροφο, δεξιό σχήμα δεξιόστροφο, από Κίλιας 2004 τροποποιημένο.

- Αρκετές φορές παρατηρούνται δύο κινήσεις (σχήμα 4-10), μία κατακόρυφη και ταυτόχρονα οριζόντια. Στην περίπτωση αυτή ονομάζονται ρήγματα πλάγιας ολίσθησης. Εάν το τμήμα του γεωλογικού σχηματισμού που βρίσκεται επάνω από την ρηξιγενή επιφάνεια κινείται προς τα κάτω, στην περίπτωση αυτή ονομάζονται πλάγιο – κανονικά ρήγματα ή σε περίπτωση αντίθετης κίνησης πλάγιο – ανάστροφα ρήγματα.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι τα κανονικά ρήγματα, τα οποία αποτελούν την πλειονότητα των ρηγμάτων που παρατηρούνται στον χώρο της Θεσσαλίας. Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός κανονικού ρήγματος απεικονίζεται στο σχήμα 4-10.

- Το τμήμα του φλοιού που ανυψώνεται, το ανερχόμενο τέμαχος (Footwall block), είναι η βάση του ρήγματος.
- Το τμήμα του φλοιού που κατέρχεται δηλαδή το κατερχόμενο τέμαχος (Hanging block) είναι η οροφή του ρήγματος.
- Η επιφάνεια όπου γίνεται η ολίσθηση, ονομάζεται και ως κατοπτρική επιφάνεια ή καθρέπτης (κάτοπτρο) και αντιστοιχεί στην επιφανειακή έκφραση του. Μερικές φορές στον καθρέπτη είναι ορατές και οι γραμμώσεις ολίσθησης που αποτυπώνουν την κίνηση μεταξύ των δύο τεμαχίων.

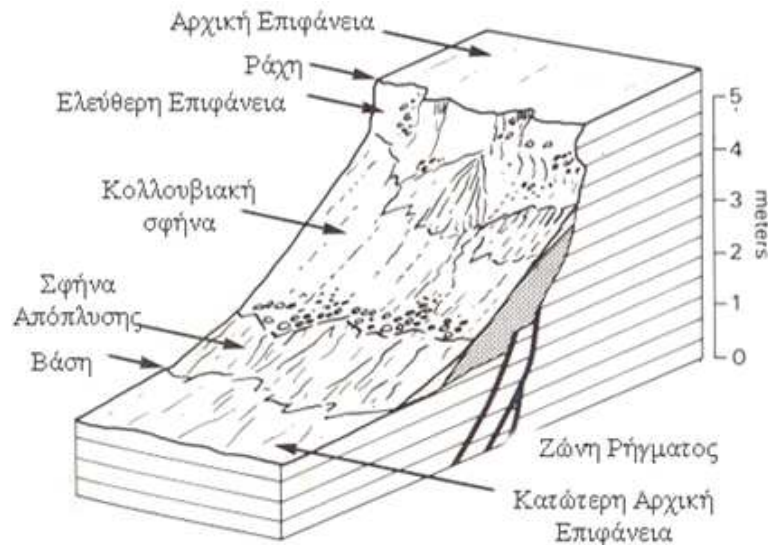


Σχήμα 4-10. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ρηγμάτων, από Κουκουβέλας κ. α. 2020.

4.8 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΕΚΦΡΑΣΗ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΟΥΣ

Σπάνια στην επιφάνεια παρατηρούμε την ιδανική εικόνα των σχημάτων 4-6, 4-7, 4-8 και 4-9 ώστε να μπορούμε να διακρίνουμε τα μορφολογικά

χαρακτηριστικά ενός ρήγματος. Οι εξωγενείς διεργασίες τείνουν να διαβρώνουν τα χαρακτηριστικά των ρηγμάτων. Η εικόνα που συνήθως εμφανίζεται στην επιφάνεια είναι μία επιφάνεια, όπως αποτυπώνεται στο σχήμα 4-11. Συνήθως παρατηρούμε την αποσάθρωση και διάβρωση υλικών από την κορυφή ενός ρηξιγενούς πρानούς και την απόθεσή τους στην βάση του.



Σχήμα 4-11. Γεωμορφολογική εξέλιξη κανονικού ρήγματος λόγω επιφανειακής διάβρωσης, (Χατζηπέτρος 1998, από Παυλίδης 2016).

Τα κύρια επιφανειακά μορφολογικά χαρακτηριστικά μίας διαβρωμένης επιφάνειας (Παυλίδης 2016, Κουκουβέλας κ. α. 2020), ενός κανονικού ρήγματος είναι:

- Η αρχική επιφάνεια (original surface): είναι η επιφάνεια που μετατοπίζει το έδαφος, κατά τη δράση του ρήγματος.
- Η ελεύθερη επιφάνεια (free face): είναι η επιφάνεια του ρήγματος, όπου σχηματίζεται με δημιουργία πρानούς κατά τη διάρκεια ενός σεισμικού γεγονότος (μέτωπο ρήγματος). Συνήθως έχει μεγάλη κλίση ($50-80^\circ$) και εξομαλύνεται σχετικά γρήγορα, λόγω των διαδικασιών διάβρωσης. Στη διαδικασία διάβρωσης καθοριστικό είναι το είδος του πετρώματος. Η ύπαρξη ελεύθερης επιφάνειας μεγάλης κλίσης σε ένα ρηξιγενές πρανές είναι γενικά ενδεικτικό πρόσφατης σεισμικής δράσης.
- Κολλουβιακή σφήνα (colluvial wedge, debris slope). Αμέσως μετά τη δημιουργία του πρανούς, από την διάβρωση και την βαρύτητα, παρατηρείται αφαίρεση υλικού από την ελεύθερη επιφάνεια και απόθεση των υλικών στη βάση του πρανούς. Ουσιαστικά πρόκειται για τα πλευρικά κορήματα που παρατηρούμε στην βάση. Αυτά τα υλικά επί το πλείστον είναι αδρόκοκκα γωνιώδη υλικά του τεμάχους του ρήγματος που ανέρχεται.
- Σφήνα απόπλυσης (wash slope). Μετά την δημιουργία της κολλουβιακής σφήνας, γίνεται διαχωρισμός των υλικών με την απόθεση πιο λεπτόκοκκων στα χαμηλότερα τμήματα (Παυλίδης 2016).

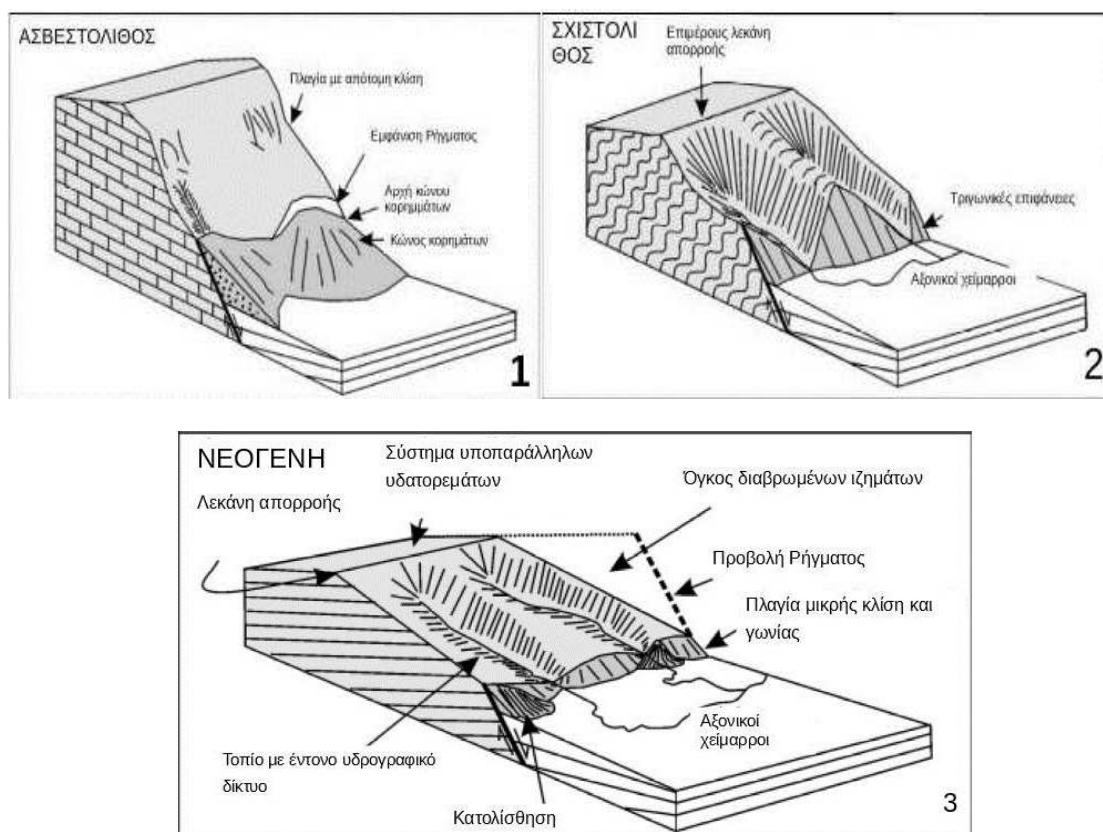
Η διαδικασία για την εξέλιξη της επιφανειακής μορφολογίας ενός πρανούς εξελίσσεται ως εξής:

- Αρχικά σε ένα νέο σχηματισμένο τεκτονικό πρανές, είναι ευδιάκριτη η ελεύθερη επιφάνεια και στη βάση του σχηματίζεται η κολλουβιακή σφήνα και η σφήνα απόπλυσης.

• Στη συνέχεια η διαδικασία της διάβρωσης απομακρύνει υλικό από τη ράχη και το αποθέτει στη βάση. Το πραινές τότε αρχίζει να αποκτά μία εξομαλυσμένη (στρογγυλεμένη) ράχη με μικρότερες κλίσεις, με τα υλικά της ράχης να μετατοπίζονται προς τη βάση.

• Στο τελικό στάδιο, η διάβρωση σχεδόν καταστρέφει τα υπολείμματα της ελεύθερης επιφάνειας, και τότε το πραινές να εμφανίζει μια ομαλή μορφολογία, στην οποία η κλίση του πραινούς είναι μικρή. Η τελικά επιφάνεια δεν έχει καμία ομοιότητα με την αρχική επιφάνεια και τις περισσότερες φορές δεν διαφέρει από μία μη τεκτονικής προέλευσης επιφάνεια. Αυτό ισχύει για τα μη ενεργά ρήγματα, αλλά και για ρήγματα με μεγάλη περίοδο επαναδραστηριοποίησης (Παυλίδης 2016), με την διάβρωση να έχει εξομαλύνει την αρχική επιφάνεια.

Η τελική επιφάνεια που σχηματίζεται, έχει σχέση με τις μηχανικές ιδιότητες και τον τύπο των πετρωμάτων που μετατοπίζονται από το ρήγμα. Έτσι στα ανθιστάμενα στην διάβρωση πετρώματα, εμφανίζεται απότομο επιφανειακό προφίλ, ενώ αντίθετα σε χαλαρά εδαφικά υλικά, η επιφάνεια τείνει να εξομαλυνθεί σε χαμηλό προφίλ. Στο σχήμα 4-12, διακρίνουμε τα κύρια επιφανειακά μορφολογικά χαρακτηριστικά κανονικού ρήγματος σε διάφορες κατηγορίες πετρωμάτων. Συγκεκριμένα, στην εικόνα (1) είναι η ελεύθερη επιφάνεια ενός ανθεκτικού στην διάβρωση σχηματισμού (ασβεστόλιθος), ενώ στην δεύτερη (2) εικόνα το επιφανειακό προφίλ αντιστοιχεί σε σχηματισμούς με μέτρια ανθεκτικότητα στην διάβρωση (σχιστόλιθος, διαβρωμένα ηφαιστειακά, φλύσχης). Στην τρίτη (3) εικόνα απεικονίζονται τα Νεογενή ιζήματα που συνήθως απαντώνται σε λεκάνες ιζηματογένεσης, όπως η λεκάνη της Λάρισας. Τυπικά ιζήματα είναι λιμναίες, ποτάμιες ή αλλουβιακές αποθέσεις. Αυτά τα υλικά διαβρώνονται και σχετικά ευκολότερα από τις υπόλοιπες κατηγορίες (Παυλίδης 2016).



Σχήμα 4-12. Επιφανειακά μορφολογικά χαρακτηριστικά κανονικού ρήγματος σε διάφορες κατηγορίες πετρωμάτων. 1. Ασβεστόλιθος, 2. Σχιστόλιθος και 3. Νεογενή, από Παυλίδης 2016 τροποποιημένο.

Μια εξίσου σημαντική παράμετρος είναι η συχνότητα εμφάνισης των σεισμικών γεγονότων, που επηρεάζει την τελική εμφάνιση μίας ρηξιγενούς επιφάνειας. Έτσι ανάλογα με την συχνότητα εμφάνισης τα πρηνή διακρίνονται σε:

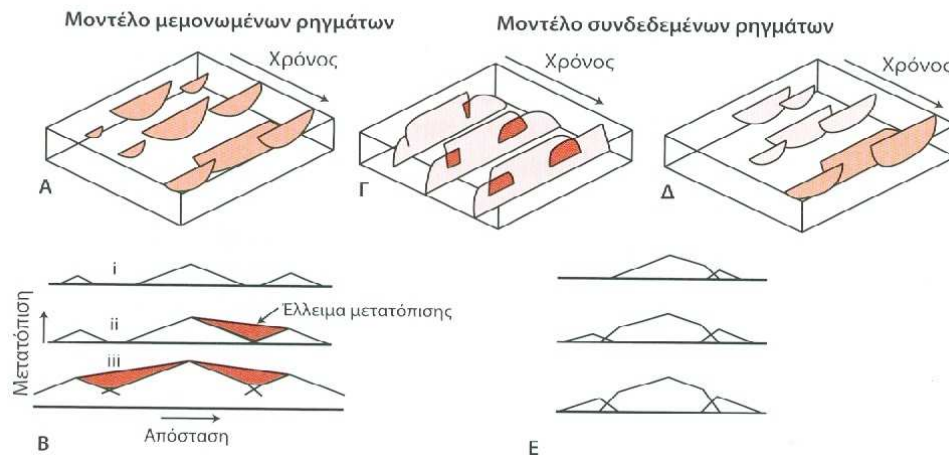
- Απλά ρηξιγενή πρηνή (simple fault scarps), όταν έχουν σχηματιστεί από μία μόνο σεισμική δραστηριότητα, αυτή η κατηγορία επηρεάζεται μόνο από την διαδικασία της διάβρωσης.
- Σύνθετα ρηξιγενή πρηνή (composite fault scarps), που δημιουργούνται από μια επαναλαμβανόμενη σεισμική δραστηριότητα. Οι επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες διάρρηξης και διάβρωσης δημιουργούν μια σύνθετη επιφάνεια. Στην επιφάνεια αυτών μπορούμε να διακρίνουμε ίχνη από παλιές αλλά και πρόσφατες διαρρήξεις.
- Πολλαπλά ρηξιγενή πρηνή (multiple fault scarps). Αυτά είναι μια ιδιαίτερη κατηγορία που εμφανίζουν μια κλιμακωτή διάταξη ως μετανάστευση της δραστηριότητας σε νεώτερους κλάδους.

4.9 ΤΜΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΡΗΓΜΑΤΩΝ

Αρκετές φορές στην επιφάνεια της Γης παρουσιάζονται διαρρήξεις που γειτνιάζουν σχετικά μεταξύ τους χωρίς να έχουν προφανή συνέχεια. Αυτή η σχέση είχε ως αποτέλεσμα την διατύπωση της θεωρίας της τμηματοποίησης των ρηγμάτων (segmentation). Αυτή προσπαθεί να ερμηνεύσει την γενική συμπεριφορά των ρηγμάτων με τον μερικό διαχωρισμό σε επιμέρους μικρότερους κλάδους (fault segments), πολλές φορές αυτά έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και σεισμική ιστορία. Ο διαχωρισμός των ρηγμάτων σε επιμέρους κλάδους, βοηθά αρκετά στον εντοπισμό μελλοντικών σεισμών και γενικά στην εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας ενός ρήγματος. Ο διαχωρισμός σε τμήματα βασίζεται σε γεωλογικά, γεωμετρικά και μορφοτεκτονικά κριτήρια, με παρόμοια σεισμική συμπεριφορά. Όταν τα ρήγματα είναι γεωμετρικά και μηχανικά τμηματοποιημένα σε διαφορετικές κλίμακες δημιουργείται μια σύγχυση στον καθορισμό των επιμέρους τμημάτων (Παυλίδης 2016).

Για τον διαχωρισμό των ρηγμάτων σε τμήματα, συνήθως χρησιμοποιούνται σεισμικά γεγονότα (σύγχρονων ή ιστορικών σεισμών). Ιδιαίτερα βοηθητική για τον καθορισμό των τμημάτων είναι οι επιφανειακές διαρρήξεις. Όταν υπάρχει απουσία γεγονότων μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλοι παράγοντες διαχωρισμού, όπως γεωλογικά και γεωμετρικά κριτήρια (Παυλίδης 2016).

Στη διεθνή βιβλιογραφία γενικά υπάρχουν δύο μοντέλα εξέλιξης ενός ρήγματος που χαρακτηρίζεται από τμηματοποίηση. Το μοντέλο της συνένωσης μεμονωμένων ρηγμάτων και το μοντέλο εξέλιξης συνδεδεμένων ρηγμάτων, (Walsh 2003).

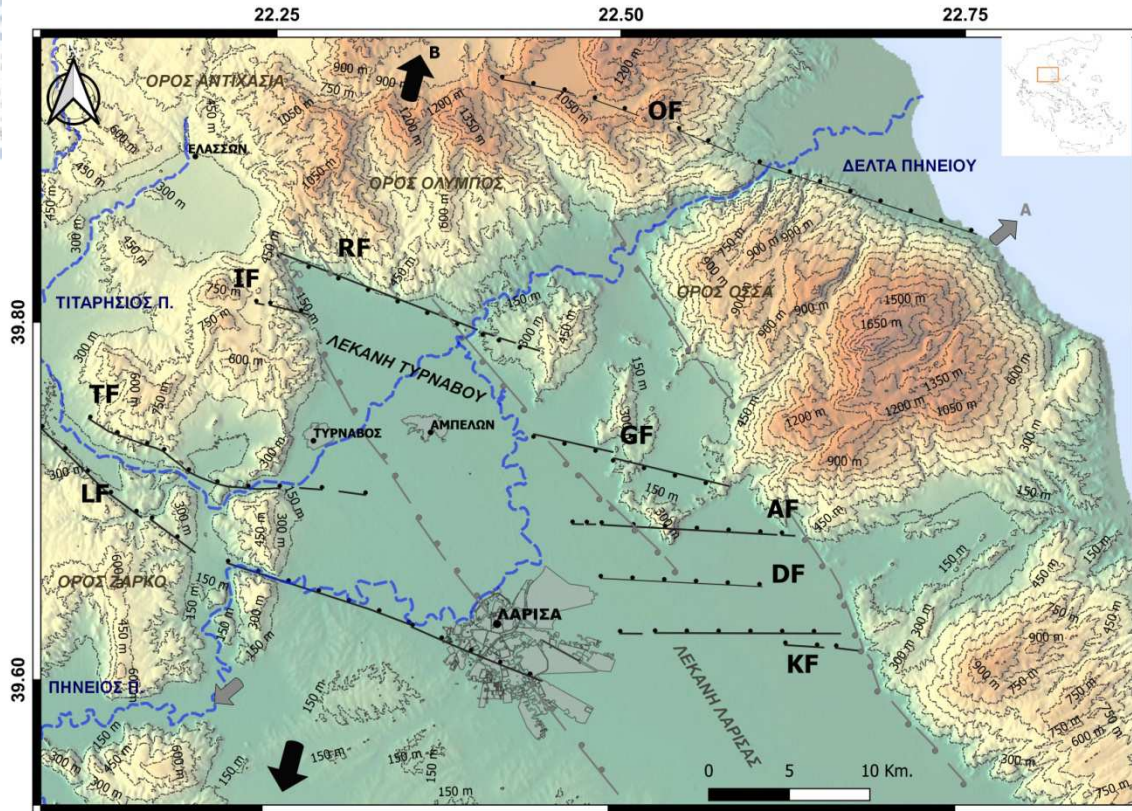


Σχήμα 4-13. Μοντέλα τμηματοποίησης ρηγμάτων, (Walsh 2003, από Παυλίδης 2016).

Γενικά η συμπεριφορά των τμημάτων των ρηγμάτων είναι πολύπλοκη και δεν μπορεί να είναι προβλέψιμη, καθότι οι ιστορικές διαρρήξεις, ιδιαίτερα σε μικρούς σεισμούς θα έπρεπε να περιορίζονται σε μεμονωμένα τμήματα αναγνωρίσιμα με γεωλογικά ή γεωμετρικά κριτήρια. Εντούτοις, η συμπεριφορά ρηγμάτων σε μεγάλους σεισμούς έδειξε ότι έχει γίνει διάρρηξη πολλών τμημάτων ρηγμάτων που διαχωρίστηκαν με γεωλογικά ή γεωμετρικά κριτήρια, δείχνοντας συμπεριφορά πολύπλοκη.

4.10 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

Μετά τις τελευταίες φάσεις την Αλπικής ορογένεσης, στην περιοχή της Βόρειας ανατολικής Θεσσαλίας, από το μέσο Μειόκαινο έως σήμερα επικρατεί γενικά εφελκυστικό καθεστώς που διακρίνεται σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση εφελκυσμού με διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ, δραστηριοποιείται από το Άνω Μειόκαινο έως το Πλειόκαινο. Ως αποτέλεσμα είναι ο σχηματισμός ρηγμάτων που διαμόρφωσαν την λεκάνη της Λάρισας. Στο σχήμα 4-14 διακρίνεται πρώτη φάση εφελκυσμού με το βέλος Α (χρώμα γκρι) και η ανάπτυξη ρηγμάτων διεύθυνσης ΒΔ- ΝΑ, Pavlides & Moutrakis 1987, Caputo & Pavlides 1993.

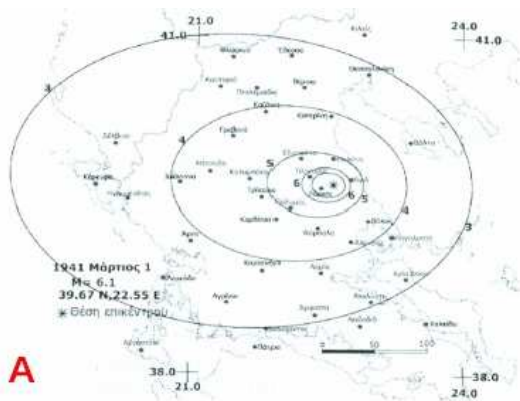


Σχήμα 4-14. Απλοποιημένος τεκτονικός χάρτης της βόρειας ανατολικής Θεσσαλίας. Διακρίνονται οι δύο λεκάνες της περιοχής (Λαρίσης και Τυρνάβου) καθώς και φάσεις εφελκυστικής τεκτονικής, η παλαιότερη πρώτη φάση (γκρι βέλος A) και η δεύτερη τελευταία φάση (μαύρο βέλος B). Τα ρήγματα της πρώτης φάσης διακρίνονται με το γκρι χρώμα, ενώ της δεύτερης φάσης σημειώνονται ως εξής: Ασμακίου (AF), Γυρτώνης (GF), Δήμητρας (DF), Καστρί (KF), Λάρισας (LF), Λυγαριάς (IF), Ροδιάς (RF), Τυρνάβου (TF). Ψηφιοποίηση ρηγμάτων σύμφωνα με Caruto & Helly 2004, υπόβαθρο χάρτη relief map (sas planet), ισοϋψής εξαγωγή από ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε., ποταμοί και πόλεις από maps-geodata.

Η δεύτερη φάση εφελκυσμού ενεργοποιείται από τον Μέσο Πλειστόκαινο – Ολόκαινο έως σήμερα, με διεύθυνση σχεδόν B – N και έχει σχηματίσει και δραστηριοποιεί μία σειρά κανονικών ρηγμάτων που διαμόρφωσαν την σημερινή εικόνα την νεότερης λεκάνης του Τυρνάβου. Στο σχήμα 4-14 η δεύτερη φάση διακρίνεται με το βέλος B, (μαύρο χρώμα), Caruto & Pavlides 1993. Στην περιοχή ως απόρροια της δεύτερης φάσης δραστηριοποιούνται στην περιοχή τα ρήγματα, Ασμακίου (AF), Γυρτώνης (GF), Δήμητρας (DF), Καστρί (KF), Λάρισας (LF), Λυγαριάς (IF), Ροδιάς (RF), Τυρνάβου (TF), Caruto & Helly 2004.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ 1-3-1941



A. Ομαλοποιημένες ισόσειστες σεισμού 1941. B. Οδός Πανός λίγες ημέρες μετά τον σεισμό (Φωτ. Τάκη Τλούπα, Λεύκωμα Δημοτικής Πινακοθήκης Λάρισας από Παπαϊωάννου, 2018)

5 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό συγκεντρώνονται βιβλιογραφικές πληροφορίες για ιστορικούς σεισμούς της Θεσσαλίας, από ιστορικές πηγές κειμένων άλλα και μεταγενέστερες καταγραφές όπως οι καταγραφές Μοναστηριών της Θεσσαλίας. Αποτυπώνονται τα ιστορικά γεγονότα που παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για σεισμικά επεισόδια που συνέβησαν ιδιαίτερα κατά την χρονική περίοδο από τον 14^ο έως τον 18^ο αιώνα. Επίσης παρουσιάζονται συγκεντρωμένα όλα τα δεδομένα που προέκυψαν από παλαιοσεισμολογικές τομές που εκτελέστηκαν στην περιοχή, άλλα και οι σύγχρονες ενόργανες σεισμικές καταγραφές της Θεσσαλίας.

5.1 ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ

Αρκετά ρήγματα στην περιοχή της Θεσσαλίας έχουν μικρό ρυθμό ολίσθησης (μικρότερο από 1mm), με χρονική διάρκεια επανάληψης σεισμού, που μπορεί να φτάσει και να ξεπεράσει τα 1000 χρόνια (Caputo 1994). Αυτός ο αργός ρυθμός επανάληψης ξεπερνά την ενόργανη καταγραφή. Προκειμένου να αντιληφθούμε τα γεγονότα του παρελθόντος, για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο της ενόργανης σεισμολογίας, αναζητούμε τις ιστορικές πηγές αλλά και τα παλαιοσεισμολογικά δεδομένα, εφόσον υπάρχουν. Ιστορικές πηγές είναι οι πληροφορίες από αρχαία η νεότερα συγγράμματα, από όπου μπορούμε να αντλήσουμε στοιχεία της σεισμικής ιστορίας μίας περιοχής. Οι χρήσιμες πληροφορίες είναι αναφορές για εργασίες επισκευής, επιδιόρθωσης, περιγραφές βλαβών σε οικίες ή άλλες κατασκευές. Εξίσου σημαντικές είναι οι αναφορές από μοναστήρια (ενθυμίσεις) που περιγράφουν σεισμούς, τις καταστροφές που προκάλεσαν αλλά και την μετασεισμική ακολουθία που ακολούθησε. Περιγραφές για ιστορικούς σεισμούς αναφέρονται από τον Ambraseys (1990, 2009). Επίσης επικεντρωμένες πληροφορίες για την Ελλάδα υπάρχουν στο Παπαζάχος & Παπαζάχου (1997, 2003), όπου συγκεντρώνονται όλοι οι ιστορικοί ισχυροί σεισμοί της Ελλάδος, με τις βασικές παραμέτρους τους. Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει και στον Ι. Παπαϊωάννου, που ως λάτρης της ιστορικής σεισμολογίας και έχει συγκεντρώσει αρκετές ιστορικές πηγές και δεδομένα για σεισμούς του παρελθόντος της περιοχής. Με τις εργασίες του προέκυψαν νέα άγνωστα έως σήμερα δεδομένα για σεισμούς του παρελθόντος που έχουν συμπεριληφθεί σε καταλόγους των σεισμικών γεγονότων. Ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή των ισχυρών σεισμών της Θεσσαλίας.

5.1.1 ΠΑΛΑΙΟΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα κάτωθι σεισμικά γεγονότα προέρχονται από δεδομένα παλαιοσεισμολογικών τομών που εκτελέστηκαν στην ευρύτερη περιοχή.

- 15.000 ~ 14.000 χρόνια (πριν από σήμερα), Τύρναβος, δεδομένα για ιστορικό σεισμό, (Caputo 2004).
- 8.000 ~ 7.000 χρόνια (πριν από σήμερα), Τύρναβος, δύο πιθανά ιστορικά σεισμικά γεγονότα (Caputo 2004).
- 4.900 ~ 3.300 χρόνια (πριν από σήμερα), Τύρναβος, (M=6,0~6,5), δεδομένα για ιστορικό σεισμό, από την περιοχή του Τυρνάβου, (Caputo & Helly 2004).
- 3.700 χρόνια (πριν από σήμερα), Γυρτώνη, δεδομένα για ιστορικό σεισμό, (Tsodoulos et al 2015).

- 720 μ.Χ., Γυρτώνη, δεδομένα για ιστορικό σεισμικό γεγονός, (Tsodoulos et al 2015).
- 2ος – 1ος αιώνας π. Χ., Ροδιά, ($M=6,0 \sim 6,5$), δεδομένα για ιστορικό σεισμό, (Caputo & Helly 2004).

5.1.2 ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

- 1.000 π. Χ. Ροδιά ($M=6,4$)

Από την μελέτη των αρχαιολογικών δεδομένων με εξέταση ιστορικών αρχαιολογικών μνημείων της ευρύτερης περιοχής προέκυψαν δεδομένα για ιστορικό σεισμό στην περιοχή. Ο σεισμός είχε επίκεντρο την Ροδιά, (Caputo & Helly 2004). Αυτό το γεγονός μπορεί να ταυτίζεται και με τον σεισμό της Γυρτώνης 720 μ.Χ., που προέκυψε από παλαιοσεισμολογικές εργασίες, (Tsodoulos et al 2015).

5.1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- 510 π. Χ. Φάρσαλα ($M=7,0$).

Ο Κικέρων αναφέρει ότι στην Κραννώνα ο ηγέτης της πόλης Σκόπας ο Β΄ διασκέδαζε, όταν το παλάτι κατέρρευσε και όλοι σκοτώθηκαν, εκτός από τον ποιητή Σιμωνίδη από την Κέα (Παπαϊωάννου 1984, Παπαζάχος & Παπαζάχου 1997, 2003). Αυτός είχε εγκαταλείψει την οικία λίγα λεπτά πριν από την καταστροφή και αργότερα με ένα ποίημα για την Φάρσαλο θρήνησε για τον θάνατο των φίλων Σκοπάδων. Οι πηγές δεν μιλούν για σεισμό απευθείας. Η καταστροφή της Φαρσάλου και η κατέρρευση του παλατιού στην Κραννώνα που βρίσκεται σε μία γνωστή ενεργό ζώνη διάρρηξης της νότιας Θεσσαλίας, μας προσδιορίζει ως ιστορική πηγή ένα σεισμό από ζώνη γνωστής διάρρηξης για τον οποίο δεν υπάρχουν καταγραφές (Παπαϊωάννου 1984, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003, Ambraseys 2009). Εκτίμηση επικέντρου $39,30^{\circ}\text{N} - 22,40^{\circ}\text{E}$.

- 1511, Μάρτιος, Θεσσαλικά Άγραφα (εκτίμηση μεγέθους σεισμού, $M= 6.2 \pm 0.3$).

Ενθυμίσεις εκκλησιαστικού βιβλίου για ισχυρό σεισμό στην περιοχή του Πετρωτού Αργιθέας, με αναφορές σε βλάβες, καταστροφές και ανθρώπινες απώλειες (Παπαϊωάννου 2017). Εκτίμηση επικέντρου $39,30^{\circ}\text{N}-22,40^{\circ}\text{E}$.

- 1544, 24 Απριλίου, Πύλη (Τρίκαλα) ($M= 6.4$).

Από οθωμανικό έγγραφο για άδεια επισκευής εκκλησίας Μοναστηρίου Ι. Μ. Δουσίκου (Πύλη Τρικάλων), η οποία είχε υποστεί σοβαρές ζημιές από τον ισχυρό σεισμό της 24 Απριλίου 1544. Αναφέρονται βλάβες στο Ναό. Επίσης συμπληρωματικές πηγές από τα Μοναστήρια των Μετεώρων και συγκεκριμένα από το Μεγάλο Μετέωρο επιβεβαιώνουν τον σεισμό αναφέροντας βλάβες. Επιπρόσθετα βλάβες αναφέρονται και στο μοναστήρι Ολυμπιώτισσα (Περιοχή Ελασσόνας), (Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου $39,5^{\circ}\text{N} - 21,6^{\circ}\text{E}$. Αναθεώρηση του επικέντρου σε $38,85^{\circ}\text{N} - 22,50^{\circ}\text{E}$ με απόκλιση 30 Km και με μέγεθος $M=7.0$ από Παπαϊωάννου 2017.

- 1582, 22 Φεβρουαρίου, Μετέωρα (Τρίκαλα).

Ενθυμίσεις από Μοναστήρια των Μετεώρων (Ι.Μ. Βαρλαάμ), για ασθενή σεισμό με μέγεθος και προέλευση απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων (Παπαϊωάννου 2017)

- 1621, 6 Μαρτίου, Μετέωρα (Τρίκαλα) (M= 6.0).

Ενθύμηση από μοναστήρια των Μετεώρων (Ι.Μ. Βαρλαάμ) και χειρόγραφο του Ημιγυμνασίου Τυρνάβου, για ισχυρό σεισμό στην περιοχή, όπου οι μετασεισμοί που επακολούθησαν έγιναν αισθητοί για τέσσερις ημέρες (Παπαϊωάννου 1992, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου 39,50°N - 21,90°E.

- 1661 Μάρτιος 30 Μετέωρα (Τρίκαλα) (M= 6.2).

Ενθύμηση από μοναστήρια των Μετεώρων, (Ι.Μ. Βαρλαάμ), για ισχυρό σεισμό στην περιοχή (Παπαϊωάννου 1992, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου (39,5°N - 22,1°E. Σύμφωνα με νεώτερες έρευνες από Παπαϊωάννου (2017) ο σεισμός εκδηλώθηκε από 20 ~30 Μαρτίου.

- 1665, 30 Οκτωβρίου, Πύλη (Τρίκαλα) (M= 5.0).

Ενθύμηση από Ιερά Μονή Δουσίκου (Πύλη Τρικάλων), για μεγάλο σεισμό στην περιοχή που έγινε ιδιαίτερα αισθητός για το χρονικό διάστημα από 20 ~ 30 Οκτωβρίου. Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων (Παπαϊωάννου 1992, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003).

- 1668 Αύγουστος Λάρισα (M= 6.0)

Αναφορές τόσο από περιηγητές όσο και από κώδικα στη Σκιάθο για μεγάλο σεισμό ιδιαίτερα καταστροφικό (Ambraseys 2009, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου 39,7°N - 22,4°E. Σύμφωνα με νεώτερες έρευνες από τις ιστορικές πηγές Παπαϊωάννου (2017), ο σεισμός δεν εκδηλώθηκε ούτε το 1668 αλλά ούτε το 1669 στη Λάρισα.

- 1674 Ιανουάριος 25 Μετέωρα (M= 6.0).

Ενθύμηση από μοναστήρια των Μετεώρων, (Ι.Μ. Αγίου Στεφάνου) για ισχυρό σεισμό. Έγινε ιδιαίτερα αισθητός στην περιοχή, με ισχυρή μετασεισμική ακολουθία. Επιπλέον αναφορές της εποχής για ισχυρό σεισμό στην ίδια περιοχή 29 ημέρες αργότερα, εικάζεται ότι πρόκειται για ισχυρό μετασεισμό (Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου 39,4°N - 21,9°E. Νεότερες απόψεις από Παπαϊωάννου (2017) τοποθετούν το επίκεντρο στη νότια Κέρκυρα και όχι στα Μετέωρα.

- 1698, Πύλη Τρικάλων (M= 5.0).

Ενθύμηση από Ιερά Μονής Δουσίκου (Πύλη Τρικάλων), για ισχυρό σεισμό, το μέγεθος και η προέλευση δεν είναι δυνατό να προσδιοριστούν, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1731, Λάρισα (M= 6.0).

Ενθύμηση σε εκκλησιαστικό βιβλίο του Μεταξοχωρίου Άγιας, για μεγάλο σεισμό στην Λάρισα. Αναφέρονται βλάβες σε κατασκευές, όπως πτώση μιναρέδων, δέκα σπιτιών και εργαστηρίων, επιπροσθέτως αναφέρονται και ανθρώπινες απώλειες, (Παπαϊωάννου 2017, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου 39,7° N - 22,5° E.

- 1735, 1 Σεπτεμβρίου, Δυτική Θεσσαλία (M= 6.4).

Ενθυμίσεις από Μοναστήρια των Μετεώρων (Ι.Μ. Βαρλαάμ, ενθύμηση μοναχού) για ισχυρό σεισμό τις πρωινές ώρες (08:00), ο οποίος είχε μεγάλη διάρκεια και μεγάλη μετασεισμική ακολουθία που έγινε αισθητή έως 15 ημέρες. Ο συγκεκριμένος σεισμός έγινε αισθητός και στην Λάρισα (Παπαϊωάννου 2017,

Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου 39,4°N - 21,8°E. Νεώτερες απόψεις από Παπαϊωάννου (2017) τοποθετούν χρονικά το επίκεντρο στη Δυτική Θεσσαλία από 21 Αυγούστου έως 1 Σεπτεμβρίου.

- 1743 Φεβρουάριος 12, Αλμυρός (M= 6.6).

Ενθύμηση από την Άνω Μονή Ξενιάς (Αλμυρού) για ισχυρό σεισμό. Αναφέρονται καταστροφές σε κατασκευές με την κατάρρευση σπιτιών σε Αλμυρό, Λάρισα και Τύρναβο, κατάρρευση τζαμιών και καμπαναριών και πτώση δένδρων. Έγινε αισθητός στη Ελασσόνα (Ι. Μ. Ολυμπιώτισσας) και στα Μετέωρα (Ι.Μ. Αγίου Στεφάνου), (Παπαϊωάννου 1988, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου 39,40° N - 22,60 E. Σύμφωνα με νεώτερες έρευνες των ιστορικών πηγών από τον Παπαϊωάννου (2017) ο σεισμός θα πρέπει να εκδηλώθηκε στις 20 Φεβρουαρίου, στο Ιόνιο Πέλαγος και προκάλεσε ζημιές και στις Θεσσαλικές πόλεις, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1759, (2~13), Μαρτίου, Μετέωρα (Τρίκαλα).

Ενθυμίσεις από μοναστήρια των Μετεώρων (Ι.Μ. Αγίας Τριάδας), έγιναν αισθητές δύο δονήσεις το μέγεθος και η προέλευση των οποίων είναι απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1766 Νοέμβριος 9, Ελασσόνα (M= 6.1).

Αναφορά από Ι. Μ. Ολυμπιώτισσας, Ελασσόνας, για ισχυρό σεισμό νωρίς το πρωί (05:00). Αναφέρονται βλάβες σε κατασκευές με βλάβες σε σπίτια και πτώση καπνοδόχων (Παπαϊωάννου 1988, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου 39,80° N - 22,30 E. Σύμφωνα με νεώτερες έρευνες των ιστορικών πηγών, ο σεισμός θα πρέπει να εκδηλώθηκε μεταξύ 28 Οκτωβρίου και 8 Νοεμβρίου στην περιοχή των Ιωαννίνων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1771, 22 Ιουνίου, (Τρίκαλα)

Κώδικας της βιβλιοθήκης της Ζαγοράς κάνει λόγο για καταστροφικό σεισμό στα Τρίκαλα. Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1773, 15 Μαρτίου, Παγασητικός (M= 6.4).

Ισχυρός σεισμός (15:00), με ιδιαίτερη μετασεισμική ακολουθία για αρκετές ημέρες. Αναφέρθηκαν βλάβες σε κατασκευές, στον Αλμυρό, ζημιές σε κατοικίες και στην εκκλησία της Ευαγγελίστριας. Δέκα ημέρες αργότερα έγινε και ισχυρός μετασεισμός στην περιοχή. Υπάρχουν αναφορές από την περιοχή των Τρικάλων για ισχυρή μετασεισμική ακολουθία. Το πιο πιθανό είναι να πρόκειται για σεισμική ακολουθία του νότιου Παγασητικού, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1776, Ιανουάριος – Μάρτιος, Ζαγορά, Πηλίου Μαγνησία.

Από τον κώδικα της βιβλιοθήκης της Ζαγοράς αντλούμε πληροφορία για σεισμούς στα Τρίκαλα το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1779, Μάιος, Πύλη Τρικάλων.

Μέτριος σεισμός αισθητός στην Ι.Μ. Δουσίκου, το μέγεθος και η προέλευση του οποίου είναι απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1781 Σεπτέμβριος 8, Λάρισα (M= 6.2).

Δημοσίευμα του Επαμ. Φαρμακίδη Λάρισα, για ενθύμηση του εξωκλησίου Αγ. Μαρίας Λάρισας, κάνει λόγο για ισχυρό σεισμό στην περιοχή, με καταστροφές σε κατασκευές (σπίτια, εργαστήρια και τζαμιά) και ανθρώπινες απώλειες, (Παπαϊωάννου 2017, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου 39,60° N - 22,40 E.

- 1784, (14~25) Αυγούστου, Ελασσόνα.

Από τον κώδικα της Ολυμπιώτισσας, αντλούμε πληροφορία για ασθενής σεισμική δόνηση στην Ελασσόνα, το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1787 Ιούνιος 19, Πύλη Τρικάλων (M= 6,0)

Ενθύμηση από μοναστήρια των Μετεώρων (Ι.Μ. Βαρλαάμ, Αγίου Στεφάνου, ενθύμηση μοναχού) για ισχυρό σεισμό νωρίς το πρωί (05:00). Γίνεται αναφορά για την βοή που προηγήθηκε του σεισμού με περιγραφή του φαινομένου. Επίσης αναφέρονται βλάβες σε κατασκευές, (Παπαϊωάννου 2017, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Εκτίμηση επικέντρου 39,60° N - 21,40 E.

- 1809, 6 Δεκεμβρίου, Γριζάνο Τρικάλων

Καταγραφές από Άγγλο περιηγητή για δυο δονήσεις στο Γριζάνο της Φαρκαδόνας, το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1834, 8 Αυγούστου, Πετρωτό Καρδίτσα.

Ενθύμηση από εκκλησιαστικό βιβλίο για ισχυρό σεισμό κοντά στο Πετρωτό, χωρίς θύματα. Μέγεθος και προέλευση είναι απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1837, 15 Μαρτίου, Στόμιο Λάρισας.

Ενθυμίσεις από Μοναστήρια της Όσσας και Ολύμπου για μέτριο σεισμό, στην περιοχή. Εκτιμάται ότι το επίκεντρο ήταν οι ανατολικές ακτές της Θεσσαλίας με μέγεθος απροσδιόριστο λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1843, 9 Μαρτίου, Καρδίτσα.

Σεισμός προκάλεσε καταστροφές στην περιοχή της Καρδίτσας και των Τρικάλων. Έγινε ιδιαίτερα αισθητός σε όλη την Θεσσαλία έως την Θεσσαλονίκη με μέγεθος απροσδιόριστο λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1854, 12 Ιανουαρίου, Τρίκαλα.

Ενθύμηση από Μοναστήρια των Μετεώρων (Ι.Μ. Αγίου Στεφάνου), για ισχυρό σεισμό με καταστροφές στο χωριό Κλεινός της Καλαμπάκας, Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1859, 24 Αυγούστου, Λάρισα.

Ισχυρός σεισμός στην περιοχή, το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1863, Σεπτέμβριος, Μαγνησία.

Αλληπάλληλοι σεισμοί στην περιοχή. Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα, λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1864, 21 Οκτωβρίου, Μαγνησία ($M = 6.1 \pm 0.3$).

Ισχυρός σεισμός στην κεντρική περιοχή του Πηλίου. Ιδιαίτερα αισθητός σε μεγάλη περιοχή, στον Βόλο και Λαμία και αισθητός στην Αθήνα και Αίγιο. Ισχυρή μετασεισμική ακολουθία έως δύο μήνες, με πιθανό επίκεντρο στο Βορειοδυτικό Αιγαίο, (Παπαϊωάννου 2017). Εκτίμηση επικέντρου $39,30^\circ \text{ N} - 23,35^\circ \text{ E}$.

- 1880, Ιανουάριος Μαγνησία.

Ισχυρός σεισμός με επίκεντρο τις ανατολικές ακτές της Θεσσαλίας, αισθητός στην πόλη του Βόλου και στο Πήλιο, αναφέρθηκαν αρκετές βλάβες και καταστροφές. Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα, λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1882, 30 Ιανουαρίου, Άφυσσος Μαγνησία.

Ισχυρός σεισμός με επίκεντρο τις ανατολικές ακτές του Παγασητικού κόλπου, κοντά στην Άφυσσο. Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα, λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1883, 9 Απριλίου, Λάρισα.

Ισχυρός σεισμός αισθητός στη Λάρισα. Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα, λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1886, 22 Οκτωβρίου Μαγνησία.

Ισχυρός σεισμός αισθητός στον Βόλο, με αναφορές σε βλάβες και κατασκευές, με ισχυρή μετασεισμική ακολουθία με διάρκεια ένα μήνα. Έγινε αισθητός σε μεγάλη περιοχή Λαμία, Αλμυρό, Ιστιαία και Λάρισα. Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα, λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1886, 26 Οκτωβρίου, Λάρισα.

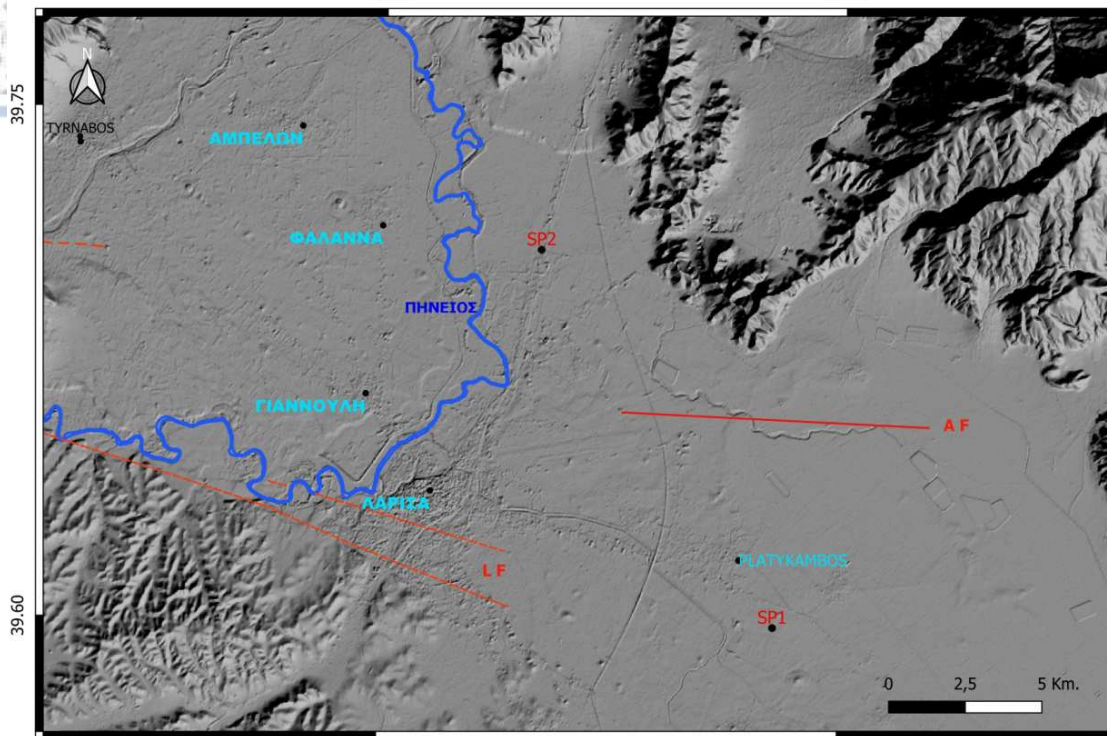
Μετά από τέσσερις ημέρες από τον προηγούμενο, ένας ισχυρός σεισμός έπληξε την Λάρισα και έγινε αισθητός έως την Βόρεια Εύβοια. Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα, λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1889, 1 Οκτωβρίου, Ραψάνη Λάρισα.

Ισχυρός σεισμός αισθητός στην περιοχή της Ραψάνης, χωρίς να αναφερθούν ζημιές. Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα, λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1891, 18 Σεπτεμβρίου 18, Λεχώνια Μαγνησίας.

Δύο ισχυροί σεισμοί έγιναν αισθητοί στα Λεχώνια του Βόλου, χωρίς να αναφερθούν ζημιές. Προηγήθηκαν δύο σεισμοί λίγες ημέρες νωρίτερα στις 11 και 15 Σεπτεμβρίου. Το μέγεθος και η προέλευση είναι απροσδιόριστα, λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).



Σχήμα 5-1. Σεισμός του 1892 σε Λάρισα, εκτίμηση επικέντρου από Παπαϊωάννου σημείο SP1, από Κουσκουνά σημείο SP2, LF ρήγμα Λάρισας, AF ρήγμα Ασμακίου, (Caruto 2010), υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. Η διαφορά των επικέντρων θεωρείται ασήμαντη καθώς βασίζεται σε εκτιμήσεις του επικέντρου από μακροσεισμικά δεδομένα.

- 1892, 9 Ιανουαρίου, Λάρισα (M= 5.6).

Αρκετά ισχυρός σεισμός (08:15) ιδιαίτερα αισθητός στις περιοχές της Λάρισας, του Τυρνάβου και της Αγιάς, με αναφορές σε αρκετές βλάβες. Η σεισμική δόνηση έγινε αισθητή έως τη Σκόπελο και τη Θεσσαλονίκη. Η σεισμική ακολουθία στην περίπτωση αυτή είναι ιδιαίτερη και ξεκίνησε πολύ νωρίτερα με ισχυρό σεισμό στις 20 Δεκεμβρίου το 1891, ενώ ακολούθησε ένας άλλος ισχυρός στις 29 Δεκεμβρίου. Λίγες ώρες νωρίτερα πριν τον κύριο σεισμό προηγήθηκαν δύο δονήσεις και ακολούθησε πλούσια μετασεισμική ακολουθία μέχρι το τέλος του Ιουνίου με δύο μετασεισμούς ιδιαίτερα ισχυρούς. Αναφέρονται περιπτώσεις ρευστοποιήσεων στο βορειοανατολικό τμήμα της πόλης, σε παραποτάμιες περιοχές της πεδιάδας. Αρκετοί ερευνητές με βάση μακροσεισμικές πληροφορίες τοποθέτησαν το επίκεντρο στη Λάρισα (Παπαϊωάννου 2017). Το εκτιμώμενο μέγεθος σύμφωνα με Παπαϊωάννου (2017) είναι $M=5.6$, ενώ σύμφωνα με την Κουσκουνά (2001) ο σεισμός είχε μέγεθος $M_w = 5.0$. Ο Caruto, οριοθετεί τον σεισμό στο ρήγμα της Λάρισας (LF), στα νότια της πόλεως (Caruto, 1990, Caruto & Pavlides 1993) σχήμα 5-1, κόκκινη γραμμή. Εκτίμηση επικέντρου από Παπαϊωάννου $39,60^\circ \text{ N} - 22,55^\circ \text{ E}$ σημείο SP1, από Κουσκουνά $39,71^\circ \text{ N} - 22,46^\circ \text{ E}$ σημείο SP2, ενώ με την κόκκινη γραμμή LF ρήγμα Λάρισας και AF ρήγμα Ασμακίου, (Caruto 2010).

- 1893, 11 Μαρτίου, Μαγνησία.

Ισχυρή σεισμική δόνηση στο Βόλο, ενώ είχε προηγηθεί νωρίτερα ένας ισχυρός σεισμός και ακολούθησε μία ασθενέστερη δόνηση τρεις ημέρες αργότερα. Το

μέγεθος και το επίκεντρο είναι απροσδιόριστα, λόγω έλλειψης στοιχείων, (Παπαϊωάννου 2017).

- 1893, 19 Απριλίου, Λάρισα.

Στις 19 Απριλίου (12:15) έγιναν αισθητές δύο δονήσεις στη Λάρισα, ενώ ακολούθησε ασθενέστερη σεισμική δόνηση αργότερα (20:15), (Παπαϊωάννου 2017).

- 1893, 9 Σεπτεμβρίου, Λάρισα.

Μία ακόμα δόνηση σημειώθηκε στις 09:25 (τοπική ώρα), (Παπαϊωάννου 2017). Εάν λάβουμε υπόψη την ισχυρή σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή πριν ένα χρόνο νωρίτερα, θα πρέπει η δόνηση αυτή να εντάσσεται στην μετασεισμική ακολουθία του κυρίου γεγονότος της 9-1-1892.

- 1900, 15 Μαΐου, Λάρισα ($M=5.7$).

Στα βορειοανατολικά του νομού Λάρισας, σημειώθηκε ισχυρή σεισμική δόνηση (09:50). Η δόνηση προκάλεσε παρόμοια φαινόμενα με τον σεισμό της 9-1-1892, επηρέασε σχεδόν της ίδιες περιοχές, με εκτεταμένες βλάβες. Παρουσίασε μία ιδιαίτερη σεισμική συμπεριφορά, με ισχυρό προσεισμό δύο ώρες νωρίτερα. Είχαν προηγηθεί στις 11 και 12 Μαΐου άλλες δύο σεισμικές δονήσεις αλλά και πλούσια μετασεισμική ακολουθία, (Παπαϊωάννου 2018). Εκτίμηση επικέντρου $39,70^{\circ}\text{N} - 22,50^{\circ}\text{E}$.

- 1901, 25 Νοεμβρίου, Βερδικούσα Λάρισα ($M=5.6 \pm 0.2$).

Στη περιοχή του οικισμού της Βερδικούσας, σημειώθηκε ισχυρή σεισμική δόνηση (05:00), με αναφορές για βλάβες και καταστροφές στον οικισμό. Μετά από αναθεώρηση των μακροσεισμικών πληροφοριών από το επίκεντρο του σεισμού πολύ πιθανό αυτό να εντοπίζεται κοντά στον οικισμό Βερδικούσας (Παπαϊωάννου 2021). Εκτίμηση επικέντρου $39,80^{\circ}\text{N} - 22,10^{\circ}\text{E}$.

- 1905, 20 Ιανουαρίου, Σκήτη Αγιάς, Λάρισα ($M=6.3 \pm 0.15$).

Ισχυρή σεισμική δόνηση (04:00), αισθητή στα ανατολικά της Λάρισας, προκάλεσε ολοκληρωτικές καταστροφές στον οικισμό Σκήτη και Σκλήθρο, εκτεταμένες καταστροφές σε Σωτηρίτσα, Ποταμία, Αγιά, Αθανάτη και γενικά σε όλους τους οικισμούς που υπάρχουν στα ανατολικά της Λάρισας. Εμφανίστηκαν δευτερογενή φαινόμενα του σεισμού όπως επιφανειακές διαρρήξεις, κατολισθήσεις, ρευστοποιήσεις. Έγινε επίσης αρκετά αισθητός στη Λάρισα, Βερδικούσα, Τρίκαλα, Καρδίτσα, Μαγνησία Πήλιο, έως και στη Θεσσαλονίκη. Σύμφωνα με Caputo στη περιοχή βρίσκεται το ρήγμα του Αγιοκάμπου (Aghiokambos Fault), όπου το βορειότερο τμήμα αυτού έδωσε τον σεισμό με επίκεντρο στο Αιγαίο Πέλαγος (Παπαϊωάννου 2018). Επίκεντρο $39,67^{\circ}\text{N} - 22,93^{\circ}\text{E}$.

5.1.4 ΕΝΟΡΓΑΝΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ

Οι ενόργανες καταγραφές στην ιστορία της ανθρωπότητας είναι σχετικά πρόσφατες και ξεκινούν από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Οι ενόργανες καταγραφές σεισμών στην Ελλάδα αρχίζουν στις αρχές του 1911, με την λειτουργία του πρώτου σεισμομέτρου στην Αθήνα (Ο.Α.Σ.Π.). Επίσημοι κατάλογοι για τις καταγραφές των σεισμών στην ευρύτερη περιοχή της Ελλάδας υπάρχουν από διάφορους επιστημονικούς φορείς (Αστεροσκοπείο Αθηνών,

ΟΑΣΠ, κλπ) αλλά και Πανεπιστήμια στην Ελλάδα (Αθήνας, Θεσσαλονίκης, Πατρών).

- 1911 Οκτώβριος 22, Μαγνησία ($M_w = 6.0$)

Ισχυρός σεισμός (22:31) στο χωριό Κεραμίδι, με βλάβες σε κατοικίες. Έγινε ιδιαίτερα αισθητός στη Μαγνησία και συγκεκριμένα σε Κισσό, Άλλη Μεριά, Αργαλαστή αλλά και στη Λάρισα, Αγιά, Αμπελάκια, Δομοκό, Τρίκαλα, Υπάτη. Παρατηρήθηκαν πρόδρομα φαινόμενα με συμπεριφορά ζώων αλλά και έντονη βοή. Ο σεισμός χαρακτηρίστηκε από έντονη μετασεισμική ακολουθία με ισχυρότερο μετασεισμό στις 31 Οκτωβρίου ($M_w=5.0$), (Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Η ισχυρή σεισμική δόνηση είχε επίκεντρο στα ανατολικά της Λάρισας, προκάλεσε σχεδόν τις ίδιες καταστροφές, επηρέασε την ίδια περιοχή με τον προηγούμενο σεισμό του 1905. Σύμφωνα με έρευνες του Caruto αυτή τη φορά η δόνηση συσχετίζεται με το νοτιότερο τμήμα του ρήγματος του Αγιοκάμπου (Aghiokambos Fault), (Παπαϊωάννου 2018). Επίκεντρο $39,60^\circ\text{N} - 23,05^\circ\text{E}$.

- 1930, 23 Φεβρουαρίου, Κεραμίδι Μαγνησίας ($M_w = 5.9 \pm 0.15$).

Μία ισχυρή σεισμική δόνηση (εκδηλώθηκε 18:19), επηρέασε σχεδόν όλους τους οικισμούς της Ανατολικής Θεσσαλίας (Παπαϊωάννου 2018). Επειδή η πλειστοσειστή περιοχή είναι περίπου η ίδια περιοχή με τους προηγούμενους σεισμούς είναι πολύ πιθανό να προέρχεται από το νότιο τμήμα του ρήγματος του Αγιοκάμπου (Aghiokambos Fault). Επίκεντρο $38,55^\circ\text{N} - 23,10^\circ\text{E}$.

- 1930, 31 Μαρτίου, Πουρί Μαγνησίας ($M_w = 6.00 \pm 0.2$).

Ακόμα μία ισχυρή σεισμική δόνηση (12:34), σημειώθηκε στην ανατολική Θεσσαλία. Η δόνηση έγινε αρκετά αισθητή σε όλη τη Θεσσαλία και προκάλεσε αρκετές καταστροφές σχεδόν σε όλους τους οικισμούς της ανατολικής Μαγνησίας και Λάρισας, με το επίκεντρο να εντοπίζεται πιθανό σε θαλάσσιο χώρο, (Παπαϊωάννου 2018). Επίκεντρο $38,45^\circ\text{N} - 23,15^\circ\text{E}$.

- 1933, 5 Ιανουαρίου, Μαγνησία ($M_w = 5.60 \pm 0.15$).

Ισχυρή σεισμική δόνηση (ώρα εκδήλωσης 18:37), με επίκεντρο τον Παγασητικό κόλπο. Ο σεισμός έγινε αισθητός στη Μαγνησία, Σκόπελο αλλά και σε όλη την Θεσσαλία και σε τμήματα της Στερεάς Ελλάδας όπως στην περιοχή της Λαμίας. Επακολούθησε μεγάλη μετασεισμική ακολουθία, (Παπαϊωάννου 2018). Επίκεντρο $39,25^\circ\text{N} - 23,00^\circ\text{E}$.

- 1941, 1 Μαρτίου, Λάρισα ($M_w = 6.3$).

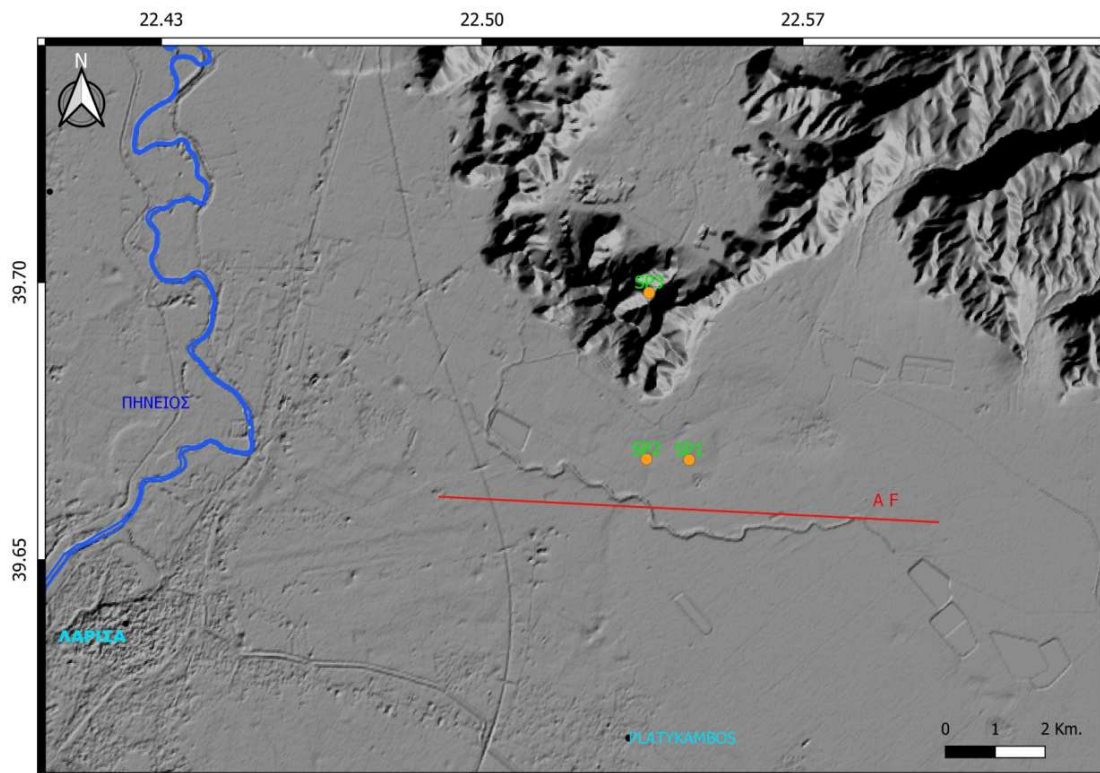
Ο σεισμός της 1 Μαρτίου του 1941 (ώρα εκδήλωσης 03:52), είναι ίσως ο πιο ισχυρός σεισμός της Λάρισας που έπληξε την πόλη και υπάρχει ακόμα στη μνήμη των κατοίκων. Οι σοβαρές ζημιές στη Λάρισα είχαν σαν αποτέλεσμα την καταστροφή του 10% των κατοικιών ενώ στο 60% σημειώθηκαν σοβαρές ζημιές. Στην πόλη επλήγη ιδιαίτερα η συνοικία Ταμπάκικα που είναι κτισμένη στις παρόχθιες περιοχές του Πηνειού. Σοβαρές ζημιές επίσης καταγράφηκαν σε κατοικίες σε γειτονικούς οικισμούς όπως το Γερακάρι, το Ελευθέριο, ο Νέσσωνας, η Όρτα, το Ομορφοχώρι, ο Πλατύκαμπος, η Γλαύκη, η Χάλκη, η Νίκαια, η Γιάννουλη, το Συκούριο και η Ραψάνη. Επίσης ο σεισμός έγινε αισθητός στο Δέλβινο στην Αλβανία, τα Ιωάννινα, το Μέτσοβο και την Αυλώνα. Με την εκδήλωση του σεισμού υπήρξε επιφανειακή διάρρηξη μήκους 12 Km, με διεύθυνση ΝΑ – ΒΔ, από την περιοχή Ασμάκι έως τον οικισμό Φαλάνη, με

εμφάνιση μικροδιαρρήξεων παράλληλες στην κύρια διάρρηξη. Επίσης στην διάρκεια των σεισμών του 1941 παρατηρήθηκαν ρευστοποιήσεις εδάφους σε παραποτάμιες περιοχές και καθιζήσεις σε αρκετά σημεία της όχθης του Πηνειού. Επίσης αναφέρθηκαν και ανθρώπινες απώλειες και αρκετοί τραυματισμοί. Άξιον προσοχής είναι ότι του κυρίου σεισμού, προηγήθηκε σεισμική δόνηση στις 2 Ιανουαρίου ($M_w=4.0, 18:01$) με ακολουθία μετασεισμών. Βάσει των μακροσεισμικών πληροφοριών το ρήγμα του Ασμακίου (Asmaki Fault) θα πρέπει να συσχετίζεται με την σεισμική δραστηριότητα της 1-3-1941, που εντοπίζεται βορειοανατολικά της Λάρισας (Παπαϊωάννου, 2018). Υπάρχουν τρεις εκτιμήσεις για το επίκεντρο (Σχήμα 5 -2):

(α) Σημείο SP1, $39,67^\circ\text{N} - 22,55^\circ\text{E}$, (Παπαϊωάννου 2018).

(β) Σημείο SP2, $39,67^\circ\text{N} - 22,54^\circ\text{E}$, (Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003).

(γ) Σημείο SP3, $39,70^\circ\text{N} - 22,54^\circ\text{E}$, (Ambraseys & Jackson 1990).



Σχήμα 5 – 2. Οι τρεις διαφορετικές εκτιμήσεις του επικέντρου του σεισμού 1-3-1941, σημείο SP1 (Παπαϊωάννου 2018), σημείο SP2 (Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003) και σημείο SP3 (Ambraseys & Jackson 1990), υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε.(2007-2009. Η διαφορά των επικέντρων θεωρείται ασήμαντη, καθότι βασίζεται σε εκτιμήσεις του επικέντρου από μακροσεισμικά δεδομένα.

- 1941, 14 Μαΐου Λάρισα ($M_w= 5.5$).

Ο σεισμός θεωρείται ως ο πιο ισχυρός μετασεισμός (08:36), του σεισμού της 1-3-1941, (Παπαϊωάννου 2018). Ο μετασεισμός προκάλεσε επιπρόσθετες καταστροφές του κυρίως σεισμού και έγινε επίσης αισθητός σε όλη την Θεσσαλία. Επίκεντρο $39,67^\circ\text{N} - 22,56^\circ\text{E}$.

- 1942, 1 Ιουνίου Λάρισα ($M_w= 5.6$).

Ισχυρός σεισμός (09:18GMT), προκάλεσε την ανησυχία των κατοίκων της Λάρισας, ενώ προκάλεσε μικρές βλάβες σε κατοικίες λόγω της μειωμένης

αντοχής της σεισμικής δραστηριότητας του 1941. Είχαν προηγηθεί δύο σεισμοί (03:42), ενώ ακολούθησαν και άλλοι δύο μικρότεροι αργότερα. Το επίκεντρο είναι στην ίδια περιοχή και προφανώς, πρόκειται για μετασεισμική ακολουθία των προηγούμενων, (Παπαϊωάννου 2018). Επίκεντρο $39,64^{\circ}\text{N} - 22,54^{\circ}\text{E}$.

- 1954, 30 Απριλίου, Σοφάδες Καρδίτσα ($M_w = 7.0$).

Ιδιαίτερα καταστροφικός (13:02) με σοβαρές βλάβες σε όλους τους νομούς της Θεσσαλίας και στους νομούς Φθιώτιδας και Ευρυτανίας. Από τον νομό Καρδίτσας η πόλη των Σοφάδων είχε τις περισσότερες βλάβες. Αναφέρθηκαν ανθρωπινές απώλειες και αρκετοί τραυματισμοί. Επίσης εμφανίστηκαν επιφανειακές διαρρήξεις, ρευστοποιήσεις και υδρολογικές μεταβολές (Παπασταματίου 1957, Παπασταματίου & Μουγιάρης 1986, Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003, Βαλκανιώτης 2009, Papazachos et al 2015). Επίκεντρο $39,28^{\circ}\text{N} - 22,29^{\circ}\text{E}$.

- 1955, 9 Απριλίου, Λεχώνια Μαγνησία ($M_w = 6.2$).

Ο σεισμός έγινε το απόγευμα 16:47 και προξένησε εκτεταμένες βλάβες σε 61 χωριά του νομού Μαγνησίας και η δόνηση ήταν αισθητή έως την βόρεια Εύβοια. Σημειώθηκαν αρκετές βλάβες και καταρρεύσεις σε κατοικίες της περιοχής, αλλά και ανθρωπινές απώλειες. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει ότι προηγήθηκε του κυρίου σεισμού σεισμός $M_w = 4.9$, που επίσης προκάλεσε βλάβες στα Λεχώνια. Τον κύριο σεισμό ακολούθησε πλούσια μετασεισμική ακολουθία (Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Το επίκεντρο του σεισμού προσδιορίστηκε στο σημείο $39,27^{\circ}\text{N} - 23,00^{\circ}\text{E}$.

- 1957, 8 Μαρτίου Βελεστίνο Μαγνησία ($M_w = 6.8$).

Πριν τον κύριο σεισμό (12:21), προηγήθηκε ισχυρός προσεισμός (12:14, $M = 6.5$). Ακολούθησε μεγάλος αριθμός μετασεισμών με τον ισχυρότερο λίγες ώρες μετά (23:25, $M_w = 6.0$). Ο σεισμός προκάλεσε σοβαρές βλάβες στους νομούς Μαγνησίας, Λάρισας, Καρδίτσας και Τρικάλων, (Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003, Papazachos et al 2015). Επίκεντρο $39,38^{\circ}\text{N} - 22,63^{\circ}\text{E}$.

- 1980, 9 Ιουλίου, Αλμυρός Μαγνησία ($M_w = 6.5$).

Αρκετά καταστροφικός σεισμός (02:11), που σημειώθηκε στον Παγασητικό κόλπο. Προκλήθηκαν καταστροφές στους νομούς Μαγνησίας, Φθιώτιδας και Λαρίσης. Πριν την εκδήλωση του κύριου σεισμού προηγήθηκαν σεισμικές δονήσεις με την μεγαλύτερη (02:10) μεγέθους $M_w = 5.4$ και ακολούθησαν αρκετοί μετασεισμοί με τον μεγαλύτερο 24 λεπτά μετά τον κύριο σεισμό (02:35 $M_w = 6.1$), (Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003). Επίκεντρο $39,27^{\circ}\text{N} - 22,93^{\circ}\text{E}$.

- Στον πίνακα 5-1, αναγράφονται οι ενόργανες καταγραφές της Θεσσαλίας. Για την αποτύπωση των καταγραφών των ενόργανων καταγραφών της Θεσσαλίας χρησιμοποιηθήκαν οι επίσημοι κατάλογοι του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και του Πανεπιστημίου Αθηνών. Πηγές καταγραφών: Caputo & Helly 2005, Permanent Regional Seismological Network operated by the Aristotle University, Τμήμα Γεωλογίας Τομέας Γεωφυσικής Γεωθερμίας Πανεπιστήμιο Αθηνών.

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	Ωρα	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ (M_s)	Lat N	Long E
1911	22 Οκτωβρίου	22:31	Κεραμίδι	6.0	39.60°	23.20°
1930	23 Φεβρουαρίου	18:19	Κεραμίδι	6.0	39.60°	23.10°
1930	31 Μαρτίου	12:33	Πουρί-Κεραμίδι	6.1	$39,47^{\circ}$	$23,13^{\circ}$

1941	1 Μαρτίου	15:52	Λάρισα	6.3	39.73°	22:46°
1954	30 Απριλίου	13:02	Σοφάδες	7.0	39.28°	22.20°
1955	19 Απριλίου	16:47	Βόλος	6.2	39.27°	23.00°
1957	8 Μαρτίου	12:21	Βελεστίνο	6.8	39.38°	22.63°
1995	13 Μαΐου	08:47	Κοζάνη	6.6	40.16°	21.67°
1980	9 Ιουλίου	02:11	Αλμυρός	6.5	39.27°	22.93°

Πίνακας 5-1. Ενόργανες καταγραφές σεισμών Θεσσαλίας. Πηγές, Caputo & Helly 2005, Permanent Regional Seismological Network operated by the Aristotle University, τμήμα Γεωλογίας Τομέας Γεωφυσικής Γεωθερμίας Πανεπιστήμιο Αθηνών.

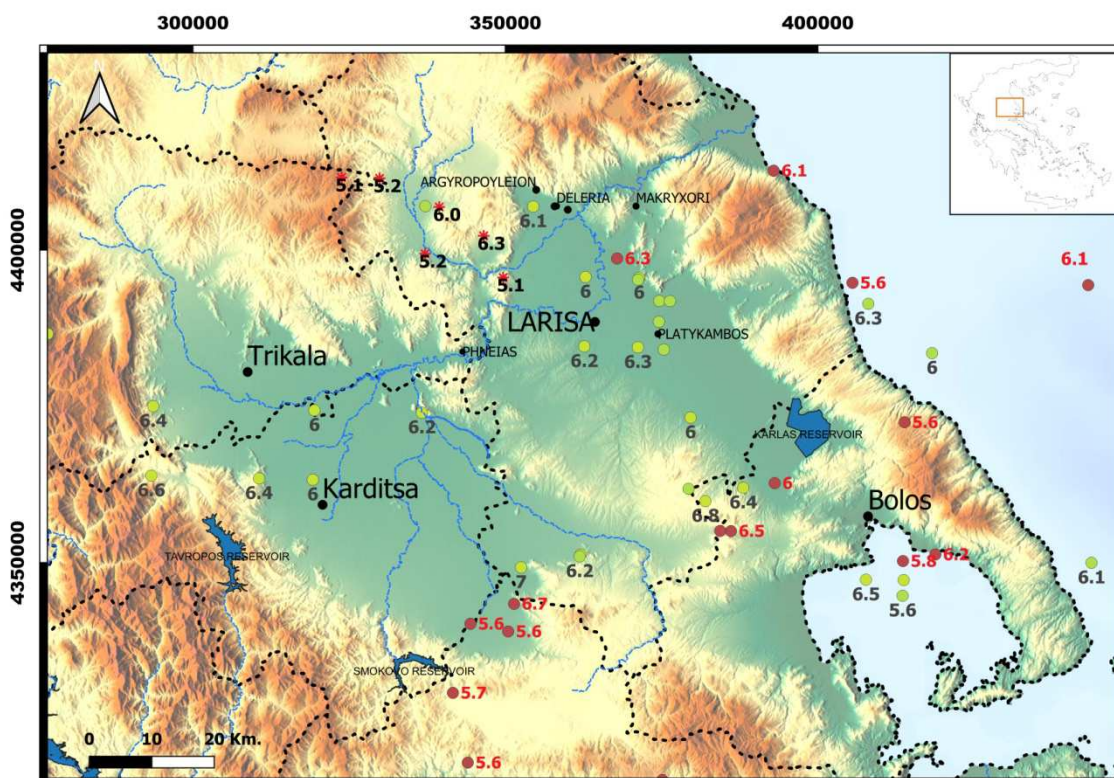
ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΕΚΤΟΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Ιστορικά σεισμικά γεγονότα που έγιναν αισθητά στη Θεσσαλία. Υπάρχουν αρκετές αναφορές, για σεισμούς που έγιναν ιδιαίτερα αισθητοί στη Θεσσαλία. Τα επίκεντρα αυτών εντοπίζονται σε περιοχές πλησίον της Θεσσαλίας, όπου υπάρχουν αρκετές αναφορές για βλάβες, καταστροφές και θανάτους. Στον επόμενο πίνακα αναφέρονται σεισμικά γεγονότα που εντοπίζονται σε ιστορικά κείμενα της Θεσσαλίας (Παπαϊωάννου 2017).

ΕΤΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ
1544	Λαμία Φθιώτιδα, Απρίλιος 24, (M= 7.0 ±0.3)
1659	Σκιάθος, 5 Φεβρουαρίου
1566	Ευρυτανικά Άγραφα, Ιούλιος 11
1674	Κέρκυρα, Ιανουάριος – Φεβρουάριος
1695	Κοζάνη, Σεπτέμβριος 26
1740	Λαμία, Φθιώτιδα, 4 Οκτωβρίου (M= 6.6 ±0.3)
1743	Ιόνιο πέλαγος, 20 Φεβρουαρίου
1766	Ιωάννινα, 8 Νοεμβρίου
1812	Καστοριά, 29 Μαΐου
1812	Ήπειρος, 10 Δεκεμβρίου
1827	Δομοκός Φθιώτιδα, 17 Μαρτίου
1867	Σκόπελος, 3 Οκτωβρίου
1868	Σκιάθος, 3 Οκτωβρίου
1870	Φωκίδα, Αύγουστος
1871	Χαλκιδική, 24 Μαρτίου
1873	Σκόπελος, 9 Μαρτίου
1894	Μαλεσίνη Φθιώτιδας, 20 Απριλίου
1894	Άγιος Κωνσταντίνος Φθιώτιδα, 27 Απριλίου
1903	Σκόπελος, 6 Μαρτίου
1905	Άθως, 8 Νοεμβρίου
1909	Λαμία, 15 Ιουνίου
1913	Άγραφα Ευρυτανίας, 4 Ιουνίου
1916	Βόρεια Εύβοια, 27 Σεπτεμβρίου
1923	Κασσάνδρα Χαλκιδικής, 5 Δεκεμβρίου
1931	Αγία Άννα Εύβοιας, 11 Σεπτεμβρίου
1932	Ιερισσός Χαλκιδικής, 26 Σεπτεμβρίου
1935	Σκόπελος 1 Μαΐου
1947	Σκόπελος, 19 Απριλίου

Πίνακας 5-2. Σεισμικές καταγραφές περιοχών εκτός Θεσσαλίας, που έγιναν αισθητές στην περιοχή.

Όλες οι ανωτέρω ενόργανες καταγραφές μαζί με τις ιστορικές καταγραφές για τις οποίες υπάρχει εκτίμηση του επικέντρου και του μεγέθους του σεισμού εμφανίζονται στο σχήμα 5-3. Συγκεκριμένα με τον πράσινο κύκλο απεικονίζονται οι ιστορικές καταγραφές, ενώ με κόκκινο κύκλο απεικονίζονται οι ενόργανες καταγραφές και με κόκκινο αστέρι εμφανίζεται η πρόσφατη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής του Μαρτίου 2021. Τόσο για τις ενόργανες όσο και για τις ιστορικές εμφανίζονται μόνο τα κύρια γεγονότα των σεισμών με μέγεθος από 6.0 και άνω εκτός της δραστηριότητας του Μαρτίου 2021. Ιδιαίτερα παρατηρούμε ότι στη βόρεια Θεσσαλία ο νομός της Λάρισας και στη νότια Θεσσαλία ο νομός Μαγνησίας συγκεντρώνουν τα περισσότερα επίκεντρα. Γενικά διαφαίνεται ότι υπάρχει ένα κενό περίπου 2000 ετών στις ιστορικές καταγραφές της περιοχής. Είναι δεδομένο ότι υπήρχαν σεισμικά γεγονότα αυτή την χρονική περίοδο για τα οποία λόγω έλλειψης στοιχείων δεν υπάρχουν αναφορές (Caputo 1995).



Σχήμα 5-3. Επίκεντρα όλων των ιστορικών σεισμών Θεσσαλίας. Με πράσινο κύκλο απεικονίζονται οι ιστορικές καταγραφές, με κόκκινο κύκλο εμφανίζονται οι ενόργανες καταγραφές, ενώ με το κόκκινο αστέρι διακρίνεται η πρόσφατη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής του Μαρτίου 2021, υπόβαθρο χάρτη relief map (sas planet).

5.2. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΜΑΡΤΙΟΥ 2021

Τον Μάρτιο του 2021 στην ευρύτερη περιοχή του νομού Λαρίσης, υπήρξε πλούσια σεισμική δραστηριότητα. Συγκεκριμένα στις 3 Μαρτίου 2021 και τοπική ώρα 10:16 (12:16 UTC) σημειώθηκε ισχυρός σεισμός μεγέθους $M_w = 6.3$ σε απόσταση 22,8 Km από την Λάρισα και σε βάθος 19,0 Km, από την ενεργοποίηση ενός κανονικού ρήγματος διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ. Στην περιοχή αυτή υπάρχουν ρήγματα και εντάσσονται στη ζώνη ρηγμάτων της βόρειας Λάρισας. Την επόμενη ημέρα (4-3-21) ακόμα μία ισχυρή δόνηση σημειώθηκε από την ίδια περιοχή (The early March 2021 Thessaly earthquake sequence,

2021). Όλοι οι σεισμοί μεγέθους άνω του πέντε ($M_s = 5.0$) της σεισμικής δραστηριότητας περιοχή εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα 6-3.

ΜΗΝΑΣ Μάρτιος	ΩΡΑ (GTM)	LAT N	LONG E	MAGN ITUDE (Local)	DE PTH (km)	Επίκεντρο, Απόσταση (Km), Διεύθυνση, από
3	10:16	39.75°	22.19°	6.3	19,0	22,8 Δ–ΝΔ Λάρισα
3	10:34	39.70°	22.22°	5.0	8,0	18,3 Δ–ΝΔ Λάρισα
3	11:45	39.69°	22.23°	5.0	8,0	17,4 Δ–ΝΔ Λάρισα
3	18:24	39.72°	22.10°	5.2	7,0	29.2 Δ–ΝΔ Λάρισα
4	18:38	39.77°	22.08°	6.1	15	32,5 Δ–ΝΔ Λάρισα
4	19:23	39.82°	21.92°	5.0	6,0	32,6 Β–ΒΔ Τρίκαλα
12	12:57	39.82°	22.00°	5.2	5,0	36,5 ΒΔ Τρίκαλα

Πίνακας 5-3. Σεισμική δραστηριότητα στη Λάρισα τον Μάρτιο 2021. Πηγές, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σεισμολογικό Εργαστήριο, Lekkas et al 2021).

Σύμφωνα με το πόρισμά της επιστημονικής ομάδας των καθηγητών κ. Παπαζάχου, κ. Κουκουβέλα, κ. Λέκκα, κ. Νικολόπουλο και κ. Γκανά, που εκπονήθηκε για την Περιφέρεια Θεσσαλίας, (Lekkas et al 2021), η κύρια διάρρηξη δεν μπορεί να συσχετιστεί με τα έως τώρα γνωστά ρήγματα της περιοχής και εντοπίζεται ανάμεσα στους οικισμούς Ζάρκο και Δαμάσι. Ένα χαμηλής γωνίας κανονικό ρήγμα ενεργοποιήθηκε για την κύρια διάρρηξη ως τυφλό ή θαμμένο ρήγμα. Ο ισχυρότερος μετασεισμός της 4-3-21, ($M_s = 6.0$) εντοπίζεται από τον ίδιο χώρο διάρρηξης, αλλά πιθανό να έγινε από ένα δευτερεύον μικρότερο ρήγμα στον χώρο την μετασεισμικής ακολουθίας ή σε ένα άλλο τμήμα του ιδίου ρήγματος. Νωρίτερα, πριν την εκδήλωση του κύριου γεγονότος, υπήρξαν προσεισμικά γεγονότα που προέρχονταν από την ίδια περιοχή. Συγκεκριμένα καταγράφηκαν είκοσι (20) μικροσεισμοί με μέγεθος από $M_s = 1.1$ έως $M_s = 2.8$ με τον πρώτο να ξεκινάει στις 28 Φεβρουαρίου ($M_s = 1.8$). Ο τελευταίος μικροσεισμός ($M_s = 2.8$) καταγράφηκε δυο (2) ώρες προ της εκδήλωσης του κυρίως σεισμού.

5.2.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΟΥ

- **Lateral spreading – Πλευρικές καταπτώσεις ρωγμές.**

Σε αρκετά σημεία στις κοίτες των ποταμών του Πηνειού και του Τιταρήσιου εμφανίστηκαν αρκετά φαινόμενα πλευρικής κατάπτωσης lateral spreading. Επίσης παρόμοια φαινόμενα εμφανίστηκαν και σε παραποτάμιες περιοχές στο Δαμάσι και στο Κουτσόχερο.



Σχήμα 5-4. Φαινόμενα πλευρικής κατάπτωσης κοίτης (lateral spreading) στην κοίτη του Τηταρήσιου.

- **Ground cracks – Επιφανειακές ρωγμές.**

Επιφανειακές ρωγμές (Ground cracks) εμφανίστηκαν περισσότερο στην επιφάνεια οδοστρωμάτων της επαρχιακής οδοποιίας της ευρύτερης περιοχής του επικέντρου, στον οικισμό του Μεσοχωρίου, αλλά και στην επαρχιακή οδό που συνδέει τις κοινότητες της περιοχής, όπως το Μεσοχώρι, το Βλαχογιάννη και το Ζάρκο.



Σχήμα 5-5. Επιφανειακές ρωγμές επαρχιακής οδού.

- **Συνσεισμικές Κατολίσθήσεις**

Δευτερογενής συνέπεια του σεισμού είναι και οι κατολίσθήσεις τεχνητών ή φυσικών πρανών. Παρατηρήθηκαν σε αρκετά σημεία κατά μήκος της επαρχιακής οδού από τον Τύρναβο προς το Δαμάσι, στους οικισμούς Δαμασίου και Δομένικου καθώς και στα βουνά του Ζάρκου, της Ελασσόνας και στα Μετέωρα, χωρίς ωστόσο χωρίς να σημειωθούν ζημιές στις υποδομές.



Σχήμα 5-6. Κατολίσθηση πλαγιάς επαρχιακής οδού στο Βλαχογιάννη.

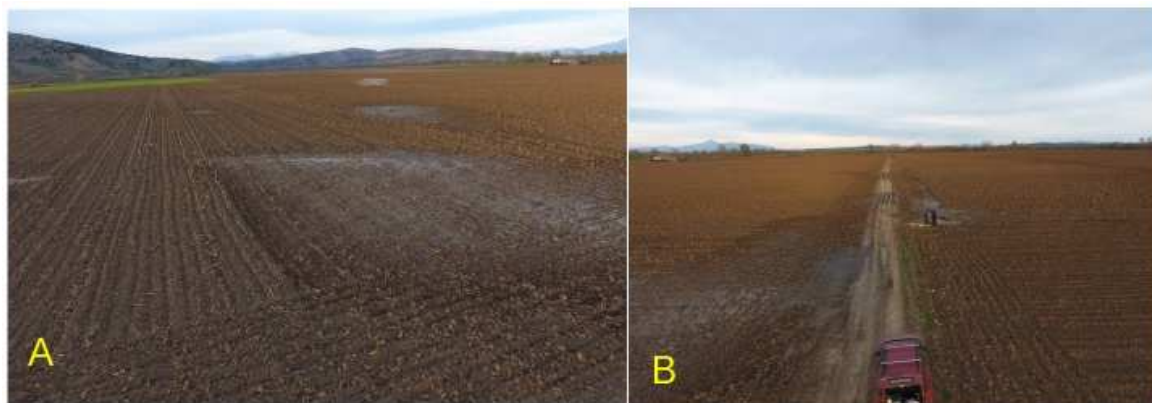
- **Ρευστοποίηση εδάφους (Soil Liquefaction)**

Το φαινόμενο της ρευστοποίησης παρατηρήθηκε σε μεγάλη έκταση στην περιοχή. Οι ρευστοποιήσεις εμφανίστηκαν σε παραποτάμιες περιοχές του Πηνειού και του Τηταρήσιου σε λεπτόκοκκες αργιλικές ποτάμιες ασυμπίεστες αποθέσεις. Οι περισσότερες εμφανίστηκαν σε παλιούς μαιάνδρους, συγκεκριμένα κοντά στον οικισμό Πηνιάδα, στο Κουτσόχερο, αλλά και κοντά στον οικισμό του Βλαχογιαννίου (Valkaniotis et al 2021). Στην επιφάνεια εμφανίζονται ως κώνοι λεπτόκοκκων υλικών που είναι γνωστά ως «Ηφαίστεια άμμου», από την εξαναγκασμένη ροή νερού λόγω σεισμού, συμπαρασύροντας μαζί και λεπτόκοκκα αργιλικά υλικά και άμμο, (Valkaniotis et al 2021). Έχουν

μήκος από λίγα εκατοστά έως αρκετά μέτρα. Ως υλικό ρευστοποίησης κυριαρχεί η λεπτόκοκκη άργιλος αλλά και η άμμος σε μικρότερη αναλογία. Οι περιοχές ρευστοποίησης χαρτογραφηθήκαν με την χρήση ΣμηΕΑ, με την δημιουργία ψηφιακών μοντέλων και ορθοφωτοχαρτών για την ψηφιοποίηση των εμφανίσεων της ρευστοποίησης. Στο σχήμα 5-9 εμφανίζεται η ευρύτερη περιοχή της Πηνειάδας, με τα επιμέρους ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν με πτήση ΣμηΕΑ, διακρίνονται οι περιοχές των ρευστοποιήσεων, ενώ υπόβαθρο του χάρτη είναι το ψηφιακό μοντέλο και ο ορθοφωτοχάρτης του Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009). Στην ένθετη φωτογραφία διακρίνεται η ίδια περιοχή της Πηνειάδας του σχήματος 5-9 από τους ιστορικούς χάρτες του Κτηματολογίου (1945-1959). Στον χάρτη του σχήματος, διακρίνονται οι περιοχές όπου εμφανίστηκαν οι ρευστοποιήσεις σε παλαιοκοίτες και σε παλιούς μαιάνδρους του Πηνειού. Στον παρακάτω σύνδεσμο Youtube εμφανίζονται οι ρευστοποιήσεις στην περιοχή της Πηνειάδας, αποτυπωμένες σε video με την επιμέλεια του γράφοντα. (<https://www.youtube.com/watch?v=sBYefhdtDI>)



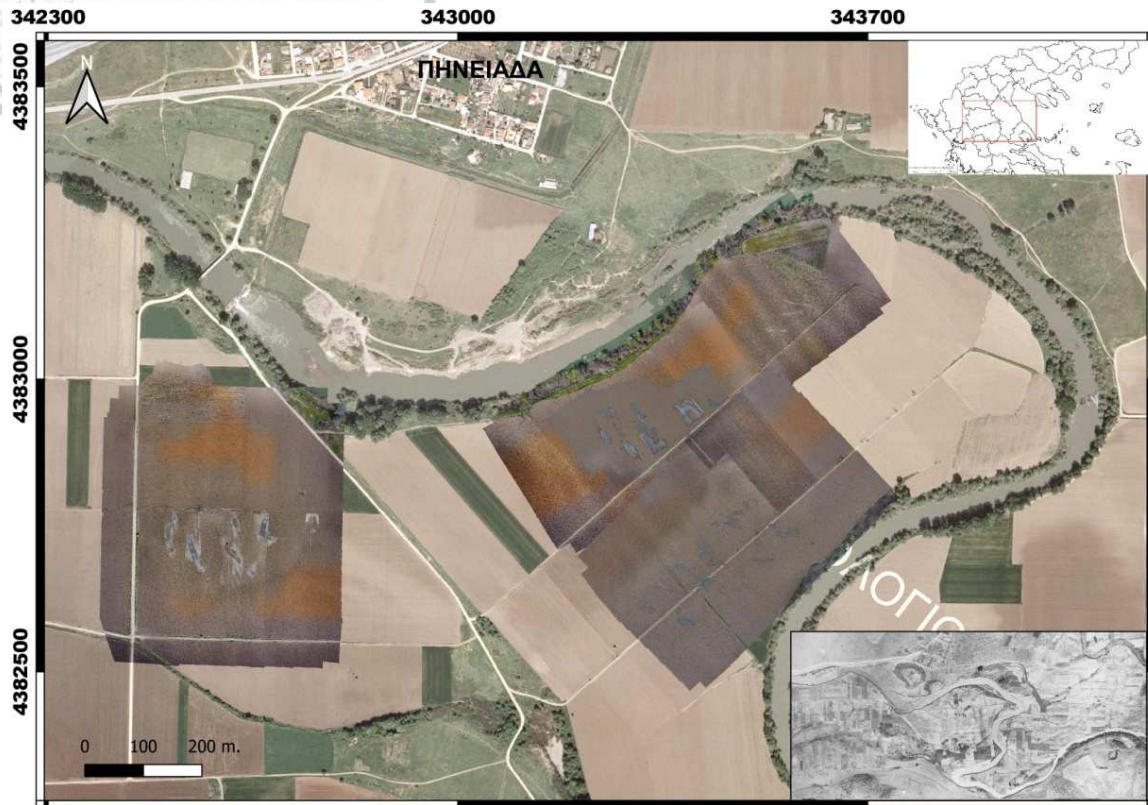
Σχήμα 5-7. Ρευστοποίηση εδάφους στην περιοχή της Πηνειάδας, επίγειες λήψεις.



Σχήμα 5-8. Ρευστοποίηση εδάφους στην περιοχής της Πηνειάδας, εναέριας λήψεις.



Σχήμα 5-9. Ρευστοποίησης εδάφους στην περιοχή Βλαχογιάννη.



Σχήμα 5-10. Χαρτογράφηση περιοχών ρευστοποιήσεων με την χρήση ΣμηΕΑ και παραγωγή ορθοφωτοχαρτών και αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης (2007-2009) Κτηματολογίου. Ένθετη κάτω δεξιά η εικόνα της περιοχής μελέτης από τους ιστορικούς χάρτες του Κτηματολογίου (1945-1959).

22.075

22.078



Σχήμα 5-11. Χαρτογράφηση περιοχών ρευστοποιήσεων με την χρήση ΣμηΕΑ και παραγωγή ορθοφωτοχάρτων και αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης (2007-2009) Κτηματολογίου.

• Επιπτώσεις σε υποδομές

Όπως ήταν αναμενόμενο η σεισμική δραστηριότητα του Μαρτίου 2021 είχε μεγάλη επίπτωση στις κατασκευές – υποδομές της περιοχής. Οι περισσότερες περιοχές που επλήγησαν ανήκουν στους Νομούς Λαρίσης και Τρικάλων. Από τον βορρά έως τον νότο οι πληγέντες οικισμοί είναι: Ελασσόνας, Ευαγγελισμού, Μαγούλας, Πραιτωρίου, Δομένικου, Βερδικούσας, Αμούρι, Μεσοχωρίου, Βλαχογιαννίου, Δαμασίου, Τυρνάβου, Γριζάνου, Φαρκαδόνας, Ζάρκος, Κουστόχερο, (Lekkas et al 2021).

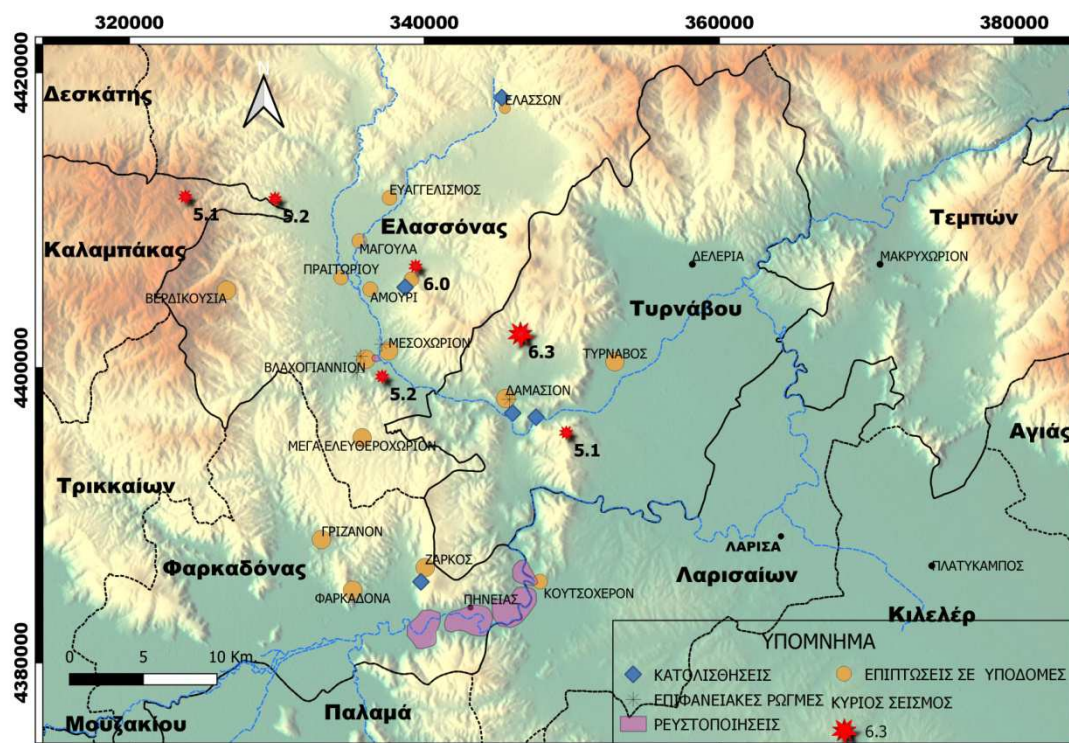
Στις ανωτέρω περιοχές έγιναν συνολικά 5079 πρωτοβάθμιοι έλεγχοι. Από τους ανωτέρω ελέγχους οι 4533 αφορούν κατοικίες, με 1820 ως πόρισμα για προσωρινά ακατάλληλες και επανεξέταση από τη δευτεροβάθμια επιτροπή. Επίσης από τους 148 επαγγελματικούς χώρους που εξετάστηκαν, οι 49 κρίθηκαν προσωρινά ακατάλληλοι και παραπέμφθηκαν για επανέλεγχο στην δευτεροβάθμια. Από τα 247 υπόλοιπα κτίρια (αποθήκες, στάβλοι κλπ), τα 211 κτίρια κρίθηκαν προσωρινά ακατάλληλα. Τέλος από τα κτίρια συνάθροισης, (εκκλησίες, δημόσια κτίρια κλπ), από τους 132 ελέγχους, οι 66 περιπτώσεις κρίθηκαν ακατάλληλες (Ηλεκτρονική καθημερινή ενημέρωση ΤΕΕ, 6 Μαρτίου 2021).

Αναλυτικότερα οι αυτοψίες των ιδιωτικών κτιρίων και υποδομών που διενεργήθηκαν από κλιμάκιο μηχανικών ανά Δήμο είναι:

ΔΗΜΟΣ	Έλεγχοι Κατοικιών	Έλεγχος Σχολικών Μονάδων - Ανεξάρτητων κτιρίων
-------	-------------------	--

Φαρκαδόνας	1308	13 σχολικές μονάδες, 31 ανεξάρτητα κτίρια 17 κατάλληλα, 6 επισκευάσιμα
Τυρνάβου	1311	21 Σχολικές μονάδες, 39 ανεξάρτητα κτίρια, 26 κατάλληλα, 14 χρήζουν επισκευής, Αγροτικό Ιατρείο κατάλληλο
Ελασσόνας	1558	15 Σχολικές μονάδες και 24 ανεξάρτητα κτίρια, 11 κατάλληλα, 14 χρήζουν επισκευής. Κέντρο υγείας κατάλληλο, το Ειρηνοδικείο προσωρινά ακατάλληλο
Λάρισας	392	6 σχολικές μονάδες, 12 ανεξάρτητα κτίρια.
Παλαμά	275	9 σχολικές μονάδες, 31 ανεξάρτητα κτίρια, 25 κατάλληλα, 6 επισκευάσιμα
Μετεώρων	84	
Τεμπών	62	
Κιλελέρ	46	3 σχολικές μονάδες, 5 ανεξάρτητα κτίρια
Τρικκαίων	24	
Αγιάς	19	

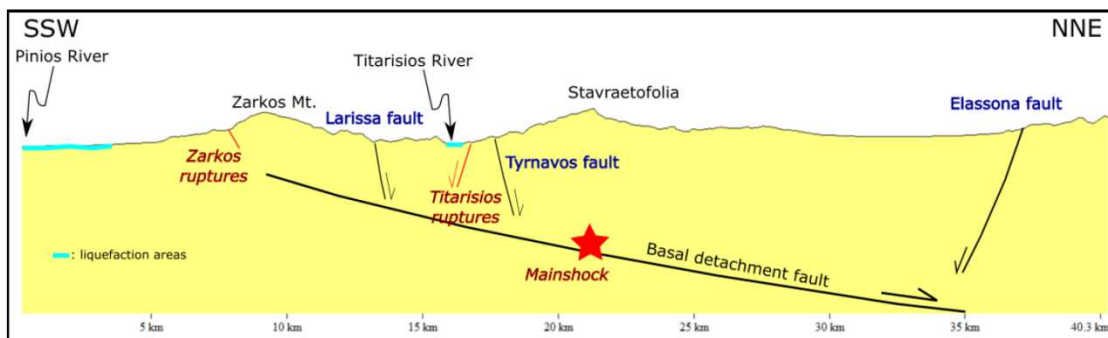
Όλες οι καταγραμμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις της σεισμικής δραστηριότητας του Μαρτίου 2021, στη περιοχή της βόρειας Λάρισας με τους οικισμούς που επηρεάστηκαν, απεικονίζονται στο επόμενο σχήμα 6-10. Συγκεκριμένα κύριος σεισμός ($M_s = 6.3$) και μετασεισμοί ($M_s > 5.0$) με κόκκινο αστέρι. Με τους πορτοκαλοκίτρινους κύκλους είναι οι επιπτώσεις σε υποδομές – κατασκευές (σύμφωνα με τον αριθμό των ελέγχων) σε οικισμούς της περιοχής, ενώ με το μωβ χρώμα είναι οι περιοχές ρευστοποιήσεων. Επίσης διακρίνονται οι περιοχές που εμφανίστηκαν κατολισθήσεις και επιφανειακές ρωγμές.



Σχήμα 5-12. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις σεισμικής δραστηριότητας Μαρτίου 2021, υπόβαθρο χάρτη relief map (sas planet).

5.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2021

Η σεισμική δραστηριότητα που σημειώθηκε τον Μάρτιο 2021 στην περιοχή της Λάρισας νοτιοδυτικά του Τυρνάβου, προέρχεται από άγνωστο έως σήμερα τυφλό κανονικό ρήγμα. Δεν μπορεί να συσχετιστεί με τα υφιστάμενα γνωστά ενεργά ρήγματα του Τυρνάβου ή της Λάρισας που δραστηριοποιούνται στην ίδια περιοχή. Την άποψη αυτή συμμερίζονται οι περισσότερες ερευνητικές ομάδες που δραστηριοποιήθηκαν στην περιοχή, Chatzipetros et al 2021, Papadopoulos et al 2021, Ganas et al 2021, Karakostas et al 2021. Μετά την εκδήλωση της κύριας σεισμικής δραστηριότητας, εντοπιστήκαν στην επιφάνεια πλήθος επιφανειακών εδαφικών παραμορφώσεων, όπως ρωγμώσεις και άλλα συν-σεισμικά φαινόμενα, όπως ρευστοποιήσεις εδαφών παραποτάμιων περιοχών χαλαρών λεπτόκοκκων αποθέσεων, αλλά και καταπτώσεις βράχων. Σύμφωνα με τις γεωλογικές ενδείξεις που εντοπιστήκαν στην επιφάνεια από την επιτόπου έρευνα αλλά και την εναέρια χαρτογράφηση, η ερευνητική ομάδα του ΑΠΘ με επικεφαλής τον ομότιμο Καθηγητή κ. Παυλίδη, διατυπώνει την άποψη ότι ο κύριος σεισμός αλλά και οι ισχυρότεροι μετασεισμοί προέρχονται από ένα τυφλό ή θαμμένο κανονικό ρήγμα που βυθίζεται προς τα νοτιοανατολικά (σχήμα 5.13). Το εν λόγω ρήγμα φαίνεται να ακολουθεί προϋπάρχουσες κληρονομούμενες Αλπικές δομές, οι οποίες δεν εμφανίζονται στην επιφάνεια, αλλά δραστηριοποιούνται μέσα στο παλαιοζωικό υπόβαθρο της Πελαγονικής ζώνης (Chatzipetros et al 2021).



Σχήμα 5.13. Προτεινόμενη διάταξη της τεκτονικής δομής της περιοχής λαμβάνοντας υπόψη τα γεωλογικά και σεισμολογικά δεδομένα της δραστηριότητας του Μαρτίου 2021 (από Chatzipetros et al 2011).

Η κύρια ζώνη διάρρηξης αποτελείται από ένα κανονικό ρήγμα που βυθίζεται με χαμηλή γωνία προς τα βορειοδυτικά. Ο κύριος και ισχυρότερος μετασεισμός προέρχεται από την ίδια περιοχή διάρρηξης αλλά με μεγάλη πιθανότητα έχει εκδηλωθεί από δευτερεύον παρακείμενο τμήμα την ίδιας σεισμικής ζώνης. Τα δύο γνωστά ενεργά ρήγματα του Τυρνάβου και της Λάρισας που δραστηριοποιούνται στην περιοχή φαίνεται να έχουν επηρεαστεί μερικώς συνσεισμικά ή μετασεισμικά από την δραστηριότητα του Μαρτίου 2021.

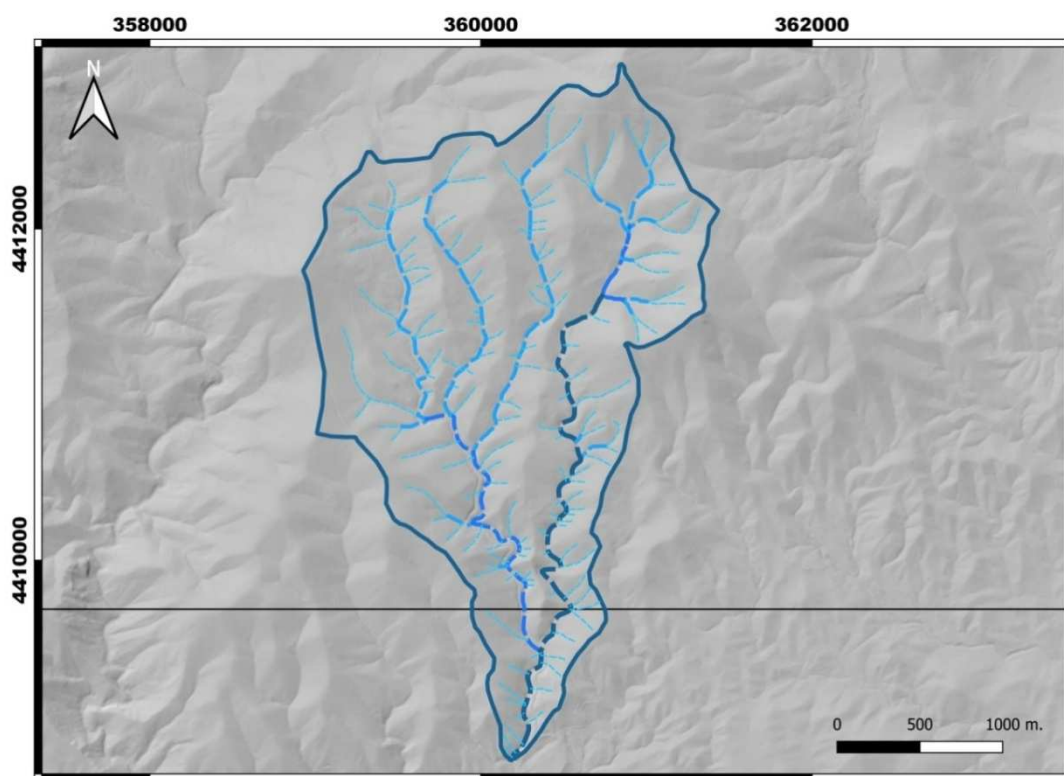
Αυτή η ερμηνεία της ζώνης διάρρηξης είναι συμβατή με μεταορογενετική ορογεννητική κατάρρευση που προκαλεί την λέπτυνση του φλοιού και εκδηλώνεται στην περιοχή με διεύθυνση εφελκυσμού(σ_3) BBA - NNΔ, την ίδια διεύθυνση εφελκυσμού (άξονες T) εμφανίζουν και εστιακοί μηχανισμοί γένεσης των πρόσφατων σεισμών (Chatzipetros et al 2011).

Σύμφωνα με την ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου Πατρών με επικεφαλής τον καθηγητή κ. Κουκουβέλα από τους μεγάλους σεισμούς της σεισμικής ακολουθίας του Μαρτίου 2021, τουλάχιστον τρία τμήματα ρηγμάτων επανενεργοποιήθηκαν με μετανάστευση της σεισμικότητας προς τα δυτικά. Στην περιοχή εμφανίζεται ένα σύμπλεγμα ρηγμάτων, ενώ η περιοχή του Δαμασίου χαρακτηρίζεται από επανεργοποιημένα ρήγματα που βυθίζονται προς ΒΒΑ ενώ οι κληρονομικές δομές πιθανότατα παίζουν δευτερεύοντα ρόλο στη σεισμογένεση. Η τεκτονική λεκάνη του Τυρνάβου εξακολουθεί να αναπτύσσεται και να επεκτείνεται προς τα δυτικά ενώ ο ρόλος των ρηγμάτων του Βλαχογιαννίου (VF) και του Μεσοχωρίου (MF) είχε υποτιμηθεί έως σήμερα. Τα συγκεκριμένα ρήγματα φαίνεται να ελέγχουν μία μικρή περιοχή της τεκτονικής τάφρου με την επέκταση του βυθίσματος προς τα δυτικά (Koukouvelas et al 2021).

Αυτή η πρόσφατη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής (Μαρτίου 2021), δημιουργεί πολλούς προβληματισμούς για την περιοχή, όπως ο προσανατολισμός των ενεργών τεκτονικών δομών, η εμφάνιση σεισμικής διάρρηξης σε ορεινό όγκο των πετρωμάτων του υποβάθρου χωρίς την συνηθισμένη τυπική γεωμορφολογική έκφραση άλλα και ο ρόλος των τυφλών ή θαμμένων ρηγμάτων στην εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής (Chatzipetros et al 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ



Η ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ
ΡΟΔΙΑΣ ΜΕ ΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

6 ΜΟΦΡΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

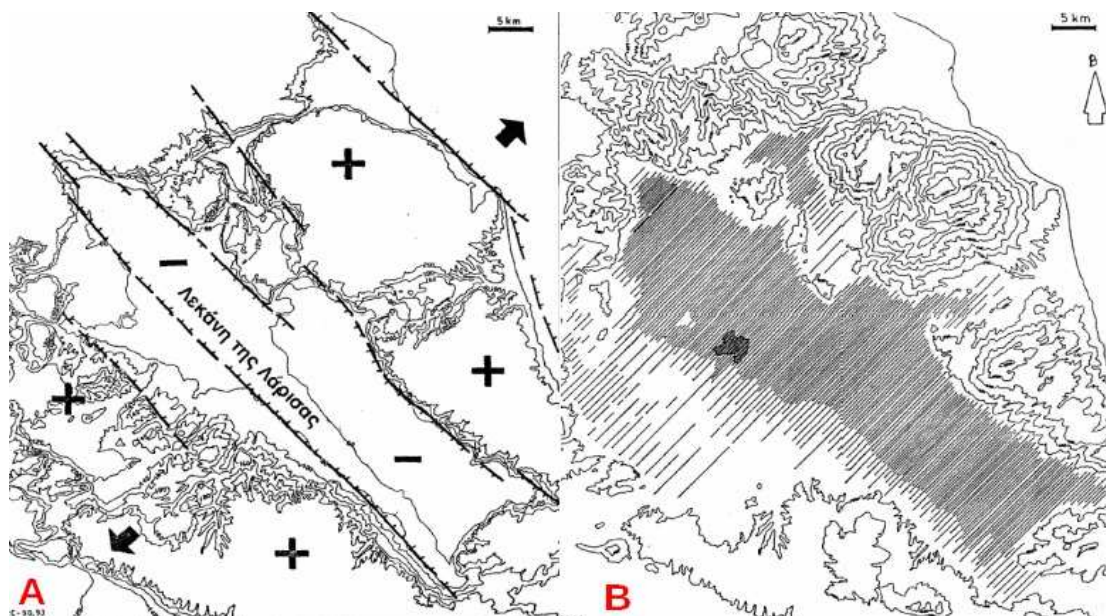
Η Θεσσαλική πεδιάδα είναι μία από τις μεγαλύτερες πεδιάδες της Ελλάδας. Κύριο χαρακτηριστικό της είναι ο Πηνειός ποταμός, που διασχίζει όλη την πεδιάδα και μαζί με τους παραπόταμους τροφοδοτεί με νερά σχεδόν όλο τον κάμπο της Θεσσαλίας.

6.1 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ – ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η Θεσσαλία ανήκει στο εσωτερικό τμήμα της Ελληνικής ορογεννητικής ζώνης, όπου διακρίνονται τρεις κύριες τεκτονικές φάσεις (Caputo 1990, Helly et al 1984):

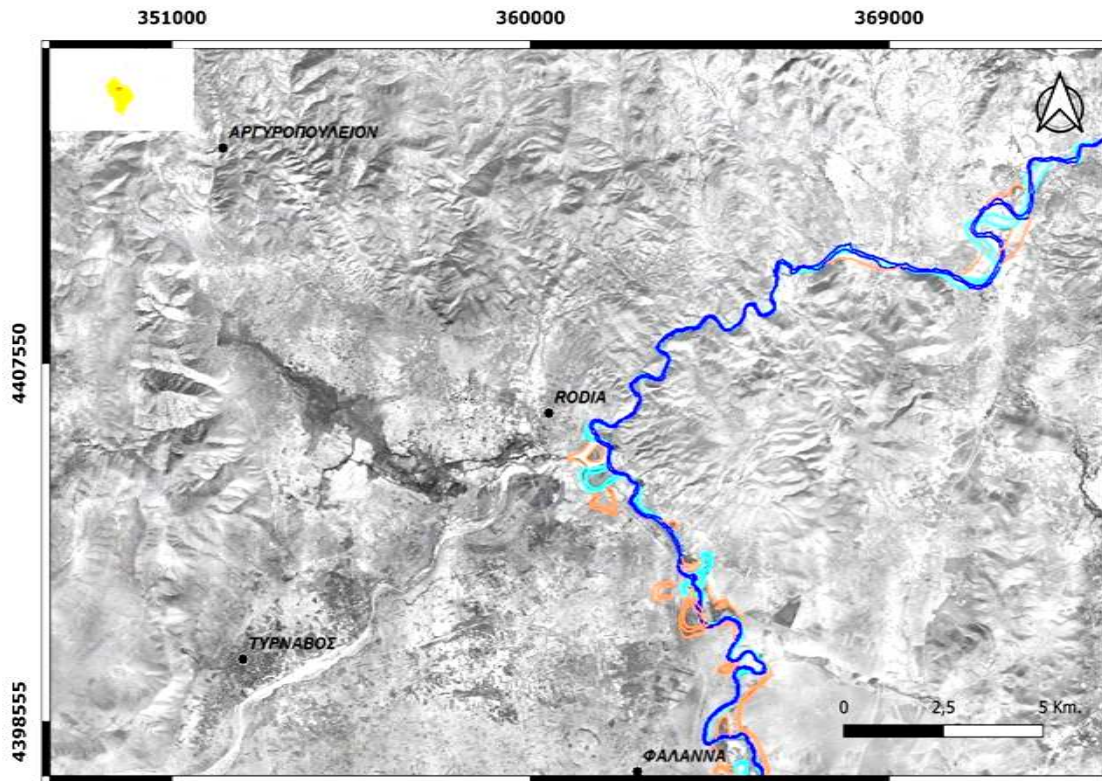
- Συμπιεστική φάση, με διεύθυνση ABA – ΔΝΔ στο μέσο Μειόκαινο.
- Εφελκυστική φάση με διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ του ύστερου Μειόκαινου – Πλειόκαινου, η οποία επαναδραστηριοποίησε παλαιότερες δομές (ΒΔ – ΝΑ διεύθυνσης), (σχήμα 6-1).
- Η τελευταία ενεργή εφελκυστική φάση του Τεταρτογενούς (Μέσο Πλειστόκαινο – Ολόκαινο) με διεύθυνση σχεδόν Β – Ν. Ως αποτέλεσμα αυτής είναι η δημιουργία νέων ρηγμάτων διεύθυνσης Α – Δ.

Η παλαιογεωγραφία της περιοχής διαμορφώνεται από την ύπαρξη μίας μεγάλης λίμνης σημαντικού βάθους (σχήμα 6-1B), που διαμόρφωσε την σημερινή πεδιάδα με ιζηματογένεση, ανάλογα με την δυναμική σε φερτά υλικά του υδρογραφικού δικτύου, η παροχή του οποίου επηρεάζονταν από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή. Από την έντονη παρουσία λιμνών και ελών στην περιοχή διαπιστώνεται ότι το υδρογραφικό δίκτυο έως το Βιλαφράγκιο, δεν θα ήταν σταθερό και μόνιμο όπως το γνωρίζουμε σήμερα (Helly et al 1984).



Σχήμα 6-1. Απλοποιημένος μορφολογικός χάρτης της λεκάνης της ανατολικής Θεσσαλίας, με την δραστηριοποίηση των κανονικών ρηγμάτων (Α) που προκάλεσαν την κατεύθυνση της λεκάνης προς τα ΒΔ- ΝΑ. (Β) Παλαιογεωγραφική αναπαράσταση της ανατολικής Θεσσαλίας, (Caputo 1994).

Μετά την διάνοιξη των Τεμπών και προς το τέλος του Βιλαφράγκιου, ο Πηνειός κατευθύνεται προς το Αιγαίο και αρχίζει να σχηματίζει δελταϊκές αποθέσεις στις εκβολές του. Η νέα κατεύθυνση του Πηνειού επέτρεψε την διαφυγή των υδάτων, την εκκένωση της Θεσσαλικής λίμνης και την παρουσία ενός ημιμόνιμου υδρογραφικού δικτύου στην λεκάνη (Helly et al 1984).



Σχήμα 6-2. Ιστορικός ορθοφωτοχάρτης της ευρύτερης περιοχής της Ροδιάς (1945). Με το μπλε σκούρο χρώμα η σημερινή κοίτη του Πηνειού, ενώ με το ανοικτό γαλάζιο είναι η εικόνα της κοίτη του Πηνειού το 1945 και με το κόκκινο χρώμα είναι οι εγκαταλειμμένοι μαϊνάνδροι του Πηνειού, ευδιάκριτοι στον ιστορικό ορθοφωτοχάρτη. Ανασύσταση ορθοφωτοχάρτη από τις ιστορικές εικόνες του Κτηματολογίου.

Από τον μέσο Πλειστόκαινο, η νέα τεκτονική φάση διαμόρφωσε την σημερινή κατάσταση όπου διακρίνουμε στην περιοχή (Caputo et al 1994):

- Την αλλουβιακή πεδιάδα του Πηνειού.
- Τη λίμνη Κάρλα.

Γενικά, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι από το τέλος του πλειστοκαίνου με την επικράτηση της σημερινής τεκτονικής, η γεωμορφολογία αρχίζει να αποκτά περίπου την σημερινή της μορφή. Συναντούμε τη σημερινή γεωγραφία με τον Πηνειό, μέσω των Γόννων να εκβάλλει στο Αιγαίο, την αλλουβιακή πεδιάδα του Τηταρήσιου, την ύπαρξη των μεγάλων λιμνών της περιοχής Νεσσωνίδας και Βοϊβηίδας (Κάρλας), αλλά και την ύπαρξη αρκετών ελωδών περιοχών. Η πεδιάδα του Πηνειού οφείλεται κυρίως στην ενεργή λεκάνη του Τυρνάβου και δευτερευόντως της παλαιότερης πλειοκαινικής πεδιάδας της Λάρισας (Caputo et al 1994).

Η διαδικασία της δημιουργίας του σημερινού τοπίου της Θεσσαλικής πεδιάδας μπορεί να διαχωριστεί σε επιμέρους φάσεις. Υπήρχαν περίοδοι όπου ο Τηταρήσιος δεν συναντούσε τον Πηνειό, με εκβολές στη λεκάνη του Τυρνάβου, όπου δημιούργησε μια πλούσια ιζηματογένεση, αλλά και περίοδοι κατά τις οποίες ο Πηνειός κατευθυνόταν προς τα ανατολικά και συναντούσε τη

λίμνη Βοϊβηίδα (Κάρλα), (Helly et al 1984). Στο σχήμα 6-2 διακρίνεται η παλαιογεωγραφία του Πηνειού το 1945. Πρόκειται για ανασύσταση του ορθοφωτοχάρτη από τις ιστορικές εικόνες Κτηματολογίου για τις ανάγκες τις παρούσας διατριβής, προκειμένου να αποκαλυφθούν οι παλιές εγκαταλειμμένες κοίτες του Πηνειού.

6.2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σήμερα το υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας περιλαμβάνει δύο κύριες υδρολογικές λεκάνες:

- Την λεκάνη απορροής του Πηνειού
- Την λεκάνη απορροής του ρεμάτων Αλμυρού Πηλίου.

Λεκάνη απορροής Πηνειού

Είναι η κύρια και η πιο μεγάλη λεκάνη απορροής του υδατικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας με έκταση περίπου 9.500 Km². Κυρίαρχος ποταμός είναι ο Πηνειός με τους σημαντικότερους παραποτάμους από τα νότια τον Ενιπέα, Φαρσαλιώτη, Σοφαδίτη και Καλέντζη, από τα δυτικά τον Πάμισο και Πορταϊκό ενώ στο βόρειο τμήμα τον Ληθαίο, Νεοχωρίτη και Τηταρήσιο, (GR08, σχέδιο διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμών υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας). Συνολικά οι όλοι οι υφιστάμενοι ποταμοί της λεκάνης, ανάλογα με το μήκος τους είναι:

Ποταμός	Μήκος (Km)
Πηνειός	262
Ενιπέας	132
Τηταρήσιος	96
Ληθαίος	63
Καλέντζης	58
Σοφαδίτης	56
Φαρσαλιώτης	38
Πάμισος	25
Πορταϊκός	24

Η λεκάνη επίσης περιλαμβάνει και τις τεχνητές λίμνες:

Ονομασία Λίμνης	Έκταση (Km ²)
Κάρλας	34,9
Σμοκόβου	9,9

Στη λεκάνη απορροής ρεμάτων Αλμυρού – Πηλίου δεν υπάρχουν μεγάλοι ποταμοί, αλλά ένα μικρότερο υδρογραφικό δίκτυο που εκβάλει στον Παγασητικό αλλά και στο Αιγαίο.

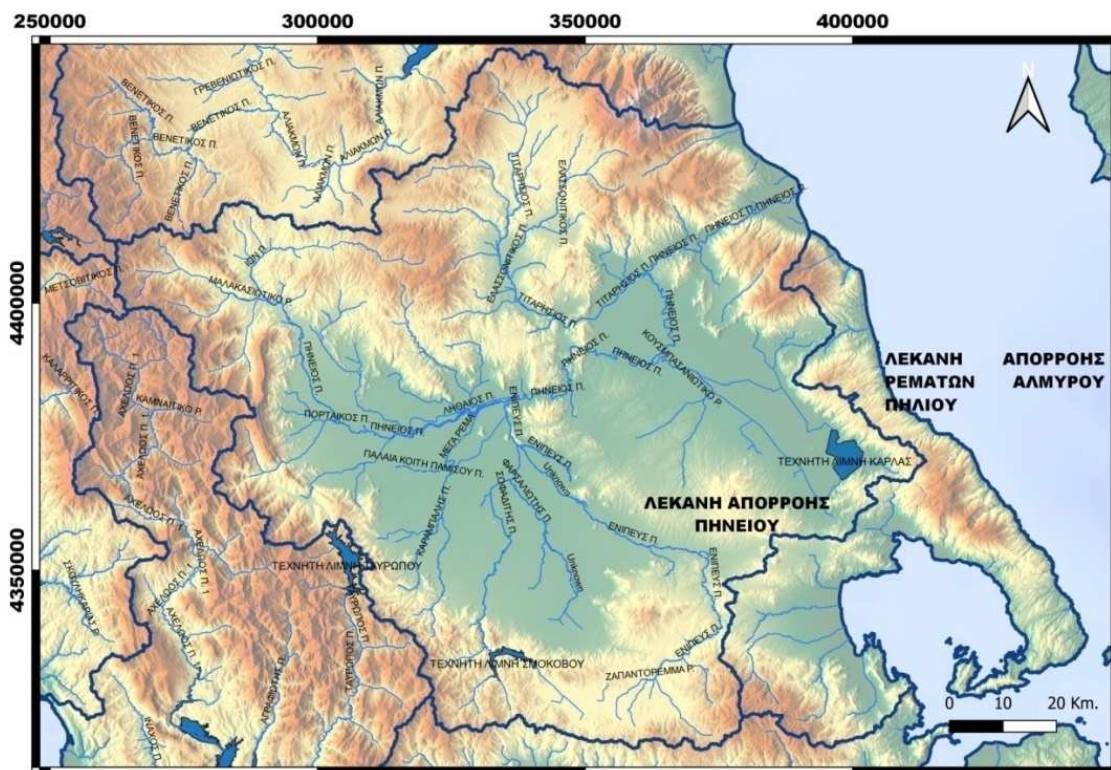
Η λεκάνη απορροής του Πηνειού διαχωρίζεται σε δύο επιμέρους υδρογεωλογικές ενότητες, της Δυτικής και της Ανατολικής Θεσσαλίας και αποτελούν δύο αυτόνομα ξεχωριστά υδρολογικά συστήματα.

Η κύρια υδρολογική πηγή είναι οι τεταρτογενείς αποθέσεις της λεκάνης που καταλαμβάνουν μεγάλο πάχος και φιλοξενούν υψηλού δυναμικού υπόγειες υδροφορίες. Επίσης σημαντικές υδροφορίες υπάρχουν και στις υπόγειες καρστικές ενότητες περιμετρικά των πεδινών εκτάσεων, (GR08).

Σημαντική υδροφορία, επίσης αναπτύσσεται και στους μεταμορφωμένους σχηματισμούς του υποβάθρου.

Η ποσότητα του νερού που δύναται να αποθηκευτεί στους υπόγειους υδροφορείς της λεκάνης εξαρτάται, (GR08):

- για τις τεταρτογενείς αλλούβιες αποθέσεις από το πάχος των σχηματισμών, την κοκκομετρία των υλικών πλήρωσης και το ποσοστό αναπλήρωσης αυτών
- για τα ασβεστολιθικά πετρώματα που φιλοξενούν τις καρστικές δεξαμενές, από τον βαθμό καρστικοποίησης του πετρώματος και την έκταση που καταλαμβάνουν
- Για τα μεταμορφωμένα πετρώματα του υποβάθρου από το ποσοστό των ρωγμών και διακλάσεων και τον βαθμό τεκτονικής καταπόνησης και το πάχος του μανδύα αποσάθρωσης. Επίσης σημαντικές είναι και οι κλιματολογικές συνθήκες, που επηρεάζουν το ύψος βροχής του νερού που αποθηκεύεται μέσα στους σχηματισμούς.

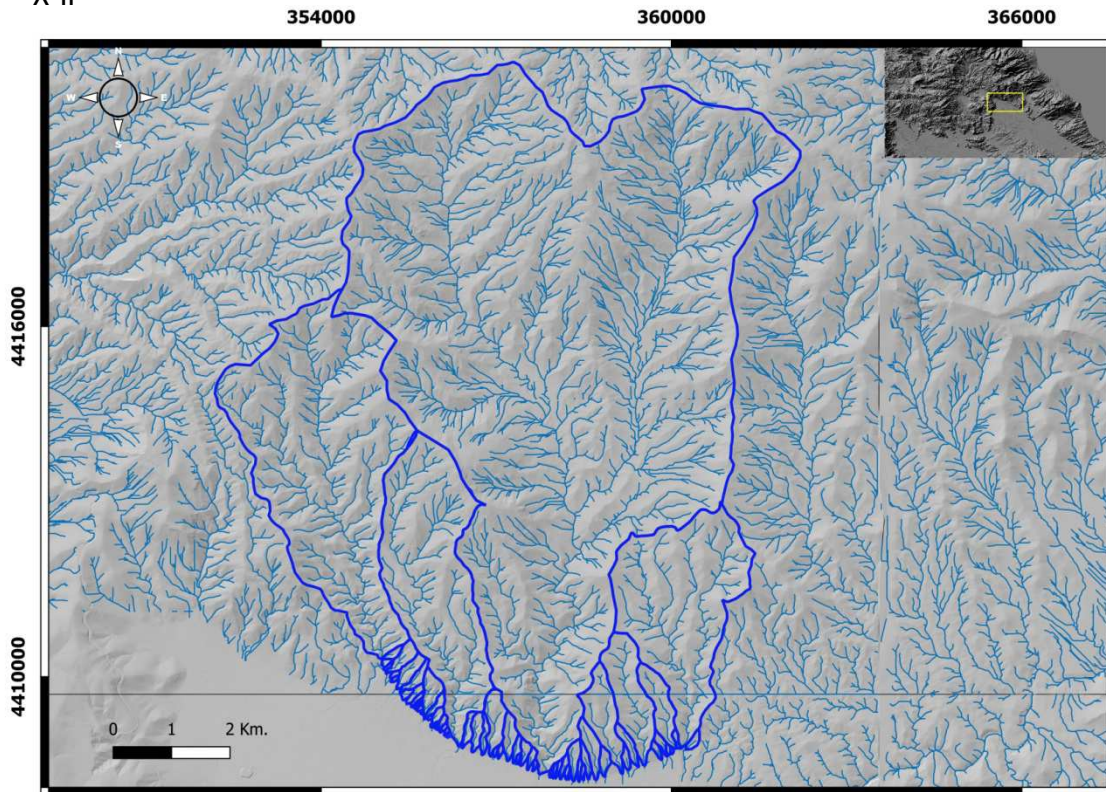


Σχήμα 6-3. Το υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας με τις υδρολογικές λεκάνες και τους κύριους ποταμούς (GR08), υπόβαθρο χάρτη relief map (sas planet), περιφερειακά διαμερίσματα, λίμνες από maps-geodata.

6.3. ΜΟΦΡΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Η επιφάνεια της Γης, διαμορφώνεται από τη δράση ενδογενών και εξωγενών δυνάμεων που διαμορφώνουν την επιφάνεια της. Οι ενδογενείς δυνάμεις έχουν την τάση να δημιουργούν ανάγλυφο, ενώ αντίθετα οι εξωγενείς δυνάμεις εξομαλύνουν αυτό το ανάγλυφο που έχει δημιουργηθεί. Η εικόνα που παρουσιάζει κάθε περιοχή είναι αποτέλεσμα ανταγωνισμού αυτών των δυνάμεων, με την επικράτηση της μίας ή της άλλης. Με την ποσοτικοποίηση αυτής της ανταγωνιστικής δράσης ασχολείται η Μορφοτεκτονική, ένας κλάδος της Γεωλογίας, που μετρά επιφανειακά χαρακτηριστικά και εφαρμόζοντας μετρητικούς κανόνες, εκτιμά την επικράτηση των εξωγενών ή των ενδογενών

δυνάμεων. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση των δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν και αναλύονται οι μορφοτεκτονικοί δείκτες την ευρύτερης περιοχής μεταξύ Αργυροπουλίου – Δελέρια και Ροδιάς. Επίσης εξετάζονται ορισμένοι δείκτες από την περιοχή της Ελασσόνας. Οι υδρολογικές λεκάνες της περιοχής της Ροδιάς με το υδρογραφικό δίκτυο απεικονίζονται στο σχήμα 6-4.



Σχήμα 6-4. Ευρύτερη περιοχή Ροδιάς με υδρογραφικό δίκτυο όλης της περιοχής και υδρολογικές λεκάνες περιοχής μελέτης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου, υδρολογικές λεκάνες από την ψηφιοποίηση, υδρολογικό δίκτυο εξαγωγή και επεξεργασία από ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε.(2007-2009).

Στο σχήμα 6-4, απεικονίζεται η ευρύτερη περιοχή της Ροδιάς με το υδρογραφικό δίκτυο, ενώ η ύπαρξη μεγάλων ρεμάτων στην περιοχή διαχωρίζει τις λεκάνες απορροής σε Ανατολικές, Κεντρικές και Δυτικές λεκάνες. Στο σχήμα 6-5 διακρίνονται οι επιμέρους λεκάνες με υπόβαθρο γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ.

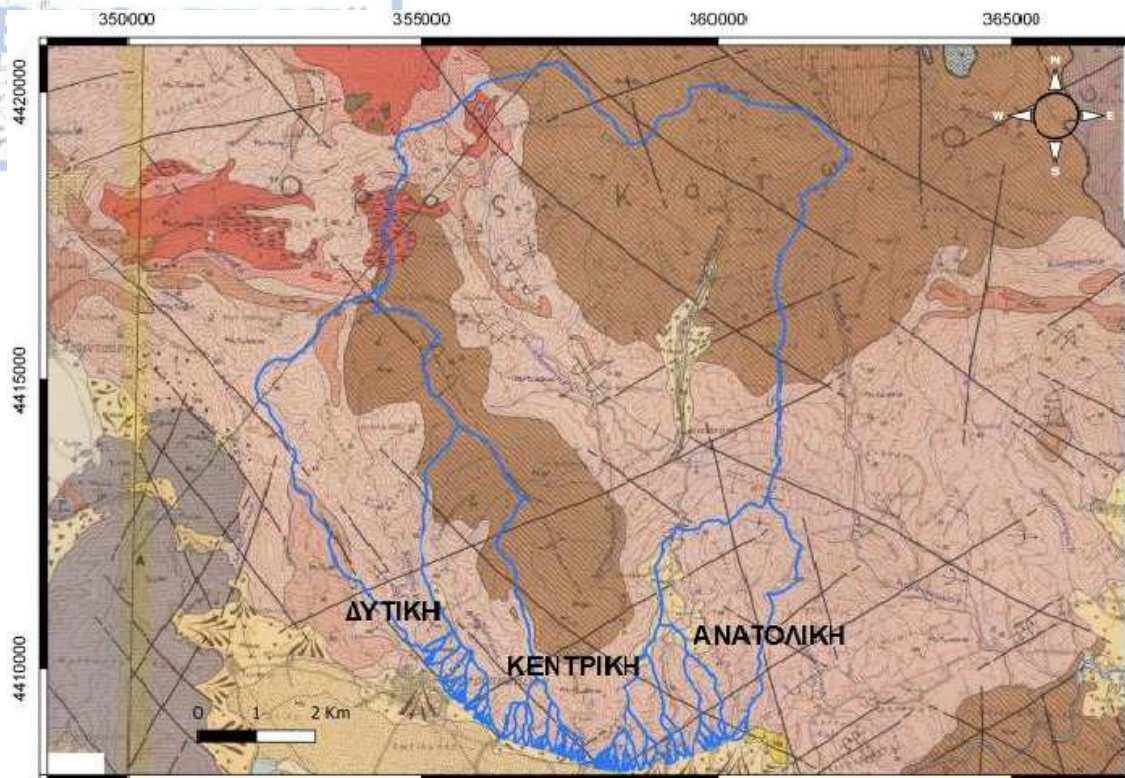
Για τον υπολογισμό των μορφοτεκτονικών δεικτών, χρησιμοποιήθηκε η γραφική μέθοδος και ο λεπτομερής σχεδιασμός κάθε λεκάνης ξεχωριστά, προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερη ακρίβεια χωρίς την μεσολάβηση μαθηματικού αλγορίθμου προγράμματος. Για τον γραφικό σχεδιασμό των λεκανών χρησιμοποιήθηκαν:

Το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου της περιοχής έτος 2007-2009.

Ορθοφωτοχάρτες του Κτηματολογίου έτους 2007-2009 και 2015-2017 για την περιοχή.

Ισοϋψείς ανά 20 και ανά 5 μέτρα, που προέκυψαν ως παράγωγο του ψηφιακού μοντέλου.

Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ, σε κλίμακα 1:5000 της περιοχής.



Σχήμα 6-5. Υδρολογικές λεκάνες περιοχής Αργυροπουλίου – Δελέρων – Ροδιάς σε τροποποιημένο γεωλογικό χάρτη της περιοχής (ΙΓΜΕ, Φύλλο Γόνοι), υδρολογικές λεκάνες από την ψηφιοποίηση.

Στο γεωλογικό χάρτη της περιοχής του Αργυροπουλίου – Δελέρων (σχήμα 6-5), οι περισσότερες λεκάνες ανήκουν σε ένα ενιαίο λιθολογικό σχηματισμό, δηλαδή στο μεταμορφωμένο υπόβαθρό της Πελαγονικής ζώνης, έτσι οι μορφοτεκτονικοί δείκτες που θα παρουσιαστούν στην συνέχεια δεν προέρχονται από την λιθολογία. Στη συνέχεια αναλύονται οι μορφοτεκτονικοί δείκτες σε όλες τις επιμέρους λεκάνες απορροής ανά περιοχή (ανατολική, κεντρική και δυτική). Ως παράδειγμα υπολογισμού για την αναλυτική παρουσίαση των δεικτών, θα χρησιμοποιηθεί η λεκάνη 25, η μεγαλύτερη από τις κεντρικές λεκάνες. Ο αναλυτικός υπολογισμός των δεικτών που θα παρατεθούν βασίζεται στην μεθολογία της ποσοτικής Γεωμορφολογίας Μορφοτεκτονικής, όπως αυτή παρατίθεται από (Κουκουβέλας κ. αλ. 2019). Επειδή είναι γνωστό από την παγκόσμια βιβλιογραφία (Tsodoulos et. al. 2008 και αναφορές στην εργασία αυτή), η επίπτωση ενός ρήγματος στο υδρογραφικό δίκτυο επηρεάζει σε μια σχετική απόσταση μια λεκάνη. Επισημαίνεται ότι η πολύ μεγάλη λεκάνη της κεντρικής περιοχής ταξινομείται ως υπάρχον ή κληρονομημένο υδρογραφικό δίκτυο και η πλήρης ανάπτυξή της δεν εξετάζεται στο κεφάλαιο.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΦΡΟΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου χρησιμοποιήθηκαν μορφοτεκτονικοί δείκτες προκειμένου να αποτυπωθεί ενεργός τεκτονική δράση στην επιφάνεια διαμέσου των μορφοτεκτονικών δεικτών. Στην παράγραφο αναλύονται όλοι οι επιμέρους δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για τον αναλυτικό υπολογισμό. Ως παράδειγμα υπολογισμού των επιμέρους δεικτών χρησιμοποιήθηκε η μεγαλύτερη λεκάνη της κεντρικής

περιοχής η λεκάνη 25. Τα γεωμετρικά και υδρολογικά στοιχεία της λεκάνης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ 25	
Περίμετρος (P):	$P = 2,746 \text{ Km}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,284 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 1,155 \text{ Km}$ ή 1155 m
Μετρημένο από το σημείο εξόδου έως το πιο απόμακρο σημείο του υδροκρίτη και παράλληλα προς τη γενική κατεύθυνση του μέγιστου τάξης κλάδου απορροής.	
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,416 \text{ Km}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 475,621 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 112,3 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 259,278 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος	$C = 1246,98 \text{ (m)}$ ή $1,246 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 2772,17 \text{ (m)}$ ή $2,77 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 17$

6.3.1 ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Συσχετίζεται με την ανάπτυξη του δικτύου απορροής, την επιφανειακή και υποεπιφανειακή κίνηση του νερού στη λεκάνη, την ανάπτυξη γεωμορφών και την διάβρωση του υποβάθρου της λεκάνης απορροής (Reddy et al. 2004). Η μέγιστη υψομετρική διαφορά (Basin relief), υπολογίζεται από την σχέση:

$B_h = h_{\max} - h_{\min}$ (Gregory & Walling 1973), όπου:

$h_{\max}$ μέγιστο υψόμετρο του υδροκρίτη λεκάνης απορροής,

$h_{\min}$ ελάχιστο υψόμετρο του υδροκρίτη λεκάνης απορροής στο στόμιο της λεκάνης απορροής.

B_h δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς.

$B_h = h_{\max} - h_{\min} = 475,621 - 112,13 = 363,321 \text{ m}$ ή $0,363 \text{ Km}$

Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς $B_h = 363,321 \text{ m}$ ή $B_h = 0,363 \text{ Km}$

Ο δείκτης μέγιστης υψομετρικής διαφοράς B_h χρησιμοποιείται στον υπολογισμό άλλων μορφοτεκτονικών δεικτών.

6.3.2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΒΑΘΜΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ

Για την σύγκριση των λεκανών που αναπτύσσονται είτε στο ίδιο ρήγμα, είτε σε διαφορετικά ρήγματα της περιοχής χρησιμοποιείται ο δείκτης βαθμού ανάγλυφου. Ο βαθμός του αναγλύφου (Relief ratio) δίδεται από την κάτωθι σχέση:

$R_h = B_h / L$, (Schumm 1956) όπου:

B_h δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς

L το μέγιστο μήκος της λεκάνης (μετρημένο κατά μήκος της μεγαλύτερης διάστασης της λεκάνης και παράλληλα στη γενική κατεύθυνση του μέγιστου κλάδου απορροής).

$$B_h = 363,321, L = 1155,96$$

$$R_h = 363,321 / 1155,96 = 0,314 (\text{αδιάστατο})$$

Δείκτης Βαθμού αναγλύφου $R_h = 0,314$

Υπάρχει μια θετική σχέση ανάμεσα στην μεταφορική ικανότητα της ρέματος για την ικανότητα μεταφοράς σε ίζημα και στην τιμή του δείκτη βαθμού του αναγλύφου (Hadley & Schumm (1961). Μία αύξηση της τιμής του δείκτη σε μία λεκάνη αντιστοιχεί σε απότομο ανάγλυφο, ο χρόνος υστέρησης της απορροής μειώνεται, ενώ η μεταφορική ικανότητα σε ίζημα αυξάνεται.

6.3.3 ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ

Ο δείκτης μέγιστης υψομετρικής διαφοράς, δίδεται από την σχέση:

$$R_{hp} = B_h / P, \text{ (Grecory \& Walling 1973), όπου:}$$

B_h : δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς,

P : Περίμετρος της λεκάνης απορροής,

R_{hp} : σχετική υψομετρική διαφορά.

$$B_h = 0,314, P = 2,746 \text{ Km}$$

$$R_{hp} = B_h / P = 0,314 / 2,746 = 0,132 (1/\text{Km})$$

Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς $R_{hp} = 0,132 (1/\text{Km})$

6.3.4 ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗΣ

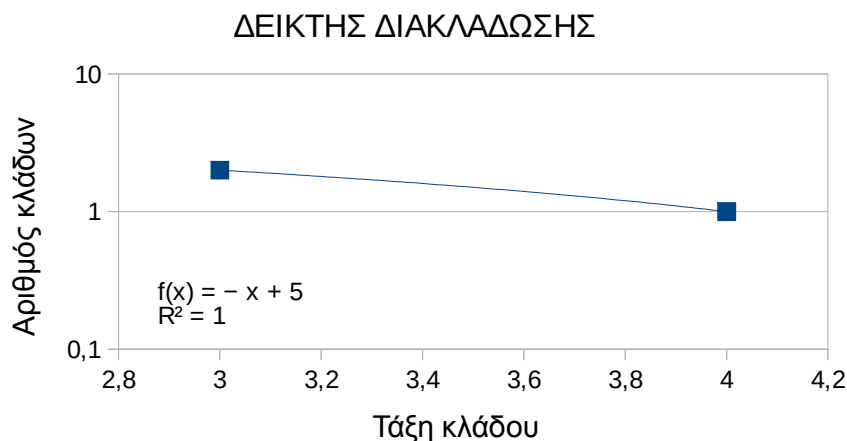
Ο δείκτης διακλάδωσης (Bifurcation ratio), συσχετίζεται με το πλήθος των κλάδων κάθε τάξης κατά Strahler ενός ποτάμιου συστήματος. Υπολογίζεται από την σχέση:

$$R_B = N(\omega) / N(\omega+1), \text{ (Strahler 1957), όπου}$$

$N(\omega)$ το πλήθος των κλάδων της τάξης (ω),

$N(\omega+1)$ το πλήθος των κλάδων της τάξης ($\omega+1$) της αμέσως επόμενης.

Τάξη κλάδου	Συντελεστής Διακλάδωσης R_B	$\ln(R_B)$
1	$13/3 = 4,33$	1,466
2	$3/1 = 3$	1,099



Σχήμα 6-6. Γραφική παράσταση δείκτη διακλάδωσης.

6.3.5 ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΜΗΚΩΝ

Σχετίζεται με το μήκος ενός ρέματος που αποτελεί ένα μέτρο προσδιορισμού των υδρολογικών χαρακτηριστικών και της επικρατούσας λιθολογίας σε μία λεκάνη απορροής.

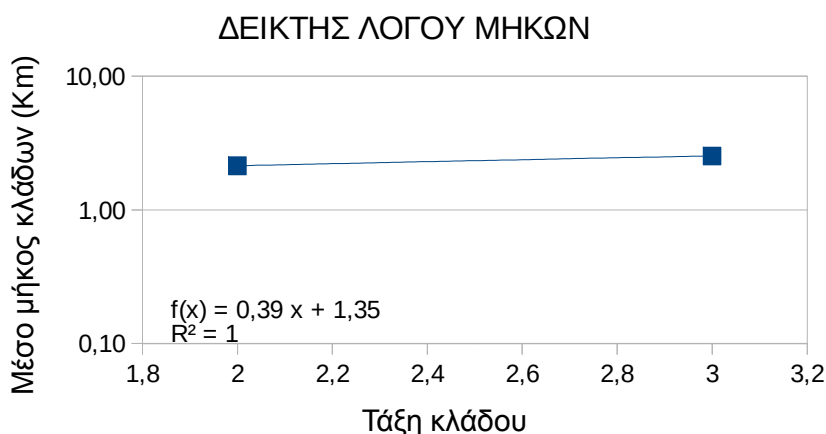
Για τον δείκτη λόγου μηκών (length ratio) ισχύει η σχέση (Horton 1945):
 $R_L = L(\omega) / L(\omega-1)$

Τάξη κλάδου	Δείκτης λόγου μηκών R_L	$\ln(R_L)$
1	$238,70/111,68 = 2,137$	0,760
2	$604,18/238,70 = 2,531$	0,929

Όπου

$L(\omega)$ το μέσο μήκος των κλάδων τάξης (ω)

$L(\omega-1)$ το μέσο μήκος των κλάδων τάξης ($\omega-1$) (της αμέσως κατώτερης τάξης)



Σχήμα 6-7. Γραφική παράσταση δείκτη λόγου μηκών.

6.3.6 ΔΕΙΚΤΗΣ ΚΛΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ

Τα δίκτυα απορροής μίας λεκάνης απορροής έχουν την τάση να καλύπτουν τον χώρο στον οποίο αναπτύσσονται, εμφανίζοντας μία κλασματική κατανομή που αποτελεί μία ένδειξη της πολυπλοκότητας τους. Ο δείκτης κλασματικής διάστασης αποτελεί μία εκτίμηση της κλασματικής κατανομής και δίνεται από την σχέση:

$D_n = \ln(R_B) / \ln(R_L)$, (Tarboton et al 1988), (Fractal Dimension), όπου:

R_B : δείκτης διακλάδωσης του δικτύου απορροής

R_L : δείκτης λόγου μηκών του δικτύου

Τάξη κλάδου	$\ln(R_B)$	$\ln(R_L)$	D_n
1	1,466	0,760	1,930
2	1,099	0,929	1,183

6.3.7 ΔΕΙΚΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΟΡΕΜΑΤΟΣ

Συσχετίζεται με την επίδραση της ενεργού τεκτονικής στην καμπυλότητα της κοίτης ενός ποταμού, όπου εκφράζεται με την τάση των ποταμών να δημιουργούν μαιάνδρους στις κοίτες τους, για να διατηρήσουν την ισορροπία μεταξύ την κλίσης της κοίτης και της παροχής (Burnett & Schumm 1983).

$S = C/L$, (Leopold et al. 1964) όπου:

S : δείκτης καμπυλότητας (Sinuosity) (αδιάστατο)

C : μήκος του υδατορέματος (m) ή (Km)

L : μήκος της λεκάνης (m) ή (Km)

Μέγιστο Μήκος υδατορέματος (C): 1246,98 (m) ή 1,246 (Km)

Μέγιστο Μήκος λεκάνης απορροής (L): 1155,96 (m) ή 1,155 (Km)

Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος $S = 1,079$.

Ο δείκτης καμπυλότητας S δεν αποτελεί ασφαλές κριτήριο της ενεργού τεκτονικής. Συνήθως μεγάλες τιμές αντιστοιχούν σε περιοχές ηπίου αναγλύφου με κλίση $5^\circ \sim 15^\circ$ ή σε περιοχές βύθισης όπου το υδρογραφικό δίκτυο διαβρώνει τις όχθες. Μικρές τιμές που πλησιάζουν την μονάδα εμφανίζονται σε περιοχές εντόνου αναγλύφου με κλίση $>25^\circ$, ή σε περιοχές ανύψωσης με λεκάνες που τείνουν να γίνουν ευθύγραμμες.

6.3.8 ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Συσχετίζεται με τον λόγο των μηκών που είναι συνάρτηση της φυσιογραφικής εξέλιξης του δικτύου απορροής και την πυκνότητα του δικτύου απορροής. Η πυκνότητα του δικτύου (Drainage density) D_d είναι άμεσα συνδεδεμένη με την τεκτονική δράση, την φυτοκάλυψη και τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες.

Υπολογίζεται από την σχέση:

$D_d = L_l / A$, (Horton, 1945) όπου:

D_d : δείκτης πυκνότητας του δικτύου απορροής,
(Drainage density) (Km / Km^2)

L_l : συνολικό μήκος των ρεμάτων του δικτύου απορροής (Km)

A : εμβαδό της λεκάνης απορροής (Km^2)

$L_l = 2.772,17$ (m) ή 2,77 (Km)

$A = 0,284 \text{ Km}^2$

$D_d = L_l / A = 2,77 / 0,284 = 9,761$

Ο δείκτης πυκνότητας του δικτύου απορροής $D_d = 9,761$ (Km / Km^2) εκφράζεται σε συνολικό μήκος ρεμάτων (Km) ανά εμβαδό λεκάνης (Km^2).

Μεγάλες τιμές του δείκτη εμφανίζονται σε περιοχές με αδιαπέραστους ηθολογικούς σχηματισμούς ή σε απότομο ανάγλυφο ή σε περιορισμένη βλάστηση και γρήγορη αποστράγγιση της λεκάνης ή σε συνδυασμό αυτών. Αντιθέτως χαμηλές τιμές του δείκτη αντιστοιχούν σε διαπερατούς σχηματισμούς ή ήπιο ανάγλυφο ή πλούσιας βλάστησης ή σε συνδυασμό αυτών (Patton 1988, Schumm 1997, Sreedevi et al 2009).

6.3.9 ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗΣ

Η συχνότητα διακλάδωσης όπως και η πυκνότητα του δικτύου απορροής μίας λεκάνης εξαρτάται από πλήθος παραμέτρων όπως το κλίμα, η λιθολογία, το ανάγλυφο και η βλάστηση. Ο δείκτης συχνότητας διακλάδωσης (Stream frequency) F_s αποτελεί μέτρο σύγκρισης της πυκνότητας των δικτύων απορροής σε σχέση με τον αριθμό των κλάδων και εκφράζεται από τις σχέσεις νόμος Melton:

$F_s = N_s / A$ ή $F_s = 0,694 D_d^2$ (Melton, 1958), όπου:

F_s : Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης.

N_s : συνολικός αριθμός κλάδων του δικτύου απορροής.

A : εμβαδό της λεκάνης απορροής (Km^2)

D_d : δείκτης πυκνότητας του δικτύου απορροής (Km / Km^2)

$N_s = 17$, $A: 0,284$ (Km^2), $D_d = 9,76$ (Km / Km^2)

$F_s = N_s / A = 17 / 0,284 = 59,86$ ($1 / \text{Km}^2$) ή

$F_s = 0,694 D_d^2 = 0,694 \cdot (9,76)^2 = 66,11$ (Km / Km^2)

Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης είναι

$F_s = 59,859$ ($1 / \text{Km}^2$) ή $F_s = 66,125$ (Km / Km^2)

Χαμηλές τιμές για τον δείκτη αντιστοιχούν σε υδροπερατούς σχηματισμούς και ήπιο ανάγλυφο (Reddy et al. 2004)

6.3.10 ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ

Εκφράζει την πολυπλοκότητα του αναγλύφου μιας λεκάνης απορροής και δίδεται από την σχέση:

$R_n = B_h / D_d$, (Melton 1965), όπου:

D_d : πυκνότητα του δικτύου απορροής (Km / Km^2)

B_h : Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς (Km)

R_h : Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου (Ruggedness number)

$D_d = 9,76 (\text{Km} / \text{Km}^2)$, $B_h = 0,363 \text{ Km}$

$R_n = B_h / D_d = 0,363 / 9,76 = 0,0335$.

Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου $R_n = 0,037 \text{ Km}^2$

Ο αριθμός τραχύτητας εμφανίζει μεγάλες τιμές στα ανώτερα τμήματα μίας λεκάνης, όπου επικρατούν υψηλοί ρυθμοί διάβρωσης λόγω έντονου αναγλύφου. Επίσης σε περιοχές έντονης ανύψωσης εμφανίζει θετική συσχέτιση, λόγω του ότι το έντονο ανάγλυφο εμφανίζει υψηλές τιμές πυκνότητας απορροής και συνεπώς μικρό βαθμό υστέρησης της απορροής (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020).

6.3.1.11 ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Το σχήμα της λεκάνης απορροής είναι άμεσα συσχετιζόμενο με τον χρόνο υστέρησης που μεσολαβεί μετά από μία βροχόπτωση. Η γεωμετρία και το σχήμα της λεκάνης απορροής είναι σημαντικές μορφομετρικές συνιστώσες, στις οποίες επιδρά σημαντικά και διαμορφώνονται από την τεκτονική δραστηριότητα (Bull & McFadden 1977). Ο δείκτης σχήματος λεκάνης (Drainage Basin Shape) R_F (σχήμα 6-10), περιγράφεται από τις σχέσεις:

$R_F = A / L^2$, (Horton 1932)

και Δείκτης B_S

$B_S = B_L / B_W$, (Gregory & Willing 1973, Seldy 1985, Ramirez-Herrera 1998), όπου:

A : το εμβαδό της λεκάνης απορροής (Km^2)

L : Μέγιστο μήκος λεκάνης

B_L : το μήκος της λεκάνης απορροής μετρημένο από το σημείο εξόδου έως το πιο απόμακρο σημείο του υδροκρίτη

B_W : το μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής

$A = 0,284 \text{ Km}^2$, $L = 1,15 \text{ Km}$, $B_L = 1,155 \text{ Km}$, $B_W = 0,416 \text{ Km}$

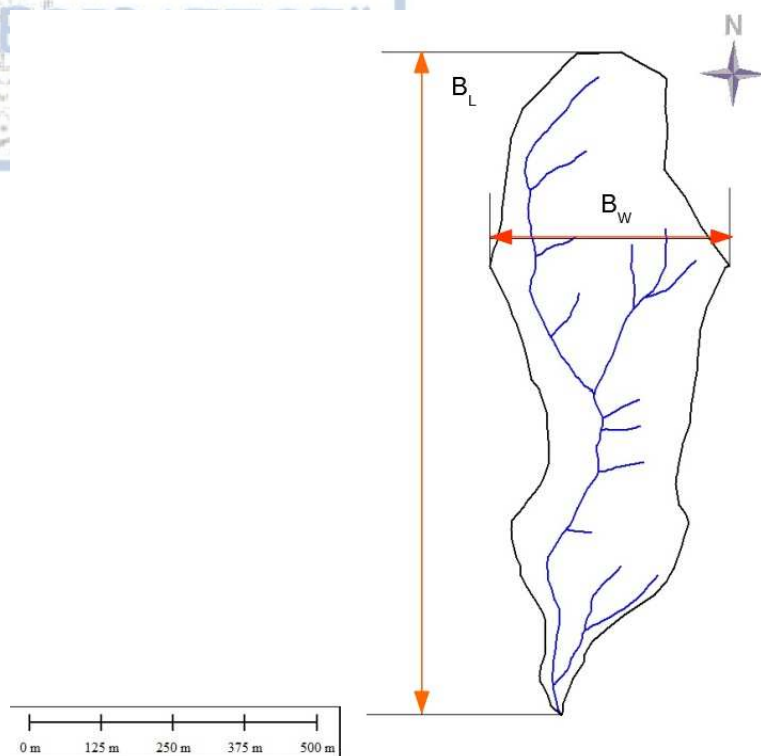
$R_F = A / L^2 = 0,284 / (1,156)^2 = 0,246$

$B_S = B_L / B_W = 1,155 / 0,416 = 2,776$ (αδιάστατο)

Δείκτης σχήματος λεκάνης $R_F = 0,246$ και $B_S = 2,776$

Οι τιμές του δείκτη R_F κυμαίνονται μεταξύ 0 και 1, με την τιμή μηδέν να εμφανίζεται σε επιμήκεις λεκάνες, ενώ οι κυκλικές λεκάνες εμφανίζονται για τιμές άνω των 0,78 (Horton 1932).

Για τιμές του δείκτη B_S μεγαλύτερες από 4 εμφανίζονται σε πολύ ενεργές λεκάνες, ενώ τιμές μεταξύ 3-4 αντιστοιχούν σε ενεργές λεκάνες (El Hamdouni et al. 2008). Οριακές τιμές για λεκάνες μεσαίας τάξης από 1,5 έως 2,3 (Chang et al. 2015).



Σχήμα 6 -8. Τρόπος υπολογισμού των δεικτών του σχήματος της λεκάνης απορροής.

6.3.12 ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΟΤΗΤΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

Εκτός του δείκτη του σχήματος της λεκάνης απορροής, ο δείκτης επιμήκυνσης και κυκλικότητας λεκάνης, θεωρείται ως σημαντικός μορφοτεκτονικός δείκτης για την επιμήκυνση και την κυκλικότητα της λεκάνης (Philips & Schumm (1987). Ο δείκτης επιμήκυνσης (Elongation Factor) R_L (Cannon 1976), συσχετίζεται με το σχήμα της λεκάνης απορροής και υπολογίζεται από τις σχέσεις:

Δείκτης επιμήκυνσης (Elongation Factor)

$$R_L = 2 \sqrt{(A/\pi)/L}, \text{ (Schumm 1956)}$$

Δείκτης κυκλικότητας (Circularity Factor)

$$R_C = 4\pi A/P^2, \text{ (Miller 1953),}$$

όπου:

A : εμβαδό της λεκάνης απορροής (Km²)

L : μήκος της λεκάνης (Km)

Π : 3,1415

P : Περίμετρος της λεκάνης (Km)

$$A = 0,284 \text{ Km}^2, L = 1,15 \text{ Km}, \pi = 3,14, P = 2,746 \text{ Km}$$

$$R_L = 2 \sqrt{(A/\pi)/L} = 2 \sqrt{((0,284/3,1415)/1,15)} = 0,559 \text{ (Km)}$$

$$R_C = 4\pi A/P^2 = 4 \cdot 3,1415 \cdot 0,284 / 2,746^2 = 0,473 \text{ (αδιάστατο)}$$

Δείκτης επιμήκυνσης $R_L = 0,559$ και Δείκτης κυκλικότητας $R_C = 0,473$

Ο δείκτης επιμήκυνσης διακρίνει τις λεκάνες σε κυκλικές λεκάνες για τιμές δείκτη R_L 0,9 ~ 1,0, οβάλ για τιμές 0,8~ 0,9. Λιγότερο επιμήκεις για τιμές 0,7~ 0,8, επιμήκεις 0,5~ 0,7 και πολύ επιμήκεις για τιμές μικρότερες 0,5 (Rai et al. 2017). Οι τιμές κοντά στην μονάδα δηλώνουν χαμηλό ανάγλυφο και απουσία τεκτονικών δομών, ενώ τιμές μικρότερες από 0,8 δηλώνουν απότομες κλίσεις.

Δείκτης κυκλικότητας R_c εξαρτάται από την γεωλογία το ανάγλυφο την δομή την κλίσης το κλίμα και την συχνότητα απορροή σε μια λεκάνη. Για τιμές μεταξύ 0,4 έως 0,7 εμφανίζονται σε ανθεκτικούς ομοιογενείς διαπερατούς σχηματισμούς σε επιμήκης λεκάνη (Miller 1953).

Από τους δείκτες επιμήκυνσης και κυκλικότητας μαζί με τους δείκτες σχήματος λεκάνης απορροής, μπορεί να εκτιμηθεί ο βαθμός κυκλικότητας μίας λεκάνης που απεικονίζει την εξέλιξη της λεκάνης, αλλά και επιπλέον παραμέτρους γεωμορφών.

6.3.13 ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Ο δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής (Asymmetry Factor) AF, μας εκφράζει την περιστροφή της κλίσης λόγω περιστροφής και αποτυπώνει την στροφή μιας λεκάνης γύρω από ένα οριζόντιο άξονα, ως επακόλουθο δραστηριότητας ρήγματος που κατευθύνεται παράλληλα ή κάθετα στον κύριο κλάδο της απορροής (Hare & Gardner 1985). Ο συγκεκριμένος δείκτης είναι ένα ένας έμμεσος τρόπος για τον προσδιορισμό περιοχών, όπου ένα ενεργό ρήγμα έχει μικρή επιφανειακή εμφάνιση (Cox 1994) και δίδεται από την σχέση:

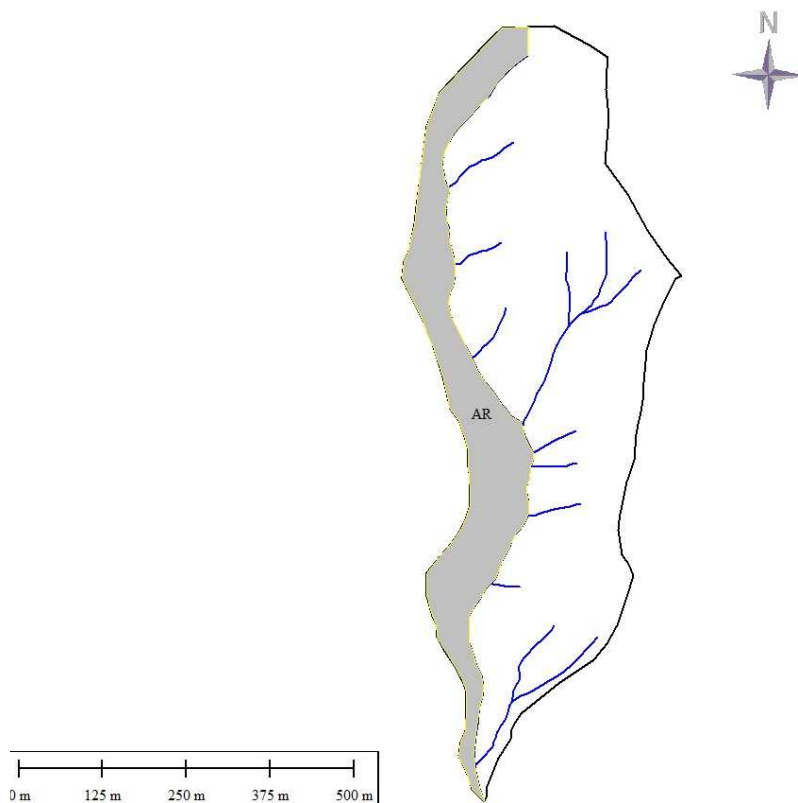
$AF = 100(A_r / A_t)$, (Hare & Gardner 1985), όπου:

A_r : το εμβαδό του τμήματος της λεκάνης που βρίσκεται στα δεξιά του κυρίου ποταμού με κατεύθυνση προς τα κατάντι

A_t : το συνολικό εμβαδό της λεκάνης απορροής, (Cardner et al 1987).

$A_r = 0,066 \text{ Km}^2$, $A_t = 0,284 \text{ Km}^2$

$AF = 100(A_r / A_t) = 100(0,066/0,284) = 23,239$ (αδιάστατο)



Σχήμα 6-9. Τρόπος υπολογισμού του δείκτη ασυμμετρίας λεκάνης απορροής.

Η ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου σε συμμετρική λεκάνη απορροής με σταθερές γεωλογικές συνθήκες εμφανίζονται για τιμές του δείκτη κοντά στο 50. Για τιμές του δείκτη μεγαλύτερες των 50 εμφανίζονται σε λεκάνες με μεγαλύτερη ανάπτυξη του δικτύου προς τα δεξιά. Ενώ τιμές μικρότερες των 50 δηλώνουν

μεγαλύτερη ανάπτυξη του δικτύου προς τα αριστερά, με παρατήρηση της λεκάνης προς τα καπάντη.

6.3.14 ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

Ο δείκτης εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας (Transverse Topographic Symmetry Factor) T είναι μια μέθοδο εκτίμησης του βαθμού συμμετρίας στον κύριο κλάδο του υδατορέματος και όχι στην λεκάνη απορροής και δίνει την δυνατότητα του προσδιορισμού της μέσης διεύθυνσης της μετατόπισης (Cox 1994, Keller & Pinter 1996).

Δίδεται από την σχέση:

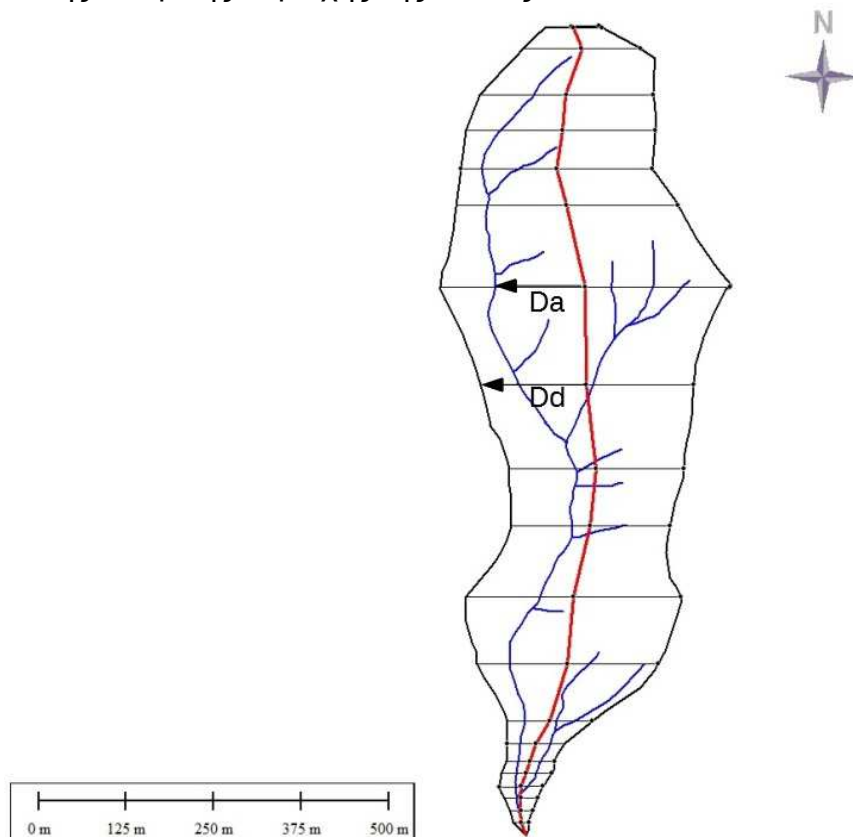
$T = D_a / D_d$, (Cox 1994) όπου:

D_a : η απόσταση του κλάδου του ποταμού από μία νοητή που διαιρεί τη λεκάνη απορροής (άξονας συμμετρίας) έως το μέσο του τμήματος του ποταμού που έχει επιλεγεί.

D_d : η απόσταση του άξονα συμμετρίας της λεκάνης από τον υδροκρίτη (άκρο λεκάνης)

T : δείκτης εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας

Για τον υπολογισμό του δείκτη κατά μήκος της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι βοηθητικές γραμμές όπως αυτές διακρίνονται στο σχήμα 6-12 για την λεκάνη 25 της κεντρικής περιοχής της Ροδιάς.



Σχήμα 6-10. Τρόπος υπολογισμού του δείκτη Εγκάρσιας Τοπογραφικής Συμμετρίας, κόκκινη γραμμή ο άξονας συμμετρίας της λεκάνης.

Οι επιμέρους συντελεστές και ο τρόπος υπολογισμού των επιμέρους δεικτών του δείκτη για την λεκάνη 25 εμφανίζονται στο πίνακα που ακολουθεί.

ΣΗΜΕΙΟ	D_a (m)	D_t (m)	T (m)	ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ
1	11,451	63,544	0,180	318,03
2	91,674	148,822	0,616	313,82

3	103,52	151,09	0,685	249,9
4	124,49	202,174	0,616	268,88
5	120,65	167,573	0,720	246,53
6	57,978	134,563	0,431	237,97
7	30,853	114,94	0,268	268,99
8	44,385	128,231	0,346	284,69
9	80,205	126,537	0,634	260,2
10	20,542	38,324	0,536	272,95
11	10,396	31,785	0,327	274,99
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			5,359	
Μέσος όρος T			0,487	

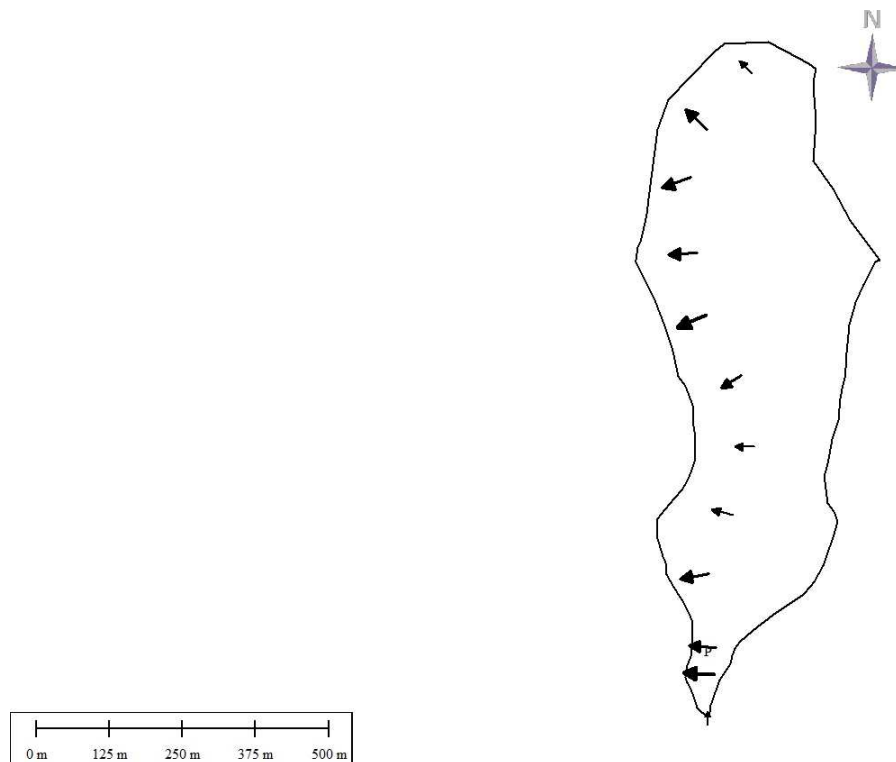
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,487$ m

Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length) R .

$R = \text{Μέσος όρος } T / \text{άθροισμα όλων των μεγεθών} = 0,487 / 5,359 = 0,091$ (αδιάστατο).

$R = \text{Μέσος όρος } T / \text{πλήθος μεγεθών} = 0,487 / 11 = 0,044$ (αδιάστατο).

Ο προσανατολισμός και η κατανομή των μεγεθών διακρίνεται στο σχήμα 6-13.



Σχήμα 6-11. Ο προσανατολισμός και η κατανομή των μεγεθών του δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας

Οι τιμές του δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T κυμαίνονται μεταξύ 0 ~1. Τελεία συμμετρική λεκάνη εμφανίσει την τιμή 0, ενώ σε πλήρη ασυμμετρία η τιμή 1 (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020). Επίσης ο δείκτης διασποράς R έχει εύρος τιμών από 0 ~1, τιμές κοντά στο μηδέν δηλώνουν μεγάλη διασπορά δεδομένων ενώ τιμές κοντά στο ένα μικρή διασπορά.

6.3.15 ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

Απεικονίζει την δυναμική του ρέματος όπως αυτή διακρίνεται ως αποτέλεσμα της απορροής και της κλίσης του. Ο δείκτης μήκους κλίσης ρέματος (Stream length – gradient index) S_L μπορεί να αναδεικνύει τις μεταβολές στη

λιθολογία, στην αλλαγή ενός ρέματος ή μεταβολές λόγω τεκτονικής ανύψωσης μίας περιοχής (Keller 1986) και δίδεται από την σχέση:

$S_L = (\Delta_H / \Delta_L) L$ (Hack 1973) όπου:

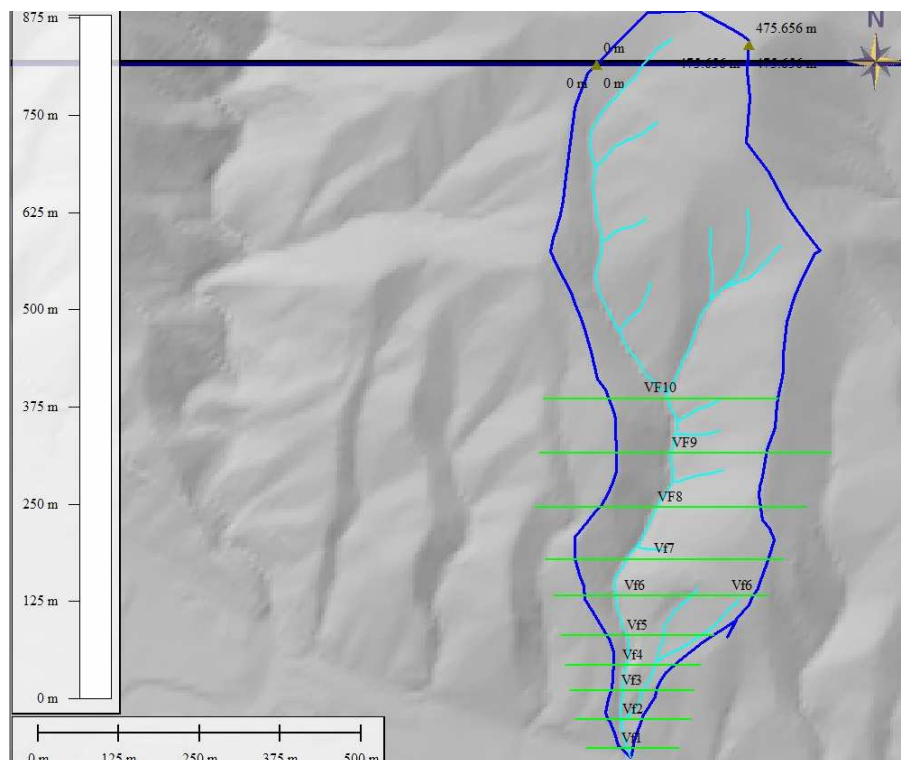
Δ_H : η υψομετρική του διαφορά στα άκρα του τμήματος που έχει επιλεγεί.

Δ_L : το μήκος του τμήματος που επιλέγεται για τον υπολογισμό του δείκτη.

L : το μήκος από το κέντρο του τμήματος έως το πιο μακρινό σημείο ανάντι του ποταμού.

S_L : ο δείκτης μήκους – κλίσης ρέματος.

Για τον υπολογισμό του δείκτη έχει γίνει μερική τμηματοποίηση του μεγαλύτερου σε τάξη ρέματος (3ης τάξης) για την λεκάνη 25. Για κάθε τμήμα υπολογίστηκαν οι επιμέρους συντελεστές αλλά και ο δείκτης μήκους – κλίσεως για κάθε ένα από τα επιμέρους τμήματα του ρέματος, όπως διακρίνεται στο σχήμα 6-12.



Σχήμα 6-12. Υπολογισμός του δείκτη S_L στη κοιλάδα 25 με την μερική τμηματοποίηση του μεγαλύτερου σε τάξη ρέμα, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου 2007-2009).

Οι διαστάσεις, οι επιμέρους συντελεστές αλλά και οι τιμές του δείκτη μαζί με τους αναλυτικούς υπολογισμούς του κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	Δ_H (m)	Δ_H (Km)	Δ_L (m)	Δ_L (Km)	(Δ_H / Δ_L)	L (m)	L (Km)	S_L (m)	S_L (Km)
1	14,072	0,014	45,71	0,045	0,308	1249,34	1,249	384,62	0,385
2	19,372	0,019	44,561	0,044	0,435	1203,05	1,203	532,01	0,532
3	10,957	0,010	40,563	0,040	0,270	1157,64	1,157	312,71	0,313
4	7,151	0,071	46,617	0,046	0,153	1120,11	1,12	171,82	0,172
5	8,68	0,008	64,722	0,064	0,134	1082,547	1,082	145,18	0,145

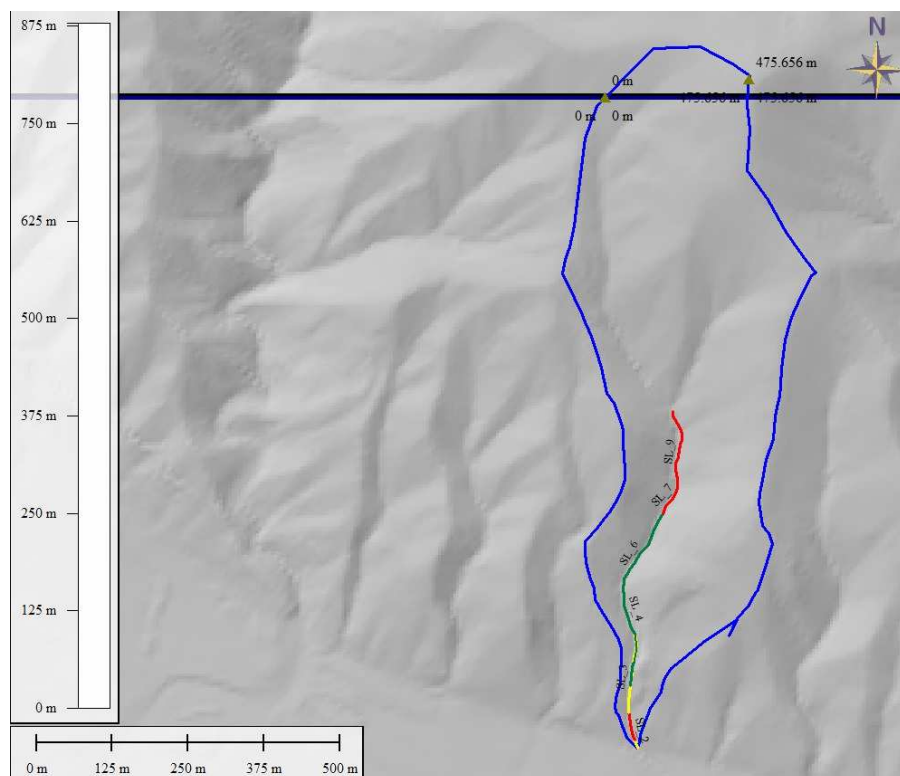
6	8,481	0,008	61,889	0,061	0,137	1001,136	1,001	137,19	0,137
7	20,141	0,02	93,223	0,093	0,216	881,271	0,881	190,40	0,190
8	244,04	0,244	91,033	0,091	2,681	782,44	0,782	2097,58	2,097
9	287,50	0,287	89,932	0,089	3,197	732,93	0,732	2343,11	2,343

Για τον χρωματισμό του δείκτη κλίσης ρέματος ανά τμήματα του σχήματος 6-13, χρησιμοποιείται η κάτωθι κλίμακα:

Τιμή δείκτη S_L (m)	Κλίμακα χρωματισμού
0 – 100	Μπλε
101 – 200	Πράσινο
201 – 450	Κίτρινο
> 451	Κόκκινο

Η συγκεκριμένη χρωματική κλίμακα του δείκτη S_L χρησιμοποιείται και για την απεικόνιση των υπόλοιπων δεικτών όλων των λεκανών την περιοχής.

Στο κάτωθι σχήμα απεικονίζεται ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο.



Σχήμα 6-13. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

Ο δείκτης μήκους – κλίσης ρέματος εμφανίζει την μεταφορική ικανότητα ενός ρέματος στο συγκεκριμένο τμήμα όπου εφαρμόζεται και χαρακτηρίζεται από μεγάλη διακριτική ικανότητα σε κάθε μεταβολή της κλίσης της κοίτης και έχει ως άμεσο αποτέλεσμα, να ανιχνεύσει την σχέση μεταξύ τεκτονικής δραστηριότητας, λιθολογίας και αναγλύφου (Keller 1986). Χρησιμοποιείται για να ανάδειξη της σχετικά πρόσφατης τεκτονικής δραστηριότητας, με τις ασυνήθιστες υψηλές ή χαμηλές τιμές (Merrits & Vincent 1989, Chen et al 2003). Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την σύγκριση διαφορετικών λεκανών απορροής αναδεικνύοντας τελικά τις τοπικές ενεργές τεκτονικές ζώνες μίας περιοχής. Η

υψηλή διακύμανση των τιμών κατά μήκος ενός ρέματος, μπορεί να αναδείξει περιοχές έντονης τεκτονικής δραστηριότητας ή περιοχές με ανθεκτικά στη διάβρωση πετρώματα (Azor et al 2002, Troiani & Seta 2008, Font et al 2010, Κουκουβέλας κ. αλ. 2020).

6.3.16 ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Εφαρμόζεται στις κοίτες των ποταμών και αποτυπώνει όχι μόνο την δράση του νερού αλλά και τις διάφορες ανοδικές, καθοδικές και οριζόντιες κινήσεις που υφίστανται. Ο δείκτης λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας (valley floor-valley height ratio) V_f , αποτελεί ένδειξη ενεργού τεκτονικής σε μια περιοχή και μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε τμήμα του υδρογραφικού δικτύου (μεγάλο ή μικρό) που διασχίζει εγκάρσια ένα ενεργό ρηξιγενές πραινές (Bull & McFadden, 1977). Σχετίζεται με το πλάτος της κοίτης και το βάθος της λεκάνης και εμφανίζει το είδος της διάβρωσης του δικτύου απορροής, εάν δηλαδή είναι κατά πλάτος ή κατά βάθος διάβρωση (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020).

Ο συντελεστής λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας δίδεται από την σχέση:

$$V_f = 2V_{fw} / [(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})], \text{ (Bull \& McFadden, 1977), όπου:}$$

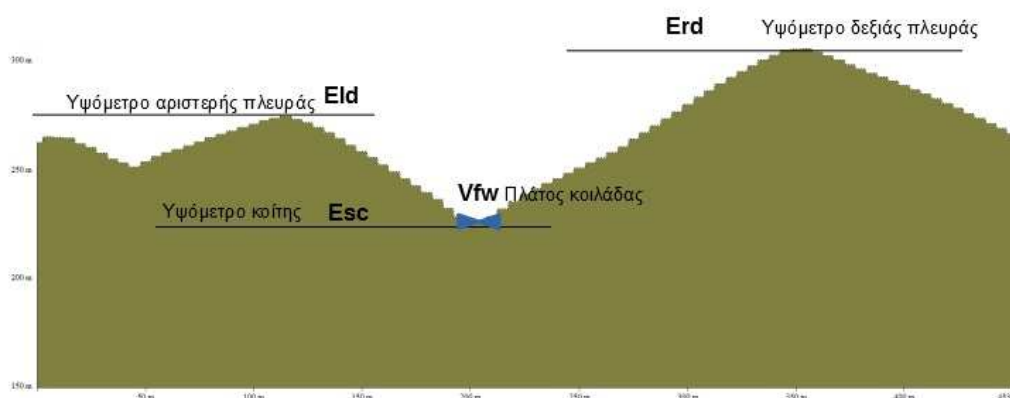
V_{fw} : το πλάτος της κοιλάδας σε μέτρα,

E_{ld} : το υψόμετρο της αριστερής πλευράς του ρέματος,

E_{rd} : το υψόμετρο της δεξιάς πλευράς του ρέματος,

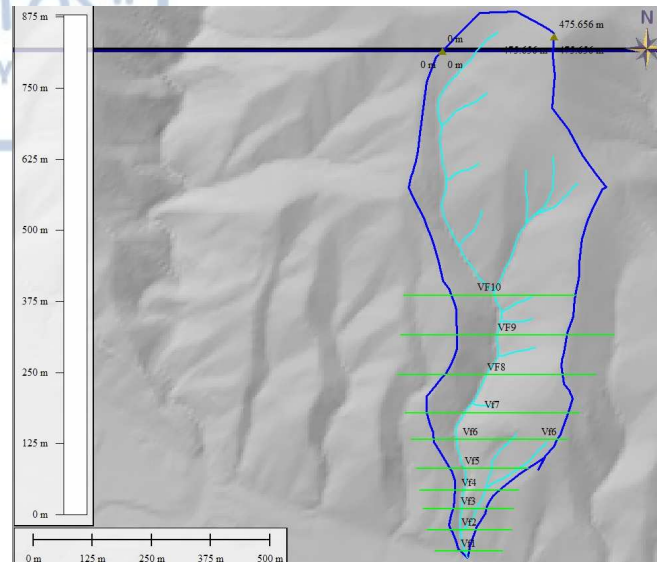
E_{sc} : το υψόμετρο της κοίτης του ρέματος (Keller 1986).

Οι επιμέρους δείκτες και ο τρόπος υπολογισμού του δείκτη απεικονίζονται στο σχήμα 5-19.



Σχήμα 6-14. Μεθοδολογία υπολογισμού του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας, προφίλ χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

Για τον υπολογισμό του δείκτη δημιουργούνται εγκάρσιες τομές στην κοίτη του ρέματος όπου υπολογίζονται τα επιμέρους στοιχεία. Για τον υπολογισμό του δείκτη της λεκάνης 25, δημιουργήθηκαν τομές για το μεγαλύτερης τάξης (3^{ης}) ρέμα, όπως διακρίνεται στο κάτω σχήμα.



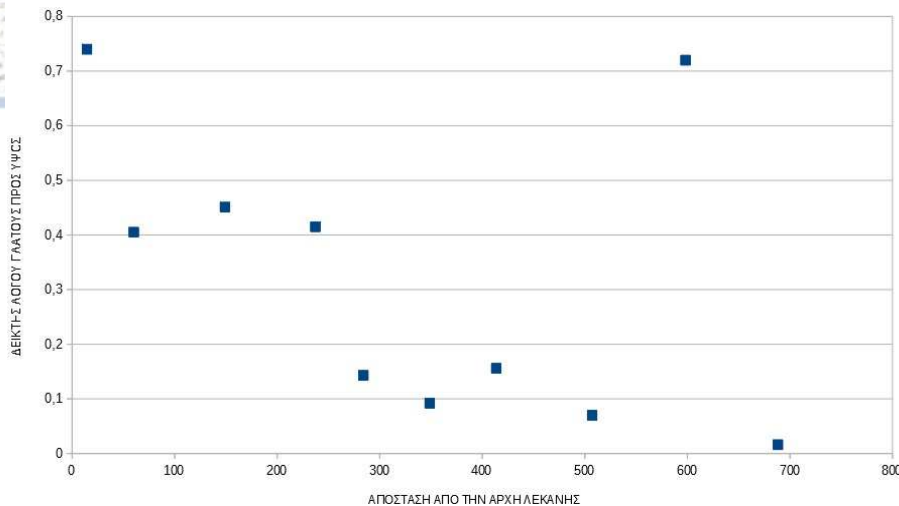
Σχήμα 6-15 . Βηματικός υπολογισμός του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

Οι επιμέρους συντελεστές αλλά και οι αναλυτικές τιμές του δείκτη κάθε τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	E _{ld} (m)	E _{rd} (m)	E _{sc} (m)	V _{fw} (m)	V _f
1	118,752	125,342	115,458	4,877	0,742
2	138,56	143,714	129,705	4,625	0,405
3	154,396	165,198	148,746	4,985	0,451
4	167,918	176,179	161,115	4,535	0,415
5	182,384	217,19	168,396	4,48	0,143
6	206,481	246,342	176,73	4,591	0,092
7	219,941	269,775	185,636	9,23	0,156
8	239,552	296,881	205,448	4,41	0,07
9	274,181	305,14	224,378	4,71	0,072
10	295,229	328,744	244,956	1,07	0,016

Η γραφική παράσταση του συντελεστή λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της κοιλάδας απεικονίζεται στο σχήμα 6-18. Η αύξηση της υψομετρικής διαφοράς, που συνήθως οφείλεται σε τεκτονικές κινήσεις, αναγεννά συνεχώς το ανάγλυφο και διατηρεί την υψομετρική διαφορά δημιουργώντας διάβρωση σε βάθος, ενώ η απουσία τεκτονικών κινήσεων ευνοεί την κατά πλάτος διάβρωση (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ

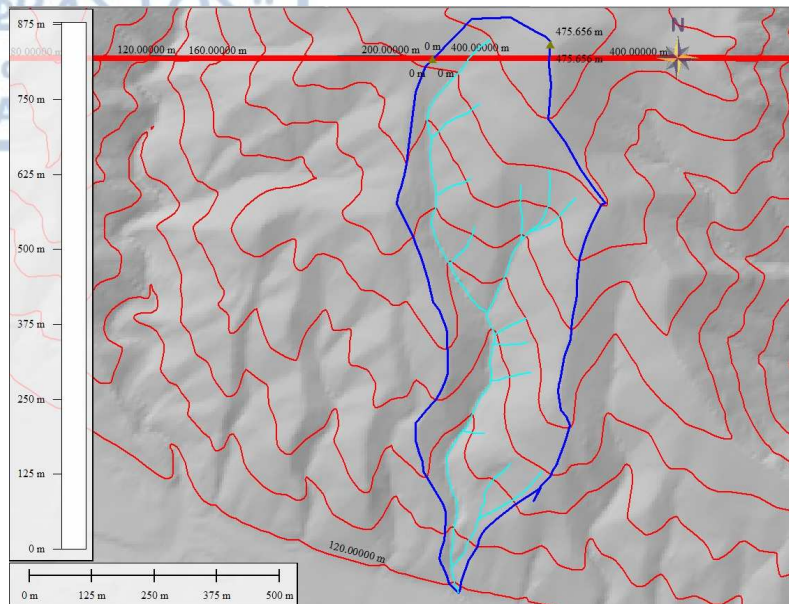


Σχήμα 6-16. Γραφική απεικόνιση του δείκτη V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

Οι τιμές του δείκτη V_f που είναι μικρότερες της μονάδας εμφανίζονται οξύληκτες σχήματος V κοιλάδες και συνεπώς σε αυξημένη τεκτονική δραστηριότητα, ενώ οι τιμές του δείκτη που είναι μεγαλύτερες της μονάδας, αντιστοιχούν σε κοιλάδες παραβολικού σχήματος U, που δηλώνουν την σχεδόν απουσία ή περιορισμένη τεκτονική δραστηριότητα σε σχέση με την διάβρωση (Keller 1986).

6.3.17 ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Είναι ένας μορφοτεκτονικός δείκτης που αποτυπώνει το στάδιο εξέλιξης μίας λεκάνης απορροής σε σχέση με τον δείκτη διάβρωσης. Άμεσα συσχετιζόμενο με τον δείκτη είναι η υψομετρική καμπύλη, που αναπαριστά με ποσοτικό τρόπο το μέγεθος της λεκάνης και είναι ανεξάρτητη του μεγέθους και του αναγλύφου της λεκάνης απορροής (Strahler, 1952, Κουκουβέλας κ. αλ. 2020). Για την κατασκευή της καμπύλης έγινε επιμερισμός της λεκάνης απορροής σε υποτμήματα με το ίδιο υψόμετρο. Στο κάτωθι σχήμα διακρίνεται ο διαχωρισμός της λεκάνης 25, σε ισόποσα τμήματα του ίδιου υψόμετρου. Συγκεκριμένα για τον διαχωρισμό χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40m. Στο σχήμα 6-19 διακρίνεται η λεκάνη 25 με τις ισοϋψείς της περιοχής ανά 40m, χρησιμοποιήθηκαν για τον διαχωρισμό της λεκάνης, ενώ στο σχήμα 6-20 είναι οι υποπεριοχές της λεκάνης διαχωρισμένες σε περιοχές με το ίδιο υψόμετρο.



Σχήμα 6-17. Διαχωρισμός της λεκάνης 25 ανά σε ισόποσα τμήματα του ιδίου υψομέτρου ανά 40m.

Για κάθε επιμέρους τμήμα υπολογίζονται οι συντελεστές:

$H_{\max}$: το μέγιστο υψόμετρο της λεκάνης,

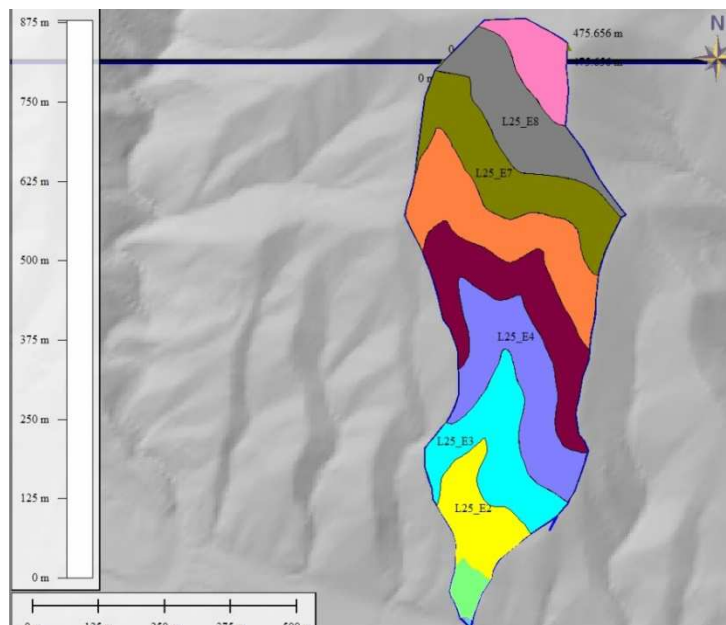
$H_{\min}$: το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης,

$H_{\text{μεσο}}$: το ενδιάμεσο υψόμετρο της λεκάνης,

H : το ελάχιστο υψόμετρο κάθε υπολεκάνης,

A : το εμβαδό της λεκάνης,

a : το εμβαδό του τμήματος της λεκάνης που είναι επάνω από το εκάστοτε υψόμετρο h .



Σχήμα 6-18. Οι επιμέρους υπολεκάνες, διαχωρισμένες σε περιοχές με το ίδιο υψόμετρο

Επιπροσθέτως για κάθε τμήμα υπολογίζονται οι συντελεστές:

Σχετικό υψόμετρο, από τον λόγο h/H .

Σχετικό εμβαδό, από τον συντελεστή a/A .

H_i δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος (αδιάστατο), όπου

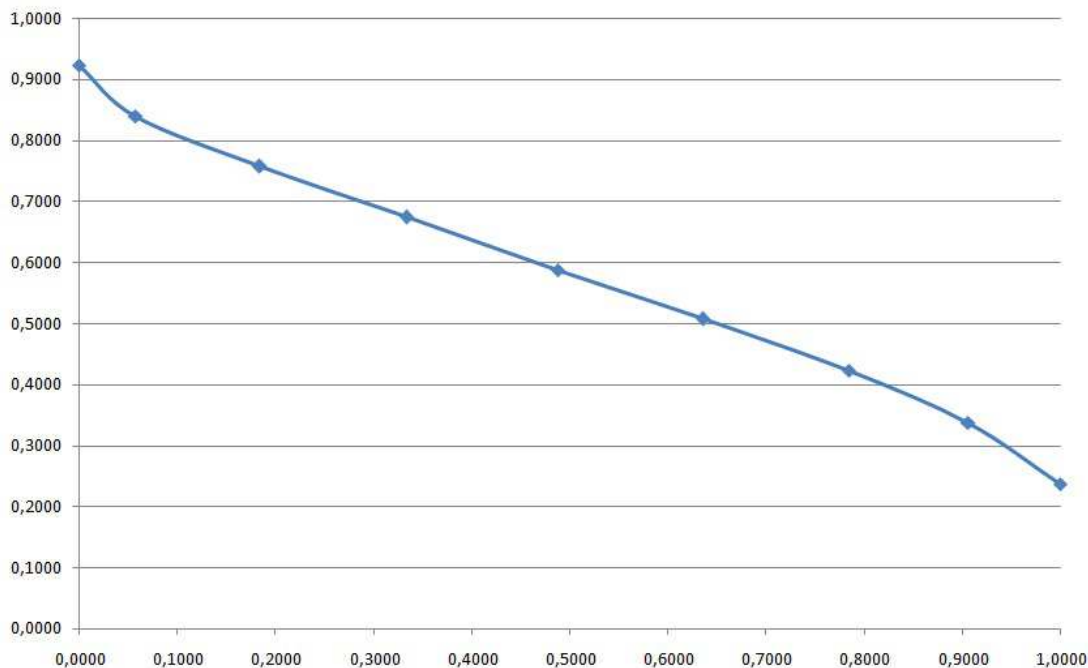
$A = 0,284$ (sq Km), $H_{\max} = 475,621$ (m), $H_{\min} = 112,3$ (m), $H_{\text{μεσο}} = 259,278$ (m)

Οι επιμέρους τιμές για κάθε υπολεκάνη, αλλά και οι συντελεστές του σχετικού υψομέτρου και του εμβαδού εμφανίζονται στο πίνακα που ακολουθεί.

A/A	h _{min} υπολεκάνης (m)	A Εμβαδό υπολεκάνης (Km ²)	h/H	a/A
1	112,3	0,00529	0,2540	0,9822
2	160,504	0,02127	0,3375	0,9073
3	200,813	0,03473	0,4222	0,7850
4	241,266	0,04226	0,5073	0,6362
5	279,743	0,0419	0,5882	0,4887
6	320,667	0,04374	0,6742	0,3347
7	360,335	0,04254	0,7576	0,1849
8	399,566	0,03587	0,8401	0,0586
9	439,4	0,01637	0,9238	0,0010

Με βάση τις τιμές της στήλης του σχετικού υψομέτρου (h/H) και του σχετικού εμβαδού (a/A) του πίνακα κατασκευάζεται η γραφική παράσταση της υψομετρικής καμπύλης σχήμα 6-21.

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ



Σχήμα 6-19. Γραφική παράσταση τις σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

Το υψομετρικό ολοκλήρωμα υπολογίζεται από την σχέση

Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος (Hypsometric integral):

$H_i = [(Μέσο\ υψόμετρο - Ελάχιστο\ υψόμετρο) / Μέγιστο\ υψόμετρο - Ελάχιστο\ υψόμετρο)]$,

$H_i = (h_{mid} - h_{min}) / (h_{max} - h_{min})$ (Keller & Pinter, 2002), όπου:

$H_i = (259,278 - 112,3) / (475,621 - 112,3) = 0,405$

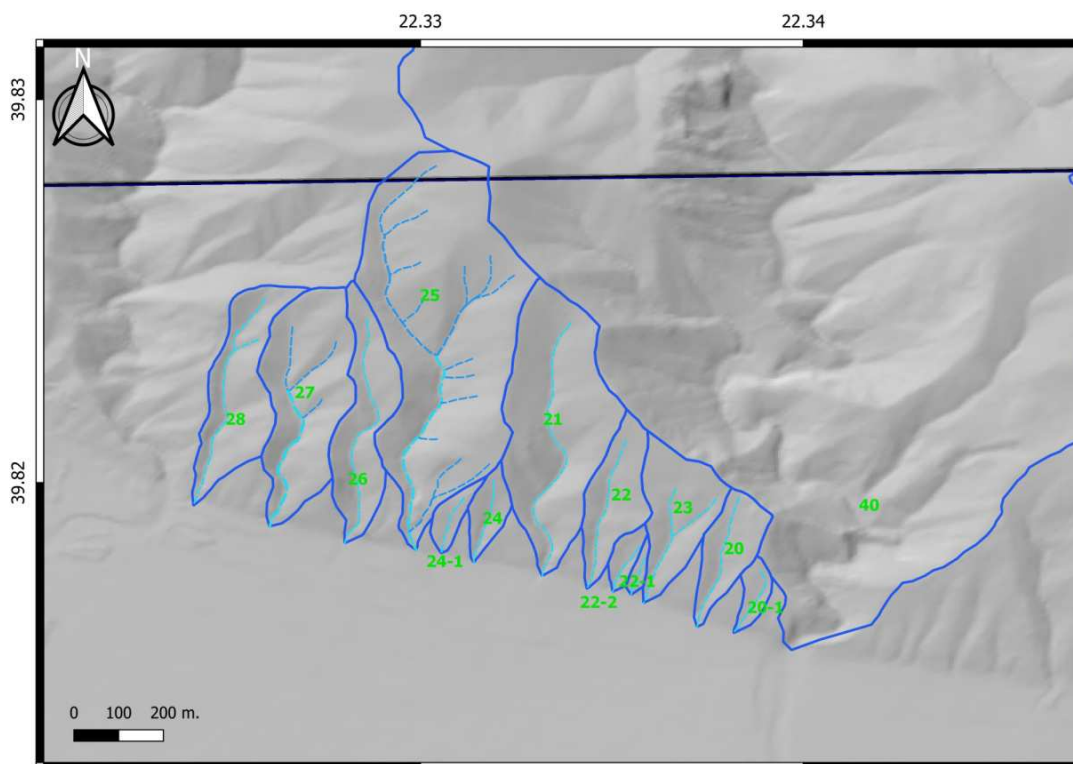
Ο δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος είναι $H_i = 0,405$

Η μορφή της υψομετρικής καμπύλης και του υψομετρικού ολοκληρώματος, παρέχει πληροφορίες για την λεκάνη απορροής, σε ποιο στάδιο ανάπτυξης βρίσκεται αλλά και για τεκτονικές, κλιματολογικές και λιθολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και επηρεάζουν την εξέλιξη. Η μορφή της υψομετρικής καμπύλης απεικονίζει τις διαφορετικές συνθήκες και διεργασίες σε διαφορετικά

τμήματα της λεκάνης. Κυρτή μορφή της καμπύλης αντιστοιχεί στο στάδιο της νεότητας, η κοίλη μορφή στο στάδιο του γήρατος και οι ενδιάμεσες μορφές στο στάδιο της ωριμότητας (Ohmori, 1993, Moglen & Brass 1995, Willgoose & Hancock 1998, Hung & Niemman 2006, Tsodoulos et al., 2008, Wobus et al. 2010).

6.4 ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΟΔΙΑΣ

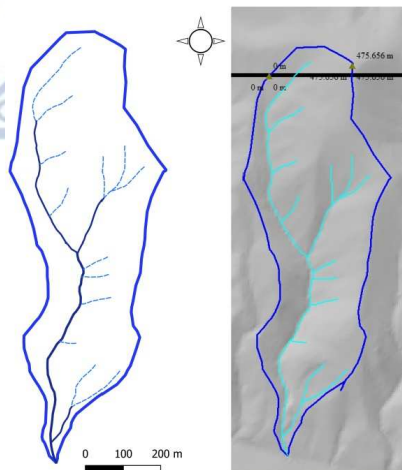
Η κεντρική περιοχή της Ροδιάς, αποτελείται από 14 επιμέρους υδρολογικές λεκάνες. Οι πέντε από αυτές έχουν εμβαδό 0,284 (Λ25), 0,1033 (Λ27), 0,0648 (Λ26), 0,1441 (Λ21) και 0,104 (Λ22) Km² και οι υπόλοιπες έχουν εμβαδό 0,0699 (Λ28), 0,0648 (Λ26), 0,0541 (Λ23), 0,03 (Λ20), 0,012 (Λ24), 0,0104 (Λ22), 0,004 (Λ22-1), 0,0091 (Λ22-2) και 0,0103 (Λ20-1) Km². Ο επιμέρους αναλυτικός προσδιορισμός των μορφοτεκτονικών δεικτών της λεκανών της κεντρικής περιοχής αναλύεται με προτεραιότητα από την μεγαλύτερη προς την μικρότερη λεκάνη. Η αναλυτική παρουσίαση και ο τρόπος υπολογισμού των δεικτών, αναλύεται στο προηγούμενο κεφάλαιο χρησιμοποιώντας την μεγαλύτερη λεκάνη (25) της περιοχής. Για τις υπόλοιπες λεκάνες, υπάρχει μια συνοπτική περιγραφή και αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Στη συνέχεια αναλύονται οι σημαντικότερες λεκάνες της περιοχής, ενώ η ανάλυση όλων των λεκανών παρουσιάζεται στο παράρτημα.



Σχήμα 6-20. Κεντρικές λεκάνες περιοχής Ροδιάς με υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009).

6.4.1 ΛΕΚΑΝΗ 25

Η λεκάνη 25 είναι μία λεκάνη έκτασης 0,284 Km² με υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης.



Σχήμα 6-21. Διάταξη λεκάνης 25 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο δεξιού χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 2,746 \text{ Km}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,284 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 1,155 \text{ Km}$ ή 1155 m
Μετρημένο από το σημείο εξόδου έως το πιο απόμακρο σημείο του υδροκρίτη και παράλληλα προς τη γενική κατεύθυνση του κλάδου με την μεγαλύτερη τάξη απορροής.	
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,416 \text{ Km}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 475,621 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 112,3 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 259,278 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος	$C = 1246,98 \text{ (m)}$ ή $1,246 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 2772,17 \text{ (m)}$ ή $2,77 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 17$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης 25 κατά strahler εμφανίζεται στον επόμενο πίνακα.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Αριθμός ρεμάτων	Μέσο μήκος
1	91,13			
1	77,43			
1	102,73			
1	121,62			
1	116,87			
1	45,48			

1	73,12			
1	77,41			
1	133,73			
1	82,45			
1	161,64			
1	248,19			
1	120,08	1451,88	13	111,68
2	203,81			
2	117,69			
2	394,61	716,11	3	238,70
3	604,189	604,18	1	604,18

Μορφοτεκτονικοί δείκτες λεκάνης 25

Ο υπολογισμός των επιμέρους δεικτών για την λεκάνη 25 αναλύεται διεξοδικά στην προηγούμενη παράγραφο. Συγκεντρωτικά όλοι οι μορφοτεκτονικοί δείκτες που υπολογίστηκαν παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	363,321	0,363	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,314
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,132	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			4,33
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			3,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			2,137
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			2,531
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,930
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			1,183
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S	1,079	1,079	
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		9,791	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	59,86 (1/Km ²)	66,11	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,037	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,246
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,776
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,559	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,473
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			23,239
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,487	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,091
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,044
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,405

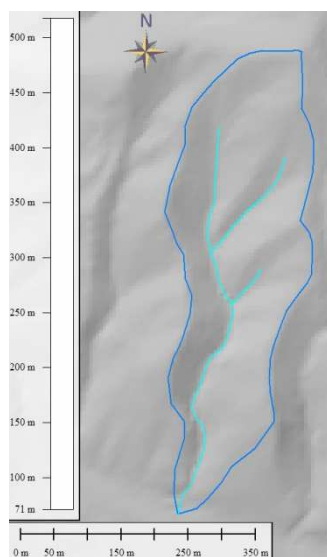
6.4.2 ΛΕΚΑΝΗ 27 – ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Η λεκάνη 27 είναι μία λεκάνη με εμβαδό 0,103339 Km² με υδρογραφικό δίκτυο 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

Περίμετρος (P):	$P = 1,617 \text{ Km}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,103339 \text{ Km}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,03$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,686 \text{ Km}$ ή $685,73 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,22 \text{ Km}$ ή $222,77 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 342,27 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 111,442 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 217,915 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 617,23 \text{ (m)}$ ή $0,617 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 866,73 \text{ (m)}$ ή $0,866 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 4$



Σχήμα 6-22. Διάταξη λεκάνης 27 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

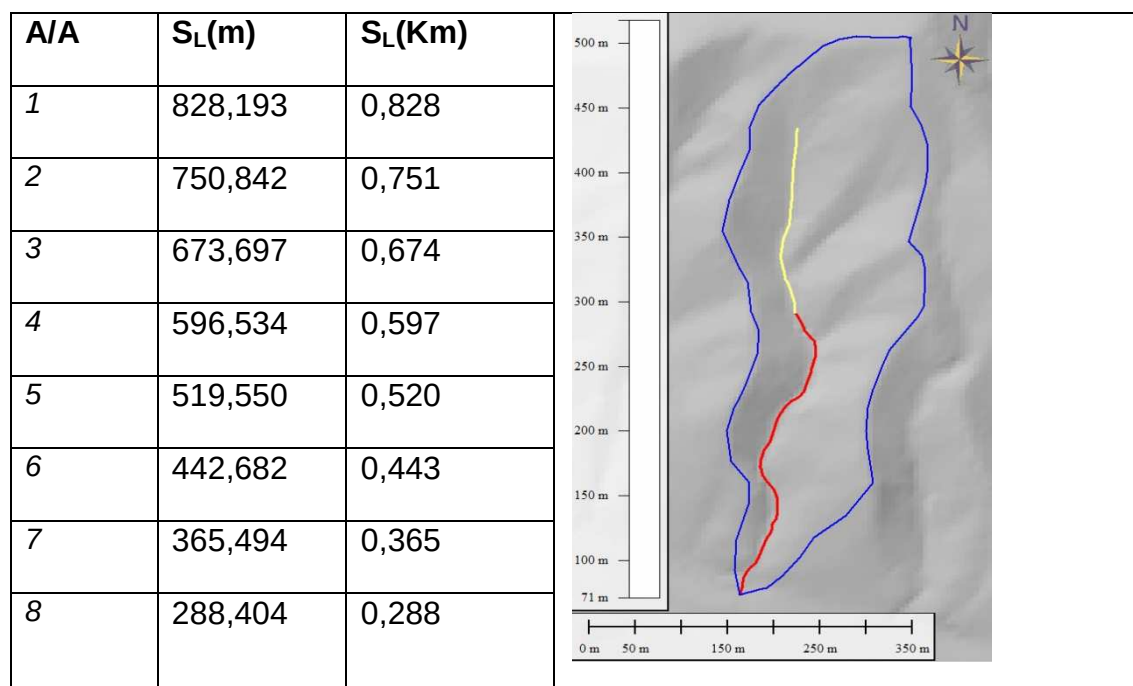
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	67,36			
1	182,14			
1	188,11	437,6	392,703	0,393
2	429,12	429,12	429,12	0,429

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες σε μορφή πίνακα και συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a \text{ (m)}$	$D_t \text{ (m)}$	$T \text{ (m)}$
1	5,177	37,223	0,139
2	48,567	65,252	0,698

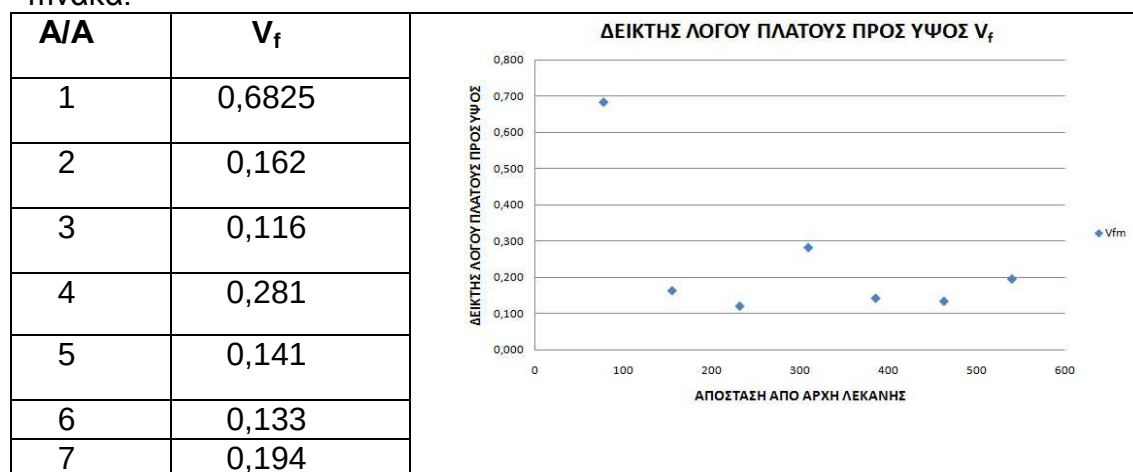
3	23,981	73,628	0,326
4	4,541	66,286	0,069
5	45,399	90,09	0,504
6	43,995	99,171	0,444
7	38,735	101,74	0,381
8	46,227	96,534	0,479
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			3,039
Μέσος όρος T			0,380

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

Σχήμα 6-23. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη του κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

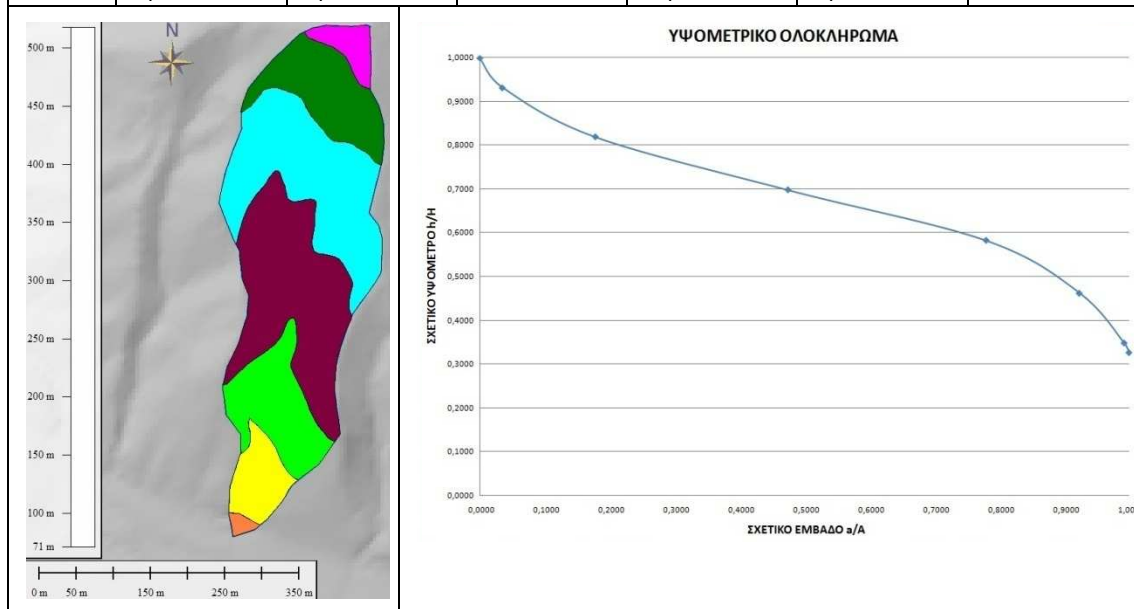


Σχήμα 6-24. Ο δείκτης λόγου πλάτους προς ύψος σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης τιμές και γραφική παράσταση.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 27 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,3256	1,00	5	0,6979	0,4747
2	0,3474	0,9924	6	0,8191	0,1786
3	0,4621	0,8231	7	0,9317	0,0357
4	0,8522	0,7802	8	0,999	0,0002



Σχήμα 6-25. Υψομετρικό ολοκλήρωμα, τιμές δείκτη και γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με τα σχετικά εμβαδά.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 27

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	233,828	0,231	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,337
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,143	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,9
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		8,387	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	38,708(1/ Km ²)	48,820	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,028	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,151
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			3,078
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,438	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,497
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			29,031
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,276	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,091
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,025
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,61

6.4.3 ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΑΝΤΕΛΩΣΗΣ ΜΕΤΩΠΟΥ

Οι περισσότερες ενεργές ρηξιγενείς επιφάνειες που δραστηριοποιούνται στον φλοιό της Γης, δημιουργούν ευθύγραμμους πρόποδες με τις γειτνιάζουσες λεκάνες που συνορεύουν. Προκειμένου να γίνει εφικτή μία μέτρηση αυτού του φαινομένου, χρησιμοποιείται ο δείκτης δαντέλωσης ορογραφικού μετώπου (mountain front sinuosity). Ο δείκτης αποτελεί μία ένδειξη της ισορροπίας που υπάρχει μεταξύ της διάβρωσης, που τείνει να δημιουργεί ακανόνιστου σχήματος δαντελωτές γεωμορφές (μέτωπα ή πρόποδες) και της ενεργού τεκτονικής που συνήθως δημιουργεί ευθύγραμμες γεωμορφές (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020). Γενικά όσο πιο ευθύγραμμοί είναι οι πρόποδες ενός ορογενούς τόσο μικρότερη κατάτμηση θα παρουσιάζει.

Ο δείκτης δαντέλωσης S_{mf} υπολογίζεται από την εξίσωση:

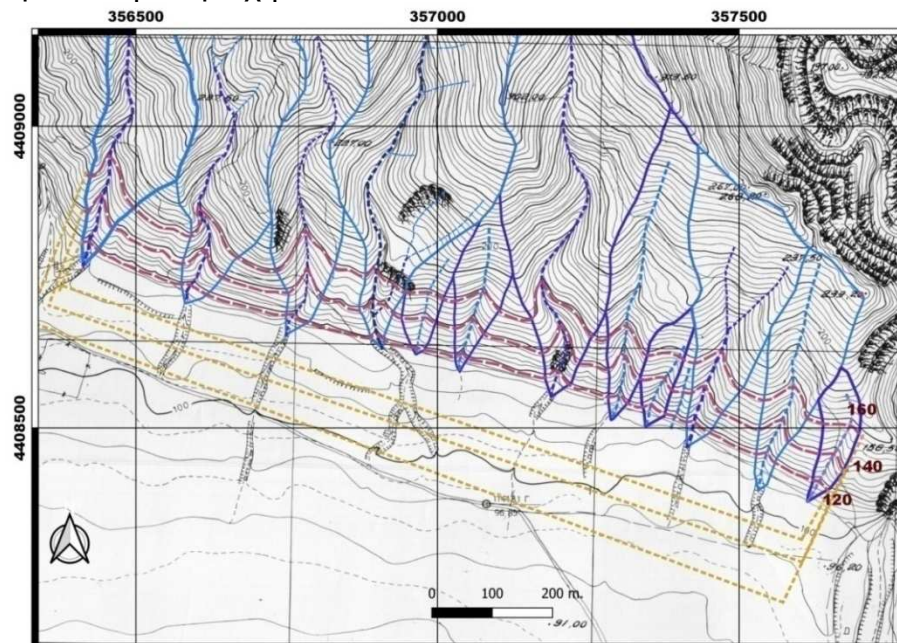
$$S_{mf} = L_{mf} / L_s, \text{ (Bull \& McFadden 1977) όπου:}$$

L_{mf} : το μήκος του ορογραφικού μετώπου.

L_s : το αντίστοιχο ευθύγραμμο μήκος του ίδιου μετώπου.

S_{mf} : ο δείκτης δαντέλωσης (mountain front sinuosity) (αδιάστατο μέγεθος).

Ο δείκτης δαντέλωσης για την περίπτωση της ευρύτερης περιοχής Αργυροπουλίου – Δελέρων – Ροδιάς, υπολογίζεται ως σύνολο για τις κεντρικές λεκάνες, καθώς ένας λεπτομερέστερος υπολογισμός ανά λεκάνη δεν έχει έννοια. Στο επόμενο σχήμα διακρίνονται οι κεντρικές λεκάνες (μπλε πολύγωνα) με υπόβαθρο του χάρτη τοπογραφικό χάρτη της περιοχής με κλίμακα 1: 5000. Επίσης με το κόκκινο χρώμα έχουν απεικονιστεί οι ισοϋψείς των 120, 140 και 160 μέτρων στην περιοχή.



Σχήμα 6-26. Κεντρικές λεκάνες της περιοχής Ροδιάς με τις αντίστοιχες υδρολογικές λεκάνες. Με το κόκκινο χρώμα είναι ισοϋψής, ενώ με την κίτρινη γραμμή είναι τα αντίστοιχα ευθύγραμμα τμήματα για τον υπολογισμό του δείκτη δαντέλωσης.

Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιηθήκαν οι ισοϋψείς των 120, 140 και 160 μέτρων της περιοχής. Συγκεκριμένα:

Ισοϋψής (m)	Μήκος L_{mf} (m)	Μήκος L_s (m)	Δείκτης δαντέλωσης S_{mf}
120	1707,403	1297,134	1,31
140	1884,006	1319,246	1,42

160	1915,636	1335,375	1,43
-----	----------	----------	------

Το όριο ανάμεσα στην ισορροπία των δύο δυνάμεων της ενεργού τεκτονικής και τις διάβρωσης δεν είναι γενικά αποσαφηνισμένο. Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι τιμές του δείκτη μεταξύ 1,0 και 1,4 αντιστοιχούν σε συνθήκες ενεργού μετώπου, οι τιμές του δείκτη μεταξύ 1,4 και 3,0 αντιστοιχούν σε λιγότερο ενεργά μέτωπα, ενώ τιμές μεγαλύτερες από 3,00 παραπέμπουν σε πρακτικά ανενεργά μέτωπα (Rockwell et al. 1985, Κουκουβέλας κ. αλ. 2020). Στην περιοχή της Ροδιάς (στοιχεία ανωτέρω πίνακα) βλέπουμε ότι η ισοϋψής των 120 m, αντιστοιχεί σε συνθήκες ενεργού μετώπου με τιμή $S_{mf} = 1,31$ ενώ σε μεγαλύτερα υψόμετρα οι συνθήκες οδεύουν προς τα ανενεργά μέτωπα.

6.4.4 ΤΡΙΓΩΝΙΚΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΕΣ

Ως ίχνη της ποτάμιας διάβρωσης σε ρηξιγενές πρσανές υπάρχουν οι τριγωνικές επιφάνειες. Αυτές αναπτύσσονται ανάμεσα στα διαδοχικά ρέματα, όπου οι διεργασίες διάβρωσης τείνουν στο να δημιουργήσουν τριγωνικά σχήματα. Σήμερα επικρατεί η άποψη ότι οι γεωμορφές αυτές είναι ενεργές και η κλίση της κάθε επιφάνειας που σχηματίζεται έχει σχέση με την λιθολογία της περιοχής και την ευστάθεια της γωνιάς κλίσης του πρσανούς στο οποίο δραστηριοποιούνται (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020). Οι περιοχές που διαθέτουν συχνή τεκτονική δραστηριότητα έχουν την τάση να δημιουργούν μεγάλες τριγωνικές δομές που συνεχώς αυξάνουν την επιφάνεια τους, ενώ περιοχές με ήπια δραστηριότητα δημιουργούν μικρότερης μορφής δομές που συνήθως διαχωρίζονται σε διαφορετικές γενιές τριγωνικών επιφανειών, (Bull 1978, 1984, Wells et al 1988).

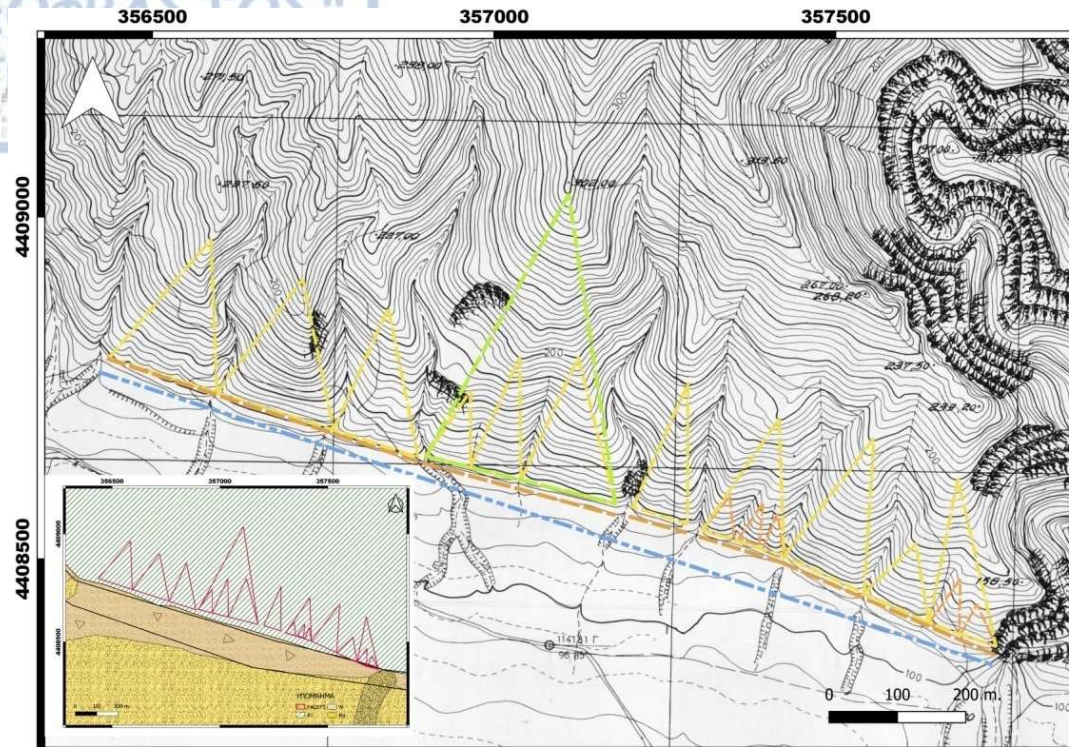
Για την ποσοτική μέτρηση αυτών των γεωμορφών (triangular facets) χρησιμοποιείται ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f (percentage faceting along mountain), όπου για τον υπολογισμό χρησιμοποιείται η σχέση:

$$P_f = L_f / L_s, \text{ όπου,}$$

L_f το μήκος των τριγωνικών μορφών.

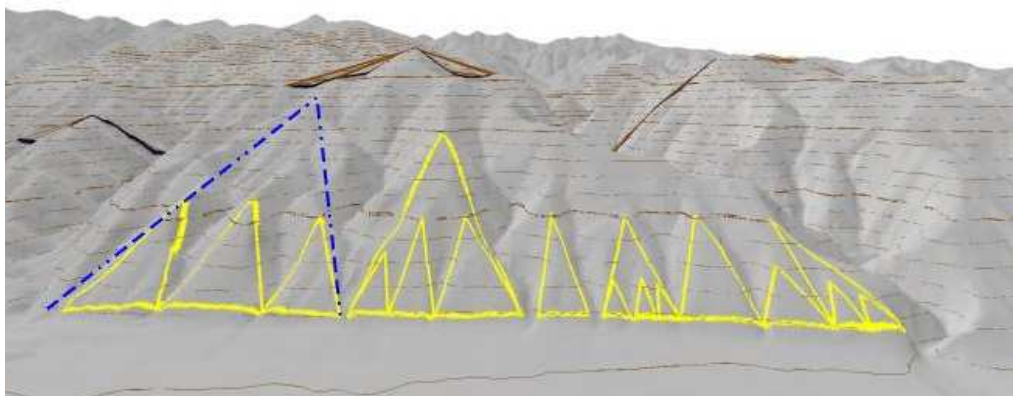
L_s το συνολικό μήκος στην βάση του πρσανούς.

Στην περιοχή της Ροδιάς υπάρχουν τρεις διαφορετικές γενιές τριγωνικών γεωμορφών (Σχήμα 6-27).



Σχήμα 6-27. Τριγωνικές γεωμορφές της κεντρικής περιοχής της Ροδιάς, υπόβαθρο χάρτη τοπογραφικός χάρτης 1:5000 περιοχής.

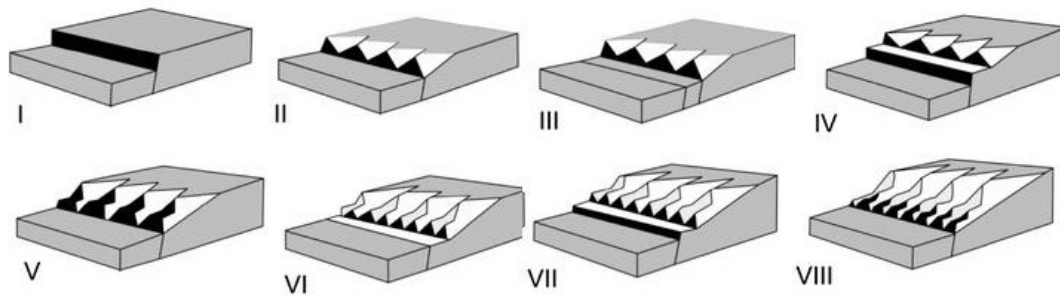
Η 1^η γενιά είναι λιγότερη ευδιάκριτη, είναι οι πιο παλαιότερες δομές που διαμορφώθηκαν, τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά τους τείνουν να εξαλειφθούν και είναι δύσκολα αναγνωρίσιμες. Όπως διακρίνουμε και στον γεωλογικό ένθετο χάρτη του σχήματος 6-27, όλες οι γενιές των τριγωνικών γεωμορφών δραστηριοποιούνται ως επί το πλείστον στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο της Πελαγονικής ζώνης και λιγότερο στις αλλούβιες αποθέσεις.



Σχήμα 6-28. Διάφορες γενιές τριγωνικών γεωμορφών τμήματος του ρήγματος της Ροδιάς σε τρισδιάστατη απεικόνιση. Το ψηφιακό μοντέλο προέρχεται από την Κτηματολόγιο Α.Ε. (2007-2009).

Στο σχήμα 6-28 απεικονίζει το τρισδιάστατο μοντέλο των γεωμορφών με χρήση ως υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου Α.Ε. Οι τριγωνικές γεωμορφές προέρχονται από την ανύψωση του επιπέδου βάσης. Η κεντρική περιοχή του ρήγματος της Ροδιάς φιλοξενεί μία τριγωνική γεωμορφή 1^{ης} τάξης με άνω υψομετρικό όριο το υψόμετρο των 300m περίπου και είναι λιγότερο

ευδιάκριτη. Επίσης μπορούμε να διακρίνουμε και μια ακόμα παλαιότερη (μπλε χρώμα) της οποίας τα χαρακτηριστικά τείνουν να εξαλειφθούν. Οι δεύτερης τάξης γεωμορφές έχουν μέγιστο υψόμετρο 200 m, περίπου, (ενδιάμεσα τρίγωνα), είναι αρκετά ευδιάκριτες και είναι οι πιο κοινές γεωμορφές που συναντούμαι. Τέλος στην περιοχή εμφανίζονται και τρίτης τάξης τριγωνικές γεωμορφές (μικρότερα τρίγωνα σχήμα 6-54), οι οποίες είναι μικρότερες και πιο νεότερες και εμφανίζονται έως το υψόμετρο των 140 έως 150m, (Caputo & Helly 2005).



Σχήμα 6-29. Σταδιακή εξέλιξη τριγωνικών γεωμορφών από την ανύψωση του επιπέδου βάσης από Wiwegwin et al 2011 τροποποιημένο.

Ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f στην περίπτωση της κεντρικής περιοχής της Ροδιάς είναι :

$$P_f = L_f / L_s, L_f = 1308,41, L_s = 1370,42$$

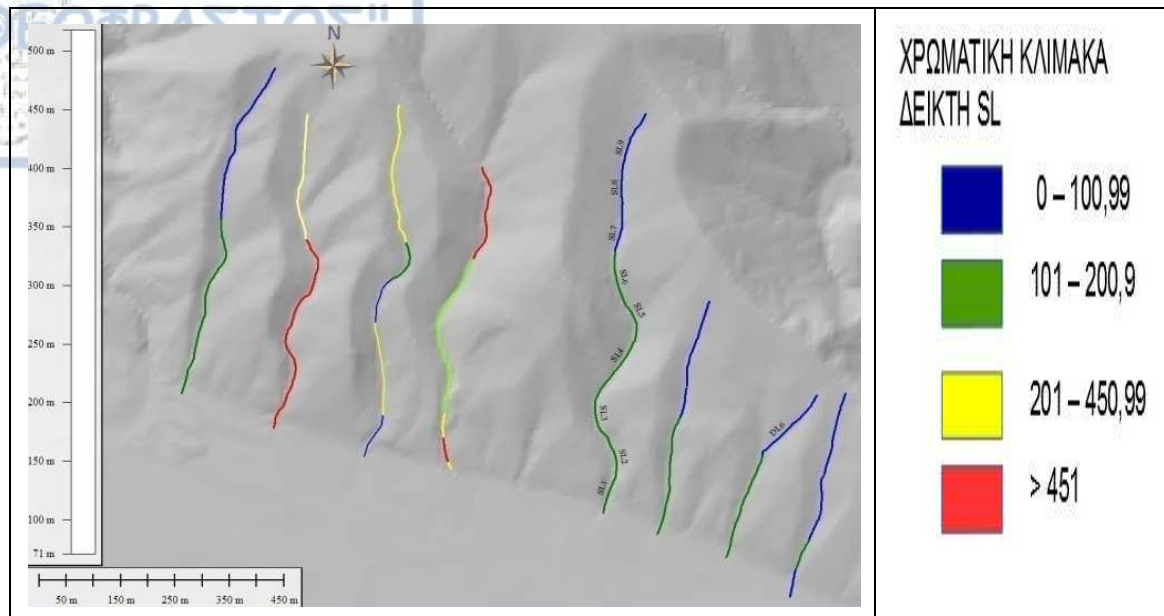
$$P_f = 1308,41 / 1370,42 = 0,95 \text{ (αδιάστατο)}$$

Η μέγιστη τιμή του δείκτη είναι η μονάδα και συνεπώς τιμές που τείνουν να είναι κοντά στη μονάδα εμφανίζονται σε περιοχές με έντονη δραστηριότητα, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν δηλώνουν την απουσία τεκτονικής δραστηριότητας, (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020). Στην περίπτωση της Ροδιάς η τιμή 0,95 δηλώνει την παρουσία τεκτονικής δραστηριότητας στην περιοχή (λόγω των τριών γενεών τριγωνικών γεωμορφών), συνεπώς μπορούμε να συμπεράνουμε ότι αυτοί οι εντυπωσιακοί επιφανειακοί σχηματισμοί, είναι αποτέλεσμα διαδοχικών επαναδραστηριοποιήσεων του μέσου κάτω Τεταρτογενούς ρήγματος της Ροδιάς (Caputo & Helly 2005) που προήλθαν από την ανύψωση της βάσης του ρήγματος.

Οι ανωτέρω τριγωνικές γεωμορφές συνδέονται άμεσα με ένα άλλο εντυπωσιακό επιφανειακό τεκτονικό χαρακτηριστικό, τις αναβαθμίδες που εμφανίζονται στην ίδια περιοχή (νοτιότερα και ανατολικότερα), για τις οποίες θα γίνει ξεχωριστή αναφορά στην συνέχεια.

6.4.5 ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Όλες οι τιμές του δείκτη μήκους – κλίσης ρέματος στην κεντρική περιοχή του ρήγματος Ροδιάς των λεκανών απορροής της δυτικής περιοχής μαζί με τον προσανατολισμό και την κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας και την χρωματική κλίμακα απεικόνισης του δείκτη απεικονίζονται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 6-30. Αριθμητικές τιμές δείκτη μήκους – κλίσης ρέματος με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο για τις λεκάνες της κεντρικής περιοχής του Ρήγματος Ροδιάς, προβεβλημένες στο ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) που προέρχεται από το Κτηματολόγιο (2007-2009).

Γενικά στην κεντρική περιοχή παρατηρούμε μέτριες έως υψηλές τιμές του δείκτη S_L γεγονός που δείχνει κατά πάσα πιθανότητα τεκτονική δραστηριότητα κοντά στον πρόποδα του ρήγματος.

Συνολικά όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες των λεκανών της κεντρικής περιοχής.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

ΔΕΙΚΤΗΣ	Α/Α ΛΕΚΑΝΗΣ												
	25	26	27	28	21	22	23	20	24	24-1	22-1	22-2	20-1
B_h	0,363	0,236	0,231	0,211	0,29	0,197	0,181	0,139	0,138	0,111	0,077	0,091	0,0911
R_H	0,314	0,155	0,337	0,333	0,336	0,381	0,363	0,345	0,466	0,502	0,437	0,463	0,411
R_{hp}	0,132	0,143	0,143	0,135	0,154	0,172	0,155	0,152	0,212	0,2	0,204	0,197	0,181
R_B	4,33												
R_L	2,531												
D_n	1,930												
S	1,079	0,454	0,9	1,015	0,918	0,855	0,705	0,97	0,825	0,763	0,62	0,75	0,886
D_d	9,791	10,639	8,387	10,9	5,05	9,998	9,03	11,57	15,35	16,167	26,6	16,119	19,01
F_s	66,11	78,639	48,82	70,65	21,03	69,377	56,59	93,00	163,52	181,383	491,05	180,31	251,04
R_n	0,037	0,0022	0,028	0,021	0,053	0,020	0,02	0,012	0,009	0,007	0,003	0,006	0,005
R_F	0,246	0,04	0,15	0,11	0,167	0,086	0,108	0,084	0,054	0,047	0,023	0,047	0,047
B_s	2,776	4,52	3,07	2,3	3,043	3,251	2,493	2,239	2,982	1,691	3,162	2,177	2,487
R_L	0,559	0,23	0,4	0,37	0,46	0,33	0,37	0,32	0,262	0,24	0,17	0,24	0,24

			3		1	0	2	8		5	2	3	3
R_c	0,473	0,29	0,49	0,36	0,506	0,424	0,501	0,508	0,47	0,457	0,361	0,537	0,509
AF	23,23	46,5	29,0	29,4	50,16	38,09	71,53	39,185	50,64	59,32	54,08	72,97	55,816
Περιστροφή	Δ	Σ	Δ	Δ	Σ	Δ	A	A	Σ	A	A	A	Σ
T	0,487	0,21	0,27	0,35	0,22	0,239	0,3	0,206					
	A	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ					
R1	0,091	0,12	0,09	0,12	0,11	0,125	0,143	0,167					
R2	0,044	0,02	0,02	0,04	0,025	0,030	0,044	0,034					
H_i	0,405	0,40	0,61	0,53	0,46	0,442	0,5	0,5	0,5	0,513	0,534	0,446	0,522
Στάδιο	Ω	Ω	N	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
S_{mf}	1,31												
P_f	0,95												

Υπόμνημα πίνακα:

Για την περιστροφής λεκάνης του δείκτη ασυμμετρίας της λεκάνης απορροής (AF):

Δ = περιστροφή προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού.

A = περιστροφή προς τα αριστερά του κυρίου ποταμού.

Σ = συμμετρική λεκάνη.

Παράγοντας εγκάρσιας τοπογραφίας (T):

A = ασυμμετρία.

Σ = συμμετρία.

Δείκτης υψομετρικής καμπύλης (H_i) στάδιο λεκάνης:

Ω = στάδιο ωριμότητας.

N = στάδιο νεότητας.

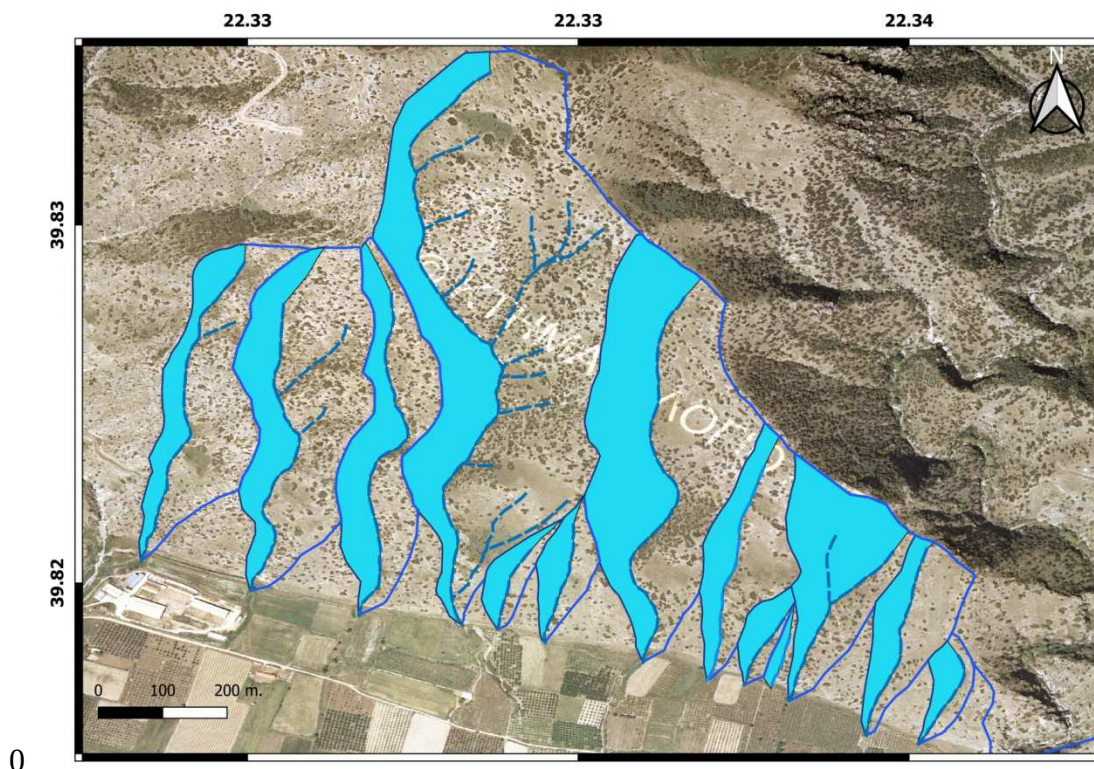
Στον ανωτέρω πίνακα εμφανίζονται οι τιμές των δεικτών όλων των λεκανών της κεντρικής περιοχής του ρήγματος της Ροδιάς που υπολογίστηκαν στην ενότητα. Αναλυτικότερα, ο τρόπος υπολογισμού κάθε επιμέρους δείκτη του πίνακα περιγράφεται στις παραγράφους όπου υπολογίζονται οι αντίστοιχοι μορφοτεκτονικοί δείκτες των λεκανών με A/A: 25, 26, 27, 28, 21, 22, 23, 20, 24, 24-1, 22-1, 22-2, 20-1.

Για τις λεκάνες της κεντρικής περιοχής της Ροδιάς, μετά από την ανάλυση των μορφοτεκτονικών δεικτών από τα στοιχεία του ανωτέρω πίνακα, γενικά επισημαίνονται:

- Σχήμα λεκανών: Επίμηκες ή σχεδόν επίμηκες.
- Διεύθυνση προσανατολισμού: B – BA έως N – NΔ.
- Υδρογραφικό δίκτυο: Δενδροειδούς μορφής.
- Κατανομή δικτύου απορροής: Μέτρια.
- Πυκνότητα απορροής: Γενικά παρατηρούνται σχετικά μεγάλες τιμές του δείκτη (D_a) που παραπέμπουν σε περιοχή με σχεδόν αδιαπέρατο λιθολογικό υπόβαθρο, με απότομο ανάγλυφο, περιορισμένη βλάστηση και γρήγορη στράγγιση.

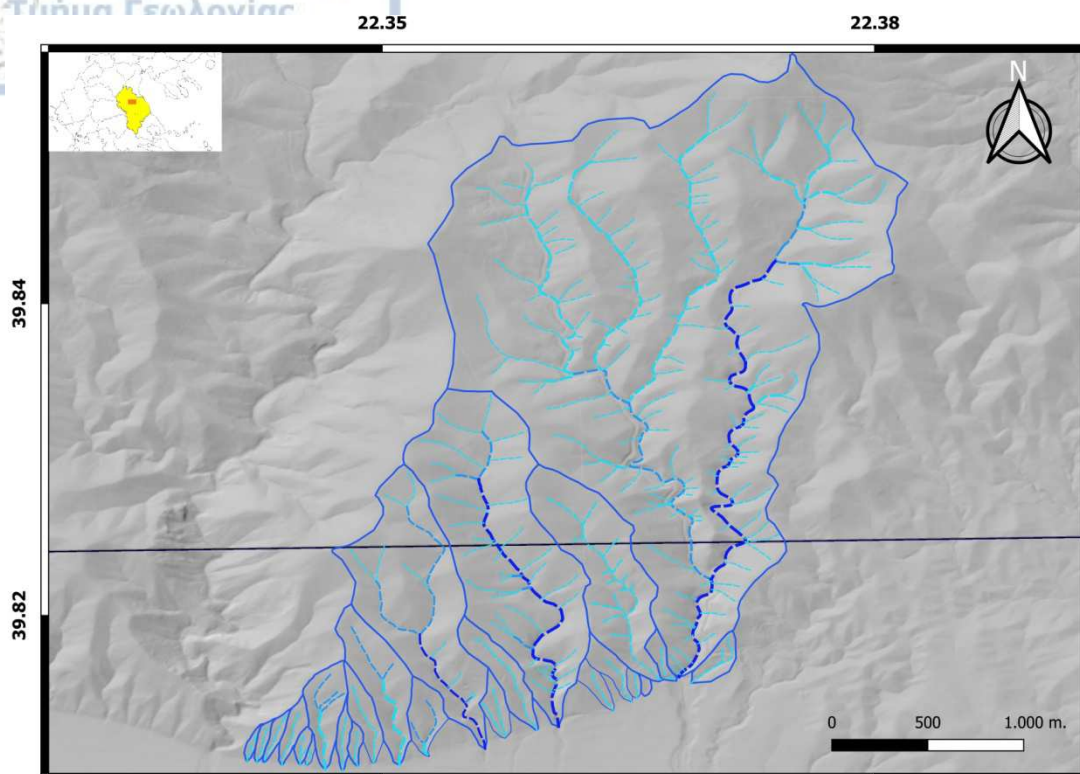
- Καμπυλότητα υδατορέματος: Εμφάνιση μερικής καμπυλότητας σε λεκάνες τάξεως 2^{ης} τάξης και άνω, οι τιμές του δείκτη (S) αντιστοιχούν σε περιοχή εντόνου αναγλύφου.

- Συχνότητα διακλάδωσης: Μέτρια για λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, μικρή στις υπόλοιπες.
- Τραχύτητα αναγλύφου: Χαμηλή πολυπλοκότητα του ανάγλυφου με χαμηλές τιμές του δείκτη (R_n).
- Ασυμμετρία λεκάνης απορροής: Περιστροφή προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού σε τέσσερις λεκάνες (25, 27, 28 και 22), περιστροφή προς τα αριστερά σε πέντε λεκάνες (23, 20, 24-1, 22-1 και 22-2) και συμμετρική κατανομή σε τέσσερις λεκάνες (26, 21, 24 και 20-1).
- Τοπογραφική συμμετρία: Από την εφαρμογή του δείκτη (T) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, οι περισσότερες εμφανίζονται ως συμμετρικές, ενώ οριακή συμμετρία εμφανίζεται σε μία λεκάνη (25).
- Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος: Από την εφαρμογή του δείκτη (S_L) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης (σχήμα 6-56), προκύπτουν μεγάλες κλίσεις στο υδατόρεμα σε τρεις λεκάνες (25, 26, 27), ενώ στις υπόλοιπες παρατηρείται μέτρια έως χαμηλή κλίση.
- Πλάτος προς ύψος κοιλάδας: Η εφαρμογή του δείκτη (V_f) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, έδειξε μικρές τιμές του δείκτη (μικρότερης της μονάδας) που συσχετίζονται με οξύληκτες λεκάνες σχήματος V με αυξημένη τεκτονική δραστηριότητα.
- Υψομετρική καμπύλη: Σχεδόν όλες οι λεκάνες τις κεντρικής περιοχής της Ροδιάς, βρίσκονται στο «στάδιο της ωριμότητας», εκτός από μία λεκάνη (27) που εντοπίζεται «στο στάδιο της νεότητας».



Σχήμα 6-31. Κεντρικές λεκάνης της Ροδιάς, με το υδρογραφικό δίκτυο και τις υπολεκάνες Α, (εμβαδό του τμήματος λεκάνης δεξιά του κυρίου ποταμού με το γαλάζιο χρώμα), που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο του δείκτη ασυμμετρίας λεκάνης απορροής ΑF. Υπόβαθρο χάρτη ορθοφωτοχάρτης ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

6.5 ΑΝΑΤΟΛΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ



Σχήμα 6-32. Υδρολογικές λεκάνες ανατολικής περιοχής Αργυροπουλίου – Δελερίων – Ροδιάς, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

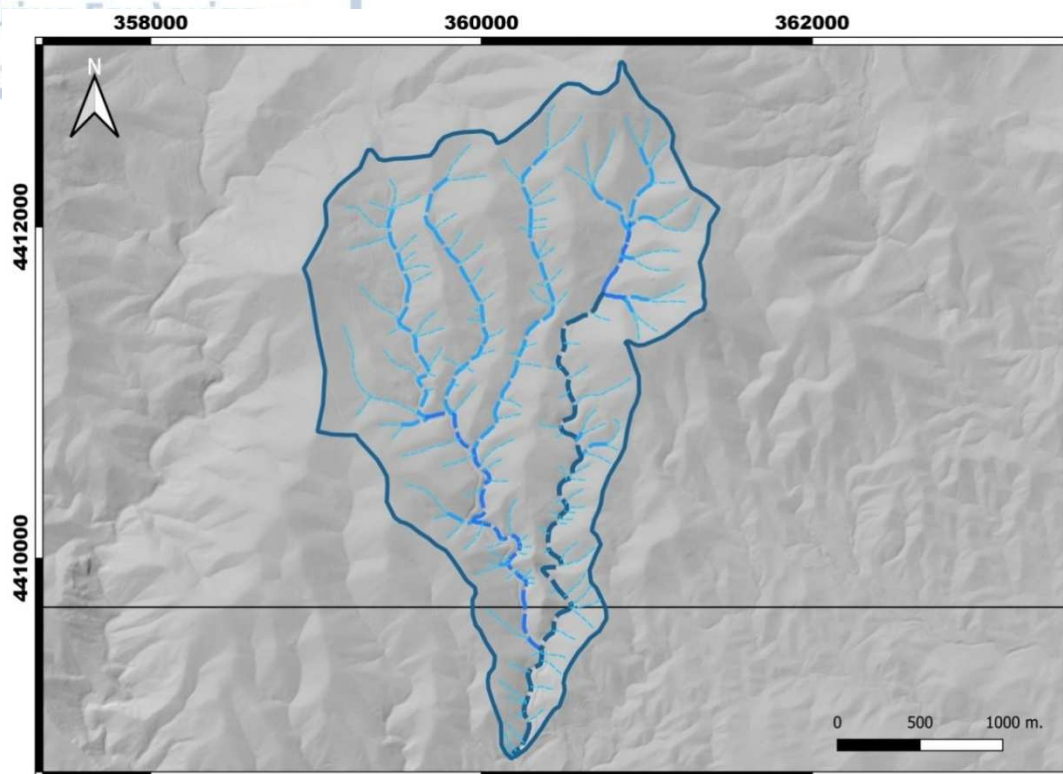
Οι ανατολικές λεκάνες της περιοχής Ροδιάς, αποτελούνται από 23 επιμέρους υδρολογικές λεκάνες. Οι τρεις (3) έχουν σχετικά μεγάλο εμβαδό, τέσσερεις (4) σχετικά μετρίου εμβαδό, ενώ οι υπόλοιπες είναι αρκετά μικρές με μικρό εμβαδό. Ακολουθεί ο αναλυτικός προσδιορισμός των μορφοτεκτονικών δεικτών των λεκανών της κεντρικής περιοχής, με προτεραιότητα από την μεγαλύτερη προς την μικρότερη λεκάνη. Στη συνέχεια αναλύονται οι σημαντικότερες λεκάνες της περιοχής, ενώ η ανάλυση όλων των λεκανών παρουσιάζεται στο παράρτημα.

6.5.1 ΛΕΚΑΝΗ 2

Η λεκάνη 2 είναι η μεγαλύτερη λεκάνη ανατολικής περιοχής της Ροδιάς. Ουσιαστικά είναι η τέταρτη μεγαλύτερη σε έκτασης την ευρύτερης περιοχής Αργυροπουλίου – Δελερίων – Ροδιάς, με ένα μεγάλο υδρογραφικό δίκτυο 4^{ης} τάξης. Ξεκινάει με τέσσερεις μεγάλους κλάδους και διαδοχικά καταλήγει σε ένα μεγάλο κλάδο. Είναι πλήρως αναπτυγμένη, καλύπτει ένα μεγάλο τμήμα την ανατολικής περιοχής και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 11,51 Km ή 11515,5 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 5,57 Km ² ή 55703345,639 m ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 4,2 Km ή 4200 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής	B _w = 2,5 Km ή 2504,0 m



Σχήμα 6-33. Διάταξη λεκάνης 2 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009)

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 728,800 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 138,575 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 354,559 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 4.756,326 \text{ (m) ή } 4,76 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 27.416,4 \text{ (m) ή } 27,41 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 179$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά σε γενικές γραμμές η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	141	150,347	21199,03
2	26	274,209	7129,46
3	7	379,316	2655,12
4	5	712,431	3562,16

Αναλυτική παρουσίαση των δεικτών καθώς και ο τρόπος υπολογισμού, αναλύεται διεξοδικά σε προηγούμενη ενότητα. Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και παρουσιάζονται οι δείκτες για το κεντρικό τμήμα των ρεμάτων που συλλέγει όλους τους υφιστάμενους κλάδους.

Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

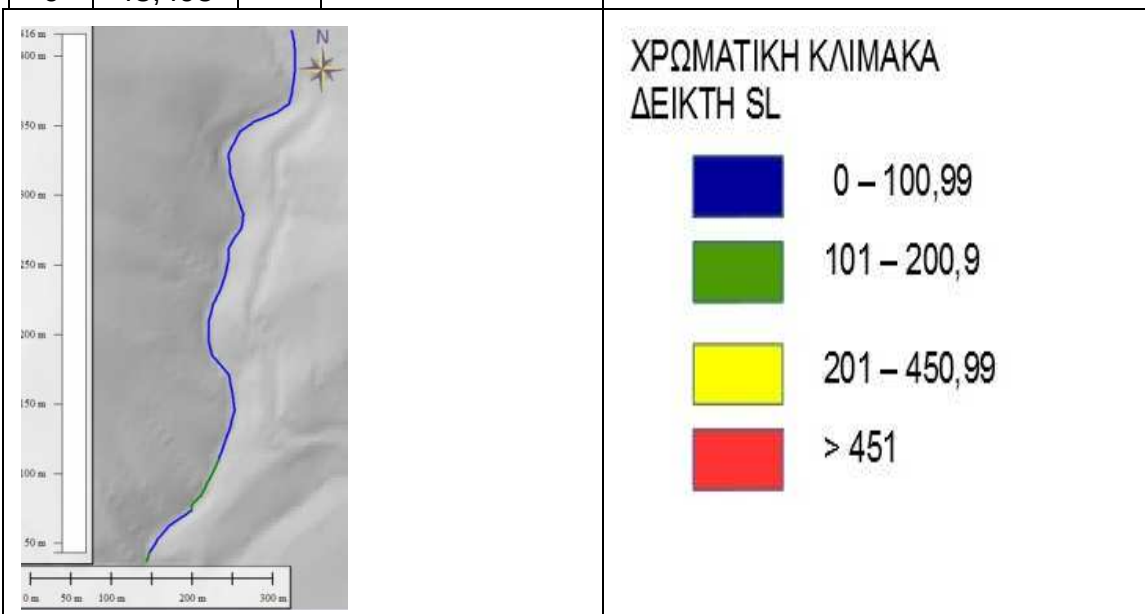
ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	37,181	78,57	0,472
2	46,687	96,647	0,483
3	45,123	144,2	0,313
4	1,359	169,5	0,008
5	19,387	121,82	0,091
6	9,382	229,99	0,041
7	17,484	299,36	0,058
8	46,646	220,31	0,212
9	33,464	331,35	0,212
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,780
Μέσος όρος T			0,198

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,198$ m, Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length)

$R = 0,022$, $R = 0,008$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)	A/A	S _L (m)
1	114,343	7	35,322
2	57,160	8	34,117
3	128,377	9	27,752
4	54,864	10	7,652
5	5,055	11	34,87
6	43,495		



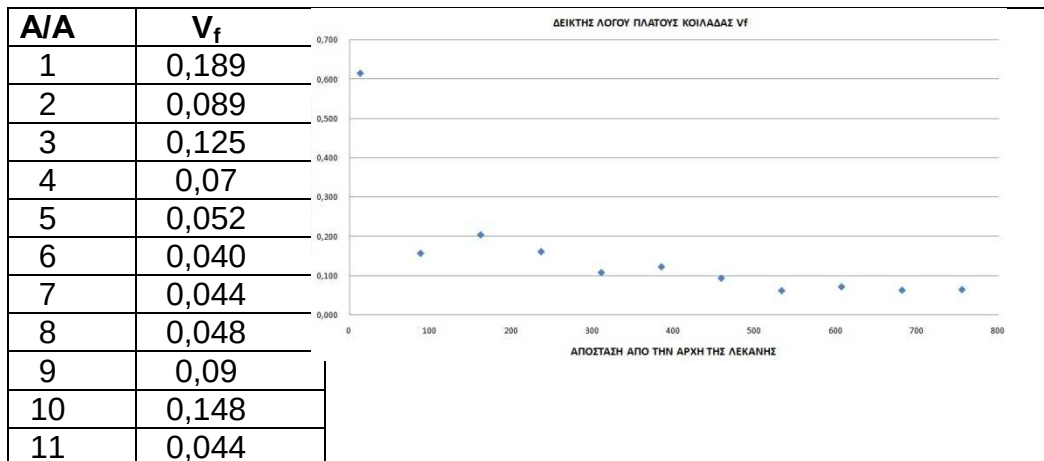
Σχήμα 6-34. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε.(2007-2009).

Για τον χρωματισμό του δείκτη κλίσης ανά τμήματα που εμφανίζεται χρησιμοποιήθηκε η κάτωθι κλίμακα:

Τιμή δείκτη S_L (m)	Κλίμακα χρωματισμού
0 – 100	Μπλε
101 – 200	Πράσινο
201 – 450	Κίτρινο
> 451	Κόκκινο

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

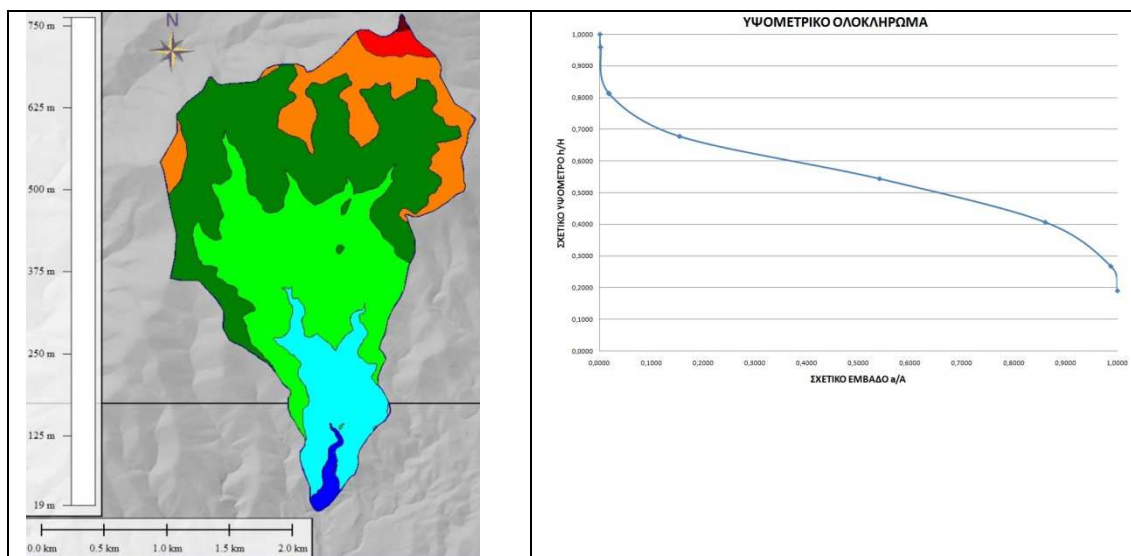


Σχήμα 6-35. Γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος λόγω του μεγέθους της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 100 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,190	1,00	5	0,673	0,154
2	0,268	0,987	6	0,812	0,181
3	0,407	0,860	7	0,958	0,001
4	0,543	0,540	8	1,00	0,00



Σχήμα 6-36. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 2

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	590,229	0,599	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,141
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,051	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			5,423
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			3,714
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B3}			1,4
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,824
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,383
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 3$			1,878
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			2,813
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			4,044
Δείκτης κλασματικής διάστασης 3			0,534
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,141
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		4,992	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	32,134(1/ Km ²)	16,812	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,12	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			1,326
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,677
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		1,3	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,528
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			52,977
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,198	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,111
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,022
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,366

6.5.2 ΛΕΚΑΝΗ 5

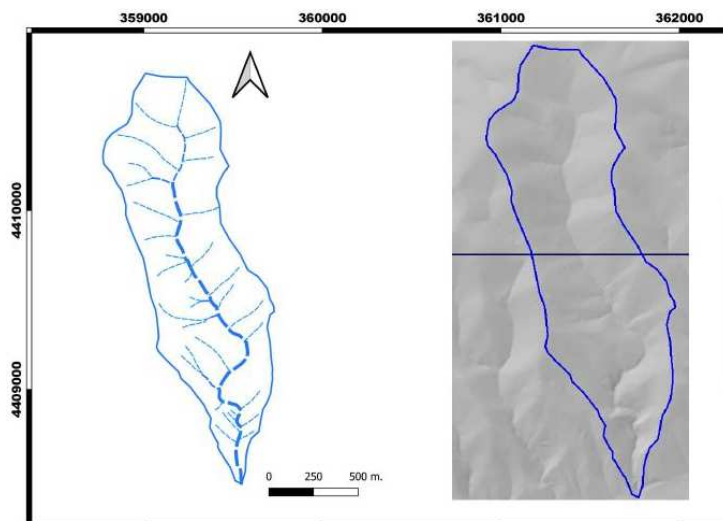
Η λεκάνη 5 είναι μία λεκάνη μεγάλης έκτασης με υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 5,36K \text{ m ή } 5369,923 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 1,0956 \text{ Km}^2 \text{ ή } 1095605,072 \text{ m}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 2,294 \text{ Km ή } 2294 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,960 \text{ Km ή } 960,44 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο H_{max}	$H_{max}=493,445 \text{ (m)}$
Ελάχιστο H_{min}	$H_{min}=132,506 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{μέσο}$	$H_{μέσο}= 307,107 \text{ (m)}$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 2617,0 (m) ή 2,617 (Km)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 8392,955$ (m) ή 8,39 (Km)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 40$



Σχήμα 6-76. Διάταξη λεκάνης 5 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο δεξιού χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009).

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

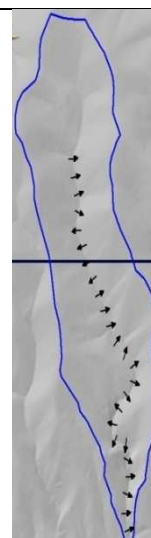
Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler συνοπτικά αναπτύσσεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	32	176,16	5637,137
2	5	137,11	685,576
3	3	664,95	1994,85

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι δείκτες και συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	11,0870	42,545	0,261
2	5,375	61,74	0,087
3	22,54	86,79	0,260
4	36,31	140,59	0,258
5	15,54	148,03	0,105
6	35,9	340,46	0,106
7	100,5	212,85	0,472
8	85,656	308,12	0,278
9	14,518	495,65	0,029
10	196,51	493,37	0,398
11	179,94	326,7	0,051
12	164,68	301,11	0,547
13	170,38	509,39	0,334



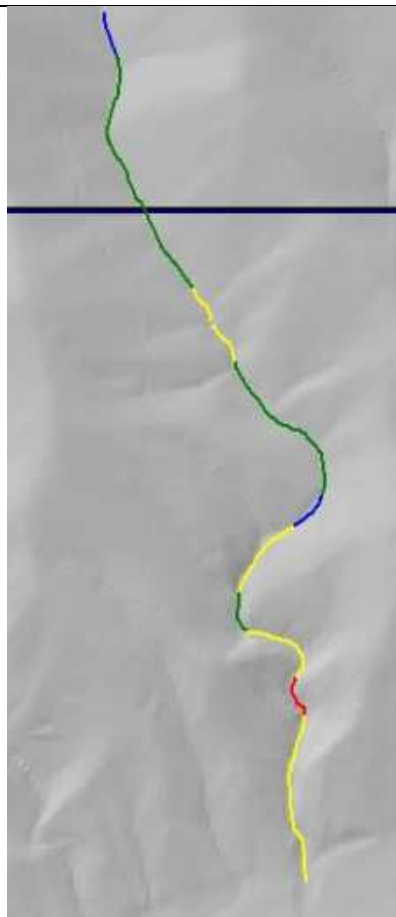
14	101,78	413,28	0,246
15	64,289	372,76	0,172
16	40,543	363,8	0,111
17	19,943	284,8	0,067
18	11,028	290,72	0,038
19	16,429	261,84	0,063
20	19,754	245,83	0,080
21	26,068	252,52	0,103
22	25,878	347,73	0,074
23	35,293	260,11	0,136
24	26,602	624,56	0,101
25	25,408	282,72	0,09
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			4,968
Μέσος όρος T			0,199

Σχήμα 6-38. Ο προσανατολισμός και η κατανομή των μεγεθών του δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας.

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,199m$, Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length) $R = 0,008$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

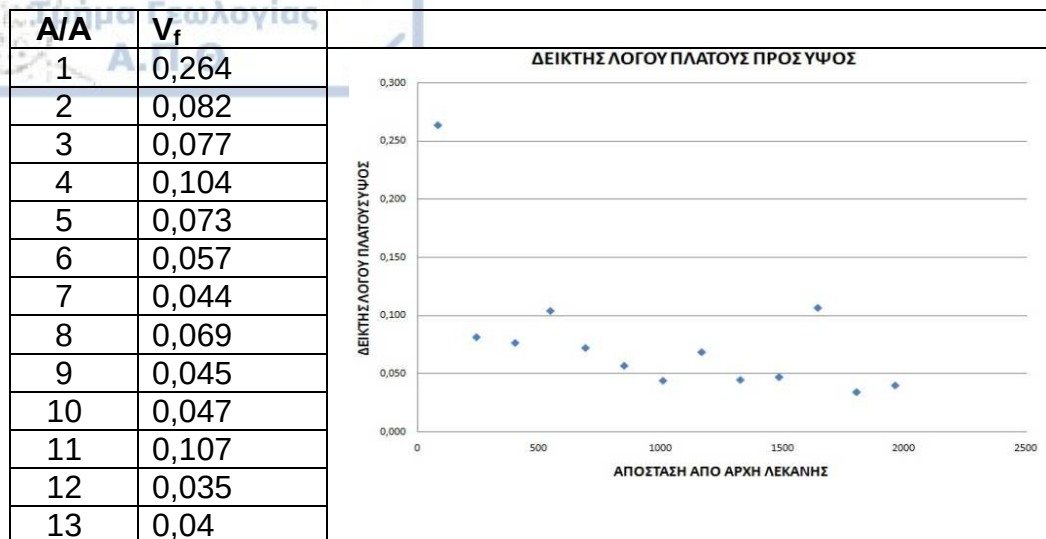
A/A	S _L (m)
1	410,385
2	325,642
3	209,248
4	277,439
5	614,166
6	293,547
7	114,841
8	114,841
9	312,417
10	140,028
11	91,653
12	155,964
13	148,408
14	131,408
15	106,227
16	218,720
17	119,644
18	165,703
19	135,540
20	110,253
21	112,541
22	122,552
23	98,723



Σχήμα 6-39. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

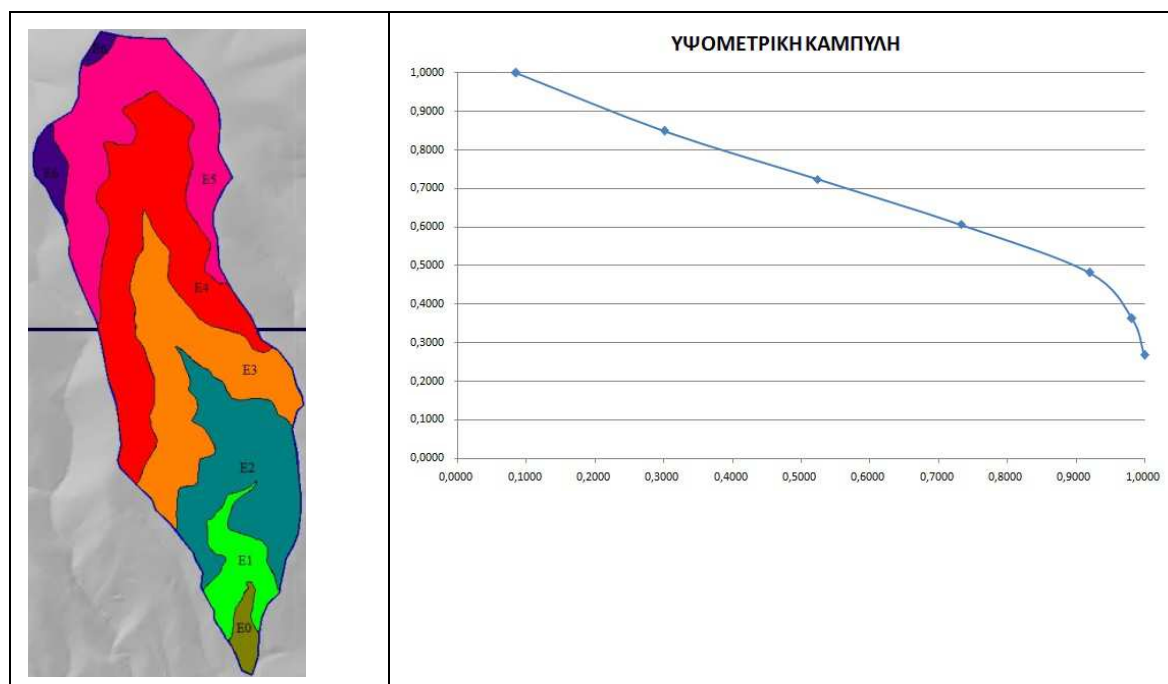


Σχήμα 6-40. Γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A
1	0,26	1,00
2	0,36	0,98
3	0,48	0,91
4	0,60	0,73
5	0,72	0,52
6	0,84	0,30
7	1,00	0,0



Σχήμα 6-41. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

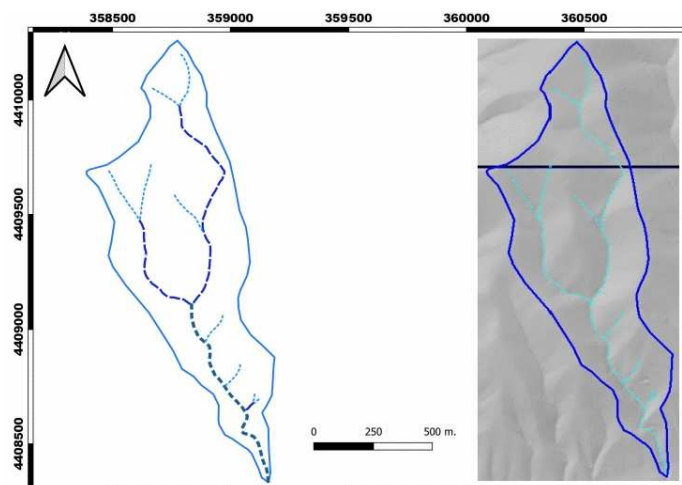
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 5

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	360,939	0,361	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,157
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,67	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			6,4
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			1,667
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			0,786
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			5,162
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			7,7
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			0,311
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,141
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		7,661	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	36,510(1/ Km ²)	40,727	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,047	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,478
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,388
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,780	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,477
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			51,752
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,199	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,040
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,008
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,484

6.5.3 ΛΕΚΑΝΗ 8

Η λεκάνη 8 είναι μία λεκάνη μεγάλης έκτασης με υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης.



Σχήμα 6-42. Διάταξη λεκάνης 8 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο δεξιού χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009).

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 4,56 \text{ Km}$ ή $4560,278 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,675 \text{ Km}^2$ ή $675339,03 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης A_r :	$A_r = 0,433 \text{ Km}^2$ ή 433900 m^2
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 1,923 \text{ Km}$ ή 1923 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,803 \text{ Km}$ ή $803,46 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 517,693 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 120,005 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 356,721 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 2140,612 \text{ (m)}$ ή $2,141 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 3477,594 \text{ (m)}$ ή $3,47 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 8$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler αναπτύσσεται συνοπτικά στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	9	158,604	1427,443
2	2	735,2475	1470,495
3	1	906,183	906,183

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες που αναλύονται σε μορφή πίνακα και συγκεντρωτικά παρουσιάζονται όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

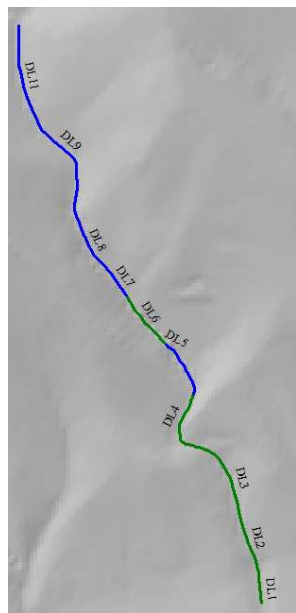
ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a(\text{m})$	$D_t(\text{m})$	$T(\text{m})$
1	3,526	27,311	71,76
2	4,338	45,803	0,095
3	13,563	74,266	0,183
4	25,89	114,8	0,227
5	35,735	135,97	0,263
6	71,343	130,61	0,546
7	82,221	160,4	0,513
8	44,332	190,28	0,233
9	29,71	171,54	0,176
10	33,114	178,42	0,186
11	7,243	221,88	0,033
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			2,579
Μέσος όρος T			0,234

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,199\text{m}$, Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length) $R = 0,008$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)
1	192,031
2	137,128
3	180,022
4	107,588
5	98,836
6	102,218
7	95,676
8	62,521
9	33,320
10	17,430
11	4,702

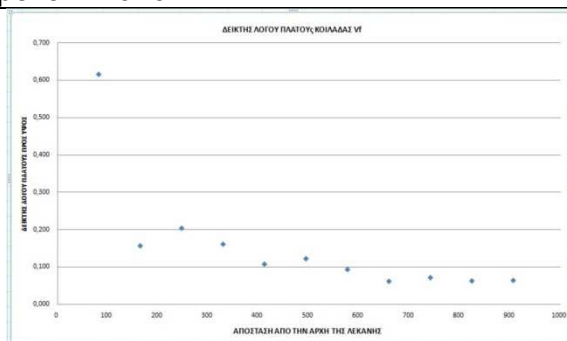


Σχήμα 6-43. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f
1	0,615
2	0,156
3	0,203
4	0,161
5	0,107
6	0,122
7	0,093
8	0,061
9	0,071
10	0,062
11	0,064

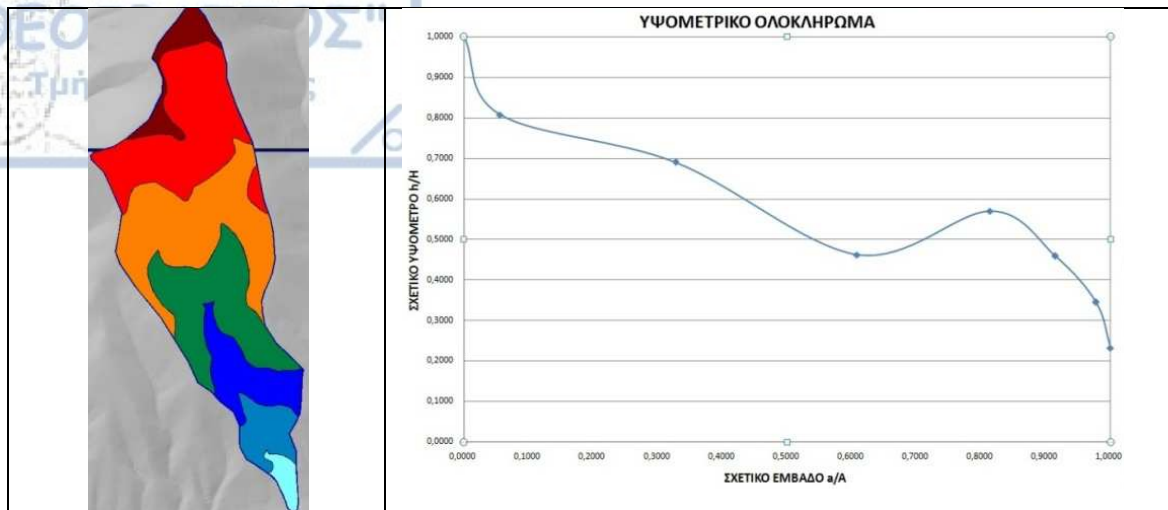


Σχήμα 6-44. Γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,2318	1,00	5	0,4616	0,6081
2	0,3443	0,9779	6	0,6908	0,3276
3	0,4589	0,9153	7	0,8076	0,0559
4	0,5698	0,8139	8	1,00	0,00



Σχήμα 6-45. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

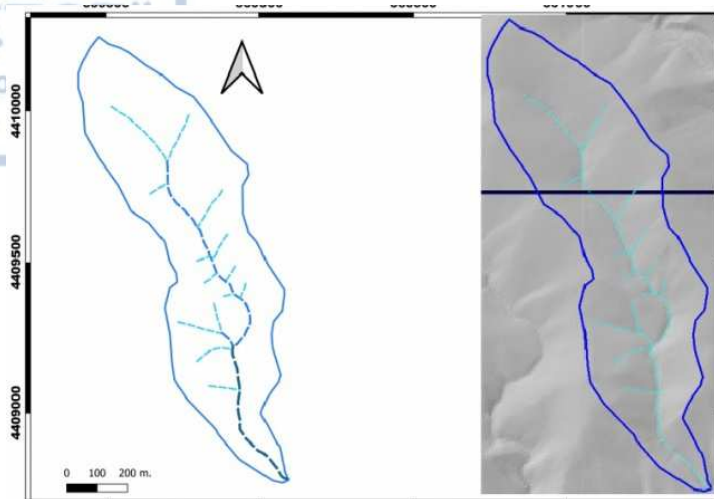
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗ 8

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	397,688	0,398	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,207
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,087	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			4,5
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			4,636
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,232
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			0,981
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			3,316
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,113
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		5,149	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	11,84(1/K m ²)	18,402	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_h		0,077	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,351
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,393
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,669	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,669
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			64,249
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,234	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,091
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,021
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,595

6.5.4 ΛΕΚΑΝΗ 1

Η λεκάνη 1 είναι μία λεκάνη μέτριας έκτασης με υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης.



Σχήμα 6-46. Διάταξη λεκάνης 1 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο δεξιού χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009).

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 3,613 \text{ Km ή } 3613,187 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,452 \text{ Km}^2 \text{ ή } 452489,313 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης A_r :	$A_r = 0,208700 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 1,476 \text{ Km ή } 1476 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,685 \text{ Km ή } 685,47 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 463,589 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 156,817 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 300,768 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 985,14 \text{ (m) ή } 0,985 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 2769,142 \text{ (m) ή } 7,769 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 17$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά strahler συνοπτικά αναπτύσσεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό Μήκος
1	14	105,1889	1472,645
2	2	390,689	781,375
3	1	515,119	515,119

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a(\text{m})$	$D_t(\text{m})$	$T(\text{m})$
1	35,863	169,14	96,8494
2	37,38	166,71	0,224

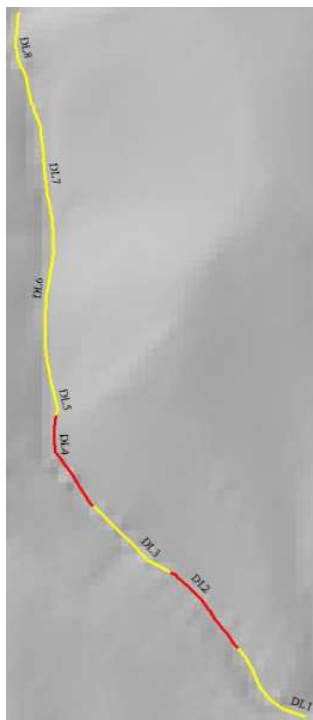
3	24,557	152,87	0,161
4	6,53	95,498	0,068
5	4,598	94,79	0,049
6	7,918	69,658	0,114
7	9,81	78,044	0,126
8	12,584	46,411	0,271
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,224
Μέσος όρος T			0,153

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,153$ m, Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length)

$R = 0,125$, $R = 0,019$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	$S_L(m)$	A/A	$S_L(m)$
1	262,015	5	376,838
2	607,910	6	236,388
3	208,910	7	314,509
4	555,307	8	249,529

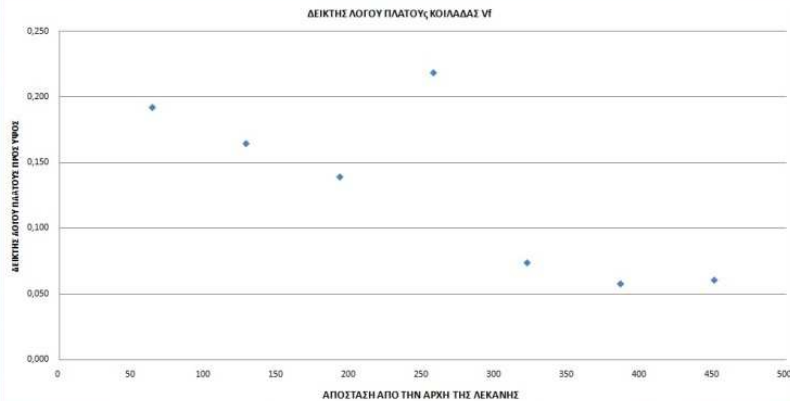


Σχήμα 6-47. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V_f	A/A	V_f
1	0,192	5	0,074
2	0,164	6	0,058
3	0,139	7	0,061
4	0,218	8	0,237

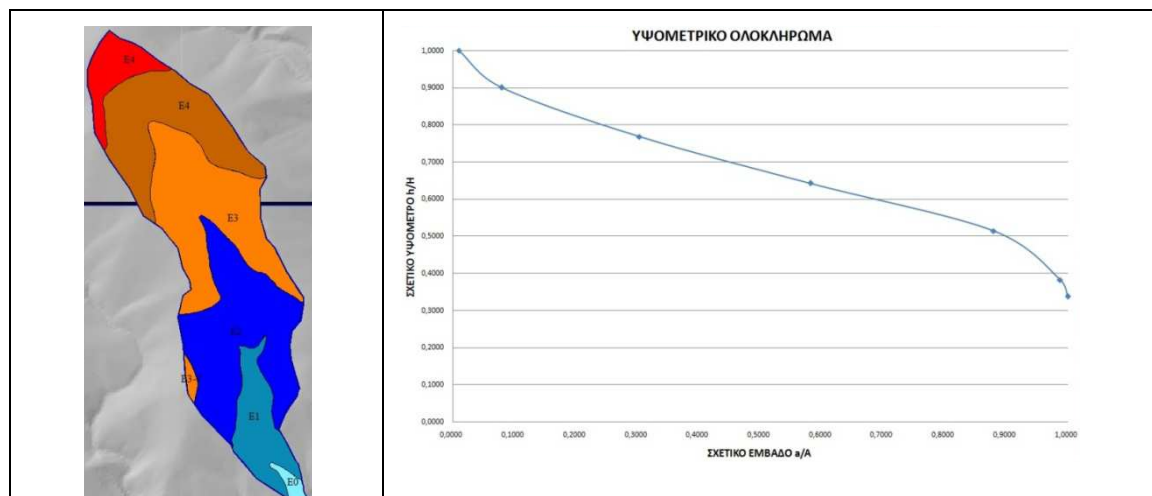


Σχήμα 6-48. Γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος V_t σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,33	1,00	5	0,76	0,29
2	0,38	0,98	6	0,90	0,07
3	0,51	0,87	7	1,00	0,00
4	0,64	0,58			



Σχήμα 6-49. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	306,772	0,307	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,208
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}			0,085
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			7,00
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0

Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			3,714
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,318
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,483
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			2,507
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,667
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d			6,120
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	37,570(1/ Km^2)	25,992	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n			0,005
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,307
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,153
Δείκτης επιμήκυνσης R_L			0,625
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,436
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			46,153
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T			0,153
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,125
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,019
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,469

6.5.5 ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΑΝΤΕΛΩΣΗΣ ΜΕΤΩΠΟΥ

Ο δείκτης δαντέλωσης S_{mf} προκύπτει από την εξίσωση:

$$S_{mf} = L_{mf} / L_s, \text{ (Bull \& McFadden 1977)}$$

Ο δείκτης δαντέλωσης για την περιοχή Αργυροπουλίου – Δελέρων – Ροδιάς υπολογίζεται για τις ανατολικές λεκάνες. Στο επόμενο σχήμα 6-50, διακρίνονται οι ανατολικές λεκάνες (μπλε πολύγωνα) με υπόβαθρο ορθοφωτοχάρτη του Κτηματολογίου (2015-2017) της περιοχής. Για τον υπολογισμό της δαντέλωσης μετώπου, χρησιμοποιούνται επίσης οι ίδιες ισοϋψείς που χρησιμοποιήθηκαν για τις κεντρικές λεκάνες. Συγκεκριμένα με το κίτρινο χρώμα είναι η ισοϋψής των 120m, με καφέ των 140m και με πράσινο 160 η ισοϋψής των μέτρων στην περιοχή

Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς των 120, 140 και 160 μέτρων. Συγκεκριμένα:

Ισοϋψής (m)	Μήκος L_{mf} (m)	Μήκος L_s (m)	Δείκτης δαντέλωσης S_{mf}
120	3702,887	2604	1,42
140	4013,609	2604	1,54
160	4079,187	2604	1,56

Στις ανατολικές λεκάνες της περιοχή της Ροδιάς (στοιχεία του προηγούμενου πίνακα) βλέπουμε ότι η ισοϋψής των 120 m, πλησιάζει τις συνθήκες ανενεργού μετώπου με τιμή $S_{mf} = 1,42$ ενώ σε μεγαλύτερα υψόμετρα οι τιμές του δείκτη δαντέλωσης αντιστοιχούν σε ανενεργό μέτωπό (Rockwell et al 1985, Κουκουβέλας κ. αλ. 2020).



Σχήμα 6-50. Ανατολικές λεκάνες της ανατολικής περιοχής Ροδιάς με τις ισοϋψείς των 120m, 140m και 160m, που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του δείκτη δαντέλωσης μετώπου, υπόβαθρο χάρτη ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2015-2017).

6.5.6 ΤΡΙΓΩΝΙΚΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΕΣ

Για την ποσοτική μέτρηση αυτών των γεωμορφών (triangular facets) χρησιμοποιείται ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f (percentage faceting along mountain), όπου για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιείται η σχέση:

$$P_f = L_f / L_s, \text{ (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020)}$$

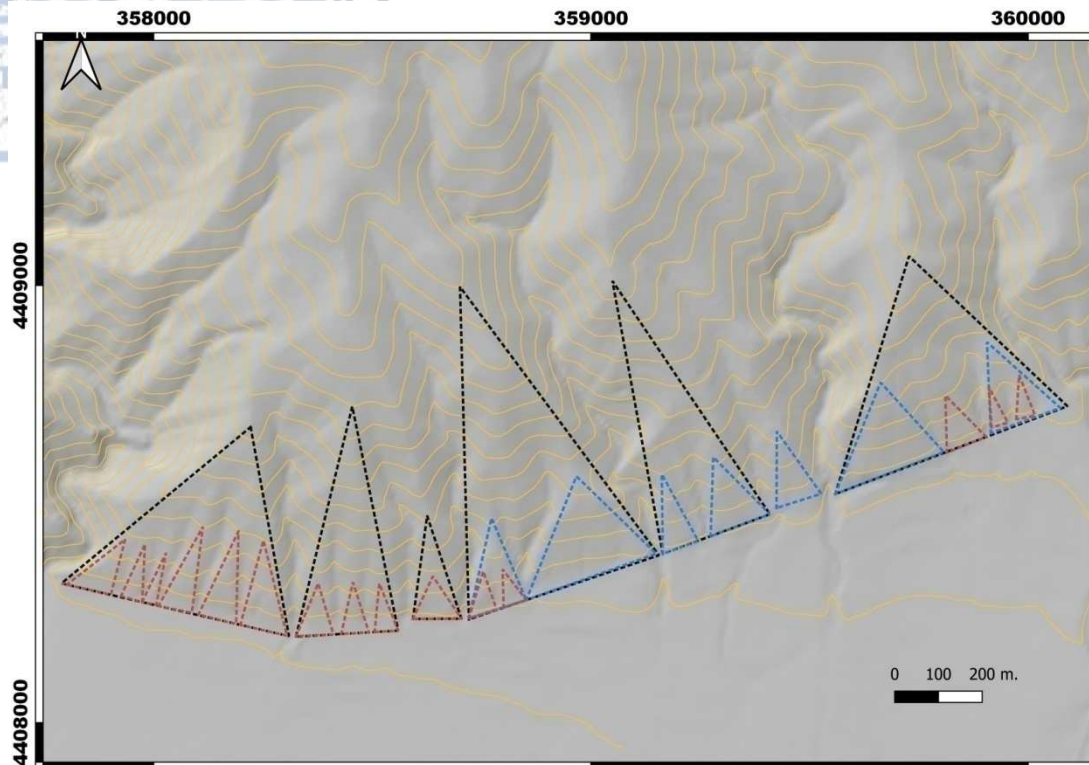
Στην περιοχή της Ροδιάς υπάρχουν τρεις διαφορετικές γενιές τριγωνικών γεωμορφών (Σχήμα 6-51).

Η 1^η γενιά (μεγαλύτερα τρίγωνα) είναι λιγότερη ευδιάκριτη. Τα τρίγωνα αυτά διαμορφώνονται ως άνω υψομετρικό όριο από 268 έως 357m περίπου, είναι οι πιο παλαιότερες δομές που διαμορφώθηκαν, τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά τους τείνουν να εξαλειφθούν και είναι δύσκολα αναγνωρίσιμες. Οι δεύτερης τάξης γεωμορφές έχουν μέγιστο υψόμετρο από 178 έως 214 m, περίπου, (ενδιάμεσα τρίγωνα) είναι αρκετά ευδιάκριτες και είναι οι πιο κοινές γεωμορφές που συναντούμε. Στην περιοχή εμφανίζονται και τρίτης τάξης 3^{ης} τριγωνικών γεωμορφών οι οποίες είναι μικρότερες με μέγιστο υψόμετρο τα 150m. Το σχήμα 6-52 απεικονίζει το τρισδιάστατο μοντέλο των γεωμορφών με την χρήση του ψηφιακού μοντέλου του Κτηματολογίου. Ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f στην περίπτωση της κεντρικής περιοχής της Ροδιάς είναι:

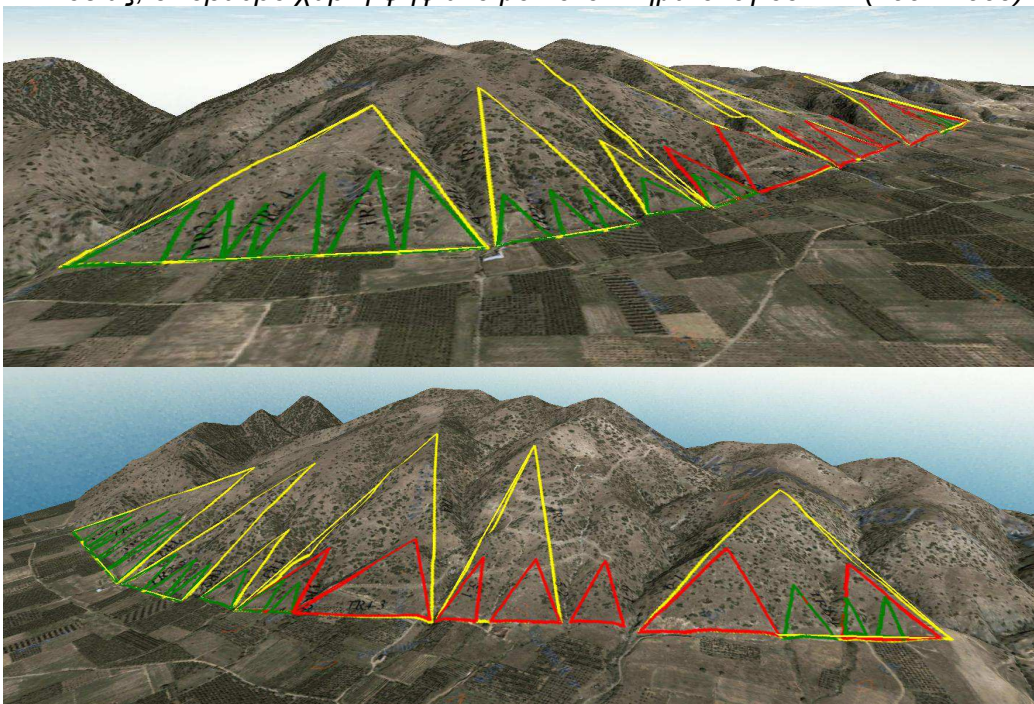
$$P_f = L_f / L_s,$$

$$L_f = 173065, \quad L_s = 2392$$

$$P_f = 0,725 \text{ (αδιάστατο),}$$



Σχήμα 6-51. Τριγωνικές γεωμορφές με ισοϋψείς, στην ανατολική περιοχή της Ροδιάς, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε.(2007-2009)



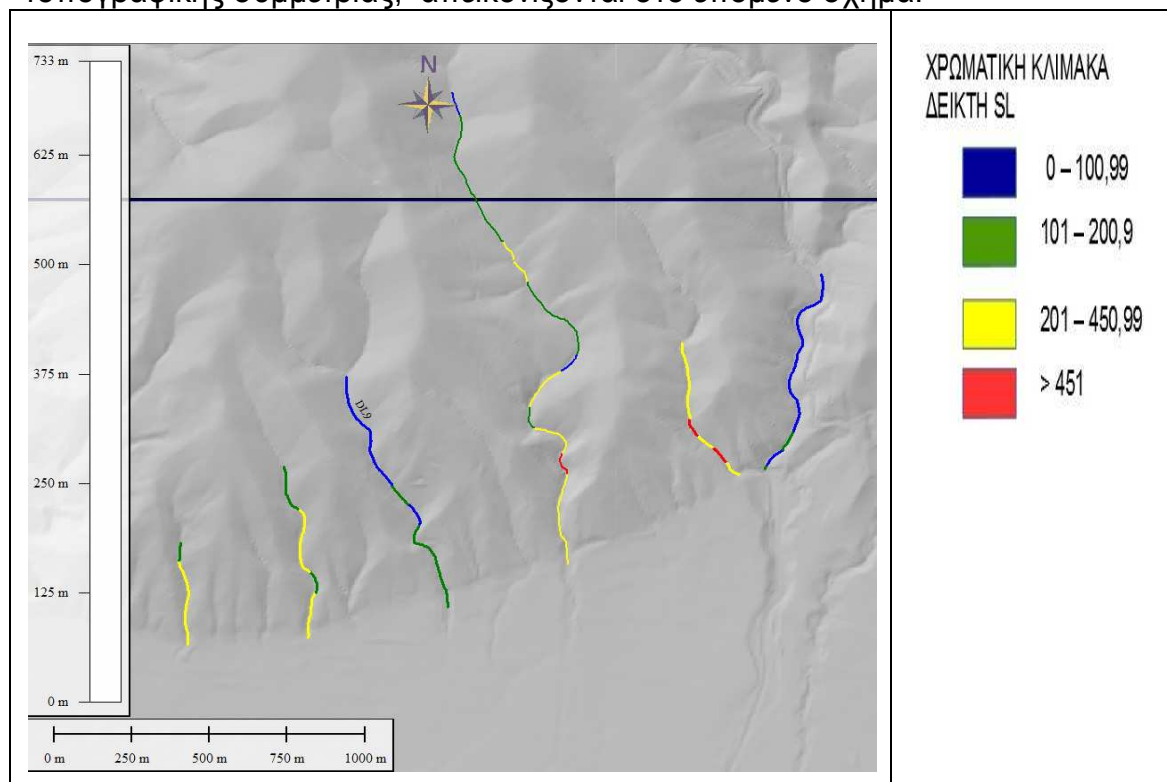
Σχήμα 6-52. Τριγωνικές γεωμορφές περιοχής σε τρισδιάστατη απεικόνιση, με την χρήση του ψηφιακού μοντέλου και του ορθοφωτοχάρτη του Κτηματολογίου Α.Ε. (2015-2017)

Η μέγιστη τιμή του δείκτη που είναι κοντά στη μονάδα εμφανίζεται σε περιοχές με έντονη δραστηριότητα, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν δηλώνουν την απουσία τεκτονικής δραστηριότητας. Στην περίπτωση της ανατολικής περιοχής της Ροδιάς, ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f , για τις ανατολικές είναι 0,725. Από τις τιμές του δείκτη δαντέλωσης αλλά των τριγωνικών μορφών, δηλώνουν την

παρουσία μέτριας τεκτονικής δραστηριότητας στην περιοχή (Caputo & Helly 2005).

6.5.7 ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Όλες οι τιμές του δείκτη μήκους κλίσης ρέματος στην ανατολική περιοχή του ρήγματος της Ροδιάς των λεκανών απορροής της ανατολικής περιοχής, μαζί με τον προσανατολισμό και κατανομή των μεγεθών του δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, απεικονίζονται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 6-53. Αριθμητικές τιμές του δείκτη μήκους κλίσης – ρέματος S_L , με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο για τις ανατολικές λεκάνες του ρήγματος της Ροδιάς, ένθετη εικόνα η χρωματική κλίμακα των υψομέτρων, προβεβλημένες στο ψηφιακό μοντέλο (DEM) που προέρχεται από το Κτηματολόγιο (2007-2009).

Στην ανατολική περιοχή παρατηρούμε μέτριες έως υψηλές τιμές του δείκτη S_L , γεγονός που δείχνει κατά πάσα πιθανότητα τεκτονική δραστηριότητα κοντά στον πρόποδα του ρήγματος. Συνολικά όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες της ανατολικής περιοχής εμφανίζονται συγκεντρωμένοι στον επόμενο πίνακα.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ												
ΔΕΙΚΤΗΣ	Α/Α ΛΕΚΑΝΕΣ											
	2	5	8	1	10	6	9	7	11	2-4	2-3	2-2
B_h	0,59	0,36	0,39	0,3	0,29	0,25	0,2	0,16	0,24	0,42	0,15	0,06
R	0,14	0,15	0,2	0,2	0,27	0,32	0,38	0,35	0,35	1,28	0,13	0,3
R_{hp}	0,05	0,67	0,08	0,08	0,12	0,13	0,38	0,16	0,16	0,48	0,13	0,13
R_B	5,42	6,4	4,5	7,0	2,0							
R_L	1,82	5,1	4,6	3,7	1,69							
D_n	4,04	7,7	3,3	2,5	1,02							
S	1,13	1,14	1,11	0,6	0,93	0,91	0,75	0,68	0,79	0,86	0,67	0,77
D_d	4,99	7,66	5,14	6,1	5,82	6,98	8,32	13,3	8,89	9,73	7,5	14,1
F_s	32,12	40,7	18,4	37,5	23,5	33,8	48,1	123	54,8	65,7	39,2	138

R_n	0,12	0,04	0,07	0,05	0,05	0,03	0,02	0,01	0,02	0,04	0,02	0,005
R_F	1,32	0,47	0,35	0,3	0,17	0,13	0,1	0,08	0,08	0,08	0,09	0,055
B_S	1,67	2,3	2,3	2,15	2,74	1,98	2,4	2,91	3,51	1,69	2,0	2,82
R_L	1,3	0,78	0,6	0,62	0,47	0,4	0,4	0,33	0,33	0,33	0,33	0,26
R_C	0,52	0,47	0,4	0,43	0,42	0,38	0,5	0,47	0,33	0,49	0,41	0,629
AF	52,97	51,7	64,2	46,1	45,0	55,1	71,9	56,2	47,9	60,5	52,1	68,47
Περιστροφή	Σ	Σ	A	Δ	Δ	A	A	A	Δ	A	Σ	A
T	0,198	0,19	0,23	0,15	0,24							
Συμμετρία	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ							
R1	0,11	0,04	0,09	0,15	0,12							
R2	0,02	0,008	0,02	0,01	0,03							
H_i	0,36	0,48	0,59	0,46	0,58	0,53	0,48	0,46	0,52	0,5	0,44	0,406
Στάδιο	Γ	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
S_{mf}	1,42											
P_f	0,72											
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΡΟΔΙΑΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑ											
Σ	2-1	1-2	1-1	12	13	14	15	15-1	16	17	18	19
B_h	0,05	0,13	0,118	0,31	0,19	0,25	0,105	0,088	0,17	0,14	0,11	0,09
R	0,32	0,37	0,338	0,41	0,36	0,34	0,408	0,398	0,36	0,38	0,37	0,38
R_{hp}	0,13	0,15	0,127	0,19	0,17	0,15	0,186	0,188	0,16	0,16	0,16	0,16
R_B						3,0	2,0					
R_L						0,94	0,325					
D_n						20,2	0,618					
S	0,91	0,73	1,2	0,76	0,69	0,92	0,771	0,455	0,78	0,92	0,82	0,73
D_d	22,4	10,5	12,2	15,7	15,8	10,0	10,02	17,9	10,9	18,1	17,5	21,6
F_s	348	77,1	103	0,04	174	69,7	228,5	224,4	83,7	324	214	324
R_n	0,00	0,01	0,01	0,008	0,01	0,02	0,006	0,005	0,01	0,08	0,06	0,05
R_F	0,04	0,06	0,121	0,048	0,04	0,13	0,056	0,025	0,07	0,05	0,47	0,03
B_S	2,28	2,17	1,467	3,667	6,3	2,26	2,582	3,76	2,9	2,34	2,35	2,2
R_L	0,22	0,29	0,393	0,248	0,23	0,42	0,267	0,18	0,3	0,25	0,24	0,2
R_C	0,59	0,44	0,609	0,421	0,24	0,48	0,565	0,32	0,4	0,32	0,37	0,32
AF	59,7	56,8	55,81	55,62	52,0	37,4	41,13	39,72	49,8	53,7	59,3	60,1
Περιστροφή	A	A	A	A	Σ	Δ	Δ	Δ	Σ	A	A	A
T						0,20						
Συμμετρία						Σ						
R1						0,14						
R2						0,02						
H_i	0,49	0,49	0,382	0,469	0,49	0,51	0,465	0,514	0,46	0,46	0,48	0,47
Στάδιο	Ω	Ω	Γ	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω

Υπόμνημα πίνακα:

Για την περιστροφής λεκάνης του δείκτη ασυμμετρίας της λεκάνης απορροής (AF):

Δ= περιστροφή προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού.

A= περιστροφή προς τα αριστερά του κυρίου ποταμού.

Σ= συμμετρική λεκάνη.

Παράγοντας εγκάρσιας τοπογραφίας:

A= ασυμμετρία.

Σ= συμμετρία.

Δείκτης υψομετρικής καμπύλης, στάδιο λεκάνης:

Ω= στάδιο ωριμότητας.

N= στάδιο νεότητας.

Στον ανωτέρω πίνακα εμφανίζονται οι τιμές των δεικτών όλων των λεκανών της ανατολικής περιοχής του ρήγματος της Ροδιάς, που υπολογίστηκαν στην ενότητα. Ο τρόπος υπολογισμού κάθε επιμέρους τιμής των δεικτών του πίνακα, αναλύεται στους αντίστοιχους παραγράφους που υπολογίζονται οι μορφοτεκτονικοί δείκτες των λεκανών με A/A: 2, 5, 8, 1, 10, 6, 9, 7, 11, 2-4, 2-3, 2-2, 2-1, 1-2, 1-1, 12, 13, 14, 15, 15-1, 16, 17, 18 και 19.

Για τις λεκάνες της ανατολικής περιοχής της Ροδιάς, μετά από την ανάλυση των μορφοτεκτονικών δεικτών των λεκανών, γενικά επισημαίνονται:

Σχήμα λεκανών: Επίμηκες ή σχεδόν επίμηκες.

Διεύθυνση προσανατολισμού: Παρατηρούνται διευθύνσεις από BA – B – BΔ έως NΔ – N – NA.

Υδρογραφικό δίκτυο: Δενδροειδούς μορφής.

Κατανομή δικτύου απορροής: Κανονική ανάπτυξη δενδροειδούς μορφής για λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, μέτρια ανάπτυξη για τις υπόλοιπες.

Πυκνότητα απορροής: Γενικά παρατηρούνται σχετικά μεγάλες τιμές του δείκτη (D_d) που παραπέμπουν σε περιοχή με σχεδόν αδιαπέραστο λιθολογικό υπόβαθρο, με απότομο ανάγλυφο, περιορισμένη βλάστηση και γρήγορη στράγγιση.

Καμπυλότητα υδατορέματος: Εμφάνιση μερικής καμπυλότητας σε λεκάνες 2^{ης} τάξης και άνω τάξεως. Γενικά οι τιμές του δείκτη (S) αντιστοιχούν σε περιοχή εντόνου αναγλύφου.

Συχνότητα διακλάδωσης: Κανονική για λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, μέτρια έως μικρή στις υπόλοιπες.

Τραχύτητα αναγλύφου: Χαμηλή πολυπλοκότητα του ανάγλυφου με χαμηλές τιμές του δείκτη (R_n).

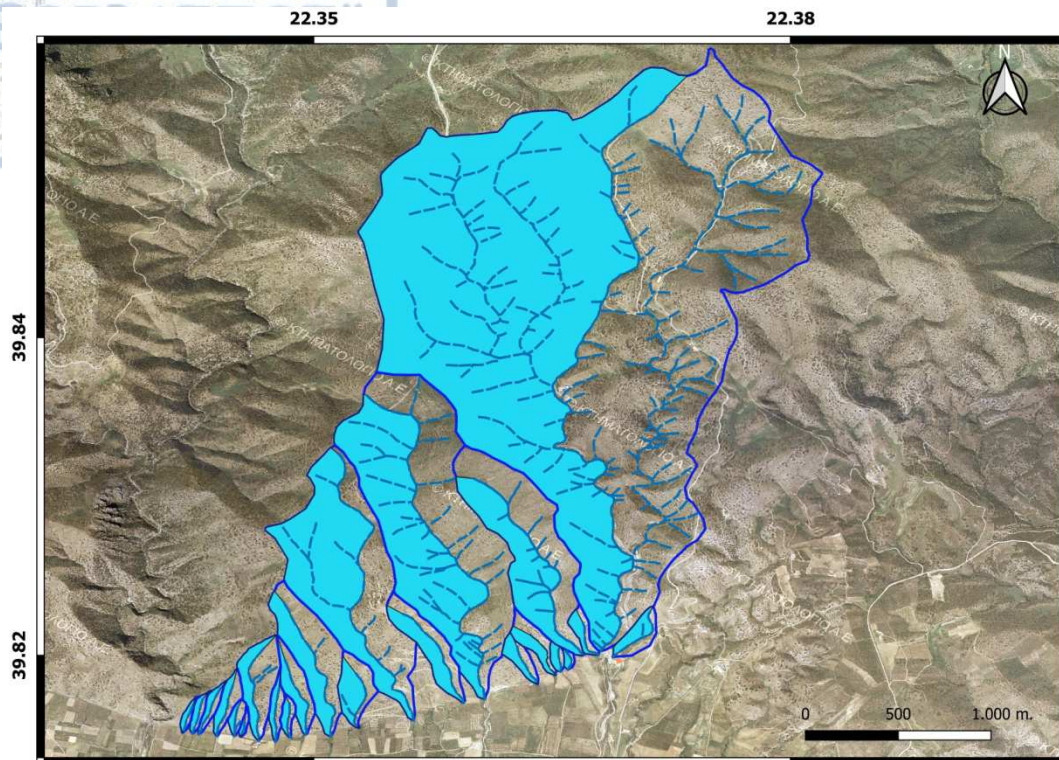
Ασυμμετρία λεκάνης απορροής: Περιστροφή προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού σε έξι λεκάνες (1, 10, 11, 14, 15, 15-1), περιστροφή προς τα αριστερά σε δεκατρείς λεκάνες (1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 2-4, 6, 7, 8, 9, 12, 17, 18 και 19) και συμμετρική κατανομή σε πέντε λεκάνες (2, 5, 2-3, 13 και 16).

Τοπογραφική συμμετρία: Από την εφαρμογή του δείκτη (T) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, όλες οι λεκάνες εμφανίζονται ως συμμετρικές.

Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος. Από την εφαρμογή του δείκτη μήκους κλίσης ρέματος (S_L) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, εμφανίζονται μεγάλες κλίσεις στο υδατόρεμα σε τέσσερις λεκάνες, ενώ στις υπόλοιπες παρατηρείται μέτρια έως χαμηλή κλίση.

Πλάτος προς ύψος κοιλάδας: Από την εφαρμογή του δείκτη (V_f) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, παρατηρούνται μικρές τιμές του δείκτη (μικρότερες της μονάδας) που συσχετίζονται με οξύληκτες σχήματος κοιλάδες V και αυξημένη τεκτονική δραστηριότητα.

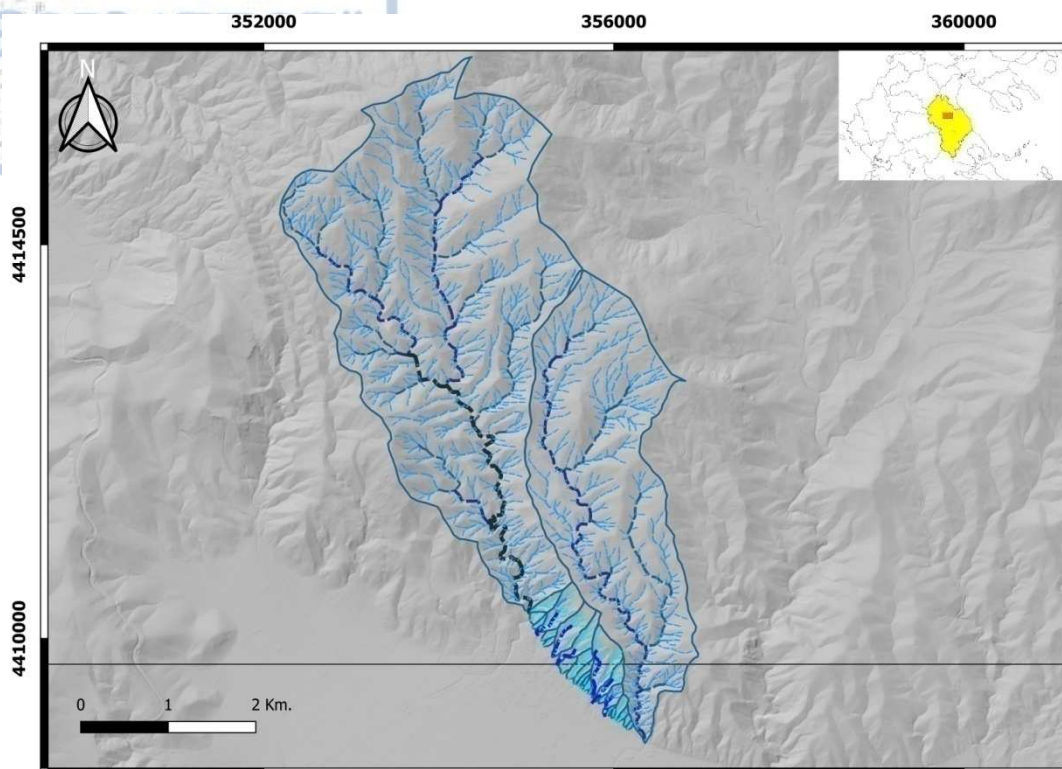
Υψομετρική καμπύλη: σχεδόν όλες οι λεκάνες της ανατολικής περιοχής της Ροδιάς, βρίσκονται στο «στάδιο της ωριμότητας», εκτός από δύο λεκάνες (1-1, 2) που εντοπίζεται «στο στάδιο του γήρατος».



Σχήμα 6-54. Ανατολικές λεκάνες της Ροδιάς, με το υδρογραφικό δίκτυο και τις υπολεκάνες Α₁ (εμβαδό λεκάνης που βρίσκεται στα δεξιά του κυρίου ποταμού με το γαλάζιο χρώμα), που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο του δείκτη ασυμμετρίας λεκάνης απορροής Α₁. Υπόβαθρο χάρτη ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

6.6 ΔΥΤΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΡΟΔΙΑΣ

Οι δυτικές λεκάνες της περιοχής Ροδιάς εντοπίζονται στην περιοχή πλησίον του οικισμού του Αργυροπουλίου και αποτελούνται από 21 επιμέρους υδρολογικές λεκάνες. Η περιοχή φιλοξενεί δύο (2) πολύ μεγάλες λεκάνες (δύο από τις μεγαλύτερες της περιοχής), πέντε (5) μέτριες, ενώ οι υπόλοιπες έχουν μικρό εμβαδό. Ακολουθεί ο επιμέρους αναλυτικός προσδιορισμός των μορφοτεκτονικών δεικτών της λεκανών με προτεραιότητα από την μεγαλύτερη προς την μικρότερη λεκάνη. Στη συνέχεια αναλύονται οι σημαντικότερες λεκάνες της περιοχής, ενώ η ανάλυση όλων των λεκανών παρουσιάζεται στο παράρτημα.



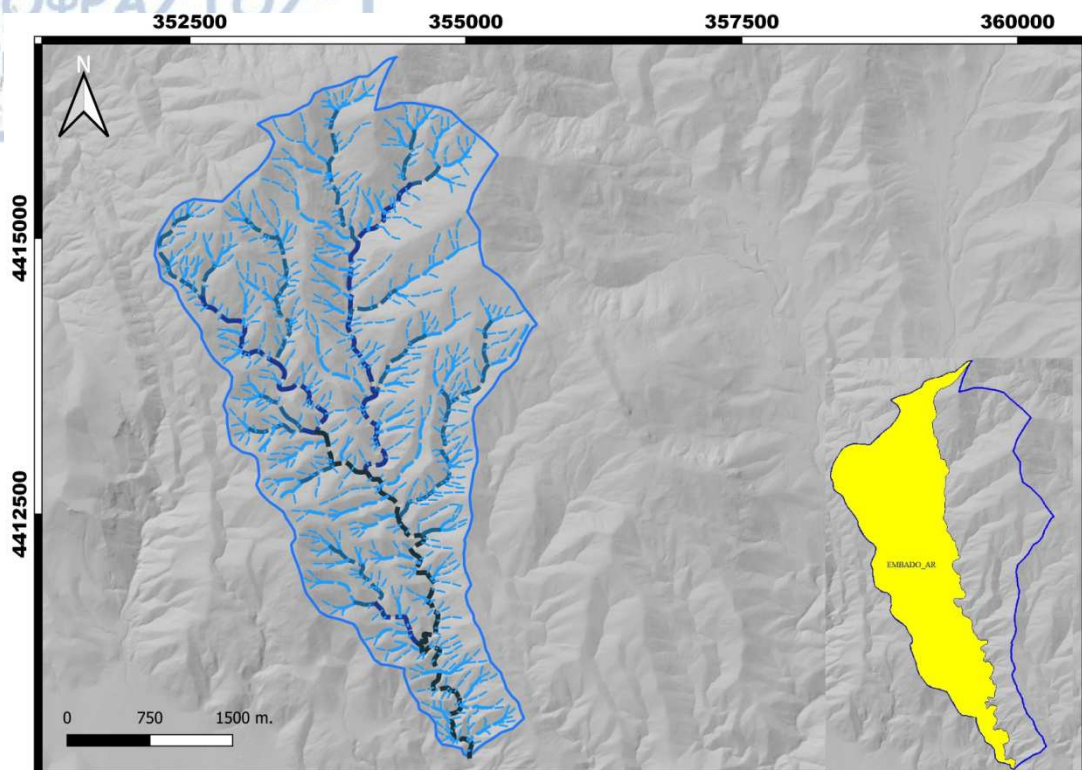
Σχήμα 6-55. Υδρολογικές λεκάνες δυτικής περιοχής Αργυροπουλίου, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

6.6.1 ΛΕΚΑΝΗ 42

Η λεκάνη 42 είναι η μεγαλύτερη λεκάνη της δυτικής περιοχής της Ροδιάς με εμβαδό $11,54 \text{ Km}^2$. Ουσιαστικά πρόκειται για την δεύτερη μεγαλύτερη σε έκταση της περιοχής Αργυροπουλίου – Δελερίων – Ροδιάς, με μεγάλο και πυκνό υδρογραφικό δίκτυο 5^{ης} τάξης. Ξεκινάει με τέσσερεις κλάδους και σταδιακά καταλήγει σε ένα μεγάλο κλάδο. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρως αναπτυγμένη λεκάνη με μεγάλο και πλούσιο υδρογραφικό δίκτυο καλύπτει μια μεγάλη περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 17,31 \text{ Km}$ ή $17319,2 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 11,54 \text{ Km}^2$ ή $11542049,71 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (Ar) :	$A = 6,127 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 6,34 \text{ Km}$ ή 6343 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 3,4 \text{ Km}$ ή 3448 m
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 1123,87 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 166,173 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 678,42 \text{ (m)}$



Σχήμα 6-56. Διάταξη λεκάνης 42 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009), ένθετη εικόνα εμβαδό λεκάνης Ar.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 8324,87 (m) ή 8,32 (Km)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 109082,58$ (m) ή 109,08 (Km)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 677$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	529	129,548	68531,15
2	100	186,22	18622,01
3	31	352,919	10940,49
4	11	559,44	6153,83
5	6	805,85	4835,09

Αναλυτική παρουσίαση των δεικτών καθώς και ο τρόπος υπολογισμού, αναλύεται στην προηγούμενη ενότητα. Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι δείκτες και αναλύονται οι επιμέρους δείκτες για το κεντρικό τμήμα των ρεμάτων που συλλέγει όλους τους υφιστάμενους κλάδους. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

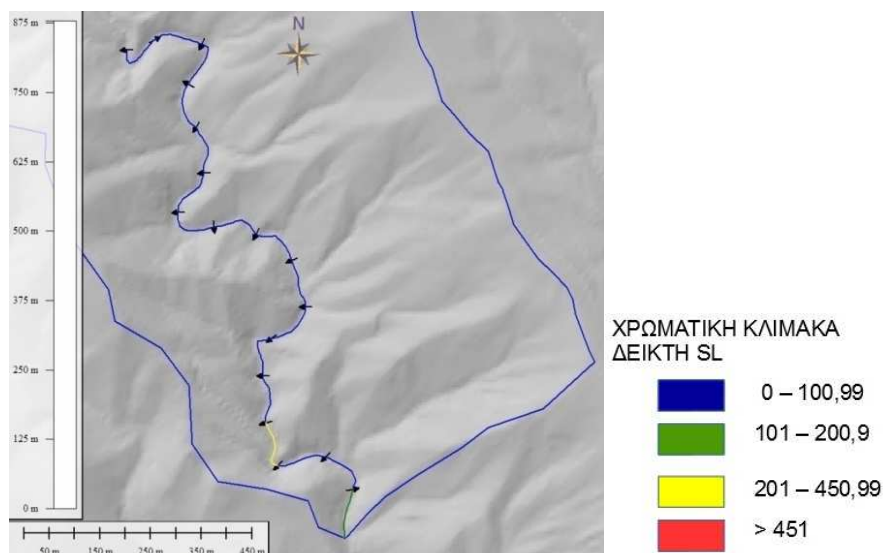
ΣΗΜΕΙΟ	$D_a(m)$	$D_t(m)$	$T(m)$
1	15,237	80,258	0,19

2	43,825	151,74	0,289
3	291,45	442,71	0,884
4	216,65	369,58	0,594
5	254,07	413,16	0,615
6	146,55	342,81	0,427
7	65,644	446,890	0,147
8	32,008	395,65	0,081
9	84,772	395,14	0,215
10	283,47	795,75	0,356
11	207,23	434,65	0,477
12	124,44	427,93	0,291
13	71,627	420,75	0,170
14	86,899	1450,0	0,060
15	68,348	484,13	0,141
16	5,431	493,71	0,011
17	56,653	510,76	0,111
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			5,059
Μέσος όρος T			0,298

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,298$ m, Διασπορά τιμών του δείκτη
 $R = 0,298$, $R = 0,018$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

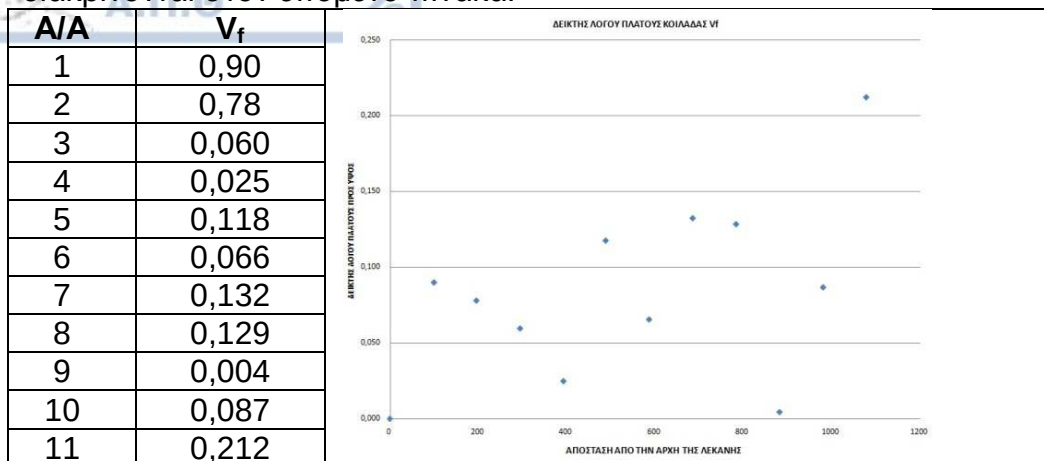
A/A	$S_L(m)$	A/A	$S_L(m)$
1	114,343	7	35,322
2	27,160	8	34,117
3	128,377	9	27,117
4	54,864	10	7,652
5	5,055	11	34,87
6	43,495	12	



Σχήμα 6-57. Ο δείκτης μήκους κλίσης ρέματος S_L , με χρωματική απεικόνιση για τον κεντρικό κλάδο, μαζί με τον προσανατολισμό και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T , υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

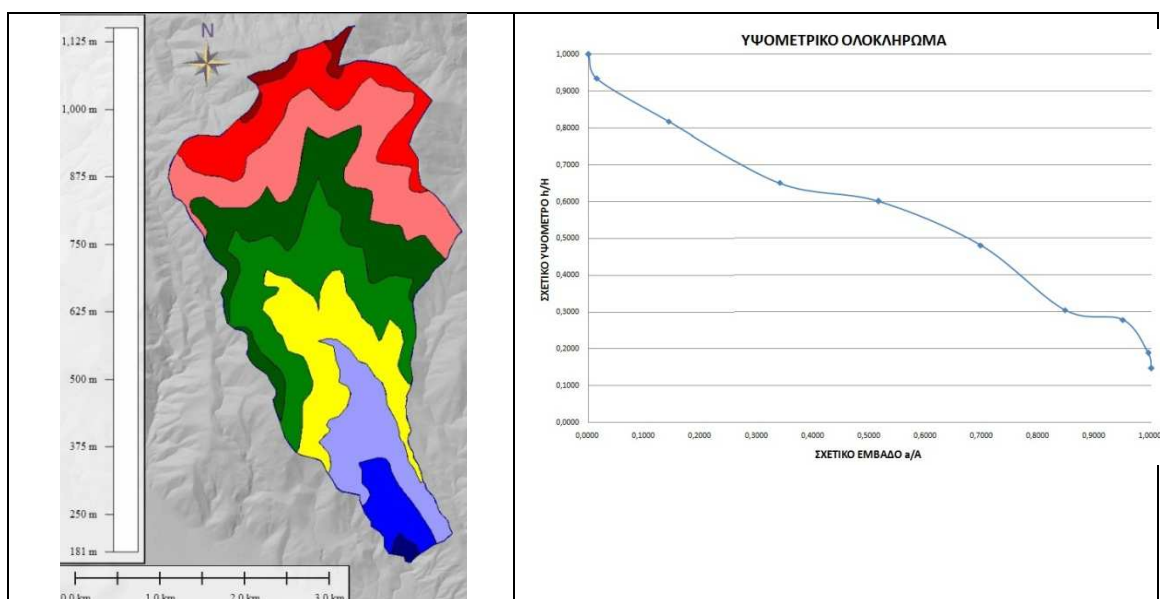


Σχήμα 6-58. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος λόγω του μεγέθους της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 100 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,14	1,00	6	0,60	0,51
2	0,18	0,99	7	0,65	0,34
3	0,27	0,94	8	0,81	0,14
4	0,30	0,84	9	0,93	0,15
5	0,48	0,69	10	1,00	0,00



Σχήμα 6-59. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 42

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	957,798	0,658	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,151
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,055	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			5,29
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			3,226
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B3}			2,818
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B4}			1,833
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,437
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,895
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 3$			1,585
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 4$			1,440
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			4,591
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			1,591
Δείκτης κλασματικής διάστασης 3			2,249
Δείκτης κλασματικής διάστασης 4			1,661
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,312
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		9,458	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	58,655(1/ Km^2)	61,988	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,101	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			1,820
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,840
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		1,522	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,484
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			53,084
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,298	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,059
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,018
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,535

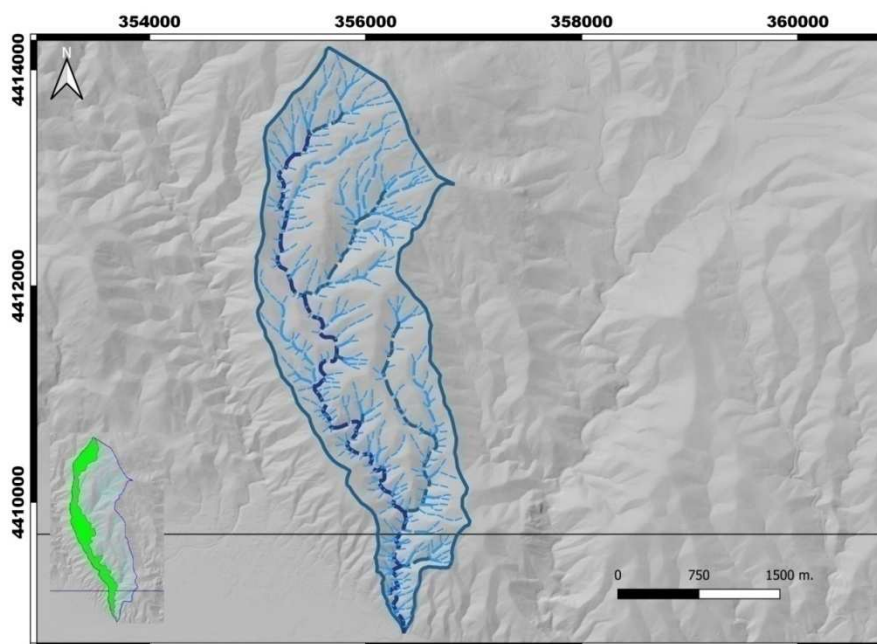
6.6.2 ΛΕΚΑΝΗ 41

Η λεκάνη 41 με εμβαδό $5,94Km^2$ είναι μεγάλη με πυκνό υδρογραφικό δίκτυο 4^{ης} τάξης. Ουσιαστικά πρόκειται για την τρίτη μεγαλύτερη σε έκταση λεκάνη της περιοχής. Ξεκινάει με δύο κλάδους ενώ προστίθεται στην πορεία και άλλος μεγάλος κλάδος, για να καταλήξει σε ένα συγκεντρωτικό κλάδο. Είναι δεντρικής μορφής, καλά αναπτυγμένη λεκάνη με μεγάλο και πλούσιο υδρογραφικό δίκτυο, καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 13,07 Km$ ή $13073,88 m$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 5,946Km^2$ ή $5945696,587 m^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 1,534 Km^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 5,397 Km$ ή $5397 m$

Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 1,84 \text{ Km ή } 1840 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 926,84 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 104,941 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\mu\epsilon\sigma\sigma}$	$H_{\mu\epsilon\sigma\sigma} = 652,099 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 7441,87 \text{ (m) ή } 7,442 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 57637,751 \text{ (m) ή } 57,637 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 355$



Σχήμα 6-60. Διάταξη λεκάνης 41 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009), ένθετη εικόνα εμβαδό λεκάνης Ar.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

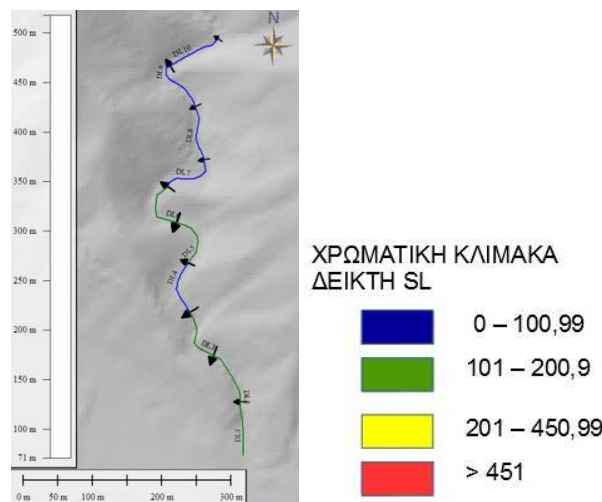
Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	287	126,62	36340,20
2	48	211,59	10156,50
3	10	434,81	4348,05
4	7	970,43	6793,0

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι δείκτες και υπολογίζονται αναλυτικά οι επιμέρους δείκτες του κεντρικού τμήματος που συλλέγει όλους τους υφιστάμενους κλάδους. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ - ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)	S _L (m)
1	13,39	42,81	0,313	184,093
2	62,804	103,06	0,609	149,940
3	60,418	105,06	0,575	173,637
4	58,581	161,16	0,363	97,842
5	199,55	315,53	0,632	102,289
6	84,006	194,11	0,433	152,289
7	28,232	167,25	0,169	93,685
8	46,415	195,25	0,237	77,341
9	145,56	390,79	0,372	111,378
10	23,933	281,32	0,085	61,582
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			3,790	
Μέσος όρος T			0,379	

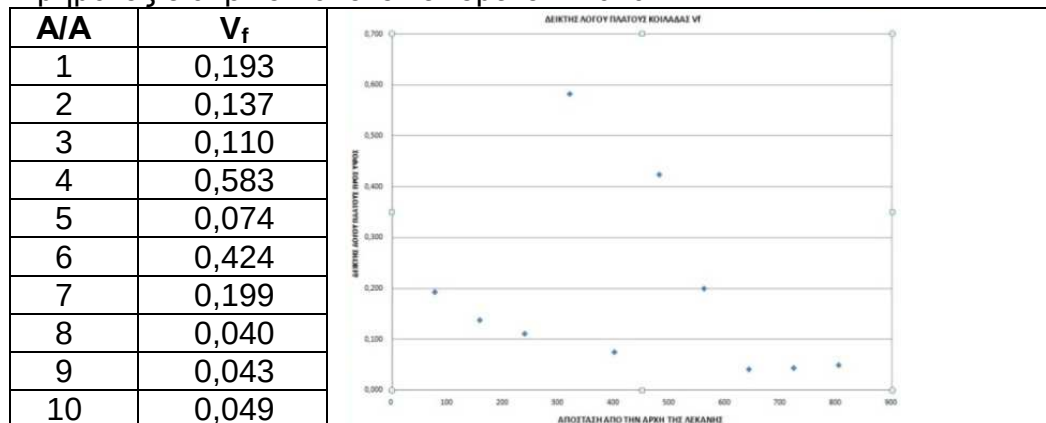
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T= 0,379 m.
Διασπορά τιμών του δείκτη R= 0,10 R= 0,038



Σχήμα 6-61. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση για τον κεντρικό κλάδο, μαζί με τον προσανατολισμός και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

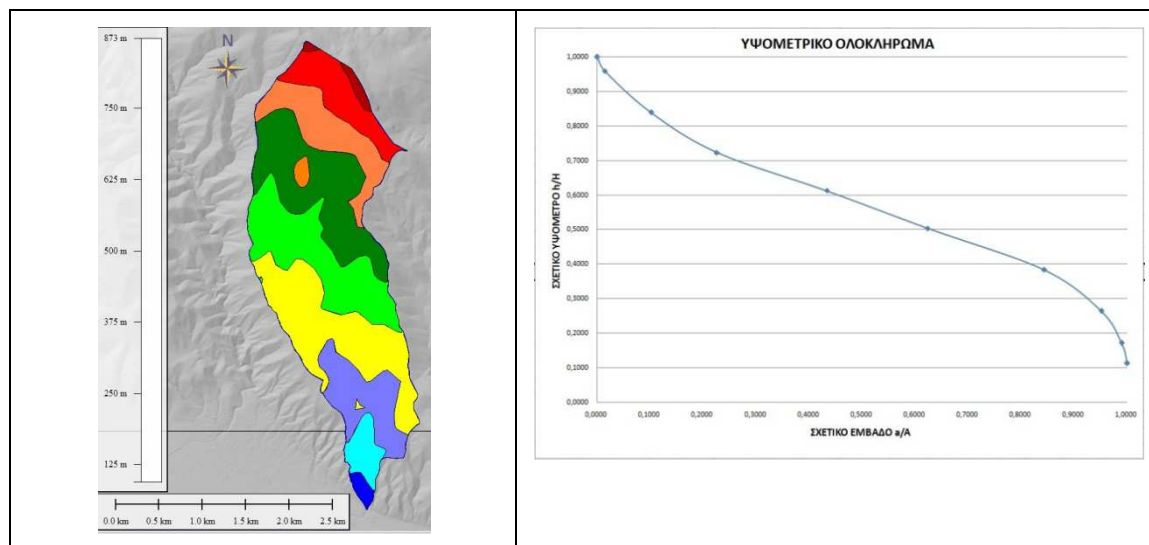


Σχήμα 6-62. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος του μεγέθους της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 100 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,11	1,00	6	0,61	0,43
2	0,17	0,98	7	0,72	0,22
3	0,26	0,95	8	0,83	0,10
4	0,38	0,84	9	0,95	0,01
5	0,50	0,62	10	1,00	0,00



Σχήμα 6-63. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 41

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	821,47	0,821	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,1521
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,063	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			5,979
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			4,80
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B3}			1,429
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,671
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			2,055
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 3$			2,232
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			3,483
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			2,178
Δείκτης κλασματικής διάστασης 3			0,444
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,379
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		9,694	

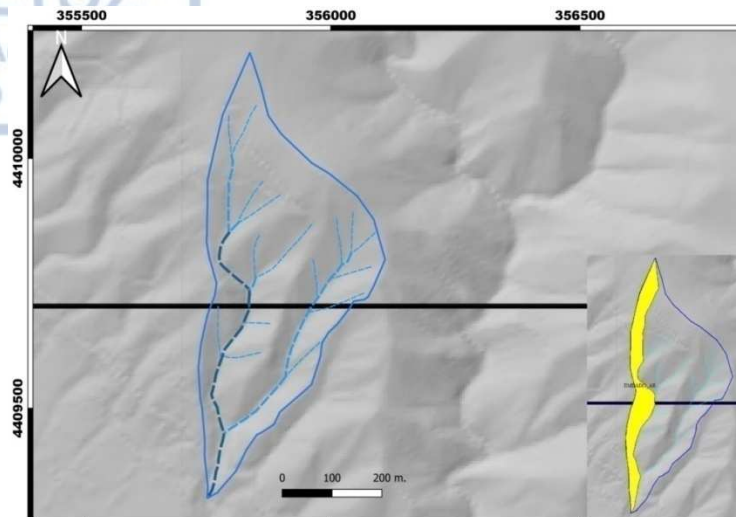
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	59,707(1/ Km^2)	65,218	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,085	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			1,102
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,933
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		1,184	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,437
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			25,80
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,790		
Διασπορά τιμών του δείκτη R_1			0,10
Διασπορά τιμών του δείκτη R_2			0,038
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,666

6.6.3 ΛΕΚΑΝΗ 32

Η λεκάνη 32 έχει εμβαδό $0,171\text{Km}^2$ και είναι σχετικά μέτρια λεκάνη με ένα καλά αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Ξεκινάει με δύο ανεξαρτήτους κλάδους για να καταλήξει σε ένα συγκεντρωτικό κλάδο. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρης αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,95 \text{ Km}$ ή $1958,812 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,171 \text{ Km}^2$ ή $171306,832 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,03556 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,882 \text{ Km}$ ή $882,4 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,371 \text{ Km}$ ή $371,78 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 409,28 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 121,262 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 263,951 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 861,083 \text{ (m)}$ ή $0,86 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 2741,156 \text{ (m)}$ ή $2,741 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 23$



Σχήμα 6-64. Διάταξη λεκάνης 32 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009), ένθετη εικόνα εμβαδό λεκάνης Αr.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	16	92,603	1481,648
2	5	133,2688	666,344
3	2	296,582	593,164

Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

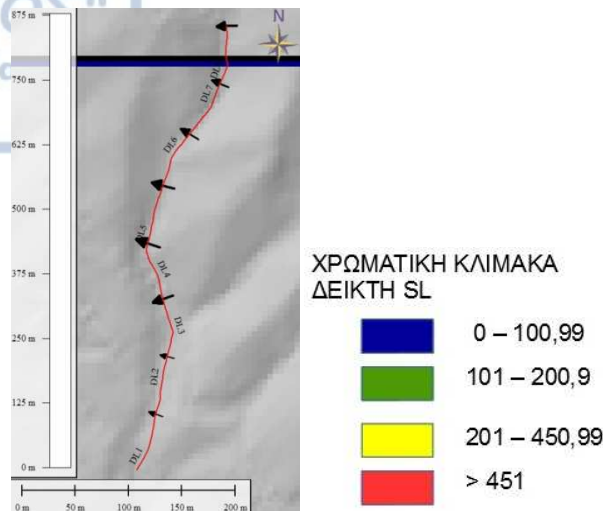
ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	6,871	28,035	0,245
2	11,560	46,654	0,248
3	44,985	78,108	0,576
4	69,680	96,702	0,721
5	78,029	119,94	0,651
6	65,393	127,960	0,511
7	51,850	125,690	0,413
8	75,681	143,170	0,529
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			3,892
Μέσος όρος T			0,487

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,487$ m.
Διασπορά τιμών του δείκτη $R = 0,125$ $R = 0,061$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

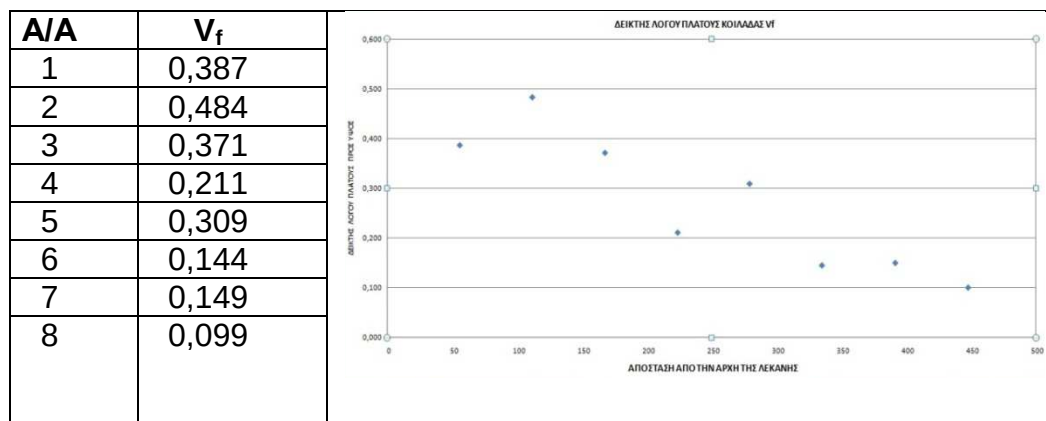
A/A	S _L (m)	A/A	S _L (m)
1	987,657	5	859,712
2	558,860	6	729,208
3	451,797	7	668,236
4	567,525	8	674,702



Σχήμα 6-65. Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος S_L με χρωματική απεικόνιση για τον κεντρικό κλάδο, μαζί με τον προσανατολισμός και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

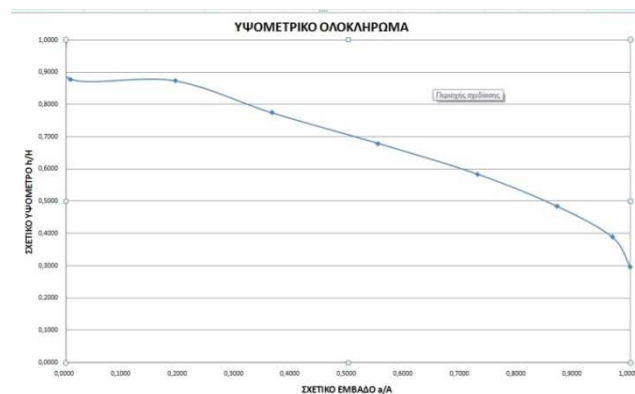
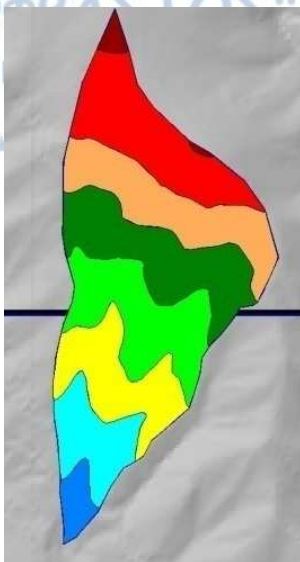


Σχήμα 6-66. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος λόγω του μεγέθους της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,29	1,00	6	0,77	0,36
2	0,39	0,96	7	0,8737	0,19
3	0,48	0,87	8	0,8784	0,0082
4	0,58	0,72	9	1,000	0,00
5	0,67	0,55			



Σχήμα 6-67. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 32

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

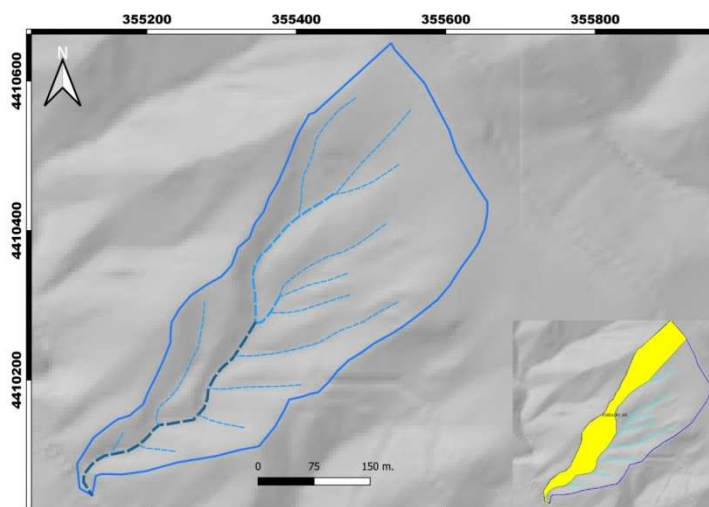
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	288,18	0,288	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,326
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,147	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			3,2
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,5
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,4391
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			2,225
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			3,439
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			2,225
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,976
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		16,001	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	134,262 (1/Km ²)	177,696	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,018	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,194
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,373
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,497	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,561
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			20,758
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,487	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,125
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,0061
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,495

6.6.4 ΛΕΚΑΝΗ 43

Η λεκάνη 43 με εμβαδό $0,133 \text{ Km}^2$ είναι σχετικά μέτρια λεκάνη με ένα καλά αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρης αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,78 \text{ Km}$ ή $1786,653 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,133 \text{ Km}^2$ ή $133398,521 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,04534 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,604 \text{ Km}$ ή $603,74 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,54 \text{ Km}$ ή $549,21 \text{ m}$



Σχήμα 6-68. Διάταξη λεκάνης 43 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009), ένθετη εικόνα εμβαδό λεκάνης A_r .

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 469,077 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 162,789 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 283,609 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 732,682 \text{ (m)}$ ή $0,73 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 2133,894 \text{ (m)}$ ή $2,13 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 15$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά σε γενικές γραμμές η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

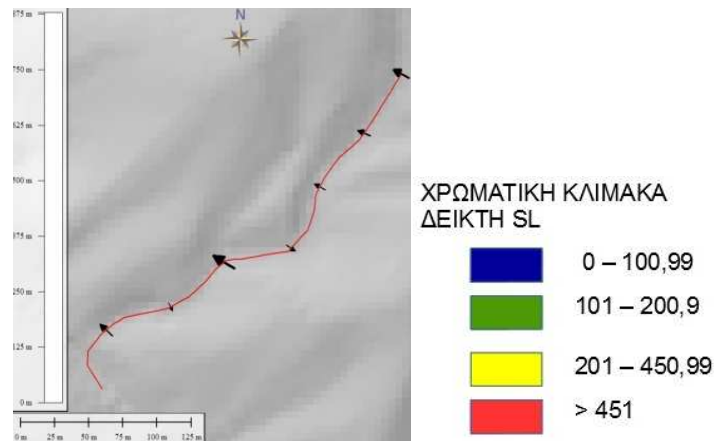
Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	12	125,32	1503,89
2	2	271,97	135,98
3	1	358,02	358,02

Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και αναλύονται οι επιμέρους δείκτες του κλάδου 3^{ης} τάξης. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)	S _L (m)
1	4,488	23,263	0,193	408,114
2	1,123	33,686	0,033	632,495
3	18,874	55,543	0,340	497,717
4	5,659	77,356	0,073	469,402
5	7,944	79,291	0,10	410,935
6	11,525	104,92	0,11	477,592
7	24,292	11,61	0,218	678,520
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,067	
Μέσος όρος T			0,152	

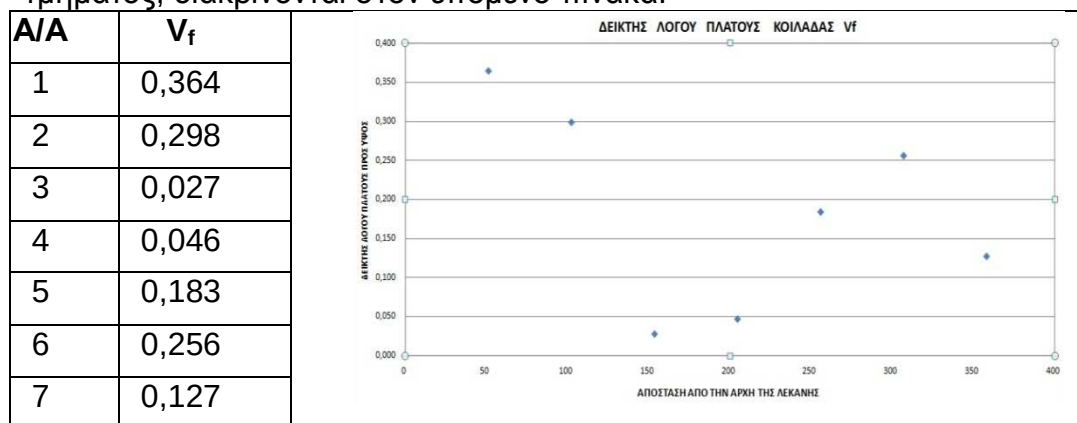
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T= 0,152m.
Διασπορά τιμών του δείκτη R= 0,143 R= 0,022



Σχήμα 6-69. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 3^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμό και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

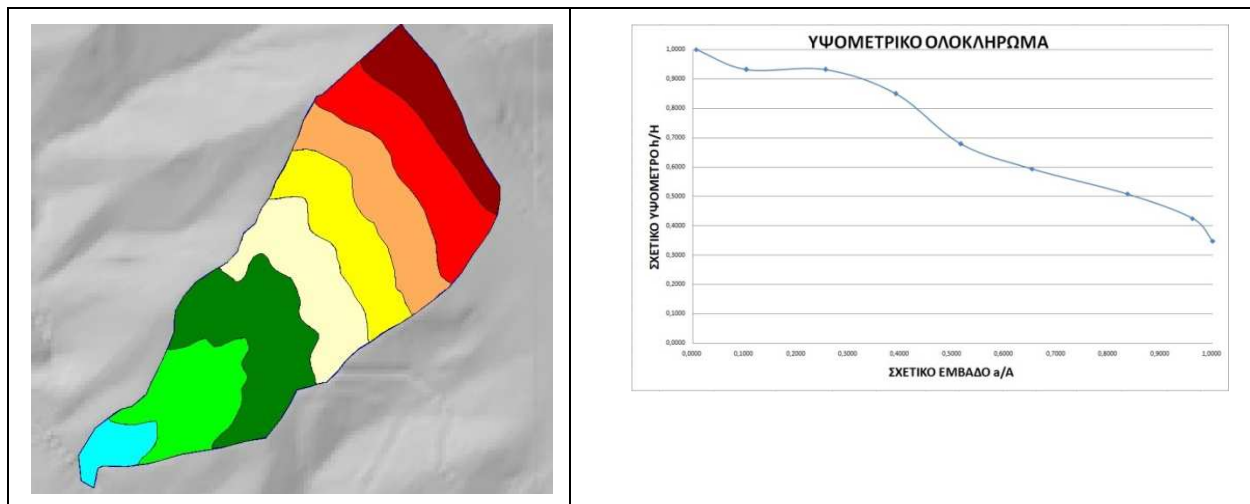


Σχήμα 6-70. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος λόγου του μεγέθους της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,34	1,00	6	0,84	0,39
2	0,42	0,96	7	0,93	0,25
3	0,50	0,83	8	0,93	0,10
4	0,59	0,65	9	1,00	0,0
5	0,67	0,51			



Σχήμα 6-71. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 43

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	306,288	0,306	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,507
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,171	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			6,0
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			2,17
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,316
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			2,316
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			2,521
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,214
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		15,996	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	112,445(1/Km ²)	177,584	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,019	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,221
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,099

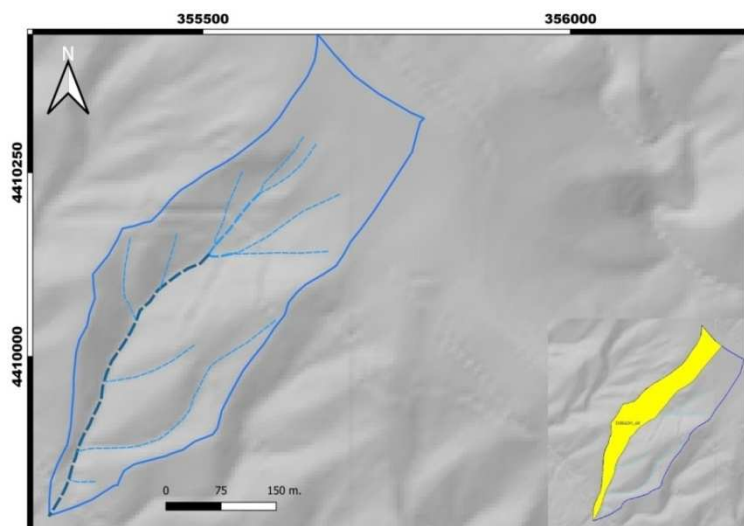
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,53	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,525
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF		33,988
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,152	
Διασπορά τιμών του δείκτη R_1		0,143
Διασπορά τιμών του δείκτη R_2		0,022
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,394

6.6.5 ΛΕΚΑΝΗ 39

Η λεκάνη 39 με εμβαδό $0,13 \text{ Km}^2$ είναι σχετικά μέτρια λεκάνη με ένα καλά αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρης αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,77 \text{ Km}$ ή $1778,0 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,13 \text{ Km}^2$ ή $1307356,286 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,04459 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,663 \text{ Km}$ ή $662,88 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,511 \text{ Km}$ ή $511,29 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 448,115 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 156,574 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 248,361 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 640,712 \text{ (m)}$ ή $0,64 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 1885,127 \text{ (m)}$ ή $1,88 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 13$



Σχήμα 6-72. Διάταξη λεκάνης 39 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009), ένθετη εικόνα εμβαδό λεκάνης A_r .

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	10	131,48	1341,88
2	2	70,87	141,75
3	1	428,48	428,48

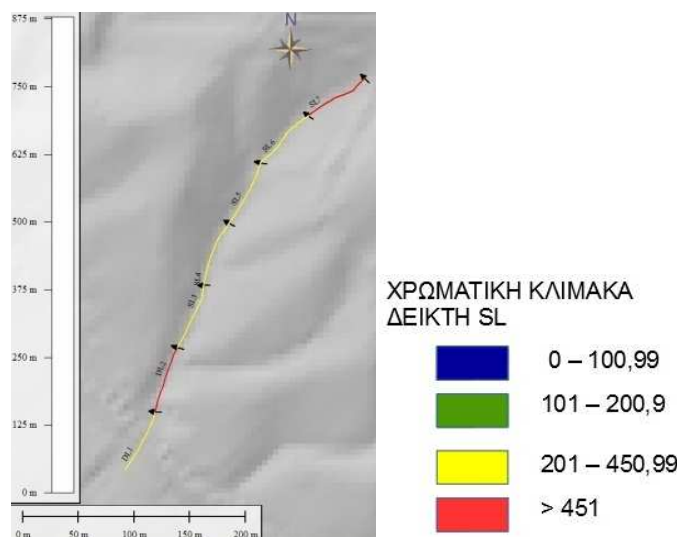
Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και αναλύονται οι επιμέρους δείκτες του κλάδου 3^{ης} τάξης. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)	S _L (m)
1	13,976	38,889	0,389	207,037
2	34,517	55,125	0,626	518,933
3	60,679	99,591	0,61	345,812
4	56,298	110,58	0,509	426,203
5	52,071	115,67	0,45	397,524
6	34,004	127,63	0,266	435,992
7	15,215	103,8	0,147	612,384
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			2,998	
Μέσος όρος T			0,428	

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,428m$.

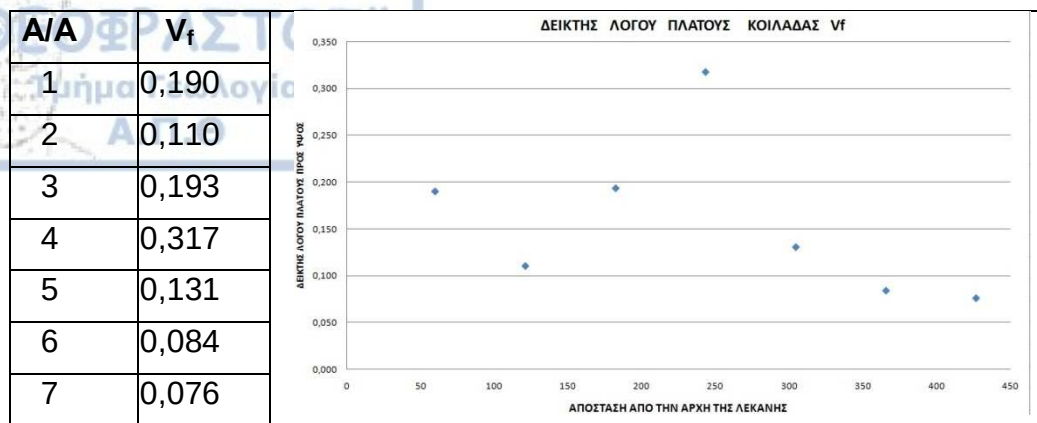
Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length) $R = 0,13$ $R = 0,061$



Σχήμα 6-73. Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος S_L , με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 3^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμό και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T , υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

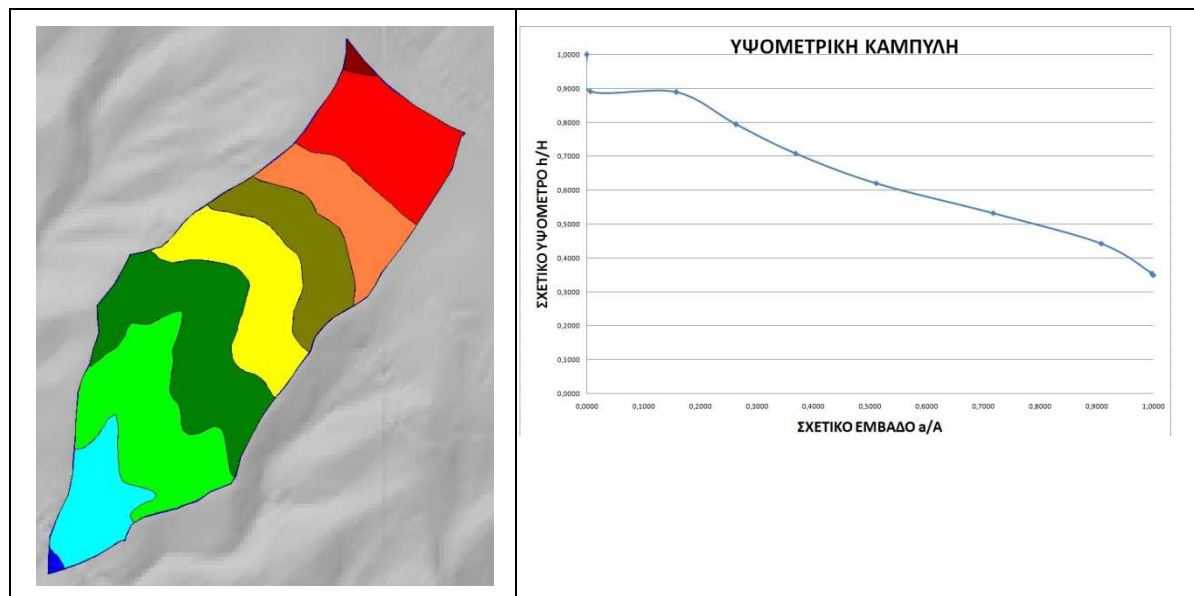


Σχήμα 6-74. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος χρησιμοποιηθήκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,34	1,00	6	0,70	0,36
2	0,35	0,99	7	0,79	0,26
3	0,44	0,90	8	0,88	0,15
4	0,53	0,71	9	0,89	0,063
5	0,62	0,51	10	1,00	0,00



Σχήμα 6-75. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 39

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
-------------------------	---	----	-----------

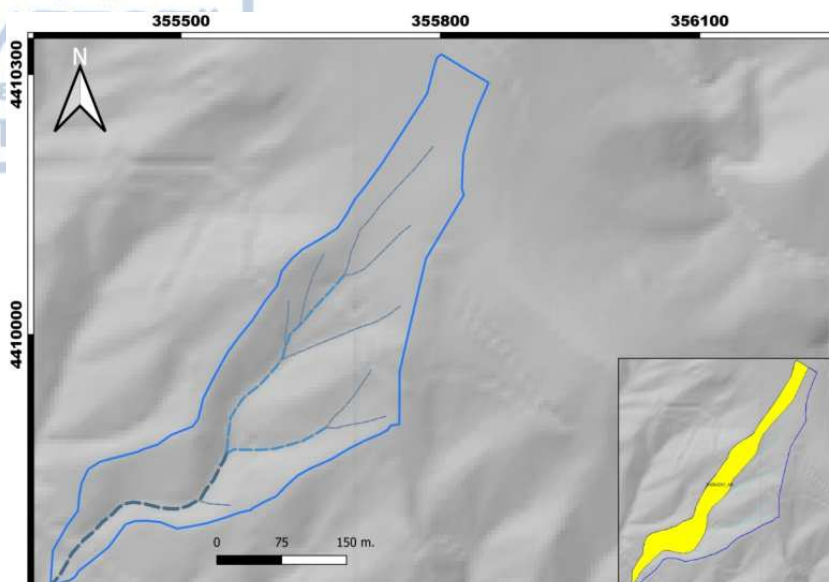
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	291,541	0,292	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,440
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,164	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			5,0
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			0,539
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			6,045
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			2,605
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			0,685
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,967
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		14,419	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	99,438 (1/Km ²)	144,419	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,020	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,197
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,296
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,501	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,520
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			34,107
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,428	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,143
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,061
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,315

6.6.6 ΛΕΚΑΝΗ 38

Η λεκάνη 38 με εμβαδό 0,088Km² είναι μικρή λεκάνη με ένα καλά αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρως αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 1,76 Km ή 1768,721 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,088 Km ² ή 88906,414 m ²
Εμβαδό λεκάνης απορροής (Ar) :	A = 0,03391 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,612 Km ή 612,43 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,507 Km ή 507,1 m
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} =428,086 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} = 156,092 (m)
Μέσο $H_{μσο}$	$H_{μσο}$ = 288,825 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 719,613 (m) ή 0,72 (Km)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	L_i = 1423,067 (m) ή 1,42 (Km)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	N_s = 11



Σχήμα 6-76. Διάταξη λεκάνης 38 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009), ένθετη εικόνα εμβαδό λεκάνης Ar.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	8	95,719	765,748
2	2	188,086	376,171
3	1	281,148	281,148

Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και παρουσιάζονται αναλυτικά οι επιμέρους δείκτες του κεντρικού κλάδου 3^{ης} τάξης. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)	S _L (m)
1	0,1635	24,299	0,007	377,843
2	14,914	34,853	0,428	233,818
3	21,682	38,505	0,563	316,366
4	54,963	88,162	0,623	257,774
5	8,308	78,95	0,105	251,774
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,726	
Μέσος όρος T			0,345	

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T= 0,345 m.

Διασπορά τιμών του δείκτη R= 0,20 R= 0,066

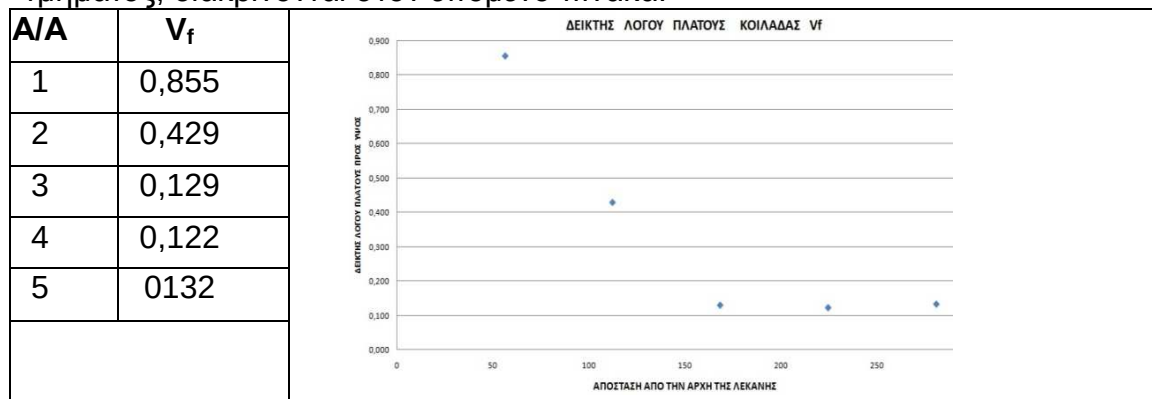
ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ
ΔΕΙΚΤΗ SL

0 – 100,99
101 – 200,9
201 – 450,99
> 451

Σχήμα 6-77. Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 3^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμός και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

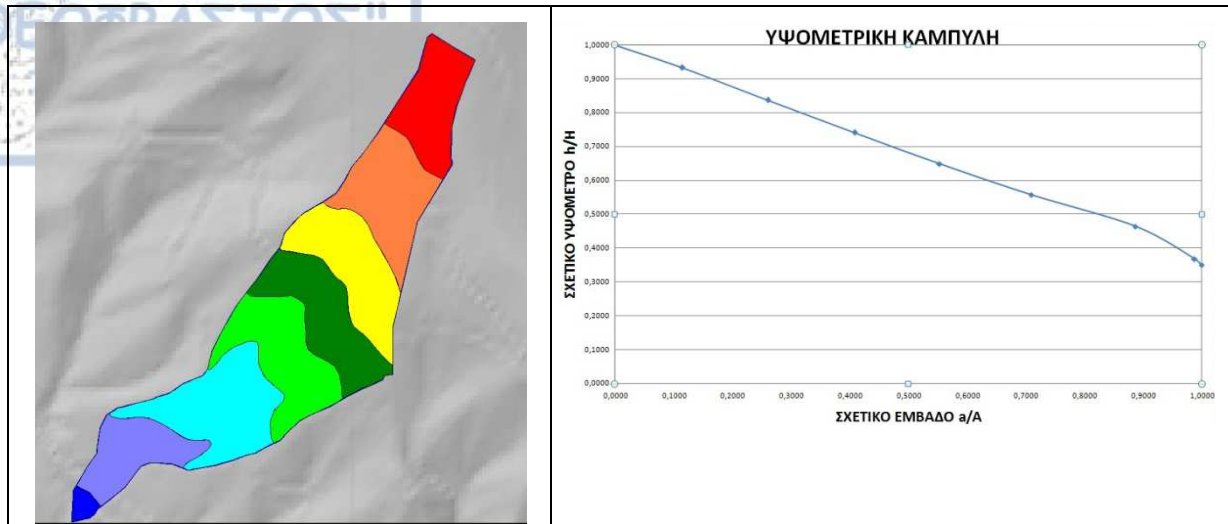


Σχήμα 6-78. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος, χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 38 αναλύονται στον επόμενο πίνακα .

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,35	1,00	6	0,74	0,40
2	0,36	0,98	7	0,83	0,26
3	0,46	0,88	8	0,93	0,11
4	0,55	0,70	9	1,00	0,00
5	0,64	0,55			



Σχήμα 6-79. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με τα σχετικά εμβαδά.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 38

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	277,994	0,278	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,454
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,157	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			4,0
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,965
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,495
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			2,052
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			1,724
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,175
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		16,006	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	123,726(1/Km ²)	177,805	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,020	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,145
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,208
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,430	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,357
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			38,141
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,345	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,200
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,066
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,499

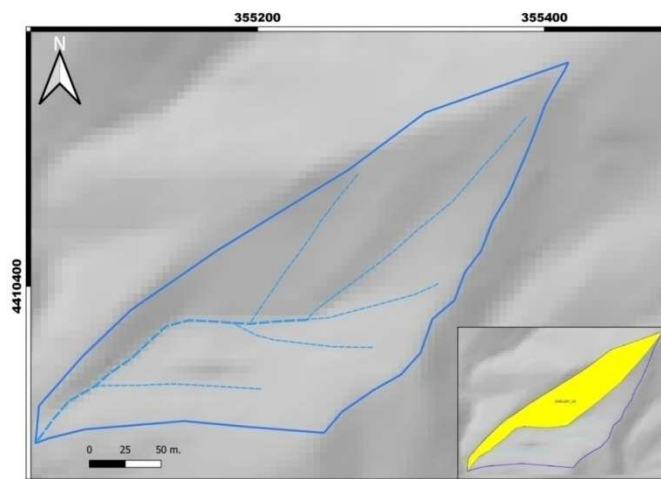
6.6.7 ΛΕΚΑΝΗ 44

Η λεκάνη 44 με εμβαδό 0,04Km² είναι μέτρια λεκάνη με αναπτυσσόμενο υδρογραφικό δίκτυο 2^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρως αναπτυσσόμενη

λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,008 \text{ Km}$ ή $1008,22 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,04 \text{ Km}^2$ ή $40387,828 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,01898 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,264 \text{ Km}$ ή $263,61 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,37 \text{ Km}$ ή $371,8 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 404,0 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 162,784 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 260,967 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 429,073 \text{ (m)}$ ή $0,42 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 896,105 \text{ (m)}$ ή $0,89 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 6$



Σχήμα 6-80. Διάταξη λεκάνης 44 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009), ένθετη εικόνα εμβαδό λεκάνης A_r .

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	5	129,564	647,821
2	1	221,105	221,105

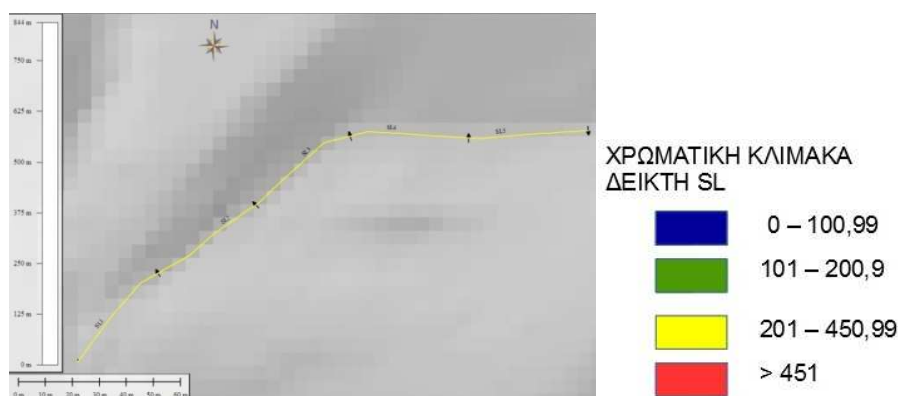
Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και αναλύονται οι επιμέρους δείκτες του κλάδου 2^{ης} τάξης. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a(\text{m})$	$D_t(\text{m})$	$T(\text{m})$	$S_L(\text{m})$
--------	-----------------	-----------------	---------------	-----------------

1	5,437	22,101	0,246	340,558
2	15,708	40,106	0,392	243,558
3	27,401	55,615	0,493	261,934
4	15,73	78,329	0,201	214,410
5	2,238	79,785	0,028	265,692
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,359	
Μέσος όρος T			0,272	

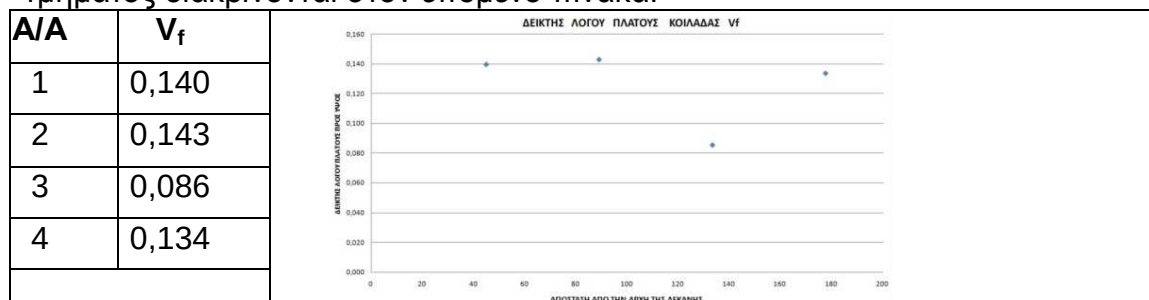
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,272m$, Διασπορά τιμών του δείκτη $R = 0,20$, $R = 0,054$



Σχήμα 6-81. Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος, με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 2^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμός και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

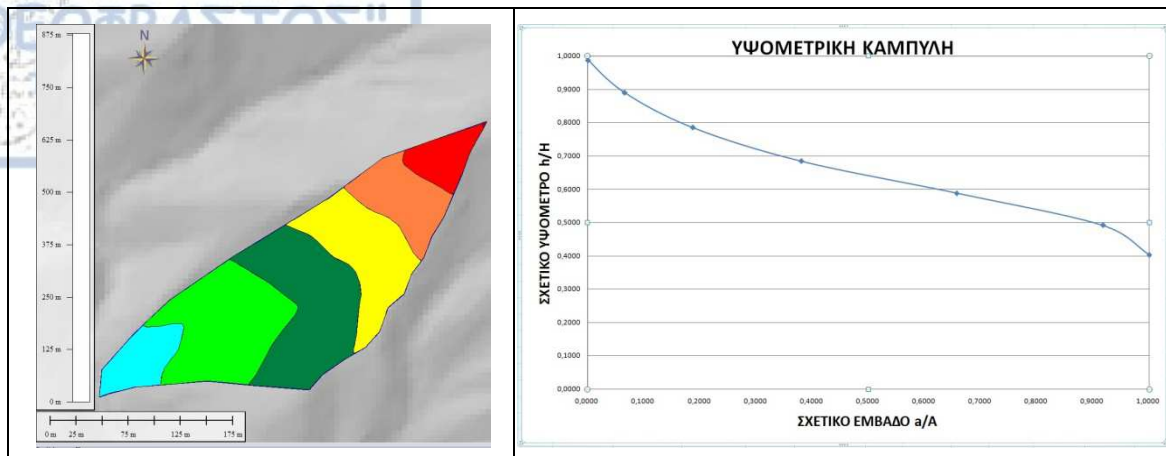


Σχήμα 6-82. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος, χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,40	1,00	5	0,78	0,18
2	0,49	0,91	6	0,89	0,06
3	0,58	0,65	7	0,98	0,0006
4	0,68	0,38	8	1,00	0,00



Σχήμα 6-83. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 44

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	241,216	0,241	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,915
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,239	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			5,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,707
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			3,011
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,628
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		22,208	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	148,56 (1/Km ²)	342,272	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,011	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,153
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			0,709
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,442	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,499
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			46,99
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,272	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,200
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,054
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,407

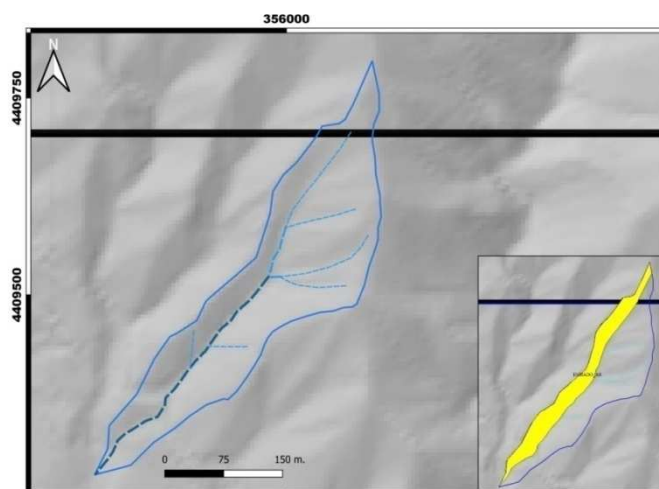
6.6.8 ΛΕΚΑΝΗ 31

Η λεκάνη 31 με εμβαδό 0,054Km² είναι μέτρια λεκάνη με αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρως αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 1,39 Km ή 1396,274 m

Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,054 \text{ Km}^2 \text{ ή } 54782,129 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,01792 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,526 \text{ Km ή } 525,79 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,36 \text{ Km ή } 366,84 \text{ m}$



Σχήμα 6-84. Διάταξη λεκάνης 31 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009), ένθετη εικόνα εμβαδό λεκάνης A_r .

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 343,435 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 119,824 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 227,286 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 554,945 \text{ (m) ή } 0,55 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 975,160 \text{ (m) ή } 0,97 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 9$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	6	92,262	553,571
2	2	40,745	81,49
3	1	340,009	340,009

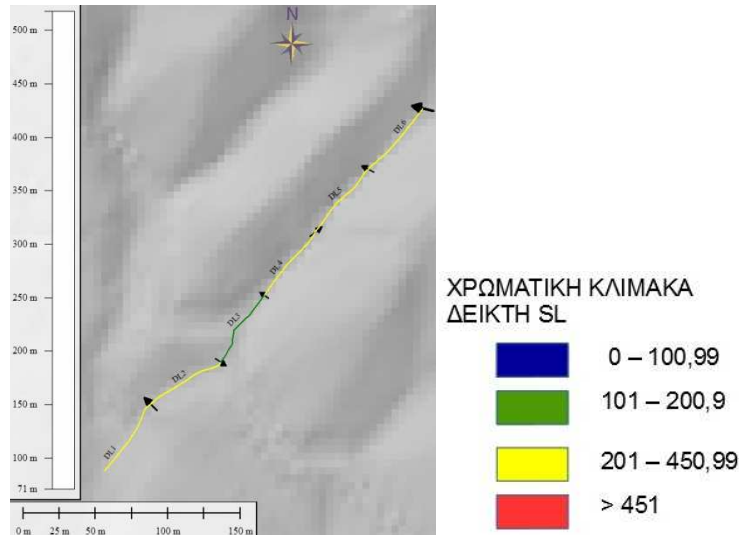
Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και παρουσιάζονται αναλυτικά επιμέρους δείκτες του κλάδου 3^{ης} τάξης. Συγκεντρωτικά, όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ - ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a \text{ (m)}$	$D_t \text{ (m)}$	$T \text{ (m)}$	$S_L \text{ (m)}$
1	9,081	30,155	0,301	270,735
2	6,108	33,439	0,183	315,467
3	2,804	46,439	0,060	109,517

4	12,673	52,039	0,244	280,859
5	9,474	47,691	0,199	245,946
6	34,565	69,002	0,501	250,024
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,487	
			0,248	

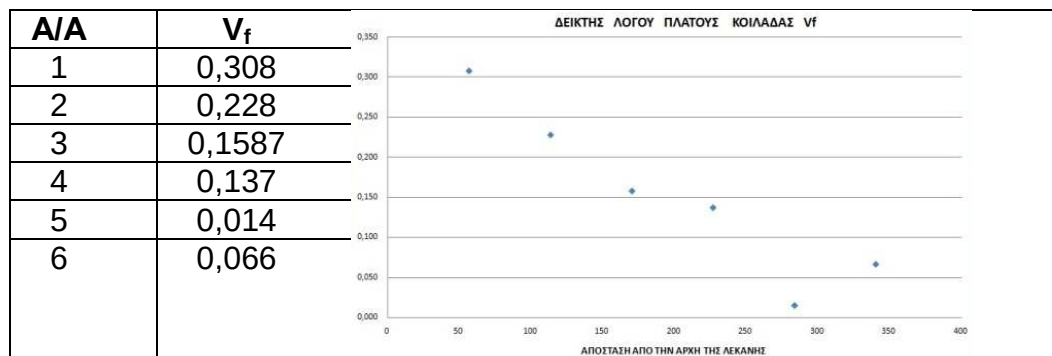
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,248$ m.
 Διασπορά τιμών του δείκτη $R = 0,167$ $R = 0,041$



Σχήμα 6-85. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 3^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμός και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

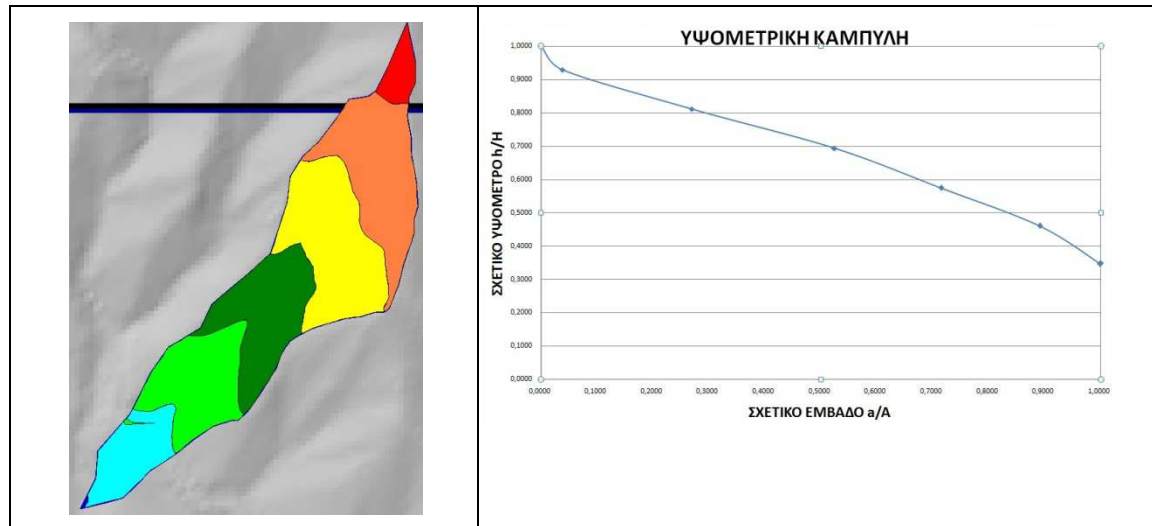


Σχήμα 6-86. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος, χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,34	1,00	5	0,69	0,52
2	0,36	0,99	6	0,81	0,26
3	0,46	0,89	7	0,92	0,03
4	0,57	0,71	8	1,00	0,00



Σχήμα 6-87. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 31

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	223,611	0,224	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,425
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,160	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			3,0
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,00
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			0,442
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			8,347
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,344
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			0,327
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,055
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		17,801	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	164,287 (1/Km ²)	219,904	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,013	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,104
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,433
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,364	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,353
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			32,711
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,248	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,167
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,041

Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i

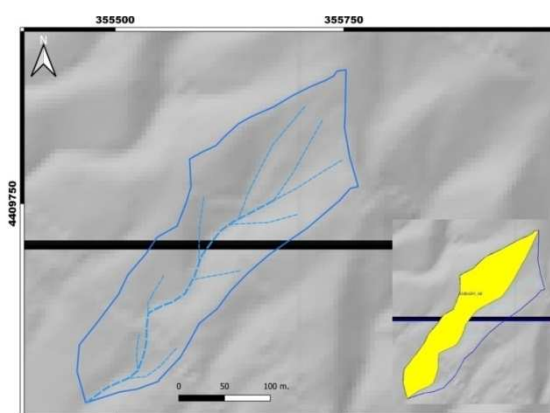
0,481

6.6.9 ΛΕΚΑΝΗ 36

Η λεκάνη 36 με εμβαδό $0,053 \text{ Km}^2$ είναι μέτρια λεκάνη με αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 2^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, αναπτυγμένη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,39 \text{ Km}$ ή $1035,311 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,043 \text{ Km}^2$ ή $43142,337 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,02504 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,365 \text{ Km}$ ή $364,1 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,305 \text{ Km}$ ή $305,78 \text{ m}$



Σχήμα 6-88. Διάταξη λεκάνης 36 με το υδρογραφικό δίκτυο, ένθετη εικόνα εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009).

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 316,257 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 132,236 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 293,009 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 426,209 \text{ (m)}$ ή $0,42 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 1008,6 \text{ (m)}$ ή $1,0 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 9$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

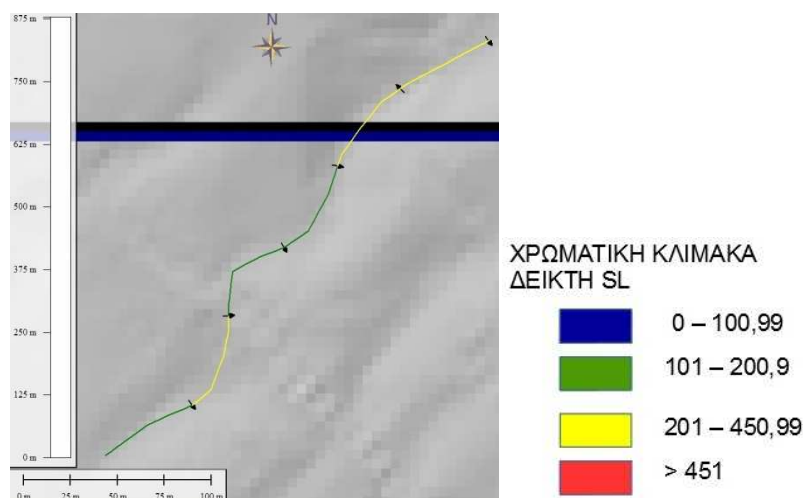
Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	9	76,18	685,62
2	1	322,98	322,98

Συγκεντρωτικά, όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ - ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)	S _L (m)
1	19,736	34,644	0,570	128,733
2	4,525	56,116	0,081	401,936
3	7,893	50,459	0,156	142,473
4	1,895	55,132	0,034	185,159
5	2,543	65,934	0,039	208,525
6	18,277	64,156	0,285	306,197
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,165	
			0,194	

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,194$ m.
 Διασπορά τιμών του δείκτη. $R = 0,032$, $R = 0,041$

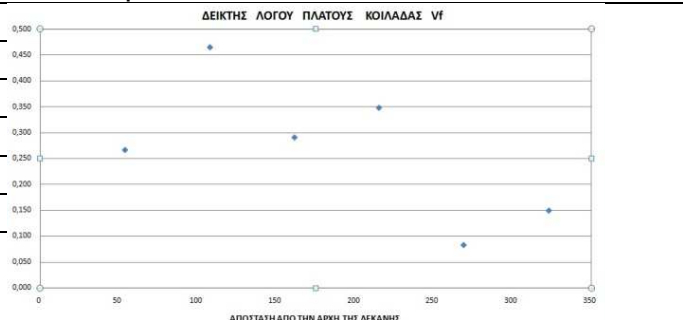


Σχήμα 6-89. Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 2^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμό και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f
1	0,266
2	0,465
3	0,291
4	0,348
5	0,082
6	0,149

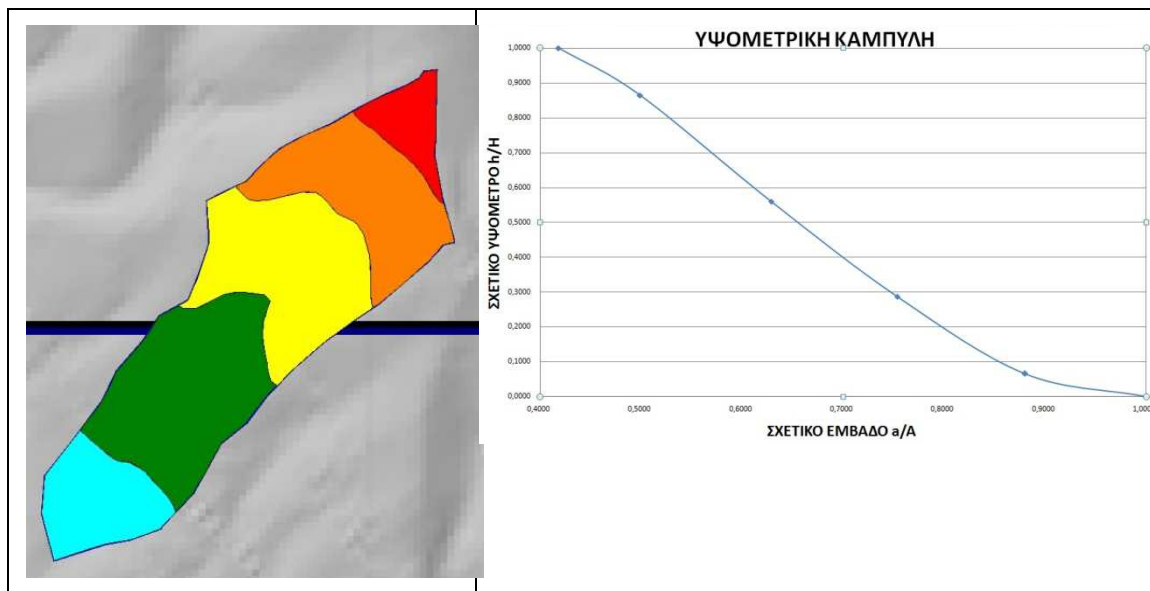


Σχήμα 6-90. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος, χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,41	1,00	4	0,75	0,28
2	0,49	0,86	5	0,88	0,06
3	0,62	0,55	6	1,00	0,00



Σχήμα 6-91. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 36

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

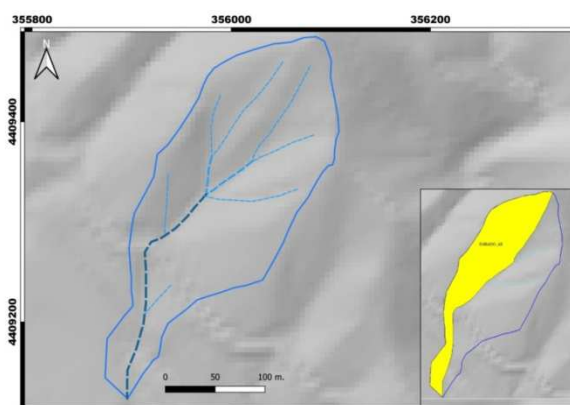
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	184,021	0,184	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,504
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,178	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			9,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			4,24
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,521
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,167
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		23,378	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	231,791(1/Km ²)	379,306	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,008	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,118
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,194
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,338	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,506
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			58,04
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,194	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,167
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,032
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,33

6.6.10 ΛΕΚΑΝΗ 30

Η λεκάνη 30 με εμβαδό $0,041 \text{ Km}^2$ είναι μέτρια λεκάνη με αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, αναπτυγμένη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 0,94 \text{ Km}$ ή $947,613 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,041 \text{ Km}^2$ ή $41261,808 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,0188 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,355 \text{ Km}$ ή $354,35 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,23 \text{ Km}$ ή $233,35 \text{ m}$



Σχήμα 6-92. Διάταξη λεκάνης 30 με το υδρογραφικό δίκτυο, εικόνα φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (2007-2009).

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 280,841 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 113,633 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μέσο}}$	$H_{\text{μέσο}} = 184,698 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 403,532 \text{ (m)}$ ή $0,4 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 885,166 \text{ (m)}$ ή $0,885 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 10$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

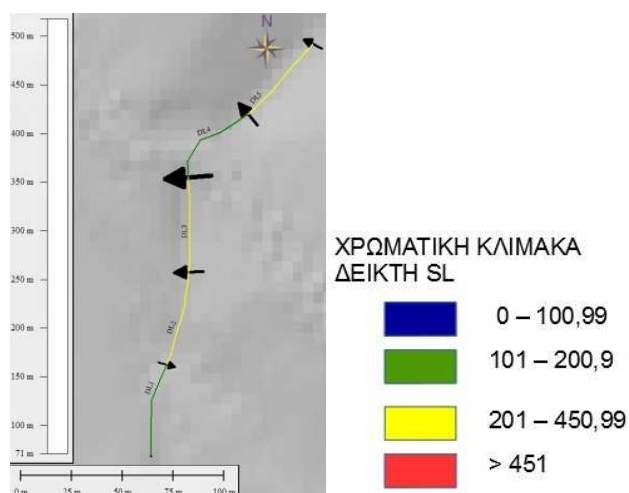
Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	7	79,265	554,855
2	2	47,776	95,552
3	1	234,759	234,759

Συγκεντρωτικά, όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ – ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)	S _L (m)
1	5,15	27,115	0,190	148,316
2	8,879	22,613	0,393	293,244
3	43,79	59,279	0,739	204,057
4	29,674	76,146	0,39	108,960
5	17,257	75,236	0,229	229,658
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,940	
			0,388	

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,388\text{m}$, Διασπορά τιμών του δείκτη $R = 0,020$, $R = 0,078$



Σχήμα 6-93. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 3^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμός και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου (2007-2009).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

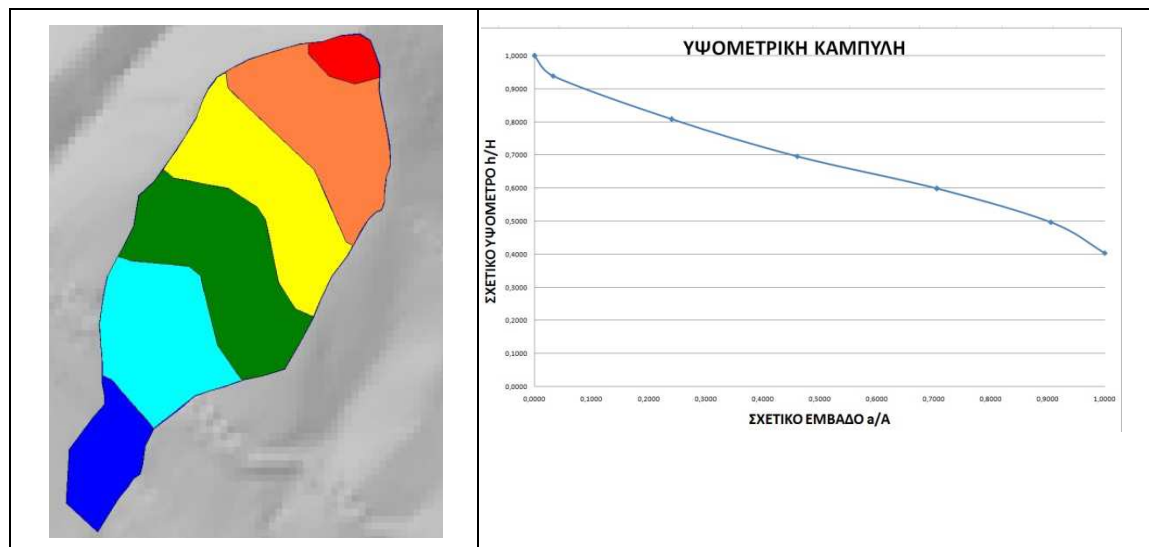
A/A	V _f	
1	0,068	
2	0,069	
3	0,055	
4	0,268	
5	0,065	

Σχήμα 6-94. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος, χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,40	1,00	5	0,80	0,24
2	0,49	0,90	6	0,93	0,03
3	0,59	0,70	7	1,00	0,00
4	0,69	0,46			



Σχήμα 6-95. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 30

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	167,208	0,167	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,472
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,176	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			3,5
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			0,603
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			4,914
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			2,474
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			0,435
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,167
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		23,452	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	242,355 (1/Km ²)	319,383	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,008	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,116
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,594
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,385	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,577
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			45,563
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,388	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,20

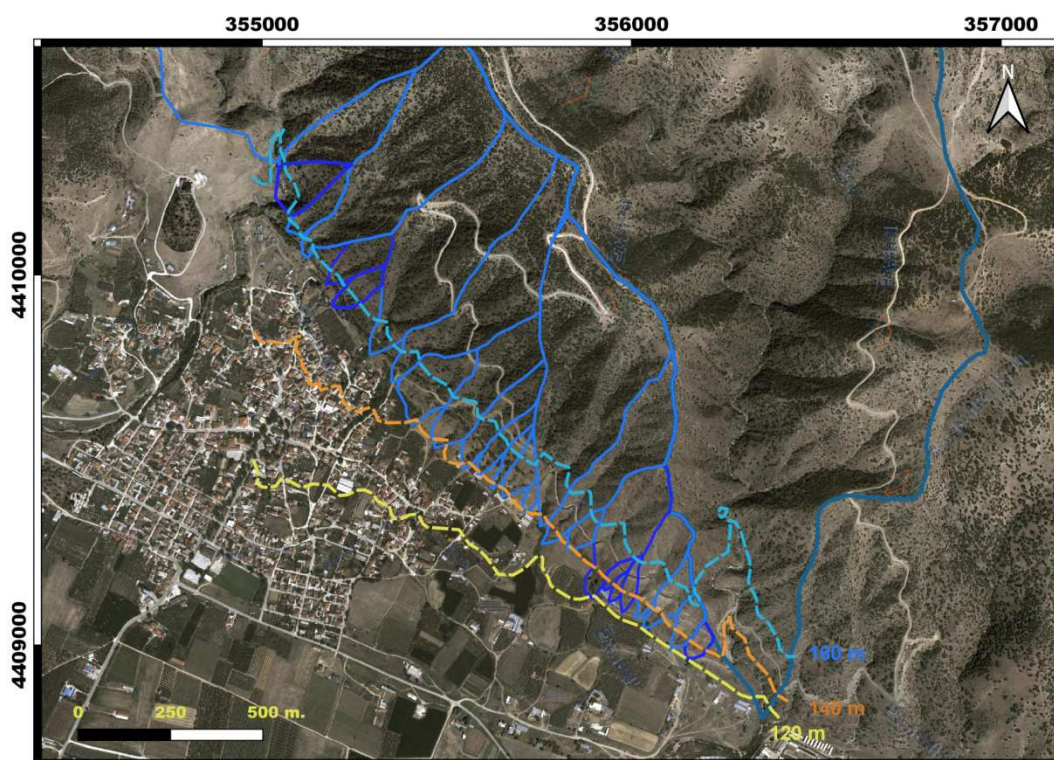
Διασπορά τιμών του δείκτη R2	0,078
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H _i	0,425

6.6.11 ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΑΝΤΕΛΩΣΗΣ ΜΕΤΩΠΟΥ

Για τον υπολογισμό του δείκτη δαντέλωσης S_{mf} χρησιμοποιείται η εξίσωση:

$$S_{mf} = L_{mf} / L_s, \text{ (Bull \& McFadden 1977).}$$

Στο επόμενο σχήμα διακρίνονται οι δυτικές λεκάνες (μπλε πολύγωνα) με υπόβαθρο ορθοφωτοχάρτη του Κτηματολογίου (2015-2017) της περιοχής. Για τον υπολογισμό της δαντέλωσης μετώπου, της δυτικής περιοχής του ρήγματος της Ροδιάς της περιοχής Αργυροπουλίου – Δελέρων – Ροδιάς χρησιμοποιούνται οι ισοϋψείς των 120, 140 και 160 m. Συγκεκριμένα με το κίτρινο χρώμα απεικονίζεται η ισοϋψής των 120m, με καφέ των 140m και με μπλε ανοικτό η ισοϋψής των 160 μέτρων στην περιοχή.



Σχήμα 6-96. Χάρτης της δυτικής περιοχής της περιοχής Ροδιάς με τις αντίστοιχες υδρολογικές λεκάνες (μπλε πολύγωνα) και τις ισοϋψείς των 120m, 140m και 160m. Στον χάρτη διακρίνεται ο οικισμός του Αργυροπουλίου. Υπόβαθρο χάρτη ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου (2015-2017).

Οι τιμές του δείκτη δαντέλωσης μετώπου για τις ισοϋψείς 120, 140 και 160 μέτρων έχουν ως εξής:

Ισοϋψής (m)	Μήκος L_{mf} (m)	Μήκος L_s (m)	Δείκτης δαντέλωσης S_{mf}
120	1825,095	1847	0,98
140	2184,586	1847	1,18
160	2553,129	1847	1,38

Στην δυτική περιοχή της Ροδιάς και πλησίον του οικισμού Αργυροπουλίου, διακρίνουμε ότι από τις ισοϋψείς που εξετάστηκαν, όλες εμφανίζουν συνθήκες ενεργού μετώπου. Ειδικότερα η ισοϋψής των 120m,

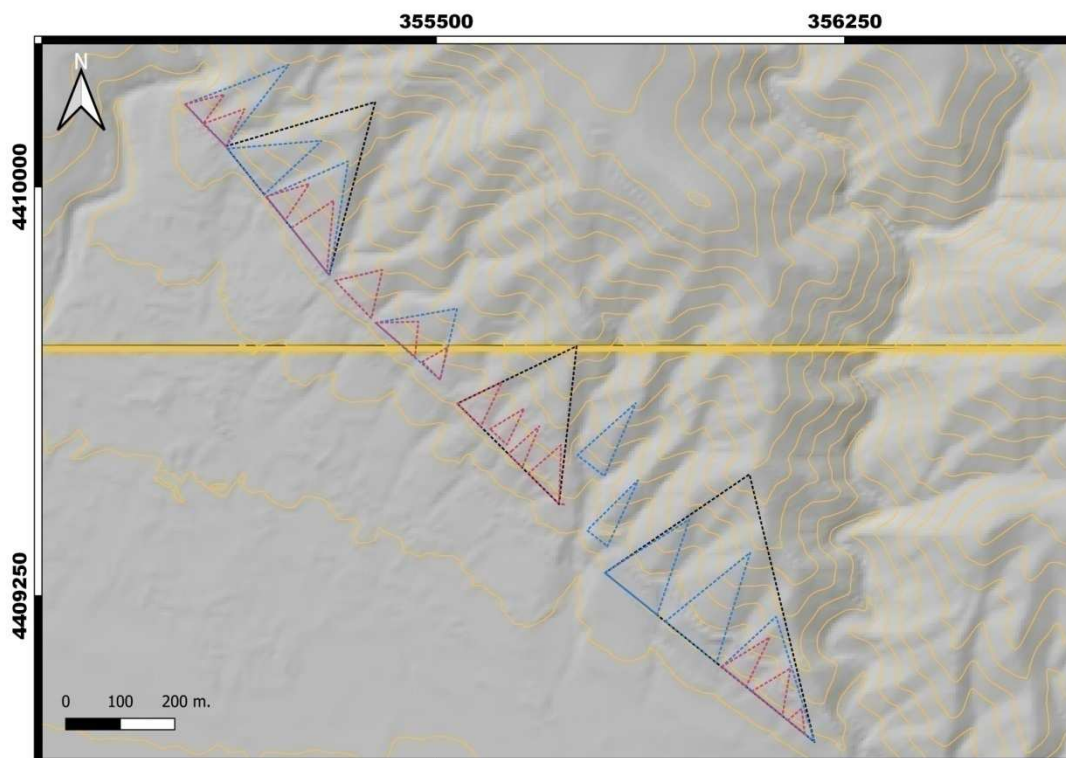
εμφανίζει την μικρότερη τιμή με τιμή $S_{mf} = 0,98$ και είναι πλησιέστερα από τις υπόλοιπες σε πιο ενεργό μέτωπο. Επιπροσθέτως, είναι η χαμηλότερη τιμή όλης της περιοχής (Ανατολικής – Κεντρικής – Δυτικής), γεγονός που δηλώνει ότι στην δυτική περιοχή εμφανίζονται οι πιο ενεργές συνθήκες ενεργού μετώπου της περιοχής της Ροδιάς (Rockwell et al 1985, Κουκουβέλας κ. αλ. 2020).

6.6.12 ΤΡΙΓΩΝΙΚΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΕΣ

Ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f (percentage faceting along mountain), υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P_f = L_f / L_s, \text{ (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020)}$$

Στην δυτική περιοχή της Ροδιάς πλησίον του οικισμού του Αργυροπουλίου, διακρίνονται τρεις διαφορετικές γενιές τριγωνικών γεωμορφών (Σχήμα 6-97), (Bull 1978, 1984, Wells et al 1988).



Σχήμα 6-97. Τριγωνικές γεωμορφές δυτικής περιοχής Ροδιάς στον οικισμό του Αργυροπουλίου, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο κτηματολογίου (2007-2009), με κίτρινο οι ισοϋψείς.

Η 1^η γενιά είναι λιγότερη ευδιάκριτη Πρόκειται για τις παλαιότερες δομές που διαμορφώθηκαν και είναι ορατές από 248 έως 276m. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά τους τείνουν να εξαλειφθούν και είναι δύσκολα αναγνωρίσιμες. Αντίθετα οι γεωμορφές της 2^{ης} γενιάς είναι πιο ευδιάκριτες και διακρίνονται σε υψόμετρα 205 έως 239m. Τέλος στην περιοχή εμφανίζεται και τρίτη γενιά τριγωνικών γεωμορφών (μικρότερα τρίγωνα). Αυτές είναι μικρότερες και νεότερες με μέγιστο υψόμετρο ανάπτυξης από 150 έως 210m.

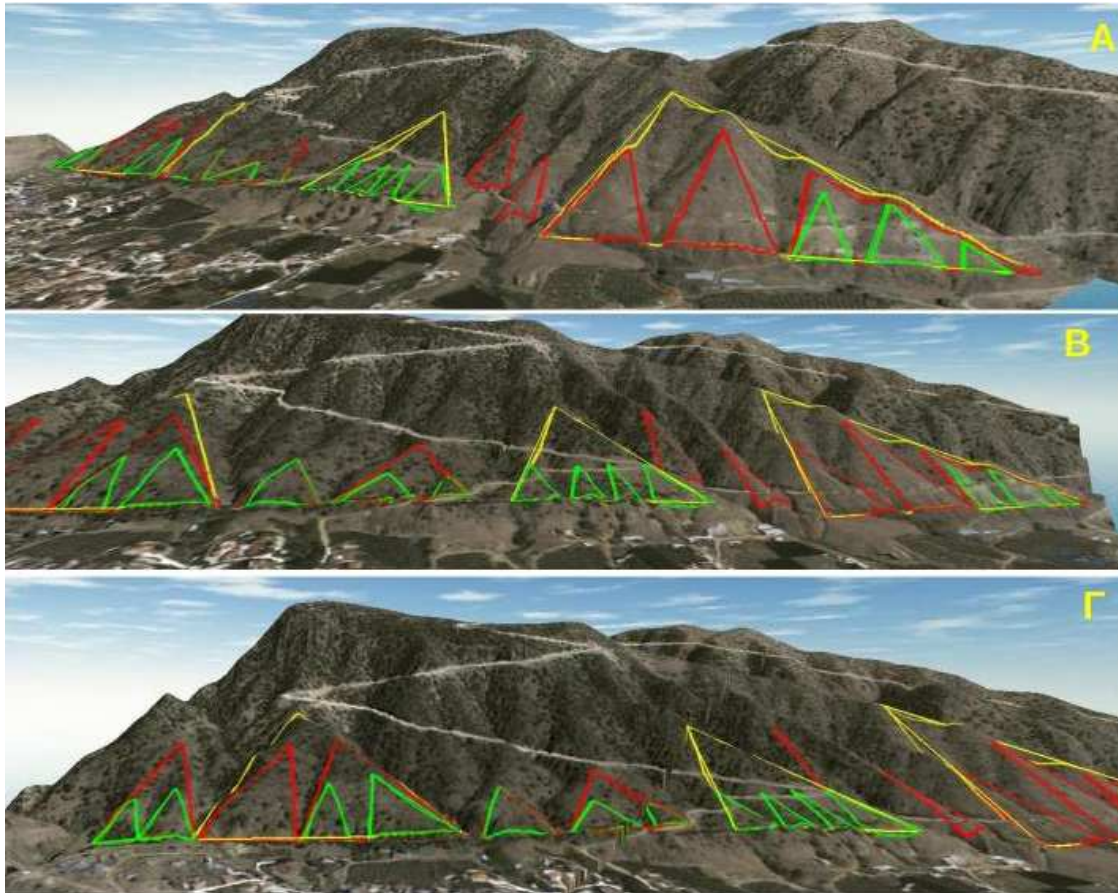
Στο σχήμα 6-98 απεικονίζονται οι τρισδιάστατες όψεις των γεωμορφών της δυτικής περιοχής με το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου ως υπόβαθρο. Ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f στην περίπτωση της δυτικής περιοχής της Ροδιάς είναι :

$$P_f = L_f / L_s,$$

$$L_f = 1417,252L_s = 1648$$

$$P_f = 0,85.$$

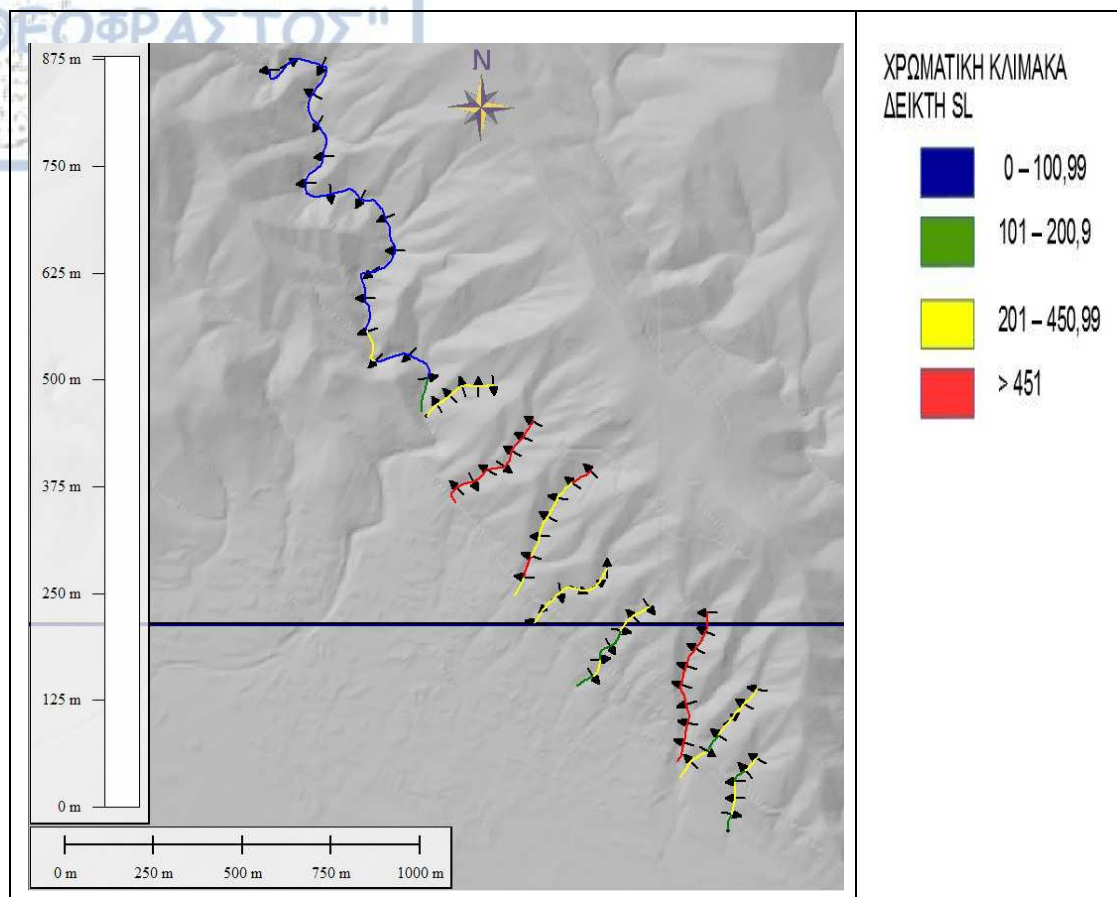
Η μέγιστη τιμή του δείκτη είναι η μονάδα και συνεπώς τιμές που τείνουν να είναι κοντά στη μονάδα εμφανίζονται σε περιοχές με έντονη δραστηριότητα, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν δηλώνουν την απουσία τεκτονικής δραστηριότητας (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020). Στην περίπτωση της δυτικής περιοχής της Ροδιάς, ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f , είναι 0,85. Οι σχετικά μεγάλες τιμές του δείκτη αλλά οι τρεις γενιές τριγωνικών μορφών δηλώνουν την παρουσία μέτριας τεκτονικής δραστηριότητας στην περιοχή (Caputo & Helly 2005).



Σχήμα 6-98. Τριγωνικές γεωμορφές περιοχής σε τρισδιάστατη απεικόνιση, με την χρήση του ψηφιακού μοντέλου (2007-2009) και του ορθοφωτοχάρτη του Κτηματολογίου Α.Ε. (2015-2017).

6.6.13 ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Όλες οι τιμές του δείκτη μήκους κλίσης ρέματος στην δυτική περιοχή μαζί με τον προσανατολισμό και την κατανομή των μεγεθών του δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, απεικονίζονται στο επόμενο σχήμα. Γενικά βλέπουμε ότι στην δυτική περιοχή παρατηρούνται μέτριες έως υψηλές τιμές του δείκτη S_L , γεγονός που δείχνει κατά πάσα πιθανότητα τεκτονική δραστηριότητα κοντά στον πρόποδα του ρήγματος.



Σχήμα 6-99. Αριθμητικές τιμές του δείκτη μήκους – κλίσης ρέματος με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο για τις δυτικές λεκάνες του ρήγματος της Ροδιάς, προβεβλημένες στο ψηφιακό μοντέλο (DEM) που προέρχεται από το Κτηματολόγιο (2007-2009).

Συγκεντρωτικά όλοι οι μορφοτεκτονικοί δείκτες για τις λεκάνες της δυτικής περιοχής της Ροδιάς, στον επόμενο πίνακα.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ									
ΔΕΙΚΤΗΣ	Α/Α ΛΕΚΑΝΕΣ								
	42	41	32	43	39	38	44	31	36
B _h	0,658	0,821	0,28	0,30	0,29	0,27	0,24	0,22	0,18
R	0,151	0,152	0,32	0,5	0,44	0,45	0,91	0,42	0,5
R _{hp}	0,055	0,063	0,14	0,17	0,16	0,15	0,23	0,16	0,17
R _B	5,29	5,97	3,2	6,0	5,0	4,0	5,0	3,0	9,0
R _L	3,226	2,232	2,2	2,1	6,0	1,9	1,7	8,3	4,2
D _n	4,5	3,483	3,4	2,3	2,6	2,05	3,01	1,3	1,5
S	1,31,	1,379	0,97	1,2	0,96	1,17	1,65	1,05	1,16
D _d	9,45	9,694	16,0	15,9	14,4	16,0	22,2	17,8	23
F _s	61,98	65,21	177	112	99	123	148	164	231
R _n	0,101	0,085	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,08
R _F	1,82	1,1	0,19	0,22	0,19	0,14	0,15	0,1	0,11
B _s	1,84	2,9	2,3	1,09	1,29	1,2	0,7	1,4	1,1
R _L	1,52	1,18	0,49	0,53	0,5	0,43	0,44	0,36	0,33
R _C	0,484	0,43	0,56	0,52	0,52	38	0,49	0,35	0,5
AF	53,08	25,8	20,7	33,9	34	38	46	32,7	58
Περιοτροφ	Σ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Α

ή										
T	0,298	0,79	0,48	0,15	0,42	0,34	0,27	0,24	0,19	
Συμμετρία	Σ	Α	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	
R1	0,059	0,1	0,12	0,14	0,14	0,2	0,2	0,16	0,16	
R2	0,018	0,038	0,06	0,02	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	
H _i	0,535	0,666	0,49	0,39	0,31	0,49	0,4	0,48	0,33	
Στάδιο	Ω	N	Ω	Ω	Γ	Ω	Ω	Ω	Γ	
S _{mf}	0,98									
P _f	0,85									
ΔΕΙ	ΔΥΤΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΡΟΔΙΑΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑ									
ΚΤ	30	37	45	46	47	48	35	34	33-1	32-1
ΗΣ										
B _h	0,16	0,09	0,103	0,10	0,1	0,084	0,144	0,99	0,07	0,288
R	0,47	0,46	0,531	0,73	0,77	0,72	0,488	0,49	0,41	0,326
R _{hp}	0,17	0,14	0,185	0,19	0,2	0,2	0,183	0,18	0,16	0,147
R _B	3,5	2,0		2,0					3,0	3,2
R _L	4,9	0,18		0,14					0,44	1,43
D _n	2,4	0,41		0,35					1,34	3,43
S	1,1	1,01	1,086	1,2	1,5	1,2	1,14	0,93	0,7	0,976
D _d	23,4	15,3	19,76	17,9	15,2	18,2	16,1	20,3	32,9	16,0
F _s	242	122	93,9	170	72,2	121	47,6	110	483	134,2
R _n	0,08	0,06	0,05	0,06	0,07	0,005	0,009	0,05	0,02	0,018
R _F	0,11	0,12	0,05	0,12	0,1	0,07	0,071	0,04	0,04	0,194
B _S	1,5	0,92	1,07	0,69	0,36	1,01	1,337	1,22	1,9	2,373
R _L	0,38	0,39	0,26	0,39	0,65	0,3	0,301	0,24	0,24	0,497
R _C	0,57	0,69	0,44	0,68	0,36	0,62	0,427	0,38	0,51	0,561
AF	45	69,1	45,8	75	59,8	43,2	56,75	51,7	39,9	20,758
Περιστροφή	Δ	A	A	A	A	Δ	A	Σ	Δ	Δ
T	0,38								0,20	0,487
Συμμετρία	Σ								Σ	Σ
R1	0,2								0,14	0,125
R2	0,07								0,2	0,061
H _i	0,42	0,40	0,50	0,44	0,5	0,486	0,347	0,42	0,46	0,495
Στάδιο	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Γ	Ω	Ω	Ω
ΔΕΙ	ΔΥΤΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΡΟΔΙΑΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑ									
ΚΤ	30-1	29	28-2	28-1	28-3	29-1	29-2	29-3		
ΗΣ										
B _h	0,62	0,13	0,11	0,06	0,05	0,065	0,039	0,056		
R	0,573	0,56	0,56	0,44	0,49	0,417	0,182	0,633		
R _{hp}	0,185	0,21	0,21	0,17	0,18	0,185	0,182	0,203		
R _B		2,0	2,0							
R _L		2,7	2,7							
D _n		0,38	0,68							
S	1,007	0,88	0,88	0,84	0,88	0,702	0,992	1,243		
D _d	18,32	19,5	19,5	15,7	19,6	25,04	48,87	37,812		

F_s	168,1	269	264	127	219	229,8	582,8	344,1
R_n	0,003	0,06	0,06	0,04	0,03	0,003	0,001	0,001
R_F	0,055	0,05	0,05	0,05	0,04	0,028	0,02	0,033
B_S	1,065	1,46	1,4	1,4	1,28	2,507	1,261	0,955
R_L	0,265	0,26	0,26	0,26	0,23	0,189	0,161	0,205
R_C	0,662	0,5	0,5	0,69	0,74	0,447	0,469	0,483
AF	45,954	39,3	39,3	54,8	58,0	65,185	59,564	55,85
Περιστροφή	Δ	Δ	Δ	A	A	A	A	A
H_i	0,412	0,37	0,37	0,5	0,45	0,399	0,363	0,576
Στάδιο	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω

Υπόμνημα πίνακα:

Για την περιστροφής λεκάνης του δείκτη ασυμμετρίας της λεκάνης απορροής (AF):

Δ = Περιστροφή προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού.

A = Περιστροφή προς τα αριστερά του κυρίου ποταμού.

Σ = Συμμετρική λεκάνη.

Παράγοντας εγκάρσιας τοπογραφίας (T):

A = Ασυμμετρία.

Σ = Συμμετρία.

Δείκτης υψομετρικής καμπύλης (**H_i**), στάδιο λεκάνης:

N = Στάδιο νεότητας.

Ω = Στάδιο ωριμότητας.

Γ = Στάδιο γήρατος

Στον ανωτέρω πίνακα εμφανίζονται οι τιμές των δεικτών όλων των λεκανών της δυτικής περιοχής του ρήγματος της Ροδιάς που υπολογίστηκαν στην ενότητα. Αναλυτικότερα, ο τρόπος υπολογισμού κάθε επιμέρους δείκτη του πίνακα περιγράφεται στους παραγράφους για τον υπολογισμό των μορφοτεκτονικών δεικτών των λεκανών με A/A: 42, 41, 32, 43, 39, 38, 44, 31, 36, 30, 37, 45, 46, 47, 48, 35, 34, 33-1, 32-1, 30-1, 29, 28-2, 28-1, 28-3, 29-1, 29-2 και 29-3.

Μετά από την ανάλυση των μορφοτεκτονικών δεικτών των λεκανών της δυτικής περιοχής της Ροδιάς, σε γενικές γραμμές και από τα στοιχεία του ανωτέρου πίνακα, διαπιστώνονται τα εξής:

Σχήμα λεκανών: Επίμηκες.

Διεύθυνση προσανατολισμού: Οι διευθύνσεις των λεκανών εντοπίζονται από BA – B – BΔ έως NΔ – N – NA.

Υδρογραφικό δίκτυο: Δενδροειδούς μορφής.

Κατανομή δικτύου απορροής: Κανονική ανάπτυξη δενδροειδούς μορφής για λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, μέτρια ανάπτυξη για τις υπόλοιπες.

Πυκνότητα απορροής: Γενικά παρατηρούνται σχετικά μεγάλες τιμές του δείκτη (**D_d**), που συσχετίζονται σε περιοχή με σχεδόν αδιαπέραστο λιθολογικό υπόβαθρο, με απότομο ανάγλυφο, περιορισμένη βλάστηση και γρήγορη στράγγιση.

Καμπυλότητα υδατορέματος: Εμφάνιση καμπυλότητας σε λεκάνες 2^{ης} τάξης και άνω τάξεως κατά Strahler. Παρατηρούνται μεγάλες τιμές του δείκτη (S) που αντιστοιχούν σε περιοχή εντόνου ανάγλυφου με κλίση >25° και σε περιοχή ανύψωσης.

Συχνότητα διακλάδωσης: Κανονική για λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, μέτρια έως μικρή στις υπόλοιπες.

Τραχύτητα αναγλύφου: Χαμηλή πολυπλοκότητα του ανάγλυφου με χαμηλές τιμές του δείκτη (R_n).

Ασυμμετρία λεκάνης απορροής: Περιστροφή προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού εμφανίζεται σε δεκατέσσερις λεκάνες (28-2, 29, 30, 30-1, 31, 32, 32-1, 33-1, 38, 39, 41, 43, 44 και 48), περιστροφή προς τα αριστερά σε έντεκα λεκάνες (28-1, 28-3, 29-1, 29-2, 29-3, 35, 36, 37, 45, 46 και 47) και συμμετρική κατανομή σε δύο λεκάνες (34, 42).

Τοπογραφική συμμετρία: Από την εφαρμογή του δείκτη (T) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, οι περισσότερες λεκάνες (έντεκα) εμφανίζονται ως συμμετρικές, ενώ ασυμμετρία εμφανίζεται σε μία.

Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος: Από την εφαρμογή του δείκτη μήκους κλίσης ρέματος (S_L) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, μεγάλες κλίσεις στο υδατόρεμα εμφανίζονται στις περισσότερες λεκάνες (οκτώ), ενώ σε μία παρατηρείται μέτρια έως χαμηλή κλίση.

Πλάτος προς ύψος κοιλάδας: Από την εφαρμογή του δείκτη (V_f) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, παρατηρούνται μικρές τιμές του δείκτη (μικρότερης της μονάδας) που συσχετίζονται με οξύληκτες σχήματος κοιλάδες V με αυξημένη τεκτονική δραστηριότητα.

Υψομετρική καμπύλη: Από τις λεκάνες της δυτικής περιοχής της Ροδιάς, μία λεκάνη (41) εντοπίζεται στο «στάδιο της νεότητας», τρεις λεκάνες (35, 36 και 39) «στο στάδιο του γήρατος» και οι υπόλοιπες είκοσι τρεις λεκάνες (28-1, 28-2, 28-3, 29, 29-1, 29-2, 29-3, 30, 30-1, 31, 32, 32-1, 33-1, 34, 37, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 47 και 48) εντοπίζονται στο «στάδιο της ωριμότητας».

6.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΡΟΔΙΑΣ

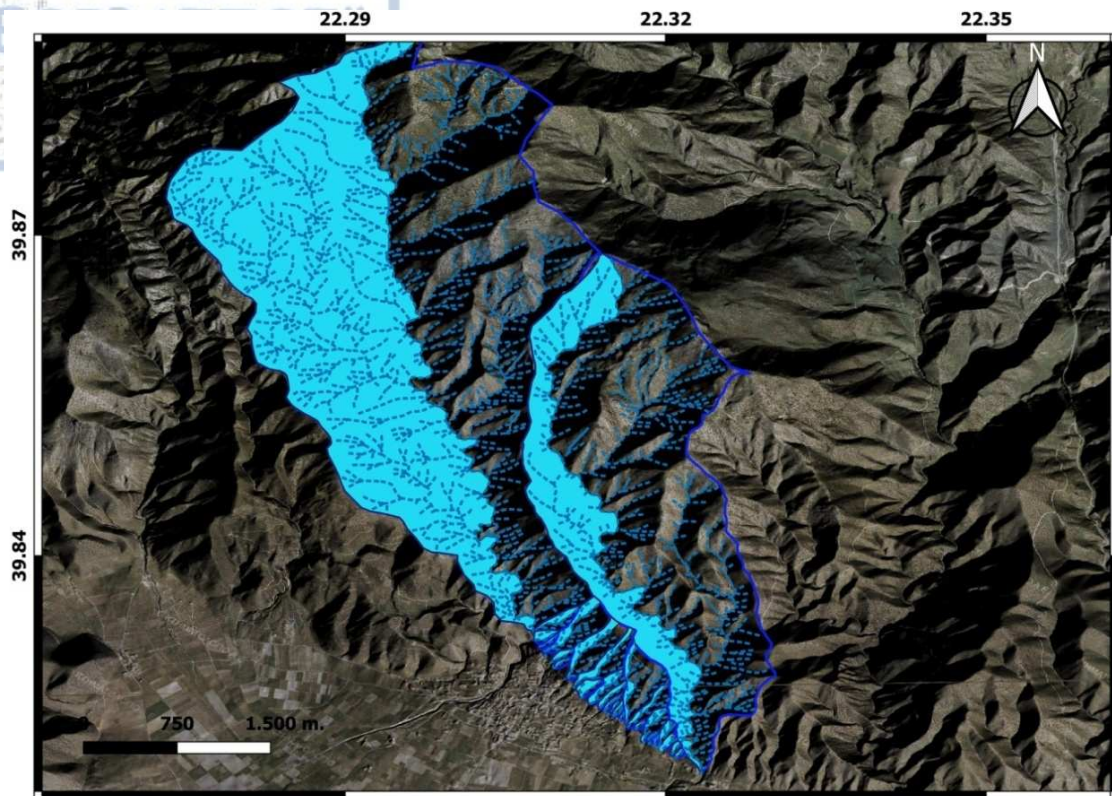
Η ύπαρξη μεγάλων ρεμάτων στην ευρύτερη περιοχή από τον οικισμό του Αργυροπουλίου έως τα Δελέρια και την Ροδιά, διαχωρίζει με φυσικό τρόπο όλη την περιοχή σε Ανατολική, Κεντρική και Δυτική και τις λεκάνες της περιοχής σε Ανατολικές, Κεντρικές και Δυτικές αντίστοιχα. Στο κεφάλαιο μελετήθηκαν και υπολογίστηκαν όλοι οι μορφοτεκτονικοί δείκτες για όλες τις λεκάνες τις περιοχής, με εξαίρεση την πολύ μεγάλη λεκάνη που υπάρχει στο κεντρικό τμήμα. Η συγκεκριμένη λεκάνη έχει εμβαδό 52,31Km² και περίμετρο 37,38Km, είναι τέλεια αναπτυγμένη σε όλες τις διευθύνσεις, φτάνει σε μήκος 12Km, στο υπόβαθρο και δεν φαίνεται να επηρεάζεται από οποιαδήποτε επιφανειακή δραστηριότητα. Προς την έξοδο, στενεύει και εκβάλλει στην περιοχή της Ροδιάς σε ένα μεγάλο ρέμα.

Μετά από την ανάλυση των μορφοτεκτονικών δεικτών των λεκανών της περιοχής της Ροδιάς (σχήμα 6-101), σε γενικές γραμμές, διαπιστώνονται τα εξής:

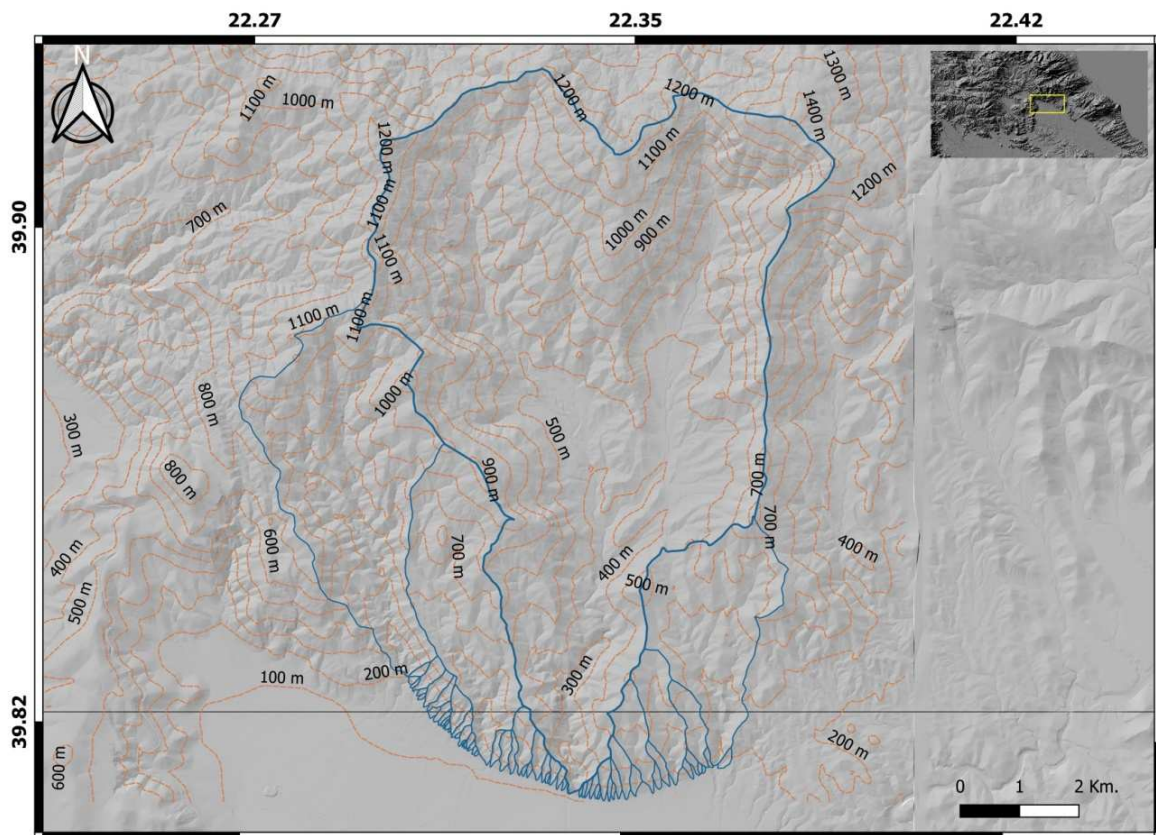
Σχήμα λεκανών: Οι περισσότερες λεκάνες έχουν επίμηκες σχήμα ή σχεδόν επίμηκες, σχήμα 6-101.

Διεύθυνση προσανατολισμού: Επικρατεί η γενική διεύθυνση B–N, αναλυτικότερα οι διευθύνσεις είναι από BA – ΝΔ, B – N έως ΒΔ – ΝΑ, σχήμα 6-101.

Η δυτική περιοχή περιλαμβάνει τις περισσότερες λεκάνες στην περιοχή, ακολουθεί η ανατολική περιοχή και τέλος η κεντρική περιοχή με τις λιγότερες λεκάνες, σχήμα 6-101.



Σχήμα 6-100. Δυτικές λεκάνης της Ροδιάς, με το υδρογραφικό δίκτυο και τις υπολεκάνες A_r (εμβαδό λεκάνης που βρίσκεται στα δεξιά του κυρίου ποταμού με το γαλάζιο χρώμα), που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο του δείκτη ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF . Υπόβαθρο χάρτη ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2015-2017).



Σχήμα 6-101. Οι λεκάνες της Ροδιάς που αποτυπώθηκαν για τους μορφοτεκτονικούς δείκτες. Εμφανίζονται οι ισοψείς ανά 100m, όπου διακρίνονται τα

μέγιστα υψόμετρα δραστικοποίησης των μεγάλων λεκανών, για την περιοχή. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

Υδρογραφικό δίκτυο: Στις περισσότερες λεκάνες παρατηρείται το υδρογραφικό δίκτυο να είναι σχήματος δενδροειδούς μορφής, σχήμα 6-102.

Κατανομή δικτύου απορροής: Κανονική ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου σε σχήμα δενδροειδούς μορφής για λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, μέτρια ανάπτυξη του δικτύου για τις υπόλοιπες λεκάνες μικρότερης τάξης κατά Strahler, σχήμα 6-102.

Η ανάλυση των λεκανών περιοχής ως προς την τάξη μεγέθους κατά Strahler εμφανίζεται συγκεντρωτικά στον επόμενο πίνακα.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΝΑ ΤΑΞΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ STRAHLER				
ΛΕΚΑΝΕΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ			
ΤΑΞΗ STRAHLER	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗ	ΔΥΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ
5 ^{ης}	0	0	1	1
4 ^{ης}	1	0	1	2
3 ^{ης}	3	1	6	10
2 ^{ης}	5	3	7	15
1 ^{ης}	15	9	13	37

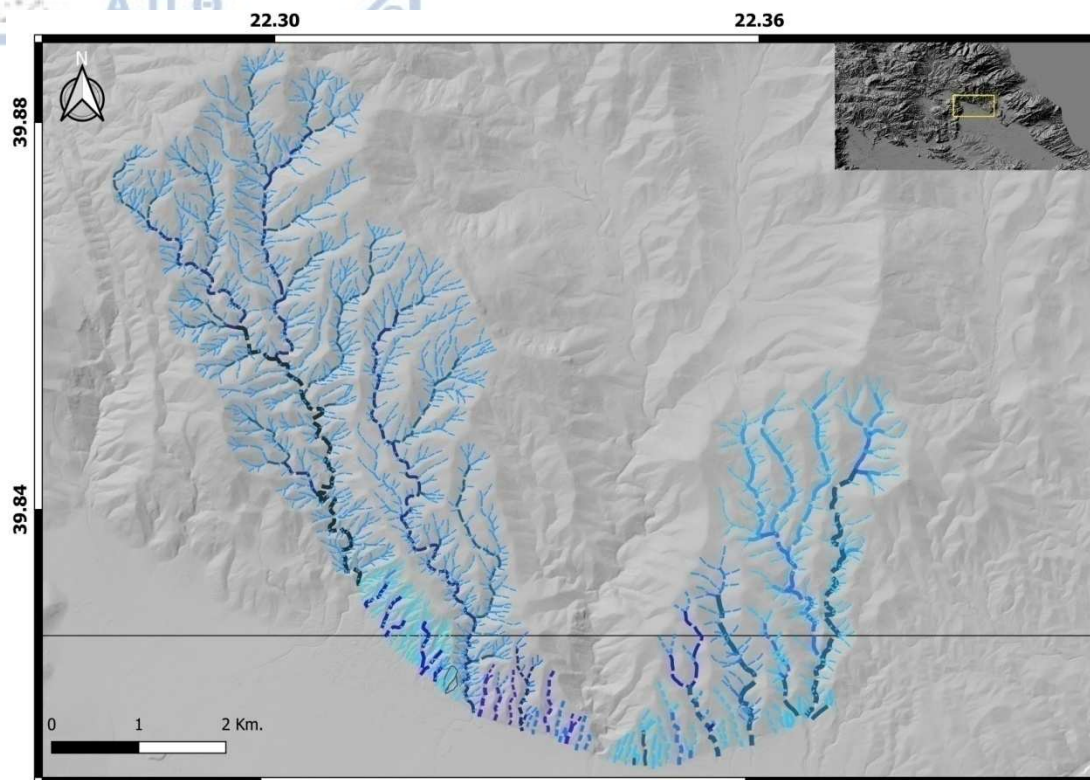
Στις λεκάνες τις Ροδιάς, η κεντρική περιοχή περιλαμβάνει τις λιγότερες σε αριθμό υδρολογικές λεκάνες με την μικρότερη μέγιστη τάξη μεγέθους (3^{ης}), ενώ στην ανατολική περιοχή εμφανίζεται μια λεκάνη μεγέθους 4^{ης} τάξης κατά Strahler. Από όλες τις περιοχές, η δυτική περιλαμβάνει τις μεγαλύτερες λεκάνες σε τάξη μεγέθους και συγκεκριμένα μία λεκάνη 5^{ης} τάξης και μια λεκάνη 4^{ης} κατά Strahler. Συνολικά σε όλη την περιοχή, εξαιρουμένης της μεγαλύτερης λεκάνης, έχουν σχηματιστεί έως σήμερα μια λεκάνη 5^{ης} τάξης, δύο λεκάνες 4^{ης} τάξης, δέκα λεκάνες 3^{ης} τάξης, δεκαπέντε λεκάνες 2^{ης} τάξης και τριανταεπτά λεκάνες 1^{ης} τάξης σχήματα 6-101, 6-102.

Η ανάλυση των λεκανών ως προς το μέγεθος των εμβαδών ανά τάξη και περιοχή (σχήματα 6-171, 6-173) είναι:

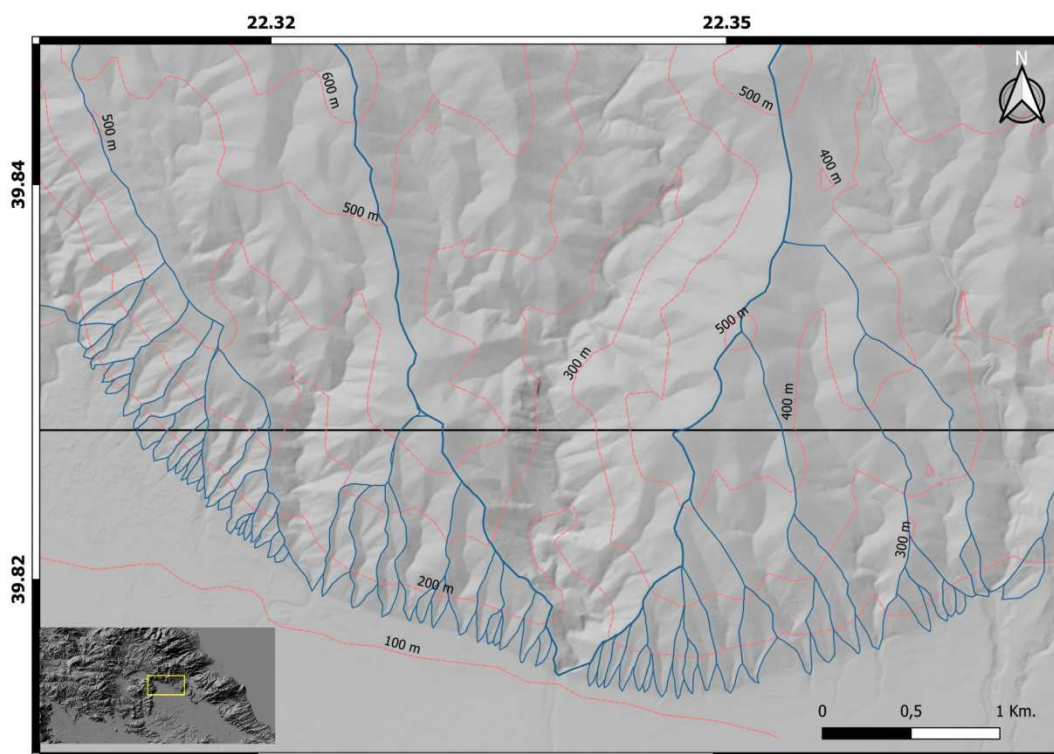
ΕΜΒΑΔΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΤΑΞΗ					
ΛΕΚΑΝΕΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ (Κμ ²)				
ΤΑΞΗ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗ	ΔΥΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	%
5 ^{ης}			11,540	11,540	41,06
4 ^{ης}	5,57		5,946	11,516	40,93
3 ^{ης}	1,638	0,284	0,788	2,710	9,631
2 ^{ης}	0,33	0,227	0,155	0,712	2,531
1 ^{ης}	1,23	0,329	0,099	1,358	5,892
ΣΥΝΟΛΟ	8,76	0,84	18,52	28,134	
ΠΟΣΟΣΤΟ %	31,16	2,98	65,85		

Από τα στοιχεία του πίνακα διαπιστώνονται ότι η κεντρική περιοχή συμμετέχει με εμβαδό 0,84 (Κμ²) και αντιστοιχεί σε ποσοστό 2,98%, του συνολικού εμβαδού της περιοχής (το μικρότερο ποσοστό). Ακολουθεί η ανατολική περιοχή με εμβαδό 8,79 (Κμ²) και ποσοστό 31,16% του συνολικού εμβαδού και τέλος δυτική περιοχή με εμβαδό 18,52 (Κμ²) με ποσοστό 65,85% το μεγαλύτερο σε κάλυψη επιφάνειας στο συνολικό εμβαδό. Επιπροσθέτως η μεγαλύτερη λεκάνη 5^{ης} τάξης κυριαρχεί σε εμβαδό κάλυψης επιφάνειας στην περιοχή, ακολουθούν

οι 4^{ης} και οι υπόλοιπες λεκάνες σχήμα 6-102, 6-103. Μία σύγκριση σε μορφή πίνακα όλων των λεκανών σε έκταση στην περίμετρο τους (Km) ανά περιοχή και τάξη μεγέθους αποτυπώνεται στον επόμενο πίνακα σχήματα 6-101, 6-103.



Σχήμα 6-102. Ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου λεκανών Ροδιάς, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).



Σχήμα 6-103. Οι μικρότερες λεκάνες της Ροδιάς. Εμφανίζονται οι ισοϋψείς ανά 100m, όπου δύναται να διακριθούν τα μέγιστα υψόμετρα δραστηριοποίησης των

λεκανών, για την περιοχή. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

ΠΕΡΙΜΕΤΡΟ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΤΑΞΗ					
ΛΕΚΑΝΕΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ (Km)				
ΤΑΞΗ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗ	ΔΥΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	%
5 ^{ΗΣ}			17,310	17,310	15,447
4 ^{ΗΣ}	11,510		13,070	24,580	21,93
3 ^{ΗΣ}	8,973	2,746	11,540	23,259	20,75
2 ^{ΗΣ}	6,772	4,339	5,645	16,756	14,95
1 ^{ΗΣ}	18,001	8,118	4,040	30,159	26,91
ΣΥΝΟΛΟ	45,256	15,202	51,605	112,063	
ΠΟΣΟΣΤΟ %	40,38	13,56	46,04		

Η δυτική περιοχή έχει την μεγαλύτερη περίμετρο σε χιλιόμετρα, ενώ ως σύνολο οι λεκάνες της 1^{ης} τάξης έχουν την μεγαλύτερη αναλογία σε περίμετρο στην περιοχή. Ακολουθούν οι 4^{ης} τάξης και έπονται οι 3^{ης}, 2^{ης} και 5^{ης} τάξης κατά Strahler, σχήμα 6-102.

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΤΑΞΗ					
ΛΕΚΑΝΕΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ (Km)				
ΤΑΞΗ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗ	ΔΥΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	%
5 ^{ΗΣ}			109,080	109,080	44,38
4 ^{ΗΣ}	27,410		57,637	85,047	34,60
3 ^{ΗΣ}	19,629	2,770	10,026	32,425	13,19
2 ^{ΗΣ}	3,513	2,060	3,595	9,168	3,73
1 ^{ΗΣ}	4,808	3,184	2,030	10,022	4,07
ΣΥΝΟΛΟ	55,36	8,014	182,368	245,742	
ΠΟΣΟΣΤΟ %	22,53	3,26	74,21		

Μία ανάλυση ως προς το συνολικό μήκος των ρεμάτων των υφιστάμενων λεκανών, δείχνει την μεγαλύτερη συμμετοχή της δυτικής περιοχής με ποσοστό 74,21% και με μήκος ρεμάτων 182,36 Km, ακολουθεί η ανατολική περιοχή με μήκος ρεμάτων 55,36 Km και ποσοστό 22,53% και τέλος η κεντρική περιοχή με συνολικό μήκος ρεμάτων 8,014 Km και ποσοστό 3,26%. Μία σύγκριση ως προς τον συνολικό αριθμό ρεμάτων κάθε περιοχής δηλώνει ότι η δυτική περιοχή περιλαμβάνει τα περισσότερα ρέματα με ποσοστό 78,82% και 1161 ρέματα. Ακολουθεί η ανατολική με ποσοστό 18,74% και 276 ρέματα, ενώ η συμμετοχή της κεντρικής περιοχής είναι με 36 ρέματα με 2,44% σχήματα 6-102.

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΤΑΞΗ					
ΛΕΚΑΝΕΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ				
ΤΑΞΗ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗ	ΔΥΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	%
5 ^{ΗΣ}			677	677	45,96
4 ^{ΗΣ}	179		355	534	36,253
3 ^{ΗΣ}	65	17	81	163	11,06
2 ^{ΗΣ}	16	10	36	62	4,20
1 ^{ΗΣ}	16	9	12	12	2,51
ΣΥΝΟΛΟ	276	36	1161	1473	
ΠΟΣΟΣΤΟ %	18,74	2,44	78,82		

Συγκρίνοντας τα μέγιστα υψόμετρα όλων των λεκανών της περιοχής βλέπουμε ότι η δυτική περιοχή κατέχει τα μεγαλύτερα υψόμετρα με τις

μεγαλύτερες λεκάνες τάξης (4^{ης} και 5^{ης} τάξης) που φτάνουν σε μεγαλύτερο υψόμετρο από τις υπόλοιπες, σχήματα 6-171, 6-173. Εάν συγκρίνουμε λεκάνες ως προς τις υπόλοιπες τάξεις (3ης, 2ης, 1ης) διακρίνεται ότι η ανατολική περιοχή κατέχει τα μεγαλύτερα υψόμετρα στην περιοχή σχήματα 6-101, 6-102, 6-103. Επιπροσθέτως στην δυτική περιοχή εμφανίζονται τα χαμηλότερα μέγιστα υψόμετρα όλης της περιοχής. Τα συγκεκριμένα στοιχεία παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα, σχήματα 6-101, 6-102, 6-103.

ΜΕΓΙΣΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΤΑΞΗ						
ΥΨΟΜΕΤΡΑ (m)						
ΛΕΚΑΝΕΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ		ΚΕΝΤΡΙΚΗ		ΔΥΤΙΚΗ	
ΤΑΞΗ	ΜΕΓ.	ΕΛΑΧ.	ΜΕΓ.	ΕΛΑΧ.	ΜΕΓ.	ΕΛΑΧ.
5 ^{ης}					1123,87	1123,87
4 ^{ης}	720,80	720,80			926,84	926,84
3 ^{ης}	517,69	463,58	475,62	475,62	469,07	280,84
2 ^{ης}	410,69	211,01	342,27	285,55	404,0	210,56
1 ^{ης}	559,79	200,41	345,94	185,27	278,55	161,98

Τέλος, συγκρίνοντας την συμμετοχή των ρεμάτων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο λεκάνης για όλες τις περιοχές, αναλογικά η ανατολική περιοχή έχει την μεγαλύτερη πυκνότητα, ενώ η κεντρική και η δυτική ακολουθούν. Γενικά οι λεκάνες 1^{ης} τάξης έχουν την μεγαλύτερη πυκνότητα σε ρέματα ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, με τις λεκάνες τις 4^{ης} τάξης να ακολουθούν, σχήματα 6-101, 6-102, 6-103.

ΡΕΜΑΤΑ ΑΝΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΟ					
ΛΕΚΑΝΕΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ				ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ
ΤΑΞΗ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗ	ΔΥΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ	%
5 ^{ης}			0,1058	0,1058	7,94
4 ^{ης}	0,2032		0,1032	0,3064	23,00
3 ^{ης}	0,0834	0,1025	0,0786	0,2646	19,86
2 ^{ης}	0,0939	0,1102	0,0431	0,2472	18,56
1 ^{ης}	0,2558	0,1033	0,0488	0,4079	30,62
Μ. Ο.	0,159	0,103	0,075		

Όλες οι λεκάνες της περιοχής Αργυροπουλίου – Δελέρων – Ροδιάς, παρουσιάζουν μία επιμήκυνση με γενική διεύθυνση Βορρά – Νότου. Ακόμα και οι μεγαλύτερες λεκάνες της περιοχής που εισχωρούν αρκετά μέσα στο υπόβαθρο αρχικά ξεκινούν ως δενδριτικής μορφής και καταλήγουν σε επίμηκες σχήμα όταν εκβάλλουν, σχήματα 6-101, 6-102, 6-103. Ιδιαίτερη περίπτωση είναι οι μεγάλες λεκάνες της δυτικής περιοχής οι οποίες διατηρούν το επίμηκες σχήμα σε όλη την έκτασή τους, γεγονός που παραπέμπει σε αυξημένη ενεργητικότητα.

Πυκνότητα απορροής: Γενικά παρατηρούνται σχετικά μεγάλες τιμές του δείκτη (D_d) που παραπέμπουν σε περιοχή με σχεδόν αδιαπέραστο λιθολογικό υπόβαθρο, με απότομο ανάγλυφο, περιορισμένη βλάστηση και γρήγορη στράγγιση, σχήμα 6-102.

Καμπυλότητα υδατορέματος: Ο μέσος όρος του δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος σε όλες τις περιοχές και ανά τάξη λεκάνης, σχήμα 6-102, απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα. Από τα στοιχεία του πίνακα οι περισσότερες τιμές κυμαίνονται κοντά στη μονάδα.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΟΡΕΜΑΤΟΣ

ΛΕΚΑΝΕΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΔΕΙΚΤΗ			ΤΑΞΗ
ΤΑΞΗ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗ	ΔΥΤΙΚΗ	Μ. Ο.
5 ^{ης}			1,312	1,312
4 ^{ης}	1,132		1,379	1,255
3 ^{ης}	0,974	1,079	1,072	1,041
2 ^{ης}	1,150	0,873	1,185	1,069
1 ^{ης}	0,768	0,783	1,060	0,87
Μ. Ο.	1,006	0,912	1,202	

Εμφάνιση καμπυλότητας σε λεκάνες 2^{ης} τάξης και άνω τάξεως. Παρατηρούνται μεγάλες τιμές του δείκτη (S) που παραπέμπουν σε περιοχή εντόνου ανάγλυφου με κλίση μεγαλύτερη των 25° μοιρών αλλά και σε περιοχή που εμφανίζεται ανύψωση.

Συχνότητα διακλάδωσης: Κανονική για λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, μέτρια έως μικρή στις υπόλοιπες σχήμα 6-102.

Τραχύτητα αναγλύφου: Χαμηλή πολυπλοκότητα του ανάγλυφου με χαμηλές τιμές του δείκτη (R_n).

Ασυμμετρία λεκάνης απορροής (σχήμα 6-104):

Περιστροφή προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού παρουσιάζουν εικοσιτέσσερις λεκάνες (24) συγκεκριμένα οι λεκάνες 1, 10, 11, 14, 15, 15-1, 22, 25, 27, 28, 28-2, 29, 30, 30-1, 31, 32, 32-1, 33-1, 38, 39, 41, 43, 44 και 48 (σχήμα 6-104 μπλε χρώμα).

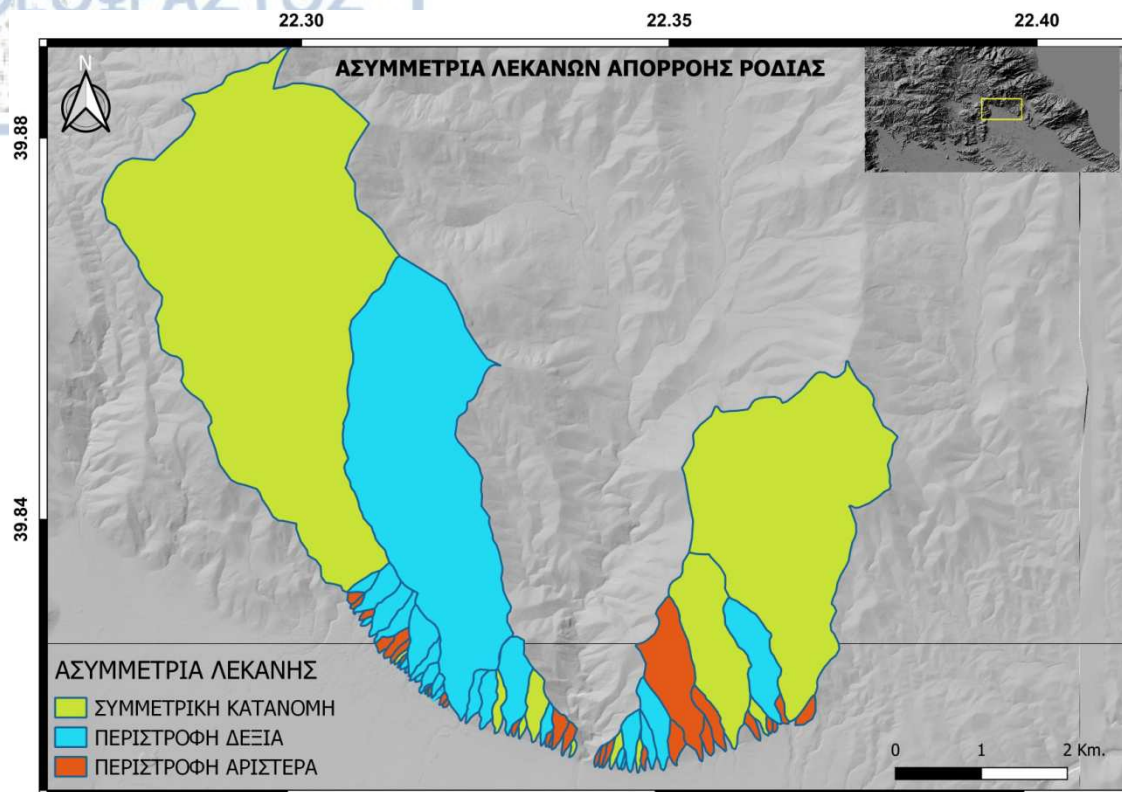
Περιστροφή προς τα αριστερά παρουσιάζουν τριάντα λεκάνες (30) συγκεκριμένα οι λεκάνες 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 2-4, 6, 7, 8, 9, 12, 17, 18, 19, 20, 23, 22-1, 22-2, 24-1, 28-1, 28-3, 29-1, 29-2, 29-3, 33-2, 35, 36, 37, 45, 46 και 47 (σχήμα 6-104 κόκκινο χρώμα).

Συμμετρική κατανομή παρουσιάζεται σε έντεκα λεκάνες (11), συγκεκριμένα στις λεκάνες 2, 2-3, 5, 13, 16, 20-1, 21, 24, 26, 34, 42 (σχήμα 6-104 πρασινοκίτρινο χρώμα).

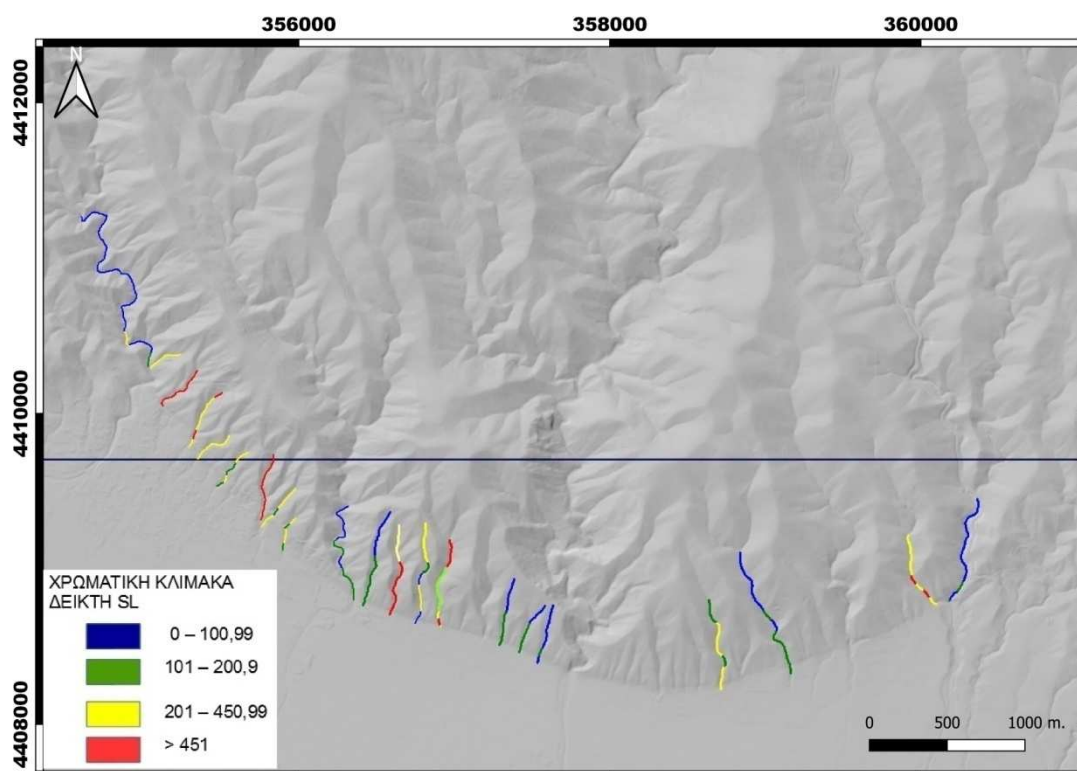
Γενικά στις λεκάνες της Ροδιάς αποτυπώνεται, για την περιοχή δυτικά της μεγάλης λεκάνης εμφανίζεται συμμετρική κατανομή και περιστροφή των λεκανών προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού, ενώ η περιστροφή προς τα αριστερά είναι ασήμαντη. Στην περιοχή ανατολικά της μεγάλης λεκάνης εμφανίζεται περισσότερο συμμετρική κατανομή σε μεγάλο ποσοστό και μικρότερο αναλογία εμφανίζονται η περιστροφή των λεκανών προς τα δεξιά και προς τα αριστερά.

Τοπογραφική συμμετρία: Από την εφαρμογή του δείκτη (T) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, οι περισσότερες λεκάνες εμφανίζονται ως συμμετρικές, ενώ οριακή συμμετρία παρουσιάζεται σε μία λεκάνη αλλά και ασυμμετρία επίσης σε μία λεκάνη, σχήματα 6-101, 6-103.

Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος: Οι τιμές του δείκτη μήκους κλίσης ρέματος (S_L) για λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, εμφανίζουν μεγάλες κλίσεις στο υδατόρεμα σε ποσοστό 40% των λεκανών, μέτριες κλίσεις σε ποσοστό 30% και χαμηλές κλίσεις σε ποσοστό επίσης 30% των λεκανών. Γενικά στην περιοχή κυριαρχούν οι μέτριες και χαμηλές κλίσεις στις λεκάνες. Ο δείκτης μήκους – κλίσης ρέματος για όλη την περιοχή της Ροδιάς εμφανίζεται στο επόμενο σχήμα 6-105. Η χρωματική κλίμακα του δείκτη διακρίνεται στην ένθετη εικόνα. Οι πιο απότομες κλίσεις εμφανίζονται στα ρέματα της δυτικής περιοχής, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές εμφανίζονται ηπιότερες κλίσεις.



Σχήμα 6-104. Ασυμμετρία λεκανών απορροής Ροδιάς, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο κτηματολογίου (2007-2009). Στην περιοχή της Ροδιάς εμφανίζεται περιστροφή προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού σε εικοσιτέσσερις λεκάνες, περιστροφή προς τα αριστερά σε τριάντα λεκάνες και συμμετρική κατανομή σε έντεκα λεκάνες.



Σχήμα 6-105. Ο δείκτης μήκους κλίσης ρέματος S_L , για όλη την περιοχή, με χρωματική απεικόνιση, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου, ένθετη εικόνα η

χρωματική κλίμακα δείκτη. Στην περιοχή της Ροδιάς εμφανίζεται μεγάλες κλίσεις στο υδατόρεμα σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, σε ποσοστό 40%, μέτριες κλίσεις σε ποσοστό 30% και χαμηλές κλίσεις σε ποσοστό επίσης 30% των λεκανών.

Πλάτος προς ύψος κοιλάδας.

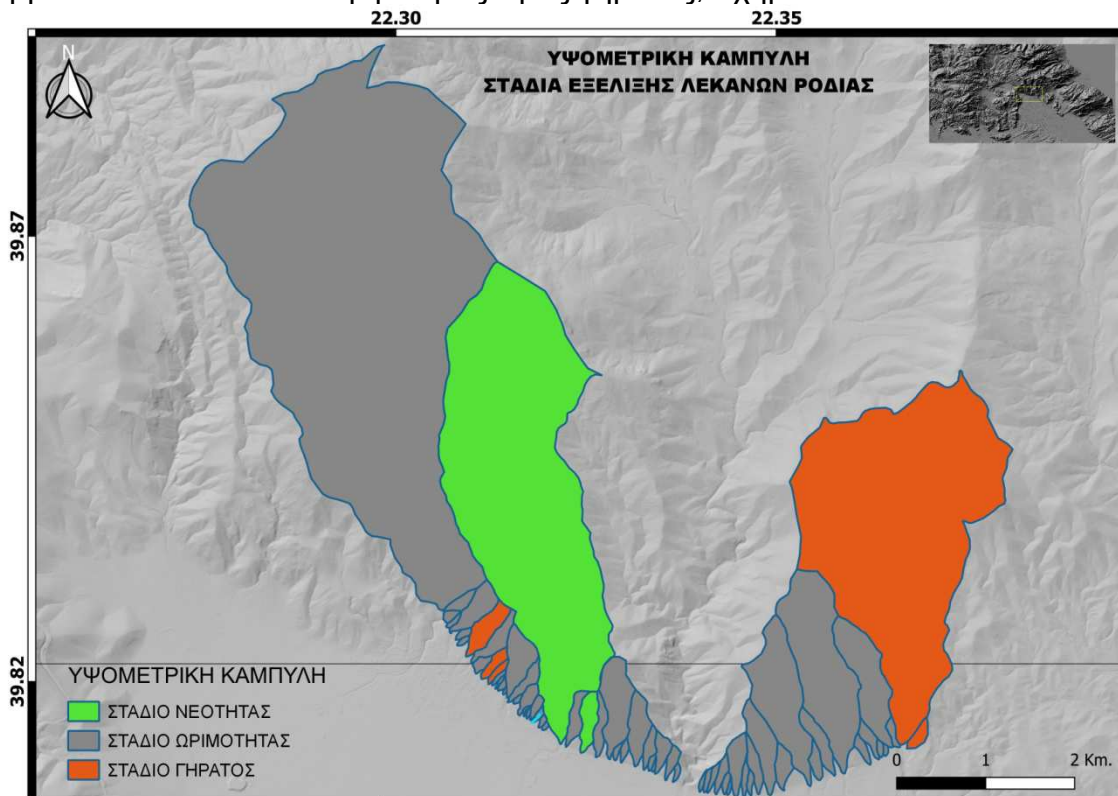
Από την εφαρμογή του δείκτη (Vf) σε λεκάνες άνω της 2^{ης} τάξης, παρατηρούνται μικρές τιμές του δείκτη (μικρότερης της μονάδας) που συσχετίζονται με οξύληκτες κοιλάδες σχήματος V με αυξημένη τεκτονική δραστηριότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τις μικρές τιμές του δείκτη Vf, διαπιστώνεται ότι η περιοχή έχει αυξημένη δραστηριότητα, που οφείλεται σε τεκτονικές κινήσεις που αναγεννούν συνεχώς το ανάγλυφο, διατηρούν την υψομετρική διαφορά μέσα στις κοιλάδες και δημιουργούν διάβρωση σε βάθος, (Za Voili & Koukouvelas 2004).

Υψομετρική καμπύλη.

Από τις λεκάνες της Ροδιάς, δύο λεκάνες (41, 27) εντοπίζονται στο «στάδιο της νεότητας» σχήμα 6-106, πράσινο χρώμα που εντοπίζονται δυτικά της μεγάλης λεκάνης.

Οι περισσότερες λεκάνες βρίσκονται στο «στάδιο της ωριμότητας» σχήμα 6-106 γκρι χρώμα σε όλη την περιοχή.

Στο «στάδιο του γήρατος» εντοπίζονται πέντε λεκάνες συγκεκριμένα σε οι λεκάνες 1-1, 2, 35, 36 και 39 σχήμα 6-106 κόκκινο χρώμα, με την μεγαλύτερη να εντοπίζεται ανατολικά της μεγάλης λεκάνης. Ένα γενικό συμπέρασμα που διαπιστώνεται είναι ότι οι λεκάνες που βρίσκονται δυτικά της μεγάλης λεκάνης, προς τον οικισμό Αργυροπουλίου, βρίσκονται σε στάδιο νεότητας προς ωρίμανσης. Οι λεκάνες που εντοπίζονται ανατολικά της μεγάλης λεκάνης βρίσκονται σε στάδιο ωριμότητας προς γήρατος, σχήμα 6-106.



Σχήμα 6-106. Στάδια εξέλιξης λεκανών, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο κτηματολογίου (2007-2009). Οι περισσότερες λεκάνες βρίσκονται στο «στάδιο της

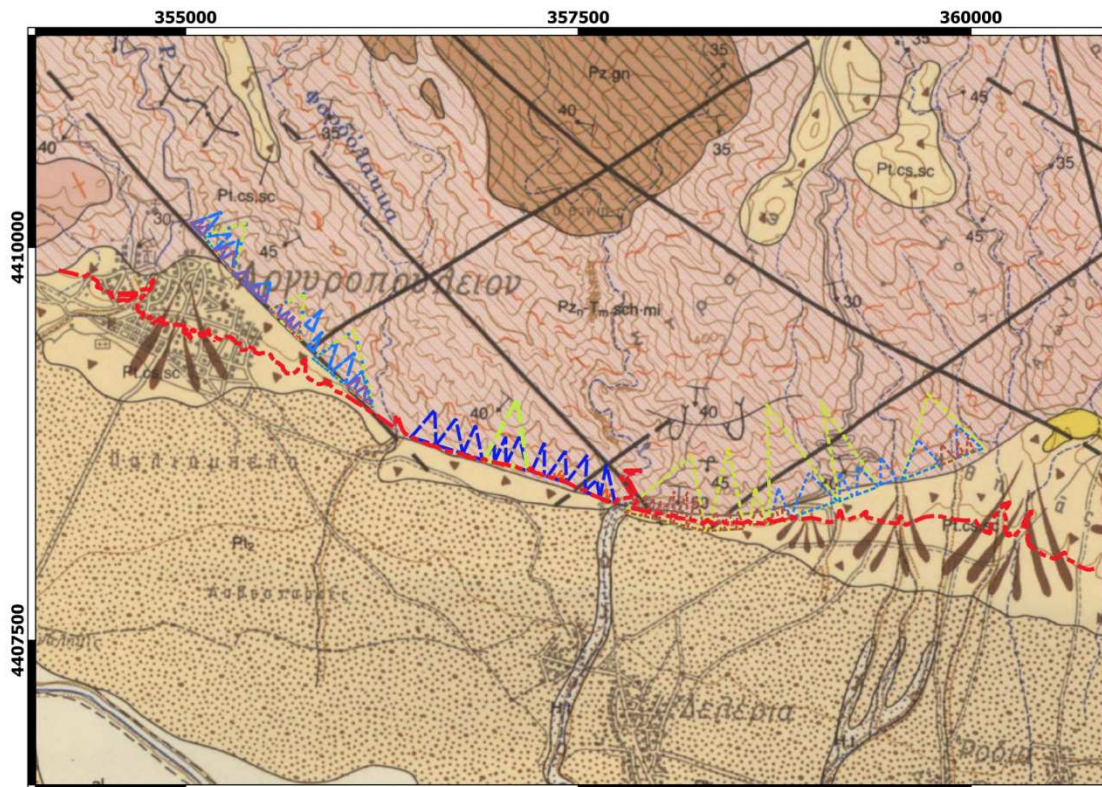
ωριμότητας» γκρι χρώμα, στο «στάδιο του γήρατος» εντοπίζονται πέντε λεκάνες (κόκκινο χρώμα), ενώ δύο λεκάνες εντοπίζονται στο «στάδιο της νεότητας», πράσινο χρώμα.

Δείκτης Δαντέλωσης.

Ο επιμέρους δείκτης Δαντέλωσης S_{mf} , της περιοχής της Ροδιάς απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

	Δείκτης Δαντέλωσης S_{mf} Ροδιάς		
Ισοϋψής (m)	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗ	ΔΥΤΙΚΗ
120	1,42	1,31	0,98
140	1,54	1,42	1,18
160	1,56	1,43	1,38

Για τον έλεγχο του δείκτη εξετάστηκαν οι ισοϋψείς των 120, 140 και 160 m. Από όλες τις ισοϋψείς, η πιο ενεργή ισοϋψής είναι των 120m με συνθήκες ενεργού μετώπου, η οποία δραστηριοποιείται μέσα στα ιζήματα (πλευρικά κορήματα) σχήμα 6-107. Από τις τιμές των δεικτών παρατηρείται ότι στην δυτική περιοχή εμφανίζονται οι πιο ενεργές συνθήκες ενεργού μετώπου όλης της περιοχής (με τιμές δείκτη κοντά στην μονάδα).



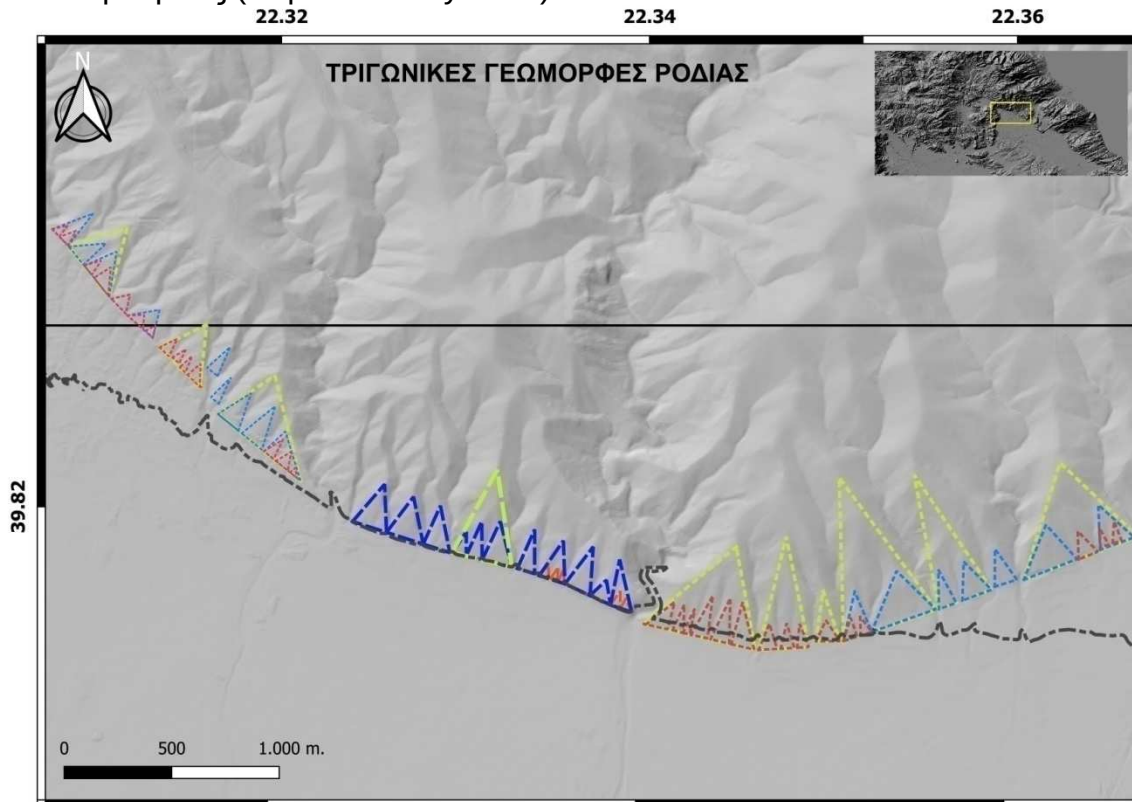
Σχήμα 6-107. Γεωλογικός χάρτης της Ροδιάς (απόσπασμα ΙΓΜΕ, φύλλο Γόνι) με την ισοϋψής των 120m του δείκτη δαντέλωσης κόκκινη γραμμή και τις τριγωνικές γεωμορφές.

Σε όλη την περιοχή εμφανίζονται τρεις γενιές τριγωνικών γεωμορφών με τις παλαιότερες μεγαλύτερες και λιγότερο ευδιάκριτες να τείνουν να εξαφανιστούν (σχήμα 6-108, πράσινα τρίγωνα). Η δεύτερη γενιά (σχήμα 6-108, μπλε τρίγωνα) είναι πολύ καλά σχηματισμένες και διακρίνονται πολύ καθαρά, ενώ αρχίζει να σχηματίζεται και μια νεότερη γενιά μικρότερη από τις υπόλοιπες (σχήμα 6-108, κόκκινα τρίγωνα). Όλες οι τριγωνικές γεωμορφές

δραστηριοποιούνται μέσα στο υπόβαθρο σχήμα 6-107. Ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f για όλη την περιοχή Αργυροπουλίου – Δελέρων – Ροδιάς επιμερισμένη σε περιοχές αποτυπώνεται συγκεντρωμένα στον επόμενο πίνακα.

Δείκτης Τριγωνικών Γεωμορφών P_f Ροδιάς		
ΚΕΝΤΡΙΚΗ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ	ΔΥΤΙΚΗ
0,95	0,725	0,85

Οι τιμές του δείκτη των τριγωνικών γεωμορφών που τείνουν κοντά στη μονάδα εμφανίζονται σε περιοχές με έντονη δραστηριότητα, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν δηλώνουν την απουσία τεκτονικής δραστηριότητας. Στην περιοχή της Ροδιάς παρατηρείται η χαμηλότερη τιμή στην ανατολική περιοχή, ενώ η μέγιστη τιμή στην κεντρική περιοχή. Όλες οι τιμές του δείκτη τριγωνικών γεωμορφών είναι κοντά ή σχεδόν κοντά στην μονάδα, επιβεβαιώνοντας το συμπέρασμα σε συνάρτηση με τους υπόλοιπους γεωμορφολογικούς δείκτες της περιοχής. Αυτοί οι εντυπωσιακοί επιφανειακοί σχηματισμοί είναι αποτέλεσμα διαδοχικών επαναδραστηριοποιήσεων του ρήγματος της Ροδιάς από τον κάτω Τεταρτογενές (Caputo & Helly 2005).

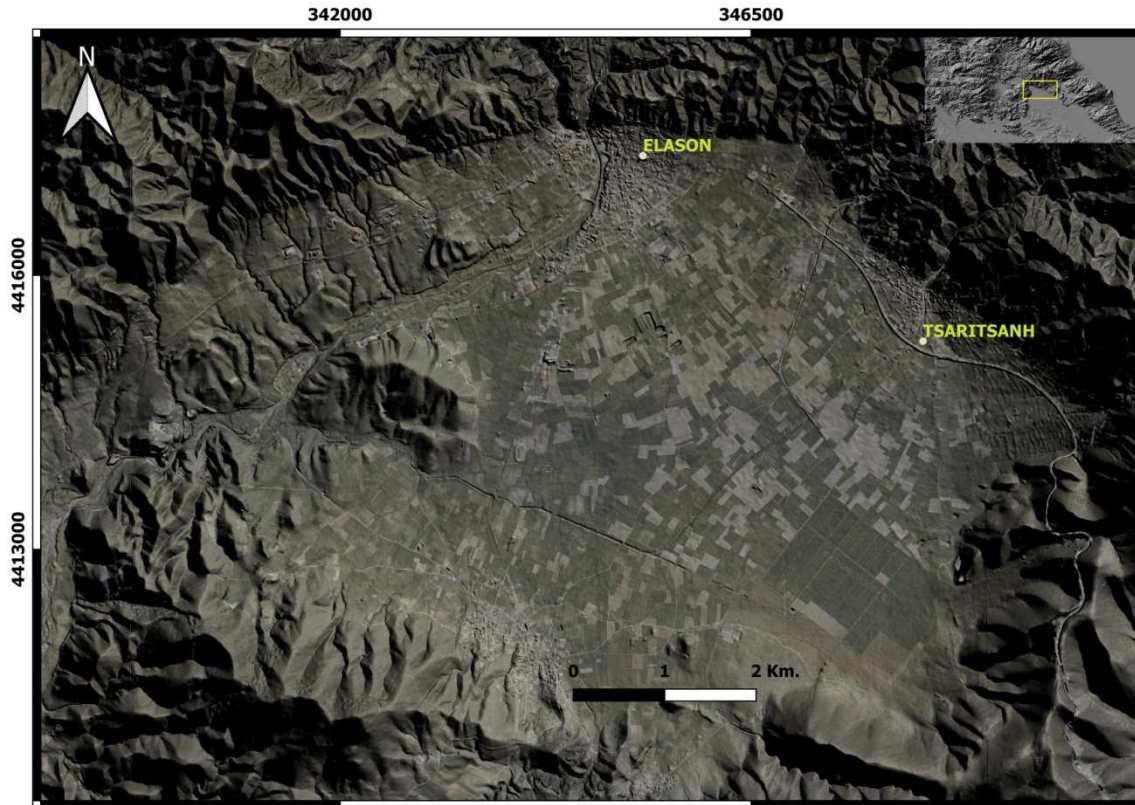


Σχήμα 6-108. Τρεις γενιές τριγωνικές γεωμορφές στην περιοχή της Ροδιάς, 1^η γενιά πράσινα τρίγωνα, 2^η γενιά μπλε τρίγωνα, 3^η γενιά κόκκινα τρίγωνα, επιπλέον απεικονίζεται η πιο δραστήρια ισοϋψής των 120 m του δείκτη δαντέλωσης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο κτηματολογίου (2007-2009).

Μετά από την ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου και των επιμέρους μορφοτεκτονικών δεικτών, διαφαίνεται ότι όλη η περιοχή της Ροδιάς εμφανίζει ενεργό τεκτονική δραστηριότητα. Οι περιοχές εμφανίζονται περισσότερο ή λιγότερο ενεργές, ανάλογα με τους επιμέρους δείκτες, ενώ συνολικά σε όλη την περιοχή διακρίνονται επιφανειακά ίχνη στο ανάγλυφο της περιοχής που παραπέμπουν σε ίχνη τεκτονικής δραστηριότητα.

6.8 ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ

Για την περιοχή της Ελασσόνας, εξεταστήκαν δύο μορφοτεκτονικοί δείκτες, που εφαρμόζονται στον έλεγχο μεγάλης έκτασης, συγκεκριμένα ο δείκτης δαντέλωσης μετώπου και οι τριγωνικές γεωμορφές. Η ευρύτερη περιοχή της Ελασσόνας, λόγω γεωγραφίας διαχωρίζεται σε Βορειοδυτική, Βόρεια και Βορειοανατολική περιοχή σχήμα 6-113.



Σχήμα 6-109. Ευρύτερη περιοχή Ελασσόνας, ορθοφωτοχάρτης (2015-2017) με υπόβαθρο ψηφιακό μοντέλο (Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009)

6.8.1 ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Ο δείκτης δαντέλωσης για την δυτική περιοχή της Ελασσόνας, ελέγχεται σε διάφορα υψόμετρα της κοιλάδας, προκειμένου να διαπιστωθεί η βέλτιστη τιμή του δείκτη.

Ο δείκτης δαντέλωσης S_{mf} υπολογίζεται από την εξίσωση:

$S_{mf} = L_{mf} / L_s$, όπου:

L_{mf} , το μήκος του ορεογραφικού μετώπου.

L_s , το αντίστοιχο ευθύγραμμο μήκος του ίδιου μετώπου.

S_{mf} ο δείκτης δαντέλωσης (mountain front sinuosity) (αδιάστατο μέγεθος) (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020).

Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιηθήκαν οι ισοϋψείς των 280, 300, 320 και 340 μέτρων της δυτικής περιοχής. Συγκεκριμένα οι τιμές του δείκτη είναι:

ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ			
Ισοϋψής (m)	Μήκος L_{mf} (m)	Μήκος L_s (m)	Δείκτης δαντέλωσης S_{mf}
280	7281,38	4447	1,64

300	5633,60	4447	1,27
320	6040,58	4447	1,36
340	6821,96	4447	1,53

Στην βορειοδυτική περιοχή της Ελασσόνας παρατηρείται ότι η ισοϋψής των 300 m, αντιστοιχεί σε συνθήκες ενεργού μετώπου με τιμή $S_{mf} = 1,27$, ενώ στο υπόλοιπα υψόμετρα, οι συνθήκες οδεύουν προς λιγότερο ενεργό μέτωπο. Επίσης η βορειοδυτική περιοχή έχει δύο ισοϋψείς (300, 320m) μέσα στο όριο των συνθηκών ενεργού μετώπου (1,0 έως 1,40). Στο σχήμα 6-110 διακρίνονται οι δύο ισοϋψείς (300, 320m) με κόκκινο χρώμα.

Για την ποσοτική μέτρηση αυτών των γεωμορφών (triangular facets) χρησιμοποιείται ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f (percentage faceting along mountain), ενώ για τον υπολογισμό χρησιμοποιείται η σχέση:

$$P_f = L_f / L_s, \text{ όπου,}$$

L_f το μήκος των τριγωνικών γεωμορφών.

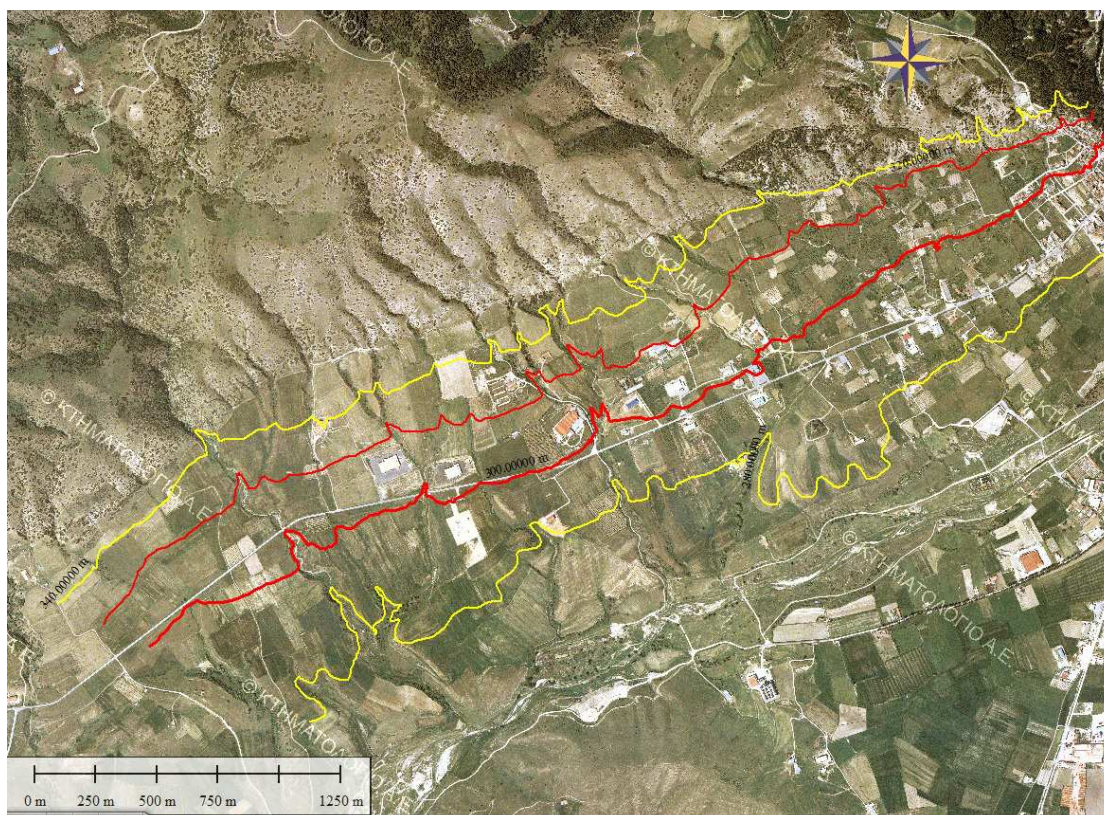
L_s το συνολικό μήκος στην βάση του πρανούς (Κουκουβέλας κ. αλ. 2020).

Ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f στην περίπτωση της βορειοδυτικής περιοχής της Ελασσόνας (σχήμα 6-111) είναι:

$$P_f = L_f / L_s, L_f = 4457,61, L_s = 4837,00$$

Η τιμή του δείκτη $P_f = 0,92$ προσεγγίζει την μονάδα και εμφανίζεται σε περιοχές με έντονη τεκτονική δραστηριότητα.

Στο σχήμα 6-110 διακρίνονται οι ισοϋψείς των 280, 300, 320 και 340 μέτρων που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του δείκτη δανδέλωσης, ενώ με κόκκινο χρώμα είναι οι ισοϋψείς του ενεργού μετώπου (300, 320). Στο σχήμα 6-111 οι τριγωνικές γεωμορφές της βορειοδυτικής περιοχής.



Σχήμα 6-110. Δείκτης δανδέλωσης της βορειοδυτικής περιοχής της Ελασσόνας, με κόκκινο χρώμα οι ισοϋψείς του ενεργού μετώπου, ορθοφωτοχάρτης με υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).



Σχήμα 6-111. Τριγωνικές γεωμορφές στην βορειοδυτική περιοχή της Ελασσόνας. Διακρίνονται οι τρεις γενιές γεωμορφών, στον ορθοφωτοχάρτη με υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

6.8.2 ΒΟΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ

Για τον υπολογισμό του δείκτη δαντέλωσης της βόρειας περιοχής της Ελασσόνας, ελέγχονται υψόμετρα της κοιλάδας, προκειμένου να διαπιστωθεί η βέλτιστη τιμή. Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς των 280, 300 και 320 μέτρων της περιοχής. Ο υπολογισμός του δείκτη δαντέλωσης αποτυπώνεται στον επόμενο πίνακα:

ΒΟΡΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ			
Ισοϋψής (m)	Μήκος L_{mf} (m)	Μήκος L_s (m)	Δείκτης δαντέλωσης S_{mf}
280	3801,66	2136	1,78
300	2941,49	2136	1,38
320	2681,59	2136	1,26
340	4309,48	2136	2,02

Στην βόρεια περιοχή της Ελασσόνας εντοπίζεται η ισοϋψής των 320m, σε συνθήκες του πιο ενεργού μετώπου με τιμή $S_{mf} = 1,26$, ενώ οι τιμές των υπόλοιπων υψομέτρων οδεύουν προς λιγότερο ενεργό μέτωπο. Επίσης στη βόρεια περιοχή εμφανίζεται και η ισοϋψείς των 300 m οριακά εντός του ορίου των συνθηκών ενεργού μετώπου (σχήμα 6-113).

Ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f στην περίπτωση της βόρειας περιοχής της Ελασσόνας είναι :

$$P_f = L_f / L_s, L_f = 1902,29, L_s = 2361,00$$

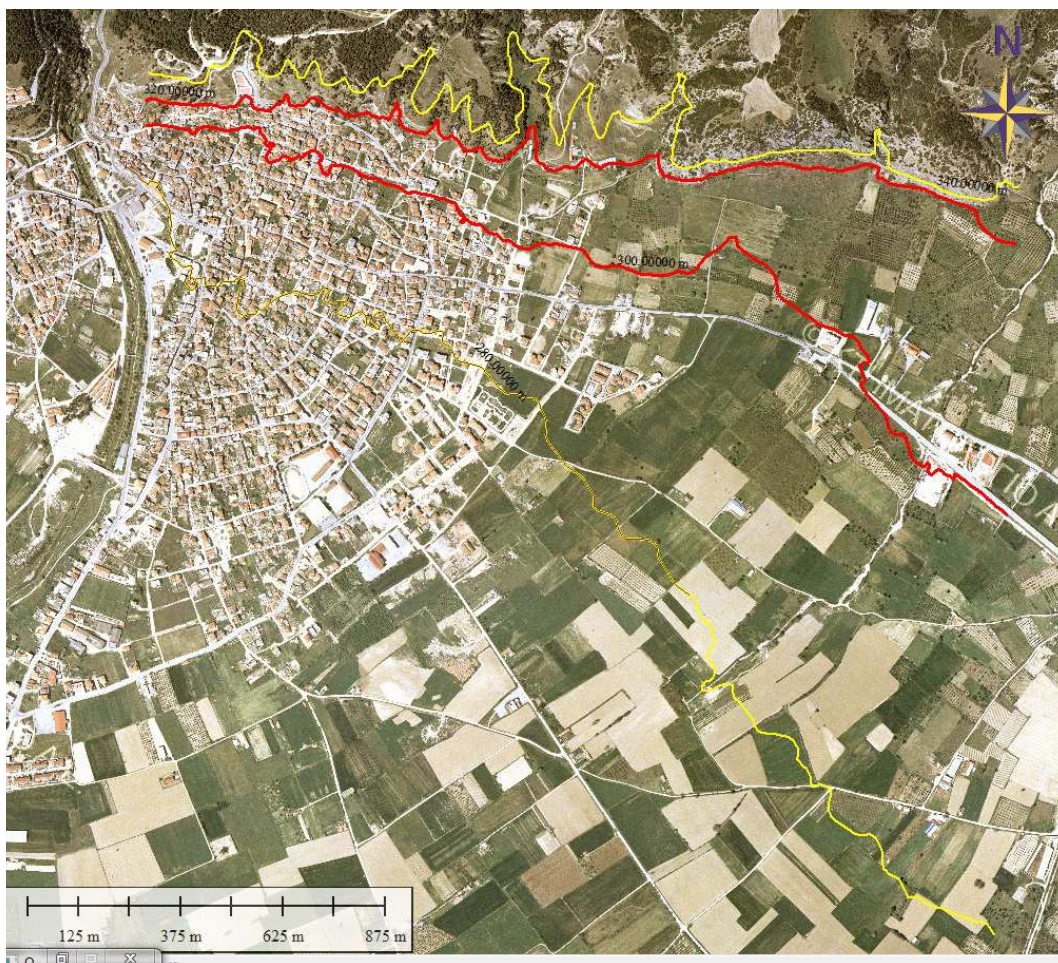
$$P_f = 0,80 \text{ για το βόρειο τμήμα.}$$

Η τιμή του δείκτη $P_f = 0,80$ αντιστοιχεί σε περιοχές με παρουσία τεκτονικής δραστηριότητας.



Σχήμα 6-112. Τριγωνικές γεωμορφές στην Βόρεια Ελασσόνας, διακρίνονται τρεις γενιές γεωμορφών, ορθοφωτοχάρτης με υπόβαθρο χάρτη το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

Στο σχήμα 6-112 οι τρεις γενιές τριγωνικές γεωμορφές της βόρειας περιοχής, ενώ στο σχήμα 6-113 διακρίνονται οι ισοϋψείς των 280, 300, 320 και 340 μέτρων που ελέγχτηκαν για τον υπολογισμό του δείκτη δανδέλωσης, ενώ με κόκκινο χρώμα είναι οι ισοϋψείς του πιο ενεργού μετώπου (300, 320).



Σχήμα 6-113. Δείκτης δανδέλωσης Βόρειας περιοχή της Ελασσόνας, με κόκκινο χρώμα οι ισοϋψείς εντός των ορίων ενεργού μετώπου, ορθοφωτοχάρτης με υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

6.8.3 ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Για τον υπολογισμό του δείκτη δαντέλωσης για την βορειοανατολική περιοχή της Ελασσόνας, χρησιμοποιήθηκαν για τα ίδια υψόμετρα, προκειμένου να διαπιστωθεί η βέλτιστη τιμή. Συγκεκριμένα ο υπολογισμός του δείκτη έγινε με τις ισοϋψείς από 280 έως 380 m. Ο υπολογισμός του δείκτη δαντέλωσης αποτυπώνεται στον επόμενο πίνακα:

ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ			
Ισοϋψής (m)	Μήκος L_{mf} (m)	Μήκος L_s (m)	Δείκτης δαντέλωσης S_{mf}
280	7693,09	4456	1,72
300	7039,14	4456	1,57
320	7391,47	4456	1,65
340	8563,07	4456	1,92
360	9124,96	4456	2,04
380	9943,76	4456	2,23

Στην βορειοανατολική περιοχή της Ελασσόνας από τις τιμές του πίνακα η μικρότερη τιμή είναι του υψόμετρου των 300 m, με τιμή $S_{mf} = 1,57$. Από τις υπόλοιπες τιμές του δείκτη δαντέλωσης διακρίνεται ότι οι υπόλοιπες αντιστοιχούν προς ανενεργό μέτωπο.

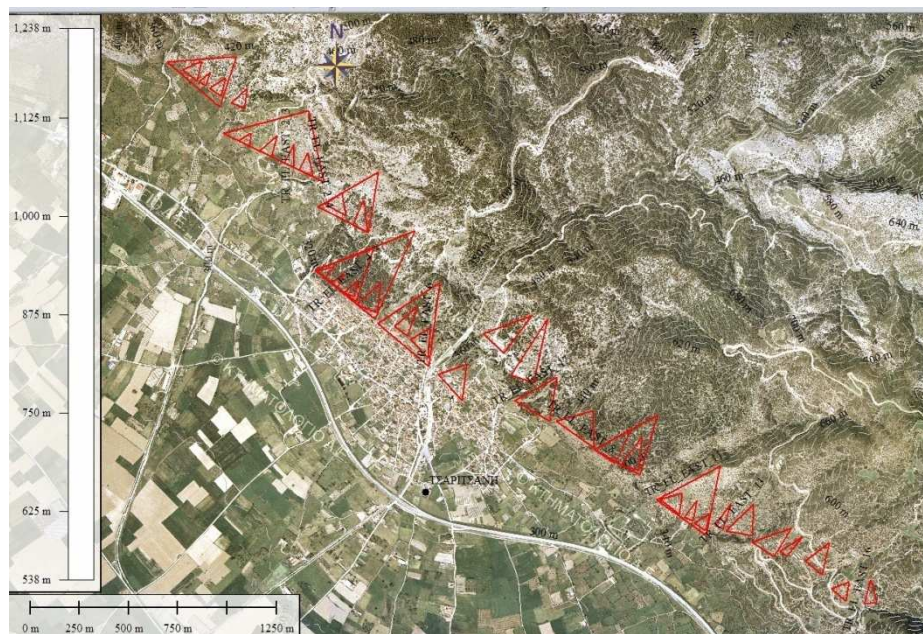
Ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f στην περίπτωση της βορειοανατολικής περιοχής της Ελασσόνας είναι:

$$P_f = L_f / L_s, L_f = 3863,226, L_s = 4456,00$$

$$P_f = 0,86 \text{ για το ανατολικό τμήμα.}$$

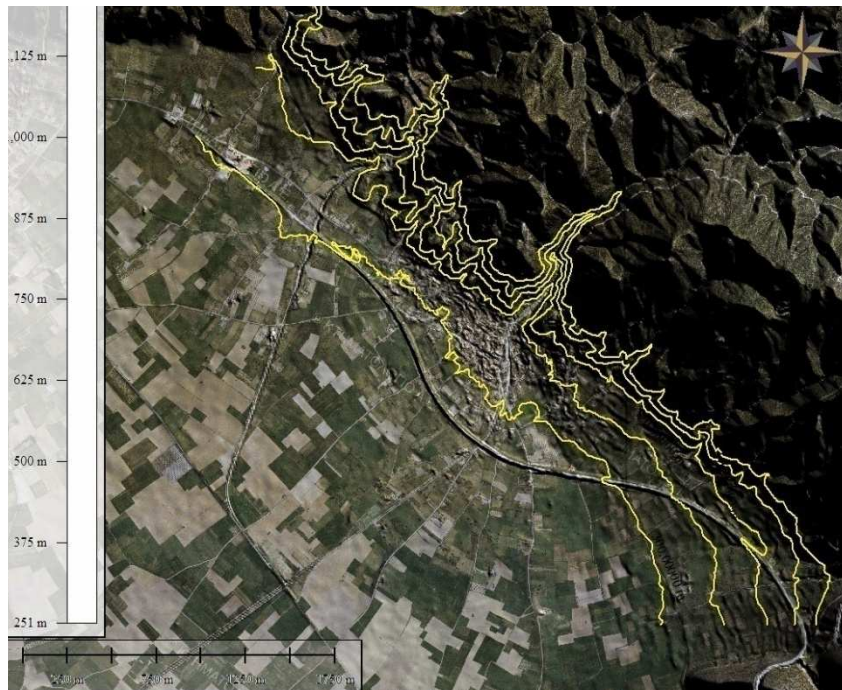
Η τιμή του δείκτη $P_f = 0,86$ επίσης αντιστοιχεί σε περιοχές με παρουσία τεκτονικής δραστηριότητας.

Στο σχήμα 6-114 διακρίνονται οι τριγωνικές γεωμορφές της περιοχής.



Σχήμα 6-114. Τριγωνικές γεωμορφές της Βορειοανατολικής περιοχής Ελασσόνας, διακρίνονται δύο γενιές γεωμορφών, ορθοφωτοχάρτης με υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009)

Στο σχήμα 6-115 διακρίνονται οι ισοϋψείς των 280, 300, 320, 340, 360 και 380 μέτρων, που χρησιμοποιηθήκαν για τον έλεγχο του ενεργού μετώπου του δείκτη Δαντέλωσης S_{mf} της βορειοανατολικής περιοχής.



Σχήμα 6-115. Δείκτης δαντέλωσης της Βορειοανατολικής περιοχή Ελασσόνας, ορθοφωτοχάρτης (2015-2017) με υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

Ο υπολογισμός του δείκτη δαντέλωσης S_{mf} συγκεντρωτικά για όλη την περιοχή της Ελασσόνας, αποτυπώνεται στον επόμενο πίνακα.

Δείκτης Δαντέλωσης S_{mf} Ελασσόνας			
Ισοϋψής (m)	ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ	ΒΟΡΕΙΑ	ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ
280	1,64	1,78	1,73
300	1,27	1,38	1,58
320	1,36	1,26	1,66
340	1,53	2,02	1,92

Για τον έλεγχο του δείκτη εξετάστηκαν οι ισοϋψής από 280 έως 340 m. Από όλες τις ισοϋψείς, οι πιο ενεργές ισοϋψείς είναι των 300 και 320 m της βόρειας και βορειοδυτικής περιοχής με συνθήκες ενεργού μετώπου, ενώ οι υπόλοιπες ισοϋψείς αλλά και της ανατολικής αντιστοιχούν σε ανενεργά μέτωπα.

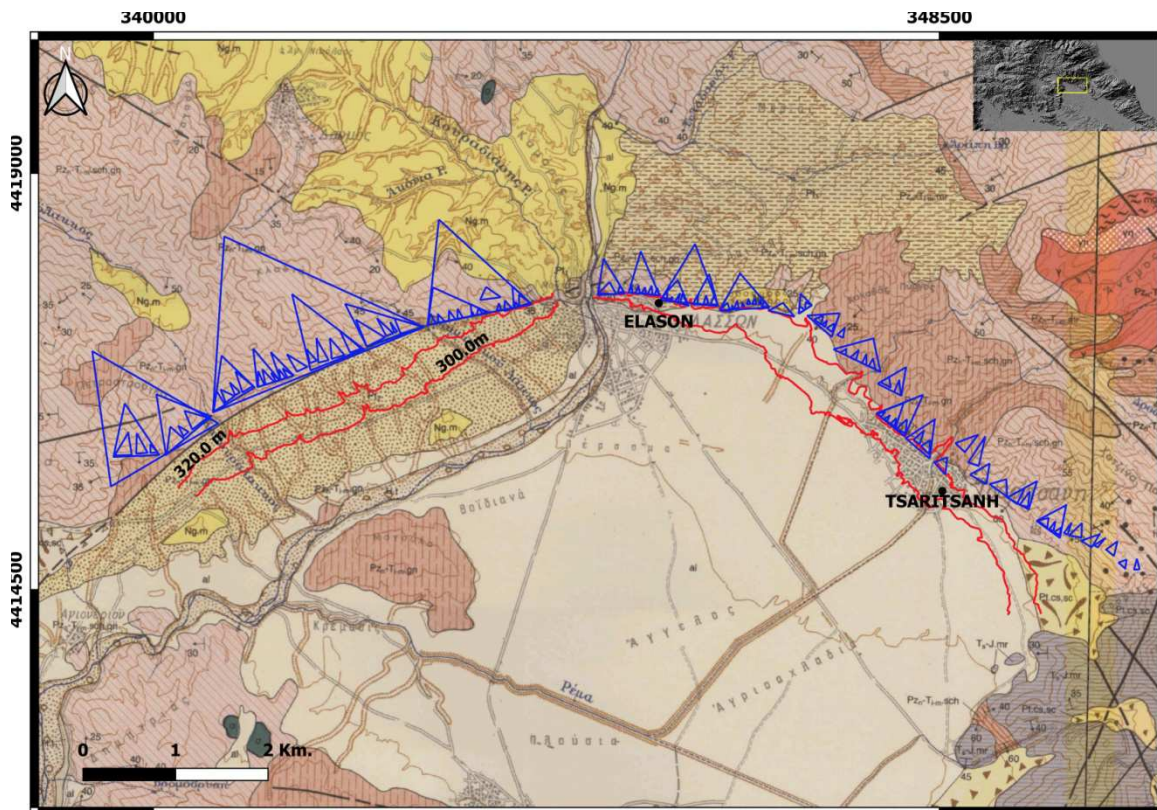
Σε όλη την περιοχή εμφανίζονται τρεις γενιές τριγωνικών γεωμορφών με τις παλαιότερες μεγαλύτερες και λιγότερο ευδιάκριτες να τείνουν να εξαφανιστούν. Οι γεωμορφές της δεύτερης γενιάς είναι πολύ καλά σχηματισμένες και διακρίνονται πολύ καθαρά, ενώ έχει σχηματιστεί και μια νεότερη γενιά μικρότερη από τις υπόλοιπες. Ο δείκτης τριγωνικών γεωμορφών P_f για όλη την περιοχή Ελασσόνας αποτυπώνεται συγκεντρωτικά στον επόμενο πίνακα.

Δείκτης Τριγωνικών Γεωμορφών P_f Ελασσόνας

ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ	ΒΟΡΕΙΑ	ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ
0,92	0,80	0,86

Η μέγιστη τιμή του δείκτη τριγωνικών γεωμορφών είναι η μονάδα και εμφανίζεται σε περιοχές με έντονη δραστηριότητα, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν δηλώνουν την απουσία τεκτονικής δραστηριότητας. Στην περιοχή της Ελασσόνας οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται στην βόρεια περιοχή, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές του δείκτη στην βορειοδυτική περιοχή. Οι τιμές του δείκτη τριγωνικών γεωμορφών επιβεβαιώνουν το γεγονός ότι αυτοί οι επιφανειακοί σχηματισμοί είναι αποτέλεσμα διαδοχικών επαναδραστηριοποιήσεων.

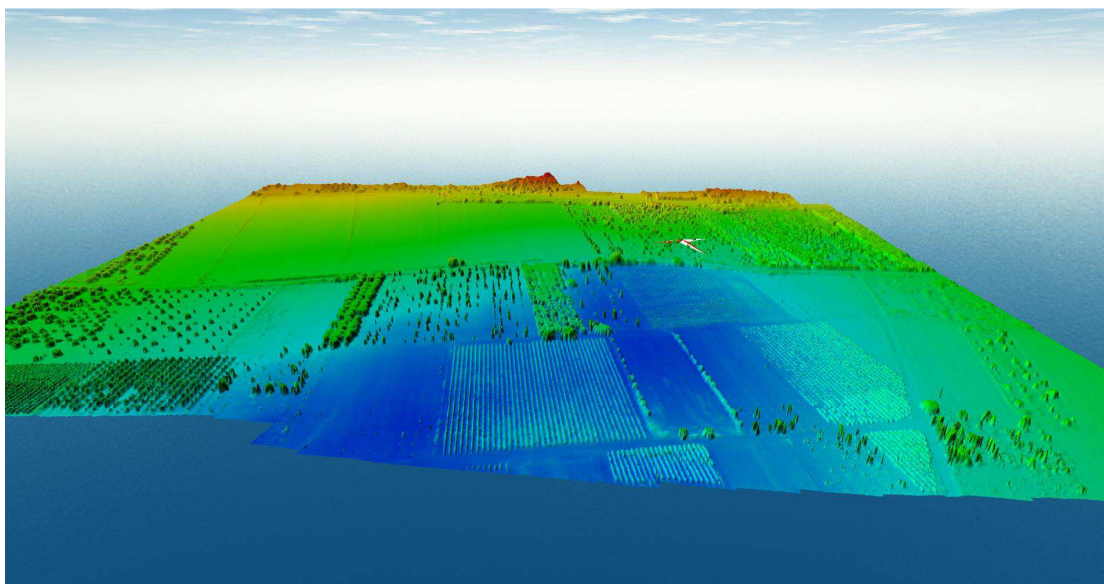
Γενικεύοντας για όλη την βόρεια πλευρά, εάν λάβουμε υπόψη τον δείκτη τριγωνικών γεωμορφών αλλά και τον δείκτη δαντέλωσης και φυσικά τις διάφορες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, ιδιαίτερα στον οικισμό της Ελασσόνας, η βόρεια και η βορειοδυτική περιοχή εμφανίζονται ως οι πιο ενεργές περιοχές της Ελασσόνας.



Σχήμα 6-116. Γεωλογικός χάρτης Ελασσόνας με κόκκινο χρώμα οι ισοϋψείς του ενεργού μετώπου. Επίσης διακρίνονται και οι τριγωνικές γεωμορφές, υπόβαθρο γεωλογικός χάρτης ΙΓΜΕ φύλλο Ελάσσονα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΠΤΑ

ΕΝΕΡΓΕΣ ΡΗΙΓΕΝΕΣ ΔΟΜΕΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΛΑΡΙΣΑΣ



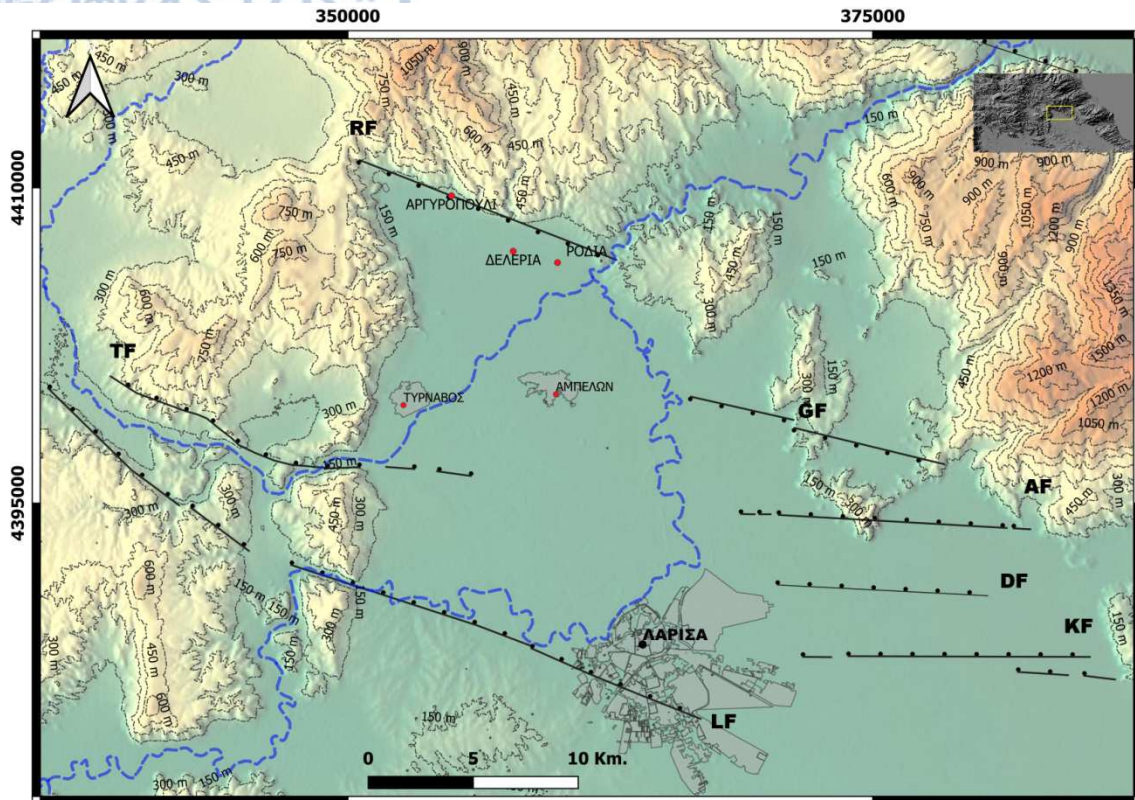
ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ (DEM)
ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΓΥΡΤΩΝΗΣ

7 ΕΝΕΡΓΕΣ ΡΗΞΙΓΕΝΕΣ ΔΟΜΕΣ ΣΤΗ ΒΑ ΛΑΡΙΣΑΣ

Η περιοχή της ΒΑ Θεσσαλίας, χαρακτηρίζεται από τις τεταρτογενείς αποθέσεις των ιζημάτων της λεκάνης του Τυρνάβου, που χρονολογούνται από το μέσο - κάτω Τεταρτογενές, τα οποία είναι νεώτερα από τα Πλειοκαινικά ιζήματα της πεδιάδας της Λάρισας. Έχει μία διεύθυνση σχεδόν Ανατολής – Δύσης (Δ,ΒΔ – Α,ΝΑ) και οριοθετείται από μία σειρά κανονικών ρηγμάτων (Tsodoulos et al 2015). Από τον μέσο Πλειστόκαινο η περιοχή έχει επηρεαστεί από την υφιστάμενη τεκτονική φάση, δημιουργώντας της σημερινή γεωγραφική εικόνα. Επίσης τόσο από ιστορικές όσο και από ενόργανες πηγές δείχνουν σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή, κατά την διάρκεια του Ολόκαινο, με την ενεργοποίηση ρηγμάτων με μέσο ρυθμό επανάληψη γεγονότων μερικές χιλιάδες χρόνια (Caputo & Helly 1994).

Στην περιοχή έχουν χαρτογραφηθεί αρκετά ενεργά κανονικά ρήγματα. Συγκεκριμένα στο βορά συναντούμε το ρήγμα της Ροδιάς και λίγα χιλιόμετρα προς τα ανατολικά είναι το ρήγμα της Γυρτώνης, τα οποία κλίνουν προς το νότο (Tsodoulos et al 2015). Προς τα νότια της λεκάνης εντοπίζονται τα ρήγματα του Τυρνάβου και της Λάρισας τα οποία είναι αντιθετικά με τα προηγούμενα και κλίνουν προς τον βορά. Προς τα ανατολικά της πεδιάδας εντοπίζονται τα ρήγματα του Ασμακίου που κλίνει προς τον νότο και του Καστρί που κλίνει προς τον βορά. Τα κύρια χαρακτηριστικά των ρηγμάτων της πεδιάδας εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα 7-1 και απεικονίζονται στο σχήμα 7-1 (Caputo et al 2010).

Πίνακας 7-1. Κύρια χαρακτηριστικά ρηγμάτων ΒΑ Θεσσαλίας							
Ρήγμα	Σύμβολο	Συντεταγμένες		Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά			
		Πλάτος North Μοίρες	Μήκος East Μοίρες	Μήκος (Km)	Width Πλάτος (Km)	Dip – Γωνία κλίσης	Strike Παράταξη
Ροδιάς	RF	39.83°	22.25°	15	10	50°N	109°
Γυρτώνης	GF	39.74°	22.44°	12	8	60° N	101°
Τυρνάβου	TF	39.73°	22.16°	13	8	50° B	280°
Λάρισας	LF	39.66°	22.23°	18	12	60° B	285°
Ασμακίου	AF	39.66°	22.49°	10	7	60° N	272°
Δήμητρας	DF	39.69°	22.49°	10	7	60° B	276°
Καστρί	KF	39.63	22.53	12	8	60° B	269°



Σχήμα 7-1. Απλοποιημένος τεκτονικός χάρτης της βόρειας ανατολικής Θεσσαλίας με τα ενεργά ρήγματα. Με RF είναι το ρήγμα Ροδιάς, GF ρήγμα Γυρτώνης, TF ρήγμα Τυρνάβου, LF ρήγμα Λάρισας, AF ρήγμα Ασμακίου, DF ρήγμα Δήμητρας και με KF ρήγμα του Καστρίου. Ψηφιοποίηση ρηγμάτων σύμφωνα με Caputo & Helly 2004, υπόβαθρο χάρτη relief map (sas planet), ισοϋψής εξαγωγή από ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε., ποταμοί και πόλεις από maps-geodata.

7.1 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

7.1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Οι πρώτες προσπάθειες στο παρελθόν για δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου είναι τα ζεύγη στεροσκοπικών φωτογραφιών (αεροσκαφών ή δορυφόρων), όπου η ερμηνεία αυτών γίνονταν με ένα ειδικό ζεύγος γυαλιών (σχήμα 7-2), κοιτάζοντας τις δύο φωτογραφίες ταυτόχρονα. Η τεχνική αυτή δημιουργούσε στον ανθρώπινο εγκέφαλο μια ψευδοτρισδιάστατη εικόνα του αντικειμένου την εικόνας. Η λήψη των αεροφωτογραφιών γινόταν με ιδιαίτερο τρόπο, έτσι ώστε οι φωτογραφίες να διαφέρουν ελάχιστα μεταξύ τους και η επικάλυψη τους έφτανε σε ποσοστό 60%. Η τεχνική αυτή μαζί με τη γνώση κάποιων βασικών χαρακτηριστικών της αεροφωτογράφισης, έδινε την δυνατότητα να μπορούν να μετρηθούν αποστάσεις και να απεικονιστούν κάποια τρισδιάστατα χαρακτηριστικά του εδάφους.



Σχήμα 7-2. Όργανο παραδοσιακής στέρεο – φωτογραμμετρίας (Edwin 2014)

Σταδιακά η εξέλιξη της επιστήμης ανέπτυξε τον κλάδο της Φωτογραμμετρίας, που είναι ο κύριος κλάδος της επιστήμης που ασχολείται με την τεχνική της απόκτησης αξιόπιστων μετρητικών πληροφοριών σχήματος, ή διαστάσεων καθώς και της αναγνώρισης της θέσης οποιουδήποτε αντικειμένου μέσα στο χώρο και στο περιβάλλον, μέσω διαδικασιών καταγραφής και μέτρησης σε μία ή περισσότερες εικόνες. Η Φωτοερμηνεία ουσιαστικά προέκυψε ως παράγωγο της Φωτογραμμετρίας και αποτελεί κλάδο της. Με την τεχνική αυτή γίνεται η αναγνώριση καθώς και ο προσδιορισμός χαρακτηριστικών στην επιφάνεια της Γης (φυσικών ή ανθρωπογενών), μέσω διαδικασιών ανάλυσης και ερμηνείας των εικόνων (Περάκης 2015).

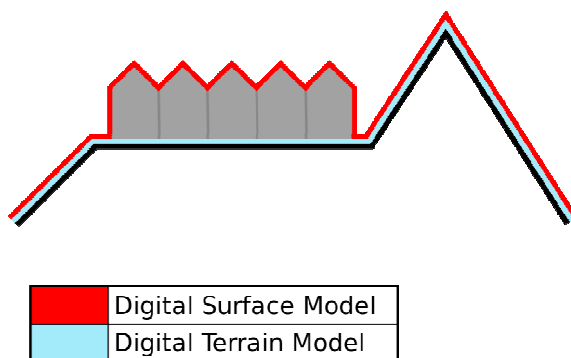
Ενώ η Φωτογραμμετρία αποσκοπεί στη χρήση εικόνων για τη συλλογή ποσοτικών πληροφοριών, η Φωτοερμηνεία χρησιμοποιεί τις εικόνες για τη λήψη ποιοτικών πληροφοριών. Η Φωτογραμμετρία παρέχει ταχύτητα, οικονομία, ακρίβεια και αξιοπιστία στη μέτρηση αντικειμένων χωρίς τη φυσική επαφή με αυτά και η εφαρμογή της εκτείνεται από την αποτύπωση μικρών αντικειμένων έως και τη χαρτογράφηση χωρών και ηπείρων. Οι εφαρμογές της Φωτογραμμετρίας – Φωτοερμηνείας είναι πολλαπλές. Ενδεικτικά αναφέρονται οι κυριότερες (Περάκης 2015):

- Αρχιτεκτονική, για την αποτύπωση κτιρίων ή υποδομών εγκαταστάσεων.
- Αρχαιολογία, για την αποτύπωση αρχαιολογικών χώρων και μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς.
- Γεωλογία, για την αποτύπωση στρωματογραφικών και γεωμορφολογικών δομών, τον σχεδιασμό των γεωλογικών χαρτών αλλά και για την καταγραφή επιπτώσεων από σεισμό.
- Δασολογία, για την σύνταξη δασικών χαρτών και στη διαχείριση πυρκαγιών.
- Γεωργία, για τον προσδιορισμό των τύπων των εδαφών, αλλά και στην οριοθέτηση καλλιεργούμενων εκτάσεων.
- Στη μελέτη κατασκευών και την οροθέτηση τεχνικών έργων.
- Οδοποιία, για την χάραξη των οδών.
- Πολεοδομία, για πράξεις εφαρμογής.
- Τοπογραφία, για τη σύνταξη τοπογραφικών διαγραμμάτων και χαρτών και για τη γεωμετρική τεκμηρίωση κτιρίων και μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς.
- Στο Κτηματολόγιο για τη σύνταξη κτηματολογικών χαρτών.
- Σε στρατιωτικές εφαρμογές στην αναγνώριση, στον σχεδιασμό στρατιωτικών κινήσεων.
- Στον κλάδο της Ιατρικής για τον εντοπισμό και μέτρηση ξένων σωμάτων.

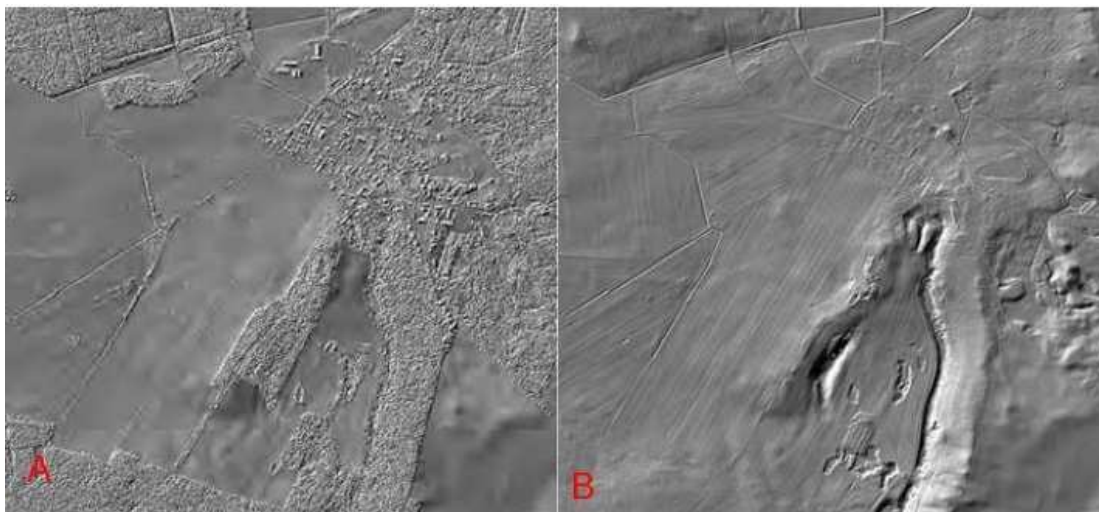
7.1.2 ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Το ψηφιακό μοντέλο Digital Model είναι η αναπαράσταση της πραγματικής επιφάνειας της Γης σε ψηφιακό μέσο αποτύπωσης. Για την δημιουργία του μοντέλου χρησιμοποιούμε όργανα με ικανότητα αποτύπωσης τρισδιάστατης εικόνας αντικειμένων, προκειμένου να ανιχνευτούν τα μορφολογικά δεδομένα της επιφάνειας. Στην σημερινή εποχή, τα ψηφιακά μοντέλα χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλες τις επιστήμες. Η ανάλυση που ακολουθεί περιγράφει για τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους.

Γενικά, για τις επιφάνειες υπάρχουν δυο κατηγορίες μοντέλων εδάφους. Το ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας, όπου απεικονίζονται όλα τα χαρακτηριστικά του εδάφους όπως δένδρα, κτίρια κλπ. Το συγκεκριμένο μοντέλο είναι γνωστό ως Digital Surface Model (DSM). Όταν σε ένα μοντέλο DSM αφαιρεθούν ή δεν απεικονιστούν με διάφορες τεχνικές τα αντικείμενα που υπάρχουν επάνω στην επιφάνεια, (δένδρα, κτίρια κλπ), τότε ονομάζεται ψηφιακό μοντέλο εδάφους Digital Terrain Model (DTM), (σχήμα 7-3, 7-4). Το μοντέλο DTM απεικονίζει μόνο την πραγματική επιφάνεια του εδάφους, απαλλαγμένη από παντός είδους κατασκευές και φυτική κάλυψη και συνήθως προέρχεται από όργανα τύπου Radar.



Σχήμα 7-3. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DSM) (κόκκινη γραμμή) – επιφάνειας (DTM) (μπλε γραμμή) (από Wikipedia, τροποποιημένο)



Σχήμα 7-4. A, Μοντέλο DSM. B, Μοντέλο DTM, (Baltsavias, 2005)

Ανάλογα με την περιοχή που καλύπτουν, τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους διακρίνονται σε:

- Παγκόσμια (Global)

- Εθνικά (National)
- Τοπικά (Local)

7.1.3 ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ

Για την αποτύπωση της επιφάνειας χρησιμοποιούνται όργανα με διάφορες μεθόδους αποτύπωσης αντικειμένων. Συγκεκριμένα για την καταγραφή χρησιμοποιούνται δεδομένα από διάφορες πηγές, (Περάκης 2015):

- Δορυφορικές πηγές, με δορυφορικές εικόνες οπτικού φάσματος μονοχρωματικές ή έγχρωμες επεξεργασμένες εικόνες (Landsat, Sentinel2). Επίσης χρησιμοποιούνται δεδομένα από δορυφόρους τύπου Radar SAR, (Interferometric Synthetic Aperture Radar) όπως του Sentinel1 (Foumelis 2016).

- Εναέριες πηγές με οπτικές εικόνες φωτογραφικών μηχανών επανδρωμένων αεροσκαφών. Τα τελευταία χρόνια είναι αρκετά διαδομένη η χρήση μη επανδρωμένων οχημάτων UAV (ΣμηΕΑ). Πολύ καλές εικόνες με πολύ καλή ανάλυση επίσης προέρχονται από όργανα τύπου Airborne LIDAR (Light Detection and Ranging), που με ικανότητα να διεισδύουν κάτω από την φυσική κάλυψη του εδάφους, ανιχνεύουν και αποδίδουν την πραγματική επιφάνεια του Γης (DTM).

- Επίγειες πηγές, με φωτογραφίες από φωτογραφικές μηχανές (DSLR, κινητά τηλέφωνα κλπ). Επίσης, αρκετά διαδομένη τα τελευταία χρόνια η χρήση επίγειου οργάνου τύπου LIDAR.

- Υποβρύχια όργανα με την χρήση ηχοβολιστικών οργάνων. Τα όργανα τύπου Airborne LIDAR έχουν μια διακριτική ικανότητα διείσδυσης μερικών μέτρων κάτω από την επιφάνεια του νερού.

7.1.4 ΑΝΑΛΥΣΗ - ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

Η ανάλυση ενός ψηφιακού μοντέλου, δηλαδή η ικανότητα να απεικονίζει πληροφορίες εξαρτάται από την βασική μονάδα πληροφοριών, το εικονοστοιχείο (pixel). Το εικονοστοιχείο είναι ένα ισόπλευρο τετράγωνο, που συνήθως έχει την ίδια διακριτική ικανότητα σε όλες τις πλευρές και εκφράζεται σε οριζόντια απόσταση ανά εικονοστοιχείο (pixel). Οι πλευρές του ισοπλεύρου τετραγώνου του εικονοστοιχείου (pixel) έχουν μήκος από λίγα εκατοστά έως αρκετά μέτρα. Αντικείμενα με διαστάσεις μεγαλύτερες της πλευράς του εικονοστοιχείου εμφανίζονται στο μοντέλο ευδιάκριτα και μάλιστα όσο μεγαλύτερο είναι το αντικείμενο τόσο η παρουσία του θα είναι εντονότερη. Αντίθετα, τα αντικείμενα που οι διαστάσεις τους είναι μικρότερες της πλευράς του εικονοστοιχείου (pixel), η εικόνα τους θολώνει και χάνονται οι λεπτομέρειες και όσο μικρότερο είναι οι διαστάσεις τόσο δυσδιάκριτο είναι στο ψηφιακό μοντέλο. Αυτό το φαινόμενο παρομοιάζεται με το βάθος πεδίου στην φωτογραφία. Για παράδειγμα σε ένα ψηφιακό μοντέλο που έχει ανάλυση 5 m/pixel, αναλύεται ως 5 μέτρα η διάσταση στις πλευρές του ισοπλεύρου τετραγώνου του εικονοστοιχείου. Συνεπώς τα αντικείμενα που περιέχονται μέσα στο μοντέλο και έχουν διάσταση μεγαλύτερης των 5 μέτρων, θα εμφανίζονται ευδιάκριτα εντός του μοντέλου. Τα αντικείμενα με διάσταση μικρότερη των 5 m, η εικόνα τους θολώνει, χάνονται οι λεπτομέρειες και δεν δύναται να διακριθούν εύκολα. Αυτό το χαρακτηριστικό της διακριτικής ικανότητας είναι αρκετά σημαντικό για ένα μοντέλο, για να μπορούμε να καταλάβουμε την λεπτομέρεια και τη ακρίβεια που διαθέτει.

7.1.5 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Ένα ψηφιακό μοντέλο έχει την δυνατότητα να απεικονίζει μία περιοχή με διάφορους τρόπους. Συγκεκριμένα ένα μοντέλο επιφανείας (DEM) μπορεί να απεικονίσει μία περιοχή, ως τρισδιάστατη περιοχή με υψόμετρο, ως υψομετρικό χάρτη (Heightmap) με αρχείο τύπου raster, αλλά και ως διανυσματικό χάρτη με βάση τριγωνικό δίκτυο (Triangular Irregular Network, TIN), (Περάκης 2015, Baltsavias, 2005). Υπάρχουν αρκετά τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα με παγκόσμια και τοπική κάλυψη που είναι διαθέσιμα για έρευνα και μελέτη. Παρακάτω αναλύονται τα κυριότερα διαθέσιμα μοντέλα με τα διακριτικά χαρακτηριστικά τους.

7.1.5.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΜΟΝΤΕΛΑ (GLOBAL DEM)

7.1.5.1.1 SRTM GDEM

Από την NASA διατίθεται το Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) που είναι το πρώτο σε διεθνή παγκόσμια προσπάθεια για παραγωγή ψηφιακού μοντέλου υψομέτρων. Καλύπτει σχεδόν το 80% της επιφάνειας της Γης και συγκεκριμένα σε γεωγραφικό πλάτος από 60° N έως 56° S και απεικονίζει τον πλανήτη με ολοκληρωμένα υψηλής ανάλυσης δεδομένα. Το μοντέλο SRTM καταγράφηκε από ειδικά τροποποιημένο σύστημα Radar με δύο κεραίες ταυτόχρονα, [Spaceborne Imaging Radar-C/X-band Synthetic Aperture Radar (SIR-C/X-SAR)]. Είχε τοποθετηθεί σε αποστολή του Διαστημικού Λεωφορείου Endeavour (Space Shuttle) κατά την διάρκεια αποστολής 11 ημερών τον Φεβρουάριο του 2000. Η καταγραφή των δεδομένων έγινε με μια μόνο σάρωση της επιφάνειας από ραντάρ συνθετικού ανοίγματος SAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar (Foumelis et al 2009). Διατίθεται σε δύο εκδόσεις το SRTM 90, 3 arc sec με ανάλυση 90 μέτρα ανά pixel, ή 3 arc sec, διαθέσιμη από το 2005. Από το 2015 διατίθεται νέα βελτιωμένη έκδοση του μοντέλου με το SRTM 30, 1 arc sec, με ανάλυση 30 μέτρα ανά pixel ή 1 arc sec, (Koukouvelas et al 2018).

7.1.5.1.2 ASTER GDEM

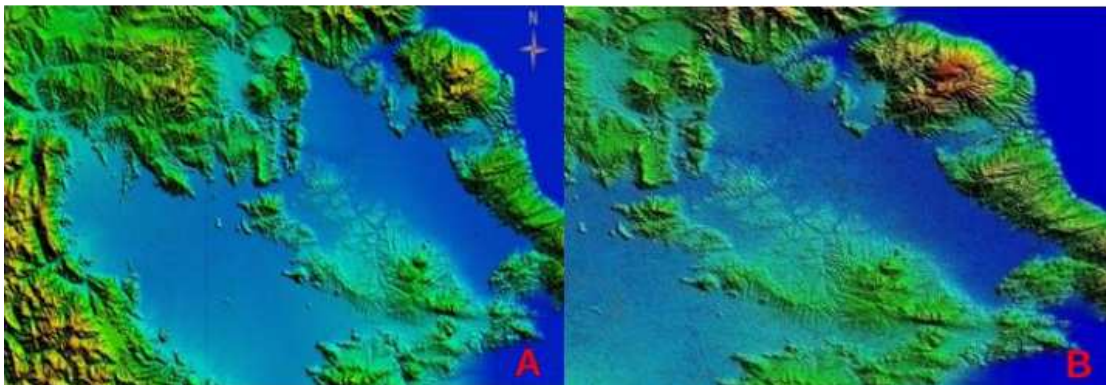
Ένα επιπλέον παγκόσμιο ψηφιακό μοντέλο της NASA, δημιουργήθηκε από το διαστημικό θερμικό Ραδιόμετρο, ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer). Τοποθετήθηκε στο διαστημικό σκάφος Terra της NASA και πρόκειται για δυο ραδιόμετρα κατάλληλα για την αποτύπωση και καταγραφή ψηφιακών μοντέλων. Η έκδοση του μοντέλου ASTER GDEM (GDEM V2) δημιουργήθηκε από ζεύγος εικόνων, διατίθεται τον Ιούνιο 2009. Καλύπτει σχεδόν όλη την επιφάνεια της Γης από γεωγραφικό πλάτος από 83° N έως 83° S, με διακριτική ικανότητα 30 μέτρα ανά pixel, (Koukouvelas et al 2018).

7.1.5.1.3 ALOS GDEM

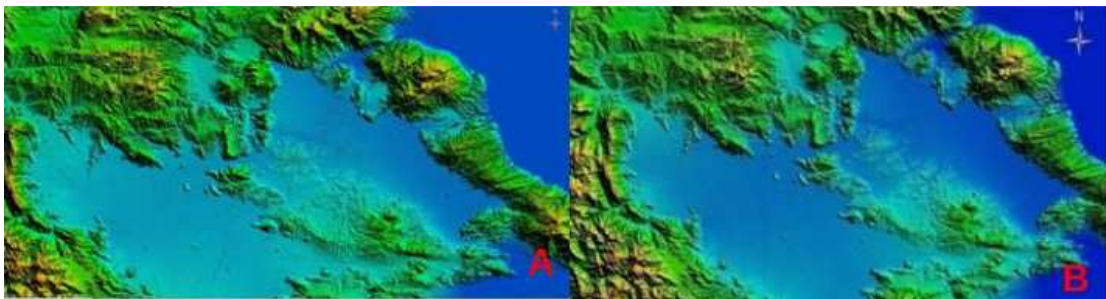
Το συγκεκριμένο ψηφιακό μοντέλο αποτελεί μία συνεργασία της NASA με την Υπηρεσία διαστήματος της Ιαπωνίας JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), με τον δορυφόρο ALOS, (Advanced Land Observation Satellite) και συνιστά ένα προηγμένο σύστημα παρατήρησης. Διατίθεται από τον Μάρτιο του 2017, το παγκόσμιο ψηφιακό μοντέλο AW3D30, με ανάλυση 30 μέτρα ανά pixel (1 arc sec). Για την δημιουργία του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν εικόνες από το όργανο PRISM του δορυφόρου ALOS (Panchromatic Remote-sensing Instruments for Stereo Mapping), για την μέτρηση της επιφανείας (Koukouvelas et al 2018).

7.1.5.2 ΕΘΝΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ (DEM)

Το μοναδικό ψηφιακό Εθνικό μοντέλο για την περιοχή της Ελλάδος είναι το μοντέλο του Εθνικού Κτηματολογίου (Greek Cadastral, ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ S.A.). Για την δημιουργία του μοντέλου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της φωτογραμμετρίας με υψηλής ανάλυσης αεροφωτογραφίες από επανδρωμένο αεροσκάφος. Η διακριτική ικανότητα του μοντέλου είναι 5 μέτρα ανά pixel. Το συγκεκριμένο μοντέλο, αν και περιέχει κάποια μικρά σφάλματα για κάποιες περιοχές που δεν εμφανίζονται σωστά, εντούτοις είναι το πιο ακριβές μοντέλο για την ευρύτερη περιοχή της Ελλάδας (Κουκουνέλας et al 2018). Πρόσφατα το Εθνικό Κτηματολόγιο έχει δημιουργήσει ένα νέο βελτιωμένο ψηφιακό μοντέλο (2015-2017) για την Ελλάδα, του οποίου οι ορθοφωτοχάρτες μπορούν να προβληθούν στην ιστοσελίδα του. Η διακριτική ικανότητα αυτού του νέου μοντέλου είναι λίγων εκατοστών.



Σχήμα 7-5. Η Περιοχή της Θεσσαλίας, απεικόνιση από παγκόσμια ψηφιακά μοντέλα, A με SRTM 30 και B με ASTER.



Σχήμα 7-6. Η Περιοχή της Θεσσαλίας: A) απεικόνιση με το παγκόσμιο ψηφιακό μοντέλο (ALOS), B) με το εθνικό μοντέλο του Κτηματολογίου.

7.1.6 ΜΕΘΟΔΟΙ – ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗΣ

Η μέθοδος της αεροφωτογράφισης διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο ως προς τη πληροφορία που απαιτείται να αποτυπωθεί. Εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Αρχικά, εξαρτάται από την ικανότητα του μέσου αποτύπωσης, όπως η διάμετρος του φακού, οι διαστάσεις του αισθητήρα, αλλά και από δευτερεύουσες παραμέτρους που έχουν σχέση με τις συνθήκες της περιοχής όπως η ηλιοφάνεια, η σύννεφοκάλυψη και η διαύγεια της ατμόσφαιρας. Ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο είναι η γωνία λήψης που σχηματίζει ο φακός της φωτογραφικής μηχανής του εναέριου μέσου ως προς την επιφάνεια του εδάφους. Ανάλογα με την γωνία της φωτογραφικής κάμερας η μέθοδος αεροφωτογράφισης διακρίνεται σε δύο κύριες μεθόδους (Περάκης 2015).

7.1.6.1 ΚΑΘΕΤΗ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ

Επιτυγχάνεται, όταν ο φακός της μηχανής είναι κάθετα ή σχεδόν κάθετα (με μικρή κλίση έως 5°) με την επιφάνεια του εδάφους.

7.1.6.2 ΠΛΑΓΙΑ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ

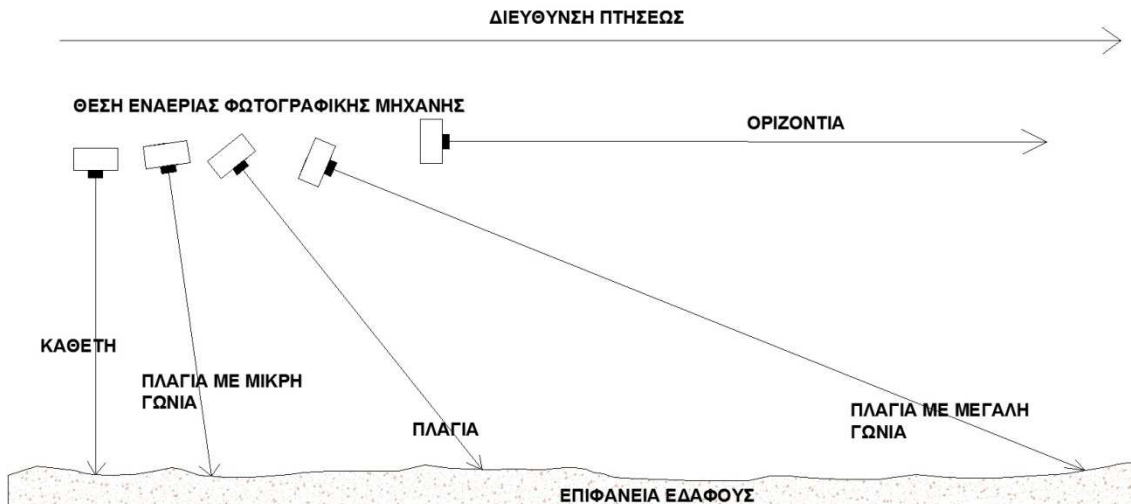
Επιτυγχάνεται, όταν ο φακός της μηχανής σχηματίζει γωνία με την επιφάνεια του εδάφους. Συγκεκριμένα ανάλογα με την γωνία που σχηματίζει ο φακός του πτητικού μέσου σε σχέση με το έδαφος οι αεροφωτογραφίες διακρίνονται σε (Περάκης 2015, Καρράς 2017) σχήμα 7-7:

- Ελαφρώς πλάγιες με κλίση από 5° έως 30° .
- Πλάγιες με κλίση από 30° έως 60° .
- Πολύ πλάγιες, όταν περιλαμβάνεται ο ορίζοντας του εδάφους.

Επίσης σπάνια χρησιμοποιούνται και οι επόμενες μέθοδοι:

- Οριζόντιες αεροφωτογραφίες με τον οπτικός άξονας του ορίζοντα διακρίνεται στην φωτογραφία.
- Ζενίθιες αεροφωτογραφίες, όταν ο άξονας της κάμερας κατευθύνεται προς το ζενίθ.

Οι κάθετες αεροφωτογραφίες περιέχουν αρκετές πληροφορίες μίας περιοχής, καθώς αποτυπώνονται οι ακριβείς αποστάσεις μεταξύ των αντικειμένων και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ορθοφωτοχάρτων αλλά και την δημιουργία ψηφιακών μοντέλων. Η κάθετη φωτογράφιση αποκαλείται και χαρτογραφική. Οι πλάγιες φωτογραφίες δεν μπορούν να αναπαραστήσουν με την ίδια ακρίβεια τις πληροφορίες που παρέχουν οι κάθετες, αλλά χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές στην δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου, καθώς συμπληρώνουν το μοντέλο με επιπλέον πληροφορίες για την περιοχή (Περάκης 2015). Τα προγράμματα φωτογραμμετρίας μπορούν να δημιουργήσουν τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα από πλάγιες φωτογραφίες αρκεί να έχουν μεγάλη επικάλυψη.



Σχήμα 7-7. Κύριες μέθοδοι εναέριας φωτογράφισης με ΣμηΕΑ, ανάλογα με την γωνία του φωτογραφικού φακού ως προς το έδαφος.

7.1.7 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ

Η σύνθεση ψηφιακού μοντέλου απαιτεί μια σειρά από οπτικά δεδομένα, δηλαδή μια σειρά φωτογραφιών διαδοχικών λήψεων. Τα δεδομένα που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μπορεί να ληφθούν από (Baltsavias 2005):

- Δορυφορικές λήψεις στο οπτικό πεδίο ή εικόνες Radar ή κατάλληλες στερεολήψεις δορυφορικών εικόνων (σχήμα 7 – 8A).
- Αεροφωτογραφίες από αεροσκάφος με επικάλυψη τουλάχιστον 70% ή στερεολήψεις (σχήμα 7 – 8B)
- Αεροφωτογραφίες από ΣμηΕΑ (UAV).



Σχήμα 7-8. Διαδοχικές στερεολήψεις φωτογραφιών, A από Δορυφόρους, B από εναέρια πτητικά μέσα, (Baltsavias 2005).

Μεθοδολογία

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζονται οι διαδικασίες υπαίθρου για την φωτογράφιση και αποτύπωση περιοχής με την χρήση εναέριων ΣμηΕΑ (Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών) ή UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Ο όρος UAV αναφέρεται σε πτητικό μέσο σχεδιασμένο να λειτουργεί χωρίς την παρουσία του ανθρώπου σε αυτό. Συγκεκριμένα για την διαδικασία που αναλύεται χρησιμοποιήθηκαν τα τετρακόπτερα Phantom 4 και 4 Pro της εταιρείας DJI. Μετά την επιλογή της περιοχής μελέτης για την χαρτογράφηση, γίνεται ο σχεδιασμός του σχεδίου πτήσεως της αποστολής, ανάλογα με την έκταση που πρέπει να καλυφθεί, λαμβάνοντας υπόψη τον διατιθέμενο εξοπλισμό, την ποσότητα και την χρονική διάρκεια των μπαταριών. Γίνεται μία πρώτη γνωριμία της περιοχής, πριν την μετάβαση επί τόπου, με την εφαρμογή της τρισδιάστατης απεικόνισης του Google Earth, για ύπαρξη ψηλών εμποδίων στην περιοχή όπως πυλώνες ρεύματος, κτίρια και διάφορες κατασκευές της περιοχής. Ελέγχονται οι οδοί πρόσβασης, το είδος χρήσης του εδάφους (καλλιέργειες, κατοικίες) και γενικά γίνεται μία πρώτη γνωριμία με την περιοχή. Για την διαδικασία της χαρτογράφησης χρησιμοποιούνται ειδικευμένα για την χρήση αυτή λογισμικά που ελέγχουν αυτόματα το ΣμηΕΑ κατά την διάρκεια τις χαρτογράφησης, λαμβάνοντας τις φωτογραφίες στο καθορισμένο σημείο. Τα λογισμικά αυτά είναι ελεύθερα προς χρήση και διαθέσιμα για λογισμικά iOS (Apple iPad) και Android συσκευές. Για την χαρτογράφηση των περιοχών που αναλύονται στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η ελεύθερη εφαρμογή Pix4D. Γενικά για την διαδικασία της εναέριας χαρτογράφησης εφαρμόζονται τα ακόλουθα βήματα:

Αρχικά, προηγείται ο σχεδιασμός της αποστολής (Mission Plan), λαμβάνοντας υπόψη το εμβαδόν της περιοχής χαρτογράφησης και την απαιτούμενη ακρίβεια που απαιτείται για το ψηφιακό μοντέλο.

Επιπλέον, για τον σχεδιασμό της αποστολής λαμβάνονται υπόψη και τα εξής:

- Η μορφολογία της περιοχής.
- Το ανάγλυφο της περιοχής εάν είναι ήπιο ή απότομο.
- Φυσικά ή τεχνικά εμπόδια κτίρια, υποδομές, πυλώνες κλπ.

• Οποιαδήποτε άλλο αντικείμενο (φυσικό ή τεχνικό) που μπορεί να επηρεάσει την αεροφωτογράφιση και την πτήση.

• Κατάθεση σχεδίου πτήσεων στην ΥΠΑ.

Μετά τον σχεδιασμό της αποστολής, προγραμματίζεται η εκτέλεση της αποστολής.

Πριν την ενεργοποίηση του τετρακόπτερου, εκτελούμε τις διαδικασίες προ πτήσεως για τα ΣμηΕΑ, έτσι ώστε να επιτευχθεί μια ασφαλής και ελεγχόμενη πτήση χωρίς απρόοπτα και τραυματισμούς. Οι διαδικασίες προ πτήσεως για τα ΣμηΕΑ περιγράφονται αναλυτικά στο παράρτημα (The Drone Project, σχολή χειριστών Drone).

Έχοντας εκτελέσει τις διαδικασίες προ πτήσεως βήμα – βήμα, ενεργοποιούμε την εφαρμογή Pix4D.

Μέσα από την εφαρμογή επιλέγουμε τις παραμέτρους εναέριας χαρτογράφησης:

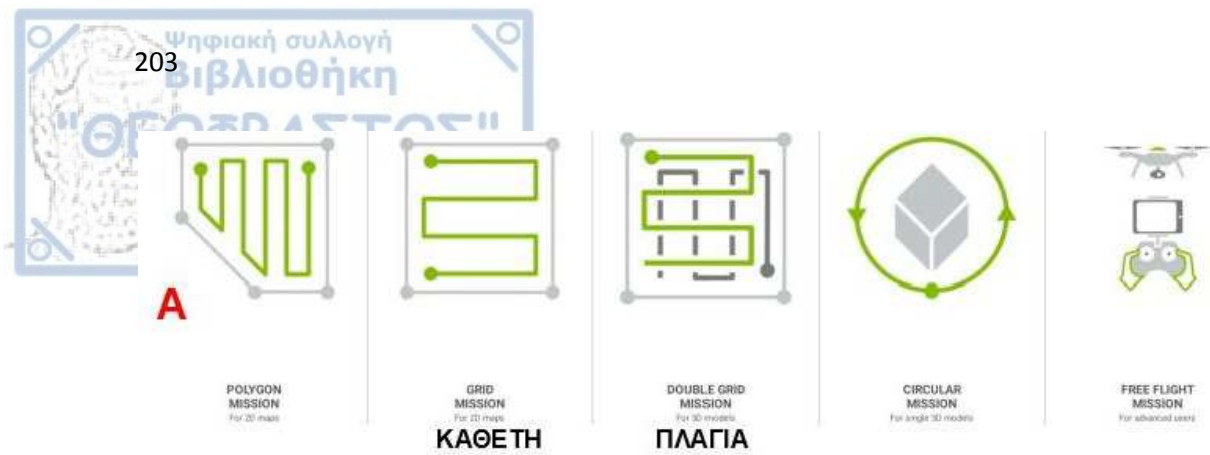
• Τον τρόπο αεροφωτοχαρτογράφησης κάθετη mapping ή πλάγια (3D Model), σχήμα 7-9Α.

• Την χρονική διάρκεια της πτήσης, σχήμα 7-9 Β.

Μετά την ρύθμιση των παραμέτρων της πτήσης (υψόμετρο, πολύγωνο κάλυψης, σχήμα 7-9 Β εκτελείται η αυτόματη χαρτογράφηση μέσα από την εφαρμογή (Pix4D).

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, το τετρακόπτερο (UAV) θα έχει καλύψει την περιοχή ενδιαφέροντος λαμβάνοντας μια σειρά αεροφωτογραφιών με μεγάλη επικάλυψη 70%.

Εφόσον η περιοχή χαρτογράφησης υπερβαίνει τη δυνατότητα μίας πτήσεως, τότε επαναλαμβάνεται η διαδικασία για την κάλυψη της περιοχής ενδιαφέροντος. Μετά την ολοκλήρωση των πτήσεων, οι φωτογραφίες της περιοχής είναι διαθέσιμες για το επόμενο στάδιο, για την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου.



Σχήμα 7-9. Ρύθμιση παραμέτρων πτήσης ΣμηΕΑ για χαρτογράφηση περιοχής με την χρήση της εφαρμογής Pix4D. Εικόνα Α, επιλογή κάθετης ή πλάγιας εναέριας χαρτογράφησης. Εικόνα Β, ρύθμιση υπόλοιπων παραμέτρων πτήσης (υψόμετρο, πολύγωνο χαρτογράφησης, σημεία έναρξης και τέλους). Απεικόνιση δραστηριότητας εναέριας χαρτογράφησης από την περιοχή της Ροδιάς.

7.1.8 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

7.1.8.1. ΟΠΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

7.1.8.2. ΠΤΗΤΙΚΑ ΜΕΣΑ - ΧΡΗΣΗ ΣΜΗΕΑ

Για την δημιουργία των ψηφιακών μοντέλων που παρουσιάζονται στα επόμενα κεφάλαια, χρησιμοποιήθηκαν τα τετρακόπτερα Phantom 4 και 4 Pro, της εταιρείας Dji, τα βασικά χαρακτηριστικά των οποίων είναι:

Πίνακας 7-2. Κύρια χαρακτηριστικά τετρακόπτερων σειράς Phantom 4		
Κύρια Χαρακτηριστικά	Phantom 4	Phantom 4 Pro
Βάρος	1388g	1380g
Μέγιστος χρόνος πτήσης	30 λεπτά	
Δορυφορικά συστήματα	GPS, GLONASS	
Αισθητήρας κάμερας / μέγεθος φωτογραφίας	1/2.3" / 12 M	1" / 20M
Πεδίο εικόνας Field of View	94°- 20mm	84°- 8.8mm
Μέγεθος εικόνας	4000X3000	4096 X2160

Για την εποπτεία του ελέγχου των λειτουργιών του UAV, χρησιμοποιήθηκε το ελεύθερο λογισμικό Pix4D. Η τεχνολογία των UAVs παρέχει τη δυνατότητα της εύκολης και γρήγορης συλλογής στοιχείων από αέρος. Η ευρεία εξάπλωση τους, ιδιαίτερα στις επιστήμες της γεωπληροφορικής, οφείλεται κυρίως στη δυνατότητα λήψης εικόνων σε περιοχές ενδιαφέροντος με πολλά πλεονεκτήματα, όπως η ταχύτητα της εναέριας διαδικασίας, η ικανότητα χαρτογράφησης δυσπρόσιτων περιοχών και η λήψη εικόνας με πολύ υψηλή ανάλυση εδάφους (Περάκης 2015). Η αρχική χρήση τους ήταν αποκλειστικά για στρατιωτικούς σκοπούς, όπως η αναγνώριση και παρατήρηση του περιβάλλοντος ή θαλάσσια επιτήρηση. Όμως τα τελευταία χρόνια, στο τομέα των UAV έχει συντελεσθεί σημαντική μείωση του κόστους απόκτησης των πτητικών μέσων εξελιγμένης τεχνολογίας, που χρησιμοποιείται με την ταυτόχρονη δημιουργία μιας διεθνούς κοινότητας ανάπτυξης λογισμικών και εφαρμογών ανοικτού κώδικα (open source) προσαρμοσμένων στα UAV που καλύπτουν πληθώρα εφαρμογών τόσο σε ερευνητικούς όσο και επιχειρησιακούς τομείς (Καρράς, 2017).

7.1.8.3. ΜΗΧΑΝΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Η επεξεργασία – διαχείριση των αεροφωτογραφιών απαιτεί την χρήση αρκετών πόρων ενός Υπολογιστή. Ως εκ τούτου ο υπολογιστής που θα χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία – επεξεργασία και διαχείριση ψηφιακών μοντέλων θα πρέπει να είναι αυξημένων δυνατοτήτων.

7.1.8.4. ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ

Υπάρχουν αρκετά διαθέσιμα λογισμικά, που έχουν την δυνατότητα να επεξεργάζονται να απεικονίζουν τις αεροφωτογραφίες και να δημιουργούν τρισδιάστατα μοντέλα (DEM). Τα διαθέσιμα λογισμικά που έχουν την δυνατότητα δημιουργίας, επεξεργασίας και διαχείρισης σε γενικές γραμμές εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα 7-3, (Carrivic et al 2016).

Πίνακας 7-3. Διαθέσιμα λογισμικά δημιουργίας – επεξεργασίας ψηφιακών μοντέλων.			
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ		ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΕΩΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	
ΕΜΠΟΡΙΚΑ	ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
AgiSoft PhotoScan	Apero MicMac	CloudCompare	QGIS
123DCatch/Re Cap	Patchbased MVS (PMVS)	PolyWorks IMView	ArcMap
Pix4DMappe	VisualSFM	Meshlab	ccViewer
Autodesk ImageModeler	Bundler	Geomagic Verify Viewer	3DReshaper Viewer
D - Sculptor			LAStools lasview
PhotoModeler			Global Mapper
Microsoft Photosynth			Trimble RealWorks Viewer
ARC3D			LiMON Viewer
			LP360 Viewer

			Bentley Pointools View
			FugroView

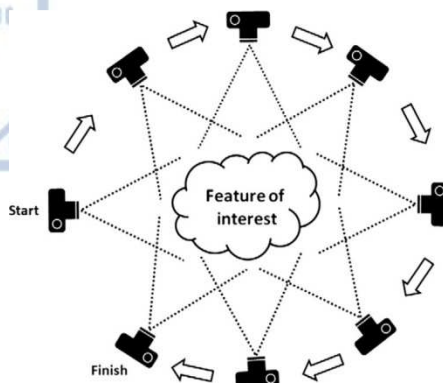
7.1.9 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ (DIGITAL ELEVATION MODEL)

7.1.9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΓΕΝΙΚΑ

Η επεξεργασία των αεροφωτογραφιών είναι το στάδιο της ψηφιακής φωτογραμμετρίας, για την δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου (DEM). Όλες οι φωτογραφίες που λαμβάνονται με τη χρήση ΣμηΕΑ, έχουν ενσωματωμένες πληροφορίες με τις συντεταγμένες (WGS84) τις περιοχής που λήφθηκαν τη δεδομένη χρονική στιγμή. Η δυνατότητα αυτή παρέχεται σε κάθε φωτογραφία, από το ενσωματωμένο όργανο GPS, που επιτρέπει να ταυτοποιεί τις συντεταγμένες της περιοχής που λήφθηκε (Geotagging). Τα λογισμικά που επεξεργάζονται τις φωτογραφίες για την δημιουργία ψηφιακού μοντέλου, βασίζονται στην τεχνική κατασκευής ψηφιακού μοντέλου από την κίνηση Structure from Motion (SfM). Η τεχνική αυτή δίνει την δυνατότητα της αναπαράστασης ενός τρισδιάστατου αντικειμένου από φωτογραφίες δυο διαστάσεων. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή φωτογραμμετρία, η τεχνική SfM, χρησιμοποιεί αλγόριθμους για να αναγνωρίσουν και να ταυτοποιήσουν τα χαρακτηριστικά του εδάφους που εμφανίζονται σε μια συλλογή φωτογραφιών που επικαλύπτονται τουλάχιστον 70% (Florinsky 2016, Καρράς, 2017). Η τεχνική φωτογράφισης της κατασκευής μοντέλου από την κίνηση (SfM), απαιτεί την λήψη πολλών φωτογραφιών με επικάλυψη από διαφορετικές πλευρές του αντικειμένου αλλά και διαφορετικά υψόμετρα, έτσι ώστε να αποκαλυφθούν όλες οι οπτικές γωνίες του αντικειμένου, σχήματα 7-10, 7-11 (Περάκης 2015).



Σχήμα 7-10. Φωτογράφιση με μεγάλη επικάλυψη για την δημιουργία ψηφιακού μοντέλου στο ίδιο ή διαφορετικό υψόμετρο (UNAVCO, Shervais)

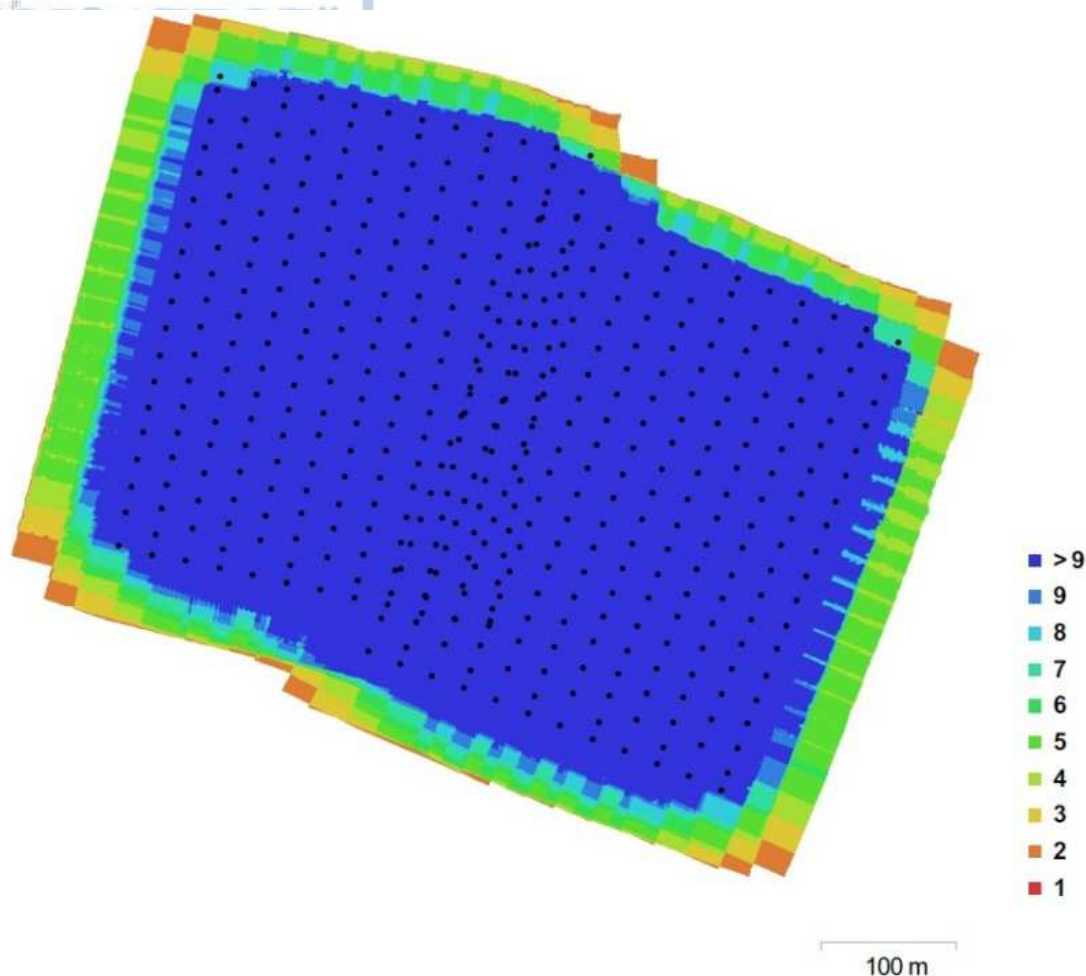


Σχήμα 7-11. Φωτογράφιση αντικειμένου με την τεχνική SfM. Σύμφωνα με την τεχνική αυτή απαιτείται η λήψη πολλών φωτογραφιών από διαφορετικά σημεία, (Florinsky 2016).

Στο σχήμα 7-12, εμφανίζεται μία περιοχή του Αργυροπουλίου, με την αποτύπωση της τεχνικής SfM. Συγκεκριμένα, για την αποτύπωση του αντικείμενου της εικόνας Α (κίτρινο βέλος), χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 14 αεροφωτογραφίες με επικάλυψη 70%, για την δημιουργία ψηφιακού μοντέλου. Στο σχήμα 7-13 απεικονίζεται η ίδια περιοχή με τις θέσεις λήψεως φωτογραφιών, με την αντίστοιχη επικάλυψη μέσα στο μοντέλο να είναι άνω των 9 φωτογραφιών στο μεγαλύτερο τμήμα του. Με βάση τους υπολογισμούς από τον αλγόριθμο, δημιουργείται ένα μοντέλο νέφους τρισδιάστατων σημείων (Point Cloud Model) της περιοχής. Η τεχνική SfM διαφέρει από την παραδοσιακή οπτική φωτογραμμετρία που βασιζόταν συνήθως σε στερεοζεύγος εικόνων με επικάλυψη 60%, για την δημιουργία του ψευδοτρισδιάστατου μοντέλου. Επίσης, η τεχνική SfM διαφέρει από την τεχνική του πανοράματος, όπου λαμβάνονται ομόκεντρες φωτογραφίες για την δημιουργία πανοραμικής εικόνας. Η πανοραμική εικόνα έχει μικρότερη επικάλυψη (μικρότερη από 50%) δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία ψηφιακού μοντέλου, καθώς δεν παρέχει αρκετές πληροφορίες. Επίσης δύναται να χρησιμοποιηθεί και σειράς φωτογραφιών που έχουν ληφθεί από διαφορετικά υψόμετρα σχήμα 7-10. Οι αλγόριθμοι των προγραμμάτων SfM θα αναγνωρίσουν το υψόμετρο κάθε φωτογραφίας και θα συνυπολογιστεί στο τελικό μοντέλο ανάλογα. Η τεχνική SfM είναι εξίσου αποδοτική και για φωτογραφίες που λαμβάνονται στο έδαφος με φωτογραφική μηχανή, αρκεί να χρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη τεχνική λήψεων και να λαμβάνονται με μεγάλη επικάλυψη.



Σχήμα 7-12. Παράδειγμα αεροφωτογράφισης για την δημιουργία ψηφιακού μοντέλου. Για την χαρτογράφηση της περιοχής της εικόνας (A, οίκημα, κίτρινο βέλος), συνολικά σύμφωνα με την τεχνική SfM απαιτήθηκαν δεκατέσσερις (14) αεροφωτογραφίες της περιοχής για την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου. Εικόνες από την εναέρια φωτογράφιση στην περιοχή της Ροδιάς.



Σχήμα 7-13. Θέσεις λήψεως και επικάλυψη φωτογραφιών ψηφιακού μοντέλου από την περιοχή της Γυρτώνης.

7.1.9.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Για την επεξεργασία των αεροφωτογραφιών και την δημιουργία τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου (DEM), για τις περιοχές Ροδιάς και Γυρτώνης, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα PhotoScan της AgiSoft. Για την επιλογή της βέλτιστης μεθόδου που εφαρμόστηκε στην περιοχή της μελέτης, εκτελέστηκε δοκιμαστική αεροφωτογράφιση και δημιουργία ψηφιακού μοντέλου. Οι φωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν για την πιλοτική εφαρμογή, προέρχονται από την περιοχή της Ελάτης, κοντά στο Συκούριο που απέχει περίπου 18,5 Km βορειοανατολικά από την πόλη της Λάρισας. Συνολικά λήφθηκαν 338 αεροφωτογραφίες. Από τις 388 οι 118 είναι κάθετες λήψεις και οι υπόλοιπες 217 είναι πλάγιες λήψεις, για την συμπλήρωση του μοντέλου με πρόσθετες πληροφορίες. Τα στάδια που εφαρμόζονται για την δημιουργία αναλυτικού ψηφιακού μοντέλου μίας περιοχής έχουν ως εξής:

Στάδιο 1^ο. Εισαγωγή των φωτογραφιών.

Στάδιο 2^ο. Ευθυγράμμιση φωτογραφιών.

Η διαδικασία αυτή ευθυγραμμίζει τις φωτογραφίες, υπολογίζει την θέση της φωτογραφικής μηχανής σε κάθε σημείο και αναζητούνται τα κοινά σημεία στις φωτογραφίες που έχουν επικάλυψη. Μετά το πέρας της διαδικασίας προκύπτει ένα αρχικό μοντέλο της περιοχής με την μορφή αραιού νέφους σημείων με το σύνολο των θέσεων της λήψης των αεροφωτογραφιών.

Στάδιο 3^ο. Δημιουργία ψηφιακού μοντέλου.

Από το κεντρικό μενού επιλέγουμε την εντολή Workflow και το υπομενού Build Dense Cloud. Στο στάδιο αυτό επιτυγχάνεται η δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου, το οποίο προσομοιώνει την εικόνα της περιοχής με βάση τις αεροφωτογραφίες που έχουν ληφθεί. Στο στάδιο αυτό ανάλογα με την ποσότητα και το μέγεθος των φωτογραφιών η διαδικασία ενδέχεται και να διαρκέσει και ώρες μέχρι να ολοκληρωθεί.

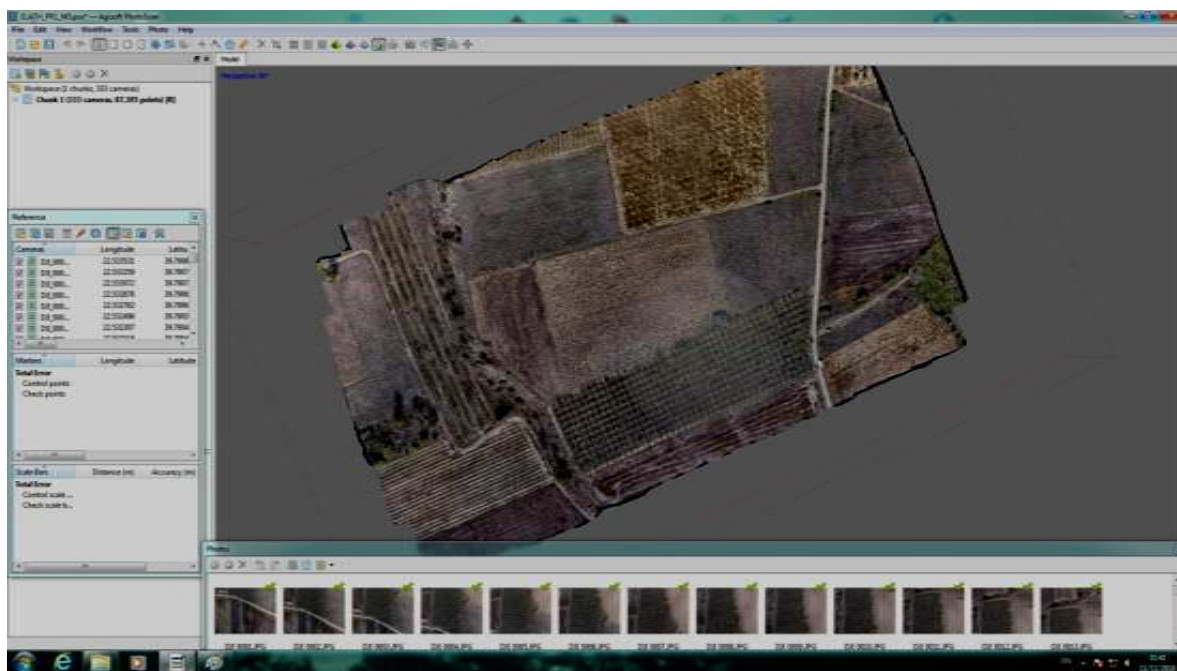
Στάδιο 4^ο. Κατασκευή πλέγματος.

Από το κεντρικό μενού επιλέγουμε την εντολή Workflow και το υπομενού Build Mesh. Στο στάδιο αυτό επιτυγχάνεται η δημιουργία του πλέγματος του τρισδιάστατου μοντέλου.

Στάδιο 5^ο. Δημιουργία της υφής του μοντέλου.

Από το κεντρικό μενού επιλέγουμε την εντολή Workflow και στο υπομενού Build Texture.

Το μοντέλο μετά το τρίτο στάδιο επεξεργασίας (δημιουργία ψηφιακού μοντέλου) είναι πλέον ολοκληρωμένο. Τα επόμενα στάδια της κατασκευής πλέγματος και δημιουργία της υφής δεν είναι απαραίτητες ενέργειες, αλλά εφόσον εκτελεστούν προσθέτουν μια βελτιωμένη εικόνα και απεικόνιση στο μοντέλο για τα επόμενα βήματα.



Σχήμα 7-14. Η εικόνα της περιοχής μελέτης από την περιοχή της Ροδιάς, με την δημιουργία ψηφιακού μοντέλου με την χρήση του προγράμματος φωτογραμμετρίας Agisoft (PhotoScan Professional), μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας του πρώτου κύκλου υπολογισμών.

7.1.9.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ.

Μετά την ολοκλήρωση του πρώτου κύκλου υπολογισμών ακολουθεί ένας δεύτερος κύκλος υπολογισμών που περιλαμβάνει και την διόρθωση του μοντέλου. Οι αεροφωτογραφίες που λαμβάνονται με τα ΣμηΕΑ έχουν ενσωματωμένες πληροφορίες με τις συντεταγμένες της περιοχής που λήφθηκαν (φ,λ,ζ σε συντεταγμένες WGS84), με τα ενσωματωμένα όργανα GPS, τα οποία

δεν διαθέτουν μεγάλη ακρίβεια με αποτέλεσμα το αρχικό μοντέλο μετά το αρχικό στάδιο επεξεργασίας να έχει κάποιες αποκλίσεις. Η απόκλιση αυτή εμφανίζεται όλες τις συντεταγμένες (οριζόντιες και κατακόρυφες), όταν συγκριθεί το νέο παραγόμενο με ένα μοντέλο που χρησιμοποιείται ως μοντέλο αναφοράς το μοντέλο του Κτηματολογίου Α.Ε. για την ίδια περιοχή. Στις οριζόντιες συντεταγμένες (x,y) παρατηρείται μια σχετικά μικρή απόκλιση περίπου 1,8 m προς τα νοτιοανατολικά. Στις κάθετες συντεταγμένες των υψομέτρων, παρατηρείται μεγαλύτερη απόκλιση από την οριζόντια της τάξεως αρκετών μέτρων που μπορεί να υπερβαίνει τα 20m. Η διόρθωση του μοντέλου εξαρτάται και από τον τελικό σκοπό που πρέπει να επιτευχθεί. Εάν απαιτείται μόνο το ψηφιακό μοντέλο τότε η εργασία της διόρθωσης δεν είναι αναγκαία. Εάν όμως το παραγόμενο μοντέλο πρέπει να συνδεθεί με ένα άλλο μοντέλο της περιοχής (πχ Κτηματολογίου) τότε θα πρέπει να διορθωθεί, προκειμένου να ταυτοποιηθεί. Ως μέτρο σύγκρισης και ταυτοποίησης για την διόρθωση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου. Το μοντέλο του Κτηματολογίου είναι από τα καλύτερα που υπάρχουν για την ελληνική επικράτεια με ανάλυση 5m/pix.

Η διόρθωση γίνεται με την εισαγωγή σημείων ως Ground Control Points (GCP) στο πρόγραμμα δημιουργίας του μοντέλου, για τα οποία γνωρίζουμε τις ακριβείς συντεταγμένες. Τα σημεία αυτά μπορούν να ληφθούν με δύο τρόπους:

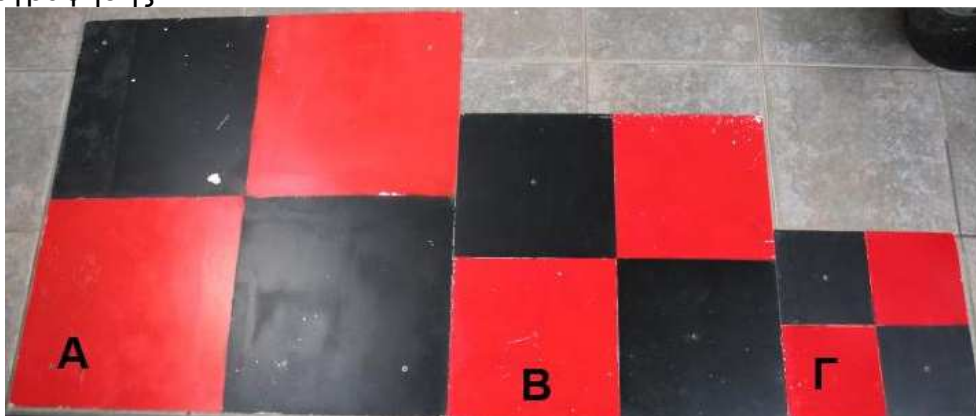
- Με την εύρεση και αντιστοίχιση των ίδιων σημείων και στα δύο μοντέλα, τόσο του Κτηματολογίου όσο και στο νέο παραγόμενο μοντέλο. Εφόσον ταυτοποιηθούν τα ίδια σημεία και στα δύο μοντέλα, λαμβάνονται οι συντεταγμένες των σημείων από το μοντέλο του Κτηματολογίου, που χρησιμοποιείται ως μέσο αναφοράς. Οι συντεταγμένες κατόπιν εισάγονται στο αντίστοιχο σημείο, στο νέο παραγόμενο μοντέλο μέσα από την λογισμικό δημιουργίας (PhotoScan). Σημεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι διασταυρώσεις δρόμων, γωνίες πλατειών, γωνίες κτιρίων κλπ, σχήμα 7-15.



Σχήμα 7-15. Εισαγωγή σημείων Ground Control Points (GCP) για την διόρθωση ψηφιακού μοντέλου με την ταυτοποίηση του ίδιου σημείου. Εικόνα Α από το ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου με την χρήση του προγράμματος Global Mapper. Εικόνα Β στο νέο παραγόμενο ψηφιακό μοντέλο από αεροφωτογραφίες με την χρήση ΣμηΕΑ, με την χρήση του προγράμματος φωτογραμμετρίας Agisoft (PhotoScan Professional).

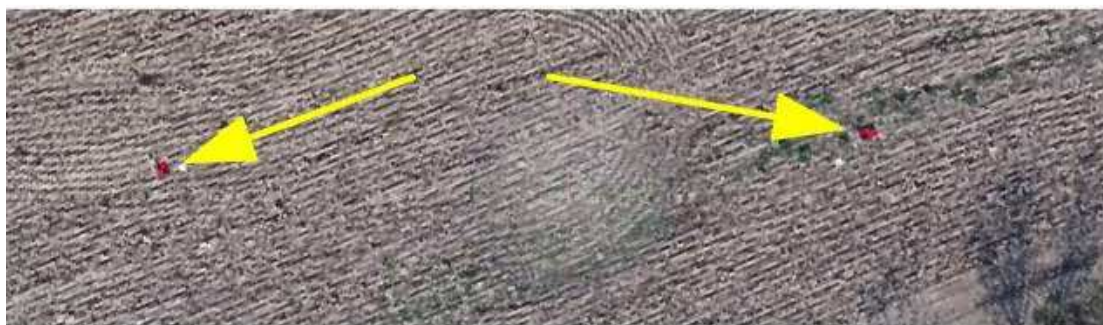
- Εάν δεν υπάρχουν κατάλληλα σημεία για την σύγκριση των δύο μοντέλων, τότε δύναται να χρησιμοποιηθούν προκατασκευασμένοι στόχοι, οι οποίοι τοποθετούνται στην περιοχή που πρόκειται να χαρτογραφηθεί πριν την διαδικασία λήψης αεροφωτογραφιών. Οι στόχοι τοποθετούνται στο έδαφος πριν την πτήση για την αποτύπωση και λαμβάνονται οι συντεταγμένες για κάθε στόχο

με την ελεύθερη εφαρμογή για android συσκευές mobile topographer. Μετά την ολοκλήρωση των πτήσεων του πρώτου σταδίου, τα σημεία των στόχων έχουν ενσωματωθεί στο μοντέλο (σχήμα 7-17). Γνωρίζοντας τις συντεταγμένες των σημείων λαμβάνεται το υψόμετρο που αντιστοιχεί στο σημείο από το μοντέλο του Κτηματολογίου. Για τις ανάγκες της χαρτογράφησης των περιοχών της Ροδιάς και Γυρτώνης κατασκευάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν αρκετοί προκατασκευασμένοι στόχοι, ποικίλων διαστάσεων από 35 X35 έως 70 X70 cm, (σχήμα 7-16). Οι εν λόγω προκατασκευασμένοι στόχοι χρησιμοποιήθηκαν ανάλογα με το ύψος πτήσεως και όταν το απαιτούσαν οι συνθήκες χαρτογράφησης.



7-16. Προκατασκευασμένοι στόχοι που χρησιμοποιήθηκαν για την διαδικασία διόρθωσης των ψηφιακών μοντέλων ΣμηΕΑ. Στόχος Α διαστάσεων 70X70, στόχος Β διαστάσεων 50X50 και στόχος Γ διαστάσεων 35X35 cm.

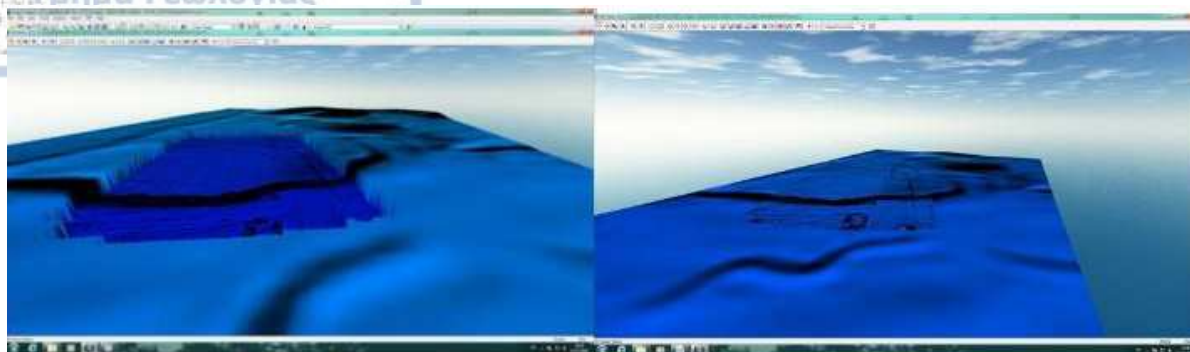
Γνωρίζοντας τα σημεία GGP και τις αντίστοιχες συντεταγμένες αυτών, εισάγουμε τις συντεταγμένες για κάθε ένα στόχο ως GGP με την χρήση του προγράμματος φωτογραμμετρίας Agisoft (PhotoScan Professional), σχήμα 7-17. Η εισαγωγή των GGP μέσα στο μοντέλο γίνεται με δεξί κλικ μέσα στην εικόνα της περιοχής. Μετά την εισαγωγή όλων των σημείων επαναλαμβάνεται η όλη διαδικασία του πρώτου κύκλου.



7-17. Ενσωμάτωση προκατασκευασμένων στόχων εικόνας 7-16 στο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ. Εικόνα από το ψηφιακό μοντέλο της Ελάτειας.

Για το μοντέλο του σχήματος 7-18, χρησιμοποιήθηκαν συνολικά τέσσερις (4) προκατασκευασμένοι στόχοι. Μετά την ολοκλήρωση της νέας διαδικασίας το νέο μοντέλο έχει πλέον διορθωθεί και είναι πλήρως ταυτισμένο με το ψηφιακό μοντέλο που χρησιμοποιείται ως αναφορά το Κτηματολογίου. Στο σχήμα 7-18 εμφανίζεται η τρισδιάστατη εικόνα του νέου ψηφιακού μοντέλου της περιοχής πριν και μετά την διαδικασία της διόρθωσης, σε σχέση με το ψηφιακού μοντέλο (DEM) του Κτηματολογίου Α.Ε., έτους 2007-2009. Όπως διακρίνεται στο σχήμα

7-18, το νέο παραγόμενο μοντέλο έχει ταυτιστεί πλήρως με το μοντέλο αναφοράς του Κτηματολογίου που χρησιμοποιείται ως βάση.



Σχήμα 7-18. Τρισδιάστατη όψη του νέου μοντέλου πριν (αριστερή εικόνα) και μετά την διαδικασία της διόρθωσης (δεξιά εικόνα). Μοντέλο υποβάθρου το DEM του Κτηματολογίου 2007-2009.

7.1.9.4 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ.

Μετά την ολοκλήρωση της δεύτερης διαδικασίας υπολογισμών και την διόρθωση του μοντέλου, το νέο παραγόμενο μοντέλο που δημιουργήθηκε με την χρήση ΣμηΕΑ, πλέον ταυτίζεται με το μοντέλο αναφοράς (Κτηματολογίου). Μετά την ολοκλήρωση της διόρθωσης είναι δυνατή η αναπαραγωγή των κάτωθι παραγόμενων μοντέλων:

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ.

Από το κεντρικό μενού επιλέγεται η εντολή Workflow και το υπομενού <Build DEM>, δημιουργία του τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου υψομέτρων. Από το κεντρικό μενού επιλέγεται η εντολή <Edit> και από το υπομενού <Export DEM> για την εξαγωγή του ψηφιακού μοντέλου.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΗ.

Από το κεντρικό μενού επιλέγεται η εντολή <Workflow> και το υπομενού <Build Orthomosaic>, για την δημιουργία του ορθοφωτοχάρτη της περιοχής. Η τελική εικόνα που δημιουργείται, ενσωματώνει όλες τις αεροφωτογραφίες που λήφθηκαν ως μία ενιαία. Από το κεντρικό <Edit> και από υπομενού <Export Orthomosaic> εξάγεται ο ορθοφωτοχάρτης της περιοχής από το λογισμικό.

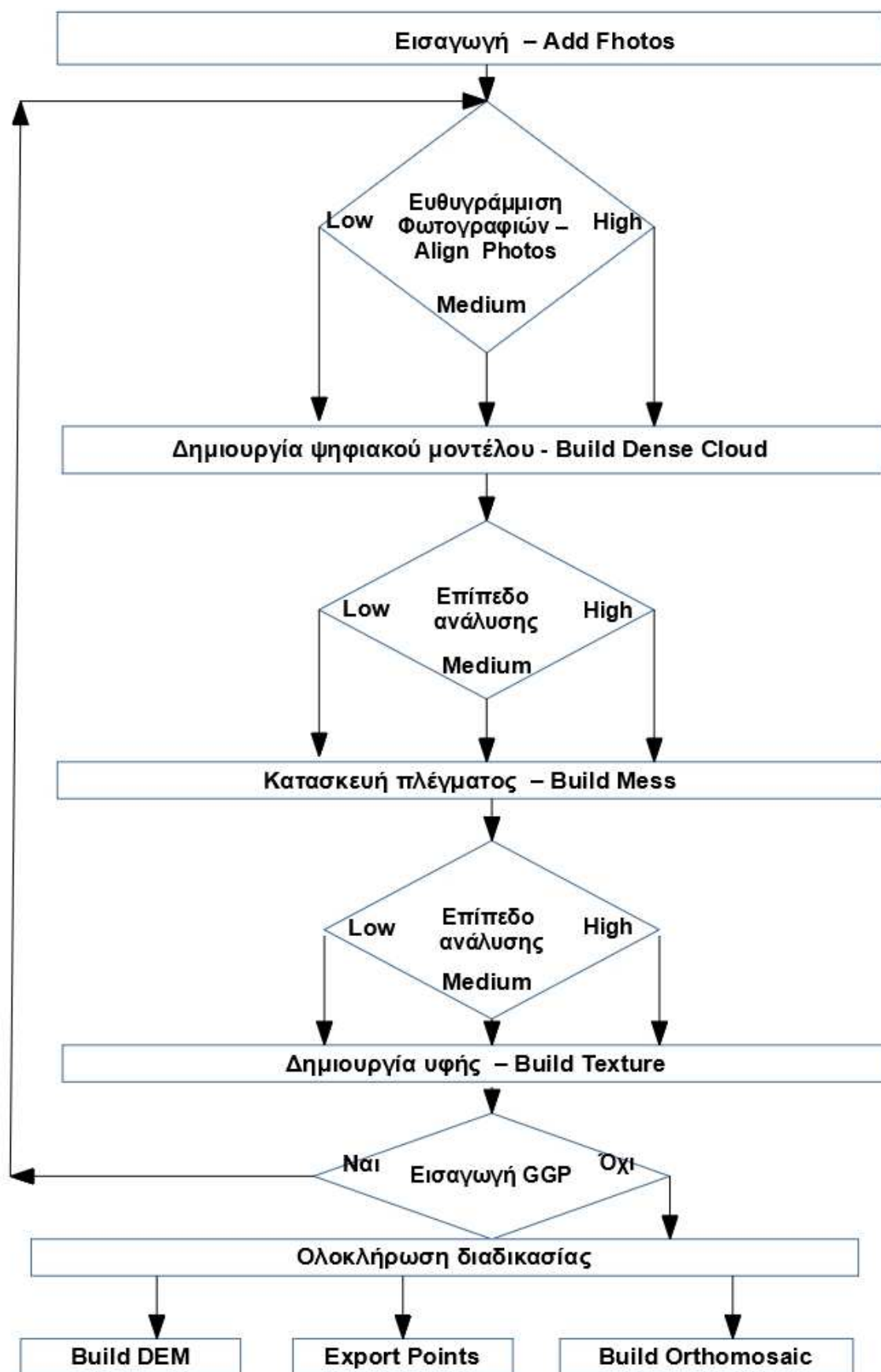
ΕΞΑΓΩΓΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.

Από το κεντρικό μενού επιλέγεται η εντολή <Edit> και το υπομενού <Export Points> για να εξαχθεί το ψηφιακό μοντέλο ως νέφος σημείων (Point Cloud, σε μορφή αρχείου las ή laz).

7.1.10 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας το παραγόμενο ψηφιακό μοντέλο, δύναται να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση της γεωμορφολογίας. Η ψηφιακή ανάλυση των μοντέλων που προέρχονται από ΣμηΕΑ, είναι ακρίβειας εκατοστών ανά pixel. Αυτή η μεγάλη διακριτική ικανότητα δίνει το πλεονέκτημα της ανίχνευσης σχεδόν όλων των γεωμορφών σε μία περιοχή π.χ. εξάρσεις, βυθίσματα, τις υποδομές που υπάρχουν και γενικά οτιδήποτε αντικείμενο υπάρχει.

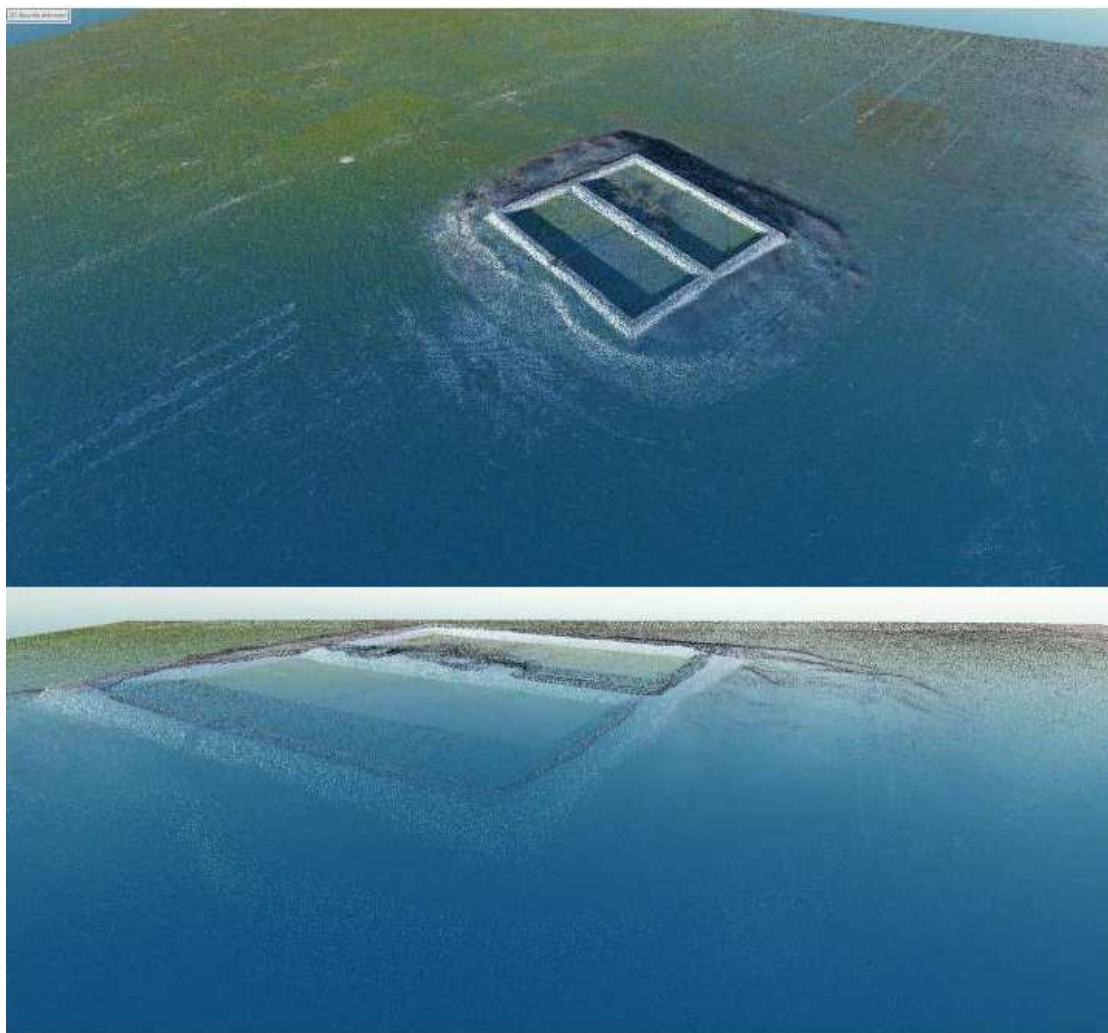
Στο σχήμα 7-19 απεικονίζεται το διάγραμμα ροής όλης της διαδικασίας για την δημιουργία ψηφιακού μοντέλου με την χρήση αεροφωτογραφιών σύμφωνα με την τεχνική SfM.



Σχήμα 7-19. Διάγραμμα ροής διαδικασίας δημιουργίας ψηφιακού μοντέλου με την χρήση αεροφωτογραφιών ΣμηΕΑ.

7.1.10.1 ΜΟΝΤΕΛΟ ΝΕΦΟΥΣ ΣΗΜΕΙΩΝ – POINT CLOUD

Το νέφος σημείων (Point Cloud), είναι μια συλλογή σημειακών δεδομένων, κατανεμημένων σε ένα τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων. Ένα νέφος σημείων μπορεί να αναπαραστήσει με μεγάλη ακρίβεια το σχήμα πραγματικών αντικειμένων του τρισδιάστατου χώρου. Χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση τρισδιάστατων αντικειμένων και βρίσκουν εφαρμογή σε πολλές επιστήμες, όπως στην ιατρική απεικόνιση, στην αρχιτεκτονική, σε τρισδιάστατη εκτύπωση, στην κατασκευή έργων, σε τρισδιάστατα παιχνίδια και σε διάφορες εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας (VR) (Περάκης 2015). Το μοντέλο αυτό έχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες της περιοχής και δευτερογενώς μπορεί να εξαχθεί ένα ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων, (DEM) χρησιμοποιώντας τα προγράμματα διαχείρισης –επεξεργασίας (Global Mapper), (Florinsky 2016, Καρράς, 2017). Στο σχήμα 7-20 απεικονίζεται το ψηφιακό μοντέλο νέφος σημείων (Point Cloud) για περιοχή της μελέτης στην Γυρτώνη.



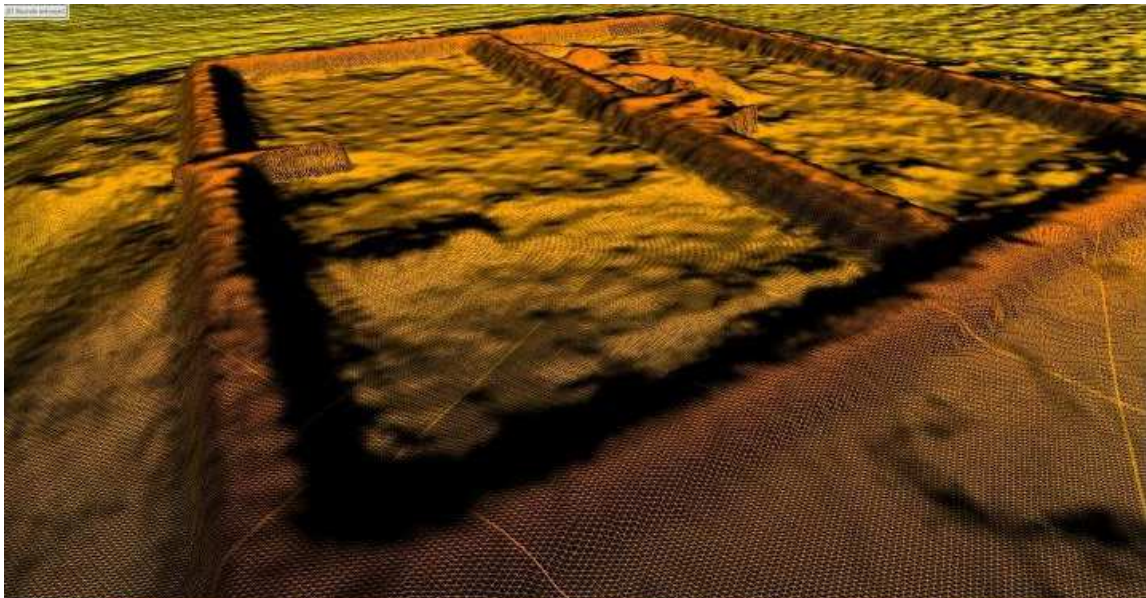
Σχήμα 7-20. Ψηφιακό μοντέλο νέφος σημείων (Point Cloud), από την περιοχή της Γυρτώνης. Συνολική εικόνα περιοχής μοντέλου στο σχήμα 7-22.

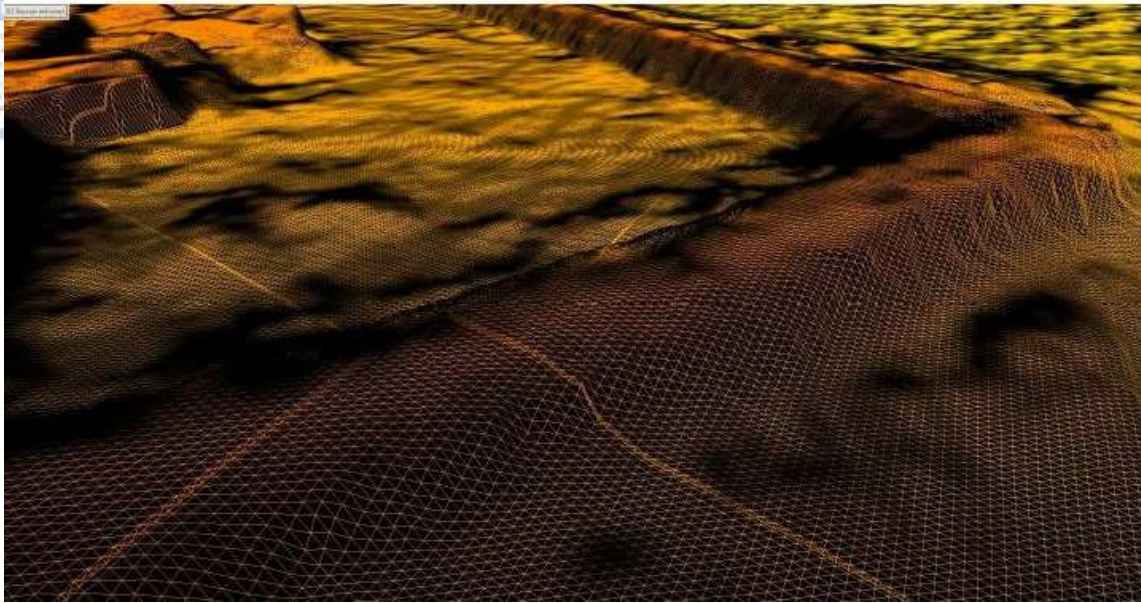
7.1.10.2 ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ – DIGITAL ELEVATION MODEL

Το Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων [Digital Elevation Model (DEM)], αναπαριστά την μορφολογία με τα αντίστοιχα υψόμετρα στην επιφάνεια της Γης, μέσω σημείων σε ψηφιδωτή μορφή (raster grid) σχήμα 7-21. Μπορεί να εξαχθεί

απευθείας, ως πρωτογενές προϊόν από τα προγράμματα δημιουργίας ψηφιακών μοντέλων (PhotoScan), είτε εναλλακτικά δευτερογενώς ως εξαγόμενο προϊόν από το μοντέλο νέφους σημείων (Point Cloud), με προγράμματα διαχείρισης – επεξεργασίας ψηφιακών μοντέλων (Global Mapper). Η συνηθέστερη δομή ενός ψηφιακού Μοντέλου DEM είναι η ψηφιδωτή μορφή (raster grid) σχήμα 7-21, με υψομετρική πληροφορία σε κάθε εικονοστοιχείο (pixel) (Περάκης 2015). Η αξιοπιστία με την οποία αναπαριστάται η επιφάνεια εξαρτάται βασικά από τη διακριτική ικανότητα του pixel του μοντέλου καθώς και τον τρόπο υπολογισμού των υψομέτρων. Ένα μοντέλο DEM περιλαμβάνει διακριτές αναπαραστάσεις της γήινης επιφάνειας. Μειονέκτημα υπάρχει όταν πρόκειται για μεγάλες και απότομες εναλλαγές υψομέτρου στο έδαφος, ώστε αυτές να μην μπορούν να αναπαρασταθούν με ακρίβεια, (Florinsky 2016, Καρράς, 2017). Ένας άλλος τρόπος απεικόνισης του ψηφιακού μοντέλου υψομέτρων είναι τα δίκτυα ακανόνιστων τριγώνων [Triangular Irregular Networks (TINs)], σύμφωνα με τα οποία χρησιμοποιούνται ομάδες ακανόνιστων σημείων υψομετρικής πληροφορίας και βάσει των οποίων σχηματίζονται τρίγωνα προκειμένου να αναπαρασταθεί η γήινη επιφάνεια (Περάκης 2015). Στο σχήμα 7-21 εμφανίζεται το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων (DEM), που δημιουργήθηκε για την περιοχή της Γυρτώνης.

Τα προγράμματα που διαχειρίζονται γεωχωρικά δεδομένα έχουν την δυνατότητα να απεικονίζουν τα ψηφιακά μοντέλα με ποικίλους τρόπους και να παρέχουν επιπλέον δυνατότητες ως προς την απεικόνιση της επιφάνειας, δίνοντας περισσότερη έμφαση σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως είναι η κλίση της επιφάνειας (slope), ο επιλεκτικός χρωματισμός των υψομέτρων καθώς και η δυνατότητα της επιλογής των φωτοσκιάσεων (Hillsade) και η δημιουργία χάρτη έντασης (heat map), (Soulakellis et al 2008). Η εντολή φωτοσκιάσεων (Hillsade) μέσα στο λογισμικό επεξεργασίας δίνει τη δυνατότητα της επιλογής του ύψους του ηλίου και της γωνίας της φωτοσκίασης του μοντέλου, έτσι ώστε να γίνουν αντιληπτές επιπλέον μορφολογικές λεπτομέρειες.





Σχήμα 7-21. Λεπτομέρεια επιφανείας από το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων (DEM) από την περιοχή της Γυρτώνης. Η συνολική εικόνα περιοχής του ψηφιακού μοντέλου εμφανίζεται στο σχήμα 7-22.

7.1.10.3 ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΗΣ

Όλες οι επιμέρους αεροφωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανασύσταση του ψηφιακού μοντέλου μιας περιοχής ενοποιούνται σε μια συνολική εικόνα ως μία συνολική αεροφωτογραφία της περιοχής. Η συνολική ενοποιημένη εικόνα περιέχει όλες τις πληροφορίες των επιμέρους αεροφωτογραφιών του μοντέλου. Επιπροσθέτως περιέχει και τις συντεταγμένες της περιοχής, δηλαδή την πληροφορία ενός τοπογραφικού χάρτη. Η μεγάλη ενοποιημένη εικόνα αποτελεί τον ορθοφωτοχάρτη του ψηφιακού μοντέλου, περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες των επιμέρους φωτογραφιών, αποτελεί μια πραγματική εικόνα της περιοχής την δεδομένη χρονική στιγμή που λήφθηκαν οι φωτογραφίες. Ο ορθοφωτοχάρτης έχει μόνο οριζόντιες συνταγμένες (x,y) δεν περιέχει την κάθετη συντεταγμένη του υψομέτρου, είναι μία κάθετη αεροφωτογραφία της περιοχής και αποτελεί την ορθογραφική προβολή μιας περιοχής, όπου οι ακτίνες κάθε σημείου είναι κάθετες στο οριζόντιο επίπεδο αναφοράς, (Καρράς, 2017). Απαραίτητη προϋπόθεση για την παραγωγή ορθοφωτογραφιών, είναι η χρήση ενός ψηφιακού μοντέλου υψομέτρου που διαθέτει την πληροφορία της τρίτης διάστασης του υψομέτρου για την προβολή του αναγλύφου. Ο ορθοφωτοχάρτης είναι ιδιαίτερα χρήσιμος, διότι περιλαμβάνει τη χαρτογραφική πληροφορία που εμπεριέχεται στους συμβατικούς χάρτες και επιπρόσθετα το σύνολο των πληροφοριών που περιέχουν όλες οι επιμέρους αεροφωτογραφίες, (Περάκης 2015). Ο τελικός ορθοφωτοχάρτης μίας περιοχής προκύπτει ως προϊόν τελικής επεξεργασίας της διαδικασίας SfM. Στο σχήμα 7-22 απεικονίζεται ο ορθοφωτοχάρτης που δημιουργήθηκε για την περιοχή μελέτης της Γυρτώνης.



Σχήμα 7-22. Ορθοφωτοχάρτη της ευρύτερης περιοχής των σχημάτων 7-20 και 7-21, από την περιοχή της Γυρτώνης.

7.1.11 ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Για την επιλογή του βέλτιστου τρόπου αεροφωτογράφισης που ταιριάζει σε κάθε περιοχή, έτσι ώστε να προκύψουν τα βέλτιστα αποτελέσματα με τις λιγότερους πόρους (επισκέψεις στην περιοχή, πτήσεις, επεξεργασία μοντέλων), εκτελέστηκαν δοκιμαστικές πτήσεις για την επιλογή της βέλτιστης μέθοδο αεροφωτοχαρτογράφησης. Συγκεκριμένα οι μέθοδοι της κάθετης και πλάγιας αεροφωτογράφισης, εφαρμόστηκαν για την περιοχή της Ελάτης, κοντά στον οικισμό Συκουρίου της περιφερειακής ενότητας Λαρίσης. Πρόκειται για μια μακροχρόνια συνεργασία μεταξύ της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας της Ελλάδος (παράρτημα Λάρισας), με την Αρχαιολογική Σχολή του Πανεπιστημίου του Βερολίνου της Γερμανίας καθώς και το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Η περιοχή απέχει περίπου 13,5 χιλιόμετρα Βορειοανατολικά από την Λάρισα.

Συγκεκριμένα για την εκτέλεση της αεροφωτογράφισης εφαρμόστηκε η κάτωθι διαδικασία:

- Σχεδιασμός της αποστολής, λαμβάνοντας υπόψη το εμβαδόν της περιοχής, την απαιτούμενη ακρίβεια και τον διαθέσιμο εξοπλισμό. Για τον σχεδιασμό επίσης λαμβάνονται υπόψη τα κριτήρια που περιγράφονται σε προηγούμενη παράγραφο.
- Εκτέλεση της αποστολής, λαμβάνοντας υπόψη τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, με την μεταφορά επί τόπου του εξοπλισμού.
- Τοποθέτηση έξι (6) προκατασκευασμένων στόχων και λήψη των συντεταγμένων για κάθε στόχο (σχήμα 7-17). Η λήψη των συντεταγμένων δύναται να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή Mobile Topographer. Τονίζεται ότι οι στόχοι παραμένουν στο έδαφος κατά την διάρκεια της αεροφωτογράφισης, προκειμένου να ενσωματωθούν στο τελικό μοντέλο.

• Πριν την ενεργοποίηση του τετρακόπτερου, εκτελούνται οι διαδικασίες προ πτήσεως για τα ΣμηΕΑ βήμα – βήμα, έτσι ώστε να επιτευχθεί μια ασφαλής και ελεγχόμενη πτήση χωρίς απρόοπτα και τραυματισμούς.

• Μετά την εκτέλεση των διαδικασιών προ πτήσεως, δύναται να ενεργοποιηθεί το τετρακόπτερο και η εφαρμογή χαρτογράφησης Pix4D.

• Μέσα από την εφαρμογή χαρτογράφησης επιλέγονται οι παράμετροι της εναέριας χαρτογράφησης (ύψος, πολύγωνο χαρτογράφησης, σημεία έναρξης και πέρας) και ο τρόπος της λήψης των αεροφωτογραφιών της κάθετης mapping ή πλάγιας φωτογράφησης (3D Model).

Για τις ανάγκες της πιλοτικής εφαρμογής εκτελέστηκαν δυο διαδοχικές πτήσεις και δύο διαφορετικές λήψεις για την συγκεκριμένη περιοχή. Συγκεκριμένα, η πρώτη πτήση πραγματοποιήθηκε για την χαρτογράφηση της περιοχής (2D Mapping) με την γωνία της φωτογραφικής μηχανής κάθετη ως προς την επιφάνεια του εδάφους. Στην δεύτερη πτήση εφαρμόστηκε μία μικρή γωνία (10° μοιρών) της φωτογραφικής μηχανής ως προς την επιφάνεια του εδάφους και η επιλογή της τρισδιάστατης αποτύπωσης, προκειμένου να αποτυπωθούν περισσότερες λεπτομέρειες της επιφάνειας.

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας απομακρύνονται οι προκατασκευασμένοι στόχοι και λαμβάνονται οι φωτογραφίες για επεξεργασία.

Για την επεξεργασία των φωτογραφιών τηρήθηκαν οι διαδικασίες της μεθοδολογίας προηγούμενης παραγράφου.

Από την εκτέλεση των δύο πτήσεων προέκυψαν 119 φωτογραφίες από την κάθετη και 214 φωτογραφίες από την πλάγια αεροφωτογράφιση.

Μετά την λήψη των απαιτούμενων αεροφωτογραφιών εφαρμόστηκαν οι διαδικασίες της δημιουργίας ψηφιακού μοντέλου για κάθε περίπτωση ξεχωριστά (κάθετη, πλάγια), συγκεκριμένα:

• Για τις κάθετες λήψεις δημιουργήθηκαν δύο ψηφιακά μοντέλα, μία με επίπεδο ανάλυσης Medium και μία με το επίπεδο High και προέκυψαν δυο ξεχωριστά μοντέλα με διαφορετικό επίπεδο ανάλυσης.

• Για τις πλάγιες λήψεις επίσης δημιουργήθηκαν δύο ψηφιακά μοντέλα, μία με επίπεδο ανάλυσης Medium και μία με το επίπεδο High και προέκυψαν επίσης δυο ξεχωριστά μοντέλα με διαφορετικό επίπεδο ανάλυσης.

• Και τέλος για το σύνολο των φωτογραφιών ενσωματώνοντας όλες τις φωτογραφίες της περιοχής, επίσης δημιουργήθηκαν δύο ψηφιακά μοντέλα, μία με επίπεδο ανάλυσης Medium και μία με το επίπεδο High, όπου προέκυψαν επίσης δυο ξεχωριστά μοντέλα με διαφορετικό επίπεδο ανάλυσης.

Συνολικά για την περιοχή προέκυψαν 6 ξεχωριστά διαφορετικά ψηφιακά μοντέλα με διαφορετικά δεδομένα και ανάλυση το καθένα. Τα κύρια χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

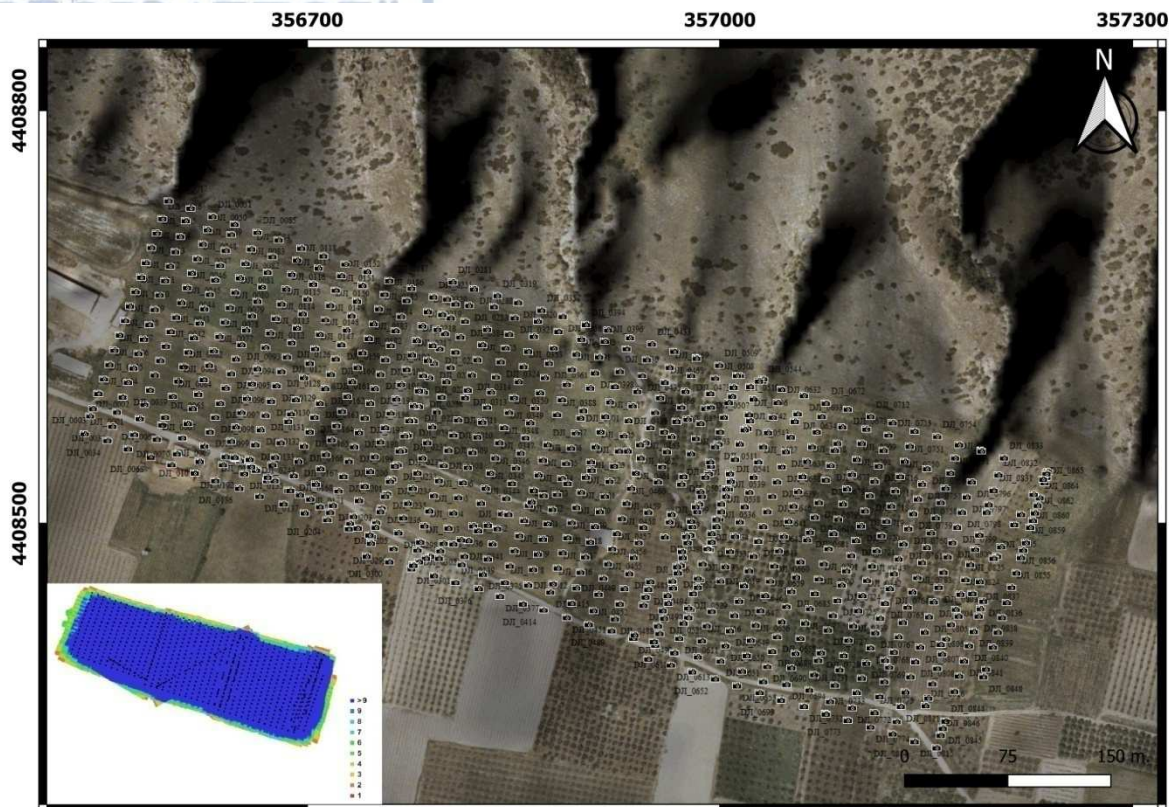
Πίνακας 7-4. Πιλοτική εφαρμογή μεθόδων αεροφωτογράφισης στην περιοχή της Ελάτης και δημιουργία ψηφιακών μοντέλων.							
Αριθμός έργου	Αριθμός Φωτογραφιών	Είδος λήψεως	Ύψος πτήσης (Flying Altitude) (m)	Ανάλυση εδάφους Ground Resolution cm/pix	Επίπεδο Ανάλυσης	DEM Resolution (cm/pix)	Point Density Points/m ²
EL-1	333	Κάθετη &	80,8	3,01	High	6,02	276

		Πλάγια					
EL-1.1		Κάθετη & Πλάγια	80,8	3,01	Medium	12,0	68,9
EL-2	214	Πλάγια	85,2	3,04	High	6,07	271
EL-2.1		Πλάγια	85,2	3,04	Medium	12,1	67,8
EL-3	119	Κάθετη	79,6	2,97	High	5,93	284
EL-3.1		Κάθετη	78,5	2,94	Medium	11,7	72,5

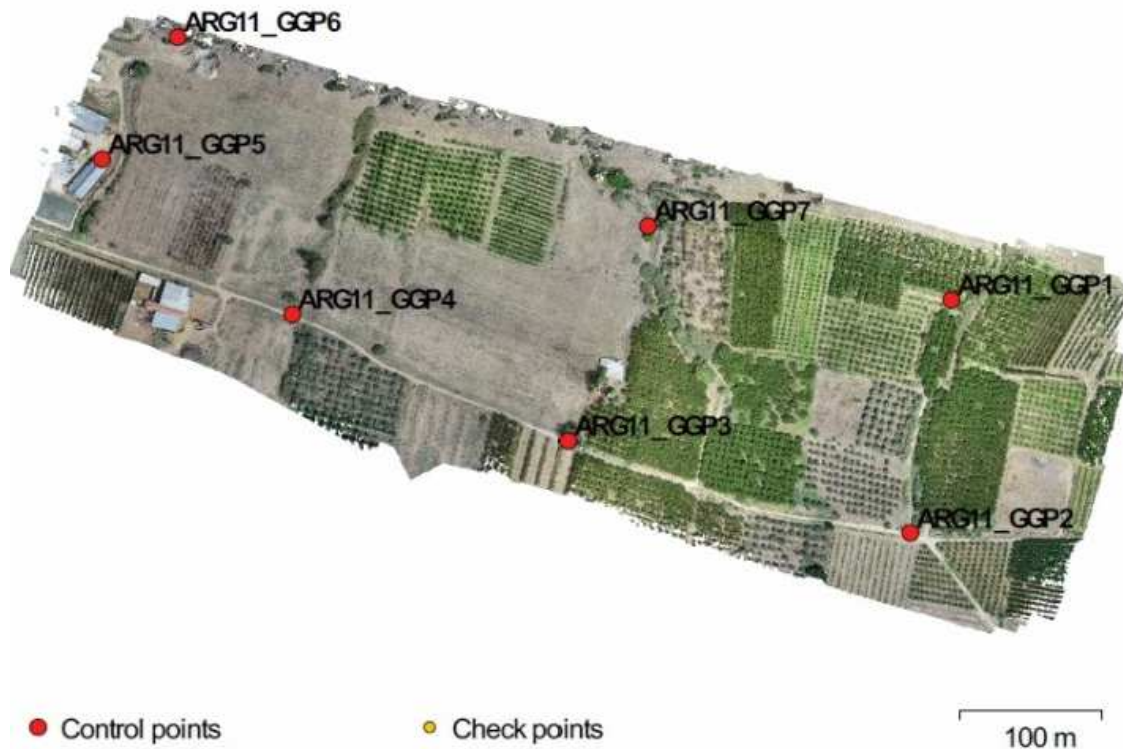
Από τις κάθετες λήψεις διακρίνεται το μοντέλο (EL-3) που προέκυψε από το επίπεδο ανάλυσης High, επιτυγχάνεται η καλύτερη απεικόνιση με ανάλυση εδάφους 2,97 cm/pix και πυκνότητα σημείων ψηφιακού μοντέλου 284 Points/m². Από τις πλάγιες λήψεις, το μοντέλο (EL-2) με το επίπεδο ανάλυσης High, επιτυγχάνεται η καλύτερη απεικόνιση με ανάλυση εδάφους 3,04 cm/pix και πυκνότητα σημείων ψηφιακού μοντέλου 271 Points/m².

Και με ενσωματωμένες όλες τις φωτογραφίες (κάθετες και πλάγιες) το μοντέλο (EL-1) από το επίπεδο ανάλυσης High, έχει την καλύτερη απεικόνιση με ανάλυση εδάφους 3,01cm/pix και πυκνότητα σημείων ψηφιακού μοντέλου 276 Points/m².

Η μέγιστη διαφορά μεταξύ των δύο μεθόδων (EL-1 & EL-2) των κάθετων και πλάγιων λήψεων είναι 0,43 cm/pix ως προς την ανάλυση εδάφους (ground resolution), ενώ η πυκνότητα των σημείων του μοντέλου στην κάθετη λήψη είναι καλύτερη. Επίσης συγκρίνοντας το μοντέλο της κάθετης λήψης και το μοντέλο που ενσωματώνει όλες τις φωτογραφίες (κάθετες και πλάγιες) διαπιστώνουμε διαφορά 0,4 cm/pix, ως προς την ανάλυση εδάφους (ground resolution), ενώ η πυκνότητα των σημείων του μοντέλου στην κάθετη λήψη είναι καλύτερη και η διαφορά της ανάλυσης των DEM (Resolution, cm/pix) είναι μόνο 0,09 cm/pix. Οι ανωτέρω διαφορές είναι ασήμαντες, εάν λάβουμε υπόψη ότι για απαιτείται ο διπλάσιος χρόνος για την χαρτογράφηση στην ύπαιθρο, με την εκτέλεση διπλών πτήσεων και την λήψη πρόσθετων φωτογραφιών στην ίδια περιοχή. Επιπρόσθετα απαιτείται περισσότερος χρόνος υπολογιστικής διαδικασίας. Από την ανωτέρω ανάλυση διακρίνεται ότι η βέλτιστη μέθοδος για μια περιοχή που δεν έχει πολλές μορφολογικές εξάρσεις, όπως είναι η περιοχή μελέτης της Ροδιάς και της Γυρτώνης, είναι η εφαρμογή της μεθόδου της κάθετης αεροφωτογράφισης. Όταν υπάρχουν περιοχές με έντονο ανάγλυφο που μπορούν να σκιαστούν στην κάθετη αεροφωτογράφιση, από την μορφολογία του εδάφους, τότε θα πρέπει να συμπληρωθούν επιπλέον με πλάγιες αεροφωτογραφίες, προκειμένου να καλυφθεί πλήρως η επιφάνεια του εδάφους. Εάν φυσικά απαιτηθεί και επιπρόσθετη λεπτομέρεια κάποιων περιοχών, δύναται να συμπληρωθεί το μοντέλο με πρόσθετες λήψεις αεροφωτογραφιών σε πιο χαμηλό υψόμετρο.



Σχήμα 7-23. Ευρύτερη περιοχή Ροδιάς, πλησίον οικισμού Αργυροπουλίου, με τις θέσεις λήψεως αεροφωτογραφιών ΣμηΕΑ. Ένθετη εικόνα το ποσοστό κάλυψης του ψηφιακού μοντέλου. Υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων (DEM, 2007 – 2009), επικάλυψη ορθοφωτοχάρτης (2015-2017) από Κτηματολόγιο Α.Ε.



Σχήμα 7-24. Τα σημεία διόρθωσης μοντέλου (GPP) που χρησιμοποιήθηκαν για την διόρθωση του ψηφιακού μοντέλου που υλοποιήθηκε από αεροφωτογραφίες με την χρήση ΣμηΕΑ του σχήματος 7-23).

7.2 ΡΗΞΙΓΕΝΕΙΣ ΖΩΝΗ ΡΟΔΙΑΣ

Στην ενότητα που ακολουθεί περιγράφεται σε γενικές γραμμές η διαδικασία που εφαρμόστηκε με την χρήση αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων και την χρήση τετρακόπτερων. Η περιοχή μελέτης είναι η ευρύτερη περιοχή Αργυροπουλίου, Δελέρων και Ροδιάς. Προκειμένου να αποκαλυφθούν οι ρηξιγενές επιφάνειες της περιοχής, δημιουργήθηκαν αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα. Συγκεκριμένα έγινε εκτεταμένη χρήση ΣμηΕΑ, με λήψη αρκετών αεροφωτογραφιών με μεγάλη επικάλυψη. Όλες οι αεροφωτογραφίες υπέστησαν επεξεργασία με κατάλληλο πρόγραμμα φωτογραμμετρίας, όπου προέκυψαν αναλυτικά μοντέλα με ακρίβεια εκατοστών. Οι περιοχές όπου εκτελέστηκαν οι πτήσεις και η λήψη αεροφωτογραφιών απεικονίζονται με τα κίτρινα πολύγωνα στο σχήμα 7-25. Η συγκεκριμένη περιοχή μελέτης περιλαμβάνει μια περιοχή δυτικά από τον οικισμό Αργυροπούλι, προς τον οικισμό της Λυγαριάς με εμβαδό 0,678 Km² και μία μεγαλύτερη περιοχή ανατολικά του Αργυροπουλίου προς τους οικισμούς Δελέρια, Ροδιά με εμβαδό 2,677 Km² και με συνολικό εμβαδό όλης της περιοχής μελέτης 3,355 Km². Η σάρωση της περιοχής επικεντρώθηκε στις υπώρειες της λοφοσειράς που οριοθετεί την ΒΑ λεκάνη Λάρισας, όπου εμφανίζονται μία σειρά από αναβαθμίδες. Η πτήση κοντά σε περιοχές με έντονο υψομετρικό ανάγλυφο εμφανίζει ένα βαθμό δυσκολίας για το ΣμηΕΑ. Προκειμένου να εκτελεστούν ασφαλέστερες πτήσεις και αποφυγή πρόσκρουσης, επιλέγονται σημεία απογείωσης όσο δυνατόν κοντύτερα στους πρόποδες των λόφων. Επίσης το συνολικό μοντέλο που προέκυψε, εμφανίζει δύο μικρά κενά, λόγω αυξημένου βαθμού δυσκολίας προσεγγίσεως στην περιοχή. Η συνολική εικόνα της περιοχής είναι ικανοποιητική παρά τα μικρά κενά. Το κενό στην περιοχή του Αργυροπουλίου ήταν θέμα ασφαλείας.



Σχήμα 7-25. Συνολική άποψη της περιοχής μελέτης της Ροδιάς, με τα κίτρινα πολύγωνα είναι οι περιοχές που σαρώθηκαν με τη χρήση ΣμηΕΑ. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων (DEM) (2007-2009). Επικάλυψη με ορθοφωτοχάρτη (2015-2017) από Κτηματολόγιο Α.Ε.

Στον επόμενο πίνακα απεικονίζονται τα κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία των πτήσεων καθώς και των ψηφιακών μοντέλων που δημιουργήθηκαν. Συνολικά η όλη περιοχή μελέτης επιμερίστηκε σε δεκαεπτά (17) μικρότερες. Συνολικά εκτελέστηκαν σαράντα δύο (42) πτήσεις για την περιοχή της Ροδιάς, λήφθηκαν εννέα χιλιάδες τριακόσιες ενενήντα έξη (9.396) φωτογραφίες ενώ απαιτήθηκε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα για την επεξεργασία των δεδομένων και τη

δημιουργία των ψηφιακών μοντέλων. Ενδεικτικά επισημαίνεται ότι, για το μοντέλο (ARGYROPOYLI 10), προκειμένου να ολοκληρωθεί το αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο της περιοχής που περιλαμβάνει οκτακόσιες τριάντα επτά (837) αεροφωτογραφίες, απαιτήθηκαν έξι ημέρες υπολογιστικής εργασίας, μαζί με την διαδικασία της διόρθωσης (GGP) του μοντέλου. Επιπροσθέτως, επισημαίνεται ότι προκειμένου να διορθωθούν τα παραγόμενα μοντέλα έχουν εισαχθεί και υποστεί επεξεργασία συνολικά ογδόντα εννέα (89) επίγεια σημεία ελέγχου (Ground Control points).

PROJECT NAME	AREA ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Km ²	ΑΡΙΘ ΜΟΣ ΑΕΡΟ ΦΩΤ ΟΓΡΑ ΦΙΩΝ	Μέσο Ύψος πτήσης m	Resolu tion ΑΝΑΛΥ ΣΗ	Ground resolution ΕΠΙΓΕΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ cm / pix	PixelSize ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΙΚΟΝΟΣΤ ΟΙΧΕΙΟΥ μm	Ground Control Point ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ
ARGYRO POYLI_1	0,039	37	53,2	4000 X 3000	2.85	1.56 X 1.56	4
ARGYRO POYLI_2	0,0936	133	88,2	4000 X 3000	3.84	1.56 X 1.56	4
ARGYRO POYLI_3	0,251	395	80,8	4000 X 3000	3.04	1.56 X 1.56	5
ARGYRO POYLI_4	0,294	456	85	4000 X 3000	3.19	1.56 X 1.56	9
ARGYRO POYLI_5_ 6	0,312	448	83,6	4000 X 3000	3.62	1.56 X 1.56	6
ARGYRO POYLI_7_ 8	0,362	473	80.2	4000 X 3000	3.00	1.56 X 1.56	4
ARGYRO POYLI_9_ 2	0,192	220	85,9	4000 X 3000	3.24	1.56 X 1.56	5
ARGYRO POYLI_10	0,417	837	77,7	4000 X 3000	2.91	1.56 X 1.56	4
ARGYRO POYLI_11	0,194	928	60,8	5472 X 3642	1.5	2.41 X 2,41	7
DELERIA _1	0,106	198	63,2	4000 X 3000	2.4	1.56 X 1.56	3
DELERIA _2	0,156	185	95,8	4000 X 3000	3.62	1.56 X 1.56	3
DELERIA _4 - 5	0,276	1060	69,5	5472 X 3648	1,69	2.41 X 2.41	5
RODIA_1	0,0719	132	67	4000 X 3000	2.57	1.56 X 1.56	3

RODIA_2	0,294	1056	69,3	5472 X 3648	1.78	2.41 X 2.41	7
RODIA_3	0,258	853	64,8	5472 X 3648	1.59	2.41 X 2.41	6
RODIA_4	0,421	1190	96,8	5472 X 3648	2.42	2.41 X 2.41	8
RODIA_5	0,419	795	96,2	5472 X 3648	2.44	2.41 X 2.41	6
ΣΥΝΟΛΟ	4,1568	9.396					89

Πίνακας 7-5. Τεχνικά χαρακτηριστικά πτήσεων και ψηφιακών μοντέλων της περιοχής Αργυροπουλίου, Δελέρων και Ροδιάς.

7.2.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Στην ενότητα αυτή αναλύεται η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για την μελέτη των γεωμορφών και των ρηξιγενών πρανών της επιφάνειας, γύρω από τους πρόποδες των λόφων. Στην περιοχή μελέτης που αναλύεται (σχήμα 7-26) κοντά στους πρόποδες, έχουν αναγνωριστεί μια σειρά από αναβαθμίδες. Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται προκειμένου να εντοπιστούν και να αποτυπωθούν οι περιοχές όπου εμφανίζονται οι αναβαθμίδες.



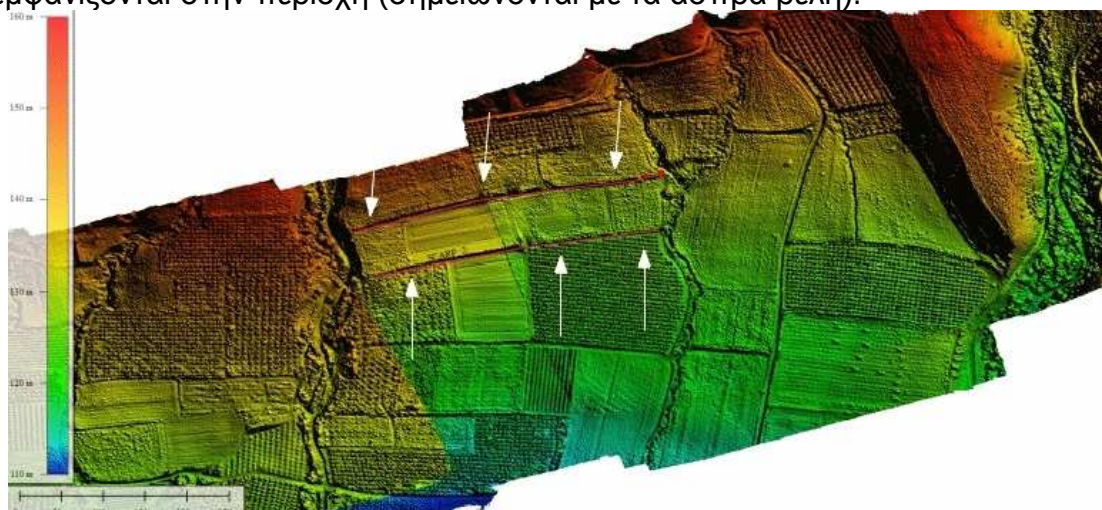
Σχήμα 7-26. Ανατολική περιοχή της Ροδιάς με το πορτοκαλί τετράγωνο η περιοχή μελέτης. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων (DEM) (2007-2009). Επικάλυψη με ορθοφωτοχάρτη (2015-2017) από Κτηματολόγιο Α.Ε.

7.2.1.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για να μελετηθούν και να αναλυθούν διεξοδικά και να αποκαλυφτούν όλες οι αναβαθμίδες, χρησιμοποιήθηκαν ΣμηΕΑ, τα οποία φωτογράρισαν με μεγάλη επικάλυψη όλη την περιοχή. Μετά την λήψη αεροφωτογραφιών, ακολούθησε η επεξεργασία αυτών με κατάλληλα προγράμματα φωτογραμμετρίας, για να δημιουργηθεί ένα αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο της περιοχής. Μετά την ολοκλήρωση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους, πραγματοποιήθηκε επί τόπου επίσκεψη στην περιοχή και χαρτογράφηση όλων των κύριων αναβαθμίδων. Ως κύριοι αναβαθμοί θεωρήθηκαν στην παρούσα εργασία αναβαθμοί που ξεπερνούν τα 0,4 μέτρα. Η τιμή αυτή επιλέχθηκε επειδή ένας αναβαθμός έως αυτού του ύψους (0,4m) μπορεί να σχηματιστεί ή να εξομαλυνθεί από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις.

Στη παράγραφο που ακολουθεί αναλύεται η εφαρμογή της διαδικασίας για την πορτοκαλί περιοχή του σχήματος 7-26.

Στο σχήμα 7-27 διακρίνεται το αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο της επιμέρους περιοχής, ενώ με την κόκκινη γραμμή είναι οι δύο αναβαθμίδες που εμφανίζονται στην περιοχή (σημειώνονται με τα άσπρα βέλη).



Σχήμα 7-27. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο περιοχής μελέτης σχήματος 7-26, που δημιουργήθηκε με την χρήση αεροφωτογραφίες που λήφθηκαν με την χρήση ΣμηΕΑ.

Από την ψηφιακή ανάλυση αλλά και την εργασία υπαίθρου αναδείχθηκε ότι οι δυο αναβαθμίδες εμφανίζονται στην περιοχή με σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο εκατέρωθεν υψομέτρων των αγροτεμαχίων που ξεπερνά τα 0,40 μέτρα. Στο σχήμα 7-28 παρουσιάζονται φωτογραφίες υπαίθρου από τις δυο αναβαθμίδες.



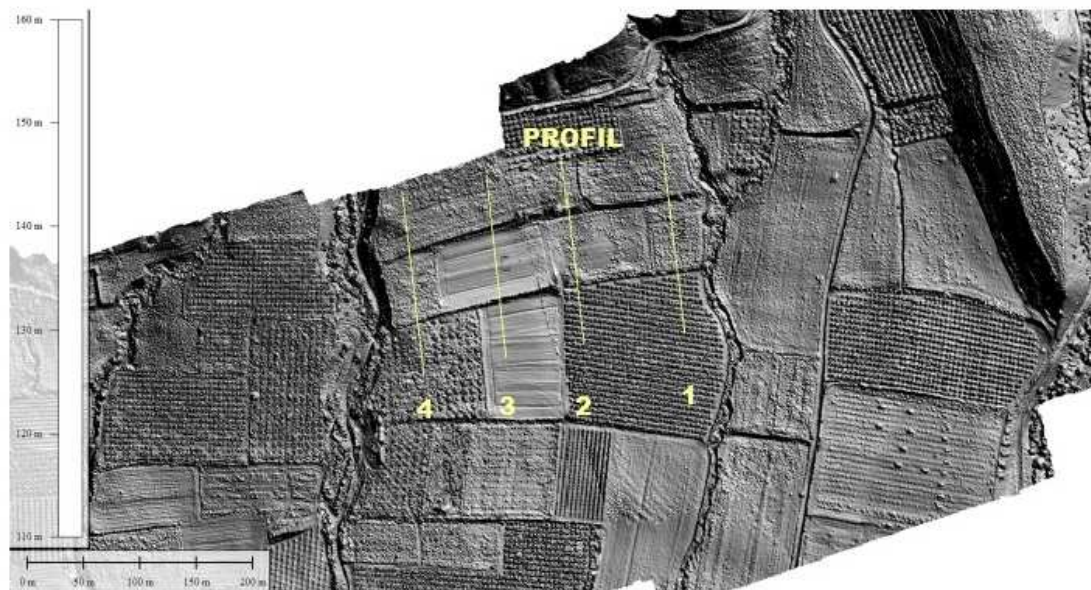
ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΑ 1

ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΑ 2

Σχήμα 7-28. Φωτογραφίες υπαίθρου των αναβαθμίδων του ψηφιακού μοντέλου της εικόνας 7-27.

7.2.1.2. ΑΝΑΛΥΣΗ

Προκειμένου να αποκαλυφθεί η πραγματική υψομετρική διαφορά που εμφανίζεται μεταξύ των δυο αναβαθμίδων, δημιουργήθηκαν 4 προφίλ της επιφάνειας με κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο σχήμα 7-29.



Σχήμα 7-29. Εικόνα ψηφιακού μοντέλου της περιοχής μελέτης του σχήματος 7-27, με τα εδαφικά προφίλ που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Η προβολή στα δύο προφίλ είναι με αναλογία 1/1 στους δύο άξονες x και y , για να παρουσιάζεται η πραγματική μετάπτωση της επιφάνειας του εδάφους. Τα εδαφικά προφίλ που δημιουργήθηκαν αποθηκεύονται και εξάγονται ως μορφή εικόνας. Στο επόμενο σχήμα 7-30 διακρίνονται όλα τα εδαφικά προφίλ (1 – 4) αναλυτικά, όπως εμφανίζονται στην κάτοψη της περιοχής.

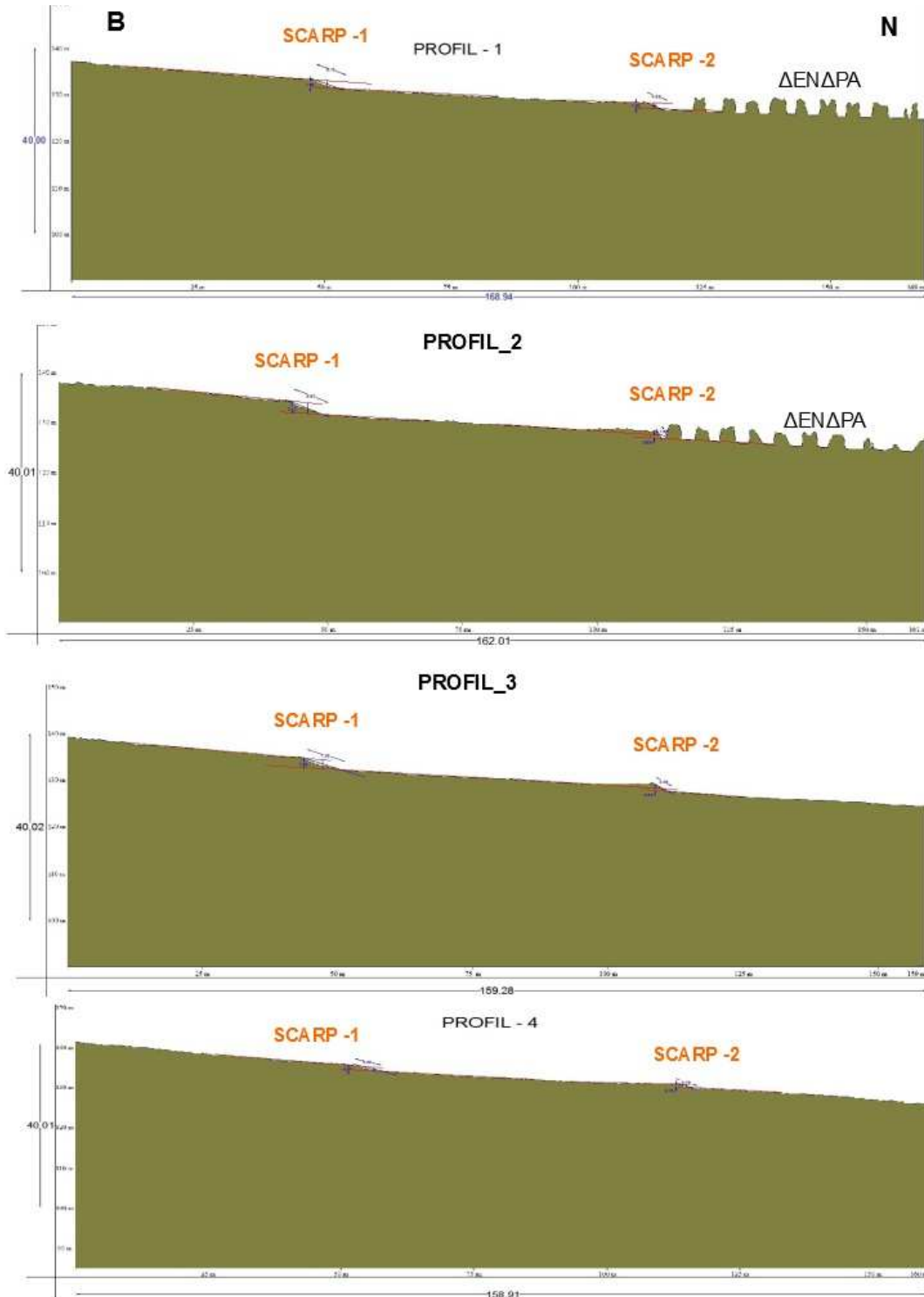
7.2.1.3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Για την επεξεργασία και για τους αναλυτικούς υπολογισμούς, χρησιμοποιήθηκε σχεδιαστικό πρόγραμμα. Συγκεκριμένα, εισάγεται η εικόνα του εδαφικού προφίλ και γίνεται η αντιστοίχιση των διαστάσεων της εικόνας του ψηφιακού μοντέλου με το σχεδιαστικό περιβάλλον του προγράμματος, έτσι ώστε το σχεδιαστικό μήκος να αντιστοιχεί στο γραφικό μήκος της εικόνας του προφίλ (σχήμα 7-30). Για τον υπολογισμό της πραγματικής μετάπτωσης της αναβαθμίδας σχεδιάζεται η εφαπτομένη επί της επιφάνειας του αλλουβιακού ριπιδίου στα τμήματα ανάντη και κατόντη αυτής. Η κλίση αυτής της εφαπτομένης και στα δύο τεμάχια είναι της τάξης των 4° (μοιρών), γεγονός που δείχνει ότι στην περιοχή υπάρχει τυπική ιζηματογένεση αλλουβιακού ριπιδίου που μετατοπίζεται και συνεπώς οι αναβαθμοί αυτοί αντιστοιχούν κατά πάσα πιθανότητα σε ενεργό τεκτονική, όπως περιγράφηκε στο σχήμα (4-10) της παρούσας διατριβής.

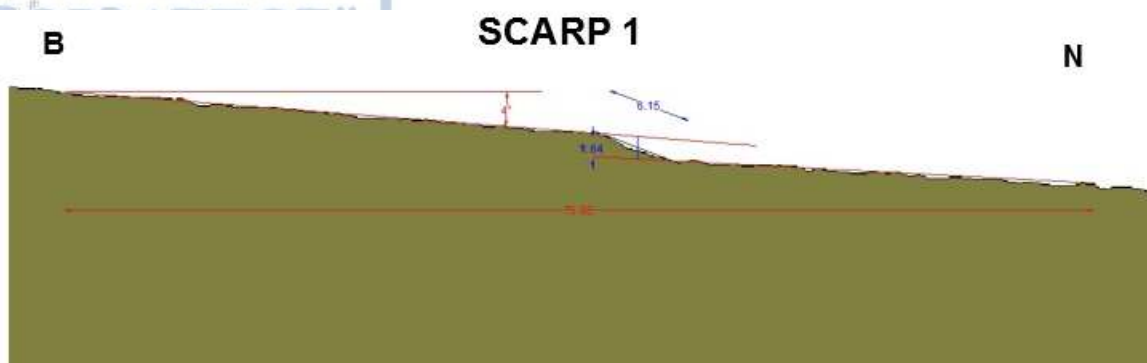
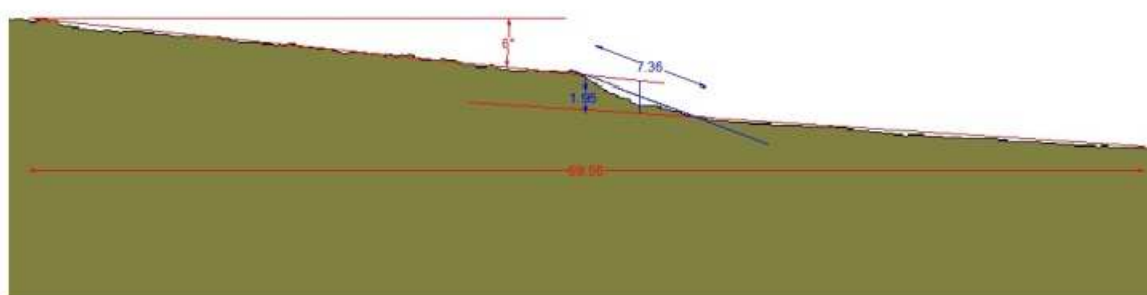
Επίσης, σχεδιάζεται η ευθεία που προσομοιάζει την κλίση της επιφάνειας του πρανούς. Στο μέσο της επιφάνειας του πρανούς αποτυπώνεται η κάθετη ευθεία και υπολογίζεται το πραγματικό μήκος αυτής.

Το μήκος της κάθετης ευθείας είναι και το ζητούμενο, δηλαδή η κατακόρυφη μετατόπιση του ρήγματος. Η δε αναβαθμίδα που σχηματίζεται αντιστοιχεί στο

διαβρωμένο ρηξιγενές πρανές (Degrading Fault Scarp). Έτσι στην συνέχεια η έννοια της αναβαθμίδας θα αντικατασταθεί με τον όρο ρηξιγενές πρανές. Στα επόμενα σχήματα εμφανίζεται η ανάλυση σε κάθε πρανές ξεχωριστά. Συγκεκριμένα στο σχήμα 7-30 είναι το πρώτο πρανές (Scarp1), ενώ στο σχήμα 7-31 διακρίνεται το δεύτερο πρανές (scarp 2). Η αναλυτική παρουσίαση όλων των εδαφικών προφίλ της περιοχής της Ροδιάς παρουσιάζεται συγκεντρωμένα στο παράρτημα.



Σχήμα 7-30. Αναλυτικά εδαφικά προφίλ περιοχής σχήματος 7-27, επεξεργασμένα για την εμφάνιση της υψομετρικής διαφοράς. Οι επιφάνειες των εδαφικών profile προέκυψαν με την εντολή path profile μέσα από το πρόγραμμα Global Mapper.

**PROFIL 1****PROFIL 2****PROFIL 3****PROFIL 4**

Σχήμα 7-31. Αναλυτικά εδαφικά προφίλ επεξεργασμένα σε σχεδιαστικό πρόγραμμα για την εμφάνιση του άλματος της περιοχής του σχήματος 7-29.

B

SCARP 2

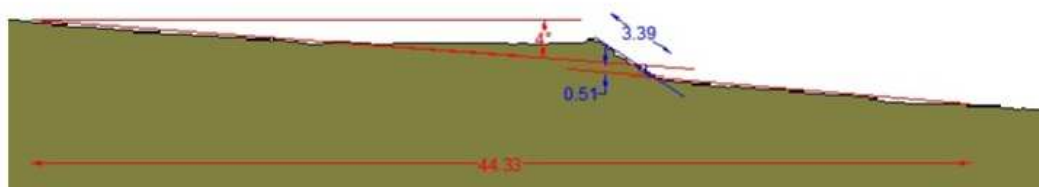
N



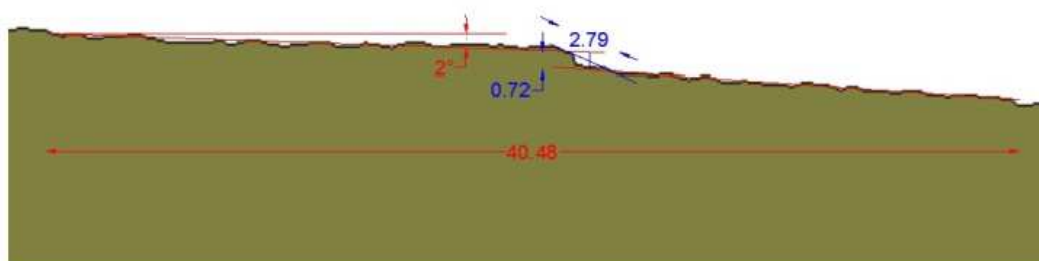
PROFIL 1



PROFIL 2



PROFIL 3



PROFIL 4

Σχήμα 7-32. Αναλυτικά εδαφικά προφίλ επεξεργασμένα σε σχεδιαστικό πρόγραμμα για την εμφάνιση του άλματος της περιοχής του σχήματος 7-29.

Μετά την ανωτέρω γραφική ανάλυση και επεξεργασία των εδαφικών προφίλ, προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

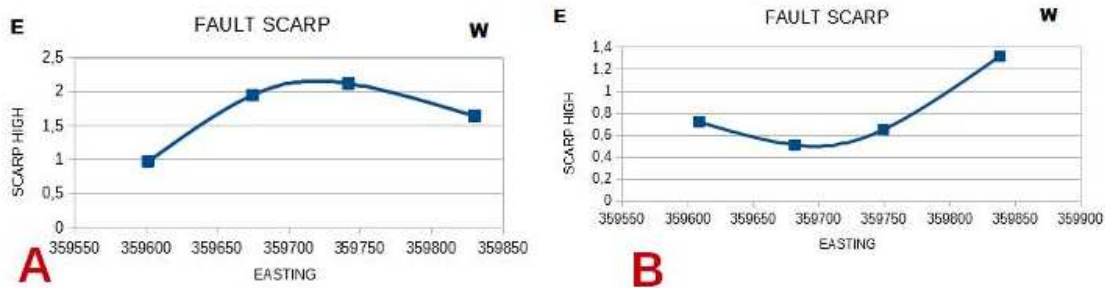
Για την ρηξιγενή επιφάνεια 1 (Scarp 1), συνολικό μήκος 289,77m με μέση διεύθυνση 77°, ενώ για την επιφάνεια 2 (scarp 2), συνολικό μήκος 265,6m και μέση διεύθυνση 79°.

Συγκεκριμένα :

Scarp 1 – Συνολικό Μήκος 289,77 m		Scarp 2 – Συνολικό Μήκος 265,6m	
Προφίλ	Διάφορα υψομέτρου	Προφίλ	Διάφορα

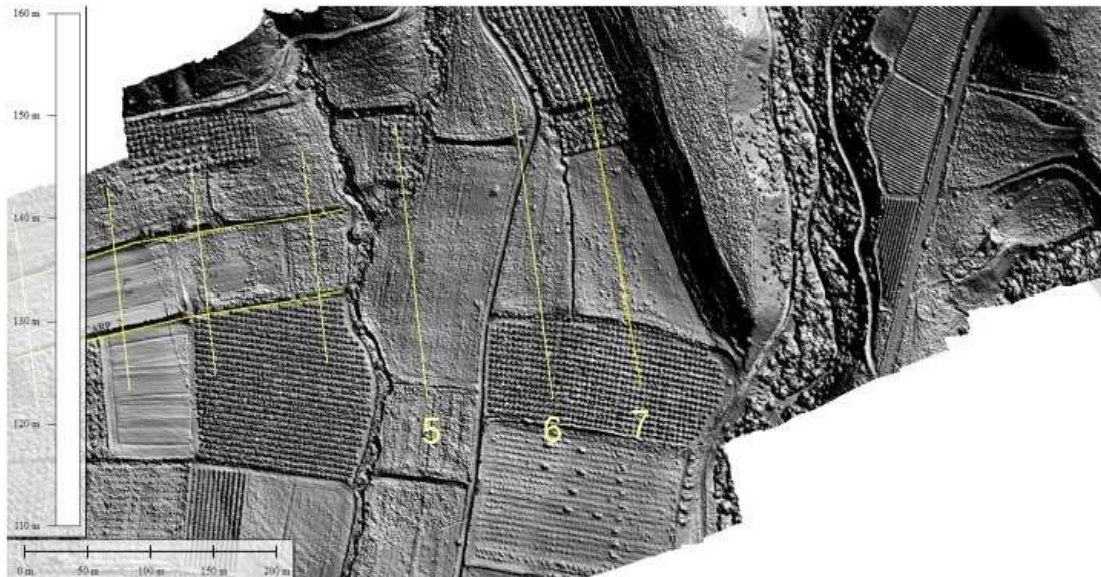
	(m)		υψομέτρου (m)
Profil 1	1,64	Profil 1	1,32
Profil 2	2,12	Profil 2	0,65
Profil 3	1,95	Profil 3	0,51
Profil 4	0,97	Profil 4	0,72

Στο σχήμα 7-33Α, απεικονίζεται η διαφορά των υψομέτρων που μετρήθηκαν για το πρώτο ρηξιγενές πρηνές, ενώ στο σχήμα 7-33Β είναι η διαφορά υψομέτρων για το δεύτερο ρηξιγενές πρηνές.



Σχήμα 7-33. Fault scarp των δυο αναβαθμίδων.

Η ανωτέρω περιγραφόμενη διαδικασία επαναλήφθηκε και ανατολικά αλλά και δυτικά της περιοχής μελέτης. Για τον έλεγχο της περιοχής ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ 5, 6 και 7 του σχήματος 7-34 και 7-35. Όπως διακρίνεται στα επόμενα σχήματα, δεν φαίνεται η συνέχεια των υπόψη αναβαθμίδων μετά το ρέμα. Τα αναλυτικά εδαφικά προφίλ παρουσιάζονται και στο παράρτημα.



Σχήμα 7-34. Ευρύτερη εικόνα της περιοχής μελέτης ανατολικά, με τα εδαφικά προφίλ που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.



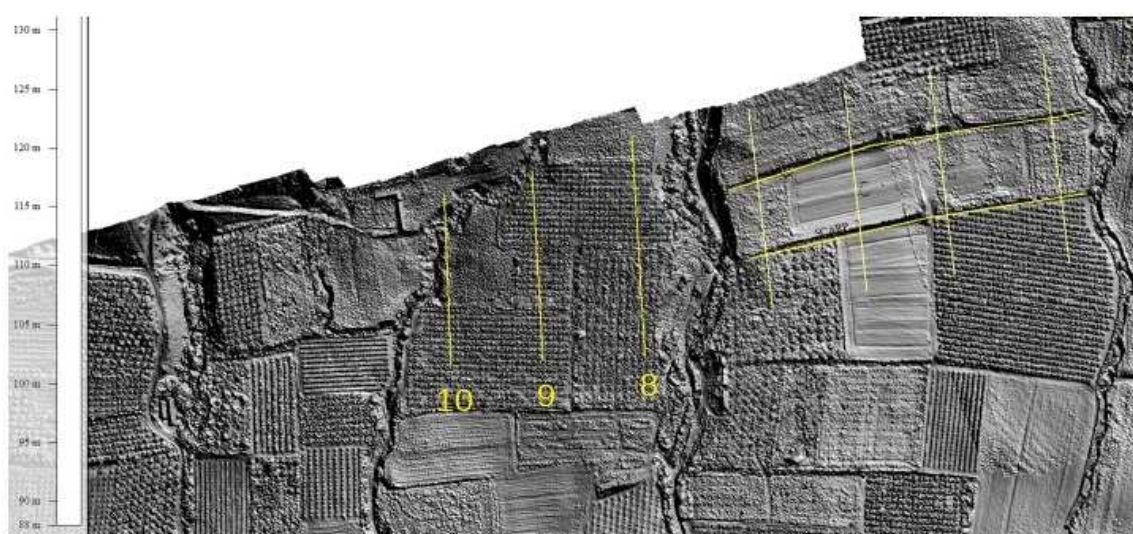
PROFIL 5



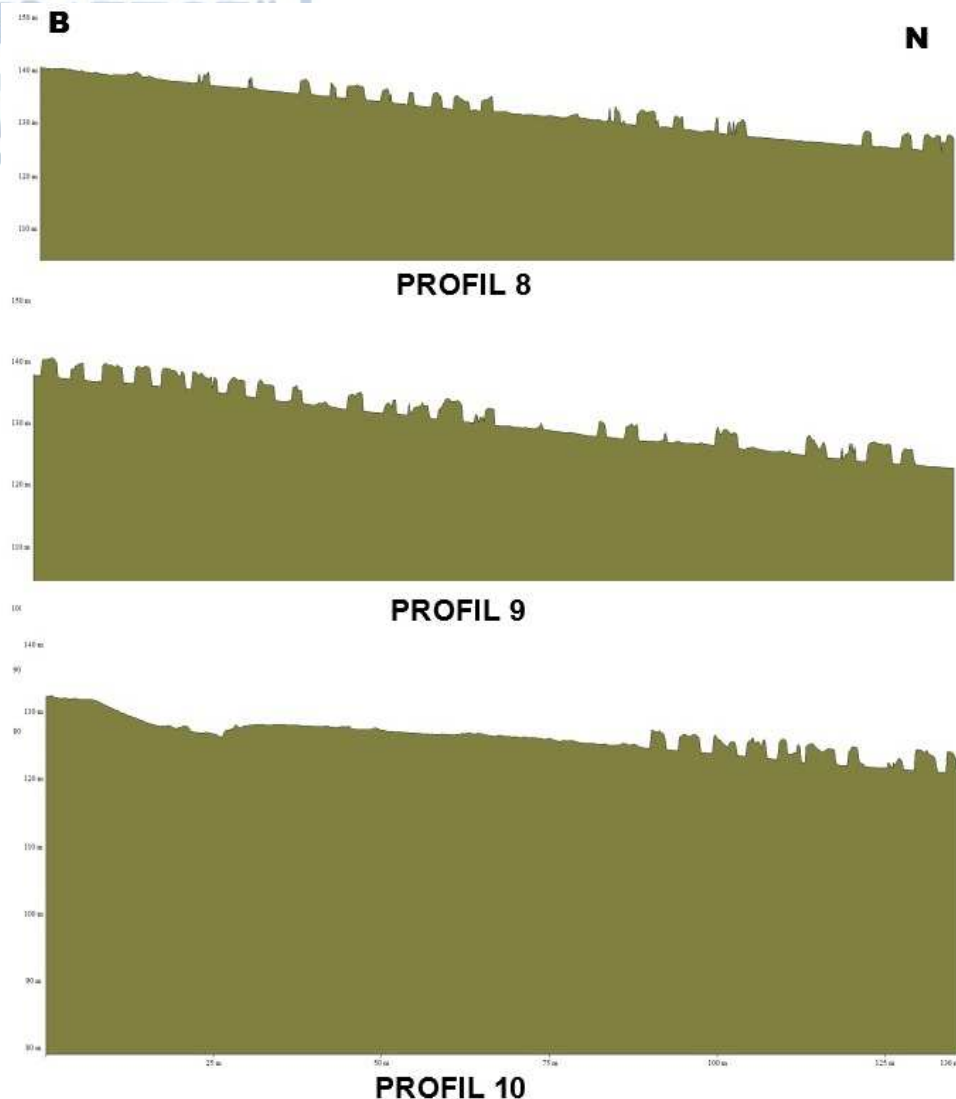
PROFIL 6



Σχήμα 7-35. Αναλυτικά εδαφικά προφίλ με διεύθυνση προς τα ανατολικά.



Σχήμα 7-36. Ευρύτερη εικόνα δυτικότερα της περιοχής μελέτης με τα εδαφικά προφίλ που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.



Σχήμα 7-37. Αναλυτικά εδαφικά προφίλ δυτικότερα περιοχής σχήματος 7-36.

7.2.1.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την υφιστάμενη ανάλυση των εδαφικών προφίλ έγινε φανερό ότι στην περιοχή διακρίνονται δυο ρηξιγενή πρηνή με σημαντικό μήκος περίπου 290 και 266 μέτρα. Η μέση υψομετρική τους διαφορά που εμφανίζεται είναι μεγαλύτερη των 0,4m, γεγονός που σημαίνει ότι πρόκειται κατά πάσα πιθανότητα για ρηξιγενή πρηνή. Η εμφάνιση των ρηξιγενών πρηνών περιορίζεται προς τα δυτικά και ανατολικά, από ρέματα και δεν διακρίνεται η περεταίρω επέκταση τους εκατέρωθεν από των υφιστάμενων υδροκριτών.

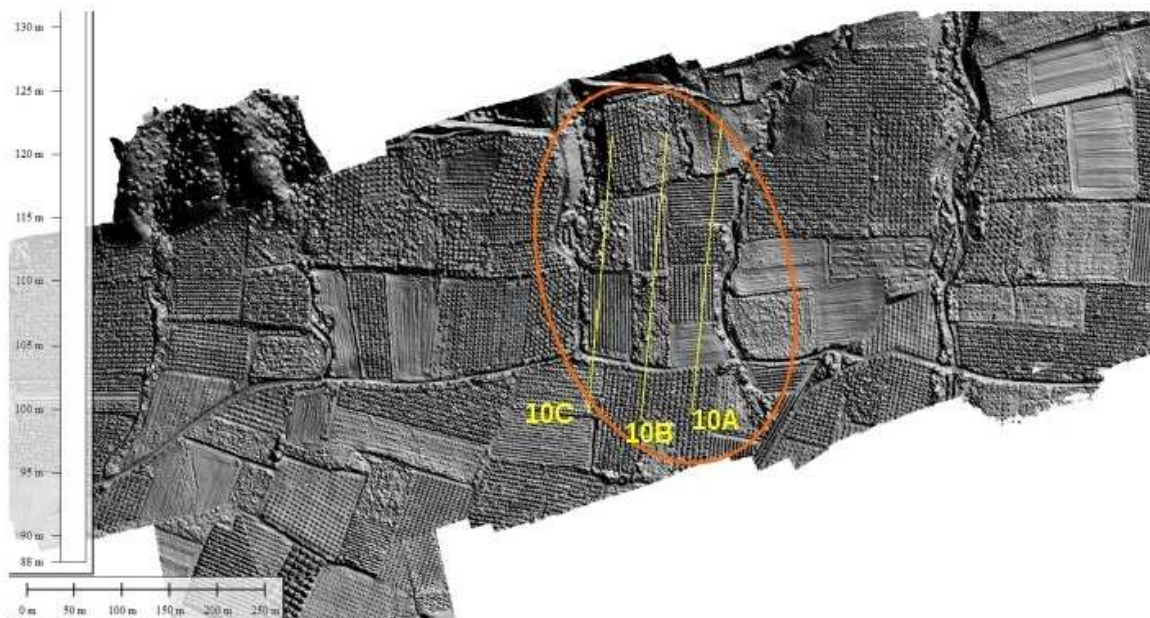
7.2.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΟΜΩΝ ΥΠΟΛΟΙΠΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στη ενότητα που ακολουθεί θα εξεταστούν ξεχωριστά και αναλυτικά όλες οι υπόλοιπες περιοχές, για τις οποίες έχει δημιουργηθεί αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο. Ελέγχονται τα εδαφικά προφίλ των αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων που δημιουργήθηκαν για την κάθε περιοχή, προκειμένου να εντοπιστούν και ταυτοποιηθούν οι αναβαθμίδες που αποτυπώθηκαν στην ύπαιθρο μετά από επιτόπου επίσκεψη. Ελέγχεται η υψομετρική διαφορά, για τις οποίες υπάρχει η πιθανότητα να αντιστοιχούν σε ρηξιγενή πρηνή. Για την ανάλυση εφαρμόστηκε η μεθοδολογία που περιγράφεται αναλυτικά στη προηγούμενη ενότητα. Ο συνδυασμός της αναλυτικής εναέριας χαρτογράφησης με την χρήση ΣμηΕΑ, και

την επεξεργασία των μοντέλων και των εδαφικών προφίλ, συντέλεσε την λεπτομερή γεωμορφολογία της τεκτονικής της περιοχής. Τα αναλυτικά προφίλ που δημιουργήθηκαν για τον έλεγχο κάθε περιοχής που αναλύονται στην συνέχεια παρουσιάζονται συγκεντρωμένα στο παράρτημα.

7.2.2.1 Δεύτερη Περιοχή

Η δεύτερη περιοχή μελέτης διακρίνεται στο σχήμα 7-38, εντοπίζεται δυτικότερα της προηγούμενης και ανάμεσα στα δύο υφιστάμενα ρέματα. Για την ανάλυση ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ του σχήματος 7-38 (κίτρινες γραμμές).

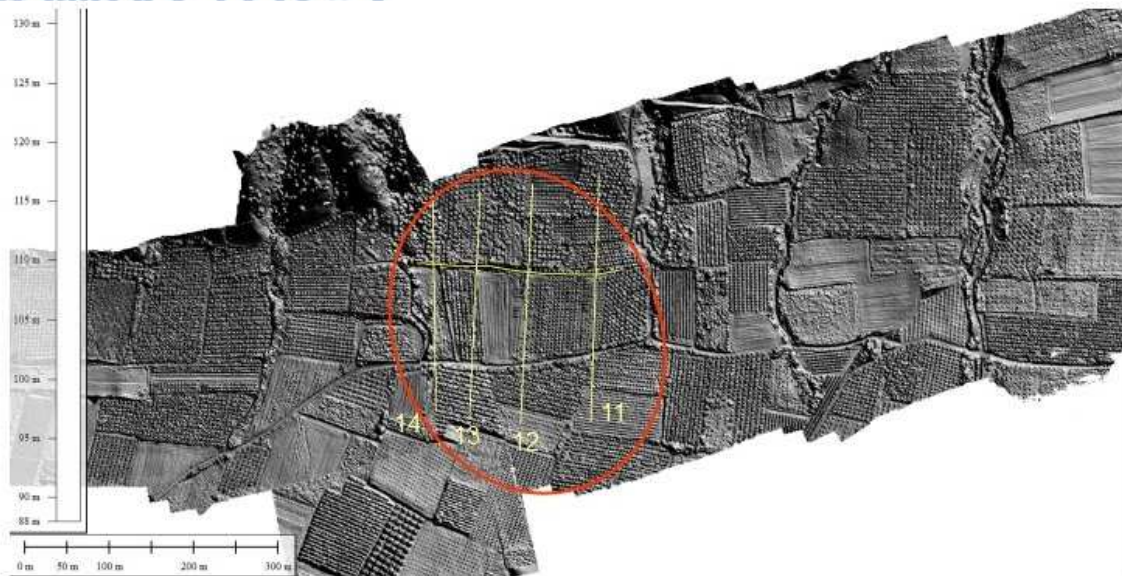


Σχήμα 7-38. Ευρύτερη εικόνα της περιοχής μελέτης με τα εδαφικά προφίλ που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των εδαφικών πρανών. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Η αναλυτική παρουσίαση των εδαφικών προφίλ της δεύτερης περιοχής εμφανίζεται στο παράρτημα. Τόσο από την ανάλυση του μοντέλου, όσο και από την εμφάνιση των εδαφικών προφίλ, προκύπτει ότι στην συγκεκριμένη περιοχή δεν εμφανίζεται καμία σημαντική εδαφική ανύψωση (ή αναβαθμίδα) με σημαντική διαφορά εκατέρωθεν. Η επιφάνεια του εδάφους εμφανίζει ομοιόμορφη κλίση στα πρανή.

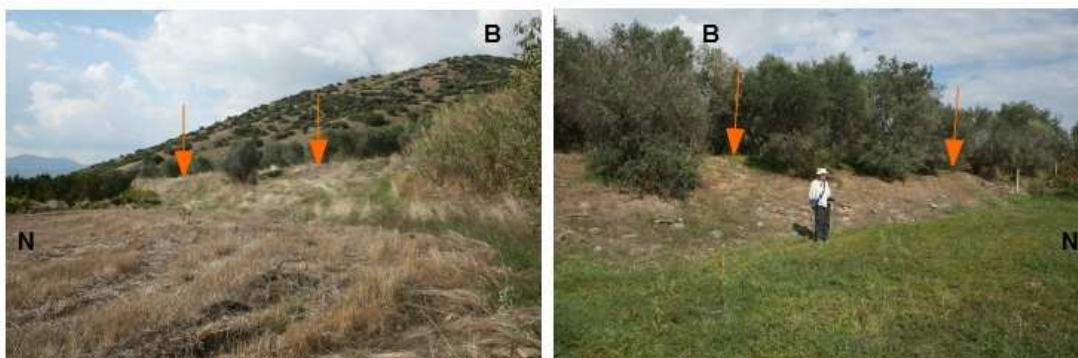
7.2.2.2 Τρίτη Περιοχή

Η τρίτη περιοχή μελέτης διακρίνεται στο σχήμα 7-39. Εντοπίζεται δυτικότερα και της προηγούμενης και ανάμεσα στα δύο υφιστάμενα ρέματα. Για την ανάλυση της περιοχής ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ του σχήματος 7-39 (κίτρινες γραμμές). Η ανάλυση των εδαφικών προφίλ έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία της προηγούμενης ενότητας.



Σχήμα 7-39. Ευρύτερη εικόνα της περιοχής μελέτης με τα εδαφικά προφίλ που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των εδαφικών πρανών. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Στα σχήματα 7-40 και 7-41 παρατίθενται φωτογραφίες υπαίθρου με τις ρηξιγενείς επιφάνειες που εμφανίζονται στην αντίστοιχη περιοχή. Στην περιοχή μετά από την ανάλυση των εδαφικών προφίλ (παράρτημα) προκύπτει ότι διακρίνονται δυο ρηξιγενείς επιφάνειες Scarp 3 και Scarp 4.



Σχήμα 7-40. Φωτογραφίες περιοχής σχήματος 7-39 με την ρηξιγενή επιφάνεια 3, (Scarp 3).



Σχήμα 7-41. Φωτογραφίες περιοχής σχήματος 7-39. Ρηξιγενής επιφάνεια 4, (Scarp 4)

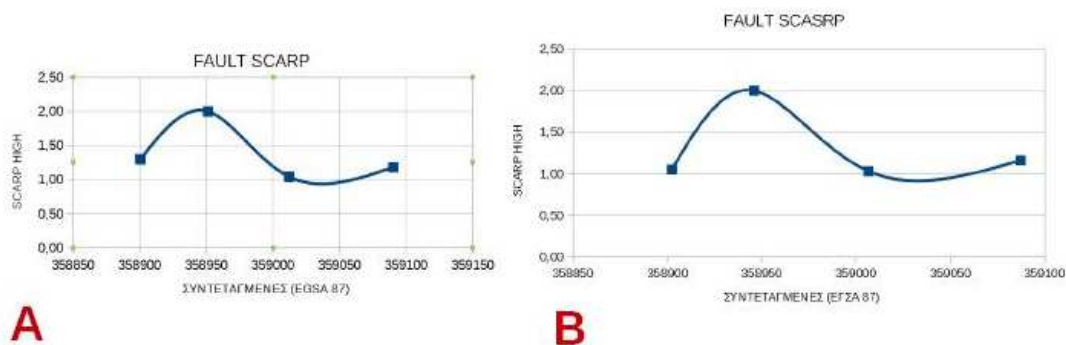
Η ανάλυση των προφίλ του μοντέλου και η επεξεργασία αυτών μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα για την υψομετρική διαφορά που εμφανίζεται εκατέρωθεν των τεμαχίων των αναβαθμίδων. Συγκεκριμένα, για την ρηξιγενές επιφάνεια 3, (Scarp 3), το συνολικό μήκος είναι 239,38m με μέση διεύθυνση 94° . Συγκεκριμένα:

Scarp 3 – Συνολικό Μήκος 239,38 m (Σχήμα 7-42 A)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 11	1,18
Profil 12	1,04
Profil 13	2,00
Profil 14	1,30

Και για την δεύτερη ρηξιγενές επιφάνεια 4 (Scarp 4) νοτιότερα την προηγούμενης, με συνολικό μήκος 226,38m και μέση διεύθυνση 87° . Συγκεκριμένα :

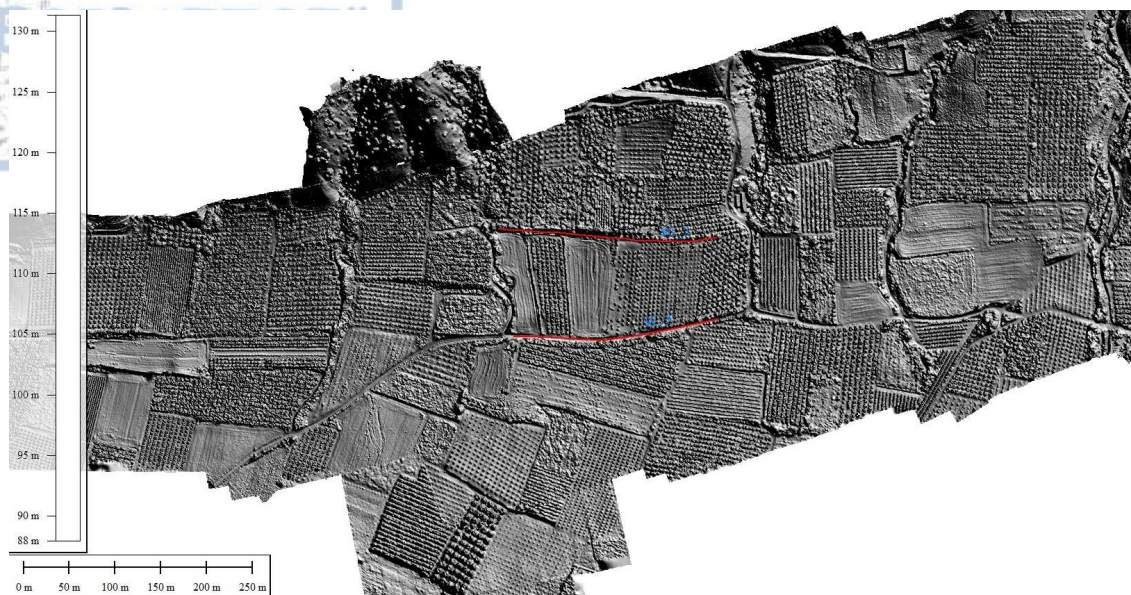
Scarp 4 – Συνολικό Μήκος 226,44m (Σχήμα 7-42 B)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 11	1,16
Profil 12	1,03
Profil 13	2,00
Profil 14	1,05

Η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων των υψομετρικών διαφορών για τις ρηξιγενείς επιφάνειες Scarp 3 και Scarp 4, εμφανίζεται στο σχήμα 7-42.



Σχήμα 7-42. Fault scarp ρηξιγενών επιφανειών 3 και 4.

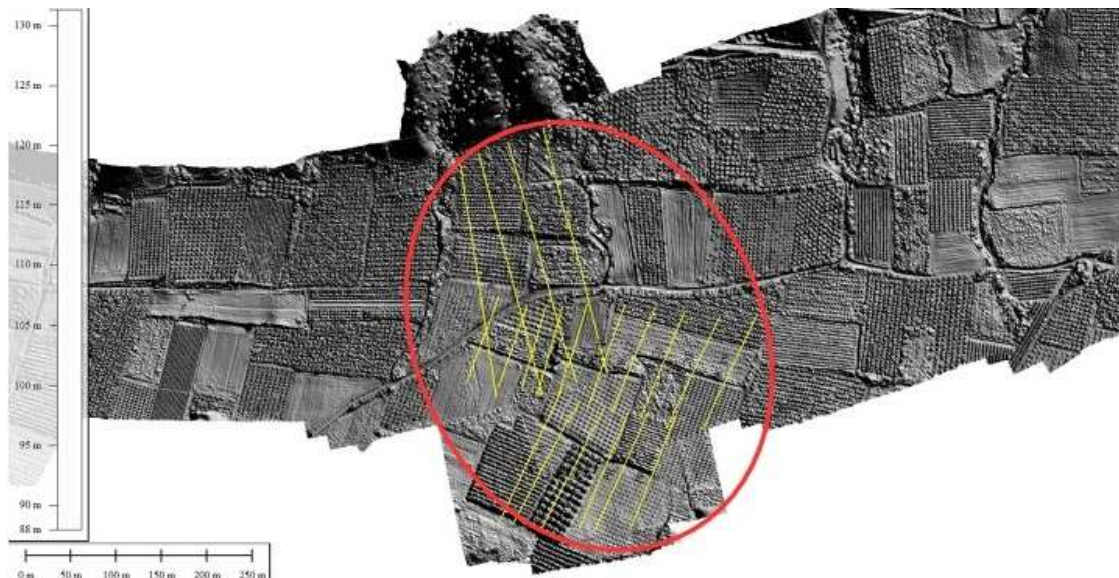
Από την ανάλυση εμφανίζεται ότι τα ρηξιγενή πρανή έχουν μήκος περίπου 239 και 226 μέτρα αντίστοιχα. Η προέκταση αυτών προς τα δυτικά και ανατολικά, περιορίζεται από τα αντίστοιχα ρέματα της περιοχής. Η κλίση αυτής της εφαιπτομένης και στα δύο τμήματα είναι της τάξης περίπου 5° (μοιρών). Στην περιοχή συνεχίζεται η τυπική ιζηματογένεση αλλουβιακού ριπιδίου το οποίο μετατοπίζει τον αντίστοιχο αναβαθμός και παρουσιάζεται συνέχεια της ενεργού τεκτονικής. Τα scarp 3, 4 διακρίνονται στο σχήμα 7-43.



Σχήμα 7-43 Ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας, με ρηξιγενές επιφάνειες Scarp 3 και 4. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

7.2.2.3 Τέταρτη Περιοχή

Η επόμενη περιοχή δυτικότερα της προηγούμενης διακρίνεται στο σχήμα 7-44 και εντοπίζεται ανάμεσα στα δύο υφιστάμενα ρέματα. Παρουσιάζει αρκετό ενδιαφέρον, καθότι εμφανίζονται αρκετές αναβαθμίδες με χαρακτηριστικά ρηξιγενών επιφανειών. Για τον έλεγχο της επιφάνειας χρησιμοποιήθηκαν οι επιφάνειες των εδαφικών προφίλ του σχήματος 7-44 (κίτρινες γραμμές). Αναλυτικότερα τα εδαφικά προφίλ που δημιουργήθηκαν για τον έλεγχο της περιοχής παρουσιάζονται στο παράρτημα.



Σχήμα 7-44. Ευρύτερη εικόνα της περιοχής μελέτης με τα εδαφικά προφίλ που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των εδαφικών ασυνεχειών. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Στην συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζονται αρκετές αναβαθμίδες. Προκειμένου να γίνει λεπτομερής καταγραφή κάθε αναβαθμίδας και εξεταστούν τα χαρακτηριστικά εάν πρόκειται για ρηξιγενές επιφάνεια, χρησιμοποιήθηκαν αρκετά αναλυτικά προφίλ (σχήμα 7-44, κίτρινες γραμμές). Η ανάλυση των

εδαφικών προφίλ του ψηφιακού μοντέλου και η επεξεργασία αυτών μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα για την υψομετρική διαφορά των τεμαχίων των αναβαθμίδων.

Για την ρηξιγενές επιφάνεια 5 (Scarp 5), συνολικό μήκος 123,49m με μέση διεύθυνση 94°. Συγκεκριμένα :

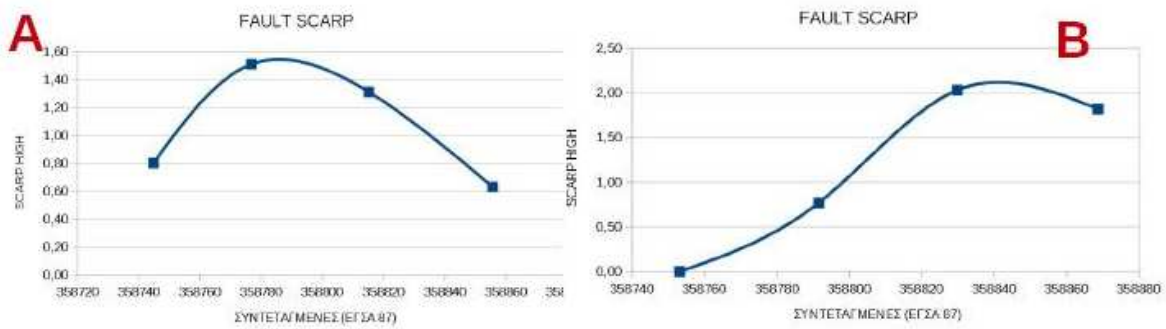
Scarp 5 – Συνολικό Μήκος 123,49m (Σχήμα 7-45, 7-46A)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 15	0,63
Profil 16	1,31
Profil 17	1,51
Profil 18	0,80

Και η ρηξιγενής επιφάνεια 6 (Scarp 6), η οποία εντοπίζεται νοτιότερα την προηγούμενης, έχει συνολικό μήκος 117,51m με μέση διεύθυνση 94°. Συγκεκριμένα :

Scarp 6 – Συνολικό Μήκος 117,51m (Σχήμα 7-45, 7-46B)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 15	1,82
Profil 16	2,03
Profil 17	0,77
Profil 18	0,00



Σχήμα 7-45. Ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ με τις επιφάνειες 5 και 6 (Scarp5, Scarp6). . Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.



Σχήμα 7-46. Fault scarp για τις ρηξιγενείς επιφάνειες 5 και 6 (Scarp5, Scarp6)

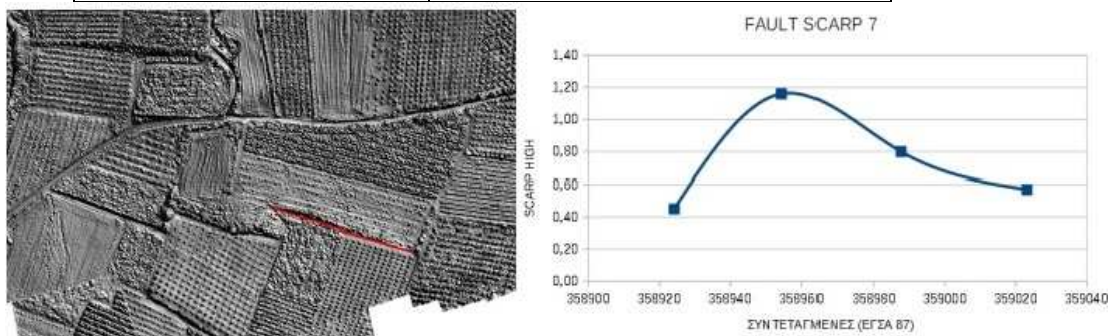


Σχήμα 7-47. Α Φωτογραφία υπαίθρου περιοχής σχήματος 7-45, όπου διακρίνονται οι ρηξιγενείς επιφάνειες (Scarp 5). Και στο Β η επιφάνεια ρηξιγενής επιφάνεια (Scarp 6)

Στην ίδια περιοχή νοτιότερα εμφανίζονται 3 αναβαθμίδες που μελετήθηκαν με εδαφικά προφίλ του σχήματος 7-48 (ενδιάμεσες γραμμές στο κέντρο). Αναλυτικότερα και με λεπτομέρεια τα εδαφικά προφίλ δημιουργήθηκαν για τον έλεγχο της περιοχής παρουσιάζονται στο παράρτημα. Παρακάτω αναλύονται ξεχωριστά οι αναβαθμίδες.

Για την ρηξιγενές επιφάνεια 7 (Scarp 7), συνολικό μήκος 122,64m με μέση διεύθυνση 108°. Συγκεκριμένα:

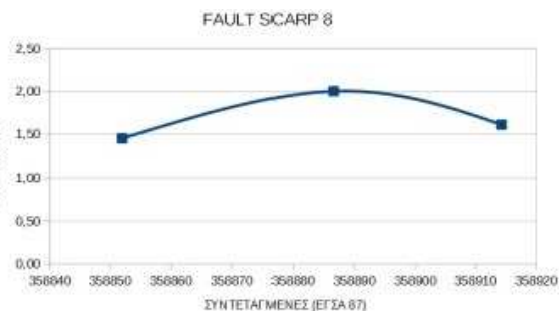
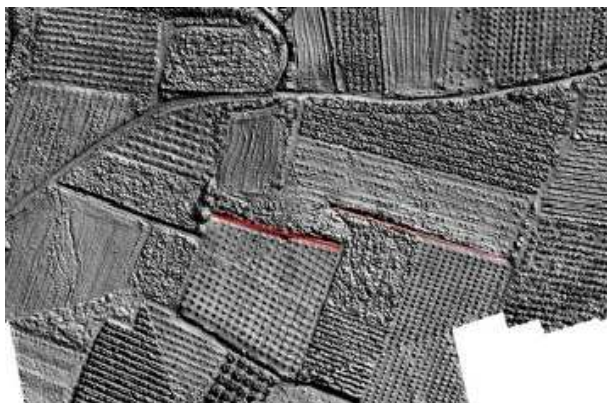
Scarp 7 – Συνολικό Μήκος m (Σχήμα 7-48)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 19	0,57
Profil 20	0,80
Profil 21	1,16
Profil 22	0,45



Σχήμα 7-48. Fault scarp 7, Διάγραμμα υψομέτρων και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο επιφανείας ΣμηΕΑ.

Για την επιφάνεια 8 (Scarp 8), συνολικό μήκος 85,69m με μέση διεύθυνση 105° :

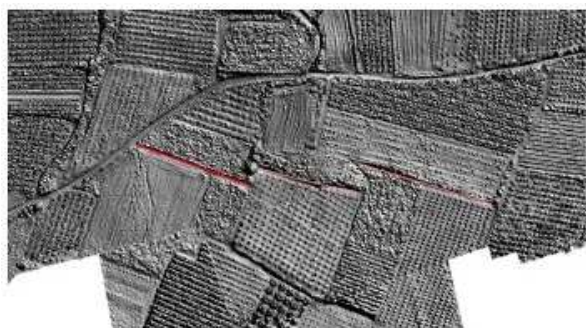
Scarp 8 – Συνολικό Μήκος 85,69m (Σχήμα 7-49)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 19	0,57
Profil 20	0,80
Profil 21	1,16
Profil 22	0,45



Σχήμα 7-49. Fault scarp 8, Διάγραμμα υψομέτρων και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Για την επιφάνεια 9 (Scarp 9), συνολικό μήκος 100,35m με μέση διεύθυνση 110° :

Scarp 9 – Συνολικό Μήκος 100,35m(Σχήμα 7-50)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 25	1,17
Profil 26	1,51
Profil 27	1,47
Profil 28	1,24

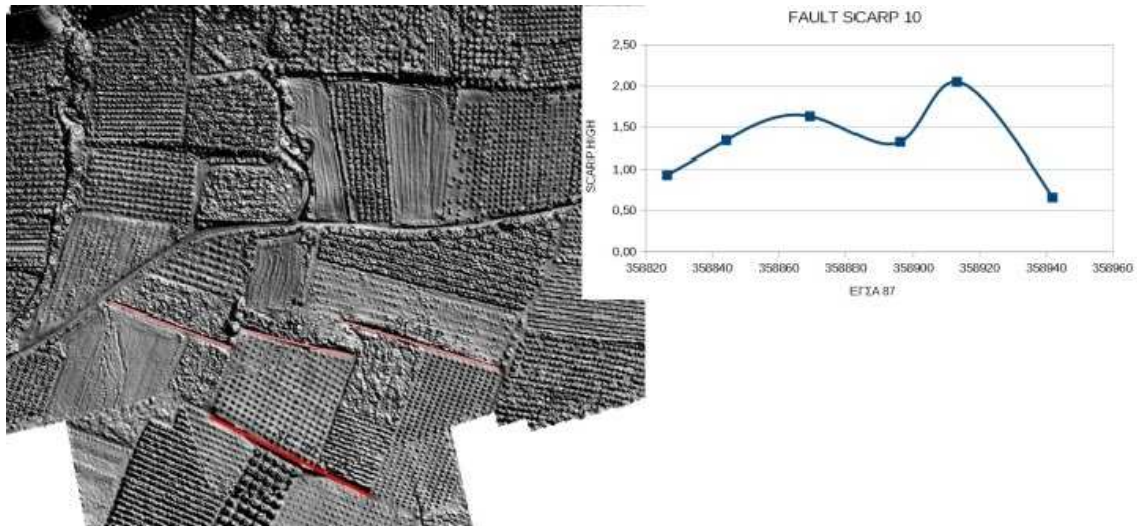


Σχήμα 7-50. Fault scarp 9, Διάγραμμα υψομέτρων και αποτύπωση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

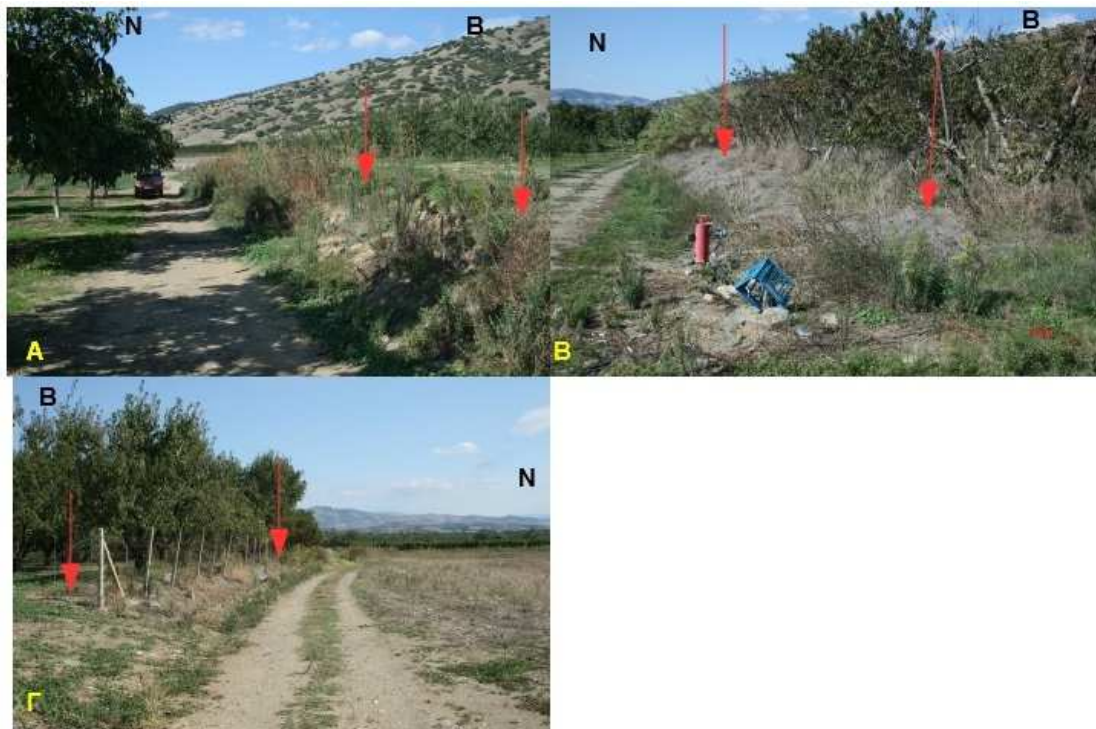
Για την επιφάνεια 10 (Scarp 10), συνολικό μήκος 135,62m με μέση διεύθυνση 110° :

Scarp 10 – Συνολικό Μήκος 135,62m (Σχήμα 7-51)

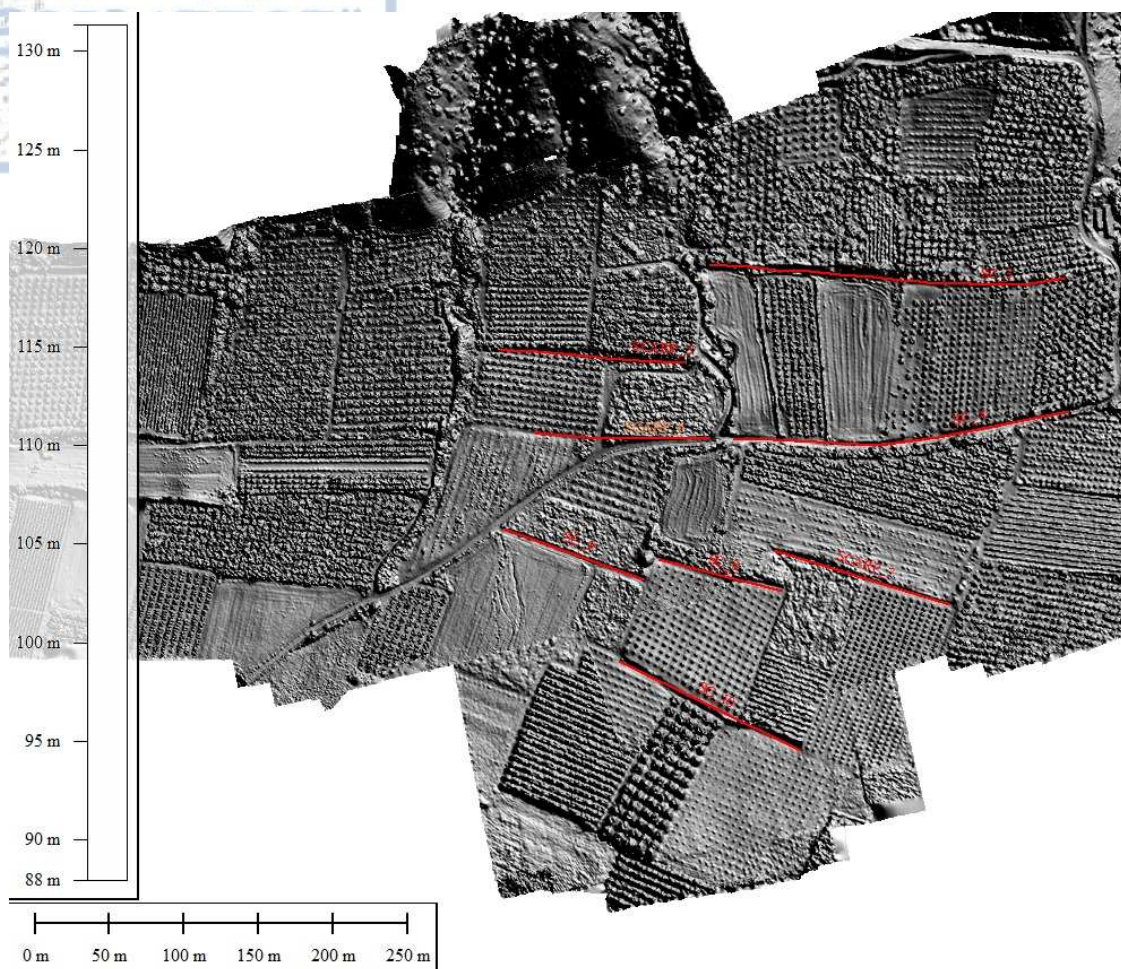
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 29	0,66
Profil 30	2,05
Profil 31	1,32
Profil 32	1,63
Profil 33	1,34
Profil 34	0,93



Σχήμα 7-51. Fault scarp10, Διάγραμμα υψομέτρων και αποτύπωση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.



Σχήμα 7-52. Φωτογραφίες υπαίθρου περιοχής σχήματος 7-51 με: Α Ρηξιγενής επιφάνεια (Scarp 8). Β Ρηξιγενής επιφάνεια (Scarp 9). Γ Ρηξιγενής επιφάνεια (Scarp 10).

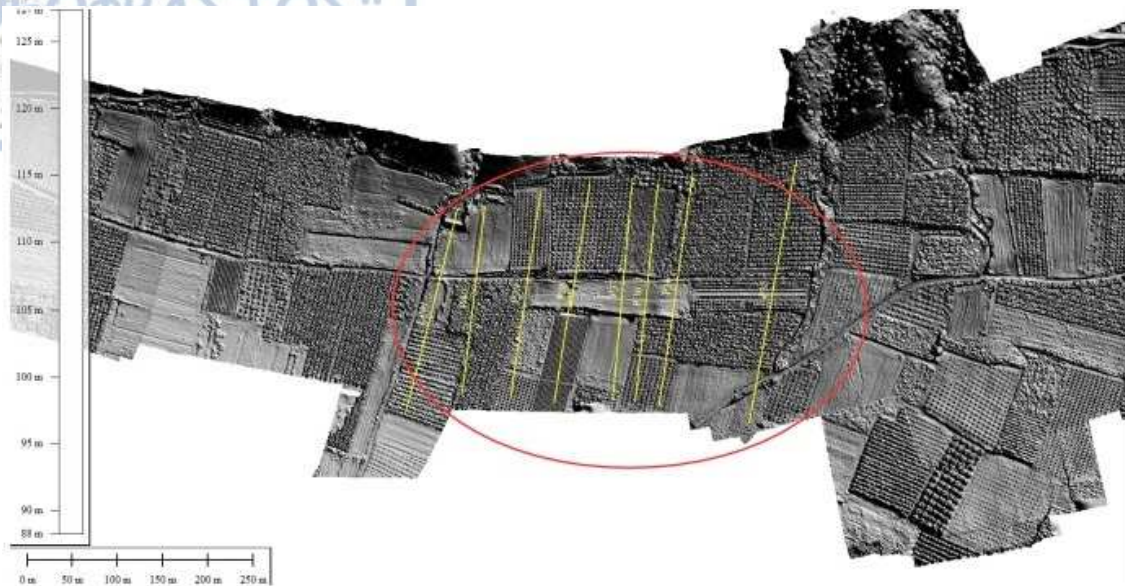


Σχήμα 7-53. Συνολική άποψη της περιοχής μετά την ανάλυση των εδαφικών προφίλ. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Από την ανωτέρω ανάλυση διαπιστώνεται ότι στην περιοχή υπάρχουν έξι (6) ρηξιγενή πρηνή Scarp 5,6,7,8,9 και 10, με σημαντικό μήκος. Η γενική εικόνα της περιοχής απεικονίζεται στο σχήμα 7-53. Οι κλίσεις που εμφανίζονται στις επιφάνειες είναι για τα βόρεια τμήματα (scarp 5, 6) περίπου $4-5^{\circ}$ (μοιρών), των ενδιάμεσων πρηνών περίπου $2-3^{\circ}$ (μοιρών), ενώ του νοτιότερου τμήματος είναι $1-2^{\circ}$ (μοιρών). Γεγονός που είναι αναμενόμενο καθότι όσο νοτιότερα πηγαίνουμε, τόσο ομαλότερη γίνεται η κλίση των ριπιδίων που αναπτύσσονται στους πρόποδες της λοφοσειράς. Στην περιοχή συνεχίζεται η τυπική ιζηματογένεση αλλουβιακού ριπιδίου, του οποίου η ελεύθερη επιφάνεια μετατοπίζεται από τους αναβαθμούς που αντιστοιχούν κατά πάσα πιθανότητα στην εκδήλωση της ενεργού τεκτονικής. Στο σχήμα 7-53 εμφανίζονται όλες οι ρηξιγενείς επιφάνειες του εδαφικού τμήματος.

7.2.2.4 Πέμπτη Περιοχή

Επόμενη περιοχή εντοπίζεται δυτικότερα της προηγούμενης σχήμα 7-54 είναι ανάμεσα σε δύο ρέματα. Για τον έλεγχο της επιφάνειας χρησιμοποιήθηκαν οι επιφάνειες των εδαφικών προφίλ (Profil 35, 36.1, 37, 38, 39 και 40, κίτρινες γραμμές) του σχήματος 7-54. Αναλυτικότερα τα εδαφικά προφίλ που δημιουργήθηκαν για τον έλεγχο της περιοχής παρουσιάζονται στο παράρτημα.

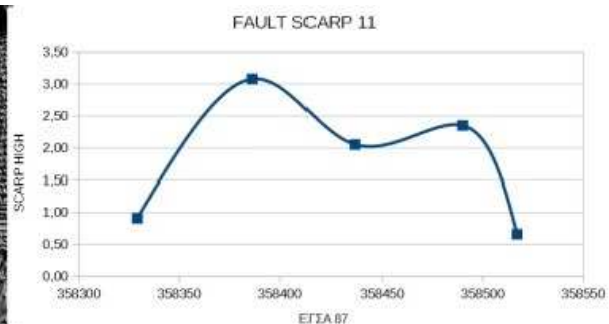
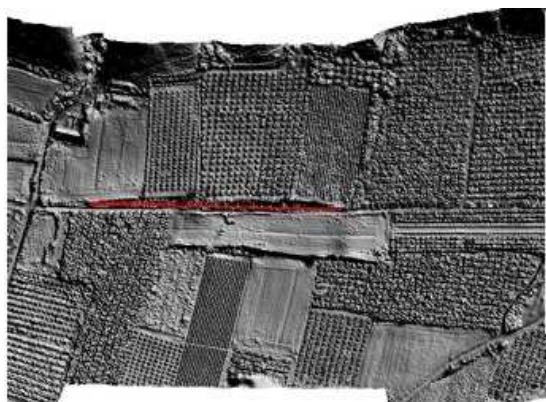


Σχήμα 7-54. Ευρύτερη εικόνα της περιοχής μελέτης με τα εδαφικά προφίλ που χρησιμοποιηθήκαν για την ανάλυση. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Στην περιοχή αυτή εμφανίζονται μόνο δύο αναβαθμίδες που μελετήθηκαν με τα αναλυτικά εδαφικά προφίλ του σχήματος 7-54. Η ανάλυση των προφίλ του ψηφιακού μοντέλου και η επεξεργασία αυτών μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα για την υψομετρική διαφορά που εμφανίζεται εκατέρωθεν των τεμαχίων των αναβαθμίδων.

Για την ρηξιγενή επιφάνεια 11 (Scarp 11), συνολικό μήκος 203,33m με μέση διεύθυνση 91°:

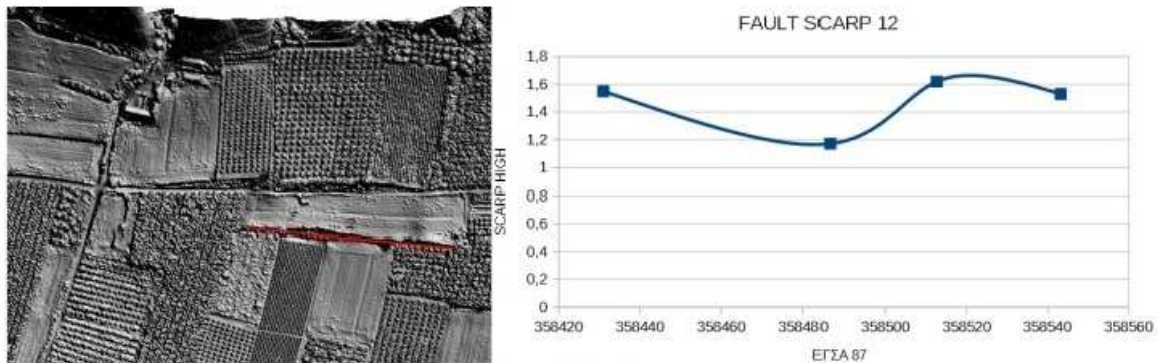
Scarp 11 – Συνολικό Μήκος 203,33m(Σχήμα 7-55)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 36.1	0,66
Profil 37	2,35
Profil 38	2,05
Profil 39	3,08
Profil 40	0,91



Σχήμα 7-55. Fault scarp 11, Διάγραμμα υψομέτρων και απεικόνιση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Για την ρηξιγενή επιφάνεια 12 (Scarp 12), συνολικό μήκος 162,5m με μέση διεύθυνση 95°:

Scarp 12 – Συνολικό Μήκος 162,5m (Σχήμα 7-56)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 36	1,53
Profil 36.1	1,62
Profil 37	1,17
Profil 38	1,55



Σχήμα 7-56. Fault scarp 12, Διάγραμμα υψομέτρων και απεικόνιση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Η γενική εικόνα της περιοχής διακρίνεται στο σχήμα 7-57. Στο αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο της περιοχής, διακρίνονται οι ρηξιγενείς επιφάνειες scarp 11 και 12.



Σχήμα 7-57. Συνολική άποψη της περιοχής του νέου ψηφιακού μοντέλου (ΣμηΕΑ), με την θέση των scarp 11 και scarp 12.

Από την ανάλυση της περιοχής διαπιστώνεται ότι υπάρχουν δυο αναβαθμίδες που έχουν χαρακτηριστικά ρηξιγενών επιφανειών πρανών, τα Scarp 11 και 12, με σημαντικό μήκος. Η γενική εικόνα της περιοχής απεικονίζεται στο σχήμα 7-57. Η κλίση αυτής της ελεύθερης επιφάνειας ανάντι και κατάντι του αναβαθμού

στα δύο τμήματα είναι της τάξης περίπου 3° (μοιρών) για το βορειότερο και περίπου 2° (μοιρών) για το νοτιότερο μπλοκ. Στην περιοχή συνεχίζεται η τυπική ιζηματογένεση αλλουβιακού ριπιδίου το οποίο μετατοπίζεται και ο αντίστοιχος αναβαθμός και παρουσιάζεται συνέχεια της ενεργό τεκτονικής. Επισημαίνεται ότι η επιφάνεια scarp 11 φαίνεται να είναι συνέχεια της επιφάνειας scarp 6 μετά το ρέμα.

7.2.2.5 Έκτη Περιοχή

Η επόμενη περιοχή είναι δυτικότερα της προηγούμενης και διακρίνεται στο σχήμα 250 ανάμεσα σε δύο ρέματα. Για τον έλεγχο της επιφάνειας χρησιμοποιήθηκαν οι επιφάνειες των εδαφικών προφίλ 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51 και 52, σχήμα 7-58. Η ανάλυση των προφίλ έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία της προηγούμενης ενότητας. Συγκεκριμένα στη περιοχή του σχήματος 7-58 διακρίνονται 3 αναβαθμίδες. Για την λεπτομερή καταγραφή κάθε αναβαθμίδας και τον έλεγχο των εδαφικών χαρακτηριστικών, χρησιμοποιήθηκαν τα εδαφικά προφίλ (σχήμα 7-58, κίτρινες γραμμές). Η αναλυτική παρουσίαση των προφίλ βρίσκεται στο παράρτημα.



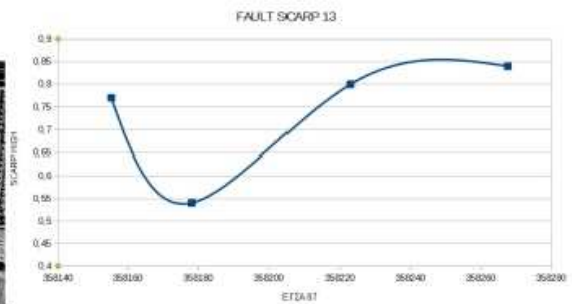
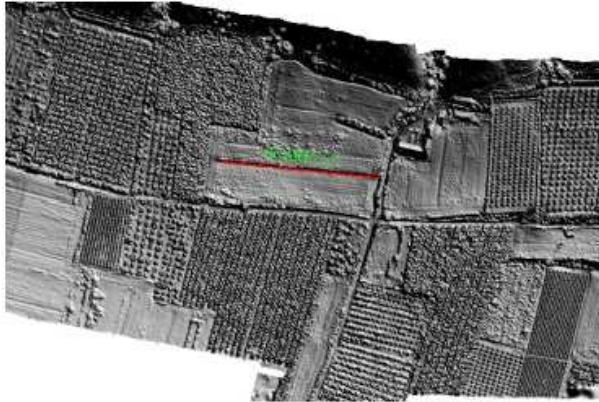
Σχήμα 7-58. Ευρύτερη εικόνα της περιοχής μελέτης (κόκκινο τετράγωνο) με τα εδαφικά προφίλ (κίτρινες γραμμές) που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Από την ανάλυση του αναλυτικού ψηφιακού μοντέλου και την επεξεργασία διαπιστώνεται μία υψομετρική διαφορά να εμφανίζεται εκατέρωθεν των τεμαχίων των αναβαθμίδων. Συγκεκριμένα:

Για την ρηξιγενή επιφάνεια 13 (Scarp 13), συνολικό μήκος 132,5m με μέση διεύθυνση 96° :

Scarp 13 – Συνολικό Μήκος 132,5 m (Σχήμα 7-59)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 42	0,84
Profil 43	0,80

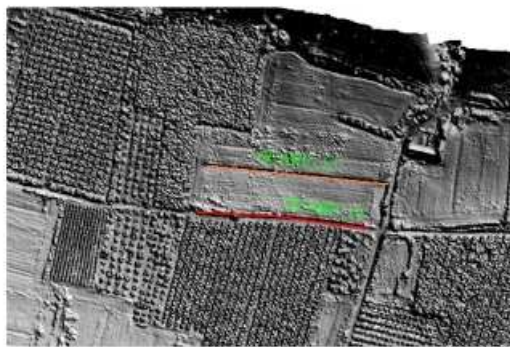
Profil 44	0,54
Profil 45	0,77



Σχήμα 7-59. Fault scarp 13, Διάγραμμα υψομέτρων και απεικόνιση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Για την ρηξιγενές επιφάνεια 14 (Scarp 14), συνολικό μήκος 125,76m με μέση διεύθυνση 95°.

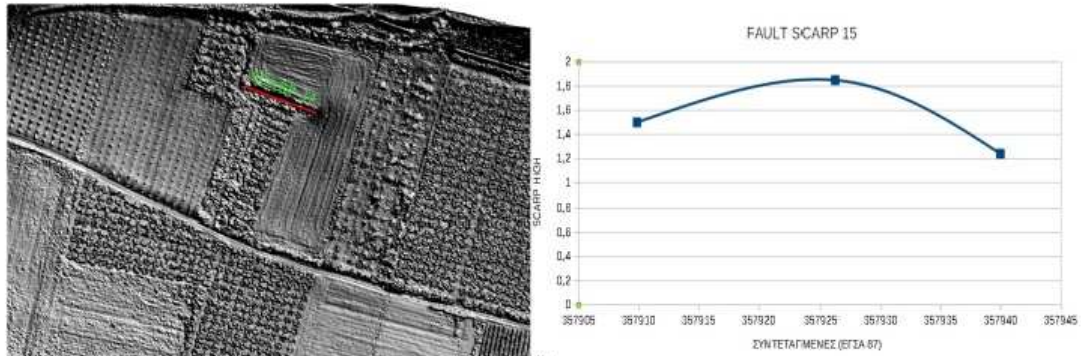
Scarp 14 – Συνολικό Μήκος 125,76 m (Σχήμα 7-60)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 42	0,40
Profil 43	0,80
Profil 44	0,54
Profil 45	0,77



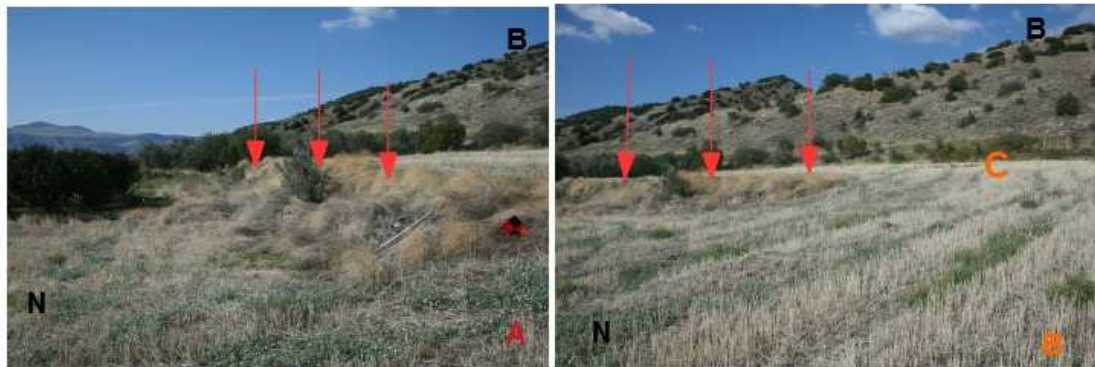
Σχήμα 7-60 .Fault scarp 14. Διάγραμμα υψομέτρων και απεικόνιση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Για την ρηξιγενή επιφάνεια 15 (Scarp 15), συνολικό μήκος 125,76m με μέση διεύθυνση 111°.

Scarp 15 – Συνολικό Μήκος 125,76 m (Σχήμα 7-61)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 48	0,40
Profil 49	0,80
Profil 50	0,54

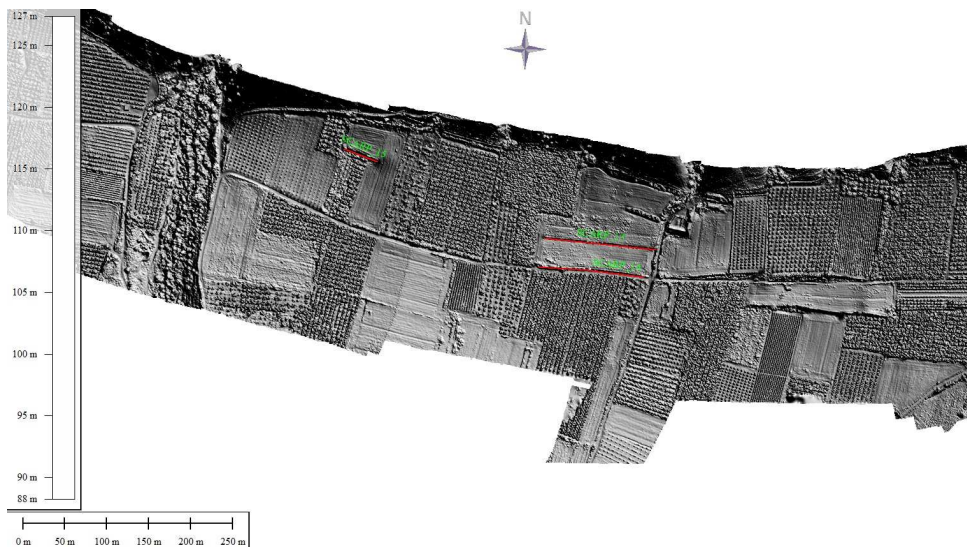


Σχήμα 7-61. Fault scarp 15. Διάγραμμα υψομέτρων και απεικόνιση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.



Σχήμα 7-62. Α,Β Φωτογραφίες υπαίθρου περιοχής σχήματος 7-61, με την ρηξιγενές επιφάνεια 15 (Scarp 15). Στο σημείο C της δεύτερης φωτογραφίας (B) διακρίνεται το τελείωμα της αναβαθμίδας.

Από την ανάλυση διαπιστώνεται ότι στην περιοχή εμφανίζονται τρεις (3) ρηξιγενείς επιφάνειες πρανών, τα Scarp 13, 14 και 15, με σημαντικό ίχνος. Η γενική εικόνα της περιοχής απεικονίζεται στο σχήμα 7-63. Η κλίση αυτής της εφαιπτομένης και στα δύο τεμάχια είναι της τάξης περίπου 4 έως 5° για το βορειότερο (scarp15), περίπου 2 έως 3° για την ενδιάμεση επιφάνεια scarp 13 και περίπου 1 έως 2° για το νοτιότερο scarp 14. Στην περιοχή συνεχίζεται η τυπική ιζηματογένεση αλλουβιακού ριπιδίου, καθώς μετατοπίζεται ο αντίστοιχος αναβαθμός και παρουσιάζεται συνέχεια της ενεργό τεκτονικής.

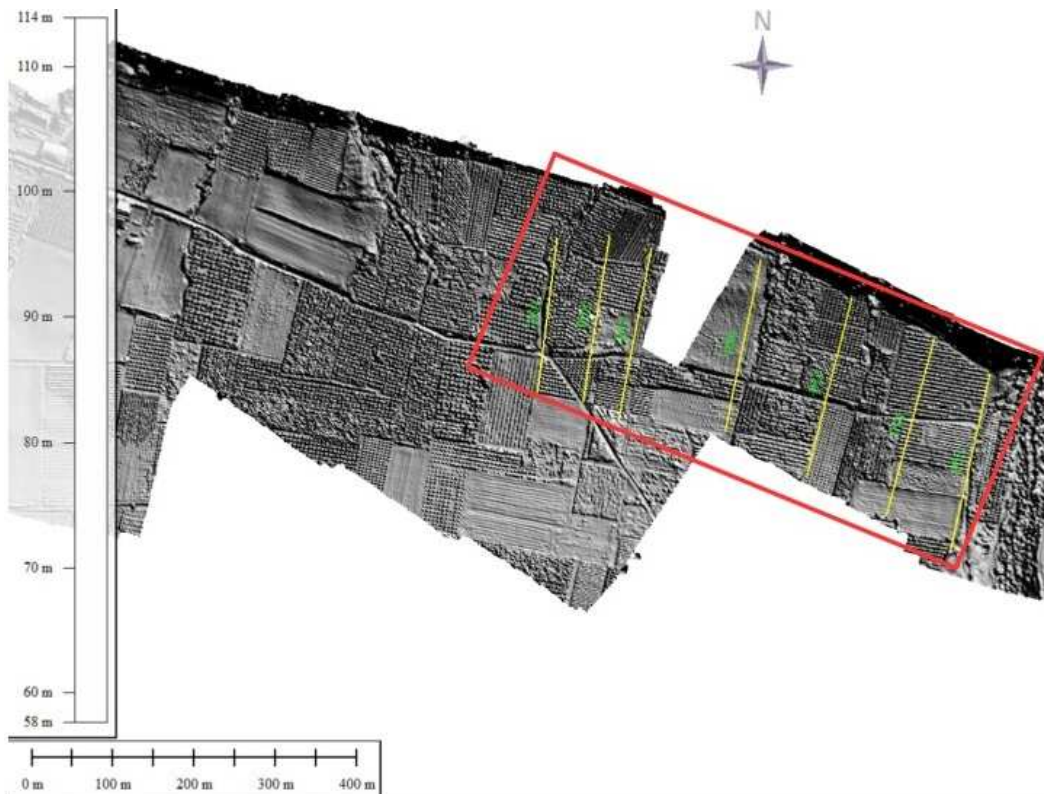


Σχήμα 7-63. Συνολική άποψη της περιοχής του νέου ψηφιακού μοντέλου (ΣμηΕΑ) της έκτης περιοχής, με την θέση των scarp 13, 14 και scarp 15.

7.2.2.6 Έβδομη περιοχή

Η επόμενη περιοχή δυτικότερα της προηγούμενης (σχήμα 7-64) είναι μία περιοχή ανάμεσα στα δύο ρέματα. Η περιοχή αυτή φιλοξενεί μια αναβαθμίδα σημαντικού μήκους και πάχους. Για τον έλεγχο της επιφάνειας χρησιμοποιήθηκαν οι επιφάνειες εδαφικών προφίλ (Profil 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, και 60, σχήμα 7-64). Η ανάλυση των προφίλ έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία της προηγούμενης παραγράφου. Στο αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο της συγκεκριμένης περιοχής, εμφανίζεται ένα μικρό κενό λόγω μη κάλυψης με αεροφωτογραφίες. Αυτό οφείλεται στη γενικά στην δυσκολία προσέγγισης της περιοχής. Στην ύπαιθρο κοντά σε οικισμούς υπάρχουν διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Επιπρόσθετα ορισμένοι από τους κατοίκους της περιοχής έχουν γενικά αντίθετη άποψη με την πτήση του ΣμηΕΑ, γεγονός που δυσκολεύει την εργασία εναέριας χαρτογράφησης.

Στην περιοχή διακρίνεται μια (1) αναβαθμίδα. Για την λεπτομερή καταγραφή εξετάζονται τα εδαφικά χαρακτηριστικά των εδαφικών προφίλ του σχήματος 7-64 (κίτρινες γραμμές). Αν και στο αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο εμφανίζεται ένα μικρό κενό, εντούτοις η αναβαθμίδα της περιοχής είναι αρκετά ευδιάκριτη και στις δύο πλευρές, έτσι ώστε να μην επηρεάζεται ο γενικός υπολογισμός του προφίλ. Η ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου αλλά και η επεξεργασία αυτών μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα για την υψομετρική διαφορά, που εμφανίζεται εκατέρωθεν των τεμαχίων των αναβαθμίδων.



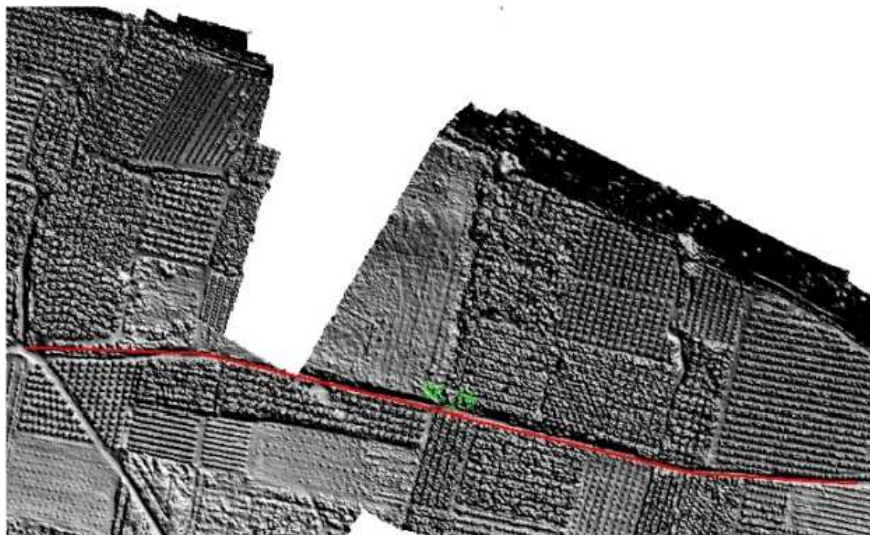
Σχήμα 7-64. Ευρύτερη εικόνα της περιοχής μελέτης (κόκκινο τετράγωνο) με τα εδαφικά προφίλ (κίτρινες γραμμές) που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Συγκεκριμένα:

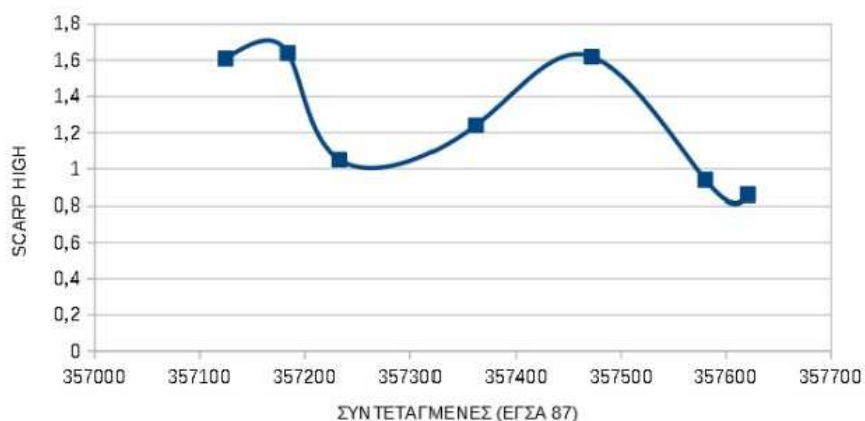
Για την ρηξιγενή επιφάνεια 16 (Scarp 16), συνολικό μήκος 520,23m με μέση γενική διεύθυνση 104° .

Scarp 16 – Συνολικό Μήκος 520,23 m (Σχήμα 7-65)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 60	0,86
Profil 54	0,94
Profil 55	1,62
Profil 56	1,24
Profil 57	1,05
Profil 58	1,64
Profil 59	1,61

Από την ανάλυση βλέπουμε ότι στην περιοχή εμφανίζεται μία αναβαθμίδα με σημαντικός μήκος και διακριτό πάχος. Η γενική εικόνα της περιοχής απεικονίζεται στο σχήμα 7-58.



FAULT SCARP 16



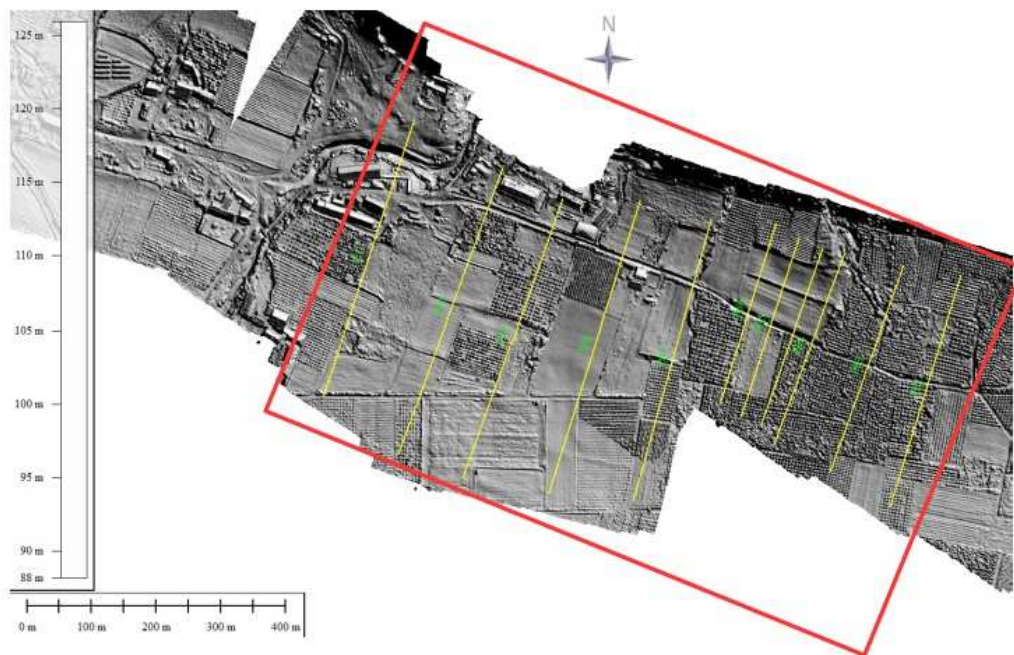
Σχήμα 7-65. Συνολική άποψη της περιοχής του νέου ψηφιακού μοντέλου (ΣμηΕΑ) της περιοχής, με την θέση του scarp 16.

Η κλίση αυτής της εφαιπτομένης στα δύο τμήματα σε όλο το μήκος είναι της τάξης περίπου 4° . Η διεύθυνση είναι γενικά μεταβλητή. Αρχικά ανατολικά εμφανίζεται με διεύθυνση 93° , συνεχίζει με διεύθυνση 104° , για το μεγαλύτερο μήκος του και στην απόληξη του δυτικά εμφανίζεται με διεύθυνση 92° μοιρών.

Στην περιοχή συνεχίζεται η τυπική ιζηματογένεση αλλουβιακού ριπιδίου, το οποίο μετατοπίζει τον αντίστοιχος αναβαθμός και παρουσιάζεται συνέχεια της ενεργό τεκτονικής.

7.2.2.7 Περιοχή όγδοη

Η επόμενη περιοχή, δυτικότερα της προηγούμενης (σχήμα 7-66), περιορίζεται ανάμεσα στα δύο ρέματα, εντοπίζεται ανατολικότερα από τον οικισμό του Αργυροπουλίου. Ουσιαστικά στην συγκεκριμένη περιοχή αναπτύσσονται γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες που εντοπίζονται πέριξ του οικισμού. Για τον έλεγχο της επιφάνειας χρησιμοποιήθηκαν οι αναλυτικές επιφάνειες των εδαφικών προφίλ (Profil 62, 63, 64, 72, 65, 66, 67, 68, 69, 70 και 71), του σχήματος 7-66. Η ανάλυση των προφίλ έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία της προηγούμενης παραγράφου.



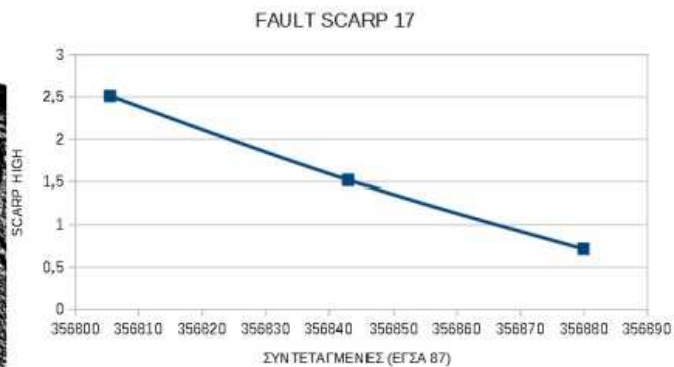
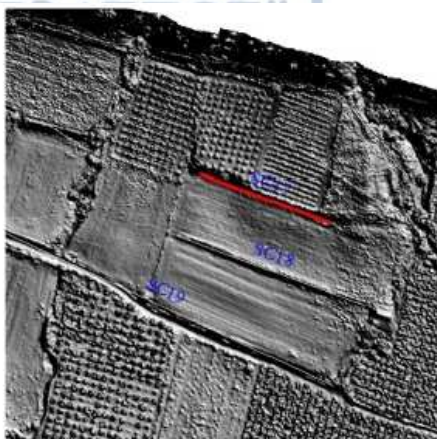
Σχήμα 7-66. Ευρύτερη εικόνα της περιοχής μελέτης (κόκκινο τετράγωνο) με τα εδαφικά προφίλ (κίτρινες γραμμές) που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Συγκεκριμένα, στη περιοχή του σχήματος 7-66 διακρίνονται 3 αναβαθμίδες, που μελετήθηκαν με την μέθοδο των εδαφικών προφίλ. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν αρκετά εδαφικά προφίλ (σχήμα 7-66, κίτρινες γραμμές). Η αναλυτική απεικόνιση της επιφάνειας των προφίλ που χρησιμοποιήθηκαν διακρίνεται στο παράρτημα.

Από την ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου και η επεξεργασία μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα. Συγκεκριμένα:

Για την ρηξιγενή επιφάνεια 17 (Scarp 17), συνολικό μήκος 93,91m με μέση γενική διεύθυνση 110° .

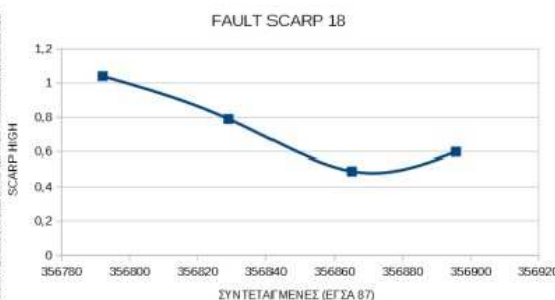
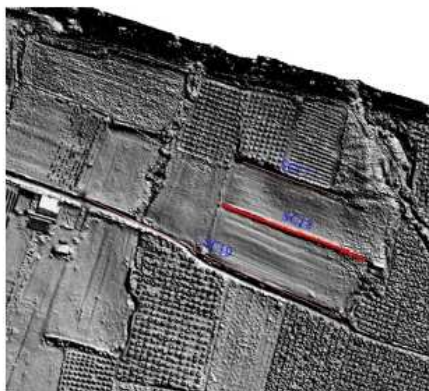
Scarp 17 – Συνολικό Μήκος 93,91 m (Σχήμα 7-67)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 72	0,72
Profil 65	1,52
Profil 66	2,51



Σχήμα 7-67. Fault scarp 17. Διάγραμμα υψομέτρων και απεικόνιση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Για την ρηξιγενές επιφάνεια 18 (Scarp 18), συνολικό μήκος 140,19m με μέση γενική διεύθυνση 110°.

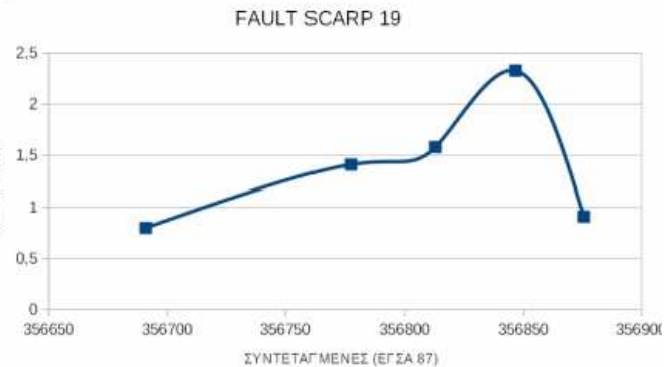
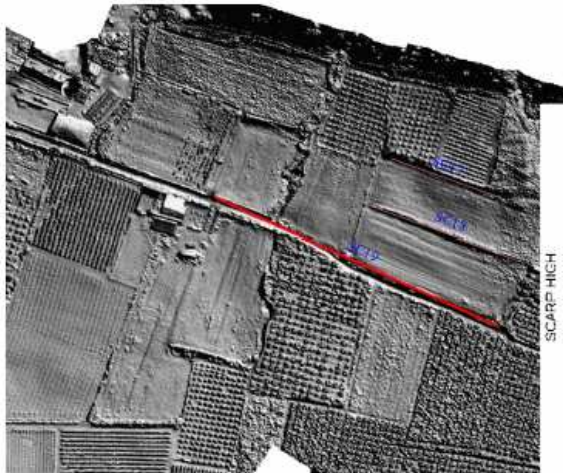
Scarp 18 – Συνολικό Μήκος 140,19 m (Σχήμα 7-68)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 64	0,60
Profil 72	0,49
Profil 65	0,79
Profil 66	1,04



Σχήμα 7-68. Fault scarp 18. Διάγραμμα υψομέτρων και απεικόνιση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Για την ρηξιγενή επιφάνεια 19 (Scarp 19), συνολικό μήκος 259,27m με μέση γενική διεύθυνση 115°.

Scarp 19 – Συνολικό Μήκος 259,27 m(Σχήμα 7-69)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 64	0,91
Profil 72	2,33
Profil 65	1,58
Profil 66	1,41

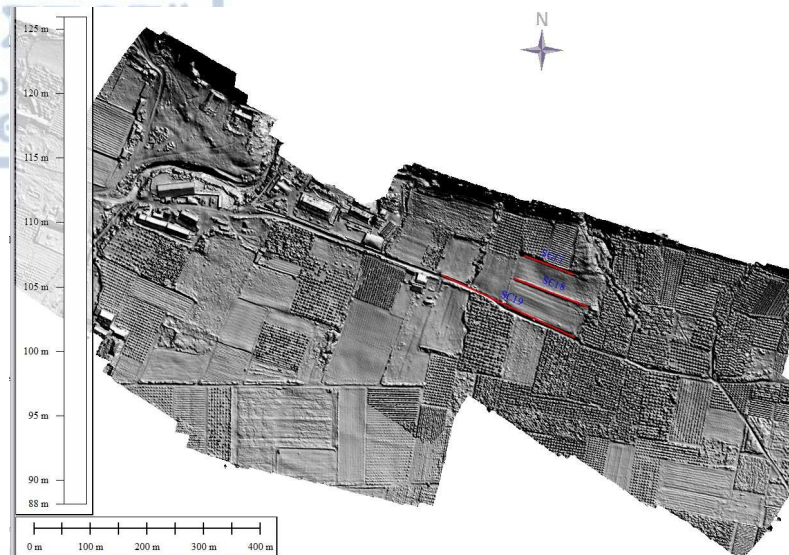


Σχήμα 7-70. Fault scarp 19. Διάγραμμα υψομέτρων και απεικόνιση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Από την ανάλυση διαπιστώνεται ότι στην περιοχή εμφανίζονται τρεις (3) ρηξιγενείς επιφάνειες πρανών Scarp 17, 18 και 19, με σημαντικό ίχνος. Η γενική εικόνα της περιοχής απεικονίζεται στο σχήμα 7-71. Η μέγιστη κλίση της εφαιπτομένης και στα δύο τμήματα για την πρώτη επιφάνεια βορειότερα είναι 7° (scarp17), για την ενδιάμεση επιφάνεια scarp 18 είναι 5° και για τη νοτιότερη είναι 3° (scarp 19). Στην περιοχή συνεχίζεται η τυπική ιζηματογένεση αλλουβιακού ριπιδίου με την μετατόπιση των αντίστοιχων αναβαθμών εμφανίζεται ως συνέχεια της ενεργού τεκτονικής.



Σχήμα 7-70Α. Φωτογραφίες υπαίθρου περιοχής σχήματος 7-70, με την ρηξιγενή επιφάνεια 19 (Scarp 19).



Σχήμα 7-71. Συνολική άποψη της περιοχής του νέου ψηφιακού μοντέλου (ΣμηΕΑ) της περιοχής, με την θέση των scarp 17, 18 και scarp 19.

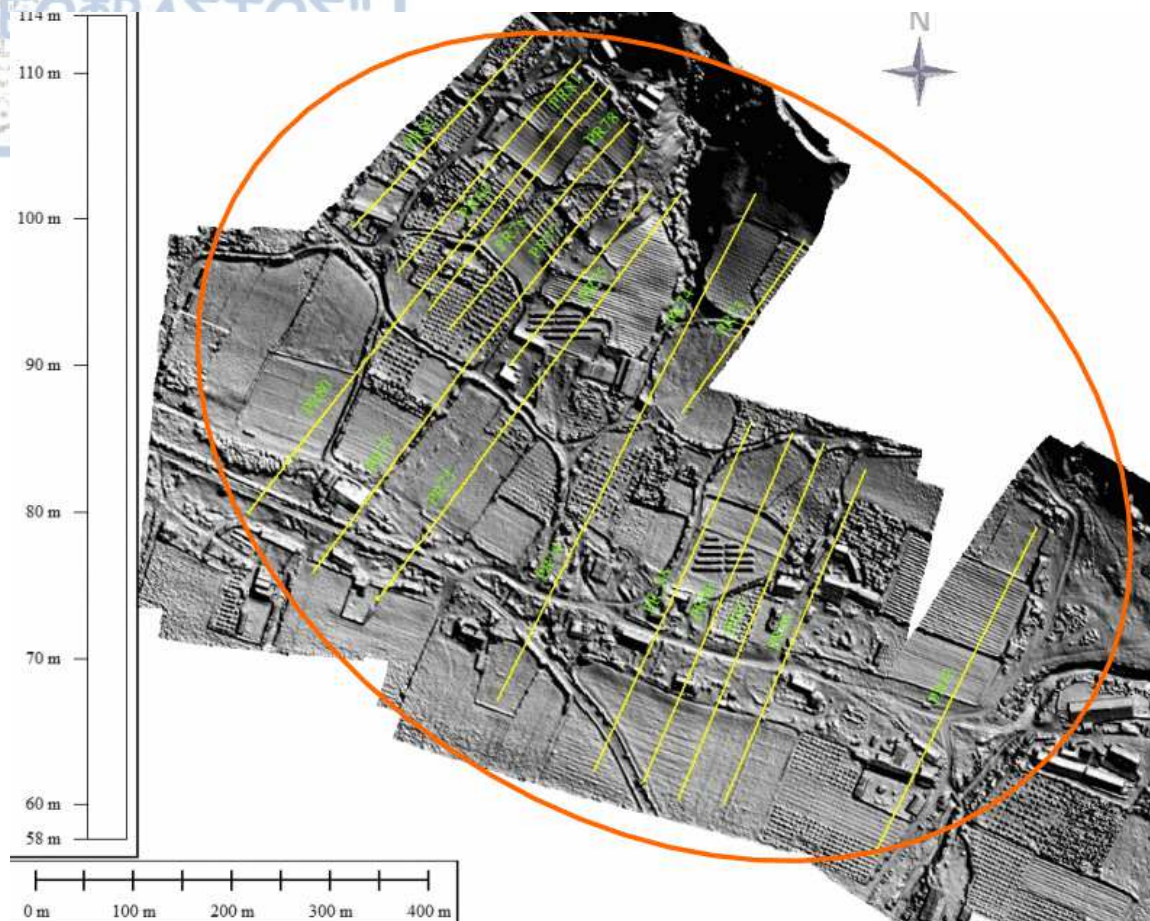
7.2.2.8 Ένατη Περιοχή

Η επόμενη περιοχή δυτικότερα της προηγούμενης, σχήμα 7-72, εντοπίζεται κοντά στον οικισμό του Αργυροπουλίου (ανατολικότερα). Ουσιαστικά στην περιοχή αναπτύσσονται διάφορες αγροτικές, γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες γύρω από τον οικισμό. Στην περιοχή αυτή αν και υπάρχουν αρκετές ανθρώπινες παρεμβάσεις που μπορούν να επηρεάσουν την επιφάνεια, γενικά μπορούμε να διακρίνουμε διάφορες αναβαθμίδες σημαντικού μήκους και πάχους που ικανοποιούν τα κριτήρια που τέθηκαν για ρηξιγενές πρανές. Για τον έλεγχο της επιφάνειας χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές επιφάνειες των εδαφικών προφίλ (Profil 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87 και 88) σχήμα 7-72. Η αναλυτική παρουσίαση των προφίλ, εμφανίζεται στο παράρτημα με την εφαρμογή της μεθοδολογία της προηγούμενης ενότητας. Συγκεκριμένα στη περιοχή διακρίνονται 4 αναβαθμίδες, οι οποίες μελετήθηκαν με εδαφικά προφίλ.

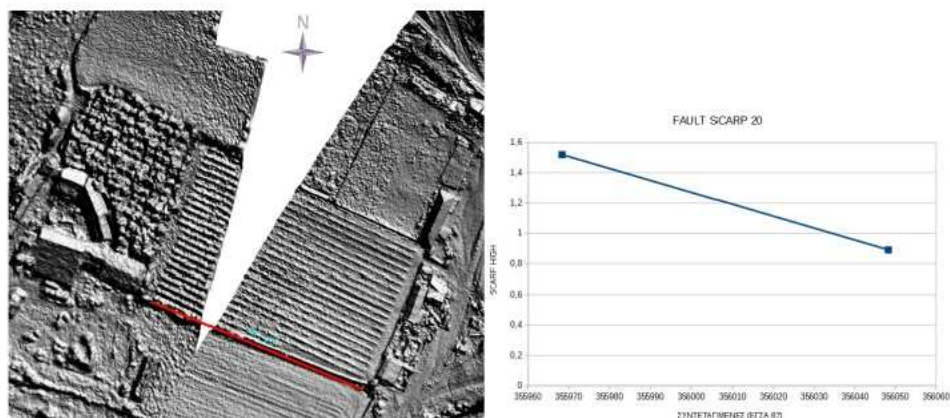
Η ανάλυση του αναλυτικού ψηφιακού μοντέλου και η επεξεργασία μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα. Συγκεκριμένα:

Για την ρηξιγενή επιφάνεια 20 (Scarp 20), συνολικό μήκος 124,46m με διεύθυνση 112°.

Scarp 20– Συνολικό Μήκος 124,46 m (Σχήμα 7-73)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 83	0,89
Profil 88	1,52



Σχήμα 7-72. Ευρύτερη εικόνα της περιοχής μελέτης (κόκκινη έλλειψη) με τα εδαφικά προφίλ (κίτρινες γραμμές) που χρησιμοποιηθήκαν για την ανάλυση. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

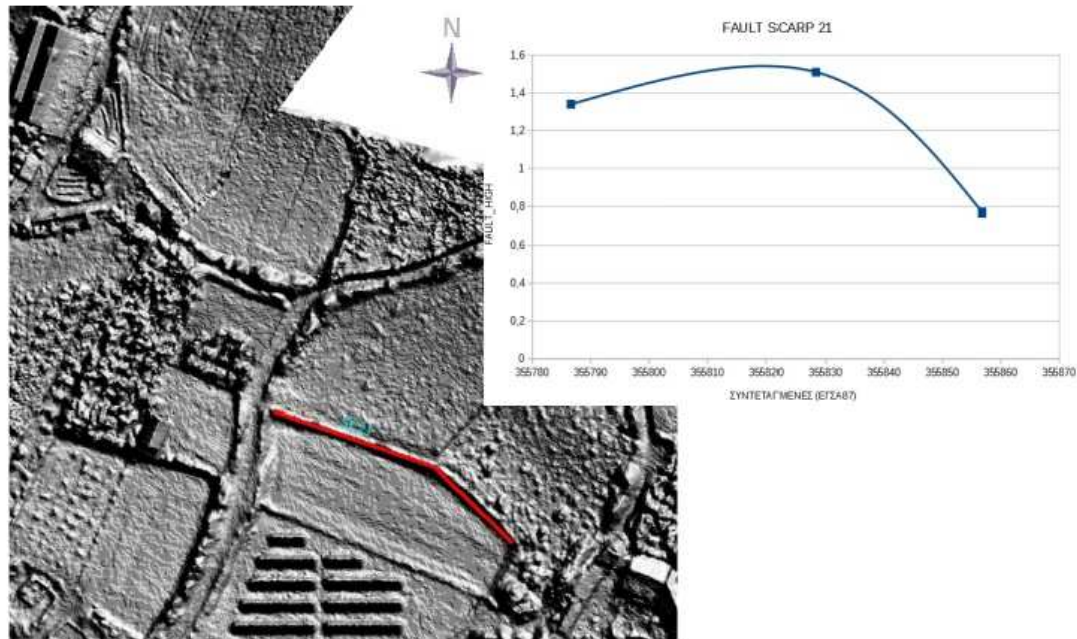


Σχήμα 7-73. Fault scarp 20. Διάγραμμα υψομέτρων και απεικόνιση και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Η ρηξιγενές επιφάνεια 21 (Scarp 21) έχει συνολικό μήκος 100,64m με αρχική διεύθυνση 107° , ενώ στη συνέχεια μεταβάλλεται σε διεύθυνση 135° .

Scarp 21 – Συνολικό Μήκος 100,64 m (Σχήμα 7-74)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 87	0,77

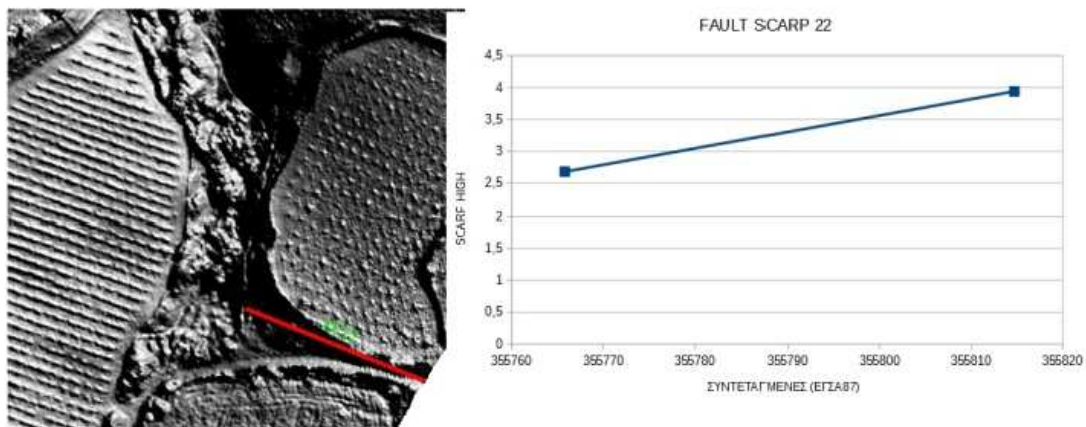
Profil 86	1,51
Profil 85	1,34



Σχήμα 7-74. Fault scarp 21. Διάγραμμα υψομέτρων και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Η ρηξιγενές επιφάνεια 22 (Scarp 22) εμφανίζεται ουσιαστικά μέσα σε ρέμα με διεύθυνση Α - Δ, η οποία φαίνεται να συνεχίζεται ανατολικά. Στο σημείο αυτό το ψηφιακό μοντέλο παρουσιάζει ένα μικρό κενό λόγω μικρής δυσκολίας στην προσέγγιση της περιοχής. Συγκεκριμένα για το ευδιάκριτο τμήμα, το συνολικό μήκος είναι 61,39m με διεύθυνση 112° .

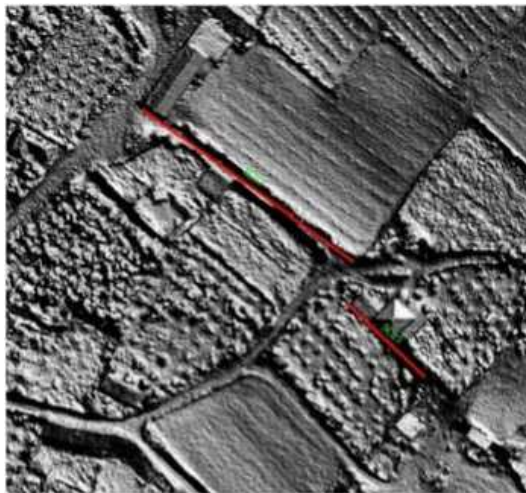
Scarp 22 – Συνολικό Μήκος 61,39 m (Σχήμα 7-75)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 73	3,94
Profil 74	2,68



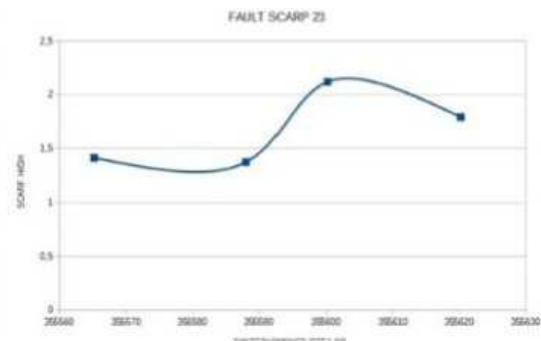
Σχήμα 7-75. Fault scarp 22. Διάγραμμα υψομέτρων και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

Για την ρηξιγενές επιφάνεια 23 (Scarp 23) έχει συνολικό μήκος 123,52m. Το συγκεκριμένο εμφανίζεται σε δύο σχεδόν παράλληλα τμήματα, το πρώτο με μήκος 87,62 και διεύθυνση 126° και το δεύτερο τμήμα με μήκος 35,29 με διεύθυνση είναι 132° .

Scarp 23 – Συνολικό Μήκος 123,52 m (Σχήμα 7-76)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 78	1,79
Profil 79	2,12
Profil 80	1,37
Profil 81	1,41



FAULT SCARP 23



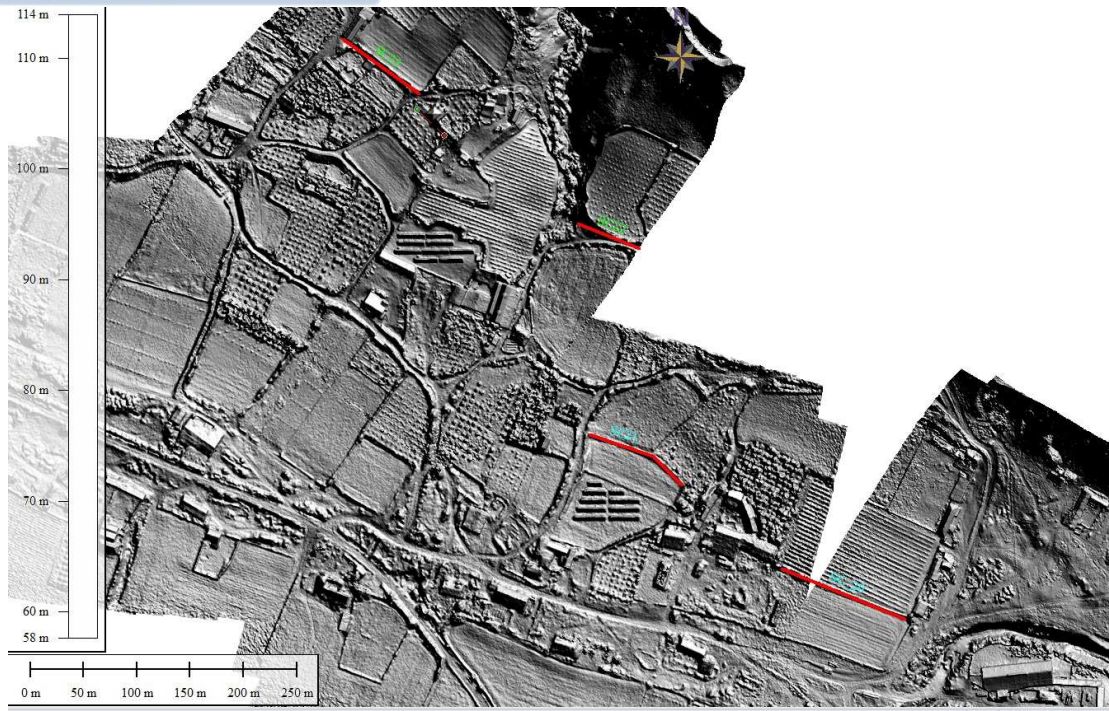
Σχήμα 7-76. Fault scarp 23. Διάγραμμα υψομέτρων και απεικόνιση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.



Σχήμα 7-77. Ρηξιγενής επιφάνεια 23 (Scarp 23), με φωτογραφίες υπαίθρου περιοχής σχήματος 7-78.

Από την ανάλυση διαπιστώνεται ότι η περιοχή, παρόλο που είναι κοντά σε οικισμό, όπου συνήθως στην επιφάνεια υπάρχουν ανθρώπινες δραστηριότητες, εντούτοις μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις (4) ρηξιγενές επιφάνειες πρανών, τα Scarp 20, 21, 22 και 23, τα οποία εμφανίζουν ένα ικανό ίχνος. Η γενική εικόνα της περιοχής απεικονίζεται στο σχήμα 7-78. Η μέγιστη κλίση της εφαπτομένης και στα δύο τμήματα για την πρώτη επιφάνεια είναι $1-2^\circ$ για το scarp20, για το scarp 21 είναι από 4 έως 2° . Οι επόμενες επιφάνειες εμφανίζουν

για το ρηξιγενές πρανές scarp 22 γωνία 2° και για την επιφάνεια scarp 23 γωνία $3-5^\circ$. Στην περιοχή (σχήμα 7-78) συνεχίζεται η τυπική ιζηματογένεση αλλουβιακού ριπιδίου το οποίο μετατοπίζεται τους αντίστοιχους αναβαθμούς ως συνέχεια της ενεργό τεκτονικής.

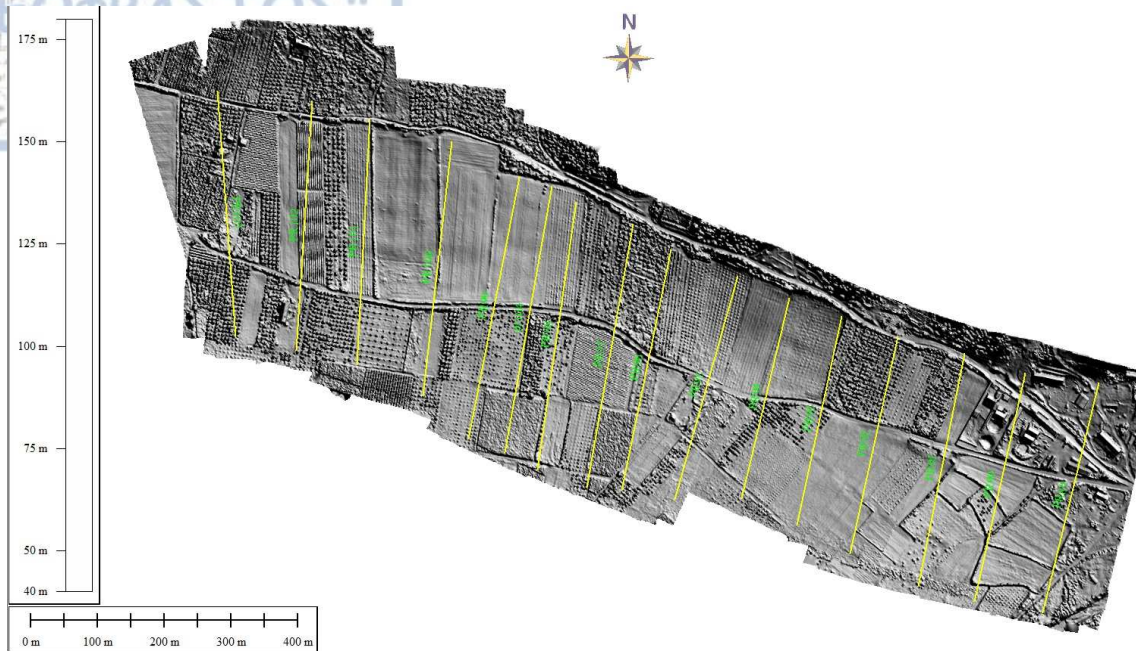


Σχήμα 7-78. Συνολική άποψη της περιοχής του ψηφιακού μοντέλου, με την θέση των scarp 20, 21, 22 και 23. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

7.2.2.9 Δέκατη Περιοχή

Η επόμενη και τελευταία περιοχή είναι δυτικότερα του οικισμού Αργυροπουλίου προς τον οικισμό της Λυγαριάς (σχήμα 7-79). Η περιοχή είναι έξω από τον οικισμό και αναπτύσσονται διάφορες αγροτικές, γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Στην περιοχή αυτή υπάρχουν και ανθρώπινες παρεμβάσεις στην επιφάνεια. Για τον έλεγχο της επιφάνειας χρησιμοποιήθηκαν οι αναλυτικές επιφάνειες των εδαφικών προφίλ του σχήματος 7-79. Η ανάλυση των προφίλ, παρουσιάζεται στο παράρτημα και έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία της προηγούμενης ενότητας.

Συγκεκριμένα στη περιοχή του σχήματος 7-79 διακρίνεται μία (1) αναβαθμίδα της οποίας ελέγχθηκαν τα επιφανειακά εδαφικά. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν μία σειρά από αναλυτικά εδαφικά προφίλ (89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103 και 104), κίτρινες γραμμές στο σχήμα 7-79. Η αναλυτική απεικόνιση της επιφάνειας των προφίλ διακρίνεται στο παράρτημα.

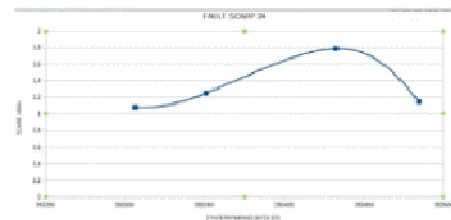
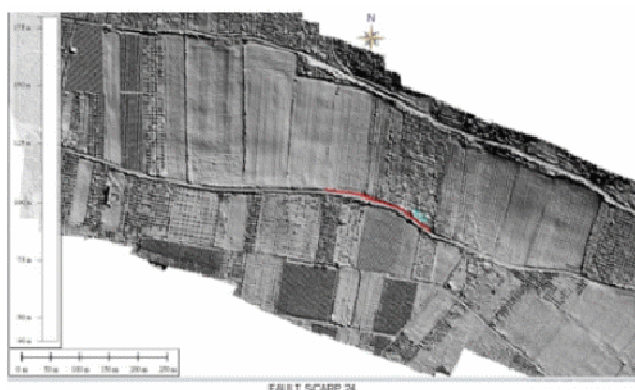


Σχήμα 7-79. Ευρύτερη εικόνα της περιοχής μελέτης με τα εδαφικά προφίλ (κίτρινες γραμμές) που χρησιμοποιηθήκαν για την ανάλυση. Υπόβαθρο χάρτη νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

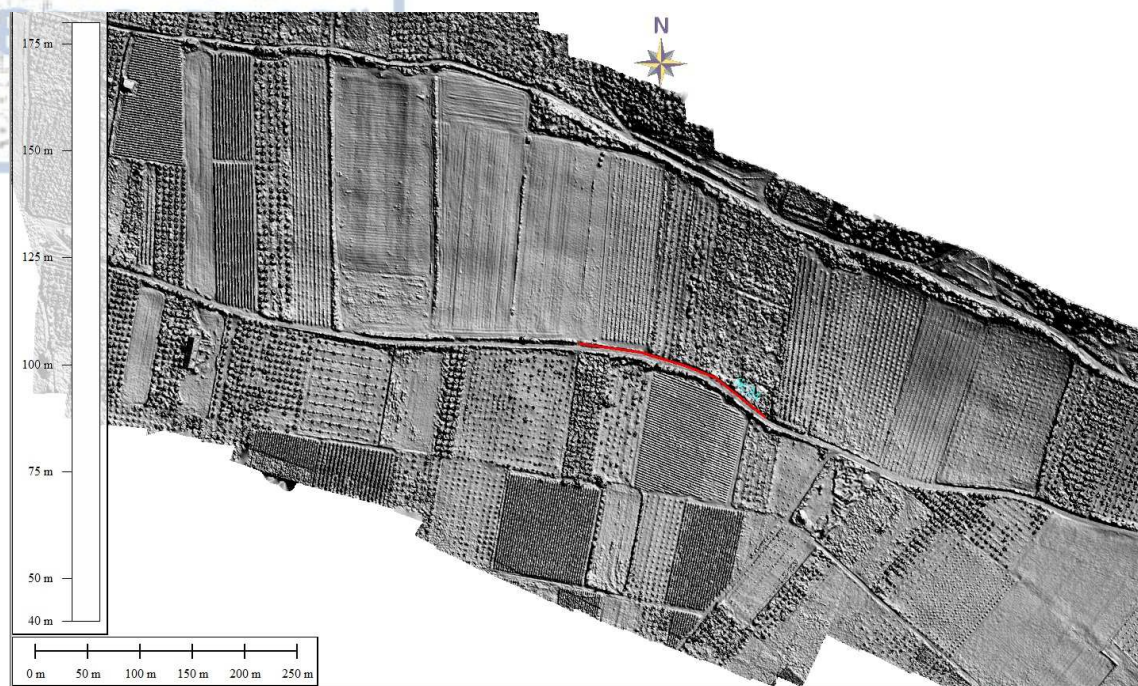
Από το ψηφιακό μοντέλο για την περίπτωση της περιοχής του σχήματος 7-79, προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα. Συγκεκριμένα:

Για την ρηξιγενή επιφάνεια 24 (Scarp 24), εμφανίζεται συνολικό μήκος 7-68m με γενική διεύθυνση 105° .

Scarp 24 – Συνολικό Μήκος 196 m (Σχήμα 7-80)	
Προφίλ	Διαφορά υψομέτρου (m)
Profil 96	1,15
Profil 97	1,79
Profil 98	1,25
Profil 104	1,08



Σχήμα 7-80. Fault scarp 24, Διάγραμμα υψομέτρων και αποτύπωση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ΣμηΕΑ.

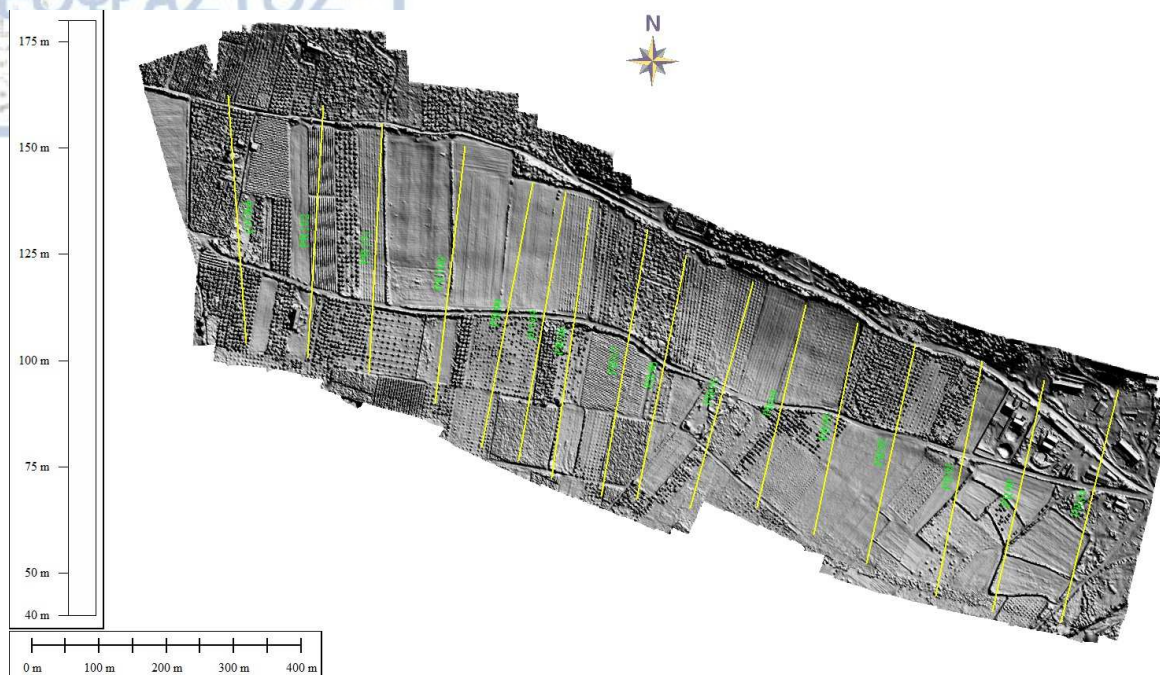


Σχήμα 7-81. Συνολική άποψη της περιοχής του νέου ψηφιακού μοντέλου (ΣμηΕΑ).

Από την ανάλυση διαπιστώνεται ότι στην περιοχή μπορούμε να διακρίνουμε μία επιφάνεια πρανούς το Scarp 24, το οποίο εμφανίζει ένα ικανό ίχνος. Η γενική εικόνα της περιοχής απεικονίζεται στο σχήμα 7-81. Η μέγιστη κλίση της εφαιπτομένης και στα δύο τμήματα της επιφάνειας είναι 1° μοίρες με μέγιστο τις 2° μοίρες. Στην περιοχή του (σχήματος 7-81) συνεχίζεται η τυπική ιζηματογένεση αλλουβιακού ριπιδίου.

7.2.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Στην ευρύτερη περιοχή της Ροδιάς, εμφανίζεται πλήθος αναβαθμίδων. Προκειμένου να αξιολογηθούν τα επιφανειακά χαρακτηριστικά τους, εφαρμόστηκε η αναλυτική εναέρια φωτοχαρτογράφηση με την χρήση ΣμηΕΑ. Η περιοχή χαρτογραφήθηκε σε δύο τμήματα. Σε μία περιοχή δυτικά του Αργυροπουλίου (προς οικισμό Λυγαριά) και σε μία περιοχή ανατολικά, προς τους οικισμούς Δελέρια και Ροδιά. Για να αποτυπωθεί το ανάγλυφο της επιφάνειας χρησιμοποιήθηκαν αρκετά επιφανειακά βοηθητικά προφίλ του νέου ψηφιακού μοντέλου που αποκτήθηκε από τη χρήση ΣμηΕΑ. Συνολικά για τον έλεγχο όλης της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν 104 βοηθητικά προφίλ. Στο σχήμα 7-82 απεικονίζεται η δυτική περιοχή με τα βοηθητικά προφίλ (κίτρινες γραμμές) που χρησιμοποιήθηκαν.



Σχήμα 7-82. Δυτική περιοχή της Ροδιάς μετά τον οικισμό του Αργυροπουλίου, εικόνα ψηφιακού μοντέλου ΣμηΕΑ, με τα βοηθητικά προφίλ που χρησιμοποιηθήκαν.

Η δυτική περιοχή της Ροδιάς δεν εμφανίζει αρκετά έντονα επιφανειακά φαινόμενα. Σε όλη την έκταση της επιφάνειας που χαρτογραφήθηκε, μόνο μια επιφάνεια εμφανίζεται να διαθέτει τα χαρακτηριστικά ρηξιγενή πρηνή. Η περιοχή εμφανίζεται ήπιο ανάγλυφο με ομαλή κλίση, που ξεκινάει από τους πρόποδες των λόφων έως την κοιλάδα, χωρίς πολλές απότομες μεταπτώσεις στο υψόμετρο. Στο σχήμα 7-82 εμφανίζεται η δυτική περιοχή με τα βοηθητικά προφίλ, ενώ στο σχήμα 7-83 απεικονίζεται η ρηξιγενής επιφάνεια που εντοπίστηκε.



Σχήμα 7-83. Δυτική περιοχή της Ροδιάς μετά τον οικισμό του Αργυροπουλίου. Εικόνα ψηφιακού μοντέλου ΣμηΕΑ, με το ρηξιγενές πρηνές

Αντίθετα με την δυτική περιοχή, η ανατολική περιοχή της Ροδιάς, εντοπίζεται ανατολικότερα του οικισμού του Αργυροπουλίου έως τους οικισμούς Δελέρια και Ροδιά. Η εν λόγω περιοχή διακρίνεται στο σχήμα 7-84 μαζί με τα βοηθητικά προφίλ (κίτρινες γραμμές) που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο.



Σχήμα 7-84. Ανατολική περιοχή της Ροδιάς μετά τον οικισμό του Αργυροπουλίου εικόνα ψηφιακού μοντέλου ΣμηΕΑ, με τα επιφανειακά βοηθητικά προφίλ.

Στην ανατολική περιοχή της Ροδιάς υπάρχει πλήθος από επιφάνειες που έχουν τα χαρακτηριστικά ρηξιγενούς πρανούς. Στην περιοχή όπου επικεντρώθηκε η χαρτογράφηση, υπάρχουν περιοχές με ομαλό ανάγλυφο από τους πρόποδες των λόφων έως την κοιλάδα, αλλά και περιοχές με απότομο ανάγλυφο που εμφανίζουν σημαντική υψομετρική διαφορά εκατέρωθεν. Συνολικά στην ανατολική περιοχή εντοπίστηκαν και μετρήθηκαν 24 επιφάνειες με χαρακτηριστικά ρηξιγενούς επιφάνειας, αλλά και πλήθος μικρότερων επιφανειών για τις οποίες δεν έγινε αναλυτικός προσδιορισμός. Οι επιφάνειες αυτές αφενός είναι πολύ μικρές σε έκταση και αφετέρου έχουν μικρή υψομετρική διαφορά, μικρότερη των 0,4m που τέθηκε ως όριο προκειμένου να διαχωριστεί ένα ρηξιγενές πρανές από τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένα, τα κύρια χαρακτηριστικά των ρηξιγενών πρανών που εντοπίστηκαν, το μήκος και η μέση διεύθυνση.

Ρηξιγενές Επιφάνεια	Μήκος (m)	Διεύθυνση σε Μοίρες
Scarp 1	289,77	77
Scarp 2	265,60	79
Scarp 3	239,38	94
Scarp 4	226,40	87
Scarp 5	123,49	94
Scarp 6	117,51	94
Scarp 7	122,69	108
Scarp 8	85,69	105
Scarp 9	100,35	110

Scarp 10	135,62	110
Scarp 11	203,33	91
Scarp 12	162,50	95
Scarp 13	132,76	96
Scarp 14	125,79	95
Scarp 15	125,76	111
Scarp 16	520,23	104
Scarp 17	93,91	110
Scarp 18	140,91	110
Scarp 19	259,27	115
Scarp 20	124,46	107
Scarp 21	100,64	Μεταβλητή από 100- έως 135
Scarp 22	61,39	112
Scarp 23	123,52	Μεταβλητή 126 – 132
Scarp 24	196,00	105

Πίνακας 7-6. Κύρια χαρακτηριστικά ρηξιγενών πρανών της ανατολικής περιοχής της Ροδιάς ανατολικότερα του οικισμού του Αργυροπουλίου.

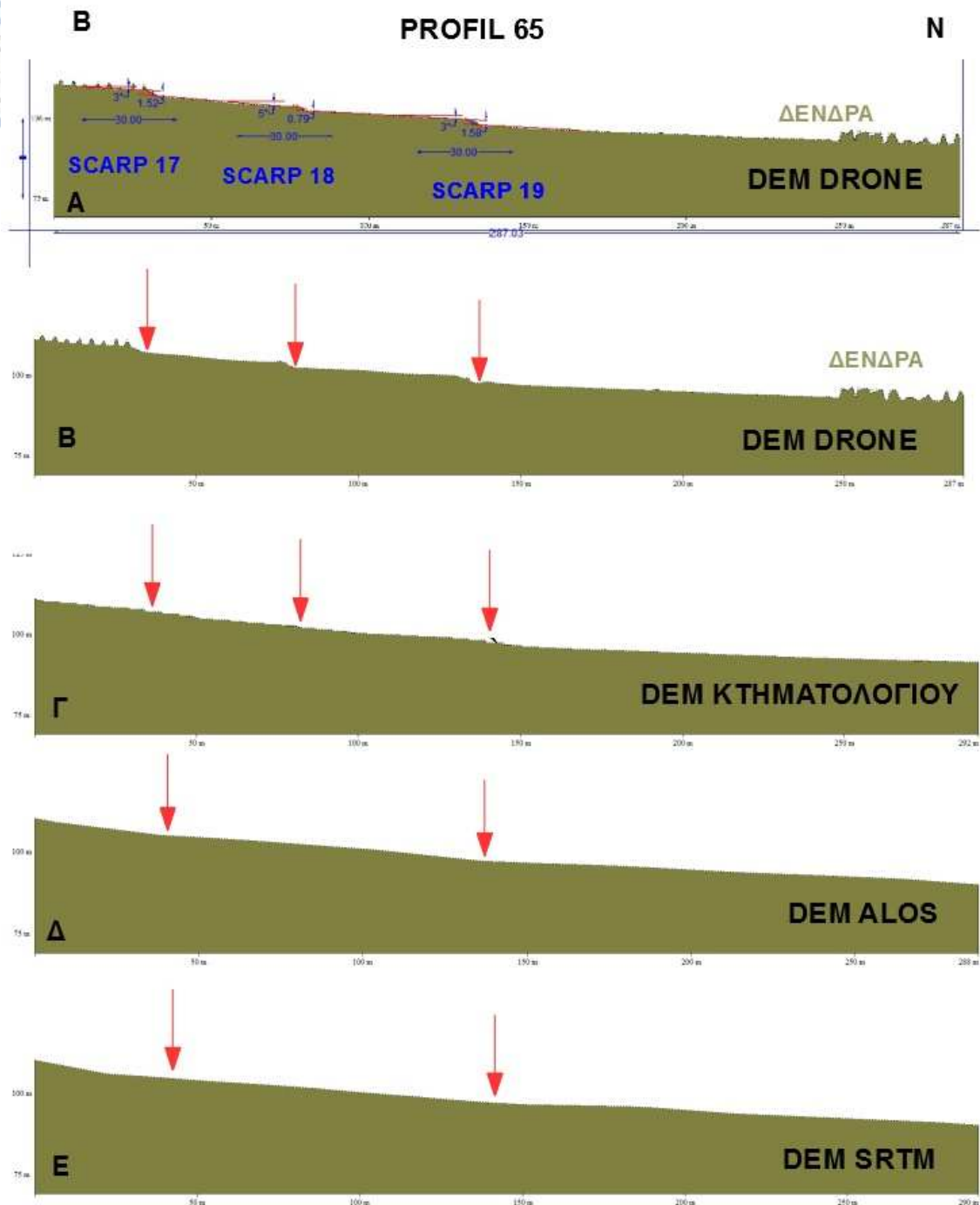
Συγκρίνοντας τις διευθύνσεις των επιφανειών που μετρήθηκαν διαπιστώνεται ότι οι περισσότερες από αυτές εμφανίζονται σε διεύθυνση Ανατολής – Δύσης και ειδικότερα από 90° έως 110° μοίρες, συμπίπτοντας με την γενική διεύθυνση της επικρατούσας τεκτονικής κατάστασης της περιοχής.



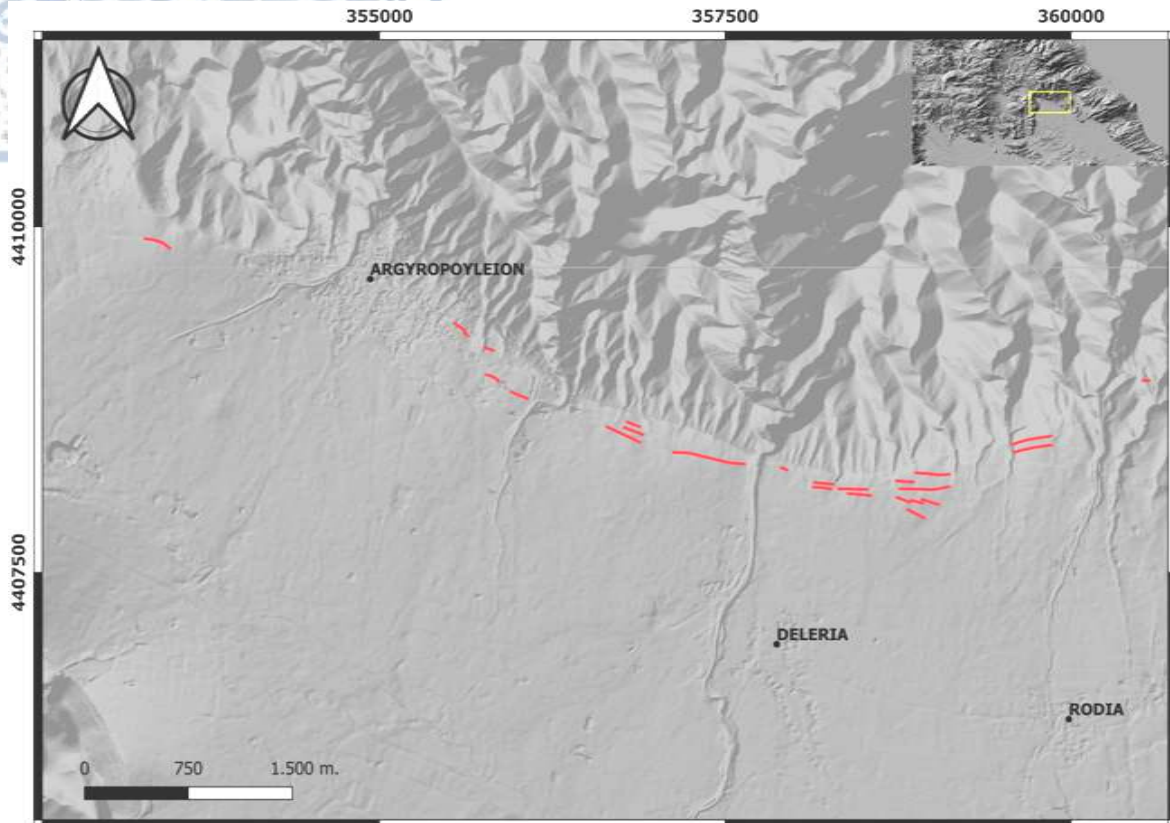
Σχήμα 7-85. Ανατολική περιοχή της Ροδιάς, μετά τον οικισμό του Αργυροπουλίου, εικόνα ψηφιακού μοντέλου ΣμηΕΑ, με τις ρηξιγενείς επιφάνειες (κόκκινες γραμμές).

Η αναλυτική χαρτογράφηση της περιοχής με χρήση ΣμηΕΑ, που εφαρμόστηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, αποκάλυψε λεπτομέρειες στην επιφάνεια. Η ανάλυση του εδάφους των ψηφιακών μοντέλων που δημιουργήθηκαν για την περιοχή της Ροδιάς κυμαίνεται από 1,59 έως 3,84 cm/rix. Για να ελεγχθεί η διακριτική ικανότητα των διαθέσιμων ψηφιακών

μοντέλων για την περιοχή σε σχέση με το αναλυτικό μοντέλο με την χρήση ΣμηΕΑ, συγκρίνεται το ίδιο επιφανειακό προφίλ (και στα τρία διαθέσιμα ψηφιακά μοντέλα) της περιοχής που φιλοξενεί τρία ρηξιγενή πρηνή στην επιφάνεια σε σχέση με το αντίστοιχο μοντέλο που δημιουργήθηκε από τη χρήση ΣμηΕΑ. Συγκεκριμένα στο επόμενο σχήμα 7-86 απεικονίζεται το ίδιο επιφανειακό προφίλ (65), όπου στην επιφάνεια έχουν εντοπιστεί τρεις ρηξιγενείς επιφάνειες και συγκεκριμένα τα scarp 17, 18 και 19 στα τέσσερα ψηφιακά μοντέλα. Η προβολή γίνεται με τα ίδια χαρακτηριστικά απεικόνισης (ΕΓΣΑ 87), σε όλα τα εξεταζόμενα μοντέλα. Στο σχήμα 7-86 απεικονίζεται η σύγκριση των διαθέσιμων ψηφιακών μοντέλων σε σχέση με το μοντέλο που δημιουργήθηκε με τη χρήση ΣμηΕΑ (σχήμα 7-86Α). Συγκεκριμένα στο σχήμα 7-86Β, περιέχεται το προφίλ του μοντέλου ΣμηΕΑ (χωρίς τις επιφάνειες του υπολογισμού του scarp του σχήματος Α) όπου οι επιφάνειες των scarp 17, 18 και 19 διακρίνονται πολύ καθαρά. Αντίθετα στο μοντέλο του Κτηματολογίου Α.Ε σχήμα 7-86Γ, το ίδιο επιφανειακό προφίλ (65), η επιφάνεια του εδάφους είναι πιο ομαλή, ενώ διακρίνεται ένα μικρό ίχνος στην θέση των scarp, διότι η διακριτική ικανότητα του μοντέλου είναι της τάξεως 5 m/pix. Στο σχήμα 7-86Δ όπου απεικονίζεται το ψηφιακό μοντέλο ALOS, η επιφάνεια του εδάφους εμφανίζεται πιο ήπια, ενώ στη θέση των scarp 17 και 19, μπορούμε να διακρίνουμε ένα πολύ μικρό ίχνος, καθότι η διακριτική ικανότητα μοντέλου είναι 30 m/pix. Τελικά στο σχήμα 7-74Ε στο ψηφιακό μοντέλο του SRTM, παρόλο που έχει την ίδια διακριτική ικανότητα με το ALOS, εντούτοις η επιφάνεια του εδάφους είναι αρκετά ομαλή δεν δύναται να διακριθεί οποιαδήποτε λεπτομέρεια. Από την ανωτέρω σύγκριση βγαίνει το συμπέρασμα ότι η πληροφορία της επιφάνειας που λαμβάνεται από το αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο με τη χρήση ΣμηΕΑ, δεν μπορεί να εμφανιστεί τόσο αναλυτικά στα υπόλοιπα διαθέσιμα ψηφιακά μοντέλα (Κτηματολογίου, ALOS, SRTM). Αν και το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου δεν διαθέτει την διακριτική ικανότητα των μοντέλων του ΣμηΕΑ, εντούτοις κάποιες διαθέσιμες πληροφορίες περιέχονται και μπορούν να εμφανιστούν. Στο επόμενο σχήμα 7-87 έχουν προστεθεί στο μοντέλο του Κτηματολογίου (απεικόνιση Daylight) όλες οι επιφάνειες των scarp (κόκκινες γραμμές) που αποτυπώθηκαν με την χρήση του μοντέλου ΣμηΕΑ. Οι επιφάνειες των ρηξιγενών πρηνών, που εντοπίστηκαν με την ανάλυση που προηγήθηκε, μπορούν να διακριθούν και στο μοντέλο του Κτηματολογίου. Μπορεί η εκατέρωθεν διαφορά υψομέτρου να μην είναι ορατή (διότι είναι μικρότερη της ανάλυσης του DEM), εντούτοις το επιφανειακό ίχνος του μήκους των scarp ως γραμμικό στοιχείο μπορεί να εμφανιστεί, καθότι η μεγαλύτερη διάσταση είναι αρκετά μέτρα και υπερβαίνει την διακριτική ικανότητα του μοντέλου. Επεκτείνοντας τον συλλογισμό αυτό είναι δυνατόν να διαχωριστούν και να επισημανθούν και άλλες παρόμοιες δομές που είναι ορατές στο ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου ώστε να αντιληφθούμε μια συνολική εικόνα της ευρύτερης περιοχής.

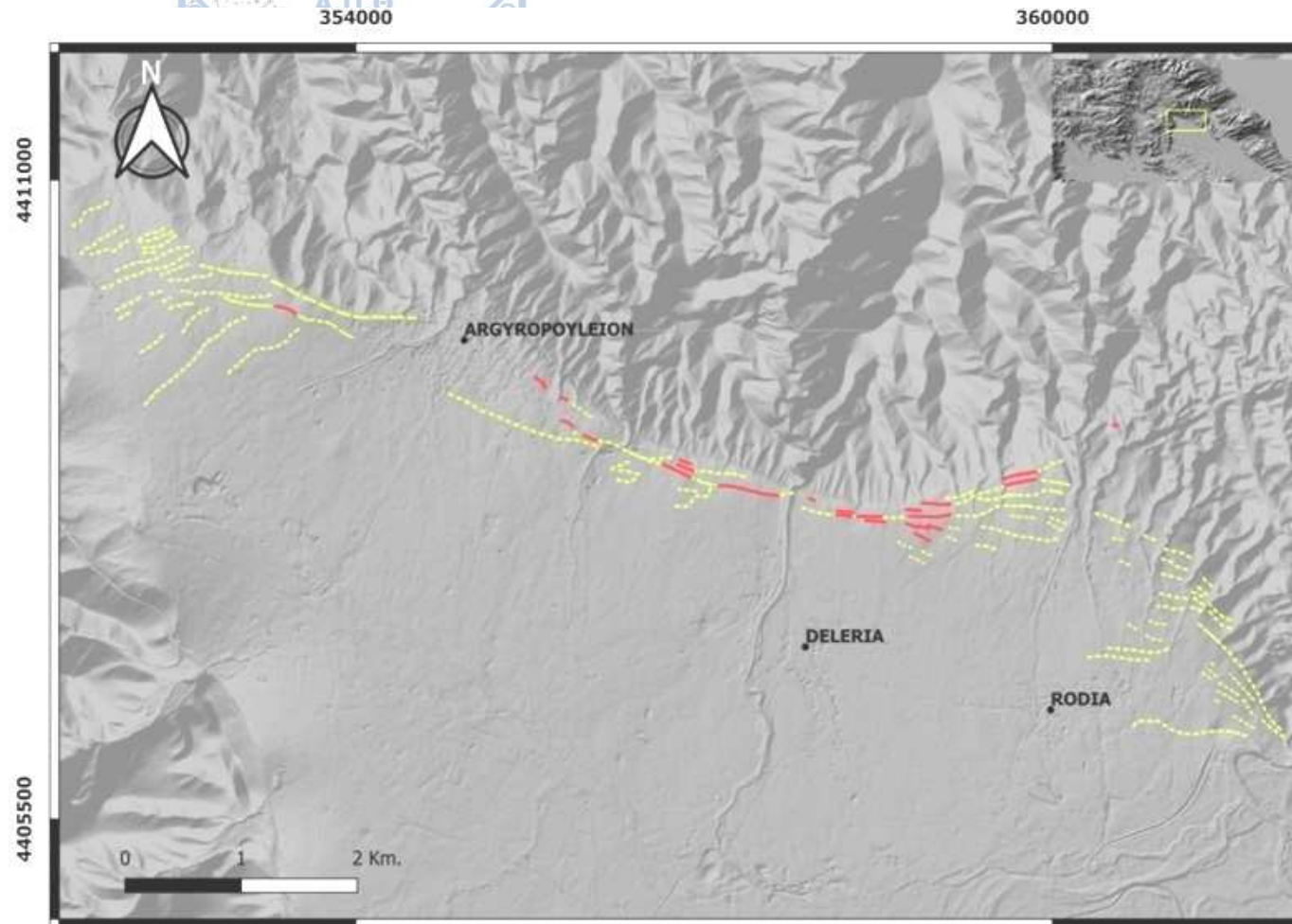


Σχήμα 7-86. Προφίλ 65. Σύγκριση του ιδίου προφίλ επιφανείας σε διάφορα ψηφιακά μοντέλα, (A) ψηφιακό μοντέλο από την χρήση ΣμηΕΑ, σε σχέση με τα διαθέσιμα ψηφιακά μοντέλα του Κτηματολογίου (Γ), ALOS (Δ) και STRM (E).



Σχήμα 7-87. Ευρύτερη περιοχή της Ροδιάς με τις επιφανειακές ρηξιγενείς δομές scarp που εντοπίστηκαν με την δημιουργία αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων με τη χρήση ΣμηΕΑ (κόκκινες γραμμές.) Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε.(2007-2009).

Στο σχήμα 7-87 με τις κόκκινες γραμμές σημειώνονται οι ρηξιγενείς επιφάνειες που αποτυπώθηκαν στο μοντέλο ΣμηΕΑ και επιβεβαιώθηκαν με επιτόπου έρευνα στην ύπαιθρο. Οι επιφάνειες του σχήματος 7-87 και 7-88 απεικονίζονται σε ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου (απεικόνιση Daylight). Στο σχήμα 7-88 εκτός από τις ρηξιγενείς επιφάνειες του σχήματος 7-87 (κόκκινο χρώμα), διακρίνονται επίσης παρόμοιες δομές με τα ίδια επιφανειακά χαρακτηριστικά που έχουν εντοπιστεί στην ίδια περιοχή από το μοντέλο του Κτηματολογίου (πρασινοκίτρινες γραμμές). Στο σχήμα 7-89 εμφανίζεται αναλυτικότερα η δυτική περιοχή της Ροδιάς (δυτικά του Αργυροπουλίου), με όλες οι θέσεις των επιφανειακών δομών. Στο σχήμα 7-90 απεικονίζεται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια η ανατολική περιοχή της Ροδιάς (ανατολικότερα του Αργυροπουλίου). Και στις δύο εικόνες οι επιφανειακές δομές αποτυπώνονται στον ορθοφωτοχάρτη του Κτηματολογίου έτους 2015-2017, ως υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου έτους 2007-2009.

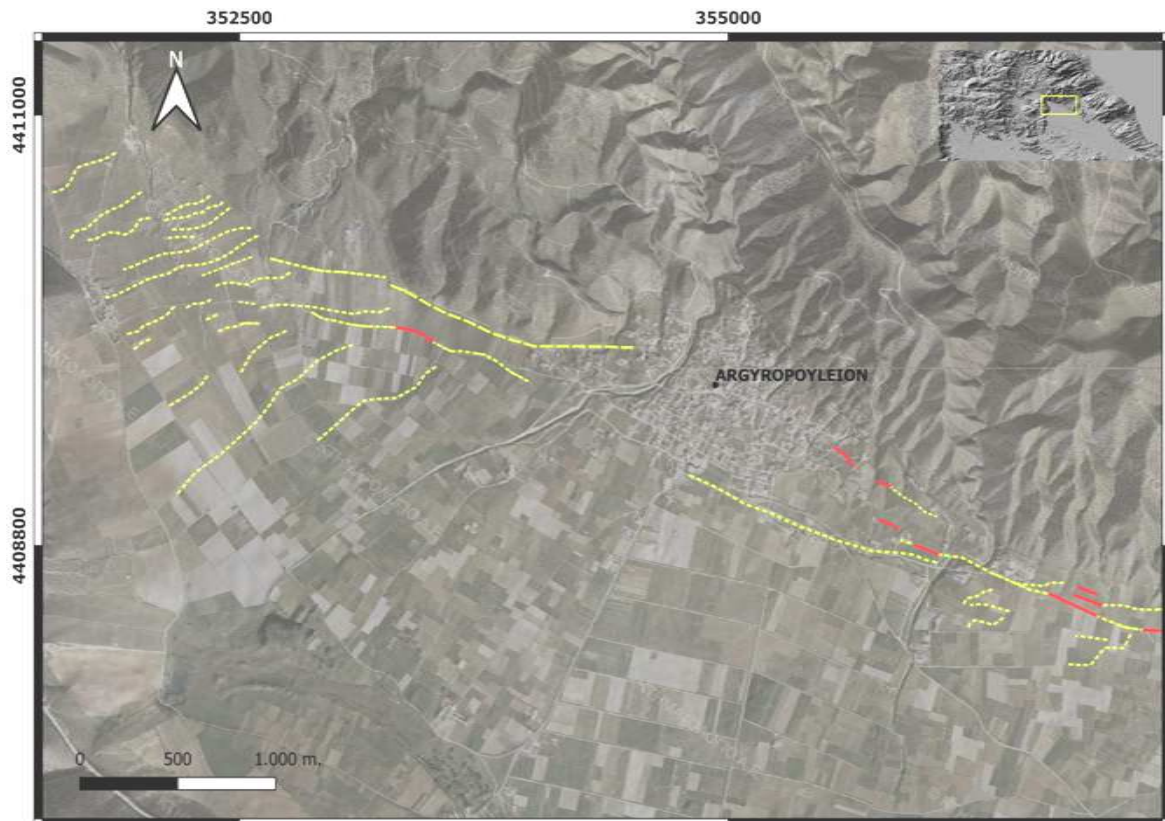


Σχήμα 7-88. Περιοχή της Ροδιάς με όλες οι θέσεις των δομών που εντοπίστηκαν. Με τις κόκκινες γραμμές είναι οι επιφανειακές ρηξιγενείς δομές (scarp) που εντοπίστηκαν στα αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν με την χρήση ΣμηΕΑ. Κιτρινοπράσινες γραμμές είναι επιφανειακές δομές με παρόμοια επιφανειακά χαρακτηριστικά που ανιχνεύθηκαν στο ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

Από την γενική εικόνα της περιοχής με αποτυπωμένες τις ρηξιγενείς επιφάνειες (σχήμα 7-88) σε συσχέτιση με την εικόνα που διαμορφώθηκε από την ανάλυση των μορφοτεκτονικών δεικτών του προηγούμενου κεφαλαίου, προκύπτει ότι όλη η περιοχή εμφανίζει επιφανειακή τεκτονική δραστηριότητα. Σε όλη την περιοχή υπάρχουν την επιφάνεια διάσπαρτα ρηξιγενή πρηνή (scarp). Η μόνη περιοχή που εμφανίζει απουσία των φαινομένων είναι ο οικισμός του Αργυροπουλίου. Λόγω της αλλοίωσης της επιφάνειας από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, δεν δύναται να αποτυπωθούν οι επιφανειακές εξάρσεις, σε ψηφιακό μοντέλο για την περιοχή του Αργυροπουλίου. Σε μία μελλοντική έρευνα στην περιοχή θα μπορούσε να συμπεριληφθεί και η περιοχή του οικισμού του Αργυροπουλίου με την δημιουργία αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων με την χρήση ΣμηΕΑ.

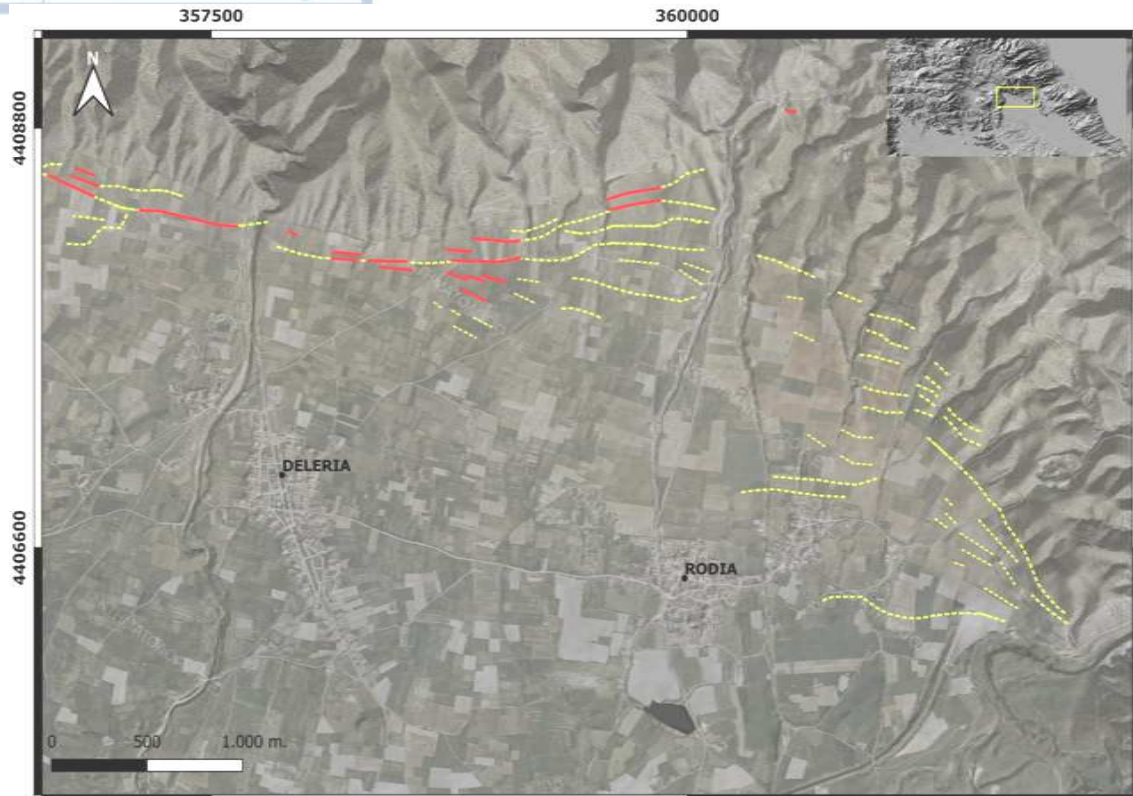
Μετά από ανάλυση των δεδομένων της περιοχής, επιβεβαιώνεται η αρχική διατύπωση του (Caruto & Helly 2005), ότι στην περιοχή παρατηρούνται διαδοχικές επαναδραστηριοποιήσεις του ρήγματος της Ροδιάς. Η δραστηριότητα αυτή αποτυπώνεται αφενός στο υδρογραφικό δίκτυο διαμορφώνοντας μικρές και απότομες λεκάνης απορροής και αφετέρου στην επιφάνεια δημιουργώντας επιφανειακές τεκτονικές εξάρσεις διαφόρων υψομέτρων.

Μια λεπτομερής χαρτογράφηση του οικισμού του Αργυροπουλίου με ΣμηΕΑ, θα ήταν ιδιαίτερος χρήσιμη για την περιοχή, καθότι είναι δυνατόν να αποκαλύψει λεπτομέρειες που έως τώρα δεν γνωρίζουμε. Η εν λόγω δραστηριότητα δύναται να προγραμματιστεί σε συνεννόηση με την τοπική κοινότητα, ιδιαίτερα τώρα που οι μνήμες του πρόσφατου σεισμού (Μάρτιος 2021) είναι ακόμα πρόσφατες.



Σχήμα 7-89. Λεπτομερέστερος χάρτης δυτικής περιοχής της Ροδιάς, του σχήματος 7-88, με όλες οι θέσεις των επιφανειακών δομών που εντοπίστηκαν. Με τις κόκκινες

γραμμές είναι οι επιφανειακές ρηξιγενείς δομές (scarp) που εντοπίστηκαν στα αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν με την χρήση ΣμηΕΑ. Κιτρινοπράσινες γραμμές είναι επιφανειακές δομές με παρόμοια επιφανειακά χαρακτηριστικά που ανιχνεύθηκαν στο ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου.



Σχήμα 7-90 Λεπτομερέστερος χάρτης της ανατολικής περιοχής της Ροδιάς, του σχήματος 7-88 με όλες οι θέσεις των επιφανειακών δομών που εντοπίστηκαν. Με τις κόκκινες γραμμές είναι οι επιφανειακές ρηξιγενείς δομές (scarp) που εντοπίστηκαν στα αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν με την χρήση ΣμηΕΑ. Κιτρινοπράσινες γραμμές είναι επιφανειακές δομές με παρόμοια επιφανειακά χαρακτηριστικά που ανιχνεύθηκαν στο ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου.

7.3 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΟΔΙΑΣ.

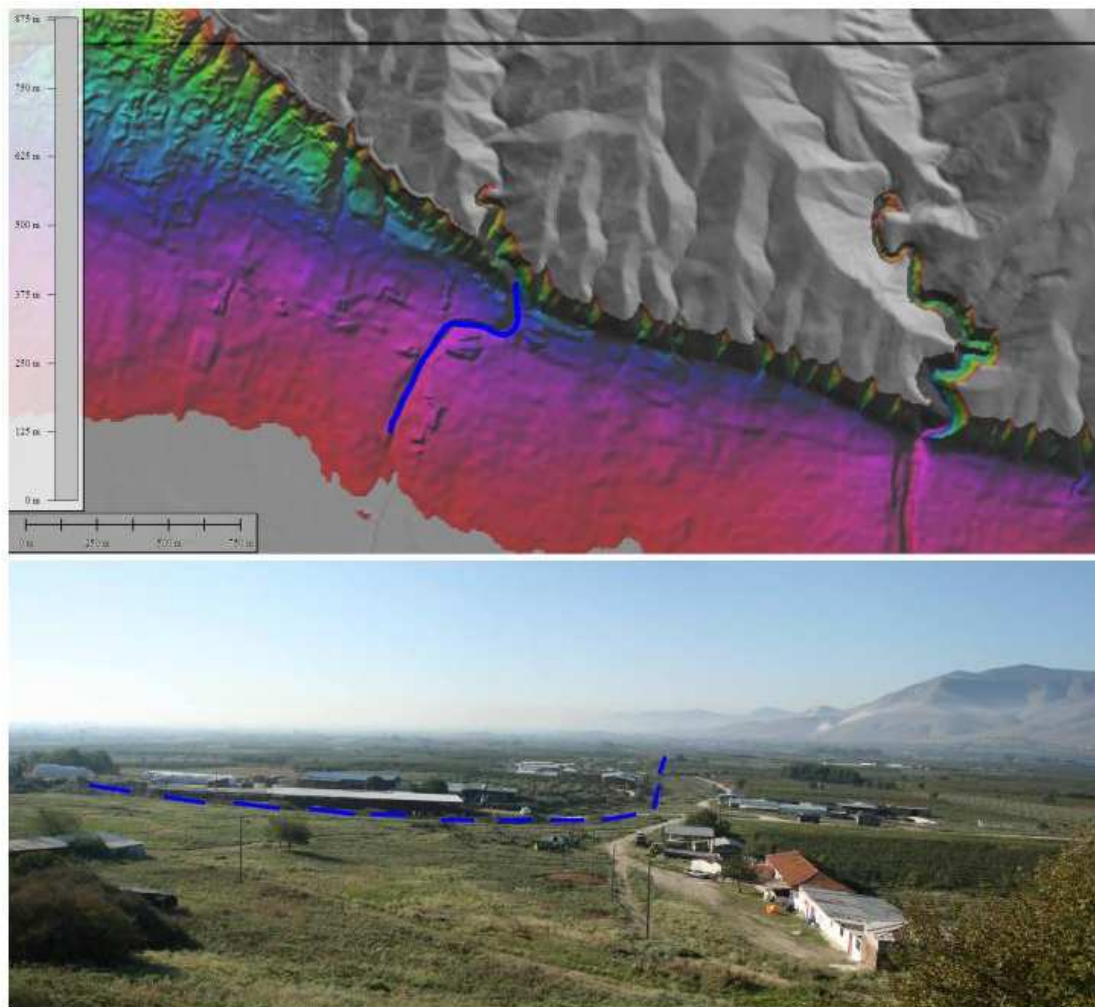
Στην ευρύτερη περιοχή της Ροδιάς (σχήματα 7-88, 7-89, 7-90) έχουν εντοπιστεί αρκετές ρηξιγενείς επιφανειακές δομές με αποτύπωση στα αναλυτικά επιφανειακά μοντέλα με την χρήση ΣμηΕΑ και επιβεβαιώθηκαν με επιτόπου έρευνα στην ύπαιθρο. Επίσης ανιχνεύθηκαν αρκετές δομές με παρόμοια επιφανειακά χαρακτηριστικά στο ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου. Για την περιοχή της Ροδιάς διαπιστώνεται:

- Από προηγούμενες έρευνες στην περιοχή, εκτιμάται ότι δύναται να υπάρχουν πιθανοί κλάδοι ρήγματος στον συγκεκριμένο χώρο.
- Η έρευνα τόσο με τα αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα όσο και με τα διαθέσιμα (Κτηματολογίου), αλλά και υπαίθρου εντόπισε πλήθος επιφανειακών ρηξιγενών δομών και αναβαθμίδων (μορφοτεκτονικά πρηνή) διάσπαρτα σε όλη την περιοχή (σχήματα 7-88, 7-89, 7-90).
- Η διεύθυνση των επιφανειών είναι ευθεία ή σχεδόν ευθεία και συμπίπτει με τον εφελκυσμό που επικρατεί στην περιοχή και την γενική διεύθυνση που αναπτύσσονται τα υπόλοιπα ρήγματα στην βορειοανατολική Θεσσαλία.
- Εντοπίζονται και τέμνουν σε μια περιοχή όπου επικρατούν πρόσφατα ιζήματα (ριπίδιο), δηλώνοντας ότι οι δομές είναι νέες σε ηλικία.

• Επιπρόσθετα κοντά στον οικισμό του Αργυροπουλίου παρατηρείται μια απότομη στροφή του ρέματος χειμάρρου κατά 90° , όπως διακρίνεται στο επόμενο σχήμα 7-91.

Από τα ανωτέρω φαίνεται ότι οι διάσπαρτες επιφανειακές δομές έχουν την τάση να σχηματίζουν μία σχεδόν ευθεία σε όλη την περιοχή και είναι πιθανόν να συγκροτούν την εμφάνιση ενός νέου ρήγματος ή νέου μεταγενέστερου κλάδου στην περιοχή.

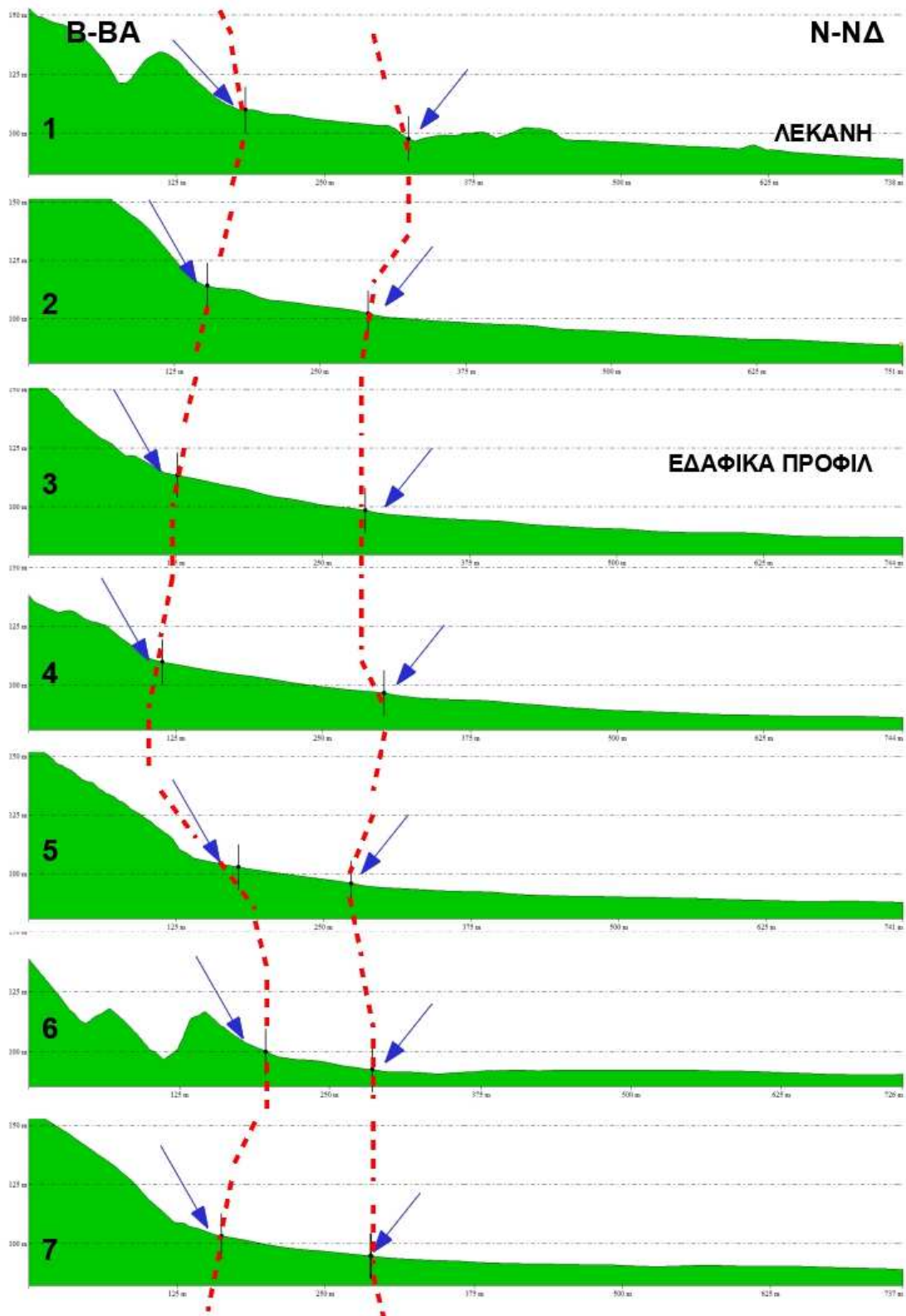
Στην συγκεκριμένη ζώνη που δραστηριοποιούνται, δεν έχει δημιουργηθεί ανάγλυφο ή μορφολογική εμφάνιση μιας ενιαίας ρηξιγενούς επιφάνειας. Υπάρχουν πολλές μικρότερες ρηξιγενείς επιφάνειες με την συνολική μετατόπιση, πιθανό να μοιράζεται στις διάσπαρτες επιφάνειες. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, διαφαίνεται ότι στην περιοχή μπορεί υπάρχει ένα νέο ρήγμα (ή κλάδος) το οποίο είναι σχετικά πρόσφατο, με επιφανειακή διασπορά σε πολλά μικρότερα τμήματα (distributed sleep), φαινόμενο που είναι ευδιάκριτο στα ψηφιακά μοντέλα της περιοχής.



Σχήμα 7-91. Απότομη στροφή (εκτροπή) του ρέματος σε περιοχή πλησίον του Αργυροπουλίου. Άνω εικόνα η στροφή του ρέματος όπως αποτυπώνεται στο ψηφιακό μοντέλο της περιοχής και κάτω εικόνα φωτογραφία της περιοχής του ρέματος με σημειωμένη την πορεία του ρέματος στην περιοχή στροφής.

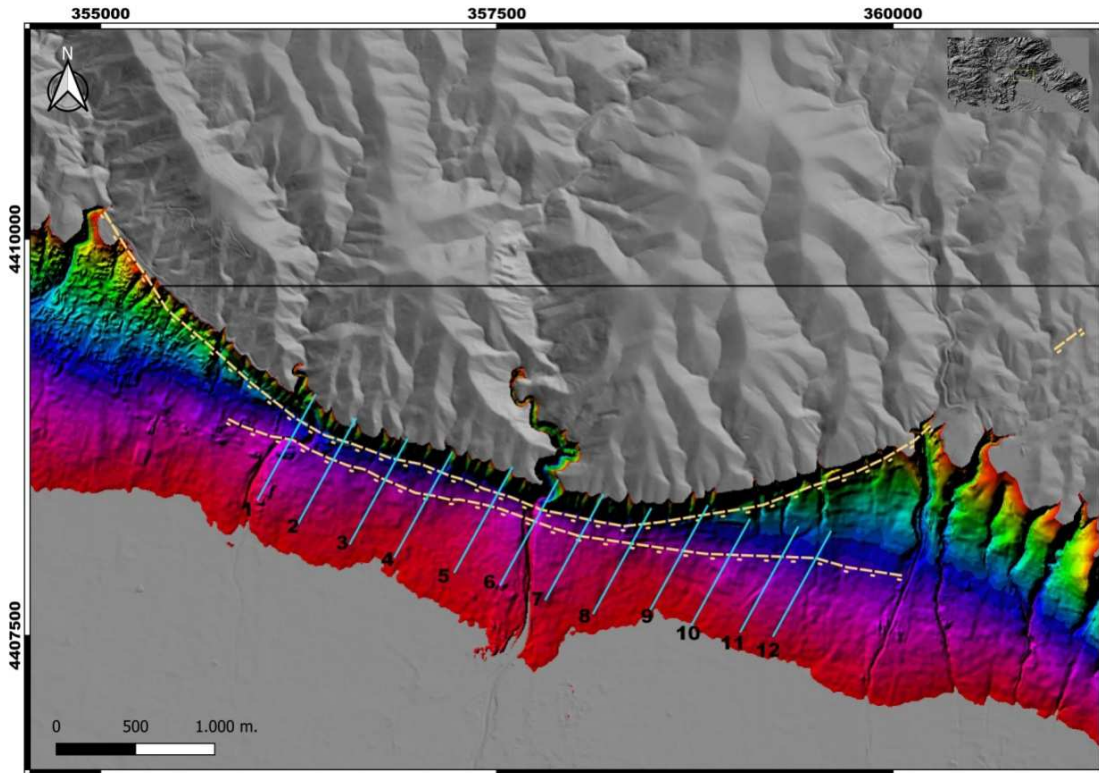
Συνοψίζοντας για την περιοχή της Ροδιάς, από την ανάλυση των ψηφιακών μοντέλων διακρίνονται δύο κλάδοι ρηγμάτων.

Ο κεντρικός κλάδος στην βάση του πρσανούς προς την κοιλάδα ξεκινώντας από βορειοδυτικά (Αργυροπούλι) στην περιοχή της Ροδιάς έως βορειοανατολικά, ακολουθώντας το όριο του υποβάθρου. Ουσιαστικά πρόκειται για τον παλαιότερο κλάδο, που μπορεί να έχει συμβάλει στην δημιουργία της λεκάνης (σχήματα 7-92, 7-93, 7-94).



Σχήμα 7-92. Βοηθητικά επιφανειακά προφίλ για την αποτύπωση των ρηγμάτων για την περιοχή της Ροδιάς.

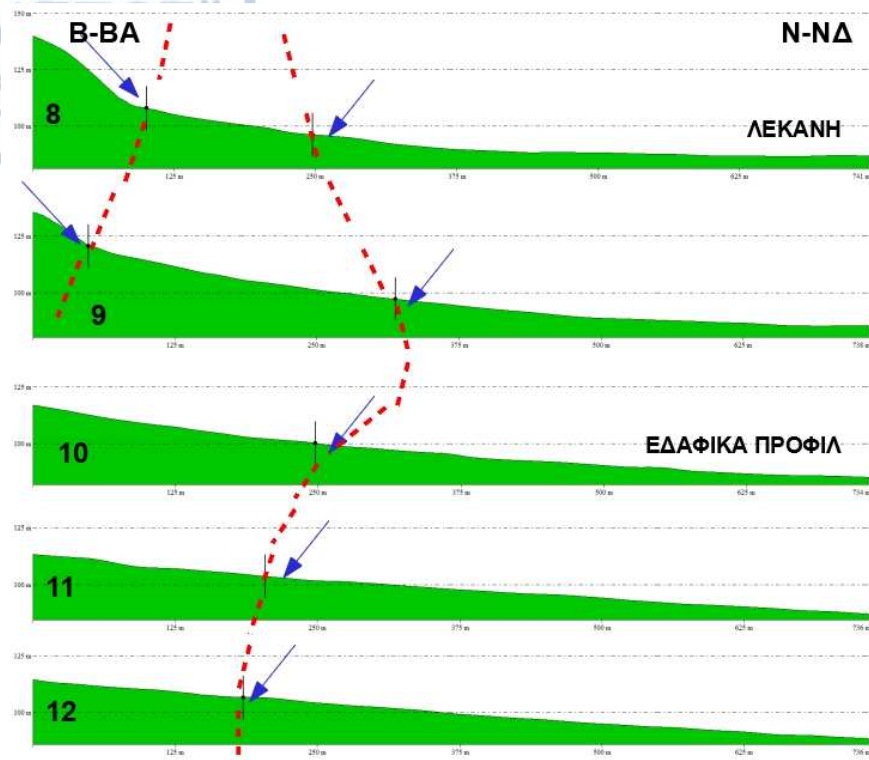
Από τις εργασίες υπαίθρου αλλά και την ανάλυση των ψηφιακών μοντέλων διακρίνεται ένας δεύτερος κλάδος σε ευθεία με τον κεντρικό κλάδο προς το εσωτερικό της λεκάνης (περίπου 150m νότια) σε νεότερα ιζήματα. Ο δεύτερος κλάδος είναι νέος για την περιοχή, πιθανά ενεργός (απουσία σεισμών). Η συνολική μετατόπιση στην περίπτωση αυτή μοιράζεται σε πολλές επιφάνειες, δεν έχει συγκροτηθεί ένα συνεχές ρήγμα στην επιφάνεια (σχήματα 7-92, 7-93, 7-94).



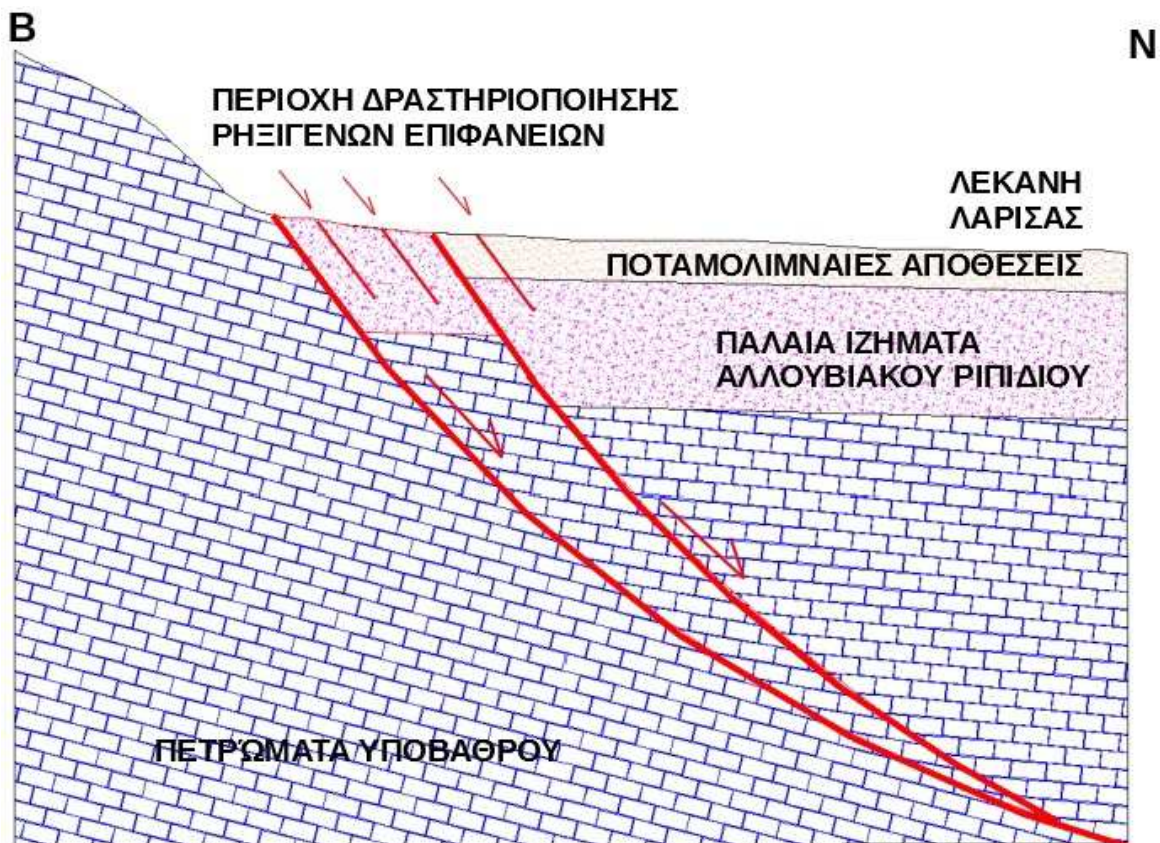
Σχήμα 7-93. Η θέση των βοηθητικών επιφανειακών προφίλ στην περιοχή της Ροδιάς.

Στο υπόβαθρο οι δύο κλάδοι του ρήγματος που εμφανίζονται στην περιοχή, θα πρέπει να συνδέονται σε κάποιο σχετικό βάθος σε μια επιφάνεια.

Στο επόμενο σχήμα (7-95) αποτυπώνεται μία πιθανή ερμηνεία των αποτελεσμάτων για την διαμόρφωση και κατανομή των ρηξιγενών επιφανειών στην περιοχή της Ροδιάς. Για την ερμηνεία χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματά των ψηφιακών μοντέλων, αλλά και η επιτόπου έρευνα της περιοχής. Στην περιοχή εμφανίζεται ένα παλαιότερο ρήγμα (σχήμα 7-93), που πιθανό να έχει συμβάλει στην διαμόρφωση της λεκάνης. Νοτιότερα του πρώτου ρήγματος προς την λεκάνη, δραστηριοποιούνται αρκετές τεκτονικές αναβαθμίδες, οι οποίες είναι διάσπαρτες στην περιοχή και σχηματίζουν σχεδόν μια ευθεία και πιθανό να συγκροτούν ένα νεότερο κλάδο του ιδίου ρήγματος. Η πρώτη δομή σχεδόν ακολουθεί το πρηνές του ορογενούς με διεύθυνση από ΒΒΔ έως ΒΑ), ενώ ο δεύτερος κλάδος τείνει να ευθυγραμμιστεί, καθότι αποτελεί την μετανάστευση του ρήγματος προς το νότο προς χαλαρότερες αποθέσεις.



Σχήμα 7-94. Βοηθητικά επιφανειακά προφίλ για την αποτύπωση των ρηγμάτων για την περιοχή της Ροδιάς.



Σχήμα 7-95. Ερμηνεία αποτελεσμάτων με την πιθανή κατανομή ρηξιγενών επιφανειών στην περιοχής της Ροδιάς.

7.4. ΡΗΞΙΓΕΝΗΣ ΖΩΝΗ ΓΥΡΤΩΝΗΣ

Η περιοχή της Γυρτώνης απέχει περίπου 10 Km Βορειοανατολικά από την πόλη της Λάρισας, όπου εμφανίζεται το ομώνυμο ρήγμα. Η περιοχή είναι στο βορειοανατολικό άκρο της λεκάνης του Τυρνάβου. Το ρήγμα της Γυρτώνης μαζί με το ρήγμα της Ροδιάς, οριοθετούν το βορειοανατολικό άκρο της λεκάνης (Caputo & Helly 1994). Το ρήγμα της Γυρτώνης μαζί με το ρήγμα της Ροδιάς βυθίζονται προς το νότο, σε αντίθεση με τα νοτιότερα ρήγματα της περιοχής του Τυρνάβου και της Λαρίσης που βυθίζονται προς το βορά. Η δράση αυτών των ρηγμάτων διαμόρφωσε τη νέα τεκτονική κατάσταση στην περιοχή της βορειοανατολικής Θεσσαλίας και τη δημιουργία της Τεταρτογενούς λεκάνης του Τυρνάβου. Για την αποτύπωση των λεπτομερειών της επιφάνειας, εφαρμόστηκε εναέρια χαρτογράφηση με τη χρήση ΣμηΕΑ. Οι διαδικασίες χαρτογράφησης αναλύονται διεξοδικά σε προηγούμενη ενότητα. Η συγκεκριμένη περιοχή είναι μεγάλη και καλύπτει μια επιφάνεια 2,97Km² και προκειμένου να καλυφθεί, έγινε επιμερισμός της σε 17 ξεχωριστές υποπεριοχές, (Kremastas et al 2017). Για κάθε επιμέρους περιοχή, δημιουργήθηκαν αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα που παρουσιάζονται στο παράρτημα. Γενικά στη περιοχή της Γυρτώνης εφαρμόστηκε μόνο η κάθετη αεροφωτογράφιση, μέθοδος που γενικά αναφέρεται ως χαρτογραφική μέθοδος. Επιλέχθηκε η τεχνική αυτή διότι το επιφανειακό ανάγλυφο της περιοχής είναι ήπιο, ομαλό χωρίς πολλές εξάρσεις ή βυθίσματα και η επιφάνεια μπορεί να αποτυπωθεί εύκολα. Στην περιοχή είχε προηγηθεί η εκσκαφή και εργασία σε δύο παλαιοσεισμολογικές τομές, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στη συνέχεια. Το ύψος πτήσης της χαρτογράφησης στην περιοχή, ξεκινάει από 35m στον χώρο της παλαιοσεισμολογικής τομής για λεπτομερέστερη αποτύπωση και συνεχίστηκε στην υπόλοιπη περιοχή σε ύψος 68m.

Τα γενικά χαρακτηριστικά της χαρτογράφησης του τρισδιάστατου μοντέλου της περιοχής της Γυρτώνης με τη χρήση ΣμηΕΑ είναι:

- Ύψος πτήσης: από 35m έως 68m.
- Συνολικός αριθμός φωτογραφιών: 10.114.
- Συνολική περίμετρος: 12.618 Km.
- Συνολική επιφάνεια κάλυψης: 2,97 Km².
- Ανάλυση εδάφους – διακριτική ικανότητα από 1,3 έως 2,5 cm/pixel.
- Συνολικά έχουν εισαχθεί 104 σημεία ελέγχου (GGP) για την

διόρθωση των μοντέλων.

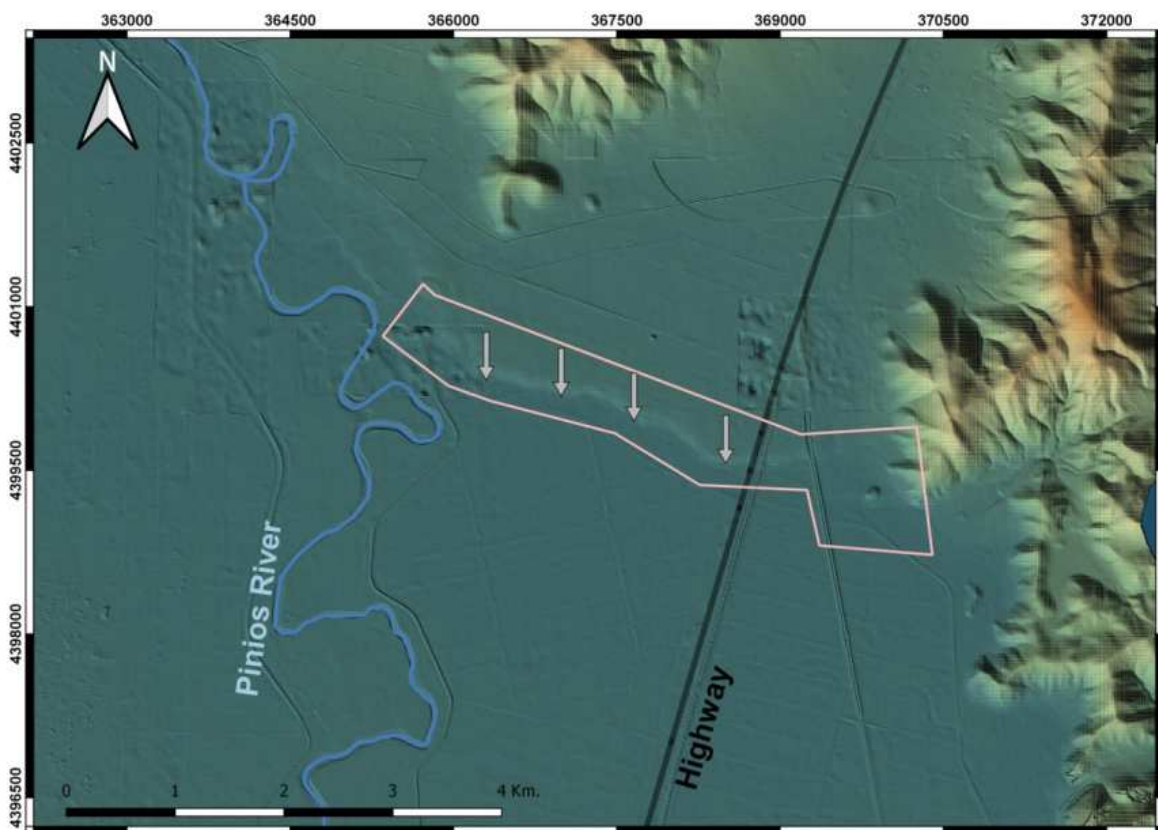
Η γενική ανάλυση όλων των μοντέλων είναι 4000 X 3000 και το μέγεθος του εικονοστοιχείου (pixel size) είναι 1,56 X 1,56 μm. Στον παρακάτω πίνακα είναι συγκεντρωμένα όλα κύρια χαρακτηριστικά από τα επιμέρους μοντέλα που δημιουργήθηκαν για την περιοχή της Γυρτώνης.

PROJECT NAME	AREA ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Κάλυψης Km ²	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ	Μέσο Ύψος πτήσης m	Ground resolution ΕΠΙΓΕΙΑΑΝ ΑΛΥΣΗ cm / pix	Ground Control Point ΣΗΜΕΙΑΕΛΕΓΧΟΥΕΔΑΦΟΥΣ
G1	0,0847	803	35,1	1,32	4
G2	0,0554	368	39	1,46	6
G3	0,122	888	40,3	1,51	6

G4	0,222	557	65,5	2,45	8
G5	0,197	453	66,5	2,50	5
G6	0,0248	70	65,5	2,45	4
G7	0,149	365	59,4	2,18	9
G8	0,135	315	56,6	2,12	8
G9	0,302	1002	60,2	2,25	10
G10	0,303	1036	60,2	2,26	15
G11	0,131	318	55,1	2,05	10
G12	0,332	868	66,5	2,49	12
G13	0,301	941	67,7	2,51	13
G14	0,307	1070	67,1	2,50	8
G15	0,309	1060	64,6	2,41	6

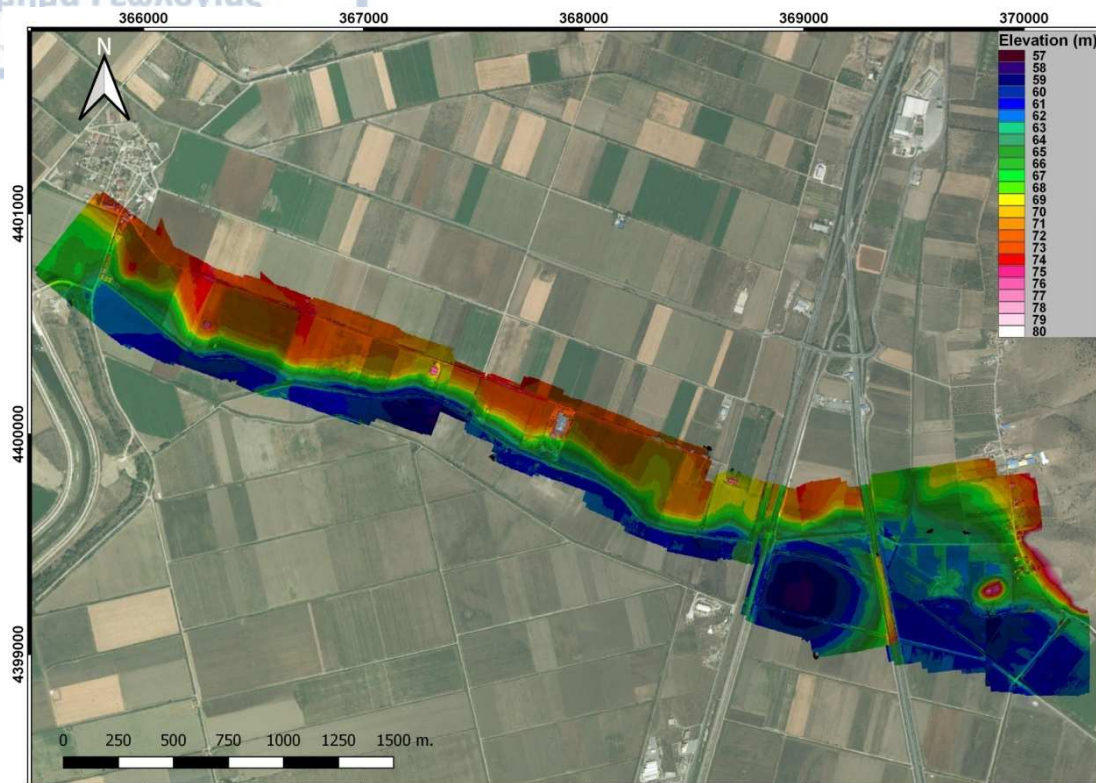
Πίνακας 7-7. Γενικά χαρακτηριστικά των αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων για την περιοχή της Γυρτώνης.

Στο σχήμα 7-96 εμφανίζεται η συνολική περιοχή της αναλυτικής χαρτογράφησης με ΣμηΕΑ για την περιοχή της Γυρτώνης (πολύγωνο), με την εναέρια χαρτογράφηση να επικεντρώνει στην περιοχή του ρήγματος.



Σχήμα 7-96. Η συνολική περιοχή της αναλυτικής χαρτογράφησης με τη χρήση ΣμηΕΑ, στην περιοχή της Γυρτώνης (πολύγωνο), όπου επικεντρώνεται η περιοχή του ρήγματος.

Η ψηφιακή ανάλυση των μοντέλων για την περιοχή της Γυρτώνης έχει μεγάλη λεπτομέρεια και διακριτική ικανότητα κυμαίνεται από 1,32 έως 2,51 cm/pixel. Αυτή η μεγάλη διακριτική ικανότητα μας δίνει το πλεονέκτημα να μπορούμε να ανιχνεύουμε σχεδόν όλες δομές, τα αντικείμενα, τις

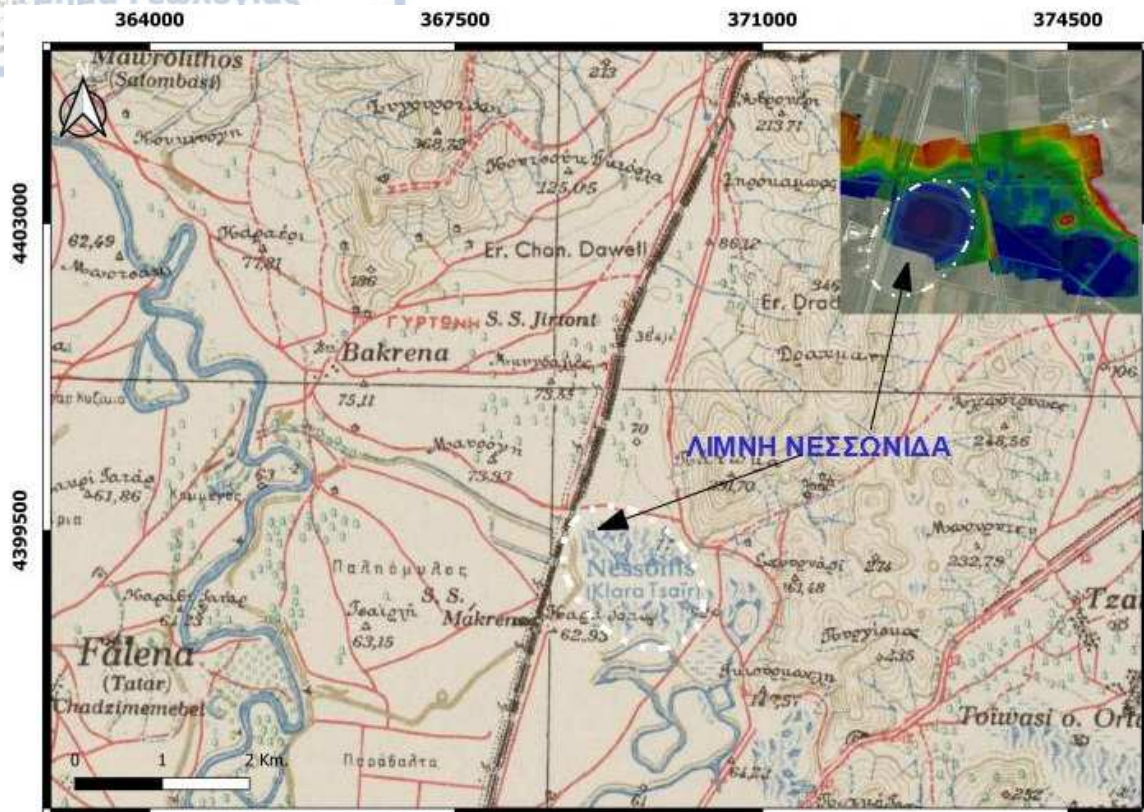


Σχήμα 7-97. Η συνολική περιοχή της Γυρτώνης, προβολή όλων των μοντέλων που δημιουργήθηκαν με τη χρήση ΣμηΕΑ, με επιλεκτικό χρωματισμό ως προς τα υψόμετρα. Υπόβαθρο χάρτη: δορυφορική εικόνα.

Στο σχήμα 7-97 απεικονίζονται όλα ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν με την χρήση ΣμηΕΑ, για την ανίχνευση των επιφανειακών χαρακτηριστικών του ρήγματος, με υπόβαθρο δορυφορική εικόνα. Η απεικόνιση του μοντέλου έγινε με επιλεκτική χρωματική απεικόνιση των υψομέτρων. Από μια πρώτη ανάλυση διαπιστώνεται ότι το ρήγμα της Γυρτώνης είναι αρκετά ευδιάκριτο.

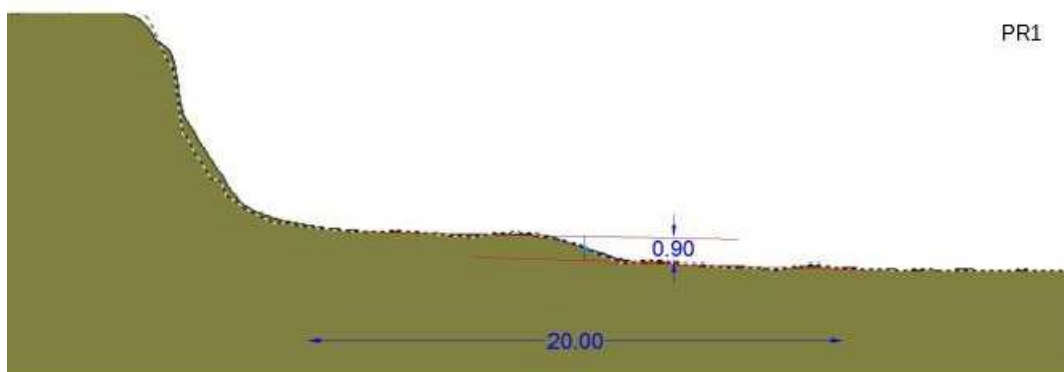
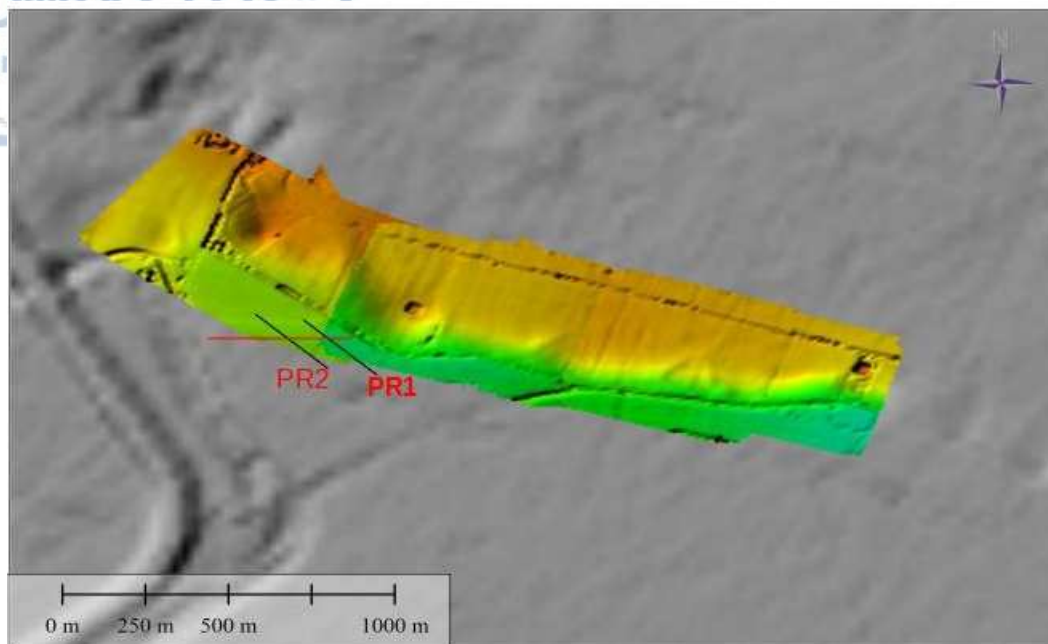
Από την μορφολογική μελέτη της επιφάνειας, προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα. Συγκεκριμένα ένα αξιόλογο χαρακτηριστικό που εντοπίστηκε είναι το βύθισμα που εμφανίζεται την νοτιοανατολική πλευρά της Γυρτώνης (σχήμα 7-97 και 7-98). Το βύθισμα αυτό παραπέμπει πιθανά στην άγνωστη σήμερα την λίμνη Νεσσωνίδα. Αναζητώντας πληροφορίες σε σημερινούς αλλά και ιστορικούς τοπογραφικούς χάρτες η συγκεκριμένη λίμνη εμφανίζεται να υπάρχει μόνο σε ιστορικούς τοπογραφικούς χάρτες. Συγκεκριμένα, η λίμνη Νεσσωνίδα εντοπίζεται σε ιστορικό τοπογραφικό χάρτη της περιοχής από την ΓΥΣ έτους 1937 και συγκεκριμένα στο φύλλο Αγιάς. Ο συγκεκριμένος χάρτης είναι αντίγραφο των πρώτων τοπογραφικών χαρτών της Ελλάδος και ανάγεται στην πρώτη χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα στις αρχές του 1900, όπου στις αρχές του 20 αιώνα η λίμνη Νεσσωνίς θα πρέπει να υπήρχε σε κάποιο βαθμό. Η συγκεκριμένη λίμνη εδώ και αρκετές δεκαετίες έχει εξαφανιστεί. Ήταν μια από τις σημαντικές λίμνες του Ολιγοκαίνου για την περιοχή μαζί με την λίμνη Βοιβιής (Κάρλα), (Caruto et al 1994, Helly et al 1994). Στο σχήμα 7-98 απεικονίζεται απόσπασμα ιστορικού τοπογραφικού του φύλλου Αγιάς από ΓΥΣ εκδόσεως 1937 με κλίμακα 1:100.000, όπου διακρίνεται η λίμνη Νεσσωνίδα. Επιπρόσθετα στην ένθετη

φωτογραφία είναι η περιοχή της λίμνης Νεσσωνίδα όπως χαρτογραφήθηκε με αεροφωτογραφίες την χρήση ΣμηΕΑ.

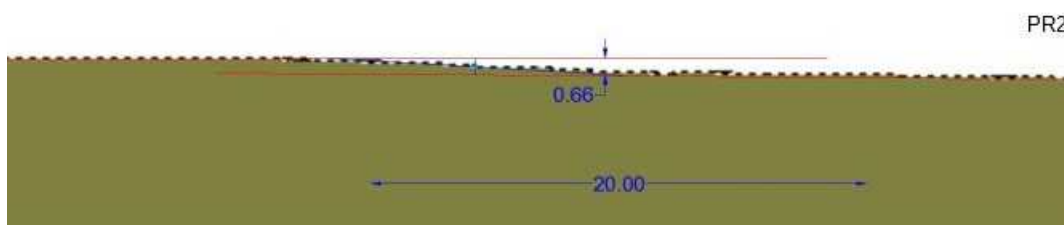


Σχήμα 7-98. Ιστορικός τοπογραφικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής Γυρτώνης, με αποτυπωμένη την λίμνη Νεσσωνίδα. Ένθετη φωτογραφία η περιοχή όπως αποτυπώθηκε σε ψηφιακό μοντέλο με χρήση ΣμηΕΑ. Απόσπασμα ιστορικού χάρτη από ΓΥΣ 1937, φύλλο Αγιά κλίμακα 1:100.000, Αθήνα.

Ένα άλλο σημαντικό επιφανειακό χαρακτηριστικό εντοπίστηκε στη νοτιοδυτική πλευρά της Γυρτώνης στο αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο. Συγκεκριμένα στο μοντέλο από την χρήση ΣμηΕΑ, διακρίνεται μία δυτική πορεία του ρήγματος προς τον Πηνειό. Στο σχήμα 7-94 απεικονίζεται το δυτικό άκρο του μοντέλου ΣμηΕΑ του ρήγματος της Γυρτώνης με υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου. Όπως διακρίνεται στο σχήμα 7-99, το ρήγμα φαίνεται να έχει δυτική πορεία και να ακολουθεί την γενική διεύθυνση Α-Δ και να κατευθύνεται προς τον Πηνειό. Στην περιοχή παρατηρείται μια σημαντική υψομετρική διαφορά περίπου στο μέτρο. Προκειμένου να αποτυπωθεί η διαφορά του υψομέτρου της περιοχής, χρησιμοποιήθηκαν δυο βοηθητικά επιφανειακά προφίλ. Συγκεκριμένα, στο προφίλ 1 (PR1) η υψομετρική διαφορά που παρατηρήθηκε είναι περίπου 0,90m, ενώ δυτικότερα στο προφίλ 2 (PR2) παρατηρήθηκε υψομετρική διαφορά 0,66m (σχήμα 7-99). Στις εργασίες (Caruto & Helly 1994) εμφανίζεται ένας δυτικός κλάδος του ρήγματος να ακολουθεί το πρηνές με πορεία βορειοδυτική. Εκτός από την βορειοδυτική πορεία του ρήγματος σύμφωνα με τον Caruto, το ρήγμα της Γυρτώνης επίσης φαίνεται να έχει μία δυτική πορεία και να διατηρεί την κατεύθυνση Α-Δ που έχει και στο υπόλοιπο τμήμα και διακρίνεται στα ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν από την αναλυτική χαρτογράφηση με τη χρήση ΣμηΕΑ για την περιοχή της Γυρτώνης.



PR1



PR2

Σχήμα 7-99. Δυτικό άκρο του ρήγματος Γυρτώνης: επάνω σχήμα με την κόκκινη γραμμή η δυτική πορεία του ρήγματος προς τον Πηνειό. Κάτω εικόνα τα προφίλ (PR1) και (PR2) που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο του υψομέτρου.

7.4.1 ΠΑΛΑΙΟΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΥΡΤΩΝΗΣ

Στην περιοχή της Γυρτώνης έχουν εκτελεστεί δύο παλαιοσεισμολογικές τομές, προκειμένου να ευρεθούν στοιχεία για σεισμούς του παρελθόντος στην περιοχή. Συγκεκριμένα, έχουν εκτελεστεί δύο παλαιοσεισμολογικές τομές (τύπου Καλιφόρνιας) κατά μήκος του ρήγματος με κατεύθυνση από βορά προς νότο, τέμνοντας κάθετα την επιφάνεια του ρήγματος (Mcalpin 2009). Η πρώτη τομή (G1) διενεργήθηκε το 2012 με συνολικό μήκος 12m, πλάτος 2m και σε βάθος σταδιακά έως 4 m. Η δεύτερη (G2) εκτελέστηκε το 2014 με 9m συνολικό μήκος, πλάτος 2m, με σταδιακό βάθος έως 4m και σε απόσταση 1Km δυτικά από την πρώτη (σχήμα 7-100).



Σχήμα 7-100. Αριστερή εικόνα: η θέση των παλαιοσεισμολογικών τομών κίτρινο πολύγωνο και με την κόκκινη γραμμή το ρήγμα της Γυρτώνης (Tsodoulos et al 2016) τροποποιημένο, ενώ στην δεξιά εικόνα εργασίες εκτέλεσης εκσκαφών της πρώτης παλαιοσεισμολογικής τομής.

Τα τοιχώματα των τομών καθαρίστηκαν και φωτογραφήθηκαν λεπτομερώς για να χαρτογραφηθούν αναλυτικά στη συνέχεια (Χατζηπέτρος 1998, Chatzipetros et al 2005, Παυλίδης 2016). Προκειμένου να χρονολογηθούν τα γεγονότα που αναγνωρίστηκαν στις τομές, συλλέχθηκαν κατάλληλα δείγματα εδάφους για την διαδικασία της χρονολόγησης των γεγονότων. Και οι δύο τομές τέμνουν το ρήγμα κάθετα. Η γενική στρωματογραφία της περιοχής περιλαμβάνει μια σειρά ιζημάτων λεπτών στρωμάτων ποτάμιων αποθέσεων. Τα στρώματα που απεκαλύφθησαν διαχωρίστηκαν σε ενότητες και κατηγοριοποιήθηκαν με αριθμούς προκειμένου να εκτελεστεί η διαδικασία της χρονολόγησης (Tsodoulos et al 2015). Σε γενικές γραμμές η στρωματογραφία των τομών παρουσιάζεται στις επόμενες παραγράφους.

7.4.1.1 Παλαιοσεισμολογική Τομή Γυρτώνη G1

Στην πρώτη τομή στο ανερχόμενο τέμαχος διακρίνονται πέντε στρωματικές ενότητες. Η στρώση των στρωματογραφικών ενοτήτων του ανερχόμενου τμήματος εντοπίζεται να είναι ελαφρά βυθισμένη προς τον βορά. Όλα τα όρια των ενοτήτων είναι διαβρωμένα, αλλά μπορούν να διακρίνονται στο αποκαλυφθέν τμήμα του ανερχόμενου τμήματος του ρήματος (Tsodoulos et al 2016). Μια σύντομη παρουσίαση των εκτεθειμένων τμημάτων από το παλαιότερο προς το νεότερο (σχήμα 7-101).

Η πρώτη ενότητα 1 είναι πάχους 2,4 m και αποτελείται από καφέ αμμώδης άργιλος.

Η δεύτερη ενότητα έχει πάχος έως 1m και αποτελείται από μαύρη – γκρι λεπτόκοκκη άργιλο.

Η τρίτη ενότητα είναι πάχους 1,0 έως 0,5 cm, με κιτρινωπή – άσπρη λεπτόκοκκη άργιλο.

Τα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά αυτών των ενοτήτων υποδεικνύουν υπερκείμενες αποθέσεις επάνω σε αλλουβιακό πεδίο. Επιπροσθέτως, η απουσία ενός καλά αναπτυγμένου ανθρακικού ορίζοντα εντός των ενοτήτων δηλώνουν μία πολύ καλή αποστράγγιση.

Η ενότητα 4 είναι μια στρώση έως 90 cm και αποτελείται από κιτρινωπή άμμο, ενώ στο τέλος της ενότητας υπάρχει μία λεπτή στρώση παλαιοεδάφους.

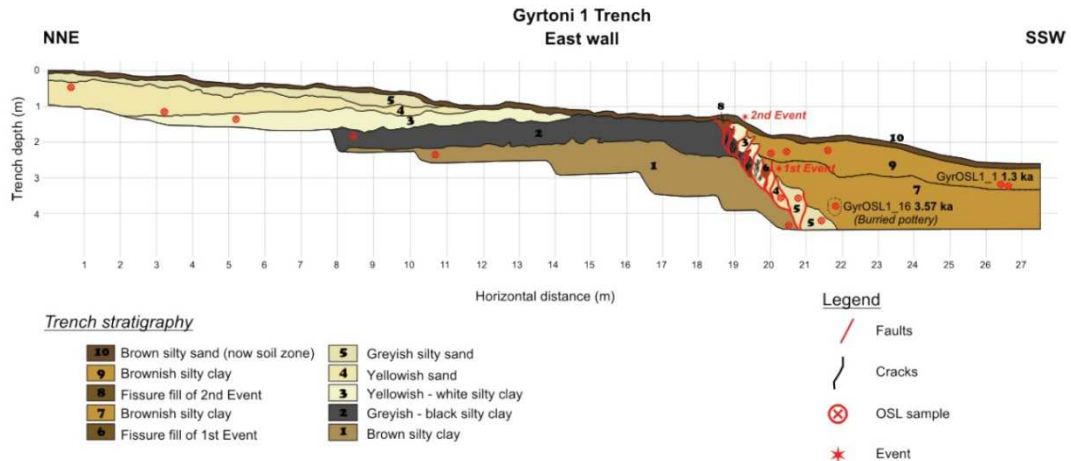
Η τελευταία ενότητα (πέμπτη ενότητα) είναι μία στρώση πάχους έως 30 cm, γκριζωπής λεπτόκοκκης άμμου.

Στο κατερχόμενο τμήμα δύο κύριες ενότητες εντοπίστηκαν.

Η ενότητα έξι είναι μία ζώνη χρώματος καφέ με λεπτόκοκκη άργιλο.

Η ενότητα επτά πάχους έως 1m, από λεπτόκοκκη άργιλος χρώματος καφέ.

Η σημερινή ζώνη του εδάφους αποτελείται από καστανή λεπτόκοκκης άμμου.



Σχήμα 7-101. Απλοποιημένη τομή του ανατολικού τοίχου της πρώτης παλαιοσεισμολογικής τομής (Tsodoulos et al 2016, τροποποιημένο).

7.4.1.2 Παλαιοσεισμολογική Τομή Γυρτώνη G2

Στρωματογραφικά η δεύτερη τομή (G2) είναι σχεδόν παρόμοια αλλά όχι ταυτόσημη με την πρώτη, στην οποία έχουν αποκαλυφθεί τρεις ενότητες (Tsodoulos et al 2015). Η πρώτη ενότητα είναι η παλαιότερη στρώση που αποκαλύφθηκε είναι μία στρώση γκρι – μαύρης λεπτόκοκκης αργίλου.

Η δεύτερη ενότητα αποτελείται από τρεις υποενότητες αμμωδών στρωμάτων.

Η τρίτη ενότητα είναι μία στρώση πάχους 85cm, κιτρινωπής – άσπρης λεπτόκοκκης αργίλου.

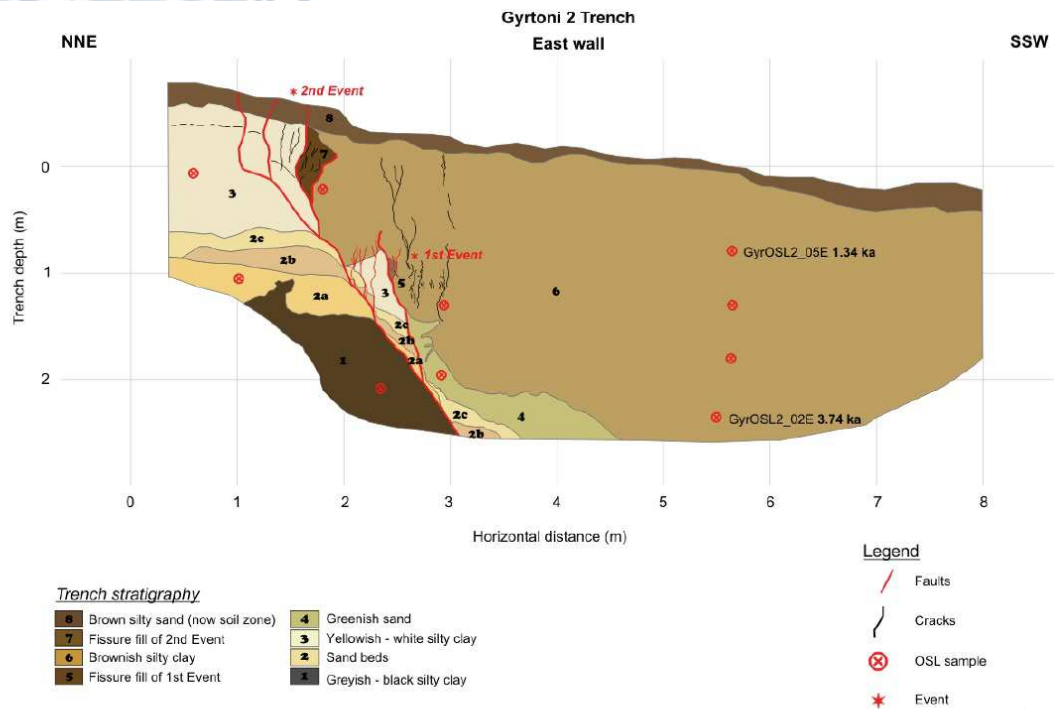
Στο κατερχόμενο τεμάχιο δύο κύριες ενότητες ξεχώρισαν (σχήμα 7-102).

Η ενότητα τέσσερα απαντά έως 60 cm, με πρασινωπή, λεπτόκοκκη άμμο.

Η ενότητα πέντε πάχους έως 2,4 m με γκρι καφέ λεπτόκοκκης αργίλου.

Και η τωρινή υπερκείμενη επιφάνεια του εδάφους με καφέ λεπτόκοκκη άμμο.

Και οι δύο τομές που έχουν μελετηθεί αποκαλύπτουν μία ζώνη ρηγμάτων εύρους 2 μέτρων, που αποτελείται από συνθετικά και αντιθετικά σκέλη κανονικού ρήγματος. Το δευτερεύον και αντιθετικό σκέλος του κανονικού ρήγματος συγχωνεύεται στο κύριο επίπεδο του ρήγματος. Στην ζώνη του ρήγματος παρατηρούνται εκτοπισμένα και μετατοπισμένα μπλοκ και μερικές φορές περιστρεφόμενα γύρω από τον ορίζοντα του ανερχόμενου τεμαχίου (Tsodoulos et al 2015).



Σχήμα 7-102. Απλοποιημένη τομή του ανατολικού τοίχου της δεύτερης παλαιοσεισμολογικής τομής (Tsodoulos et al 2016, τροποποιημένο).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Δύο παλαιοσεισμολογικές τομές που έγιναν στην περιοχή της Γυρτώνης μας παρέχουν στοιχεία για τουλάχιστον τρία (και πιθανό τέταρτο) παλαιοσεισμικά γεγονότα που δραστηριοποιήθηκαν στην περιοχή με πιθανές ηλικίες:

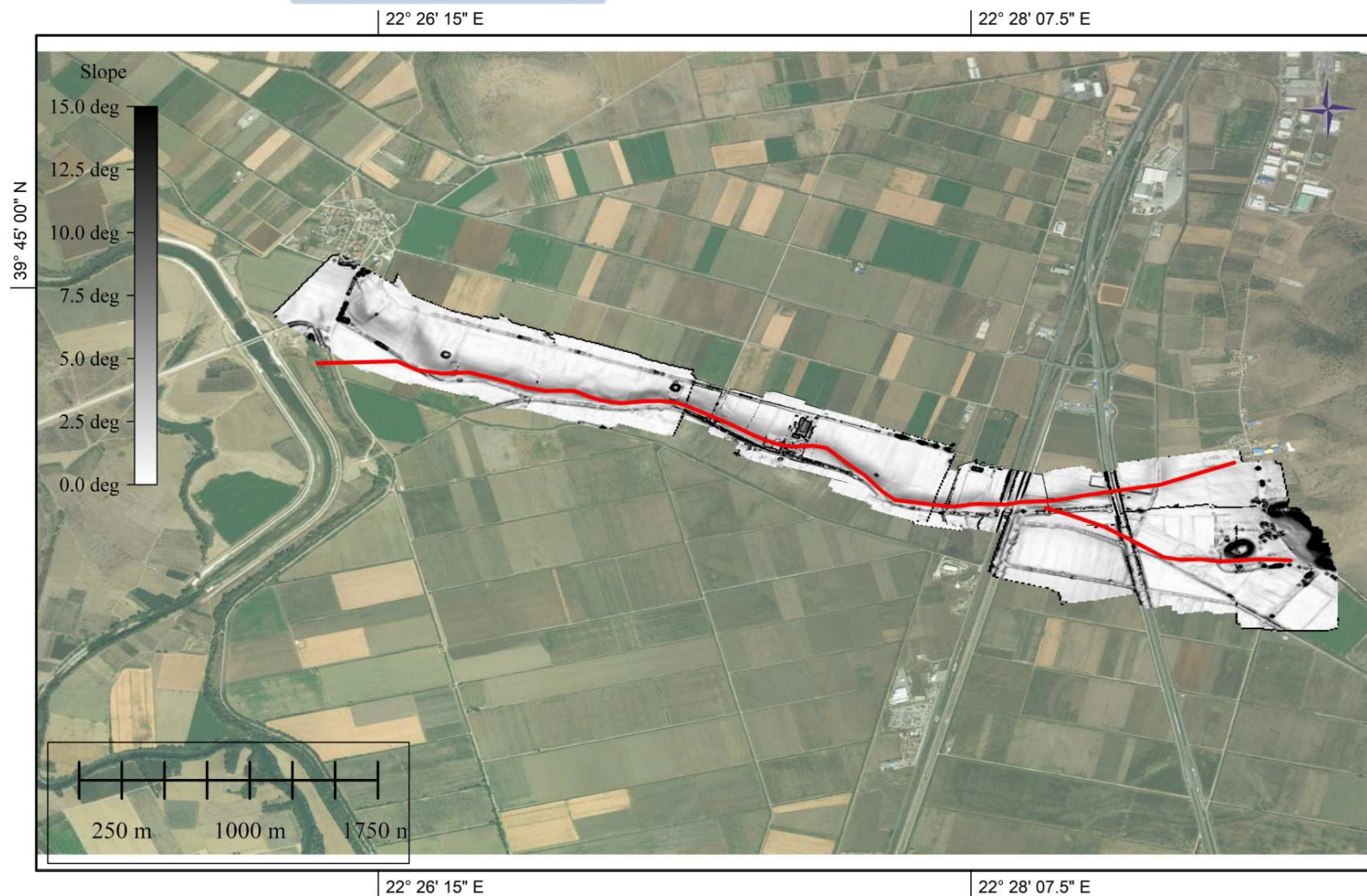
- Το νεότερο γεγονός χρονικά κυμαίνεται πριν από 1,42 έως 2,16 χιλιάδες χρόνια από σήμερα, με πιθανό σεισμικό συμβάν να έγινε πριν από 1,3 χιλιάδες χρόνια.
- Το δεύτερο γεγονός χρονικά κυμαίνεται πριν από 2,80 έως 3,77 χιλιάδες χρόνια πριν από σήμερα, με πιθανό σεισμικό συμβάν να έγινε πριν από 3,7 χιλιάδες χρόνια.
- Το τρίτο γεγονός κυμαίνεται χρονικά πριν από 3,77 έως 5,59 χιλιάδες χρόνια.
- Ένα επιπλέον σεισμικό γεγονός πιθανό να είχε συμβεί πριν από 5,59 χιλιάδες χρόνια.

Ο μέσος ρυθμός επανάληψης για το ρήγμα της Γυρτώνης φαίνεται να έχει την χρονική διάρκεια από 1,39 ($\pm 0,14$) έως 1,50 ($\pm 0,1$) χιλιάδες χρόνια με πιθανότερη την επανάληψη κάθε 1,40 ($\pm 0,12$) χιλιάδες χρόνια. Ο μέσος ρυθμός ολίσθησης φαίνεται να κυμαίνεται από 1,50 ($\pm 0,1$) έως 0,40 ($\pm 0,03$) με πιθανότερη ολίσθηση να είναι 0,43 ($\pm 0,04$) mm/έτος (Tsodoulos et al 2015).

Από τους δύο τελευταίους παλαιοσεισμούς που σημειώθηκαν στην περιοχή, αναγνωρίστηκε συνολική μετακίνηση 1,6m, με μέσο όρο μετακίνησης 0,8 m. Από τις ηλικίες των γεγονότων προκύπτει ένα διάστημα επανάληψης της τάξης μερικών χιλιάδων ετών. Από τα διαθέσιμα αποτελέσματα της χρονολόγησης, βγαίνει το συμπέρασμα ότι ο ρυθμός ολίσθησης φαίνεται να είναι ελαφρώς υψηλότερος από ότι είχε προταθεί προηγουμένως (Caruto 1995). Η σεισμική ιστορία του ρήγματος της Γυρτώνης, έως τώρα ήταν

σχετικά άγνωστη. Τα παλαιοσεισμολογικά δεδομένα προσφέρουν νέα άποψη και την βελτίωση των γνώσεων μας σχετικά με την τεκτονική δραστηριότητα που είχε συμβεί κατά την διάρκεια του Ολόκαινο, στην περιοχή της Γυρτώνης, έτσι ώστε να μπορέσουμε να κάνουμε καλύτερη αξιολόγηση του σεισμικού κινδύνου της Λάρισας.

Εφαρμόζοντας την τεχνική της αναλυτικής χαρτογράφησης της επιφάνειας του εδάφους με ΣμηΕΑ σε συνδυασμό με την επεξεργασία της τεχνικής Structure from Motion (SfM), δημιουργήθηκε ένα υψηλής ακρίβειας ψηφιακό μοντέλο της περιοχής του ρήγματος της Γυρτώνης. Το μοντέλο αποτελεί σχεδόν πίστη αναπαράσταση του εδάφους και μας επέτρεψε να αποτυπώσουμε και να αναλύσουμε την δομή του με μεγάλη ακρίβεια (σχήμα 7-96). Στην περιοχή αυτή, σε αντίθεση με την περιοχή της Ροδιάς, υπάρχει μια καθαρή εμφάνιση στην περιοχή του ρήγματος. Στην επιφάνεια της περιοχής διακρίνεται η αποτύπωση μιας ενεργού τεκτονικής. Από τα αποτελέσματα των παλαιοσεισμολογικών τομών στην περιοχή φαίνεται ότι το ρήγμα της Γυρτώνης έχει αργό ρυθμό ολίσθησης και δραστηριοποιείται ανά 1.400 χρόνια περίπου, με τελευταία ενεργοποίηση πριν από 1300 χρόνια. Στο σχήμα 7-96 αποτυπώνεται η εμφάνιση του ρήγματος της Γυρτώνης με την χρήση αναλυτικών μοντέλων ΣμηΕΑ που δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας διατριβής.



Σχήμα 7-103. Το ρήγμα της Γυρτώνης (GF) με κόκκινη γραμμή. Εμφάνιση μοντέλου σύμφωνα με την κλίση της επιφάνειας. Η αποτύπωση στο αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο που δημιουργήθηκε με την χρήση ΣμηΕΑ Υπόβαθρο χάρτη: δορυφορική εικόνα.

7.5. Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ

339000

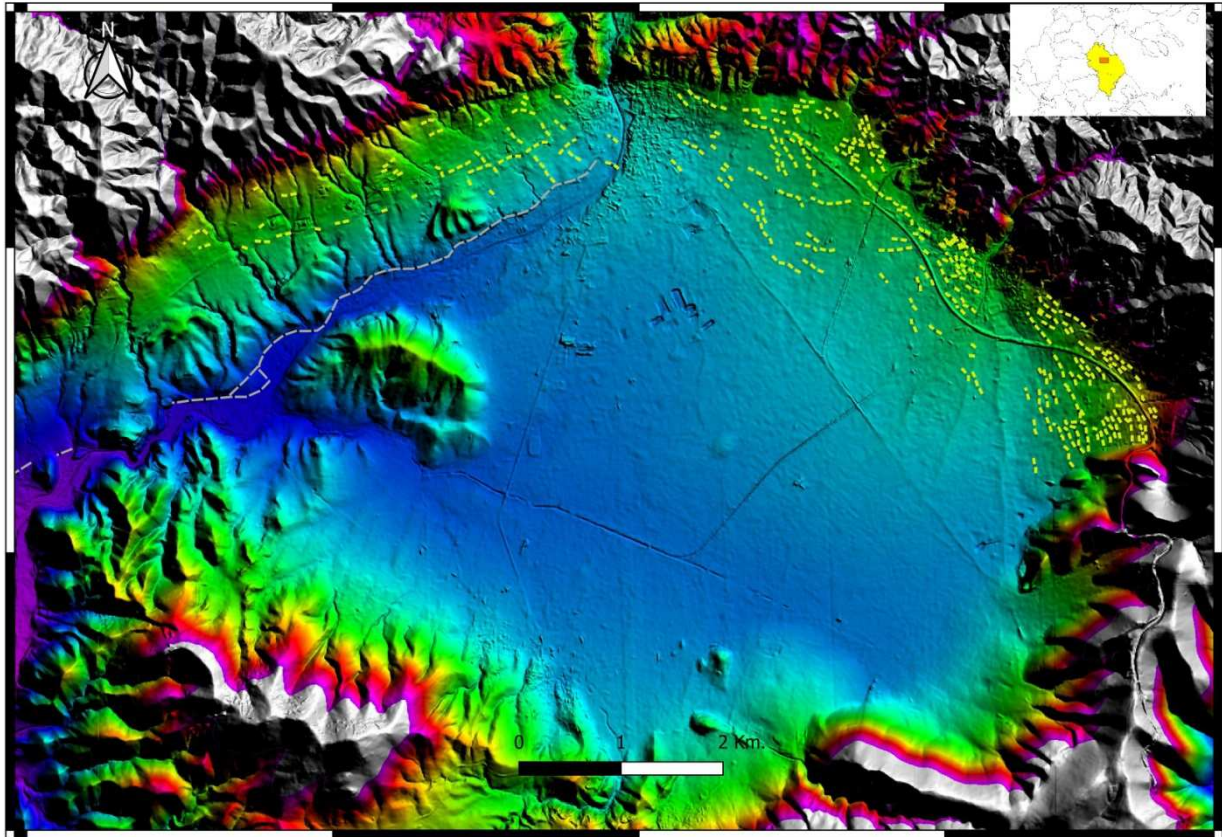
342000

345000

348000

4416000

4413000



Σχήμα 7-104. Η περιοχή της Ελασσόνας. Στη δυτική περιοχή εντοπίζεται ρηξιγενής επιφάνεια (γκρι διακεκομμένη γραμμή) με γενική διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ. Με την κίτρινη διακεκομμένη αποτυπώνονται μικρές επιφανειακές ασυνέχειες που εμφανίζονται στην επιφάνεια της περιοχής. Υπόβαθρο χάρτη: ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (07-09) με επιλεκτική χρωματική κλίμακα υψομέτρων (έγχρωμο), ενώ στην υπόλοιπη περιοχή το ίδιο μοντέλο με απεικόνιση hillshade.

Η περιοχή της Ελασσόνας παρουσιάζει επίσης νεοτεκτονικό ενδιαφέρον. Μια πρώτη ανάγνωση των μορφοτεκτονικών δεικτών του προηγούμενου κεφαλαίου δείχνει ότι η περιοχή είναι γενικά ενεργή. Οι δείκτες έδειξαν το δυτικό τμήμα ως το πιο ενεργό της περιοχής, αλλά επίσης στο βόρειο και το ανατολικό τμήμα διακρίνεται μία δραστηριότητα. Συγκεκριμένα στο σχήμα 7-104 διακρίνεται το ψηφιακό μοντέλο του κτηματολογίου με επιλεκτική χρωματική απεικόνιση ως προς τα υψόμετρα για την περιοχή της Ελασσόνας, ενώ ως υπόβαθρο χρησιμοποιείται το ίδιο μοντέλο σε ασπρόμαυρη απεικόνιση (hillshade). Στην βορειοδυτική περιοχή της Ελασσόνας διακρίνεται ένα ρηξιγενές πρηνές με διεύθυνση ΝΔ – ΒΑ (γκρι διακεκομμένη γραμμή). Η υψομετρική διαφορά της επιφάνειας εκατέρωθεν είναι κοντά στο όριο της δυνατότητας της απεικόνισης του μοντέλου (5m/pix) και δεν μπορεί να υπολογιστεί με μεγάλη ακρίβεια. Επίσης στην βόρεια πλευρά της Ελασσόνας εμφανίζονται διάσπαρτες μικρές ασυνέχειες ως επιφανειακές εξάρσεις (κίτρινη διακεκομμένη) παρόμοιες με αυτές που εμφανίζονται στην περιοχή της Ροδιάς. Οι περισσότερες από αυτές εμφανίζονται στην ανατολική πλευρά και λιγότερο στην βόρεια και στην δυτική πλευρά σχήμα 7-104. Οι επιφανειακές εξάρσεις στο σχήμα εμφανίζονται με την κίτρινη διακεκομμένη γραμμή.

Συγκρίνοντας αυτές τις δομές με τις αντίστοιχες της Ροδιάς, οι δομές αυτές έχουν τα χαρακτηριστικά ρηξιγενούς πρανούς. Στην περιοχή οι επιφανειακές εξάρσεις, πιθανό να προήλθαν από διαδοχικές επαναδραστηριοποιήσεις. Η δραστηριότητα αυτή αποτυπώνεται στο υδρογραφικό δίκτυο με τους μορφοτεκτονικούς δείκτες, αλλά και στην επιφάνεια του εδάφους δημιουργώντας τεκτονικές εξάρσεις. Στην εν λόγω περιοχή προκειμένου να αποτυπωθεί η επιφάνεια του εδάφους με λεπτομέρεια, μελλοντικά δύναται να πραγματοποιηθεί αναλυτική χαρτογράφηση με την χρήση ΣμηΕΑ. Το μοντέλο του Κτηματολογίου είναι ένα πολύ καλό εργαλείο για την ανίχνευση των τεκτονικών δομών και για την γενική εικόνα της περιοχής αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για λεπτομερείς μετρήσεις επιφάνειας, καθώς η δυνατότητα απεικόνισης είναι έως 5m/pix. Ως εκ τούτου αντικείμενα με διαστάσεις μικρότερης της ανάλυσης του DEM δεν δύναται να διακριθούν εύκολα.

7.6. ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΓΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Η μελέτη περιοχών με την χρήση αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στις γεωεπιστήμες. Σήμερα τα εμπορικά τετρακόπτερα που διατίθενται στην αγορά με ένα λογικό κόστος απόκτησης, παρέχουν αρκετές δυνατότητες και επιλογές. Η τελική ανάλυση των ψηφιακών μοντέλων που προκύπτει από την εναέρια χαρτογράφηση με την χρήση ΣμηΕΑ έχει μεγάλη ευκρίνεια και φτάνει την ακρίβεια εκατοστών ανά εικονοστοιχείο (cm/pix), ανάλυση που δεν υπάρχει στα διαθέσιμα ψηφιακά μοντέλα. Η τελική ανάλυση του παραγόμενου μοντέλου είναι άμεσα εξαρτώμενη από το υψόμετρο λήψεως των αεροφωτογραφιών, (όσο μικρότερο το υψόμετρο πτήσεων τόσο αναλυτικότερο το ψηφιακό μοντέλο που θα προκύψει). Η εμπειρία που αποκτήθηκε με την χαρτογράφηση των περιοχών των ρηγμάτων Γυρτώνης και Ροδιάς συνοψίζεται στους παρακάτω γενικούς κανόνες:

7.6.1. Προπαρασκευαστικό στάδιο – Διαδικασίες προετοιμασίας.

- Επιλογή της περιοχής χαρτογράφησης.
- Για την εν λόγω περιοχή χαρτογράφησης θα πρέπει να εξασφαλιστεί αρχικά το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως βάση αναφοράς για την διόρθωση του νέου μοντέλου. Τα ψηφιακά μοντέλα του Κτηματολογίου έτους 2007 – 2009 για την Ελλάδα είναι πλέον διαθέσιμα από τους συλλόγους Τοπογράφων Μηχανικών.
- Επιλογή του χρονοδιαγράμματος εκτέλεσης των πτήσεων λαμβάνοντας υπόψη της επικρατούσες καιρικές συνθήκες στην περιοχή. Καθότι τα ΣμηΕΑ διαθέτουν ηλεκτρικούς κινητήρες, είναι ευάλωτα στις καιρικές συνθήκες (βροχή, παγετός, υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες κλπ). Οι πτήσεις θα πρέπει να εκτελούνται με σχετικά αίθριο καιρό και ηλιοφάνεια αποφεύγοντας τις ακραίες συνθήκες.
- Έλεγχος και εποπτεία της περιοχής με την εφαρμογή Google Earth προκειμένου να γίνουν αντιληπτές οι δυσκολίες που μπορεί να προκύψουν τόσο ως προς την προσέγγιση στην περιοχή ενδιαφέροντος, όσο και στην εκτέλεση των πτήσεων.
- Σχεδιασμός της αποστολής, λαμβάνοντας υπόψη το εμβαδόν της περιοχής χαρτογράφησης, την απαιτούμενη ακρίβεια του παραγόμενου ψηφιακού μοντέλου, τον διαθέσιμο εξοπλισμό αλλά και την επάρκεια

μπυλαριών για την εκτέλεση της αποστολής. Για τον σχεδιασμό της αποστολής σε γενικές γραμμές λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- ο Η μορφολογία της περιοχής.
- ο Το ανάγλυφο της περιοχής εάν είναι ήπιο ή απότομο.
- ο Φυσικά ή τεχνικά εμπόδια κτίρια, υποδομές, πυλώνες κλπ.
- ο Οποιαδήποτε άλλο αντικείμενο (φυσικό ή τεχνικό) που μπορεί

να επηρεάσει την αεροφωτογράφιση και την πτήση.

- Κατάθεση σχεδίου πτήσεων στην ΥΠΑ. Οι πτήσεις του ΣμηΕΑ θα πρέπει να εκτελούνται από πιστοποιημένο χειριστή στην ΥΠΑ, που γνωρίζει τις διαδικασίες πτήσεων και περιπτώσεων εκτάκτου ανάγκης (παράρτημα).

7.6.2. Τελικό στάδιο – Διαδικασίες εκτέλεσης πτήσεων.

- Εκτέλεση διαδικασιών προ πτήσεως, ενεργοποίηση του ΣμηΕΑ. Οι διαδικασίες προ πτήσεως για τα ΣμηΕΑ περιγράφονται αναλυτικά στο παράρτημα (The Drone Project).

- Ενεργοποίηση της εφαρμογής εναέριας χαρτογράφησης. Για την εκτέλεση της χαρτογράφησης θα πρέπει να χρησιμοποιείται η αυτόματη πτήση και λήψη φωτογραφιών, χρησιμοποιώντας τις εφαρμογές που διατίθενται ελεύθερα για χρήση όπως το Pix4D ή Drone pilot κλπ. Η χειροκίνητη λήψη αεροφωτογραφιών δεν συνιστάται, καθώς δεν είναι εύκολο να καλυφτεί ομοιόμορφα η περιοχή και ως αποτέλεσμα να αφήνονται πολλά κενά.

- Επιλογή της μεθόδου χαρτογράφησης, κάθετη ή πλάγια.
- Επιλογή πολυγώνου περιοχής χαρτογράφησης και των σημείων έναρξης και πέρατος.
- Επιλογή της χρονική διάρκεια της κάθε πτήσης.
- Ρύθμιση των παραμέτρων της πτήσης του υψομέτρου και του πολυγώνου κάλυψης.
- Εκτέλεση της πτήσης.

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, το τετρακόπτερο UAV θα έχει καλύψει την περιοχή ενδιαφέροντος λαμβάνοντας μια σειρά αεροφωτογραφιών με μεγάλη επικάλυψη (70 ~ 80%). Εφόσον η περιοχή χαρτογράφησης υπερβαίνει τη δυνατότητα μίας πτήσεως, τότε επαναλαμβάνεται η διαδικασία για την κάλυψη της περιοχής ενδιαφέροντος. Μετά την ολοκλήρωση των πτήσεων, οι φωτογραφίες της περιοχής είναι διαθέσιμες για την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου.

7.6.3. Επιλογή βέλτιστων παραμέτρων λήψεως για γεωλογικές εφαρμογές.

- Ρύθμιση υψομέτρου πτήσεως ανάλογα με την ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου που πρέπει να επιτευχθεί. Δεδομένου ότι το μέγεθος ανάλυσης εικόνας του ΣμηΕΑ παραμένει σταθερό (εξαρτάται ανάλογα το μέγεθος του επεξεργαστή) η τελική ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου είναι άμεση εξαρτώμενη με το υψόμετρο λήψεως των φωτογραφιών. Σε χαμηλό υψόμετρο όπως για παράδειγμα κάτω των 50 m, λαμβάνονται αρκετές φωτογραφίες με πολύ καλή ανάλυση και το ψηφιακό μοντέλο που θα προκύψει θα έχει αρκετά καλή ανάλυση. Σε μεγαλύτερα υψόμετρα (100m ή και μεγαλύτερο) λαμβάνονται λιγότερες φωτογραφίες για την ίδια περιοχή μελέτης και το μοντέλο που θα προκύψει θα έχει λιγότερη ανάλυση από το προηγούμενο με λιγότερο αριθμό φωτογραφιών. Ενδεικτικά, σημειώνεται ότι

για υψόμετρο 43m, η ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου που προκύπτει είναι 1,12 cm/pix ενώ για υψόμετρο πτήσεως 97m η ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου είναι 2,44 cm/pix. Θα πρέπει να εφαρμόζεται η χρυσή τομή μεταξύ του υψομέτρου πτήσεως με τον αριθμό φωτογραφιών που λαμβάνονται και την τελική ανάλυση του μοντέλου.

- Επιλογή μεθόδου αεροφωτογράφισης σε σχέση με την επιφάνεια του εδάφους. Από την φυσική επιφάνεια του εδάφους εξαρτάται η μέθοδος αεροφωτοχαρτογράφησης που θα επιλεγεί.

- ο Μέθοδοι εναέριας φωτογράφισης (σχήμα 7-106):

- Κάθετη όταν ο φακός της μηχανής είναι κάθετα ή σχεδόν κάθετα (με μικρή κλίση έως 5°) με την επιφάνεια του εδάφους.
- Ελαφρώς πλάγιες με κλίση από 5° έως 30° .
- Πλάγιες με κλίση από 30° έως 60° .
- Πολύ πλάγιες, όταν περιλαμβάνεται ο ορίζοντας του εδάφους
- Οριζόντιες αεροφωτογραφίες με τον οπτικός άξονας του ορίζοντα διακρίνεται στην φωτογραφία.
- Ζενίθιες αεροφωτογραφίες.

- ο Όταν η επιφάνεια του εδάφους είναι ήπια με ομαλή κλίση και χωρίς απότομο ανάγλυφο, όπως είναι η περιοχή μελέτης στην Ροδιάς και Γυρτώνης, η εφαρμογή της κάθετης αεροφωτογράφισης είναι αρκετή για να αποτυπώσει και να αποκαλύψει όλα τα επιφανειακά χαρακτηριστικά.

- ο Σε περιοχές όπου η φυσική επιφάνεια έχει απότομο ανάγλυφο με έντονες εξάρσεις και βυθίσματα, υπάρχει η πιθανότητα να εμφανίζονται τμήματα περιοχών που δεν μπορούν να αποτυπωθούν μόνο με την κάθετη αεροφωτογράφιση. Τα τμήματα αυτά θα εμφανίζονται ως κενά μέσα στο ψηφιακό μοντέλο. Στην περίπτωση αυτή εκτός από την κάθετη αεροφωτογράφισης, θα πρέπει να συμπληρωθεί η περιοχή με επιπλέον πλάγιες αεροφωτογραφίες, προκειμένου να καλυφθεί πλήρως η επιφάνεια του εδάφους. Επίσης η συμπληρωματική πλάγια αεροφωτογράφιση μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα τμήμα αντί όλης της περιοχής μελέτης. Σε κάθε περίπτωση σε μια περιοχή, συνιστάται να προηγείται η κάθετη αεροφωτογράφιση που θεωρείται και ως χαρτογραφική.

- ο Όλες οι μέθοδοι μπορούν να συνδυαστούν προκειμένου να έχουμε το βέλτιστο αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα η εναέρια χαρτογράφιση σε μια περιοχή, δύναται να αρχίσει με την κάθετη μέθοδο και να συμπληρωθεί όπου απαιτείται με πλάγιες αεροφωτογραφίες ή και με λήψεις από χαμηλότερο υψόμετρο, προκειμένου να αποτυπωθούν όλα τα επιφανειακά χαρακτηριστικά.

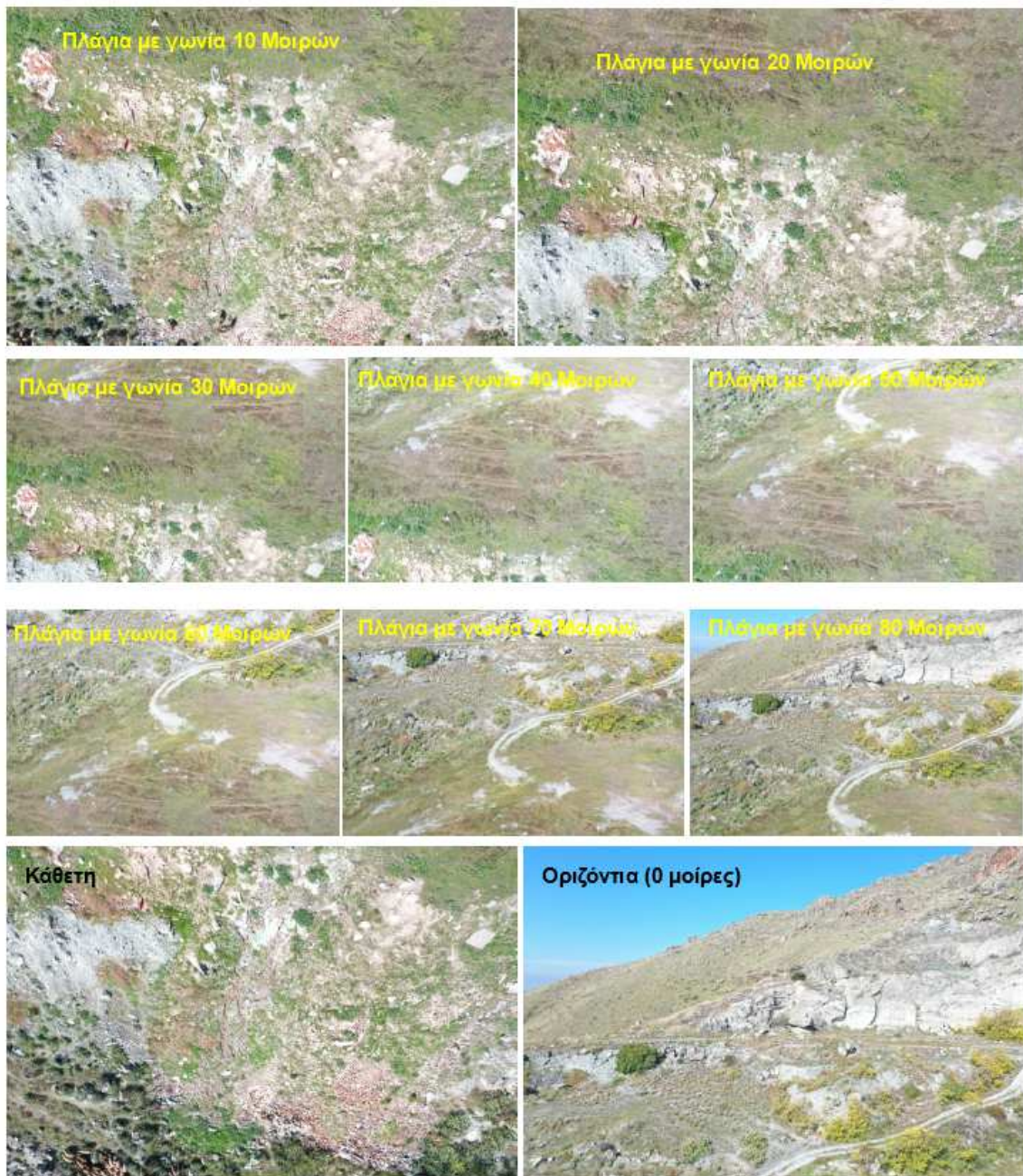
Η ανωτέρω διαδικασία της εναέριας χαρτογράφισης με την χρήση ΣμηΕΑ, συνοπτικά και σε γενικές γραμμές παρατίθεται στο επόμενο διάγραμμα ροής.

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ – ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ**ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ – ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΠΤΗΣΕΩΝ****ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

Σχήμα 7-105. Σχηματικό διάγραμμα διαδικασιών εναέριας χαρτογράφησης με την χρήση ΣμηΕΑ.



Σχήμα 7-106. Μέθοδοι αεροφωτογράφισης σε σχέση με την γωνία λήψεως της φωτογραφικής κάμερας, σε περιοχή με ομαλή κλίση και ήπιο ανάγλυφο στην περιοχή στην Γυρτώνης.



Σχήμα 7-107. Μέθοδοι αεροφωτογράφισης σε σχέση με την γωνία λήψεως της φωτογραφικής κάμερας σε περιοχή με απότομο ανάγλυφο με έντονες εξάρσεις και βυθίσματα στην περιοχή της Χασάμπαλης, Συκουρίου Λάρισας.

7.7.ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ (ΣΜΗΕΑ)

Σε όλα τα τετρακόπτερα από τα μικρά έως τα μεγαλύτερα μοντέλα περιλαμβάνεται ενσωματωμένο όργανο GPS για την λήψη συντεταγμένων. Οι συντεταγμένες της περιοχής περιέχονται σε κάθε φωτογραφία (x,y,z) όπου λαμβάνονται οι συντεταγμένες με το ενσωματωμένο όργανο GPS κατά την διάρκεια της πτήσεως (Geotagging). Με τα διαθέσιμα προγράμματα φωτογραμμετρίας ή με την απευθείας επεξεργασία των δεδομένων σε κατάλληλους ιστότοπους (Pix4D ή Drone Deploy), μπορούμε να πάρουμε ένα πολύ καλό ψηφιακό μοντέλο με όλα τα παράγωγα ορθοφωτοχάρτη, ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων (DEM) και νέφος σημείων (point cloud).

Στην ενότητα που ακολουθεί θα γίνει ανάλυση της ακρίβειας που έχει επιτευχθεί στα ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο της εκπόνησης της παρούσας διατριβής. Ως δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν τα ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν από την λήψη αεροφωτογραφιών του εμπορικού τετρακόπτερο της Dji Phantom 4 pro, με κύρια χαρακτηριστικά μέγεθος αισθητήρα κάμερας 1'' και δυνατότητα λήψεως φωτογραφιών μεγέθους 20 Mb.

Για την περίπτωση της εναέριας αποτύπωσης με την χρήση ΣμηΕΑ στην διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται στο σφάλμα που περιέχεται στα νέα ψηφιακά μοντέλα που προκύπτουν από την ανάλυση των φωτογραφιών με τα προγράμματα φωτογραμμετρίας, συνήθως επιμερίζεται σε δύο σφάλματα, στο απόλυτο και το σχετικό σφάλμα.

Το απόλυτο σφάλμα ή απόλυτη ακρίβεια, συσχετίζεται ως η διαφορά των συντεταγμένων μεταξύ σημείων του νέου ψηφιακού μοντέλου (ΣμηΕΑ) και των πραγματικών γεωδαιτικών συντεταγμένων της Γης στη συγκεκριμένη θέση. Συγκεκριμένα το σφάλμα στην περίπτωση αυτή αναφέρεται το κατά πόσο κοντά είναι οι συντεταγμένες στο γεωγραφικό πλάτος, μήκος και υψομέτρου. Για τον υπολογισμό του απόλυτου σφάλματος χρησιμοποιούνται γεωδαιτικά δορυφορικά όργανα (RTK, GPS), όπου λαμβάνονται οι συντεταγμένες σε συγκεκριμένα σημεία με την χρήση δορυφορικών δεδομένων για σύγκριση με τις αντίστοιχες συντεταγμένες του νέου ψηφιακού μοντέλου.

Το σχετικό σφάλμα ή τοπική ακρίβεια, έχει σχέση με το πόσο κοντά είναι οι συντεταγμένες ενός pixel ή αντικειμένου του νέου ψηφιακού μοντέλου (ΣμηΕΑ) σε σχέση με ένα άλλο ψηφιακό μοντέλο που θεωρείται ως σημείο αναφοράς. Εναλλακτικά μπορεί να μετρηθούν πραγματικές αποστάσεις για να συγκριθούν με την αντίστοιχη απόσταση στο νέο ψηφιακό μοντέλο ή να μετρηθούν αντικείμενα της περιοχής και πως τοποθετούνται στο ανακατασκευασμένο μοντέλο.

Σε γενικές γραμμές οι παράμετροι που επηρεάζουν την ακρίβεια των ψηφιακών μοντέλων που έχουν δημιουργηθεί με την χρήση ΣμηΕΑ είναι:

- Το ύψος πτήσεων του ΣμηΕΑ. Γενικά όσο αυξάνεται το ύψος λήψεως των αεροφωτογραφιών, τόσο μεγαλώνει το μέγεθος του εικονοστοιχείου (pixel) αλλά και το σφάλμα του μοντέλου.
- Το ανάγλυφο της περιοχής. Σε περιοχές με έντονο ανάγλυφο η διαδικασία διόρθωσης του μοντέλου γίνεται δυσκολότερη, καθώς απαιτεί περισσότερα σημεία ελέγχου (GCP) με το σφάλμα έχει την τάση να μεγαλώνει περισσότερο, σε σύγκριση με περιοχές ηπιότερου αναγλύφου, όπου το μοντέλο διορθώνεται πιο εύκολα και με λιγότερα σημεία ελέγχου.
- Εξίσου σημαντικός παράγοντας σφαλμάτων είναι και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του τετρακόπτερου με κυριότερα, το μέγεθος του αισθητήρα της φωτογραφικής μηχανής και το μέγεθος του οπτικού φακού λήψεως φωτογραφιών. Όσο καλύτερα είναι τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πτητικού μέσου τόσο λιγότερο είναι το μέγεθος των σφαλμάτων.
- Επίσης τα σφάλματα ενός ψηφιακού μοντέλου είναι άμεσα εξαρτώμενα από τον αλγόριθμο επεξεργασίας των φωτογραφιών του προγράμματος επεξεργασίας. Για τα ψηφιακά μοντέλα που εκπονήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσης διατριβής χρησιμοποιήθηκε το PhotoScan Professional της Agisoft. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα παρουσιάζει μία μέση μετακίνηση περίπου $2,50 \pm 0,26\text{m}$ στο κέντρο του μοντέλου, ενώ προς τα

άκρα η μετακίνηση μεγαλώνει έως περίπου $3,29 \pm 0,51\text{m}$, σύμφωνα με Taleatha Pell et al 2022.

Για τα ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής δεν υπήρχαν διαθέσιμες δορυφορικές μετρήσεις με την χρήση δορυφορικών οργάνων (RTK, GPS). Ως εκ τούτου δεν είναι εφικτό ο υπολογισμός του απόλυτου σφάλματος ή της απόλυτης ακρίβειας των συντεταγμένων. Στη συνέχεια γίνεται προσέγγιση του σχετικού σφάλματος των νέων ψηφιακών μοντέλων σε σχέση με το ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου το οποίο λαμβάνεται ως σημείο αναφοράς.

Για τον υπολογισμό του σφάλματος χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της Εθνικού Κτηματολογίου & Χαρτογράφησης Α.Ε. Το DEM του Κτηματολογίου Α.Ε., δημιουργήθηκε με την εφαρμογή της μεθόδου της φωτογραμμετρίας από αεροφωτογραφίες κλίμακας 1:25000 περίπου που λήφθηκαν το έτος 2007-2009. Το μέγεθος του οριζόντιου εικονοστοιχείου (pixel) έχει διαστάσεις 5,00m, ενώ το κατακόρυφο 3,92m. Ως επικάλυψη χρησιμοποιήθηκε ο ορθοφωτοχάρτη του Κτηματολογίου έτους 2015-2017, που αποτυπώθηκε από τον πρότυπο χάρτη από την επίσημη ιστοσελίδα της ΟΚΧΕ, για τις ανάγκες της παρούσας διατριβής. Για τον υπολογισμό του σχετικού σφάλματος των νέων ψηφιακών μοντέλων (ΣμηΕΑ), χρησιμοποιήθηκαν πρόσθετα σημεία ελέγχου ομοιόμορφα κατανεμημένα μέσα σε όλη την περιοχή, διαφορετικά από τα αρχικά σημεία που λήφθηκαν ως GCP για την διόρθωση των αρχικών μοντέλων.

Ο υπολογισμός των συντεταγμένων έγινε δύο φορές, μία με χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλο DEM του Κτηματολογίου. Και μία δεύτερη χρησιμοποιώντας το νέο αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο του ΣμηΕΑ. Συνολικά για τον έλεγχο στην περιοχή της Ροδιάς χρησιμοποιήθηκαν 28 σημεία σχήμα 7-108. Για τις συντεταγμένες χρησιμοποιήθηκε το ίδιο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87. Η διαδικασία υπολογισμού ακολουθεί τα κάτωθι βήματα:

- Υπολογισμός των αντίστοιχων συντεταγμένων (γεωγραφικό πλάτος, μήκος και υψόμετρο) και στα δύο ψηφιακά μοντέλα Κτηματολογίου και ΣμηΕΑ.
- Υπολογισμός της διαφοράς των συντεταγμένων.
- Υπολογισμός της απόλυτης διαφοράς.
- Υπολογισμός της τετραγωνικής ρίζας του μέσου τετραγωνικού σφάλματος RMSE σύμφωνα με τον κάτωθι τύπο:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (K_i - U_i)^2 / n} \text{ σχέση 7.4.1, όπου,}$$

- RMSE, Root Mean Square Error, η τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος.
- K_i , οι συντεταγμένες ενός σημείου στο μοντέλο του Κτηματολογίου.
- U_i , οι συντεταγμένες στο ίδιο σημείο του μοντέλο ΣμηΕΑ (UAV).
- n , ο συνολικός αριθμός των σημείων που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο.

Ο υπολογισμός του σφάλματος του υψομέτρου έγινε απευθείας με την σχέση 7.1 και με την χρήση των επιμέρους συντεταγμένων, ενώ για τις οριζόντιες συντεταγμένες χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή του διανύσματος με τη σχέση 7.2:

$XY_{\text{error}} = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}$ σχέση 7.4.2. όπου:

- x_i η απόλυτη διαφορά των οριζόντιων συντεταγμένων των δύο μοντέλων ως προς τον άξονα Χ.
- y_i η απόλυτη διαφορά των οριζόντιων συντεταγμένων των δύο μοντέλων ως προς τον άξονα Υ.
- XY_{error} , το συνολικό σφάλμα του διανύσματος Χ,Υ.

Ενδεικτικά παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός του σφάλματος ενός επιμέρους ψηφιακού μοντέλου από την περιοχή της Ροδιάς.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (ARG 5,6)	
Επιφάνεια χαρτογράφησης Km ²	0,312
Αριθμός φωτογραφιών	448
Ανάλυση μοντέλου (Ground Resol) cm/pix	3,62
Μέσο ύψος πτήσης (m)	83,6

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Χ)	UAV (Χ)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 5	354056,154	354057,322	-1,168	1,168
GCP 6	353942,993	353942,993	0,012	0,012
GCP 7	354140,81	354140,81	-0,431	0,431

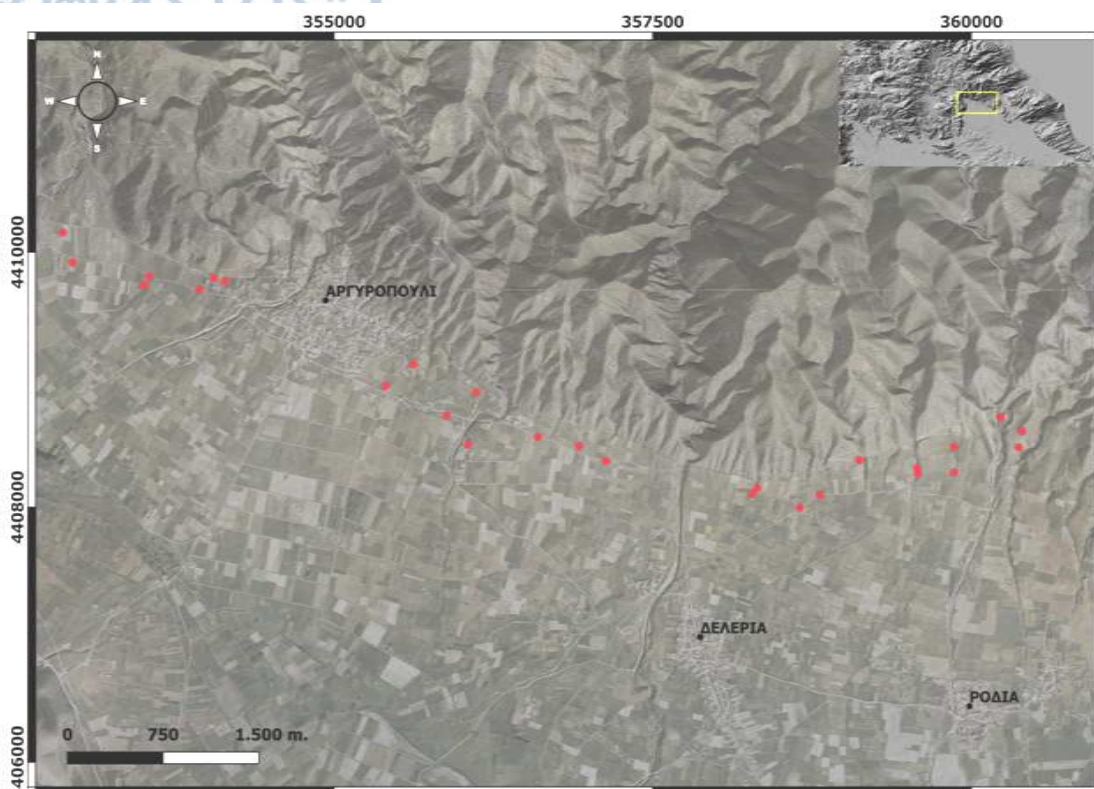
ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Υ)	UAV (Υ)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 5	4409798,519	4409799,241	-0,722	0,722
GCP 6	4409706,481	4409706,696	-0,215	0,215
GCP 7	4409772,648	4409773,241	-0,593	0,593

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΔΙΑΦΟΡΑ (Χ)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Υ)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 5	1,168	0,722	1,3731
GCP 6	0,012	0,215	0,2153
GCP 7	0,431	0,593	0,7331

Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE:0,9072m

ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Χ)	UAV (Χ)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 5	103,455	102,65	0,805	0,805
GCP 6	86,002	85,73	0,272	0,272
GCP 7	105,369	104,868	0,501	0,501

Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE0,5695m



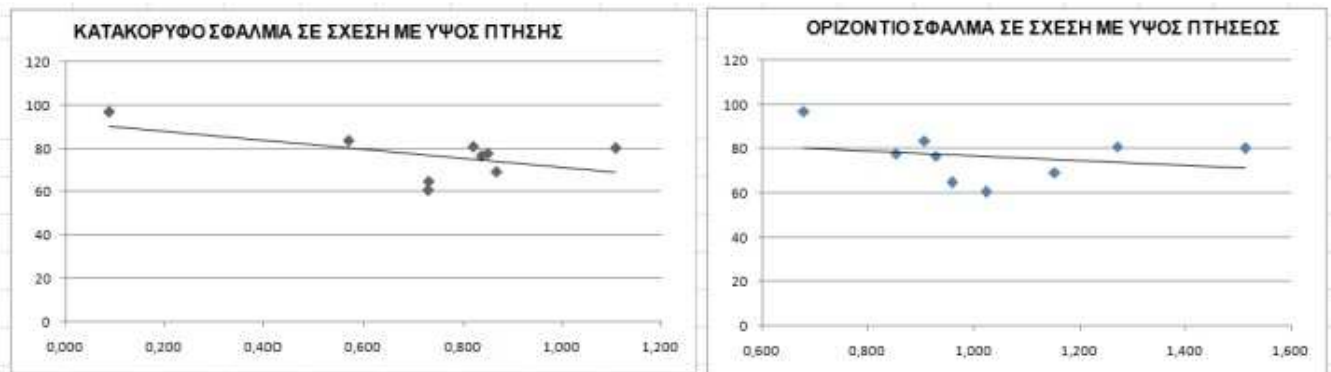
Σχήμα 7.108. Χάρτης της περιοχής Ροδιάς με τα σημεία GCP που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο του μέσου τετραγωνικού σφάλματος των αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων που υλοποιήθηκαν με την χρήση ΣμηΕΑ.

Συνολικά τα στοιχεία για όλη την περιοχή της Ροδιάς από την διαδικασία ανάλυσης των σφαλμάτων ταυτοποίησης που υπολογίστηκαν για τα νέα ψηφιακά μοντέλα (ΣμηΕΑ) διακρίνονται στον επόμενο πίνακα, όπου αναγράφεται το οριζόντιο και κατακόρυφο σφάλμα σε κάθε περίπτωση.

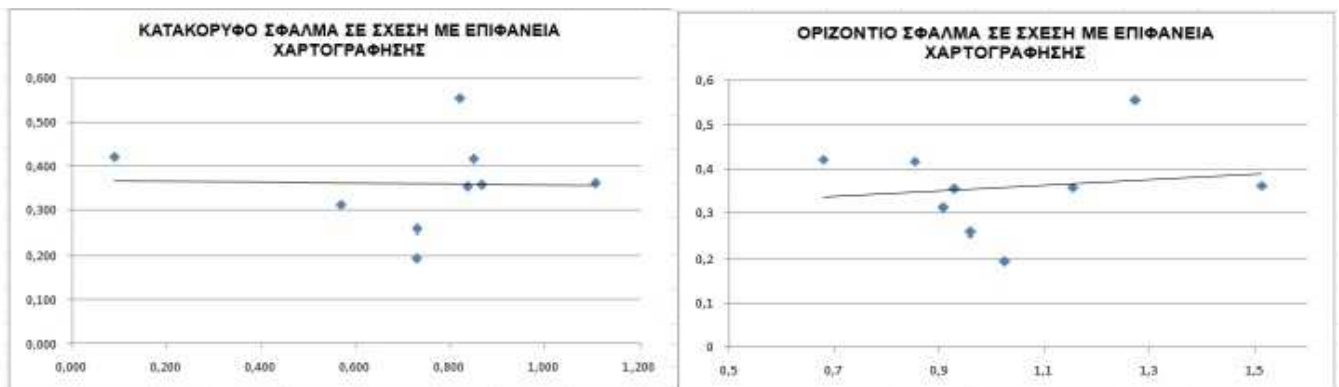
ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ	ΠΕΡΙ ΟΧΗ Km ²	ΦΩΤΟ ΓΡΑΦΙ ΕΣ	GROUND RESOL cm/pix	ΜΕΣΟ ΥΨΟΣ ΠΤΗΣΗ Σ (m)	Κατακόρυφο Σφάλμα (υψομέτρου) (m)	Οριζόντιο σφάλμα (διάνυσμα ΧΥ) (m)
ARG3,4,5	0,555	1077	3,1	80,8	0,8213	1,2722
ARG5,6	0,312	448	3,62	83,6	0,5695	0,9072
ARG7	0,362	473	3,0	80,2	1,1092	1,5141
ARG10	0,417	837	2,91	77,7	0,8508	0,8525
ARG11	0,194	928	1,5	60,8	0,7299	1,0238
RODIA 2	0,358	1241	1,78	69,3	0,8681	1,1538
RODIA 3-1	0,354	1274	1,9	76,6	0,8379	0,9278
RODIA 3-2	0,258	853	1,59	64,8	0,7310	0,9591
RODIA 4	0,421	1190	2,42	96,8	0,0891	0,6787

Πίνακας 7.8. Τα κύρια χαρακτηριστικά και τα επιμέρους σφάλματα (οριζόντιο και κατακόρυφο) που υπολογίστηκαν από τα ανεξάρτητα ψηφιακά μοντέλα που απαρτίζουν το συνολικό ψηφιακό μοντέλο της Ροδιάς.

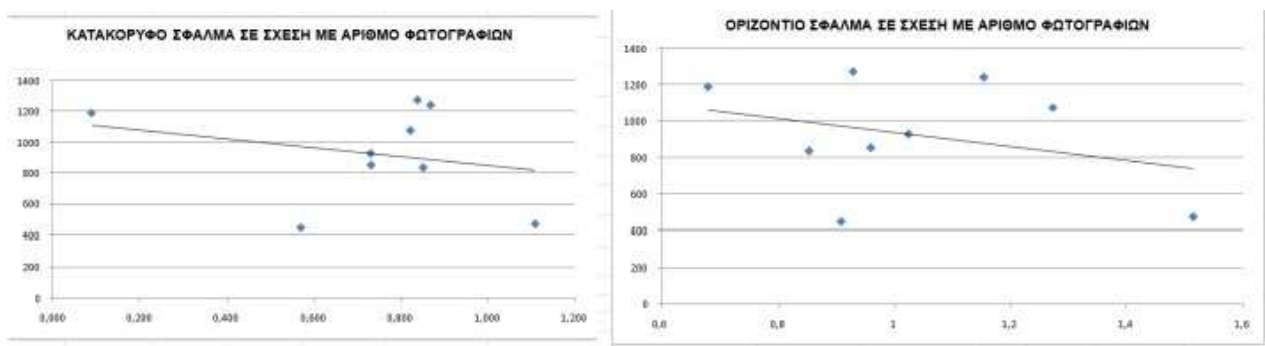
Τα κύρια χαρακτηριστικά των σφαλμάτων που υπολογίστηκαν από την εφαρμογή των εξισώσεων 7.1 και 7.2 για όλα τα επιμέρους ψηφιακά μοντέλα που απαρτίζουν το συνολικό μοντέλο της περιοχής Ροδιάς, σε σχέση με το ύψος χαρτογράφησης, το μέγεθος της επιφάνειας αλλά και τον αριθμό φωτογραφιών για κάθε μοντέλο ξεχωριστά, απεικονίζονται συνολικά στα κάτωθι διαγράμματα.



Σχήμα 7.109. Γραφική παράσταση σφαλμάτων κατακόρυφου και οριζόντιου του ψηφιακού μοντέλου ΣμηΕΑ, σε σχέση με το μέσο ύψος πτήσεως.



Σχήμα 7.110. Γραφική παράσταση σφαλμάτων κατακόρυφου και οριζόντιου του ψηφιακού μοντέλου ΣμηΕΑ, σε σχέση με την επιφάνεια χαρτογράφησης.



Σχήμα 7.111. Γραφική παράσταση σφαλμάτων κατακόρυφου και οριζόντιου του ψηφιακού μοντέλου ΣμηΕΑ, σε σχέση με τον αριθμό φωτογραφιών.

Ο μέσος όρος των τιμών για το οριζόντιο μέσο τετραγωνικό σφάλμα κυμαίνεται, περίπου από 0,8m έως 1,1m, ενώ το συνολικό σφάλμα για όλη

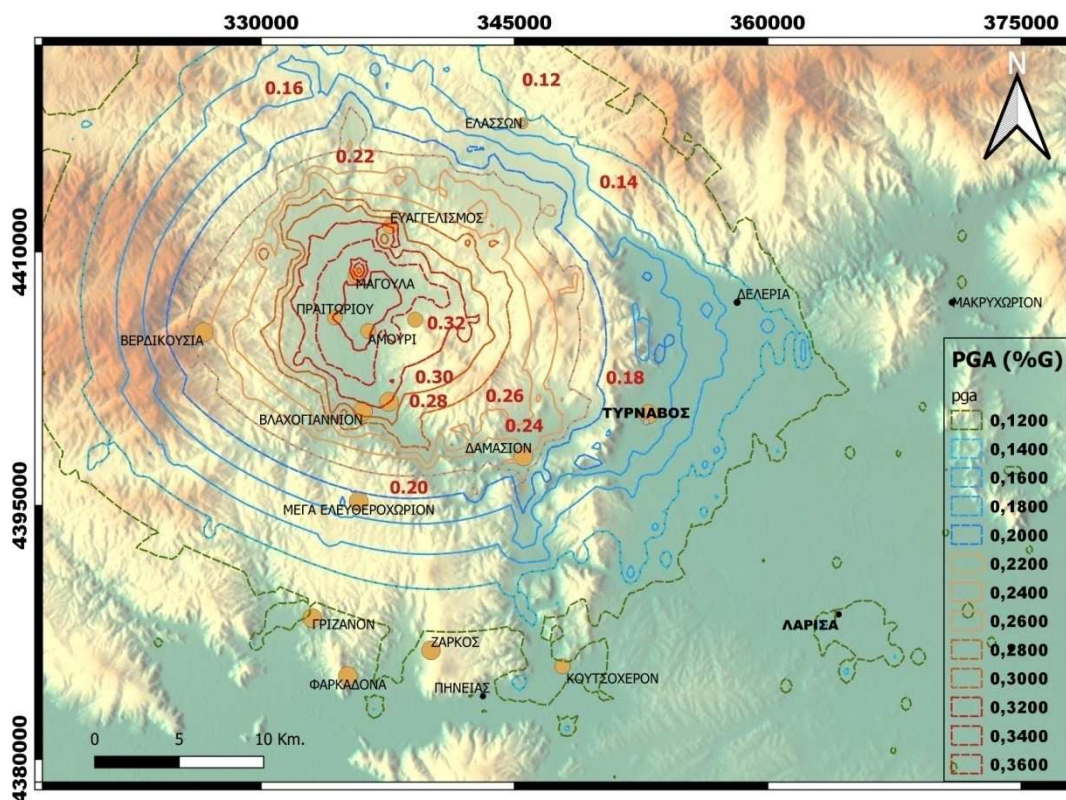
την περιοχή βασισμένο σε 28 σημεία ελέγχου (GCP), για την περιοχή της Ροδιάς είναι $RMSE = 0,9821$ m. Ο μέσος όρος των τιμών για το κατακόρυφο μέσο τετραγωνικό σφάλμα, κυμαίνεται περίπου 0,5m έως 0,9m, ενώ το συνολικό μέσο κατακόρυφο τετραγωνικό σφάλμα είναι $RMSE = 0,7821$ m.

Όλοι οι αναλυτικοί πίνακες των σφαλμάτων που υπολογίστηκαν για κάθε επιμέρους ψηφιακά μοντέλο αλλά και συνολικά για όλη την περιοχή που ελέγχθηκε, παρουσιάζονται αναλυτικά στα παράρτημα.

Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) του ψηφιακού μοντέλου του Κτηματολογίου, σύμφωνα με ερευνητικά δεδομένα Ελληνικών επιστημονικών εργασιών που μελέτησαν το σφάλμα του μοντέλου του Κτηματολογίου Α.Ε., κυμαίνεται από 1 έως 2,5 m περίπου ($RMSE = 1,51$ Μαρίνα Μαρίου διπλωματική εργασία 2013, $RMSE = 2,49$, Μαρίνα Μακή διπλωματική εργασία 2018). Το μοντέλο του Κτηματολογίου χρησιμοποιήθηκε ως βάση αναφοράς για την διόρθωση των νέων ψηφιακών μοντέλων. Στην περίπτωση της περιοχής της Ροδιάς, το συνολικό μέσο σχετικό οριζόντιο τετραγωνικό σφάλμα είναι $RMSE = 0,9821$, ενώ το συνολικό σχετικό μέσο κατακόρυφο τετραγωνικό σφάλμα είναι $RMSE = 0,7821$ m. Τα συνολικά σφάλματα της Ροδιάς που υπολογίστηκαν θα πρέπει να προστεθούν στα σφάλματα που περιέχεται στο μοντέλο του Κτηματολογίου, προκειμένου να γίνει μια εκτίμηση του απόλυτου σφάλματος της περιοχής. Συγκεντρωτικά το συνολικό σφάλμα που υπολογίστηκε προσδιορίζεται να είναι εντός του διαστήματος από $2,50 \pm 0,26$ m έως $3,29 \pm 0,51$ m και εναρμονίζεται πλήρως με τις τιμές σφαλμάτων των μοντέλων που υπολογίστηκαν σε ερευνητικές εργασίες χρησιμοποιώντας εμπορικά τετρακόπτερα (DJI Phantom 4 Pro) για την λήψη φωτογραφιών και τη χρήση του προγράμματος φωτογραμμετρίας Agisoft για τον υπολογισμό των ψηφιακών μοντέλων, σύμφωνα με Taleatha Pell et al 2022.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΚΤΩ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ



ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΥΡΙΟΥ ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΟΥ 3-3-2021

Καμπύλες οριζόντιας επιτάχυνσης (shape files) από Εθνικό αστεροσκοπείο Αθηνών, Hellenic strong motion network, (<https://accelnet.gein.noa.gr/shakemaps/>), υπόβαθρο χάρτη relief map (sas planet).

8 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Γενικά η περιοχή της βόρειας λεκάνης της Λάρισας, είναι χώρος όπου εδράζονται αρκετά ρήγματα (Pavlidis et al 2006). Συγκεκριμένα πλησίον του πολεοδομικού ιστού της πόλης της Λάρισας δραστηριοποιούνται δύο ρήγματα. Το πρώτο είναι του Ασμακίου (AF) και διέρχεται από την βορειοανατολική πλευρά της πόλης (σχήμα 7-1). Το συγκεκριμένο ρήγμα φαίνεται ότι συνδέεται με τον ισχυρό σεισμό της 1^{ης} Μαρτίου 1941, (Caputo 2005, Παπαϊωάννου 2017, Κουσκουνά, 2001), με αρκετά πλούσια μετασεισμική ακολουθία. Είχαν προηγηθεί του κυρίου σεισμού μία προσεισμική ακολουθία. Ενώ ακολούθησαν και δύο ισχυροί μετασεισμοί την 14η Μάιου 1941 και 1η Ιουνίου το 1942. Με βάση τα ιστορικά σεισμικά δεδομένα, στην περιοχή του Ασμακίου, λαμβάνοντας υπόψη και τον χαμηλό ρυθμό ολίσθησης που παρατηρείται στην βορειοανατολική Θεσσαλία, όπως προκύπτει από τις έως τώρα ερευνητικές εργασίες για τα ρήγματα της περιοχής, δεν είναι πιθανή μία ενεργοποίηση στο προσεχές μέλλον.

Η δεύτερη ρηξιγενής επιφάνεια στο ρήγμα της Λάρισας (LF) εντοπίζεται στο αντίθετο άκρο, νοτιοδυτικά της πόλεως. Το συγκεκριμένο ρήγμα πιθανό να δραστηριοποιήθηκε στις 9 Ιανουαρίου του 1892, στο οποίο παρατηρήθηκε επίσης προσεισμική ακολουθία λίγους μήνες νωρίτερα. Ο συγκεκριμένος σεισμός είχε πλούσια μετασεισμική ακολουθία με ισχυρούς μετασεισμούς σε διάστημα αρκετών μηνών και ετών μετά το κύριο συμβάν καθώς η μετασεισμική ακολουθία επεκτάθηκε έως το 1900 (15 Μάιου), με τον τελευταίο μεγάλο μετασεισμό στην περιοχή να είναι μεγέθους 5,7 (Παπαϊωάννου 2019).

Εκτός από τα ρήγματα που διέρχονται από τον πολεοδομικό ιστό της πόλης της Λάρισας, δραστηριοποιούνται και ρηξιγενείς επιφάνειες σε κοντινή απόσταση λίγων χιλιομέτρων από την πόλη (σχήμα 7-1).

Προκειμένου να γίνει μία εκτίμηση, εξετάζονται διαφορά υποθετικά σενάρια για την σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής, με την ενεργοποίηση των ρηγμάτων της περιοχής. Ως δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα που προέκυψαν από την αναλυτική χαρτογράφηση των ρηγμάτων, με την χρήση ψηφιακών μοντέλων ΣμηΕΑ. Επίσης ως δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν τα κύρια χαρακτηριστικά των ενεργών ρηγμάτων για το μήκος, πλάτος και γωνία (GreDaSS, Caputo et al 2010).

Συγκεκριμένα, θα εξετάστηκαν πέντε υποθετικά σενάρια, για την σεισμική επικινδυνότητα την ευρύτερης περιοχής, για κύριο σεισμό, ανάλογα με την δυναμική και τα χαρακτηριστικά του κάθε ρήματος.

Για τον υπολογισμό του μεγέθους του κυρίου γεγονότος, εφαρμόστηκαν οι εξισώσεις που υπολογίζουν το μέγεθος σε σχέση με το μήκος διάρρηξης, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του καθενός.

Εξίσωση	Mw/Ms
Wells & Coppersmith (1994)	$M_w = 4,86 + 1,32 \log(SRL)$ (8.1)
Ambraseys & Jackson (1998)	$M_s = 5,13 + 1,14 \log(L)$ (8.2)
Pavlidis & Caputo (2004)	Max: $M_s = 1,21 \log(SRL) + 5,48$ (8.3)
Pavlidis & Caputo (2004)	$M_s = 0,9 \log(SRL) + 5,48$ (8.4)
Pavlidis & Caputo (2004)	Min: $M_s = 1,42 \log(SRL) + 4,36$ (8.5)

Πίνακας 8-1. Εμπειρικές σχέσεις μεγέθους – μήκους ρήγματος.

Όπου:

M_w = μέγεθος ροπής,

M_s = επιφανειακό μέγεθος,

L , SRL , επιφανειακό μήκος διάρρηξης (surface rupture length).

Τα αποτελέσματα εφαρμογής των εμπειρικών τύπων (8-1) για τα ρήγματα της περιοχής μελέτης, εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα 8.2

	ΤΥΠΟΙ						
	L,SRL (km) Εκτιμώ μενο επιφαν ειακό μήκος	Wells & Coppers mith (1994) (R)	Ambraseys & Jackson (1998) (R)	Pavlidis & Caputo (2004) (R)			
ΡΗΓΜΑΤΑ		Mw=4,86+1 ,32log (SRL) (8.1)	Ms = 5,13 + 1,14log(L) (8.2)	Ms=1, 21log(SRL)+ 5,48 (8.3)	Ms=0, 9log(S RL)+5, 48 (8.4)	Ms=1, 42log(SRL)+ 4,36 (8.5)	ΕΚΤΙ ΜΗΣ Η
Γυρτώνη-1	5,64	5.9	6,0	6,4	6,2	5,4	6,1
Γυρτώνη-2	12,0	6.3	6,4	6,8	6,5	5,9	6,3
Ροδιά	15,0	6,4	6,5	6,9	6,5	6,0	6,3
Τυρνάβου	13,0	6.3	6,4	6,8	6,5	5,9	6,4
Λάρισας	18,0	6.5	6,6	7,0	6,6	6,1	6,55
Πίνακας 8.2. Αποτελέσματα εφαρμογής των εμπειρικών τύπων για τα ρήγματα της περιοχής μελέτης.							

Για την εκτίμηση της τιμής της οριζόντιας επιτάχυνσης του εδάφους χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Seismic Hazard Analysis – S.H.A. (Scenario Shake Map Application), ανοιχτού κώδικα λογισμικό από το Πανεπιστήμιο της Νότιας Καλιφόρνιας (University of Southern California (USC)).

Επισημαίνεται ότι αυτή η εκτίμηση της εδαφικής επιτάχυνσης δεν είναι μοναδική, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλοι δυνατοί συνδυασμοί. Η προσέγγιση δεν έχει στόχο την πρόγνωση μίας μελλοντικής επιτάχυνσης, που δύναται να εμφανιστεί μετά από σεισμικό επεισόδιο. Η προσέγγιση του παρόντος κεφαλαίου έχει στόχο την εκτίμηση μίας πιθανής τιμής της εδαφικής επιτάχυνσης, βασιζόμενη σε καθαρά γεωλογικά κριτήρια (GreDaSS), που προείλθαν από εργασίες του παρελθόντος όπως του Caputo αλλά διαπιστώσεις της παρούσης διατριβής, από την ανάλυση των ψηφιακών μοντέλων.

8.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1 – ΡΗΓΜΑ ΓΥΡΤΩΝΗΣ (G1)

Το ρήγμα της Γυρτώνης έχει μία καλή επιφανειακή εμφάνιση, χαρτογραφήθηκε αναλυτικά και αποτυπώθηκε η επιφανειακή εμφάνιση σε όλο το μήκος του με μεγάλη λεπτομέρεια. Από τα δεδομένα που προέκυψαν από την παλαιοσεισμολογική έρευνα, φαίνεται να δραστηριοποιείται με αργό ρυθμό ανά 1400 χρόνια (μέσος ρυθμός ολίσθησης).

Για την περιοχή της Γυρτώνης εξετάστηκαν δυο πιθανά σενάρια.

Για το πρώτο υποθετικό σενάριο, υπολογίστηκε το μέγεθος του σεισμού σύμφωνα με το ίχνος, όπως χαρτογραφήθηκε στην επιφάνεια από τα

ψηφιακά μοντέλα με τη χρήση ΣμηΕΑ. Με βάση το ίχνος στην επιφάνεια η εφαρμογή των ανωτέρω εξισώσεων μας δίνει πιθανό μέσο μέγεθος κύριου σεισμού 6.1 (± 0.06). Για τις υπόλοιπες παραμέτρους (πλάτος, γωνία, παράταξη, πίνακας 8-3) χρησιμοποιήθηκαν τα κύρια χαρακτηριστικά των ενεργών ρηγμάτων, (GreDaSS, Caputo et al 2010, Sboras et al 2009 - 2011):

Ρήγμα	Σύμβολο	Πλάτος North Μοίρες	Μήκος East Μοίρες	Μήκος (Km)	Width Πλάτος (Km)	Dip – Γωνία κλίσης	Strike Παράταξη
Γυρτώνης	GF1	39,74°	22,44°	5,64	8	60° N	101°

Πίνακας 8-3. Παράμετροι υπολογισμού σεισμικού σεναρίου 6.1 (± 0.06) για την περιοχή της Γυρτώνης

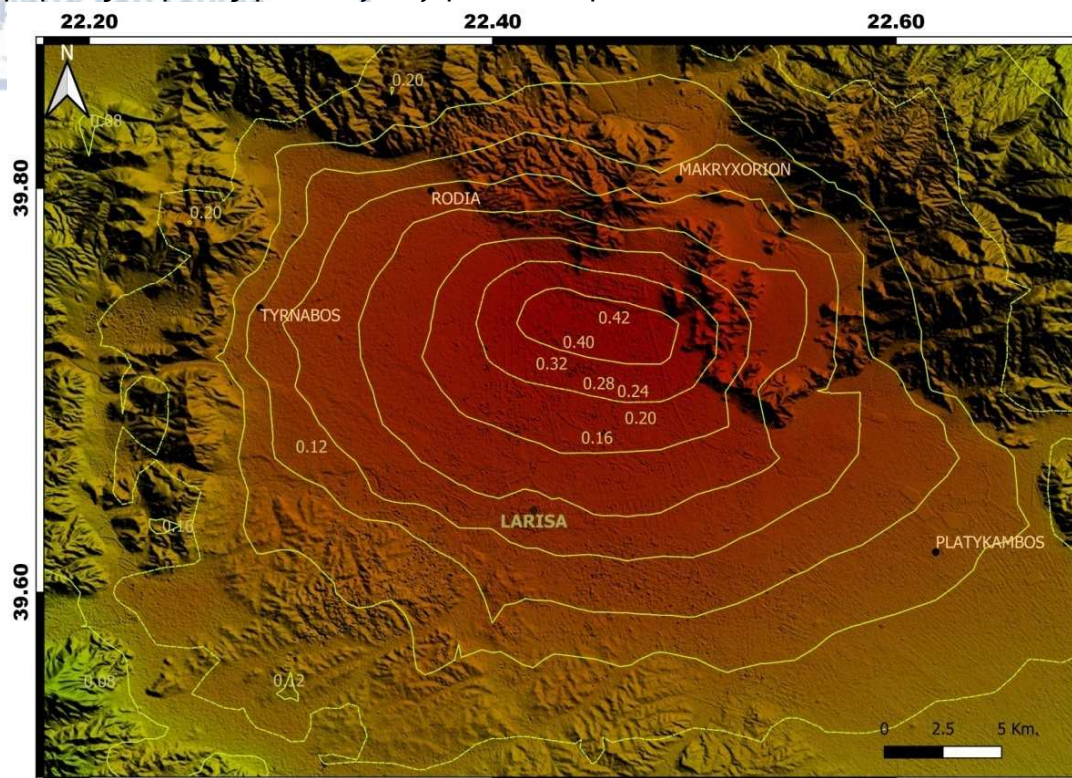


Σχήμα 8-1. Αναλυτικός χάρτης του ρήγματος της Γυρτώνης. Χαρτογράφηση ρήγματος από αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο. Εκτιμώμενο επιφανειακό ίχνος 5,64 Km. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

Για τον υπολογισμό του μέγεθος των αναμενόμενων επιταχύνσεων χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Seismic Hazard Analysis – S.H.A. (Scenario Shake Map Application). Στο σχήμα 8-2 εμφανίζονται τα αποτελέσματα για το μοντέλο της Γυρτώνης σε περίπτωση σεισμού μεγέθους 6.1 με εκτίμηση της εδαφικής επιτάχυνσης (ομόκεντροι κύκλοι).

Όπως διακρίνεται στο σχήμα 8-2, για την πιθανότητα σεισμού μεγέθους 6.1 στην περιοχή της Γυρτώνης, η οριζόντια επιτάχυνση που αναμένεται να παρουσιαστεί στην πόλη της Λάρισας είναι 0,14 (%g) μικρότερη της επιτάχυνσης του ΝΕΑΚ. Λόγω απόστασης, η τιμή της επιτάχυνσης θα εξασθενήσει σταδιακά έως την πόλη της Λάρισας, όπου δεν αναμένονται μεγάλες βλάβες στις υποδομές της πόλης. Ο σεισμός θα γίνει ιδιαίτερα αισθητός σε όλη την ευρύτερη περιοχή. Στο πίνακα 8-4 εμφανίζονται οι

εκτιμήσεις των τιμών των εδαφικών επιταχύνσεων για τους οικισμούς της βόρειας Λάρισας για το εξεταζόμενο σενάριο.



Σχήμα 8-2. Εκτίμηση της τιμής της εδαφικής επιτάχυνσης (%g) για σενάριο σεισμού μεγέθους 6.1 από την περιοχή της Γυρτώνης. Υπόβαθρο χάρτη: ψηφιακό μοντέλο ALOS.

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)
Άγ. Ανάργυροι	0,16	Ελευθέριον	0,24	Νίκαια	0,20
Αετόλοφος	0,12	Ευαγγελισμός	0,20	Ομορφοχώριο	0,36
Αμπελάκια	0,12	Ιτέα	0,16	Όσσα	0,24
Αμπελώνας	0,32	Καλοχώριον	0,32	Παραπάτομος	0,20
Ανάβρα	0,16	Καστρί	0,16	Πλατύκαμπος	0,24
Αργυροπούλι	0,12	Κοιλάδα	0,16	Πουρνάριο	0,20
Βρυότοπος	0,32	Κραννών	0,16	Ραχούλα	0,16
Γαλανόβρυση	0,12	Κουτσόχερο	0,16	Ραψάνη	0,12
Γερακάρι	0,12	Κυψελοχώρι	0,28	Ροδιά	0,28
Γιάννουλη	0,32	Λάρισα	0,14	Σπηλία	0,12
Γλαύκη	0,20	Μάνδρα	0,16	Στεφανόβουνο	0,12
Γόνοι	0,16	Μακρυχώρι	0,24	Τέμπη	0,16
Γυρτώνη	0,42	Μελία	0,16	Τερψιθέα	0,20
Δελέρια	0,24	Μέλισσα	0,16	Τσαριτσάνη	0,12
Δένδρα	0,28	Μελισσοχώρι	0,28	Τύρναβος	0,12
Δήμητρα	0,20	Νάματα	0,20	Φαλάνη	0,40
Ελασσόνα	0,08	Νέα Λεύκη	0,16	Χάλκη	0,20
Ελάτεια	0,20	Νέες Καριές	0,12		
Ελευθεραί	0,16	Νέσσω	0,32		

Πίνακας 8-4. Εκτίμηση της τιμής της εδαφικής επιτάχυνσης για την πιθανότητα σεισμού μεγέθους 6.1 στην περιοχή της Γυρτώνης

8.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2 – ΡΗΓΜΑ ΓΥΡΤΩΝΗΣ (G2)

Το δεύτερο και δυσμενέστερο σενάριο χρησιμοποιεί τα κύρια χαρακτηριστικά των ενεργών ρηγμάτων για το μήκος, πλάτος, γωνία και παράταξη πίνακας 8-3, (GreDaSS, Caputo et al 2010, Sboras et al 2009 - 2011):

Ρήγμα	Σύμβολο	Πλάτος North Moίρες	Μήκος East Moίρες	Μήκος (Km)	Width Πλάτος (Km)	Dip – Γωνία κλίσης	Strike Παράταξη
Γυρτώνης	GF2	39,74°	22,44°	12	8	60° N	101°

Πίνακας 8-5. Παράμετροι υπολογισμού σεισμικού σεναρίου 6,3 ($\pm 0,12$), για την περιοχή της Γυρτώνης.

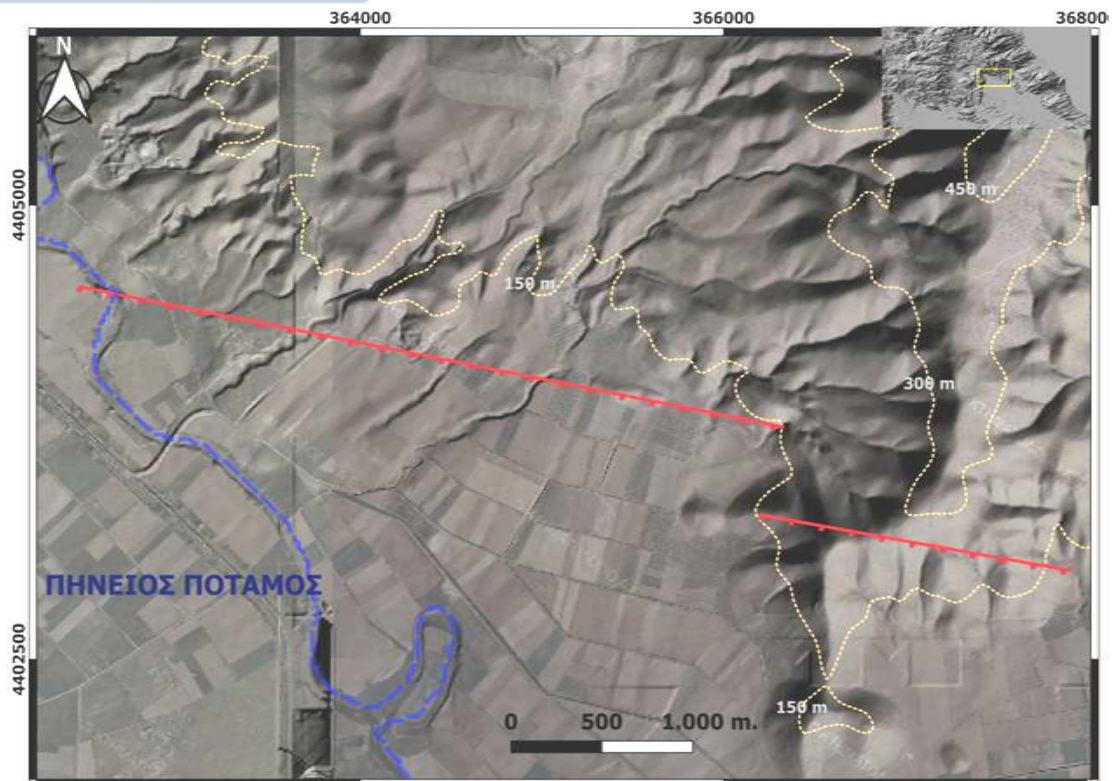
Από τον υπολογισμό του μεγέθους, σε σχέση με το επιφανειακό ίχνος από την εφαρμογή των ανωτέρω εξισώσεων (πίνακα 8-1), εξετάζεται η περίπτωση ενός σεισμού εκτιμώμενου μεγέθους 6.3 (± 0.12).

Η τιμή της εδαφικής επιτάχυνσης σύμφωνα με την εκτίμηση του σεναρίου μπορεί να εμφανιστεί στην περιοχή απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα. Όπως διακρίνεται στο σχήμα 8-4, η πιθανότητα ενός σεισμού μεγέθους 6,3 στην περιοχή της Γυρτώνης θα προκαλέσει μία έντονη κατάσταση για την ευρύτερη περιοχή αλλά και για την πόλη της Λάρισας. Συγκεκριμένα η επιτάχυνση που αναμένεται να παρουσιαστεί στην πόλη πλησιάζει την τιμή 0,32 (%g) της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Η τιμή αυτή είναι ιδιαίτερα καταστροφική, υπερβαίνει την τιμή σχεδιασμού του NEAK-2000 (0,24%g), θεωρείται μεγάλο μέγεθος και θα προκαλέσει αρκετές ζημιές στις ανθρώπινες κατασκευές αλλά και θύματα. Το γεγονός αυτό θα γίνει αρκετά αισθητό και καταστροφικό για όλη την βόρεια και ανατολική πεδιάδα της Θεσσαλίας. Στο τέλος του κεφαλαίου απεικονίζονται συγκεντρωμένες σε μορφή πίνακα όλες οι εδαφικές επιταχύνσεις των οικισμών, σύμφωνα με την παρούσα εκτίμηση, της ευρύτερης περιοχής συγκεντρωμένα για όλα τα εξεταζόμενα σενάρια.

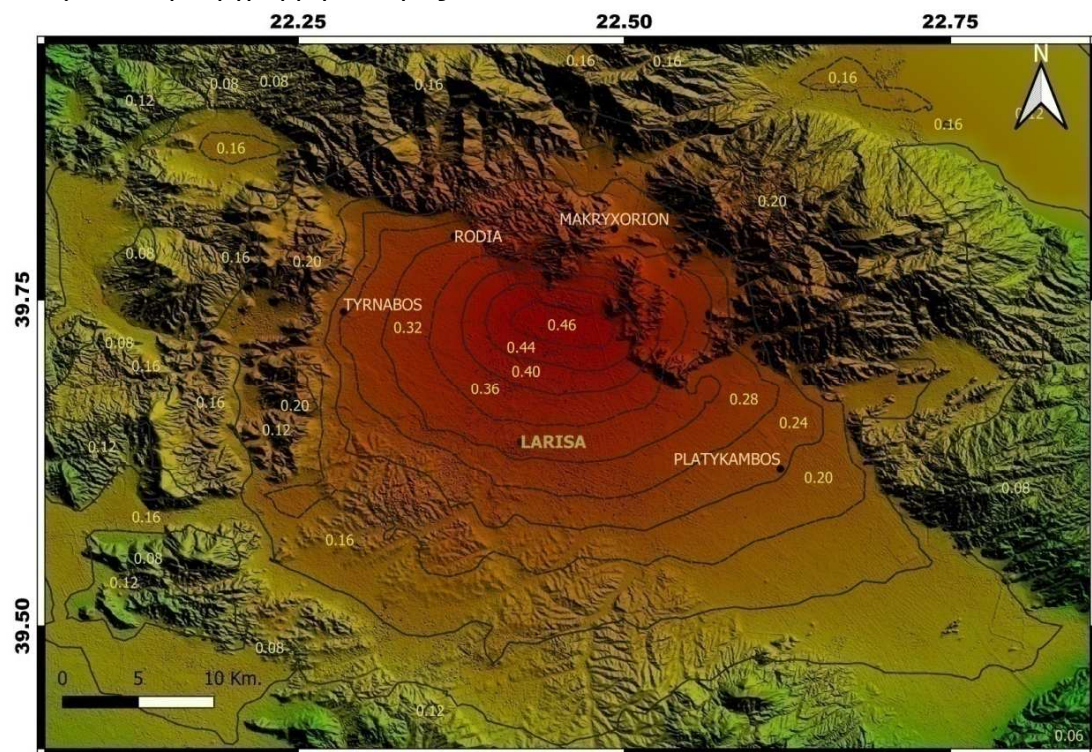
Στον πίνακα 8-6 αποτυπώνονται οι εκτιμήσεις των τιμών των εδαφικών επιταχύνσεων για τους οικισμούς της βόρειας Λάρισας για το εξεταζόμενο σενάριο.

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)
Άγ. Ανάργυροι	0,16	Ελευθέριον	0,28	Νίκαια	0,20
Αετόλοφος	0,16	Ευαγγελισμός	0,20	Ομορφοχώριο	0,36
Αμπελάκια	0,16	Ιτέα	0,16	Όσσα	0,28
Αμπελώνας	0,36	Καλοχώριον	0,32	Παραπάτομος	0,24
Ανάβρα	0,16	Καστρί	0,16	Πλατύκαμπος	0,28
Αργυροπούλι	0,12	Κοιλάδα	0,16	Πουρνάριο	0,24
Βρυότοπος	0,36	Κραννών	0,16	Ραχούλα	0,20
Γαλανόβρυση	0,12	Κουτσόχερο	0,12	Ραψάνη	0,12
Γερακάρι	0,16	Κυψελοχώρι	0,32	Ροδιά	0,28
Γιάννουλη	0,36	Λάρισα	0,32	Σπηλία	0,16
Γλαύκη	0,24	Μάνδρα	0,16	Στεφανόβουνο	0,12
Γόνοι	0,20	Μακρυχώρι	0,28	Τέμπη	0,16
Γυρτώνη	0,46	Μελία	0,16	Τερψιθέα	0,24
Δελέρια	0,28	Μέλισσα	0,16	Τσαριτσάνη	0,12
Δένδρα	0,32	Μελισσοχώρι	0,32	Τύρναβος	0,24
Δήμητρα	0,20	Νάματα	0,24	Φαλάνη	0,44
Ελασσόνα	0,12	Νέα Λεύκη	0,16	Χάλκη	0,20
Ελάτεια	0,24	Νέες Καριές	0,16		

Ελευθεραί	0,20	Νέσσων	0,36	
Πίνακας 8-6. Εκτίμηση της εδαφικής επιτάχυνσης για την πιθανότητα σεισμού μεγέθους 6.3 στην περιοχή της Γυρτώνης				



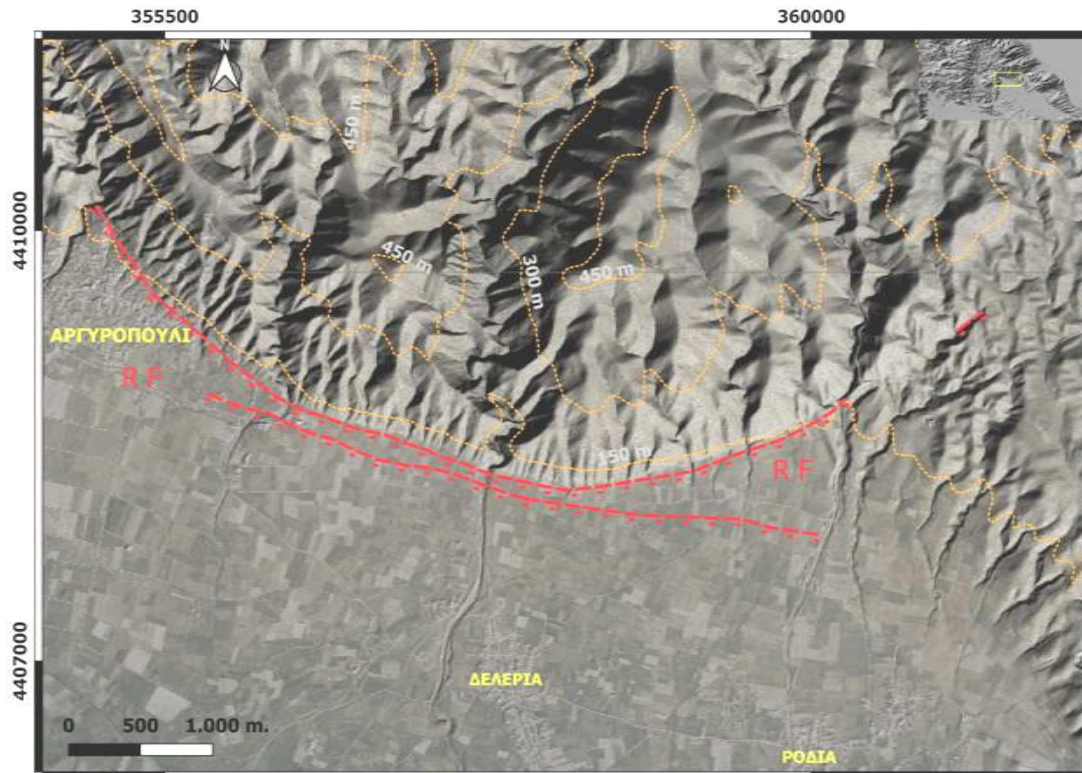
Σχήμα 8-3. Αναλυτικός χάρτης του ρήγματος της Γυρτώνης. Χαρτογράφηση ρήγματος σύμφωνα με Caruto & Helly 2004. Εκτιμώμενο επιφανειακό ίχνος 12,00 Km. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009). Με κίτρινη γραμμή ισοϋψείς ανά 150 m.



Σχήμα 8-4. Εκτίμηση της τιμής της εδαφικής επιτάχυνσης (%g), για σενάριο σεισμού μεγέθους 6.3 από την περιοχή της Γυρτώνης. Υπόβαθρο χάρτη: ψηφιακό μοντέλο ALOS.

8.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3 – ΡΗΓΜΑ ΡΟΔΙΑΣ (RF)

Η τρίτη περίπτωση εφαρμογής είναι η περιοχή της Ροδιάς. Η περιοχή χαρτογραφήθηκε αναλυτικά και στην επιφάνεια της περιοχής δεν αποτυπώνεται μια ενιαία ρηξιγενής επιφάνεια, όπως στην περίπτωση της Γυρτώνης. Εμφανίζονται διάσπαρτα αρκετά ρηξιγενή πρηνή που έχουν τεκτονική προέλευση.



Σχήμα 8-5. Αναλυτικός χάρτης του ρήγματος της Ροδιάς. Χαρτογράφηση ρήγματος από ψηφιακά μοντέλα. Εκτιμώμενο επιφανειακό ίχνος 15,0 Km. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009). Με καφέ γραμμή απεικονίζονται οι ισούψεις ανά 150 m.

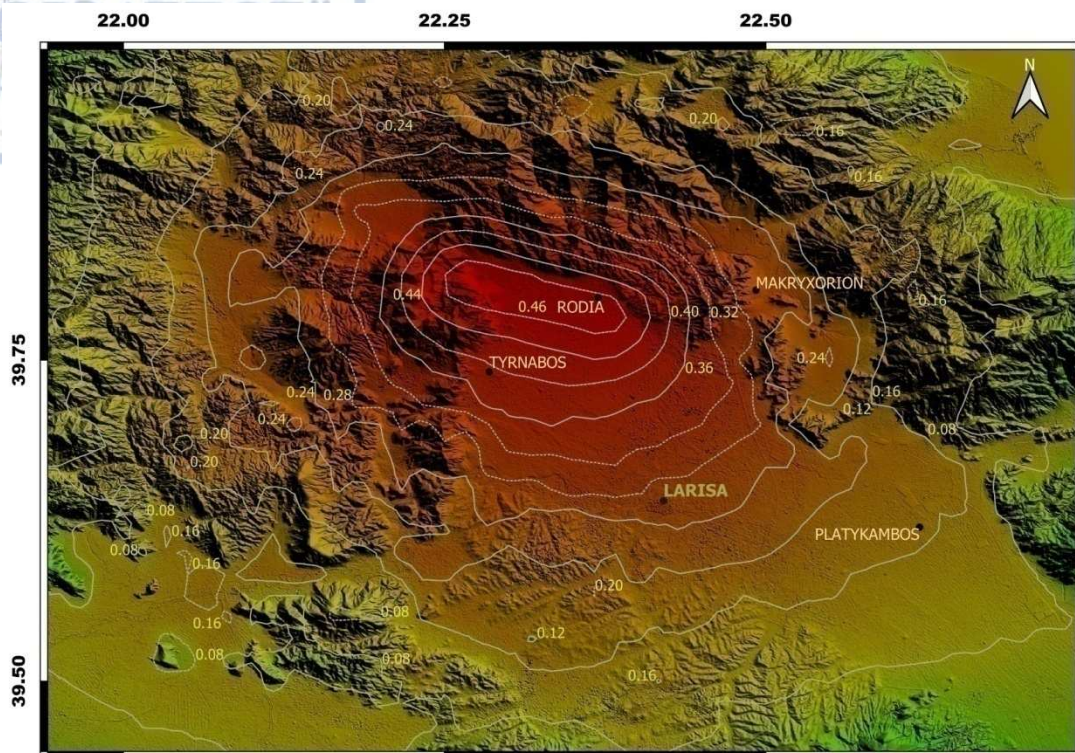
Για τον υπολογισμό της διάρρηξης, χρησιμοποιήθηκε το μέγεθος του σεισμού σύμφωνα με το ίχνος, όπως χαρτογραφήθηκε στην επιφάνεια στα ψηφιακά μοντέλα. Για τις υπόλοιπες παραμέτρους (πλάτος, γωνία, παράταξη, πίνακας 8-7) χρησιμοποιήθηκαν τα κύρια χαρακτηριστικά των ενεργών ρηγμάτων, (GreDaSS, Caputo et al 2010, Sboras et al 2009 - 2011).

Από τον υπολογισμό του μεγέθους, σε σχέση με το επιφανειακό ίχνος, εξετάζεται η περίπτωση ενός αναμενόμενου μεγέθους σεισμού 6.3 (± 0.24).

Ρήγμα	Σύμβολο	Πλάτος North Μοίρες	Μήκος East Μοίρες	Μήκος (Km)	Width Πλάτος (Km)	Dip – Γωνία κλίσης	Strike Παράταξη
Ροδιάς	RF	39,83°	22,25°	15	10	50°N	109°

Πίνακας 8-7. Παράμετροι υπολογισμού σεισμικού σεναρίου 6.3 (± 0.24), για την περιοχή της Ροδιάς.

Η αναμενόμενη τιμή της εδαφικής επιτάχυνσης που αναμένεται στην ευρύτερη περιοχή για την περίπτωση αυτή αποτυπώνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 8-6. Εκτίμηση της τιμής της εδαφικής επιτάχυνσης (%g), για σενάριο σεισμού μεγέθους 6,3 από την περιοχή της Ροδιάς. Υπόβαθρο χάρτη: ψηφιακό μοντέλο ALOS.

Στο σχήμα 8-6, διακρίνονται οι καμπύλες των τιμών των εδαφικών επιταχύνσεων που σύμφωνα με το εξεταζόμενο σενάριο αναμένεται να εμφανιστούν για σεισμό τάξεως μεγέθους 6.3 από την περιοχή της Ροδιάς. Σύμφωνα με την εκτίμηση η πόλη της Λάρισας αναμένεται να έχει εδαφική επιτάχυνση 0,28 (%g) λίγο μεγαλύτερη από την τιμή σχεδιασμού του ΝΕΑΚ. Επίσης και αυτό το σενάριο θεωρείται καταστροφικό για την πόλη της Λάρισας, καθώς είναι πιθανό να προκαλέσει αρκετές ζημιές στις ανθρώπινες κατασκευές αλλά και θύματα. Το γεγονός αυτό θα γίνει αρκετά αισθητό και καταστροφικό για όλη την βόρεια και ανατολική πεδιάδα της Θεσσαλίας. Στον πίνακα 8-8 αναγράφονται οι εκτιμήσεις των τιμών των εδαφικών επιταχύνσεων για τους οικισμούς της βόρειας Λάρισας για το εξεταζόμενο σενάριο. Στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζονται συγκεντρωμένα οι προσεγγιστικές τιμές των εδαφικών επιταχύνσεων των οικισμών για όλα τα εξεταζόμενα σενάρια.

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)
Άγ. Ανάργυροι	0,16	Ελευθέριον	0,16	Νίκαια	0,16
Αετόλοφος	0,08	Ευαγγελισμός	0,20	Ομορφοχώριο	0,24
Αμπελάκια	0,16	Ιτέα	0,16	Όσσα	0,16
Αμπελώνας	0,40	Καλοχώριον	0,20	Παραπάτομος	0,24
Ανάβρα	0,12	Καστρί	0,12	Πλατύκαμπος	0,20
Αργυροπούλι	0,32	Κοιλάδα	0,16	Πουρνάριο	0,16
Βρυότοπος	0,44	Κραννών	0,16	Ραχούλα	0,20
Γαλανόβρυση	0,28	Κουτσόχερο	0,20	Ραψάνη	0,12
Γερακάρι	0,12	Κυψελοχώρι	0,20	Ροδιά	0,46
Γιάννουλη	0,28	Λάρισα	0,28	Σπηλία	0,12
Γλαύκη	0,16	Μάνδρα	0,20	Στεφανόβουνο	0,28

Γόννοι	0,24	Μακρυχώρι	0,28	Τέμπη	0,16
Γυρτώνη	0,40	Μελία	0,12	Τερψιθέα	0,20
Δελέρια	0,46	Μέλισσα	0,12	Τσαριτσάνη	0,28
Δένδρα	0,32	Μελισσοχώρι	0,20	Τύρναβος	0,40
Δήμητρα	0,12	Νάματα	0,16	Φαλάνη	0,36
Ελασσόνα	0,24	Νέα Λεύκη	0,12	Χάλκη	0,16
Ελάτεια	0,20	Νέες Καριές	0,12		
Ελευθεραί	0,16	Νέσσω	0,20		

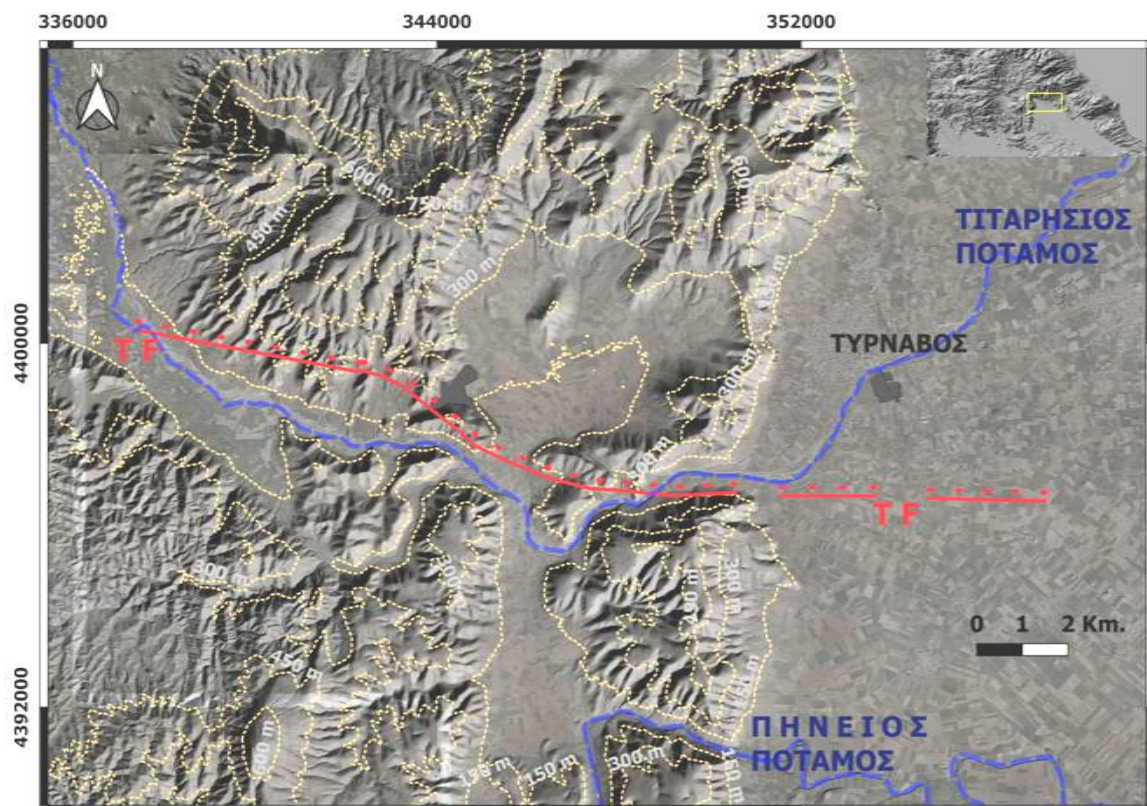
Πίνακας 8-8. Εκτίμηση της εδαφικής επιτάχυνσης για την πιθανότητα σεισμού μεγέθους 6.3 από την περιοχή της Ροδιάς

8.4 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 4 – ΡΗΓΜΑ ΤΥΡΝΑΒΟΥ (TF)

Το ρήγμα του Τυρνάβου, βρίσκεται σε κοντινή απόσταση και εντοπίζεται νοτιότερα από την πόλη του Τυρνάβου. Εξετάζεται ένα σενάριο σεισμικού επεισοδίου από το συγκεκριμένο ρήγμα. Για τον υπολογισμό της διάρρηξης χρησιμοποιήθηκαν τα κύρια χαρακτηριστικά των ενεργών ρηγμάτων για το μήκος, πλάτος, γωνία και παράταξη (Πίνακας 8-9), (GreDaSS, Caputo et al 2010, Sboras et al 2009 - 2011):

Ρήγμα	Σύμβολο	Πλάτος North Μοίρες	Μήκος East Μοίρες	Μήκος (Km)	Width Πλάτος (Km)	Dip – Γωνία κλίσης	Strike Παράταξη
Τυρνάβου	TF	39.73°	22.16°	13	8	50° B	280°

Πίνακας 8-9. Παράμετροι υπολογισμού σεισμικού σεναρίου 6.4 (± 0.08), για την περιοχή του Τυρνάβου.



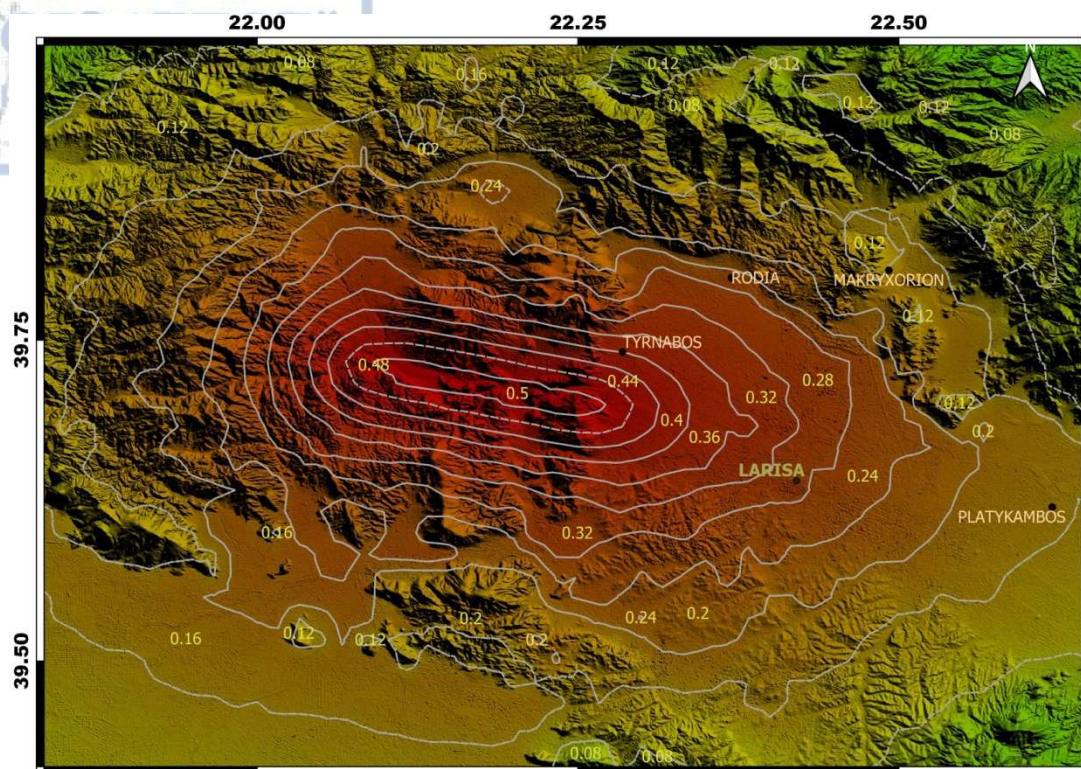
Σχήμα 8-7. Αναλυτικός χάρτης του ρήγματος του Τυρνάβου (TF). Χαρτογράφηση ρήγματος, σύμφωνα με Caputo & Helly 2004. Εκτιμώμενο επιφανειακό ίχνος 13,0 Km. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009). Με κίτρινη γραμμή απεικονίζονται οι ισούψεις ανά 150 m.

Από τον υπολογισμό του μεγέθους, σε σχέση με τα επιφανειακά χαρακτηριστικά με την εφαρμογή των ανωτέρω εξισώσεων, εξετάζεται η περίπτωση ενός σεισμού αναμενόμενου μέγεθος σεισμού 6.4 (± 0.08). Η εκτιμώμενη τιμή της εδαφικής επιτάχυνσης για την περίπτωση, του σεισμού από το ρήγμα του Τυρνάβου εμφανίζεται στο επόμενο σχήμα. Στον πίνακα 8-10 εμφανίζονται οι εκτιμήσεις των τιμών των εδαφικών επιταχύνσεων για τους οικισμούς της βόρειας Λάρισας για το εξεταζόμενο σενάριο.

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)
Άγ. Ανάργυροι	0,20	Ελευθέριον	0,16	Νίκαια	0,16
Αετόλοφος	0,08	Ευαγγελισμός	0,12	Ομορφοχώριο	0,24
Αμπελάκια	0,08	Ιτέα	0,12	Όσσα	0,12
Αμπελώνας	0,32	Καλοχώριον	0,16	Παραπάτομος	0,12
Ανάβρα	0,12	Καστρί	0,12	Πλατύκαμπος	0,16
Αργυροπούλι	0,16	Κοιλάδα	0,24	Πουρνάριο	0,12
Βρυότοπος	0,28	Κραννών	0,20	Ραχούλα	0,28
Γαλανόβρυση	0,20	Κουτσόχερο	0,28	Ραψάνη	0,08
Γερακάρι	0,08	Κυψελοχώρι	0,16	Ροδιά	0,24
Γιάννουλη	0,32	Λάρισα	0,28	Σπηλία	0,08
Γλαύκη	0,16	Μάνδρα	0,28	Στεφανόβουνο	0,20
Γόνοι	0,12	Μακρυχώρι	0,16	Τέμπη	0,12
Γυρτώνη	0,24	Μελία	0,12	Τερψιθέα	0,28
Δελέρια	0,24	Μέλισσα	0,12	Τσαριτσάνη	0,16
Δένδρα	0,40	Μελισσοχώρι	0,20	Τύρναβος	0,40
Δήμητρα	0,12	Νάματα	0,16	Φαλάνη	0,32
Ελασσόνα	0,16	Νέα Λεύκη	0,12	Χάλκη	0,16
Ελάτεια	0,12	Νέες Καριές	0,12		
Ελευθεραί	0,24	Νέσσω	0,16		

Πίνακας 8-10. Εκτίμηση της εδαφικής επιτάχυνσης για την πιθανότητα σεισμού μεγέθους 6.4 από την περιοχή του Τυρνάβου.

Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα καταστροφικό σενάριο, καθώς ένα σχετικά μεγάλο μέγεθος θα προκαλέσει σοβαρές και αρκετές ζημιές αλλά και θύματα. Το γεγονός αυτό θα γίνει αρκετά αισθητό και καταστροφικό για όλη την βόρεια ανατολική πεδιάδα της Θεσσαλίας. Η πιθανότητα ενός σεισμού μεγέθους 6.4 από το ρήγμα του Τυρνάβου, έχει μία αναμενόμενη επιτάχυνση για την πόλη της Λάρισας 0,28 (%g), λίγο μεγαλύτερη από την τιμή σχεδιασμού του ΝΕΑΚ. Στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζονται συγκεντρωμένα οι προσεγγιστικές τιμές των εδαφικών επιταχύνσεων των οικισμών για όλα τα εξεταζόμενα σενάρια.



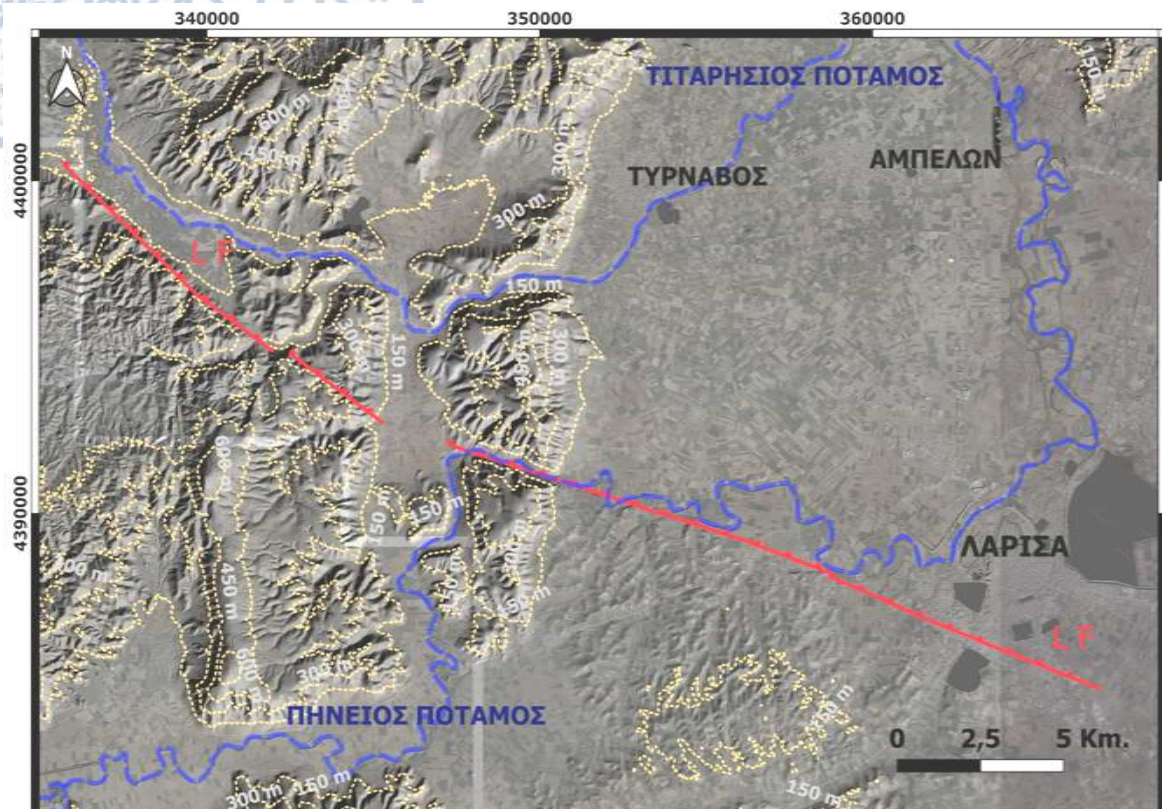
Σχήμα 8-8. Εκτίμηση της τιμής της εδαφικής επιτάχυνσης (%g), για σενάριο σεισμού μεγέθους 6.4 από το ρήγμα του Τυρνάβου. Υπόβαθρο χάρτη: ψηφιακό μοντέλο ALOS.

8.5 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 5 – ΡΗΓΜΑ ΛΑΡΙΣΗΣ (LF)

Το ρήγμα της Λάρισας εμφανίζεται στα νότια δυτικά τμήματα της πόλεως της Λάρισας, με κατεύθυνση ανατολική – νοτιοανατολική. Σύμφωνα με τους Caputo (2005), Παπαϊωάννου (1981, 2019), Κουσκούνα, (2001), το ρήγμα μπορεί να έχει ενεργοποιηθεί το 1892, άποψη που δεν συμφερίζονται όλοι οι ερευνητές – μελετητές της περιοχής. Προκειμένου να κατανοήσουμε καλύτερα την σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής, εξετάζεται το σενάριο της ενεργοποίησης του ρήγματος της Λάρισας. Για τον υπολογισμό της διάρρηξης χρησιμοποιήθηκαν τα κύρια χαρακτηριστικά των ενεργών ρηγμάτων για το μήκος, πλάτος, γωνία και παράταξη πίνακας 8-11, (GreDaSS, Caputo et al 2010, Sboras et al 2009 - 2011):

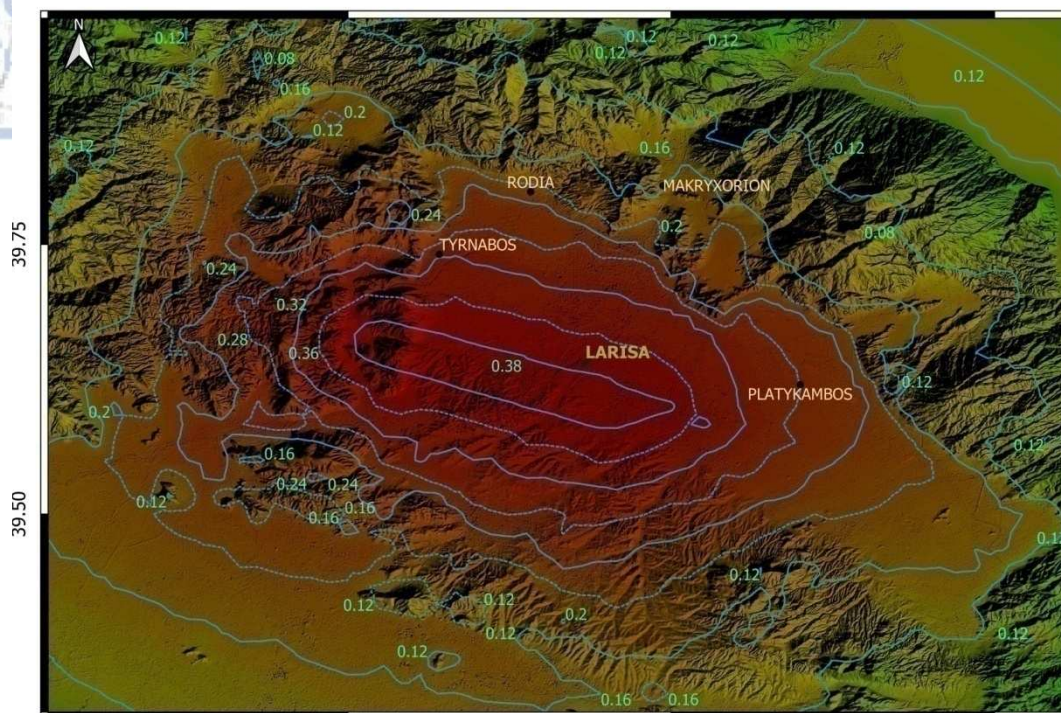
Ρήγμα	Σύμβολο	Συντεταγμένες		Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά			
		Πλάτος North Μοίρες	Μήκος East Μοίρες	Μήκος (Km)	Width Πλάτος (Km)	Dip – Γωνία κλίσης	Strike Παράταξη
Λάρισας	LF	39.66°	22.23°	18	12	60° B	285°

Πίνακας 8-11. Παράμετροι υπολογισμού σεισμικού σεναρίου 6.55 (± 0.06), για την περιοχή του Τυρνάβου



Σχήμα 8-9. Αναλυτικός χάρτης του ρήγματος Λαρίσης (LF). Χαρτογράφηση ρήγματος, σύμφωνα με Caruto & Helly 2004. Εκτιμώμενο επιφανειακό ίχνος 18,0 Km. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009). Με κίτρινη γραμμή απεικονίζονται οι ισοϋψείς ανά 150 m.

Από υπολογισμός του μεγέθους, σε σχέση με το επιφανειακό ίχνος με την εφαρμογή των ανωτέρω εξισώσεων, εξετάζεται το σενάριο της ενεργοποίησης του ρήγματος για την περίπτωση ενός αναμενόμενου μέγεθους σεισμού 6.55 (± 0.06). Η αναμενόμενη τιμή της εδαφικής επιτάχυνσης για την περίπτωση, του σεισμού, εμφανίζεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 8-10. Εκτίμηση της τιμής της εδαφικής επιτάχυνσης (%g), για σενάριο σεισμού μεγέθους 6,55 από το ρήγμα της Λάρισας. Υπόβαθρο χάρτη: ψηφιακό μοντέλο ALOS.

Η πιθανότητα σεισμού εντάσεως 6.55 από το ρήγμα της Λάρισας θα προκαλέσει μία δυσάρεστη κατάσταση για την ευρύτερη περιοχή αλλά και ιδιαίτερα για την πόλη της Λάρισας. Συγκεκριμένα η επιτάχυνση που αναμένεται να παρουσιαστεί στην πόλη είναι κοντά στο μέγεθος 0,36 (%g) της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Η τιμή αυτή είναι ιδιαίτερα καταστροφική, υπερβαίνει την τιμή σχεδιασμού του NEAK (0,24 %g) και θα προκαλέσει αρκετές ζημιές στις ανθρώπινες κατασκευές αλλά και θύματα. Το γεγονός αυτό θα γίνει ιδιαίτερα αισθητό και καταστροφικό για όλη την βόρεια και ανατολική πεδιάδα της Θεσσαλίας. Στον Πίνακα 8-12 εμφανίζονται οι εκτιμήσεις των εδαφικών επιταχύνσεων για τους οικισμούς της βόρειας Λάρισας για το εξεταζόμενο σενάριο.

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)	ΟΙΚΙΣΜΟΣ	(% g)
Άγ. Ανάργυροι	0,28	Ελευθέριον	0,24	Νίκαια	0,36
Αετόλοφος	0,12	Ευαγγελισμός	0,12	Ομοροχώριο	0,32
Αμπελάκια	0,08	Ιτέα	0,12	Όσσα	0,16
Αμπελώνας	0,28	Καλοχώριον	0,20	Παραπάτομος	0,12
Ανάβρα	0,16	Καστρί	0,20	Πλατύκαμπος	0,32
Αργυροπούλι	0,12	Κοιλάδα	0,32	Πουρνάριο	0,16
Βρυότοπος	0,24	Κραννών	0,28	Ραχούλα	0,36
Γαλανόβρυση	0,16	Κουτσόχερο	0,36	Ραψάνη	0,08
Γερακάρι	0,16	Κυψελοχώρι	0,16	Ροδιά	0,20
Γιάννουλη	0,36	Λάρισα	0,36	Σπηλία	0,12
Γλαύκη	0,28	Μάνδρα	0,36	Στεφανόβουνο	0,16
Γόνοι	0,12	Μακρυχώρι	0,20	Τέμπη	0,12
Γυρτώνη	0,24	Μελία	0,28	Τερψιθέα	0,38
Δελέρια	0,20	Μέλισσα	0,24	Τσαριτσάνη	0,12

Δένδρα	0,36	Μελισσοχώρι	0,36	Τύρναβος	0,28
Δήμητρα	0,20	Νάματα	0,24	Φαλάνη	0,28
Ελασσόνα	0,12	Νέα Λεύκη	0,28	Χάλκη	0,32
Ελάτεια	0,12	Νέες Καριές	0,28		
Ελευθεραί	0,32	Νέσσων	0,20		

Πίνακας 8-12. Εκτίμηση της εδαφικής επιτάχυνσης για την πιθανότητα σεισμού μεγέθους 6.55 από την περιοχή το ρήγμα της Λάρισας.

Όλες οι αναμενόμενες τιμές των εδαφικών επιταχύνσεων που έχουν υπολογιστεί με βάση τα εξεταζόμενα σεισμικά σενάρια, με την εκτιμώμενη ενεργοποίηση των ρηγμάτων της περιοχής, απεικονίζονται συγκεντρωμένα στον Πίνακα 8-13.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8-13. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΙΜΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ, ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΑ ΠΕΝΤΕ ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΓΙΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΣΕΝΑΡΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΛΑΡΙΣΗΣ						
	ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ (% g)					
ΡΗΓΜΑ	GF		RF	TF	LF	NEAK
	M=6,1	M=6,3	M=6,3	M=6,4	M=6,55	
ΟΙΚΙΣΜΟΣ	G1	G2	R	T	LF	
Άγ. Ανάργυροι	0,16	0,16	0,16	0,20	0,28	0,24
Αετόλοφος	0,12	0,16	0,08	0,08	0,12	0,24
Αμπελάκια	0,12	0,16	0,16	0,08	0,08	0,16
Αμπελώνας	0,32	0,36	0,40	0,32	0,28	0,16
Ανάβρα	0,16	0,16	0,12	0,12	0,16	0,24
Αργυροπούλι	0,12	0,12	0,32	0,16	0,12	0,16
Βρυότοπος	0,32	0,36	0,44	0,28	0,24	0,16
Γαλανόβρυση	0,12	0,12	0,28	0,20	0,16	0,16
Γερακάρι	0,12	0,16	0,12	0,08	0,16	0,24
Γιάννουλη	0,32	0,36	0,28	0,32	0,36	0,24
Γλαύκη	0,20	0,24	0,16	0,16	0,28	0,24
Γόνοι	0,16	0,20	0,24	0,12	0,12	0,16
Γυρτώνη	0,42	0,46	0,40	0,24	0,24	0,16
Δελέρια	0,24	0,28	0,46	0,24	0,20	0,16
Δένδρα	0,28	0,32	0,32	0,40	0,36	0,16
Δήμητρα	0,20	0,20	0,12	0,12	0,20	0,24
Ελασσόνα	0,08	0,12	0,24	0,16	0,12	0,16
Ελάτεια	0,20	0,24	0,20	0,12	0,12	0,16
Ελευθεραί	0,16	0,20	0,16	0,24	0,32	0,24
Ελευθέριον	0,24	0,28	0,16	0,16	0,24	0,24
Ευαγγελισμός	0,20	0,20	0,20	0,12	0,12	0,16
Ιτέα	0,16	0,16	0,16	0,12	0,12	0,16
Καλοχώριον	0,32	0,32	0,20	0,16	0,20	0,16
Καστρί	0,16	0,16	0,12	0,12	0,20	0,24
Κοιλάδα	0,16	0,16	0,16	0,24	0,32	0,24
Κραννών	0,16	0,16	0,16	0,20	0,28	0,24
Κουτσόχερο	0,16	0,12	0,20	0,28	0,36	0,24
Κυψελοχώρι	0,28	0,32	0,20	0,16	0,16	0,16
Λάρισα	0,14	0,32	0,28	0,28	0,36	0,24

Μάνδρα	0,16	0,16	0,20	0,28	0,36	0,24
Μακρυχώρι	0,24	0,28	0,28	0,16	0,20	0,16
Μελιά	0,16	0,16	0,12	0,12	0,28	0,24
Μέλισσα	0,16	0,16	0,12	0,12	0,24	0,24
Μελισσοχώρι	0,28	0,32	0,20	0,20	0,36	0,24
Νάματα	0,20	0,24	0,16	0,16	0,24	0,24
Νέα Λεύκη	0,16	0,16	0,12	0,12	0,28	0,24
Νέες Καριές	0,12	0,16	0,12	0,12	0,28	0,24
Νέσσω	0,32	0,36	0,20	0,16	0,20	0,16
Νίκαια	0,20	0,20	0,16	0,16	0,36	0,24
Ομορφοχώριο	0,36	0,36	0,24	0,24	0,32	0,24
Όσσα	0,24	0,28	0,16	0,12	0,16	0,16
Παραπάτομος	0,20	0,24	0,24	0,12	0,12	0,16
Πλατύκαμπος	0,24	0,28	0,20	0,20	0,32	0,24
Πουρνάριο	0,20	0,24	0,16	0,12	0,16	0,16
Ραχούλα	0,16	0,20	0,20	0,28	0,36	0,24
Ραψάνη	0,12	0,12	0,12	0,08	0,08	0,16
Ροδιά	0,28	0,28	0,46	0,24	0,20	0,16
Σπηλιά	0,12	0,16	0,12	0,08	0,12	0,16
Στεφανόβουνο	0,12	0,12	0,28	0,20	0,16	0,16
Τέμπη	0,16	0,16	0,16	0,12	0,12	0,16
Τερψιθέα	0,20	0,24	0,20	0,28	0,38	0,24
Τσαριτσάνη	0,12	0,12	0,28	0,16	0,12	0,16
Τύρναβος	0,24	0,24	0,40	0,40	0,28	0,16
Φαλάνη	0,40	0,44	0,36	0,32	0,28	0,24
Χάλκη	0,20	0,20	0,16	0,16	0,32	0,24

Από την ανωτέρω ανάλυση γίνεται μια εκτίμηση μιας πιθανής μελλοντικής εικόνας με ενεργοποίηση των ρηγμάτων της περιοχής, βασιζόμενα σε καθαρά γεωλογικά κριτήρια που προείλθαν από εργασίες του παρελθόντος αλλά διαπιστώσεις της παρούσης διατριβής με την ανάλυση των ψηφιακών μοντέλων. Ενώ παράλληλα γίνεται μια πιθανή εκτίμηση σε γενικές γραμμές των επιπτώσεων που δύναται να υπάρξει στις υποδομές σε πόλεις και οικισμούς της περιοχής. Επίσης με την ανωτέρω ανάλυση γίνεται μια εκτίμηση του χειρότερου σεναρίου για κάθε οικισμό και πόλη της περιοχής. Ως παράδειγμα αναφέρεται για την πόλη της Λάρισας με την ανάλυση της σεισμικής επικινδυνότητας διαφαίνεται ότι ως το δυσμενέστερο σενάριο η ενεργοποίηση του ομώνυμου ρήγματος (LF), ενώ για την πόλη του Τυρνάβου ως το δυσμενέστερο σενάριο διακρίνεται η ενεργοποίηση του ρήγματος του Τυρνάβου (TF).

Στην τελευταία στήλη του πίνακα καταγράφονται οι τιμές της οριζόντιας επιτάχυνσης για τους οικισμούς της περιοχής όπως ισχύει σύμφωνα με την τελευταία τροποποίηση του ΕΑΚ (ΦΕΚ/1154/12-3-2003/Τεύχος Β). Η περιοχή της Περιφερειακής Ενότητας Λάρισας, είναι χωρισμένη σε δύο ζώνες, την ζώνη Ι με τιμή σχεδιασμού 0,16 (%g) και την ζώνη ΙΙ με τιμή σχεδιασμού 0,24(%g). Από τα στοιχεία που έως σήμερα διαθέτουμε, η ευρύτερη περιοχή από το 1892 έδωσε τρία μεγάλα σεισμικά γεγονότα. Δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί εάν η περιοχή βρίσκεται σε μία περίοδο σεισμικής διέγερσης ή ηρεμίας. Η περιοχή της βορειοανατολικής Θεσσαλίας διαθέτει αρκετά

ρήγματα, για τα οποία δεν υπάρχουν επαρκείς ενόργανες ή ιστορικές καταγραφές για πιθανή ενεργοποίηση κατά το παρελθόν. Ένας τρόπος να προκύψουν δεδομένα για ιστορικούς σεισμούς είναι οι παλαιοσεισμολογικές τομές. Τώρα, με τις πρόσφατες μνήμες ενός σεισμού στην περιοχή και προκειμένου να αποκτηθούν πληροφορίες για σεισμούς του παρελθόντος στην περιοχή, θα μπορούσαν να εκτελεστούν παλαιοσεισμολογικές τομές σε περιοχές ρηγμάτων για τις οποίες δεν υπάρχουν σαφείς πληροφορίες, όπως το ρήγμα της Λάρισας, της Ροδιάς και της Ελασσόνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΝΕΑ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



ΙΣΤΟΡΙΚΟΣ ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΛΑΡΙΣΗΣ

9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην περιοχή του βόρειου περιθωρίου της πεδιάδας της Λάρισας έχουν χαρτογραφηθεί αρκετά ενεργά ρήγματα, μεταξύ των οποίων τα ρήγματα Ροδιάς, Γυρτώνης, Τυρνάβου, Λάρισας και Ασμακίου. Παλαιοσεισμολογικές έρευνες και δεδομένα ιστορικής σεισμικότητας δείχνουν ότι τα ρήγματα αυτά συνδέονται με ιστορικούς ή γεωλογικά προσδιορισμένους σεισμούς.

Στην παρούσα διατριβή επανεξετάστηκαν τα ρήγματα Ροδιάς, Γυρτώνης και Ελασσόνας με ποσοτικές μεθόδους μορφοτεκτονικής, λεπτομερή και πυκνή αναλυτική φωτογράφιση με τη χρήση ΣμηΕΑ και δημιουργία ψηφιακών μοντέλων εδάφους. Επίσης εκτελέστηκαν εργασίες υπαίθρου και αποτύπωσης αναβαθμίδων και τεκτονικών πρανών που συνδέονται με τα κύρια ρήγματα και ερμηνεία της γεωμετρίας τους.

Προκειμένου να κατανοηθεί η σημερινή τεκτονική κατάσταση της περιοχής αρχικά εφαρμόστηκαν όλες οι γνωστές μέθοδοι της μορφοτεκτονικής με τον υπολογισμό των μορφοτεκτονικών δεικτών στην περιοχή της Ροδιάς και της Ελασσόνας. Συγκεκριμένα για την περιοχή της Ροδιάς προσδιορίστηκαν οι δείκτες:

- Μέγιστης υψομετρικής διαφοράς λεκάνης απορροής.
- Βαθμού αναγλύφου.
- Διακλάδωσης
- Λόγου μηκών.
- Κλασματικής διάστασης.
- Καμπυλότητας υδατορέματος.
- Πυκνότητας απορροής.
- Συχνότητας διακλάδωσης.
- Σχήματος λεκάνης απορροής.
- Επιμήκυνσης και κυκλικότητας λεκάνης.
- Ασυμμετρίας λεκάνης απορροής.
- Εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας.
- Μήκους κλίσης ρέματος
- Λόγος πλάτος προς ύψος κοιλάδας.
- Υψομετρικού ολοκληρώματος.
- Υψομετρικής καμπύλης.
- Δαντέλωσης μετώπου.
- Τριγωνικές γεωμορφές.

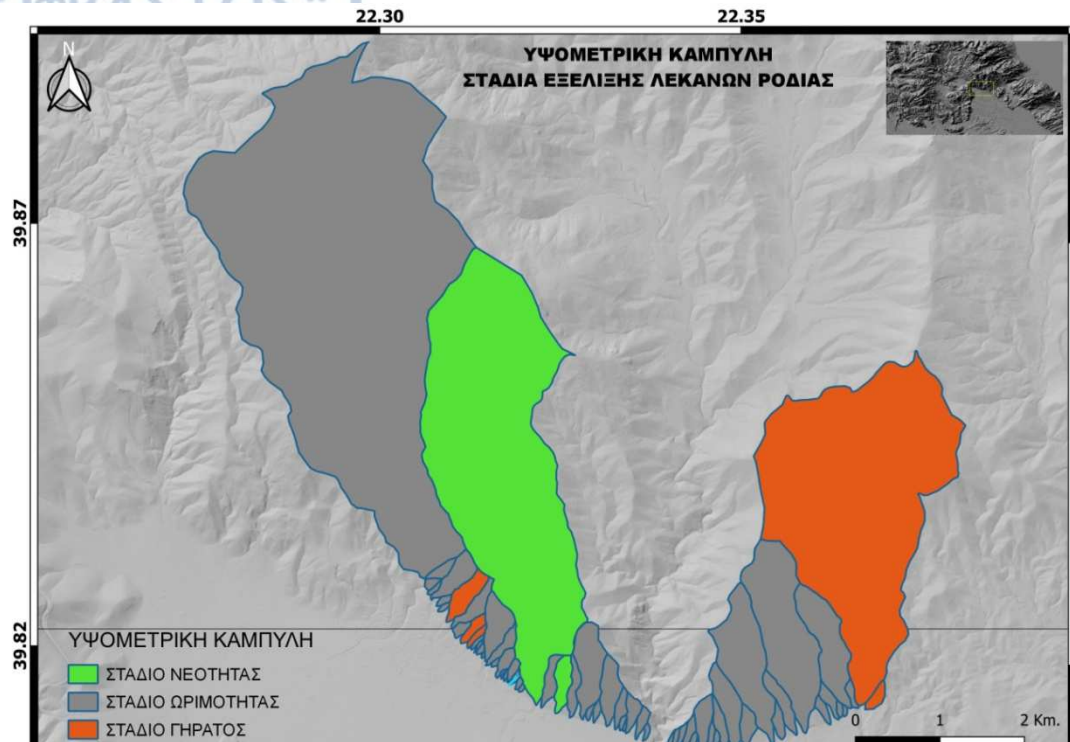
Στην περιοχή της Ελασσόνας προσδιορίστηκαν οι δείκτες:

- Δαντέλωσης μετώπου.
- Τριγωνικές γεωμορφές.

Από την ανάλυση των δεικτών προκύπτει και τεκμηριώνεται η συνεχής τεκτονική δραστηριότητα των ρηγμάτων και ο βαθμός ενεργότητας τους.

Από τους μορφοτεκτονικούς δείκτες λεκάνες της περιοχής της Ροδιάς διαπιστώνεται ότι οι περισσότερες λεκάνες έχουν επίμηκες σχήμα ή σχεδόν επίμηκες με διεύθυνση προσανατολισμού γενικά Β – Ν.

Ως προς το στάδιο ωριμότητας λεκανών, διαπιστώνεται ότι οι λεκάνες που βρίσκονται δυτικά της μεγάλης λεκάνης, βρίσκονται σε στάδιο νεότητας προς ωρίμανσης. Ενώ οι λεκάνες που εντοπίζονται ανατολικά της μεγάλης λεκάνης βρίσκονται σε στάδιο ωριμότητας προς γήρατος.



Σχήμα 9-1. Στάδια εξέλιξης λεκανών Ροδιάς, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο κτηματολογίου (2007-2009). Οι περισσότερες λεκάνες βρίσκονται στο «στάδιο της ωριμότητας» γκρι χρώμα, στο «στάδιο του γήρατος» εντοπίζονται πέντε λεκάνες (κόκκινο χρώμα), ενώ δύο λεκάνες εντοπίζονται στο «στάδιο της νεότητας», πράσινο χρώμα.

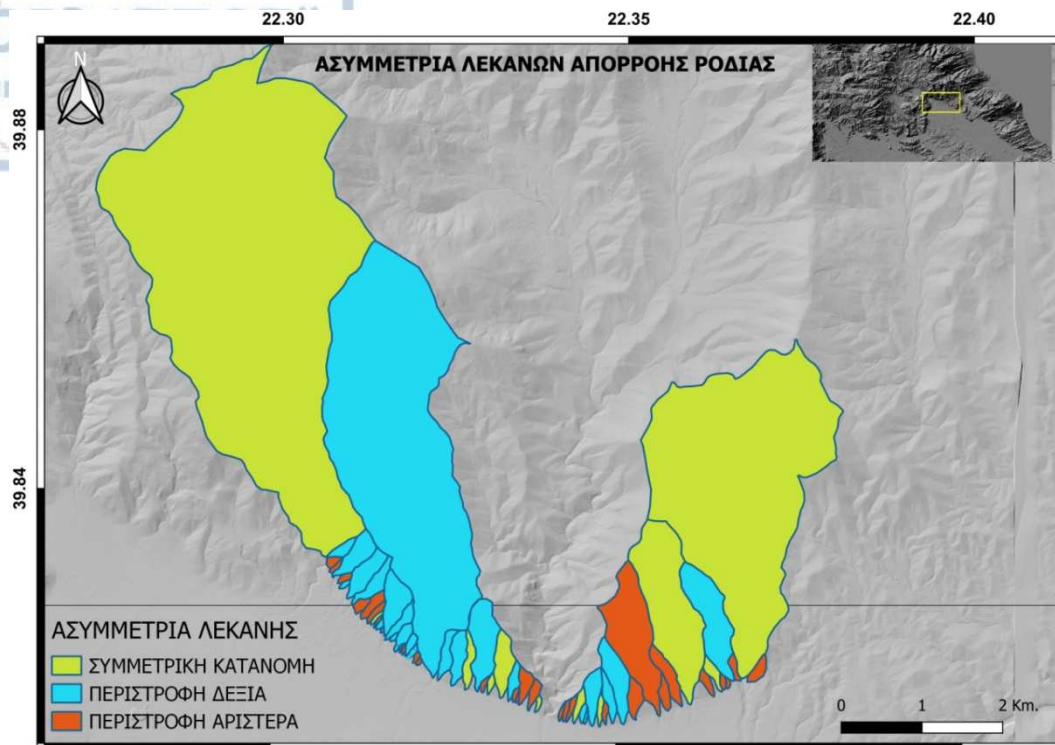
Από την εφαρμογή του δείκτη πλάτος προς ύψος κοιλάδας, εμφανίζεται μία αυξημένη δραστηριότητα στην περιοχή που οφείλεται σε τεκτονικές κινήσεις, που αναγεννούν το ανάγλυφο και διατηρούν την υψομετρική διαφορά μέσα στις κοιλάδες και δημιουργούν διάβρωση σε βάθος.

Οι τιμές του δείκτη μήκους κλίσης ρέματος δείχνουν ότι στην περιοχή κυριαρχούν οι μέτριες και χαμηλές κλίσεις στις λεκάνες.

Από την ασυμμετρία της λεκάνης απορροής, αποτυπώνεται ότι η περιοχή δυτικά της μεγάλης λεκάνης έχει μια συμμετρική και περιστροφή των λεκανών προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού, ενώ η περιστροφή προς τα αριστερά είναι ασήμαντη. Στην περιοχή ανατολικά της μεγάλης λεκάνης εμφανίζεται περισσότερο συμμετρική κατανομή σε μεγάλο ποσοστό και σε μικρότερη αναλογία εμφανίζονται η περιστροφή των λεκανών προς τα δεξιά και προς τα αριστερά.

Από την πυκνότητα απορροής παρατηρούνται σχετικά μεγάλες τιμές του δείκτη, που παραπέμπουν σε περιοχή με σχεδόν αδιαπέραστο lithολογικό υπόβαθρο, με απότομο ανάγλυφο, περιορισμένη βλάστηση και γρήγορη στράγγιση.

Ο δείκτης δαντέλωσης εμφανίζει την πιο ενεργή ισοϋψής στα 120m με συνθήκες ενεργού μετώπου, η οποία δραστηριοποιείται μέσα στα ιζήματα. Επιπροσθέτως παρατηρείται μείωση της τιμής του δείκτη από την ανατολική προς την δυτική περιοχή.



Σχήμα 9-2. Ασυμμετρία λεκανών απορροής Ροδιάς, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο κτηματολογίου (2007-2009). Στην περιοχή της Ροδιάς εμφανίζεται περιστροφή προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού σε εικοσιτέσσερις λεκάνες, περιστροφή προς τα αριστερά σε τριάντα λεκάνες και συμμετρική κατανομή σε έντεκα λεκάνες.

Στην περιοχή τόσο της Ροδιά όσο και της Ελασσόνας, εμφανίζονται τρείς γενιές τριγωνικών γεωμορφών με τις παλαιότερες μεγαλύτερες και λιγότερο ευδιάκριτες να τείνουν να εξαφανιστούν. Της δεύτερης γενιάς οι γεωμορφές διακρίνονται πολύ καθαρά, ενώ αρχίζει να σχηματίζεται και μια νεότερη γενιά μικρότερη από τις υπόλοιπες.

Μετά από την ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου και των επιμέρους μορφοτεκτονικών δεικτών, φαίνεται ότι όλη η περιοχή της Ροδιάς εμφανίζει ενεργό τεκτονική δραστηριότητα. Η περιοχή εμφανίζεται περισσότερο ή λιγότερο ενεργή, ανάλογα με τους επιμέρους δείκτες, ενώ συνολικά σε όλη την περιοχή διακρίνονται επιφανειακά ίχνη στο ανάγλυφο της περιοχής που παραπέμπουν σε ίχνη τεκτονικής δραστηριότητας, στην οποία η διαδικασία της διάβρωσης μερικές φορές επικαλύπτει την τεκτονική δραστηριότητα.

Επιπρόσθετα, με βάση την γεωμορφολογία διακρίθηκαν δύο ρήγματα στην ευρύτερη περιοχή της Ροδιάς, το ρήγμα της Ροδιάς που έχει χαρτογραφηθεί στο παρελθόν από τον Caruto και ένας νεότερος κλάδος νοτιότερα προς την λεκάνη γεγονός που διακρίνεται και στα αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα, που παρουσιάζεται για πρώτη φορά στην παρούσα διατριβή.

Στη παρούσα διατριβή, χρησιμοποιήθηκαν επίσης τα διαθέσιμα ψηφιακά μοντέλα για την ανάλυση της επιφανείας του εδάφους. Δημιουργήθηκαν αναλυτικά επιφανειακά μοντέλα εδάφους με ακρίβεια απεικόνισης cm/px. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτή η λεπτομέρεια στην ανάλυση, χρησιμοποιήθηκε η νέα τεχνολογία με την εναέρια αναλυτική φωτογράφιση με τη χρήση ΣμηΕΑ και την δημιουργία αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων για την περιοχή ενδιαφέροντος. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε υπαίθρια

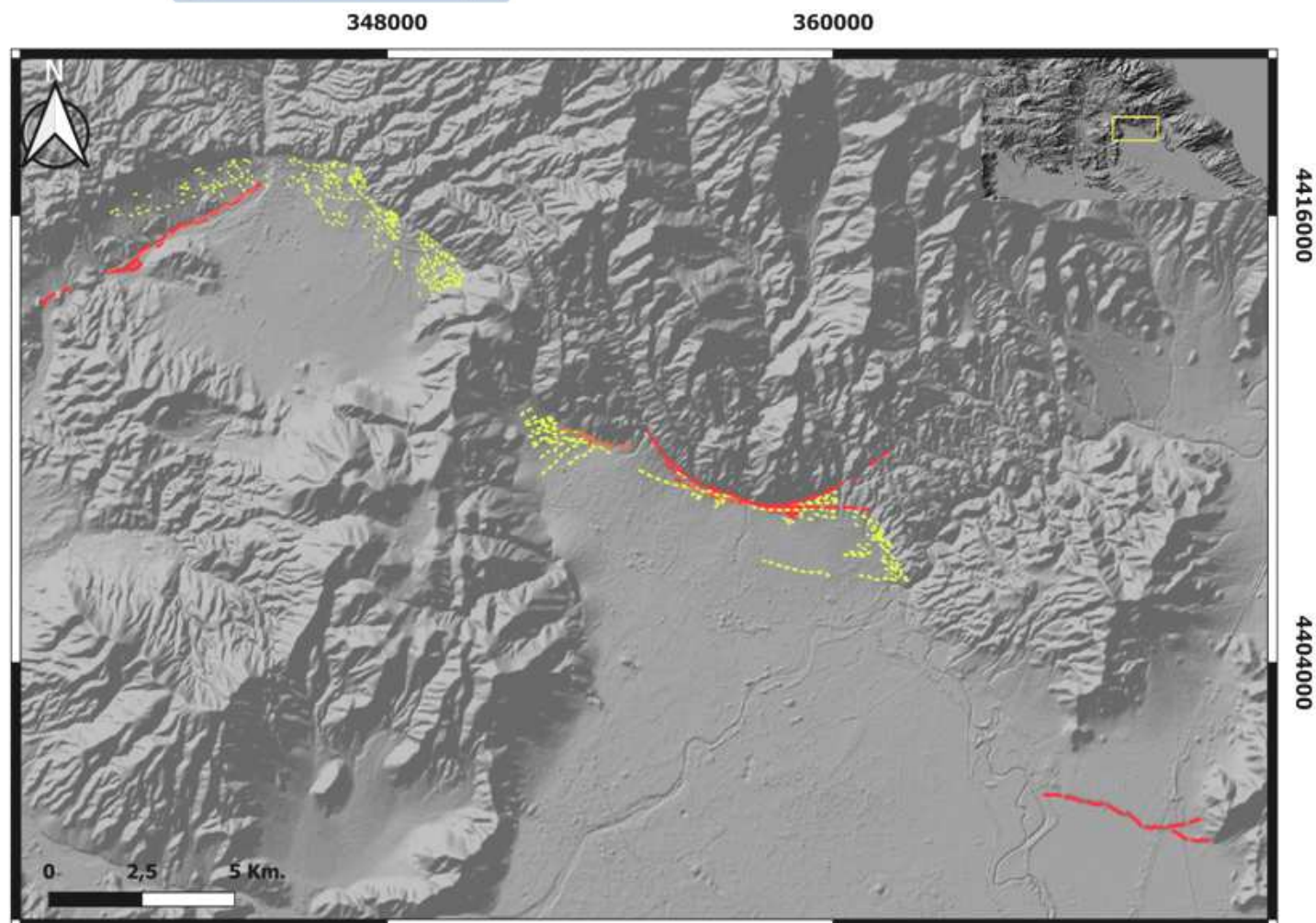
εργασία στην περιοχή και χαρτογράφηση των κύριων τεκτονικών αναβαθμίδων. Τα δεδομένα της εναέριας φωτογράφισης χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων, με την λεπτομερή αποτύπωση της επιφάνειας του εδάφους σε ακρίβεια εκατοστού. Από την αναλυτική αποτύπωση και μελέτη της επιφάνειας και της έρευνας για την περιοχή, στην επιφάνεια εντοπίζονται:

- Επιφανειακή εμφάνιση νέων τεκτονικών πρηνών παράλληλων στα ρήγματα της Γυρτώνης της Ελασσόνας και της Ροδιάς, που προσδιορίζουν την παράλληλη ή υποπαράλληλη γεωμετρική τους ανάπτυξη και την σταδιακή μετανάστευση της τεκτονικής δραστηριότητάς τους.

- Διάσπαρτα ρηξιγενή πρηνή, με την μορφή αναβαθμίδων, σημαντικής υψομετρικής διαφοράς στην περιοχή της Ροδιάς και της Ελασσόνας. Η εικόνα της περιοχής που ανιχνεύεται με τις παραδοσιακές μεθόδους της μορφοτεκτονικής των δεικτών αλλά και της επί τόπου έρευνας, ταυτοποιήθηκε με μεγάλη ακρίβεια από τα αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα. Συγκεκριμένα, τόσο για την περιοχή της Ροδιάς όσο και για την περιοχή της Ελασσόνας οι μορφοτεκτονικοί δείκτες έδειξαν περιοχές με παρουσία τεκτονικής δραστηριότητας. Γεγονός που επιβεβαιώθηκε από τα αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα των περιοχών που δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες τις παρούσας διατριβής και έδειξαν την έντονη παρουσία τεκτονικής δραστηριότητας.

Στον χάρτη του σχήματος 9-3 εμφανίζονται συγκεντρωμένα όλα τα ρήγματα και οι ρηξιγενείς – μορφοτεκτονικές επιφάνειες που αποτυπώθηκαν και αναλύθηκαν στην παρούσα διατριβή. Συγκεκριμένα, με τις κόκκινες γραμμές έχουν σημειωθεί οι ρηξιγενείς επιφάνειες των ρηγμάτων Γυρτώνης, Ροδιάς και Ελασσόνας, ενώ με τις πρασινοκίτρινες γραμμές είναι σημειωμένες οι ρηξιγενείς επιφάνειες (πρηνή) στην περιοχή της Ροδιάς και της Ελασσόνας.

Προκειμένου να γίνει κατανοητή μια εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής με γεωλογικά δεδομένα, εφαρμόστηκαν πέντε υποθετικά σενάρια, βασιζόμενα σε γεωλογικά κριτήρια, αλλά και διαπιστώσεις από την μελέτη των ψηφιακών μοντέλων, για την σεισμική ενεργοποίηση των ρηγμάτων της περιοχής. Σχεδόν σε όλα τα εκτιμώμενα σενάρια διαφαίνεται μια δυσάρεστη κατάσταση για την ευρύτερη περιοχή, δεδομένου ότι τα εν λόγω ρήγματα εντοπίζονται μέσα στην λεκάνη και σε μικρές αποστάσεις από τον πολεοδομικό ιστό πόλεων (Λάρισας και υπολοίπων κοντινών οικισμών).



Σχήμα 9-3. Συνολική εικόνα των ρηξιγενών δομών της λεκάνης της βόρειας ανατολικής Θεσσαλίας, που εντοπιστήκαν στην παρούσα διατριβή. Υπόβαθρο χάρτη: ψηφιακό μοντέλο ALOS.

ABSTRACT**Morphotectonic study of Active Faults in the northern margin of Larissa plain using UAV and Digital Elevation Models.**

In the area of the northern margin of the plain of Larissa, several active faults have been mapped, including the faults of Rodia, Gyrtioni, Tyrnavos, Larissa and Asmaki. Paleoseismological surveys and historical seismic data show that these faults are associated with historically or geologically determined earthquakes.

In the present *dissertation*, the Rodias, Gyrtioni and Elassona faults were re-examined with quantitative morphotectonic methods, detailed and dense analytical photography using UAV and creation of digital detailed terrainmodels, field work and mapping of terraces and tectonic slopes .

In order to understand the current tectonic situation of the area, all the known methods of morphotectonics were initially applied by calculating the morphotectonic indicators in the area of Rodia and Elassona. The analysis of the indicators shows and documents the continuous tectonic activity of the faults and their degree of activity.

In the present dissertation, the available digital models were also used for the analysis of the soil surface. Detailed surface soil models with cm / pix imaging accuracy were created. In order to achieve this detail in the analysis, new technology was used with aerial photography using UAV and the creation of detailed digital models for the area of interest. In addition, outdoor work was carried out in the area and mapping of the main tectonic terraces.

The aerial photography data were used to produce detailed digital models, with detailed capture of the ground surface to the nearest centimeter. From the detailed mapping and study of the surface and the research for the area, on the surface are identified the following.

Surface appearance of new tectonic slopes, parallel to the faults of Gyrtioni of Elassona and Rhodia, which determine their parallel or sub-parallel geometric development and the gradual migration of their tectonic activity.

Scattered rugged slopes, in the form of terraces, of significant elevation difference in the area of Rodia and Elassona.

The image of the area that is detected with the traditional methods of morphotectonics indicators and also of the field research, was identified with great accuracy by the analytical digital models. Specifically for both the areas of Rhodia and Elassona, the morphotectonic indices showed areas with the presence of tectonic activity

This fact was confirmed by the detailed digital models of the areas created for the needs of the present dissertation, showed the strong presence of tectonic activity. In order to understand an assessment of the seismic hazard of the area with geological data, five hypothetical scenarios were applied for the seismic activation of the faults in the area. Almost all the estimated scenarios show an unfavorable seismic situation for the wider area, since these faults are located in the basin and at short distances from the city of Larissa and other settlements. Based on the estimated ground acceleration values that resulted from the application of seismic scenarios for the region but also taking into account the long period of earthquake recurrence, it is proposed to revise the planning seismic acceleration value for the region of eastern Larissa to join the zone with seismicity factor of category II with a design value of 0.24 (% g), applying the same value throughout the region of the basin of Eastern Thessaly.

Athanassiou A., (2001). New findings of fossil large mammals, remains in the Peneios valley (area of Larissa, Thessaly, Greece). Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας. Τομ. XXXIV/2 533 -539. Πρακτικά 9ου Διεθνούς συνεδρίου, Αθήνα.

Athanassiou A., (2011). The Late Pleistocene fauna of Peneios valley (Larisa, Thessaly, Greece): new collected material. 9th European Association of Vertebrate Paleontologists Meeting. Heraklion.

Ambraseys N.N. and Jackson J.A. (1990). Seismicity and associated strain of the central Greece between 1890 and 1988. Geophys J. Int., 101, 663 -708

Ambraseys N. (2009). Earthquakes in the Eastern Mediterranean and the Middle East. London. A multidisciplinary Study of Seismicity up to 1900. Imperial College London. Cambridge University Press. Academy of Athens.

Azor, A., Keller, E.A., Yeats, R.S., 2002. Geomorphic indicators of active fold growth: South Mountain-Oak Ridge anticline, Ventura basin, southern California. Geological Society of American Bulletin 114, 745-753.

Baltsavias E. (2005). Automated DSM generation by image matching of aerial and spaceborne images. Institute of Geodesy and Photogrammetry ETH Zurich, Switzerland.

Bull W., McFadden L., 1977. Tectonic geomorphology north and south of the Garlock Fault, California, Geomorphology in Arid regions, D. O. Doehring, ed., Publications in Geomorphology, State University of New York at Binghamton, 115 – 138.

Bull W.B. (1978). In: U.S. Geological Survey Contract Report 14-08-001-G-394, Menlo Park California pp.100.

Bull W.B. (1984). In: Annals of Geological Education 32, 310-324.

Burnett A.W. Scumm S.A. (1983). In Science 222, 49-50

Caputo R. (1990). Geological and structural study of the recent and active Brittle Deformation of Neogene - Quaternary Basins of Thessaly (Central Greece). Ph.D. Thesis, Aristotle University Thessaloniki.

Caputo R. (1993). The Rodia fault system: An active complex shear zone (Larissa plain, central Greece). Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, τόμος XXVIII/1., σελ. 447-456.

Caputo, R., Pavlides, S., (1993). Late Cainozoic geodynamic evolution of Thessaly and surroundings (central-northern Greece). Tectonophysics 223, 339–362. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(93\)90144-9](https://doi.org/10.1016/0040-1951(93)90144-9)

Caputo R. (1994). A possible seismic gap in Northern Thessaly, Greece as inferred from geologic data. Ann. Geofis., 38, 1-19.

Caputo R, Bravard J.P. and Helly B. (1994). The Pliocene - Quaternary tectosedimentary evolution of the Larisa Plain (Easter Thessaly Greece). *Geodinamica Acta* (Paris) 1994, 7,4, 219-231.

Caputo R. (1995). Inference of a seismic gap from geological data: Thessaly (Central Greece) as a case of study. *Annals of Geophysics* 38. <https://doi.org/10.4401/ag-4127>

Caputo R., Helly B. (2004). Archaeological evidence of past earthquakes. A contribution to the study of Thessaly Central Greece. *Journal of Earthquake Engineering* Vol9, No2 (2005) 199 -222 . Imperial College Press. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2004.07.047>

Caputo R, Helly B., Pavlides S., Papadopoulos G. (2004). Paleoseismological investigation of the Tyrnavos Fault (Thessaly, Central Greece). *Tectonophysics* 394 (2004) 1-20.

Caputo R., Oliveto A., & Helly B. (2004). Paleoseismological researches along the Rodia Fault, Central Greece. *Bulletin Geological Society of Greece*, XXVII, 447-546.

Caputo R., Helly B. (2005). The Holocene activity of Rodia Fault Central Greece. *Journal of Geodynamics* 40 (2005) 153-169.

Caputo R, Hinzen K.-G., Liberatore D., Scheiber S., Helly B., Tziafalias A. (2010). Quantitative archaeoseismological investigation of the Great Theatre of Larissa, Greece. *Bull Earthquake Eng* (2011) 9:347-336.

Caputo, R., Chatzipetros, A., Pavlides, S., Sboras, S., (2012). The Greek Database of Seismogenic Sources (GreDaSS): state-of-the-art for northern Greece. *Annals of Geophysics* 55, 859–894. <https://doi.org/10.4401/ag-5168>

Caputo, R., Pavlides, S., 2013. Greek Database of Seismogenic Sources (GreDaSS), University of Ferrara, Italy. <https://doi.org/10.15160/UNIFE/GREDASS/0200> and GreDaSS Working Group, 2014. The Greek Database of Seismogenic Sources (GreDaSS): the new version. EGU General Assembly 2014.

Cannon P.J. (1976). In: *Oklahoma Geology Notes* 36-3-16.

Carrivic J.L., Smith M.W., Duncan Q. J. (2016). *Structure from Motion in the Geosciences*. Wiley Blackwell.

Chang, Z., Sun, W, Wang, J., 2015. Assessment of the relative tectonic activity in the Bailongjiang Basin: insights from DEM-derived geomorphic indices. *Environ Earth Sci* 74, 5143–5153.

Chen, YC., Sung, Q., Cheng, K.Y., 2003. Along-strike variations of morphotectonic features in the Western Foothills of Taiwan: tectonic implications based on stream gradient and hypsometric analysis. *Geomorphology* 56, 109–137.

Creutzburg N. (1963). Paleogeographic evolution of Grete from Miocene till our days. *Cretan Annals* 15/16 336-342.

Cox R.T. (1994). In: *Geological Society of American Bulletin* 106, 571-581.

Chatzipetros A., Kokkalas S., Pavlides S., Koukouvelas I. (2005). Palaeoseismic data and their implication for active deformation in Greece. *Journal of Geodynamics* 40 Issues 2–3, Pages 170-188.

Chatzipetros A., Pavlides S., Fournelis M., Sboras S., Galanakis D., Pikridas C., Bitharis S., Kremastas E., Chatziioannou A. (2021). The Northern Thessaly strong earthquakes of March 3 and 4 2021 and their neotectonic setting. *Bulleting of the Geological Society of Greece*. Vol.58,2021. DOI number: <http://dx.doi.org/10.12681/bgsq.27225>.

Dermitzakis M.D. & Papanikolaou D.J. (1981). Paleogeography and geodynamics of the Aegean region during the Neogene. *Annales Geological des Pays Helléniques*, 30, 245-289.

Dermitzakis M.D. (1990). The colonization of Aegean islands in relation with the paleogeographic evolution. *Biologia Gallo – Hellenica*, 14, 99-121.

Doutsos T., Piper Pe., Boronkay K., Koukouvelas I. (1993). Kinematics of the central Hellenides. *Tectonics* 12, 936-953.

Doutsos T., Koukouvelas I. (1994). Extensional structures in the central part of the Mesohellenic Trough In: *Postogene Entwicklungen der Peloponnes und benachbarter Raume* edited By E. Strauch. *Münstersche Forschungen zur Geologischen und Paläontologie*, Heft 76, 407-412.

Doutsos T., Koukouvelas I., Xypolias P. (2006). A new orogenic model for the External Hellenides. In: Robertson A.H.F. Mountrakis D. (eds). *Tectonic evolution of the Eastern Mediterranean region*. Geological Society London, Special Publication 260, 507-520.

D.J. Andrews (1989). *Mechanics of fault junctions. Fault Segmentation and Controls of Rupture Initiation and Termination*. Palm Springs, California. Open-File Report 89-315. Introduction to workshop on fault segmentation and control of rupture initiation and termination.

Edwin N., J. Ramon A., Crosby C. (2014). *Introduction to Structure from Motion*.

Field, E.H., T.H. Jordan, and C.A. Cornell (2003). OpenSHA: A Developing Community-Modeling Environment for Seismic Hazard Analysis, *Seismological Research Letters*, 74, no. 4, p. 406-419.

Field, E. H., N. Gupta, V. Gupta, M. Blanpied, P. Maechling, and T.H. Jordan (2005a), Hazard calculations for the WGCEP-2002 earthquake forecast using OpenSHA and distributed object technologies, *Seismological Research Letters*, 76, p. 161-167, DOI: 10.1785/gssrl.76.2.161.

Field, E.H., V. Gupta, N. Gupta, P. Maechling, and T.H. Jordan (2005b), Hazard Map Calculations Using GRID Computing, *Seismological Research Letters*, 76, no. 5, p. 565-573, DOI: 10.1785/gssrl.76.5.565.

Field, E. H., H. A. Seligson, N. Gupta, V. Gupta, T. H. Jordan, and K. Campbell (2005c), Loss Estimates for a Puente Hills Blind-Thrust Earthquake in Los Angeles, California, *Earthquake Spectra*, 21, p. 329-338, DOI: 10.1193/1.1898332

Florinsky, I.V. (Second Edition. (2016). Digital Terrain Analysis in Soil Science and Geology. Elsevier.

Font, M., Amorese, D., Lagarde, J.L., 2010. DEM and GIS analysis of the stream gradient index to evaluate effects of tectonics: the Normandy intraplate area (NW France). *Geomorphology* 119, 172–180.

Fossen H. (2010). Structural geology. Cambridge university press.

Foumelis M., Parcharidis I., Lagios E., Voulgaris. (2009). *Journal of Applied Geophysics* 69 16-23.

Foumelis M., Papageorgiou E., Stamatopoulos C. (2016). Episodic ground deformation signals in Thessaly Plain (Greece) revealed by data mining of SAR interferometry time series. *International Journal of Remote Sensing*. Volume 37, issue 16.

Galanakis D, Sboras S, Konstantopoulou G, Xenakis M (2021). Neogene-Quaternary tectonic regime and macroseismic observations in the Tyrnavos-Elassona broader epicentral area of the March 2021, intense earthquake sequence. *Bulletin of the Geological Society of Greece* 58: 200-21. doi: 10.12681/bgs.27196.

Ganas A, Valkaniotis S, Briole P, Serpetsidaki A, Kapetanidis V et al. (2021). Domino-style earthquakes along blind normal faults in Northern Thessaly (Greece): kinematic evidence from field observations, seismology, SAR interferometry and GNSS. Available from: https://www.researchgate.net/publication/353128595_Domino-style_earthquakes_along_blind_normal_faults_in_Northern_Thessaly_Greece_kinematic_evidence_from_field_observations_seismology_SAR_interferometry_and_GNSS [accessed Oct 09 2021].

Gardner T.W., Back W., Bullard T.F., Hare P.W., Kesel R.H., Lowe D.R., Menges C.M., Mora S., Paz – Zaglia F.J., Sasowsky L.D., Troester J.W. Wells S.G. (1987). In: *Geomorphic systems of North America*. Geological Society Of America 2, 243-402.

Goldsworthy M and Jackson J. (2000). Active normal fault evolution in Greece revealed by geomorphology and drainage patterns. *Geophys J. Int.*, 187, 967-981.

Goldsworthy M and Jackson J. (2001). Migration of activity within normal fault systems: examples from the Quaternary mainland Greece. *Geophys J. Int.*, 23, 489-506.

Goldsworthy M., Jackson J. and Haines J. (2002). The continuity of active fault systems in Greece. *Geophys J. Int.*, 148, 596-618.

Gregory K.I. Walling D.E. (1973). *Drainage Basin Form and Process. A geomorphological approach*. Edward Arnold London.

Hack, J., 1973. Stream profile analysis and stream gradient index. *U.S. Geological Survey Journal Research Exploration*, Athens, 1, 421–429.

Hadley, R.F., Schumm, S.A., 1961. Sediment sources and drainage-basin characteristics in upper Cheyenne River basin. *US Geol. Survey Water Supply Paper* 1531-B.

Hamdouni, E.R., Irigaray, C., Fernández, T., Chacón, J., Keller, E.A., 2008. Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain). *Geomorphology* 96, 150–173.

Hare P.H. Gardner T.W. (1985). In: Morisawa M, Hack J.T. (Eds) *Tectonic Geomorphology* Allen and Unwin Boston, 75-104.

Horton R.E. (1932). In: *Transaction of the American Geophysical Union* 13, 350-361.

Horton R.E. (1945). In *Geological Society of American Bulletin* 56, 275-370.

Huang X.J., Niemann J.D., (2006) In: *Earth surface Processes and Landforms* 31, 1802-1823.

Karakostas V, Papazachos C, Papadimitriou E, Fomelis M, Kiratzi A et al. (2021). The March 2021 Tyrnavos, central Greece, doublet (Mw6.3 and Mw6.0): Aftershock relocation, faulting details, coseismic slip and deformation. *Bulletin of the Geological Society of Greece* 58: 131-178. doi: 10.12681/bgsg.2723.

Keller, E., 1986. Investigation of active tectonics: use of surficial earth processes. In: Wallace, R. E. (eds), *Active Tectonics studies in Geophysics*. Nat. Acad. Press, Washington, Dc, 136 – 147.

Keller E., Pinter N., (1996). *Active Tectonics Earthquake, Uplift and Landscape*, Earth Science Series, Prentice – Hall, Englewood Cliffs. NJ.

Keller, E., Pinter, N., 2002. *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscape*. Prentice Hall, New Jersey.

Kilias, A., Fasoulas, C., Priniotakis, M., Sfeikos, A., Frisch, W. (1991). Deformation and HP/LT Metamorphic Conditions at the Tectonic Window of Kranea (W -- Thessaly, Northern Greece). *Zeitschrift Der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 142, 87–96. <https://doi.org/10.1127/zdgg/142/1991/87>

Kilias, A., Mountrakis, D. (1987). Structural Geology of the Central Pelagonian Zone (Kamvounia Mountains, North Greece). *Zeitschrift Der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 138, 211–237. <https://doi.org/10.1127/zdgg/138/1987/211>

Kilias, A., Thomaidou, E., Katrivanos, E., Vamvaka, A., Fassoulas, C., Pipera, K., Falalakis, G., Avgerinas, S., Sfeikos, A. (2016). A geological cross-section through Northern Greece from Pindos to Rhodope mountain ranges: A field guide across the external and internal hellenides. *Journal of the Virtual Explorer* 50, 1–107. <https://doi.org/10.3809/jvirtex.2016.08685>

Kilias, A., Vamvaka, A., Falalakis, G., Sfeikos, A., Papadimitriou, E., Gkaraouni, C., Karakostas, B. (2013). The Mesohellenic trough and the Thrace Basin. Two Tertiary molassic Basins in Hellenides: do they really correlate? *Bulletin of the Geological Society of Greece* 47, 551. <https://doi.org/10.12681/bgsg.11082>

Koroneos, A., Kilias, A., Avgerinas, A. (2013). Hercynian plutonic rocks of Voras Mountain, Macedonia, Northern Greece: Their structure, petrogenesis, and tectonic significance. *International Geology Review* 55, 994–1016. <https://doi.org/10.1080/00206814.2012.758830>

Kokkalas S., Xypolias P., Koukouvelas I., Doutsos T. (2006). In: Dilek, Y., and Pavlides S., (eds), Postcollisional tectonics and magmatism in the Mediterranean region and Asia. *Geological Society of America Special Paper* 409, 97-123, doi:10.1130/2006.2409(06).

Koukouvelas I., Aydin A. (2002). Fault structure and related basins of the North Aegea Sea and its surroundings. *Tectonic* vol.21 No 5. 10.1029/2001TC901037,2002.

Koukouvelas I., Zygouri V., Nikolakopoulos K., Verroios S. (2018). Treatise on the tectonic geomorphology of active faults: The significance of using a universal digital elevation model. *Journal of Structural Geology*. 0191-8141.

Koukouvelas I., Nikolakopoulos K.G., Kyrioy A., Caputo R., Belesis A., Zygouri V., Verroios S., Apostolopoulos D. Tsentzos I. (2021). The March 2021 Damasi Earthquake Sequence, Central Greece: Reactivation Evidence across the Westward Propagating Tyrnavos Graben. *Geosciences* 2021, 11, 328. <https://doi.org/10.3390/geosciences11080328>.

Kremastas E., Pavlides S., Chatzipetros A., Koukouvelas I., Valkaniotis S. (2017). Mapping the Gyrtani Fault (Thessaly, Central Greece) using an Unmanned Aerial Vehicle. Conference 9th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archeoseismology (PATA), 25 – 27 June, 2018, Possidi, Greece.

Leopold, L. B., Wolman, M. G., Miller, J. P., 1964. Fluvial processes in geomorphology. W. H. Freeman and Company, San Francisco, California.

Maechling, P., V. Gupta, N. Gupta¹, E.H. Field, D. Okaya, and T.H. Jordan, 2005a, Seismic Hazard Analysis Using Distributed Computing in the SCEC Community Modeling Environment, *Seismological Research Letters*, 76, no. 2, p. 177-181, DOI: 10.1785/gssrl.76.2.177.

Maechling, P., V. Gupta, N. Gupta¹, E.H. Field, D. Okaya, and T.H. Jordan, 2005b, Grid Computing In The SCEC Community Modeling Environment, *Seismological Research Letters*, 76, no. 5, p. 581-587, DOI: 10.1785/gssrl.76.5.581-a.

Melton M.A. (1958). In: *Journal of Geology* 66, 35-56.

Melton, M.A., 1965. The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in southern Arizona. *The Journal of Geology*, 1-38.

Mercier, J.L. (1981). Extensional – compressional tectonics associated with the Aegean Arc: comparison with the Andean Cordillera of south Peru – north Bolivia. *Phil. Trans R. Soc Lond.A*.300,337-355.

Mercier, J. L. & Carey-Gailhardis, E. (1988) Regional state of stress and characteristic fault kinematic instabilities shown by aftershock sequences: the 1978 Thessaloniki (Greece) and 1980 Campania Lucania (Italy) earthquakes as examples. *Earth planet Sci. Lett.*, in press.

Mercier J. L., Sorel D., Vergely P., Simeakis K. (2007). Extensional tectonic regimes in the Aegean basins during the Cenozoic. Basin Research, Volume 2, Issue 1, Mar 1989, p. 49 – 71.

Merrits, D., Vincent, K.R., 1989. Geomorphic response of coastal streams to low, intermediate, and high rates of uplift, Mendocino triple junction region, northern California. Geological Society America Bulletin, 101, 1373– 1388.

Miller V.C. (1953). In: Department of Geology, Columbia University, New York. Technical report 3, contract N6 ONR271-300.

Moglen G.E., Brass R.L. (1995). In: Water Resource Research 31, 2613-2623.

Moutrakis D, Kiliadis D., Pavlides S., Patras S., Spyropoulos N., (1986). The internal Hellenides and their role to the geotectonic evolution of eastern Mediterranean Meeting of <Brittle deformation analysis in Neotectonics>. Firenze April 1986 Acta Nat "Ateneo Parmese", 23, 147-162.

Moutrakis D., Kiliadis D., Pavlides S., Zouros N., Spyropoulos N., Tranos M., & Soualakellis N. (1993). Field study of the Southern Thessaly highly active fault zone. Proc. 2nd Congr. Hell Geoph. Union Florina, May. Greece v.2, 603-614.

Moutrakis D. (2006). Tertiary and Quaternary tectonics of Greece. Special Paper of the Geological Society of America. 409:125-136. DOI:10.1130/2006.2409(07)

Mcalpin J. (2009). Paleoseismology. Second edition. Volume 95 International Geophysics series. Elsevier.

Ohmori, H., 1993. Changes in the hypsometric curve through mountain building resulting from concurrent tectonics and denudation. Geomorphology 8, 263–277.

Papadopoulos G. A., Agalos A., Karavias A., Triantafyllou I., Parcharidis I., Lekkas E. (2021). Seismic and Geodetic Imaging (DInSAR) Investigation of the March 2021 Strong Earthquake Sequence in Thessaly, Central Greece. Geosciences 2021, 11, 311. <https://doi.org/10.3390/geosciences11080311>.

Papastamatiou I. (1957). The earthquake of Velesino of 8 March 1957, Report Inst. Geologias & Erevnon Ypedafhus, p 11, Athens

Papastamatiou I., Mouyaris N. (1986). The earthquake of April 30, 1954, in Sophades (Central Greece). Geophysical Journal International, Volume 87, Issue 3, Pages 885-895. (doi.org/10.1111/j.1365-246X.1986.tb01975.x)

Papazachos C., Kiratzi A. (1992). A formulation for reliable estimation of active crustal deformation and its application to central Greece. Geophys. J. Int 111, 424-432.

Papazachos B., Kiratzi A.A., Karakostas B.G. (1997). Homogeneous moment magnitude determination for earthquakes in Greece. Bull. Seism. Soc. Am. 19pp (in press).

Papazachos B.C., Karakostas V.G., Papazachos C.B., Scordilis E.M. (2000). The geometry of the Wadati – Behoff zone and Lithospheric kinematics in the Hellenic arc. Tectonophysics 319 275-300

Papazachos G., Papazachos C., Skarlatoudis A., Kkalls H., Lekkas E. (2015). Modelling macroseismic observations for historical earthquakes: the cases of the M=7.0, 1954 Sofades and M=6.8, 1957 Velestino events (central Greece). *J Seismology* 20:151-165. DOI 10.1007/s10950-015-9517-9

Patton P.C. (1988). In: Baker R.C., Patton P.C. (eds) *Flood Geomorphology*. Wiley New York. p.p. 503.

Pavlidis S., Pantosti, D. Peizhen, Z. (1999). Earthquakes, Paleoseismology and ActiveTectonics Tectonophysics SpecialIssue, 308, 2-4.

Pavlidis S., Caputo R. (2003). Magnitude versus faults' surface parameters: quantitative relationships from the Aegean region. *Tectonophysisc* 380 (2004) 159-188.

Pavlidis S., Caputo C., Koukouvelas I., Kokkalas S., Chatzipetros A. (2006). Paleoseismological investigations of Aegean – type active faults in mainland Greece and their implications *Geological Society of America Special Paper* 409.

Pavlidis S., Chatzipetros A., Sboras S., Kremastas E., Chatziioannoy A. (2021). The northern Thessaly strong earthquakes of March 3 and 4 and their neotectonic setting. *BGSGr-Thessaly EQ DAM2104*.

Philips, L. F., Schumm S.A., 1987. Effect of regional slope on drainage networks. *Geology* 15(9), 813–816.

Rai, P.K., Mishra, V.N., Mohan, K., 2017. *Remote Sens. Appl. Soc. Environ.* 7, 9-20.

Ramirez-Herrera, M.T., 1998. Geomorphic Assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican Volcanic Belt. *Earth Surface Processes and Landforms* 23, 317–332.

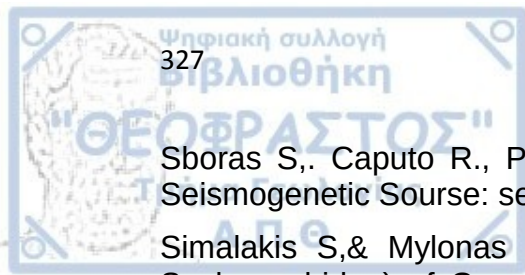
Reddy, G.P.O., Maji, A.K., Gajbhiye, K.S., 2004. Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in basaltic terrain, central India—a remote sensing and GIS approach. *Int J Appl Observ Geoinf* 6, 1–16.

Rockwell, T., Keller, E., Johnson, D., 1985. Tectonic geomorphology of alluvial fans and mountain fronts near Ventura, California. In: Morisawa, M., Hack T. J. (eds), *Tectonic Geomorphology*. Publ. In *Geomorphology*, State University of new York, Binghamton, 183 – 207.

Rowland S., Duebendorfer E.M., Schiefelbein M. (2007). *Structural analysis & synthesis. A laboratory course in structural geology*. Third edition. Blackwell Publishig.

Runnels C. and Tjeerd H. van Andel (2014). The paleolithic in Larisa, Thessaly. *British school at Athens studies*, Vol 3, The palaeolithic archaeology of Greece and adjacent areas.

Selby M.J. (1985). *Earth's changing surface*. Clarendon Press Oxford England, pp 607.



Sboras S., Caputo R., Pavlides S. (2009 - 2011). The Greek Database of Seismogenetic Source: seismotectonic implications for North Greece.

Simalakis S., Mylonas M. (2008). The Scolopendra species (Chilopoda: Scolopendridae) of Greece (E – Mediterranean): a theoretical approach on the effect of geography and palaeogeography on their distribution. Zootaxa 1792:39-53

Schmitt J. (1983). The Gender of Ancient Israel. Research Article. Volume 8, issue 26, 115-125.

Schumm S.A. (1956). In Geological Society of American Bulletin 67, 597-646.

Schumm S.A. (1997). In: Stoddart D.R. (ed), Process and Form in Geomorphology, Routledge London, 15-45.

Strahler, A.N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, 63, 1117-1142.

Strahler A.N. (1957). In Transactions. American Geophysical Union 38, 913-920.

Sreedevi P.D., Owais S., Khan H., Ahmed S. (2009). In: Journal of the Geological Society, of India 73, 543-552.

Soulakellis N., Synnefa A., Dandou A., Santamouris M., Tombrou M. (2008). On the use of cool Materials as a Heat Island Mitigation Strategy. Journal of applied meteorology and climatology. Volume 47.

Taleatha Pell., Ioan Y.Q. Li., Karen E. Joyce., (2022). Demystifying the Differences Between Structure from Motion Software Packages for Preprocessing Drone Data.

Tarboton D.G., Bras R.L. Rodriguez – Iturbe I. (1988). In water Rescource research 24, 1317-1322.

Taymaz T., Yilmaz Y., Dilek Y. (2007). The geodynamic of the Aegean and Anatolia: Introduction. Geological Society, London, Special Publications 291, 1-16

Tsodoulos, I.M., Koukouvelas, I.K., Pavlides S., 2008. Tectonic geomorphology of the easternmost extension of the Gulf of Corinth (Beotia, Central Greece). Tectonophysics 453, 211-232.

Lekkas, E., Agorastos, K., Mavroulis, S., Kranis, Ch., Skourtsos, Emm., Carydis, P., Gogou, M., Katsetsiadou, K.-N., Papadopoulos, G., Triantafyllou, I., Agalos, A., Moraitis, S., Stamati, E., Psarris, D., Kaviris, G., Kapetanidis, V., Papadimitriou, P., Karakonstantis, A., Spingos, I., Kouskouna, V., Kassaras, I., Pavlou, K., Voulgaris, N., Mavrouli, M., Pavlides, S., Chatzipetros, A., Sboras, S., Kremastas, E., Chatziioannou, A., Kiratzi, A., Papazachos, C., Chatzis, N., Karakostas, V., Papadimitriou, E., Koukouvelas, I., Nikolakopoulos, K., Kyriou, A., Apostolopoulos, D., Zygouri, V., Verroios, S., Belesis, A., Tsentzos, I., Krassakis, P., Lymperopoulos, K., Karavias, A., Bafi, D., Gatsios, T., Karatzia, M., Gkougkoustamos, I., Falaras, T., Parcharidis, I., Papathanassiou, G., Evangelidis, C.P., Karastathis, V.,

Tselentis, G-A., Ganas, A., Tsironi, V., Karasante, I., Valkaniotis, S., Galanakis, D., Kostantopoulou, G., Theodoulidis, N., Karakostas, Ch., Lekidis, V., Makra, K., Margaris, V., Morfidis, K., Papaioannou, Ch., Rovithis, M., Salonikios, Th., Papadopoulos, N., Kourou, A., Manousaki, M., Thoma, T. (2021). The early March 2021 Thessaly earthquake sequence. Newsletter of Environmental, Disaster, and Crises Management Strategies. Issue No.22, 195p., ISSN 2653-9454.

Troioani F., Seta, M.D., 2008. The use of the Stream Length–Gradient index in morphotectonic analysis of small catchments: A case study from Central Italy. *Geomorphology*, 102, 159-168.

Tsodoulos I., Pavlides S., Caputo R., Chatzipetros A., Koukouvelas I., Stamoulis K., Ioannides K. (2015). Palaeoseismological investigation across the Gyrtoni Fault, Tyrnavos Basin, Central Greece. 6th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archeoseismology.

Tsodoulos I., Stamoulis K., Caputo R., Koukouvelas I., Chatzipetros A., Pavlides S., Gallousi Ch., Papachristodoulou Ch., Ioannides K. (2016). Middle - Late Holocene earthquake history of the Gyrtoni Fault, Central Greece: Insight from optical stimulated luminescence (OSL) dating and paleoseismology. *Tectonophysics*. Tecto 127223.

Valkaniotis S., Papathanasiou G., Ganas Ath., Kremastas E., Caputo R. (2021). Preliminary report of liquefaction phenomena triggered by the March 2021 earthquakes in central Thessaly Greece.

Walsh J.J., Bailey W.R., Childs C., Nicol A., and Bonson C.G. (2003). Formation of segments normal faults: a 3 -D perspective. *Jornal of Structural Geology* 25, 1251-1262.

Wells D.L., Bullaard T.F., Menges C.M. Drake P., Karas P.A. Kelson K.I. Ritter J.B., Wesling JR. (1988). In; *Geomophology* 1. 239-265.

Wiwerwin W., Sugiyama Y., Hisada K. Charusiri P. (2011). Re-evaluation of the activity of the Thoen Fault ih the Lampang Basin, northern Thailand, based on geomorphology and geochronology. *Earth Planets Space*, 63, 975-990.

Willgoose C., Hacock G., (1998). Ih; *Earth surface Processes and Landforms* 23, 611-623.

Wobus, C.W., Tucker, G.E., Anderson, R.S., 2010. Does climate change create distinctive patterns of landscape incision?. *J. Geophys. Res.*, 115, F04008.

Zlatkin –Troitschanskaia O., Pant H.A., Lautenbach C., Molerov D., Toepper M., Brückner S. (2017). Modeling and Measuring Competencies in Higher Education. *Approaches to Challenges in Higher Education Policy and Practice*. Springer VS, Wiesbaden VII, 127. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-658-15486-8_5. Online ISBN 978-3-658-15486-8.

Caputo, R., Παυλίδης Σπ., (1990). Νεοτεκτονική δομή και εξέλιξη της Θεσσαλίας. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας τομ. XXV/3 119-133 .

(GR08). Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας (2014). Κ/ΞΙΑ Διαχείρισης Υδάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας. Ειδική Γραμματεία Υδάτων.

HellyBr., BravardJ.P., CaputoR. (1984). Η ανατολική Θεσσαλική πεδιάδα. Μεταβολές των ιστορικών τοπίων και η προσχωματική εξέλιξη.

Βαλκανιώτης Σ. (2009). Συσχέτιση Νεοτεκτονικών Δομών και Σεισμικότητας στην Ευρύτερη Περιοχή του Κορινθιακού Κόλπου (Κεντρική Ελλάδα). Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. (1935). Φύλλο χάρτη Λάρισα, κλίμακα 1:100.000 Αθήνα.

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. (1937). Φύλλο χάρτη Αγιά, κλίμακα 1:100.000 Αθήνα.

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. (1986). Φύλλο χάρτη Αγιά, κλίμακα 1:50.000 Αθήνα.

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. (1986). Φύλλο χάρτη Λάρισα, κλίμακα 1:50.000 Αθήνα.

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. (1970). Φύλλο χάρτη Πλατύκαμπος, κλίμακα 1:50.000 Αθήνα.

Ελληνική Γεωλογική Εταιρεία. (1993). Τεκτονική κυανοσχιστόλιθων. Ειδική Επιστημονική Συνεδρία. 29-30 Μαΐου 1993 Κοινότητα Αμπελακίων Νομού Λάρισας.

Ζούρος Ν., Παυλίδης Σ. (2003). Συμβολή στη μελέτη των επιφανειακών εδαφικών ρωγμών της λεκάνης της Λάρισας (Ανατολική Θεσσαλία). 3^ο Συνέδριο για την ανάπτυξη της Θεσσαλίας. Πρακτικά τόμος Α΄. Σελ 131- 155.

Ινστιτούτο Γεωλογικών Μεταλλευτικών Ερευνών. (1985). Γεωλογικός χάρτης φύλλο Γόνοι, κλίμακα 1:50.000, Δρ. Μιγκίρος Γ. 1979-1980, Αθήνα.

Ινστιτούτο Γεωλογικών Μεταλλευτικών Ερευνών. (1987). Γεωλογικός χάρτης φύλλο Ελασσόνα κλίμακα 1:50.000, Τριανταφύλλης Ε. 1979,1981 και 1982,Αθήνα.

Ινστιτούτο Γεωλογικών Μεταλλευτικών Ερευνών. (1985). Γεωλογικός χάρτης φύλλο Λάρισα, κλίμακα 1:50.000, φύλλο, Δρ. Πλαστήρας Β. 1980-1982,Αθήνα.

Ινστιτούτο Γεωλογικών Μεταλλευτικών Ερευνών. (1987). Γεωλογικός χάρτης φύλλο Πλατύκαμπος, κλίμακα 1:50.000, Δρ. Κατσικάτσος Γ., Βιδάκης Γ., Δρ. Μιγκίρος Γ. 1977 - 78,Αθήνα.

Ινστιτούτο Γεωλογικών Μεταλλευτικών Ερευνών. (1987). Γεωλογικός χάρτης φύλλο Ραψάνη, κλίμακα 1:50.000, Δρ. Κατσικάτσος Γ., Δρ. Μιγκίρος Γ. 1980 και 1982,Αθήνα.

Καρράς, Γ. (2011). Διαφάνειες μαθήματος Φωτογραμμετρίας ΙΙΙ.

Κίλιας, Α. (1993). Τεκτονική εξέλιξη της οροσειράς Ολύμπου – Όσσας. Άνοδος / τοποθέτηση των κυανοσχιστολίθων της ανατολικής Θεσσαλίας και αποκάλυψη του ανθρακικού δομού Ολύμπου – Όσσας ως αποτέλεσμα εφελκυσμού κατά το Τριτογενές. Ελληνική Γεωλογική Εταιρία. Τεκτονική κυανοσχιστόλιθων. Ειδική Επιστημονική Συνεδρία. 29-30 Μαΐου 1993 Κοινότητα Αμπελακίων Νομού Λάρισας.

Κίλιας, Α. (2004). Εισαγωγή στην Τεκτονική Γεωλογία. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ.

Κουκουβέλας Ι. (2019). Γεωλογία Ελλάδας. Εκδόσεις Liberal Books.

Κουκουβέλας Ι., Κοκκάλας Σ., Ζυγούρη Β. (2020). Γεωλογία και Σεισμοί. Δίσιγμα Εκδόσεις.

Κουσκουνά Β. (2001). Ο σεισμός της (28^{ης} Δεκεμβρίου 1891) 9^{ης} Ιανουαρίου 1892 στη Λάρισα. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής εταιρίας, Τομ. XXXIV/4, 1425-1432.

Μακή Μαρία. (2018). Συγκριτική Αξιολόγηση Ψηφιακών Μοντέλων Εδάφους Εμπειρική Ανάλυση στο Νομό Ιωαννίνων. Διπλωματική Εργασία. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Σχολή Περιβάλλοντος, Γεωγραφίας & Εφαρμοσμένων Οικονομικών.

Μαριού Μαρία. (2013). Έλεγχος Ακρίβειας και Ποιότητας Ελεύθερης Πρόσβασης Ψηφιακών Μοντέλων Εδάφους – Εφαρμογή στην Περιοχή Μεσογείων Αττικής. Διπλωματική Εργασία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών.

Μιγκίρος Γ. (1993). Ελληνική Γεωλογική Εταιρία. Τεκτονική κυανοσχιστόλιθων. Ειδική Επιστημονική Συνεδρία. 29-30 Μαΐου 1993 Κοινότητα Αμπελακίων Νομού Λάρισας.

Μουντράκης Δ. Γεωλογία της Ελλάδος. (1985, 2010/20) University Studio Press.

Παπαζάχος Β., Παπαζάχου Κ. (2003). Οι Σεισμοί της Ελλάδος. Εκδόσεις Ζήτη Θεσσαλονίκη.

Παπαζάχος Κ., Κυρατζή Α., Κοντοπούλου Δ. (1998). Ενεργός τεκτονική στο Αιγαίο και την γειτονική περιοχή. Βασικά αποτελέσματα της σεισμολογικής έρευνας στην Ελλάδα. Εκδόσεις Ζήτη Θεσσαλονίκη.

Παπαϊωάννου Ι. (1984). Ο πρώτος ιστορικά μαρτυρούμενος σεισμός της Θεσσαλίας το 510 π.Χ. στα Φάρσαλα και Κραννώνα. Εφημερίδα Ελευθερία Λάρισας, 12 Φεβρουαρίου 1984.

Παπαϊωάννου Ι. (1988). Ο μεγάλος σεισμός της επαρχίας Αγιάς στις 20 Ιανουαρίου 1905. Ελευθερία 22 Οκτωβρίου 1988.

Παπαϊωάννου Ι. (1991). Ο μεγάλος σεισμός που κλόνισε τη Θεσσαλία. Ελευθερία 22 Οκτωβρίου 1991 .

Παπαϊωάννου Ι. (1992). Η σεισμική ιστορία των Τρικάλων μέχρι το 1954. Θεσσαλικό ημερολόγιο, 22 253-257.

Παπαϊωάννου Ι. (2017). Η σεισμική δράση στη Θεσσαλία κατά τον 19 αιώνα. Ανάπτυπο από τον 71^ο τόμο του <Θεσσαλικού Ημερολογίου>.

Παπαϊωάννου Ι. (2017). Η σεισμική δράση στη Θεσσαλία κατά τους 16 - 18 αιώνες. Ανάπτυπο από τον 72^ο τόμο του <Θεσσαλικού Ημερολογίου>.

Παπαϊωάννου Ι. (2018). Η σεισμική δράση στη Θεσσαλία απο το 1900 έως το 1950. Ανάπτυπο από τον 73^ο τόμο του <Θεσσαλικού Ημερολογίου>.

Παπαϊωάννου Ι. (2018). Ο σεισμός της Λάρισας της 1ης Μαρτίου 1941. Έκδοση Δήμου Λαρισαίων.

Παπαϊωάννου Ι. (2019). Ο σεισμός της Λάρισας Τυρνάβου και Αγιάς του 1892. Έκδοση Δήμου Λαρισαίων, Δήμου Τυρνάβου και Δήμου Αγιάς.

Παπαϊωάννου Ι. (2021). 1735 και 1901. Δύο ισχυροί σεισμοί από τον ίδιο σεισμογόνο χώρο. Εφημερίδα Ελευθερία Λάρισας 17 Μαρτίου 2021.

Παυλίδης Σ. (2016). Γεωλογία των Σεισμών. UniversityStudioPress.

Περάκης, Κ., Φαρασλής Ι., Μωυσιάδης Α., (2015). Η Τηλεπισκόπηση σε 13 ενότητες, Θεωρία, Μέθοδοι και Εφαρμογές. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Ηλεκτρονική καθημερινή ενημέρωση 6 Μαρτίου 2021, τεύχος 21251.

Χατζηπέτρος Α. 1998. Παλαιοσεισμολογική – Μορφοτεκτονική μελέτη και μηχανική συμπεριφορά των συστημάτων ενεργών διαρρήξεων Μυγδονίας, Ανατολικής Χαλκιδικής, Κοζάνης – Γρεβενών. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

EarthExplorer USGS. <https://earthexplorer.usgs.gov/>

HistoryReport. <http://historyreport.gr>.

Maps-GEODATA.gov.gr. <http://geodata.gov.gr/maps/>.

MAPSTER. <http://igrek.amzp.pl/>.

Permanent Regional Seismological Network operated by the Aristotle University. <http://geophysics.geo.auth.gr/ss/catalogs.html>

Protothema.gr. (2021). Οι σεισμοί της Θεσσαλίας. Από το 510 π.Χ. ως τα τέλη του 20ού αιώνα. <https://www.protothema.gr/stories/article/1101000/oi-seismoi-tis-thessalias-apo-to-510-ph-os-ta-teli-tou-20ou-aiona/>

SAS. Planet. <http://www.sasgis.org>.

Scenario Shake Map Application. <https://github.com/opensha/opensha-apps/releases>

UNAVCO, Shervais K. Structure from motion guide for instructors and investigators. GSA 2019 Short Course: 510. High Resolution Topography and 3D Imaging II: Introduction to Structure from Motion (SfM) Photogrammetry. <https://kb.unavco.org/kb/article/gsa-2019-short-course-510-high-resolution-topography-and-3d-imaging-ii-introduction-to-structure-from-motion-sfm-photogrammetry-869.html>

Wikipedia. SRTM, Ψηφιακά μοντέλα. <https://en.wikipedia.org>

Εθνικός κατάλογος ανοικτών δεδομένων. <http://geodata.gov.gr/maps/>

Δήμος Λαρισαίων. <https://www.larissa-dimos.gr/el/>.

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών Γεωδυναμικό Ινστιτούτο.

<http://www.gein.noa.gr/el/seismikotita/katalogoi-seismwn>

Καφετζοπούλου, Κ. Made in Creta. <http://www.madeincreta.gr/en/node/673>.

Κουκουβέλας Ι., Ξυπολίας Π., Τεκτονική Γεωλογία, Ανοιχτά ακαδημαϊκά μαθήματα Πανεπιστημίου Πατρών. <https://eclass.upatras.gr/courses/GEO315/>

Κουκουβέλας, Ι. (2019). Γεωλογία Ελλάδος, Ανοιχτά ακαδημαϊκά μαθήματα Πανεπιστημίου Πατρών <https://eclass.upatras.gr/courses/GEO356/>

Κυρατζή Α., Κακακαΐσης Γ., Αηδόνα Ε. (2021). Γεωδυναμική της Ελλάδας. elearning.auth | Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

<http://www.geo.auth.gr/536/pdf/class%206.pdf>.

Μουντράκης, Δ. ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΥΡΥΤΕΡΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ. <http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg871y/title.htm>.

Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.) <https://www.oasp.gr>.

Πανεπιστήμιο Αθηνών Σεισμολογικό Εργαστήριο. Earthquakes of the last 34 days in the area of Larissa, Greece.

http://www.geophysics.geol.uoa.gr/stations/gmaps3/larissa_leaf.php?lng=en

Περιφέρεια Θεσσαλίας. <https://www.thessaly.gov.gr/>.

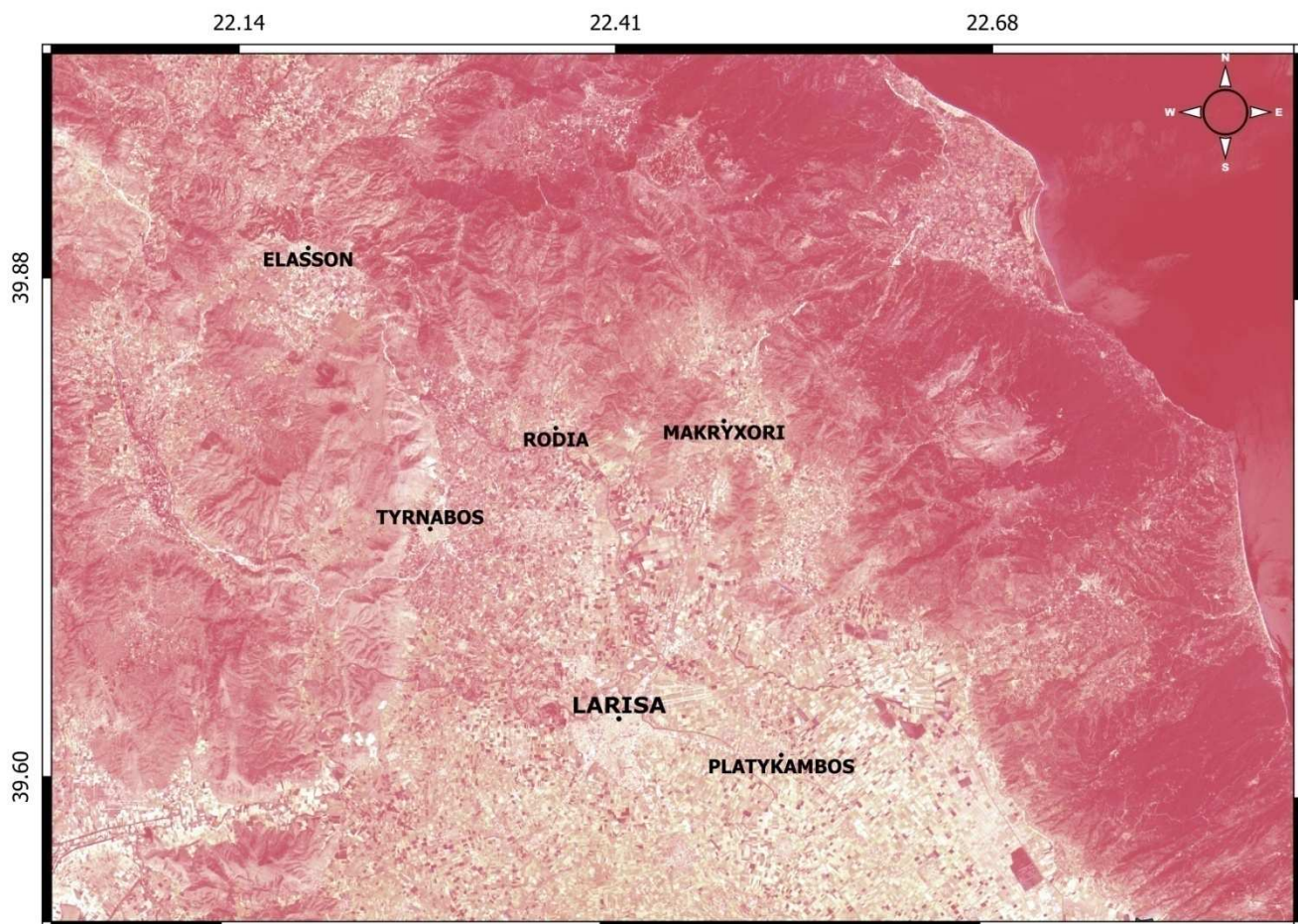
Τμήμα Γεωλογίας Τομέας Γεωφυσικής Γεωθερμίας Πανεπιστήμιο Αθηνών .

http://www.geophysics.geol.uoa.gr/frame_gr/catal/menucatal_gr.html

Υ.ΠΕ.ΘΕ. (2021). Υδάτινοι Πόροι και Περιβάλλον Θεσσαλίας.

<https://www.ypethe.gr>

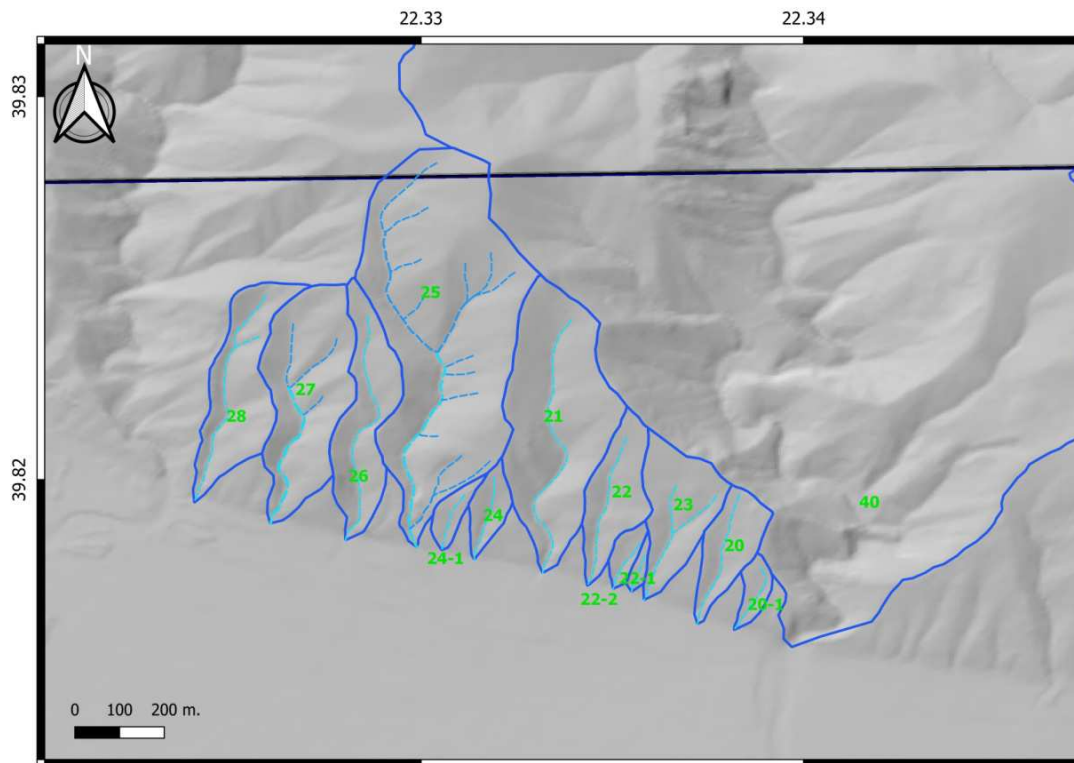
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
(ΕΙΚΟΝΑ LANDSAT 8, USGS, ΥΠΕΡΥΘΡΟ ΦΑΣΜΑ 16-6-2016)

**ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΩΝ
ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΛΑΡΙΣΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΜΗΕΑ (ΥΑΝ) ΚΑΙ
ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ**

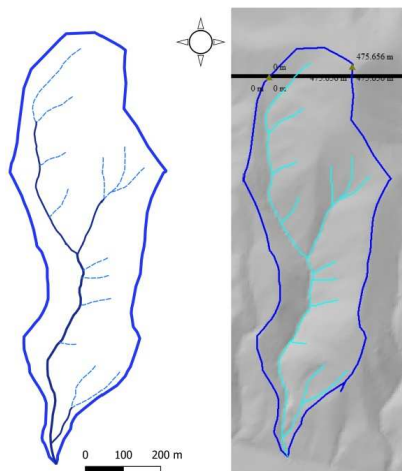
ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΡΟΔΙΑΣ



Σχήμα Π1-1. Κεντρικές λεκάνες περιοχής Ροδιάς με υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

Π1-1. ΛΕΚΑΝΗ 25

Η λεκάνη 25 είναι μία λεκάνη έκτασης $0,284 \text{ Km}^2$ με υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης.



Σχήμα Π1-2..Διάταξη λεκάνης 25 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο δεξιού χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 2,746 \text{ Km}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,284 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 1,155 \text{ Km}$ ή 1155 m
Μετρημένο από το σημείο εξόδου έως το πιο απόμακρο σημείο του υδροκρίτη και παράλληλα προς τη γενική κατεύθυνση του κλάδου με την μεγαλύτερη τάξη απορροής.	
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,416 \text{ Km}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 475,621 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 112,3 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 259,278 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος	$C = 1246,98 \text{ (m)}$ ή $1,246 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 2772,17 \text{ (m)}$ ή $2,77 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 17$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης 25 κατά strahler εμφανίζεται στον επόμενο πίνακα.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Αριθμός ρεμάτων	Μέσο μήκος
1	91,13			
1	77,43			

1	102,73			
1	121,62			
1	116,87			
1	45,48			
1	73,12			
1	77,41			
1	133,73			
1	82,45			
1	161,64			
1	248,19			
1	120,08	1451,88	13	111,68
2	203,81			
2	117,69			
2	394,61	716,11	3	238,70
3	604,189	604,18	1	604,18

Μορφοτεκτονικοί δείκτες λεκάνης 25

Ο υπολογισμός των επιμέρους δεικτών για την λεκάνη 25 αναλύεται διεξοδικά στην προηγούμενη παράγραφο. Συγκεντρωτικά όλοι οι μορφοτεκτονικοί δείκτες που υπολογίστηκαν παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

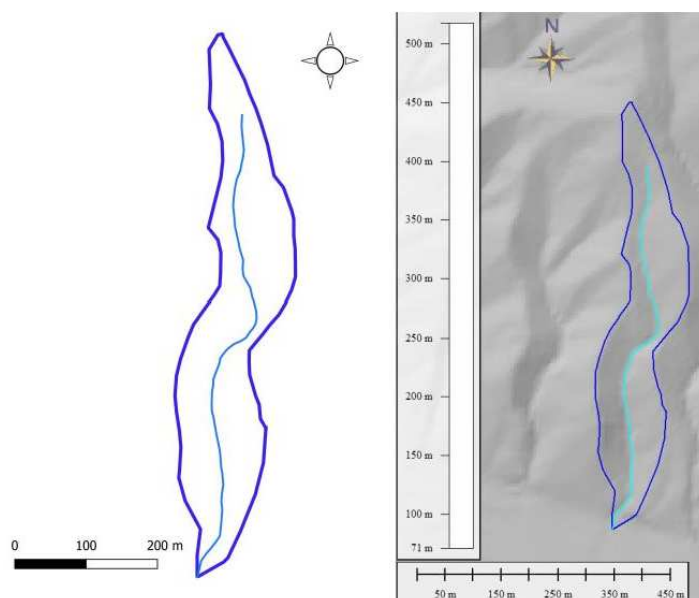
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	363,321	0,363	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,314
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,132	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			4,33
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			3,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			2,137
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			2,531
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,930
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			1,183
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S	1,079	1,079	
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		9,791	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	59,86 (1/Km ²)	66,11	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,037	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,246
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,776
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,559	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,473
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			23,239
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,487	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,091
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,044
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,405

Π1-2. ΛΕΚΑΝΗ 26

Η λεκάνη 26 είναι μία λεκάνη εμβαδού $0,0648 \text{ Km}^2$ με υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,649 \text{ Km}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,0648 \text{ Km}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,03015$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 1,52 \text{ Km}$ ή 1520 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,336 \text{ Km}$ ή $336,14 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 345,943 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 110,007 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 246,435 \text{ (m)}$



Σχήμα Π1-3. Διάταξη λεκάνης 26 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο δεξιού χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 689,39 \text{ (m)}$ ή $0,689 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 689,39 \text{ (m)}$ ή $0,689 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Αριθμός ρεμάτων	Μέσο μήκος
1	689,39	689,39	1	689,39

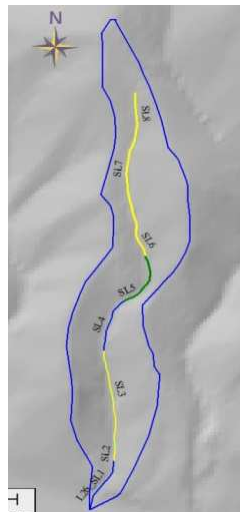
Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες που αναλύονται σε μορφή πίνακα και συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da (m)	Dt (m)	T (m)
1	9,718	32,379	0,30
2	14,41	0,368	290,81
3	25,763	53,262	0,484
4	0,825	58,662	0,014
5	16,326	49,065	132,79
6	5,54	56,553	0,098
7	0,841	60,172	0,014
8	3,104	34,031	0,091
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,701
Μέσος όρος T			0,213

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)	S _L (Km)
1	189,536	0,190
2	139,90	0,140
3	198,62	0,199
4	111,14	0,111
5	68,441	0,068
6	57,747	0,058
7	34,925	0,035
8	14,778	0,015



Σχήμα Π1-4. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

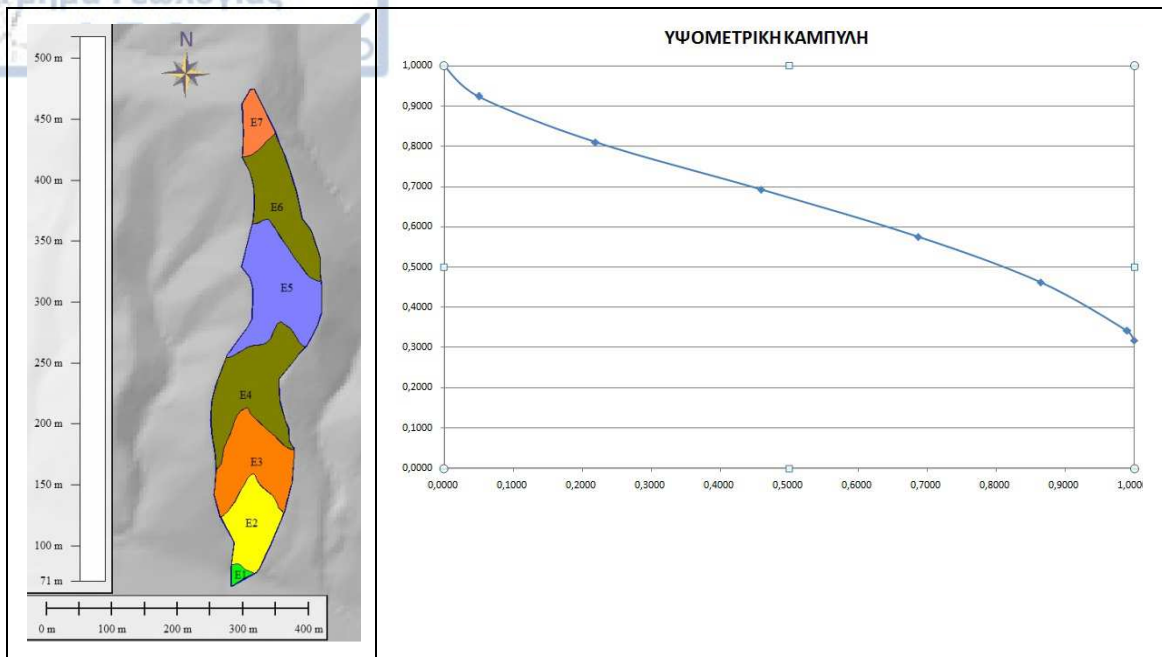
Οι τιμές του δείκτη του κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f	A/A	V _f
1	0,375	5	0,508
2	0,131	6	0,491
3	0,236	7	0,416
4	0,171		

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,3180	1,00	4	0,5757	0,6867
2	0,3418	0,9901	5	0,6931	0,4594
3	0,4622	0,8642	6	0,8100	0,2192
7	0,9248	0,0501			



Σχήμα Π1-5. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 26

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

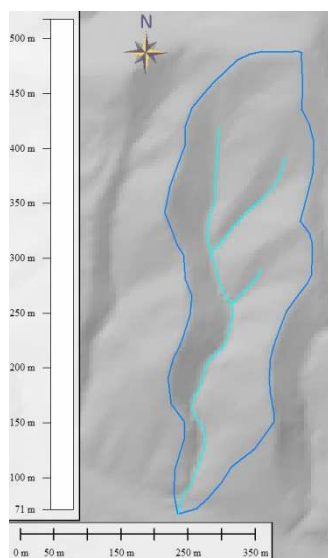
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	235,9	0,236	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,155
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,143	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,454
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		10,639	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	15,432(1/ Km ²)	78,549	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,0022	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,043
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			4,522
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,233	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,299
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			46,543
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,213	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,125
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,027
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,405

Π1-3. ΛΕΚΑΝΗ 27 – ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Η λεκάνη 27 είναι μία λεκάνη με εμβαδό 0,103339 Km² με υδρογραφικό δίκτυο 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,617 \text{ Km}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,103339 \text{ Km}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,03$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,686 \text{ Km}$ ή $685,73 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,22 \text{ Km}$ ή $222,77 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 342,27 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 111,442 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 217,915 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 617,23 \text{ (m)}$ ή $0,617 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 866,73 \text{ (m)}$ ή $0,866 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 4$



Σχήμα Π1-6. Διάταξη λεκάνης 27 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	67,36			
1	182,14			
1	188,11	437,6	392,703	0,393
2	429,12	429,12	429,12	0,429

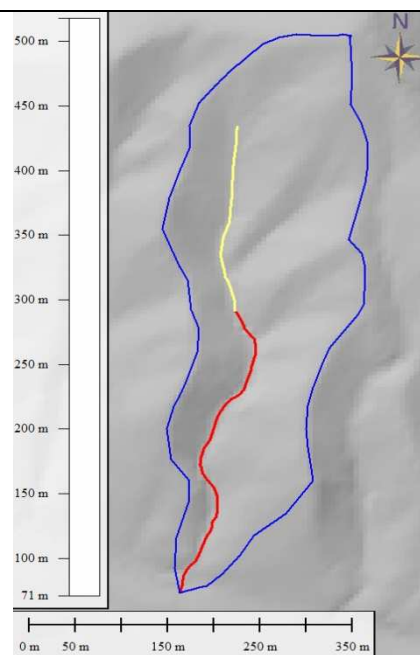
Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες σε μορφή πίνακα και συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	5,177	37,223	0,139
2	48,567	65,252	0,698
3	23,981	73,628	0,326
4	4,541	66,286	0,069
5	45,399	90,09	0,504
6	43,995	99,171	0,444
7	38,735	101,74	0,381
8	46,227	96,534	0,479
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			3,039
Μέσος όρος T			0,380

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)	S _L (Km)
1	828,193	0,828
2	750,842	0,751
3	673,697	0,674
4	596,534	0,597
5	519,550	0,520
6	442,682	0,443
7	365,494	0,365
8	288,404	0,288

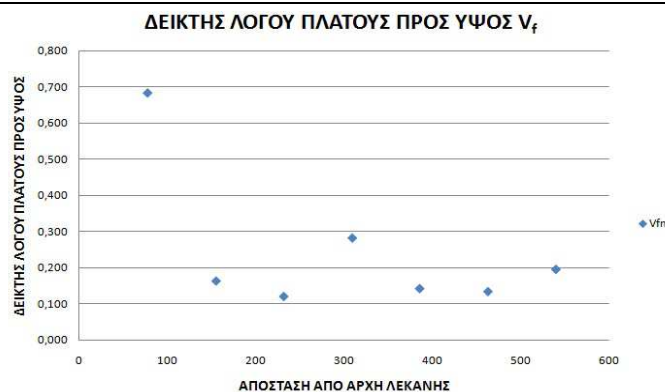


Σχήμα Π1-7. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη του κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f
1	0,6825
2	0,162
3	0,116
4	0,281
5	0,141
6	0,133



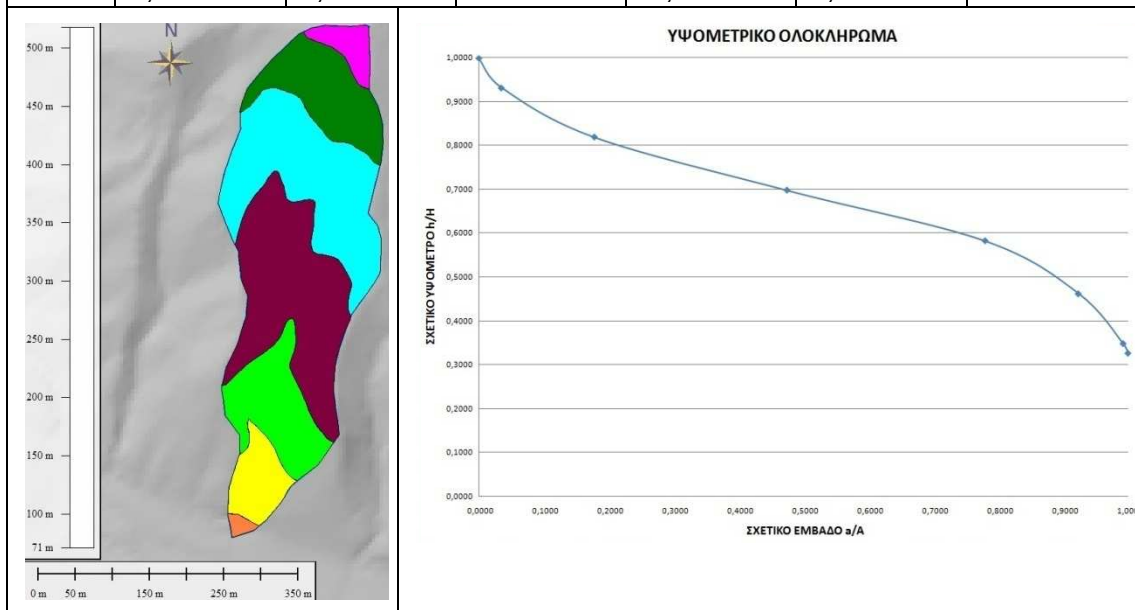
7	0,194	
---	-------	--

Σχήμα Π1-8. Ο δείκτης λόγου πλάτους προς ύψος σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης τιμές και γραφική παράσταση.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 27 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,3256	1,00	5	0,6979	0,4747
2	0,3474	0,9924	6	0,8191	0,1786
3	0,4621	0,8231	7	0,9317	0,0357
4	0,8522	0,7802	8	0,999	0,0002



Σχήμα Π1-9. Υψομετρικό ολοκλήρωμα, τιμές δείκτη και γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με τα σχετικά εμβαδά.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 27

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	233,828	0,231	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,337
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,143	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,9
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		8,387	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	38,708(1/ Km ²)	48,820	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,028	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,151
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			3,078
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,438	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,497
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			29,031

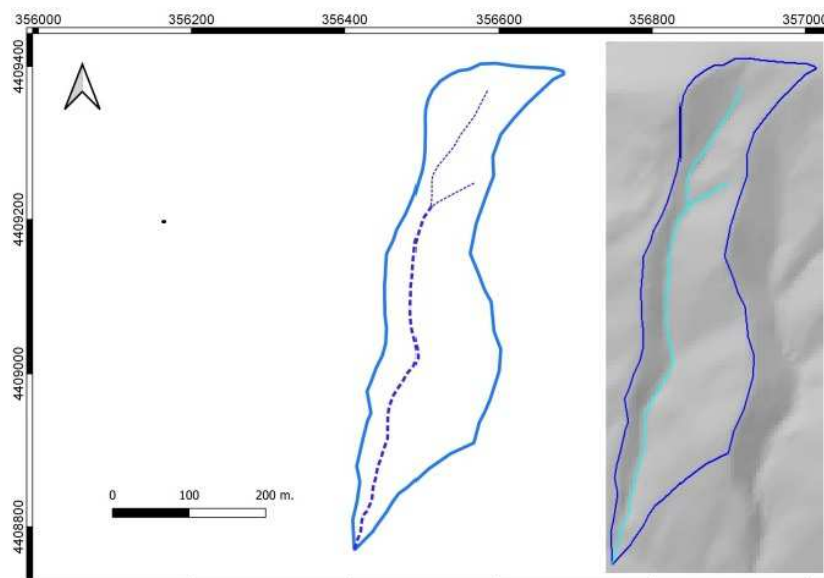
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,276	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1		0,091
Διασπορά τιμών του δείκτη R2		0,025
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H _i		0,61

Π1-4. ΛΕΚΑΝΗ 28

Η λεκάνη 28 είναι μία λεκάνη μέτριου μεγέθους με υδρογραφικό δίκτυο 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 1,5563Km ή 1556,36 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,0699 Km ² ή 69879,47 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A _r) :	A _r = 0,020610 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 0,63 Km ή 633,79m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,27 Km ή 275,21m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 321,776 (m) ή 0,322 Km
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} = 111,015(m) ή 0,111 Km
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 224,218 (m) ή 0,224Km
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 643,291(m) ή 0,643(Km)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _i	L _i = 706,164(m) ή 0,706 (Km)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _s	N _s = 3



Σχήμα Π1-10. Διάταξη λεκάνης 28 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ανάγλυφη μορφή λεκάνης (δεξιά,) υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

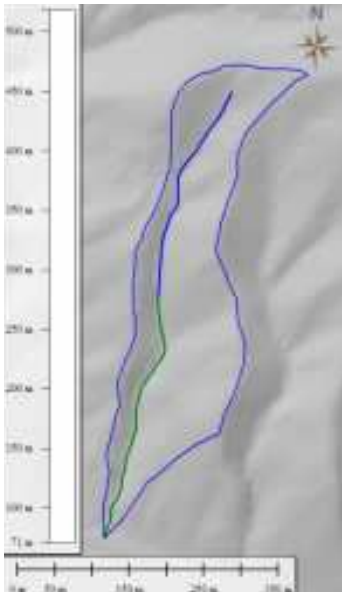
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	172,18			
1	63,873	236,053	149,963	0,150
2	470,111	470,111	470,111	0,470

Παρουσιάζονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες σε μορφή πίνακα και συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	1,661	51,039	0,033
2	0,725	44,596	0,016
3	26,41	41,538	0,636
4	20,978	48,450	0,433
5	35,153	67,493	0,506
6	30,004	72,659	0,413
7	32,663	60,483	0,540
8	6,739	25,068	0,269
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			2,845
Μέσος όρος T			0,356

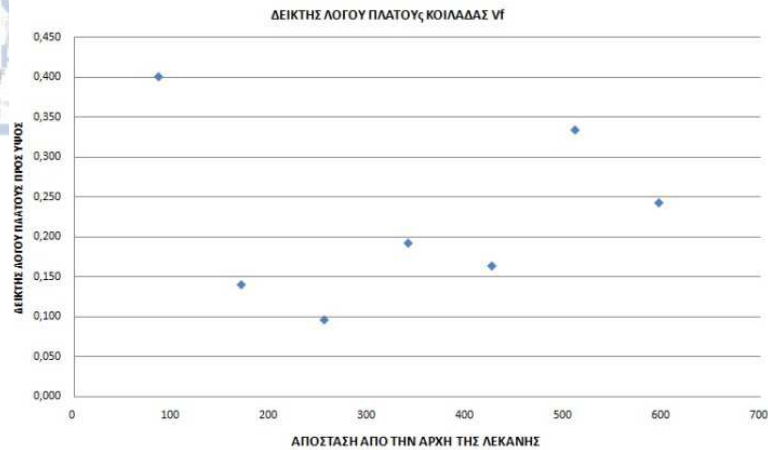
ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)	S _L (Km)	
1	163,716	0,164	
2	155,414	0,155	
3	155,235	0,155	
4	118,415	0,118	
5	99,458	0,099	
6	61,597	0,062	
7	37,619	0,038	
8	26,397	0,026	

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη του κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f	A/A	V _f
1	0,400	5	0,163
2	0,140	6	0,333
3	0,096	7	0,256
4	0,192		

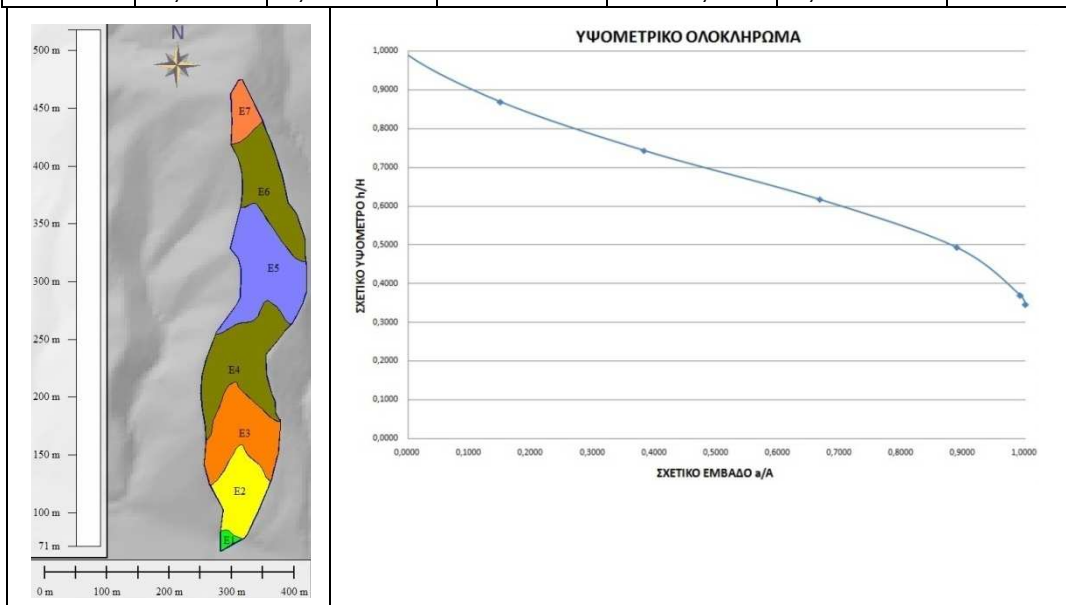


Σχήμα Π1-11. Δείκτης λόγου πλάτους προς ύψος σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 28 αναλύονται στον επόμενο πίνακα .

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,3250	1,00	5	0,7427	0,6665
2	0,394	0,9915	6	0,8688	0,1492
3	0,4930	0,8885	7	0,9940	0,0357
4	0,6172	0,6665	8	1,000	0,0047



Σχήμα Π1-12. Υψομετρικό ολοκλήρωμα, τιμές δείκτη και γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με τα σχετικά εμβαδά.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 28

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	210,761	0,211	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,333

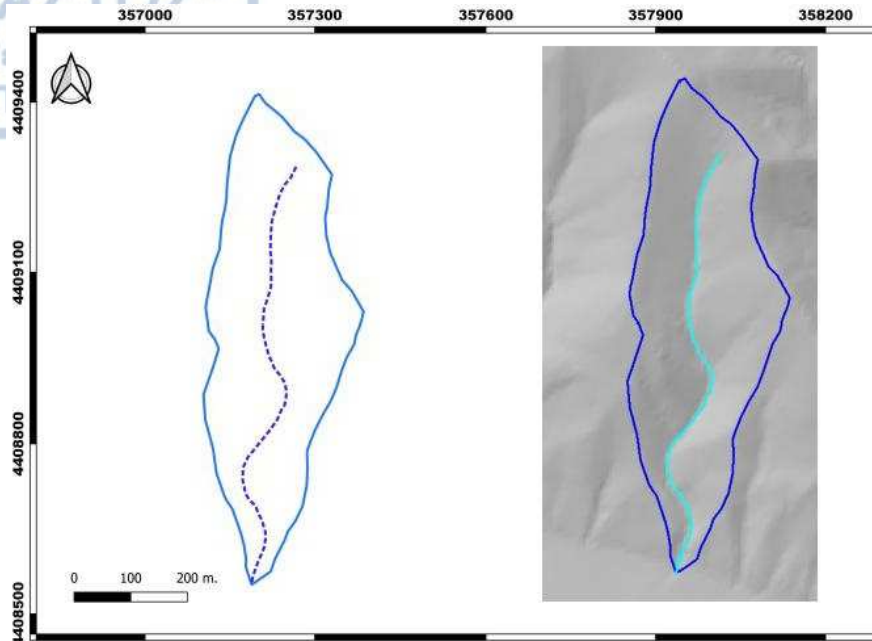
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}	0,135	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S		1,015
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d	10,090	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	42,865(1/ Km^2)	70,652
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n	0,021	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F		0,110
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S		2,303
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,375	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,363
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF		29,448
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,356	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$		0,125
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$		0,044
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,537

Π1-5. ΛΕΚΑΝΗ 21

Η λεκάνη 21 είναι μία λεκάνη με εμβαδό 0,1441 Km^2 με ένα μικρό υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,891 Km$ ή 1891,028 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,1441 Km^2$ ή 144116,132 m^2
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,0723 Km^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,864 Km$ ή 864,25m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,284 Km$ ή 284,0 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	$H_{max} = 401,127 (m)$ ή 0,401 Km
Ελάχιστο H_{min}	$H_{min} = 110,625(m)$ ή 0,111 Km
Μέσο $H_{μσο}$	$H_{μσο} = 246,615 (m)$ ή 0,247 Km
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 793,396(m)$ ή 0,793(Km)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 793,396(m)$ ή 0,793 (Km)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π1-13. Διάταξη λεκάνης 21 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ανάγλυφη μορφή λεκάνης (δεξιά,) υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	793,396	793,396	793,396	0,793

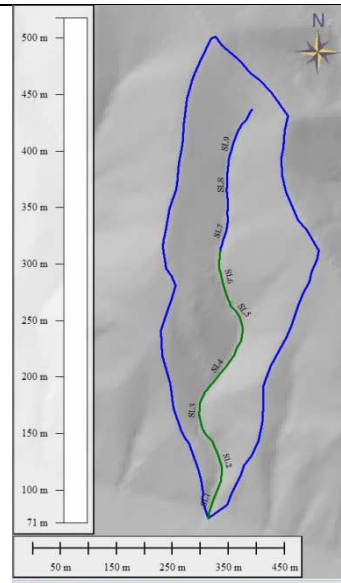
Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες, ενώ συγκεντρωτικά παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	9,997	45,807	0,218
2	28,12	65,775	0,428
3	9,147	140,81	0,065
4	68,865	105,12	0,655
5	18,048	140,74	0,128
6	32,032	134,81	0,238
7	5,461	103,6	0,053
8	0,58	89,981	0,006
9	23,5	119,87	0,196
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,987
Μέσος όρος T			0,221

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)	S _L (Km)
1	171,538	0,172
2	160,683	0,161
3	120,140	0,120
4	118,160	0,118
5	124,717	0,125
6	103,22	0,103
7	42,914	0,043
8	50,162	0,050
9	18,886	0,019

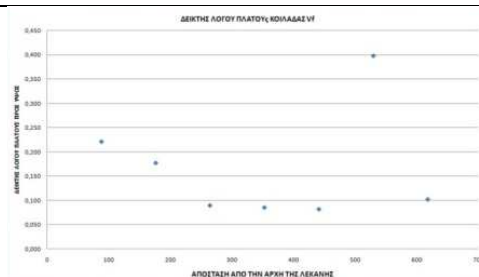


Σχήμα Π1-14. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη του κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f	A/A	V _f
1	0,221	6	0,398
2	0,178	7	0,103
3	0,90	8	0,406
4	0,086	9	0,372
5	0,082		

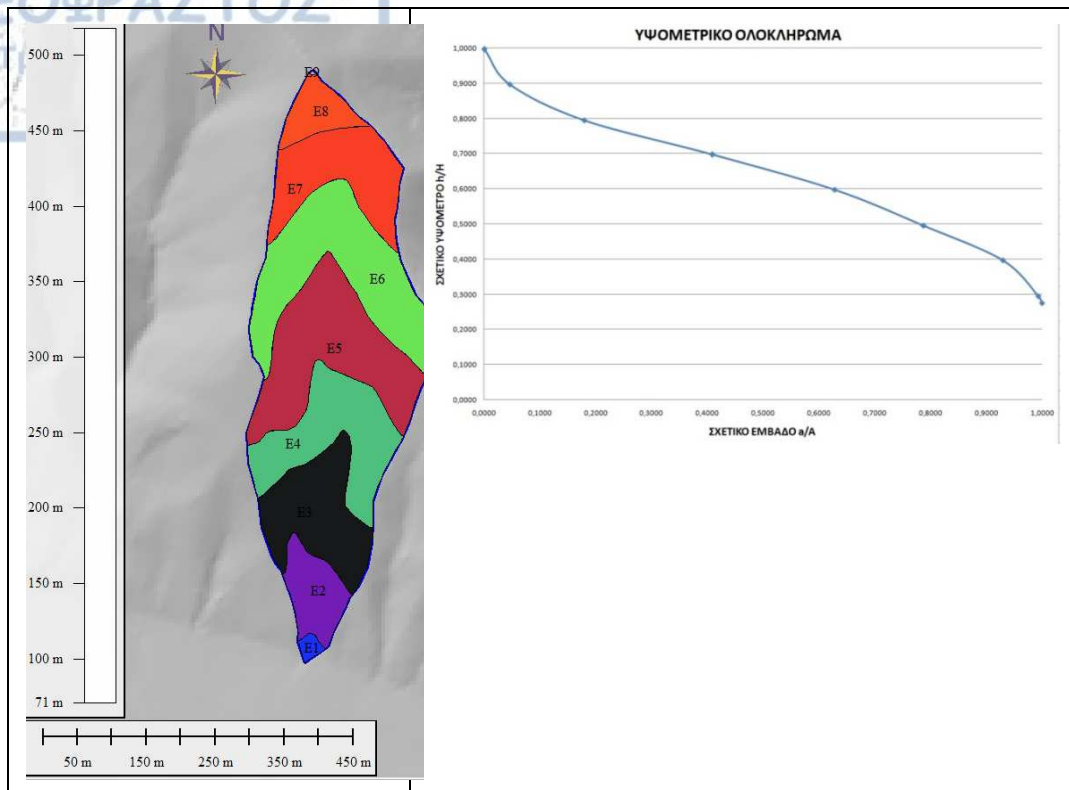


Σχήμα Π1-15. Δείκτης λόγου πλάτους προς ύψος σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 21 αναλύονται στον επόμενο πίνακα .

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,27	1,00	6	0,69	0,40
2	0,29	0,99	7	0,79	0,17
3	0,39	0,92	8	0,89	0,04
4	0,49	0,78	9	0,99	0,0006
5	0,59	0,62			



Σχήμα Π1-16. Υψομετρικό ολοκλήρωμα, τιμές δείκτη και γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με τα σχετικά εμβαδά.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 21

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

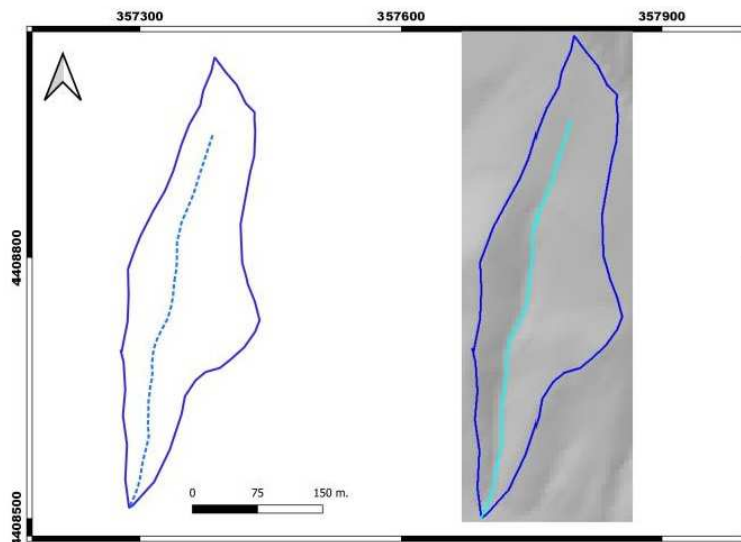
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	290,499	0,290	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,336
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,154	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,918
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		5,505	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	6,939 ($1/Km^2$)	21,034	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,053	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,167
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			3,043
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,461	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,506
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			50,168
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,221	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,111
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,025
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,468

Π1-6. ΛΕΚΑΝΗ 22

Η λεκάνη 22 είναι μία λεκάνη με εμβαδό $0,10442 Km^2$ με ένα μικρό υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης, ενός ρέματος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,144771 \text{ Km}$ ή $1144,771 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,10442 \text{ Km}^2$ ή $44258,772 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,016860 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,518 \text{ Km}$ ή $518,58 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,159 \text{ Km}$ ή $159,21 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 305,21 \text{ (m)}$ ή $0,305 \text{ Km}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 108,219 \text{ (m)}$ ή $0,108 \text{ Km}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 195,422 \text{ (m)}$ ή $0,195 \text{ Km}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 442,515 \text{ (m)}$ ή $0,443 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 442,515 \text{ (m)}$ ή $0,443 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π1-17. Διάταξη λεκάνης 22 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ανάγλυφη μορφή λεκάνης (δεξιά,) υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	442,515	442,515	442,515	0,443

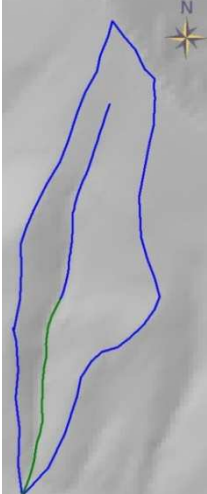
Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες, ενώ συγκεντρωτικά παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	2,537	21,806	0,116

2	3,055	32,239	0,095
3	17,562	0,351	269,37
4	24,804	74,896	0,331
5	15,743	70,281	0,224
6	15,124	52,747	0,287
7	11,491	41,865	0,274
8	9,028	38,80	0,233
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,911
Μέσος όρος T			0,239

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)	S _L (Km)	
1	109,654	0,11	
2	112,201	0,112	
3	113,339	0,113	
4	102,824	0,103	
5	49,921	0,050	
6	56,608	0,057	
7	35,282	0,035	
8	12,544	0,113	

Σχήμα Π1-18. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

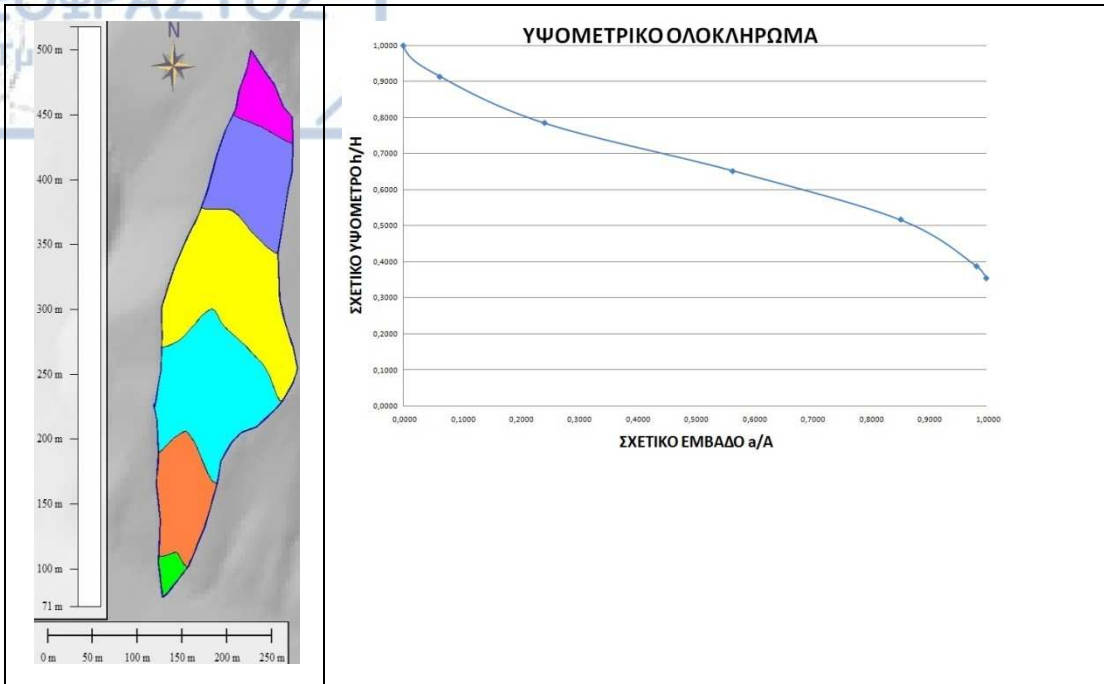
Οι τιμές του δείκτη του κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f	A/A	V _f
1	0,675	5	0,052
2	0,280	6	0,344
3	0,244	7	0,167
4	0,270		

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 22 αναλύονται στον επόμενο πίνακα .

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,35	1,00	4	0,65	0,56
2	0,38	0,98	5	0,78	0,24
3	0,51	0,85	6	0,91	0,06



Σχήμα Π1-19. Υψομετρικό ολοκλήρωμα: τιμές δείκτη και γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με τα σχετικά εμβαδά.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 22

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι υπολογισμένοι οι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	197,242	0,197	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,381
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,172	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,855
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		9,998	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	22,594 ($1/Km^2$)	69,377	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,020	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,086
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			3,251
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,330	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,424
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			38,094
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,239	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,125
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,030
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,442

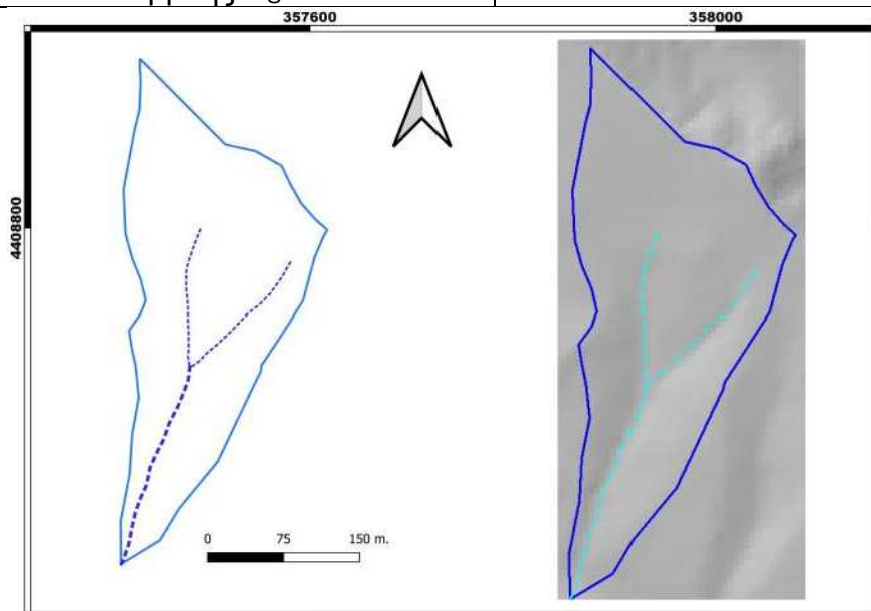
Π1-7. ΛΕΚΑΝΗ 23

Η λεκάνη 23 είναι μία λεκάνη με εμβαδό $0,0541 \text{ Km}^2$ με ένα μικρό υδρογραφικό δίκτυο τριών ρεμάτων 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 1,16Km ή 1165,324 m

Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,0541 \text{ Km}^2$ ή $54100,327 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,0387 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,499 \text{ Km}$ ή $498,76 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,2 \text{ Km}$ ή $200,04 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 285,558 \text{ (m)}$ ή $0,286 \text{ Km}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 104,493 \text{ (m)}$ ή $0,104 \text{ Km}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 195,026 \text{ (m)}$ ή $0,195 \text{ Km}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 345,21 \text{ (m)}$ ή $0,345 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 488,53 \text{ (m)}$ ή $0,488 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 3$



Σχήμα Π1-20. Διάταξη λεκάνης 23 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	137,668			
1	144,054	281,722	212,888	0,213
2	207,331	207,331	207,331	0,207

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες ενώ συγκεντρωτικά παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a \text{ (m)}$	$D_t \text{ (m)}$	$T \text{ (m)}$
1	10,559	23,28	0,454
2	14,169	35,063	0,404

3	12,553	48,368	0,260
4	2,744	56,176	0,49
5	19,38	124,18	0,156
6	51,315	86,52	0,593
7	22,779	101,57	0,593
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			2,139
Μέσος όρος T			0,306

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

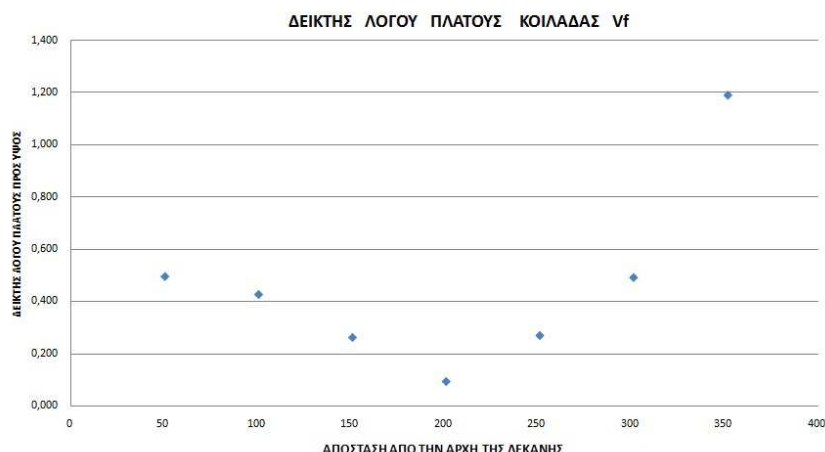
A/A	S _L (m)	S _L (Km)	
1	178,647	0,179	
2	117,508	0,118	
3	115,636	0,116	
4	100,312	0,100	
5	93,518	0,094	
6	79,749	0,080	
7	69,497	0,069	

Σχήμα Π1-21. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη του κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f	A/A	V _f
1	0,496	5	0,271
2	0,428	6	0,493
3	0,263	7	0,191
4	0,094	8	1,191

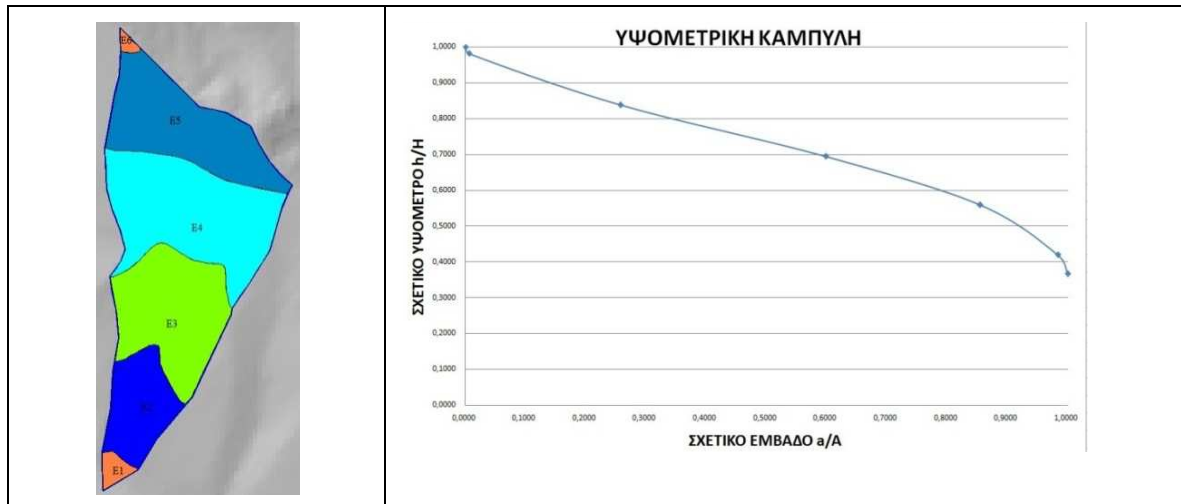


Σχήμα Π1-22. Δείκτης λόγου πλάτους προς ύψος σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης: τιμές και γραφική παράσταση.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΦΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 23 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,36	1,00	5	0,83	0,257
2	0,41	0,983	6	0,98	0,0063
3	0,55	0,85	7	1,00	0,000
4	0,69	0,598			



Σχήμα Π1-23. Υψομετρική καμπύλη λεκάνης, γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με τα σχετικά εμβαδά (αριστερό σχήμα).

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 23

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

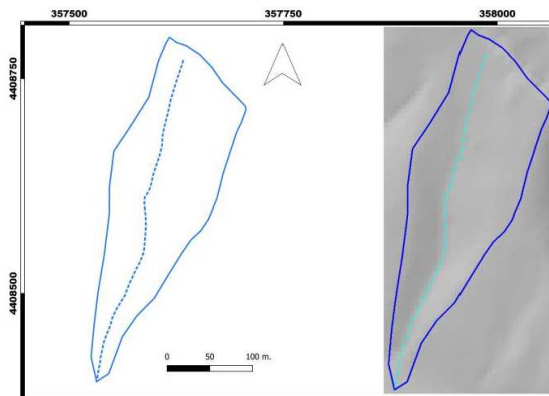
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	181,065	0,181	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,363
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,155	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,705
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		9,030	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	55,453 ($1/Km^2$)	56,590	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,02	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,108
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,493
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,372	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,501
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			71,534
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,306	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,143
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,044
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,5

Π1-8. ΛΕΚΑΝΗ 20

Η λεκάνη 20 είναι μία λεκάνη με εμβαδό $0,03 \text{ Km}^2$ με μικρό υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης, ενός ρέματος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Α.Π.Θ. Περίμετρος (P):	$P = 0,91\text{Km}$ ή $915,344\text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,03\text{ Km}^2$ ή $33864,653\text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,01327\text{Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,40\text{Km}$ ή $401,48\text{m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,17\text{ Km}$ ή $179,34\text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 242,182\text{ (m)}$ ή $0,242\text{ Km}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 103,485\text{(m)}$ ή $0,13\text{ Km}$
Μέσο $H_{\mu\epsilon\sigma\sigma}$	$H_{\mu\epsilon\sigma\sigma} = 172,833\text{ (m)}$ ή $0,173\text{ Km}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 392,024\text{(m)}$ ή $0,392\text{(Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 392,024\text{(m)}$ ή $0,392\text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π1-24. Διάταξη λεκάνης 20 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ανάγλυφη μορφή λεκάνης (δεξιά,) υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

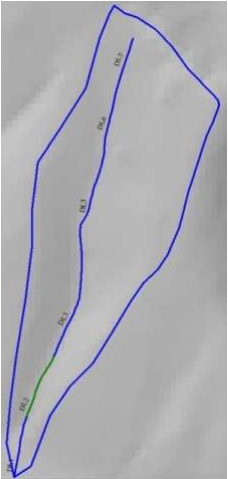
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	392,024	392,024	392,024	0,392

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a\text{(m)}$	$D_t\text{(m)}$	$T\text{(m)}$
1	1,555	16,781	0,093
2	1,79	30,874	0,058
3	6,651	49,482	0,074
4	17,252	58,719	0,294
5	13,392	62,307	0,215
6	29,008	27,494	0,505
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,238
Μέσος όρος T			0,206

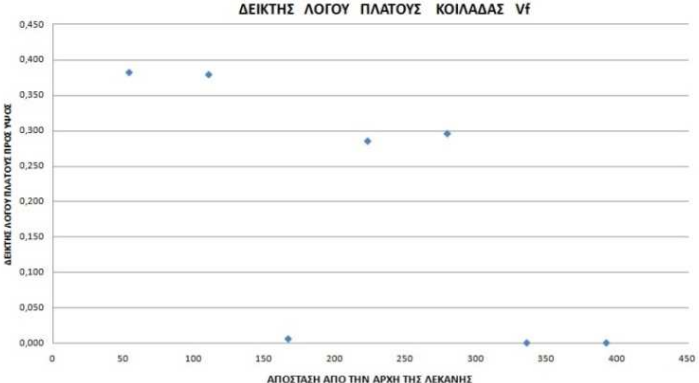
ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)	S _L (Km)	
1	72,810	0,073	
2	122,932	0,123	
3	82,232	0,082	
4	65,958	0,066	
5	49,546	0,050	
6	32,389	0,032	

Σχήμα Π1-25. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη του κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

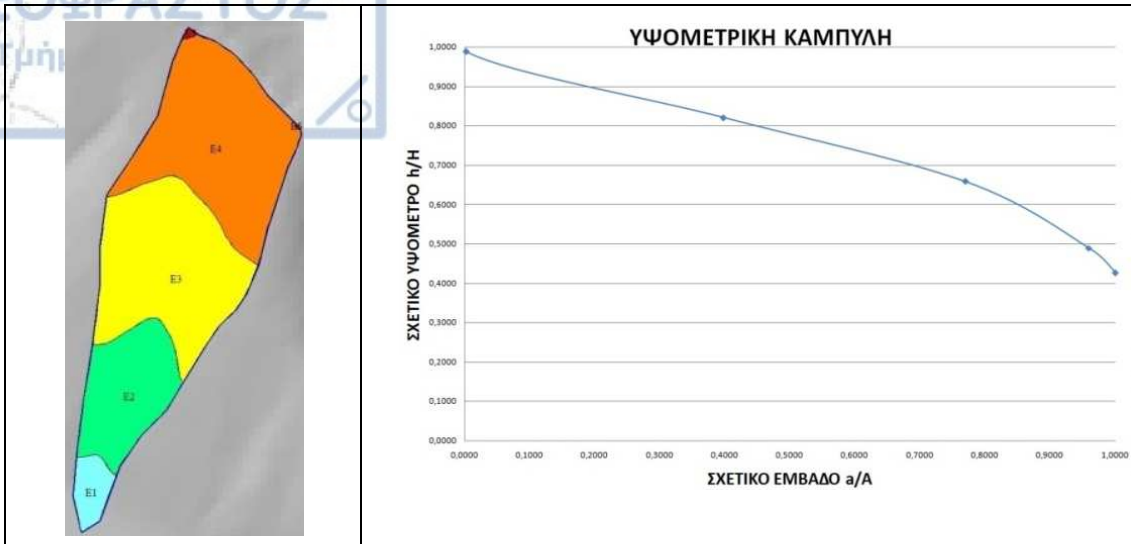
A/A	V _f	
1	0,382	
2	0,379	
3	0,006	
4	0,286	
5	0,256	

Σχήμα Π1-26. Δείκτης λόγου πλάτους προς ύψος σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης, τιμές και γραφική παράσταση.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 20 αναλύονται στον επόμενο πίνακα .

A/A	h/H	a/A
1	0,427	1,000
2	0,489	0,959
3	0,659	0,769
4	0,821	0,397
5	0,989	0,002



Σχήμα Π1-27. Υψομετρική καμπύλη λεκάνης, γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με τα σχετικά εμβαδά (αριστερό σχήμα).

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 20

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	138,697	0,139	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,345
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,152	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,976
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		11,576	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	29,529 ($1/Km^2$)	93,002	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,012	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,084
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,239
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,328	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,508
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			39,185
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,206	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,67
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,034
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,50

Π1-9. ΛΕΚΑΝΗ 24

Η λεκάνη 24 είναι μία λεκάνη με εμβαδό $0,012 \text{ Km}^2$ με υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης, ενός ρέματος.

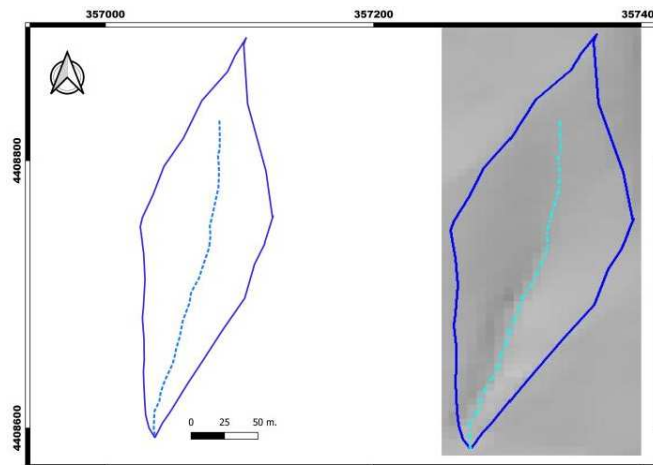
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 0,65 \text{ Km}$ ή $653,28 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,012 \text{ Km}^2$ ή $15953,45 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,008080 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,297 \text{ Km}$ ή $296,8 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής	$B_w = 0,09 \text{ Km}$ ή $99,532 \text{ m}$

Bw	
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max}=249,885$ (m) ή 0,25 Km
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min}=111,674$ (m) ή 0,112 Km
Μέσο $H_{\mu\sigma\sigma}$	$H_{\mu\sigma\sigma}=180,779$ (m) ή 0,181 Km
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C=244,885$ (m) ή 0,245 (Km)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I=244,855$ (m) ή 0,245 (Km)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S=1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος (m)	Μέσο μήκος (Km)
1	244,885	244,885	244,885	0,245



Σχήμα Π1-28. Διάταξη λεκάνης 24 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ανάγλυφη μορφή λεκάνης (δεξιά,) υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 24

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	138,211	0,139	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,466
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,212	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,825
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		15,350	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	62,682 ($1/Km^2$)	163,350	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,009	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,054
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,982
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,262	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,470
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			50,647

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1	
Διασπορά τιμών του δείκτη R2	
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H _i	0,50

Π1-10. ΛΕΚΑΝΗ 24-1

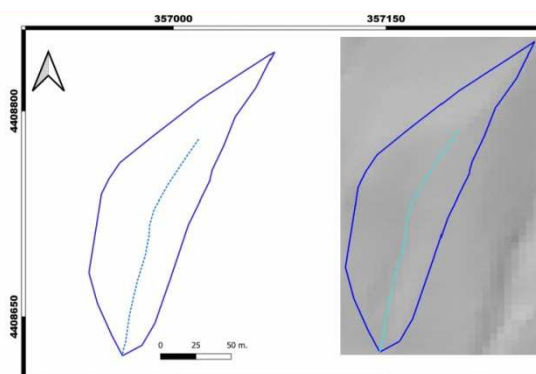
Η λεκάνη 24-1 είναι μία λεκάνη με εμβαδό 0,010Km² με υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης, ενός ρέματος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 0,53Km ή 535,94m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,010Km ² ή 10450,69 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A _r) :	A _r = 0,0062 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 0,222 Km ή 221,55 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,13 Km ή 130,99 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 225,94 (m) ή 0,226 Km
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} = 114,742 (m) ή 0,115 Km
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 171,836 (m) ή 0,172 Km
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 168,95(m) ή 0,169 (Km)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _i	L _i = 168,95(m) ή 0,169 (Km)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _s	N _s = 1

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	168,952	168,952	168,952	0,169



Σχήμα Π1-29. Διάταξη λεκάνης 24-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 24-1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
-------------------------	---	----	-----------

Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	111,198	0,111	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,502
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,207	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,763
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		16,167	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	62,682 ($1/Km^2$)	181,383	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,007	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,047
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,691
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,245	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,457
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			59,326
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,513

Π1-11. ΛΕΚΑΝΗ 22-1

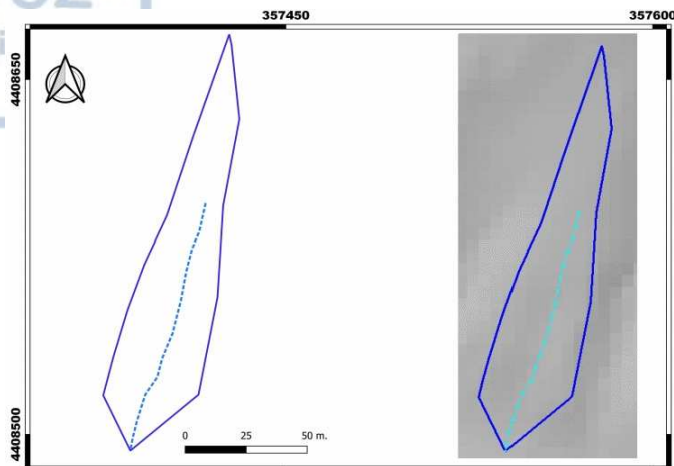
Η λεκάνη 22-1 είναι μία μικρή λεκάνη με εμβαδό $0,004 \text{ Km}^2$ με υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης, ενός ρέματος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 0,377 \text{ Km}$ ή $377,847 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,004 \text{ Km}^2$ ή $4101,292 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	$A_r = 0,0022 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,176 \text{ Km}$ ή $176,07 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,055 \text{ Km}$ ή $55,676 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 185,273 \text{ (m)}$ ή $0,185 \text{ Km}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 108,349 \text{ (m)}$ ή $0,108 \text{ Km}$
Μέσο $H_{\mu\epsilon\sigma\sigma}$	$H_{\mu\epsilon\sigma\sigma} = 149,447 \text{ (m)}$ ή $0,149 \text{ Km}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 109,09 \text{ (m)}$ ή $0,109 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 109,09 \text{ (m)}$ ή $0,109 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος (m)	Μέσο μήκος (Km)
1	109,09	109,09	109,09	0,109



Σχήμα 51-30. Διάταξη λεκάνης 22-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 22-1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	76,924	0,077	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,437
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,204	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,620
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		26,60	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	0,0002428 (1/m ²)	243,826(1/Km ²)	491,055
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,003	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,023
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			3,162
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,172	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,361
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			54,081
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,534

12. ΛΕΚΑΝΗ 22-2

Η λεκάνη 22-2 είναι μία λεκάνη με εμβαδό 0,0091 Km² με υδρογραφικό δίκτυο ενός ρέματος, 1^{ης} τάξης.

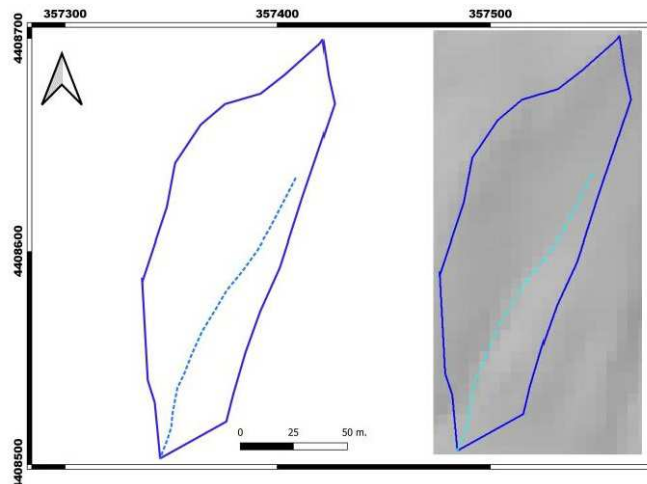
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 0,462Km ή 462,941m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,0091Km ² ή 9153,0531 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	A_r = 0,00668Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,197 Km ή 196,73 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,09 Km ή 90,348 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 199,708 (m) ή 0,200 Km
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} = 108,668 (m) ή 0,109Km

Μέσο $H_{\mu\sigma\sigma\omicron}$	$H_{\mu\sigma\sigma\omicron} = 149,284 \text{ (m)} \text{ ή } 0,149 \text{ Km}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 147,53 \text{ (m)} \text{ ή } 0,147 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 147,53 \text{ (m)} \text{ ή } 0,147 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ**ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER**

Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	147,53	147,53	147,53	0,147



Σχήμα Π1-31. Διάταξη λεκάνης 22-2 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 22-2

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ		m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h		91,040	0,091	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R				0,463
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}			0,197	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S				0,750
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d			16,119	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	0,0001092 (1/m ²)	209,247 1/Km ²	180,310	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n			0,003	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F				0,047
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S				2,177
Δείκτης επιμήκυνσης R_L			0,243	
Δείκτης κυκλικότητας R_C				0,537
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF				72,977
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i				0,446

Π1-13. ΛΕΚΑΝΗ 20-1

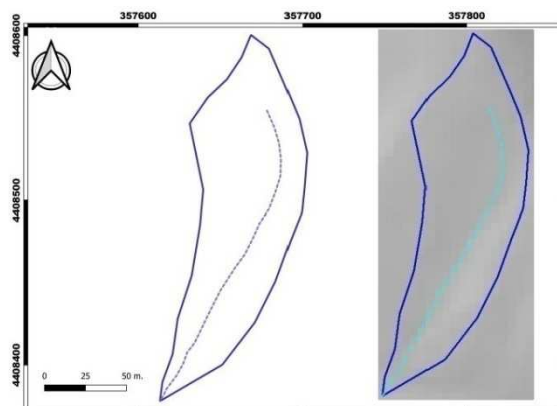
Η λεκάνη 20-1 είναι μία λεκάνη με μικρό εμβαδό $0,0103 \text{ Km}^2$ με υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης, ενός ρέματος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 0,505 \text{ Km}$ ή $505,634 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,0103 \text{ Km}^2$ ή $10355,51 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,00578 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,222 \text{ Km}$ ή $222,42 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,089 \text{ Km}$ ή $89,42 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 196,434 \text{ (m)}$ ή $0,196 \text{ Km}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 105,031 \text{ (m)}$ ή $0,105 \text{ Km}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 152,713 \text{ (m)}$ ή $0,153 \text{ Km}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 196,955 \text{ (m)}$ ή $0,197 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 196,955 \text{ (m)}$ ή $0,197 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος (m)	Μέσο μήκος (Km)
1	196,955	196,955	196,955	0,197



Σχήμα Π1-32. Διάταξη λεκάνης 20-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

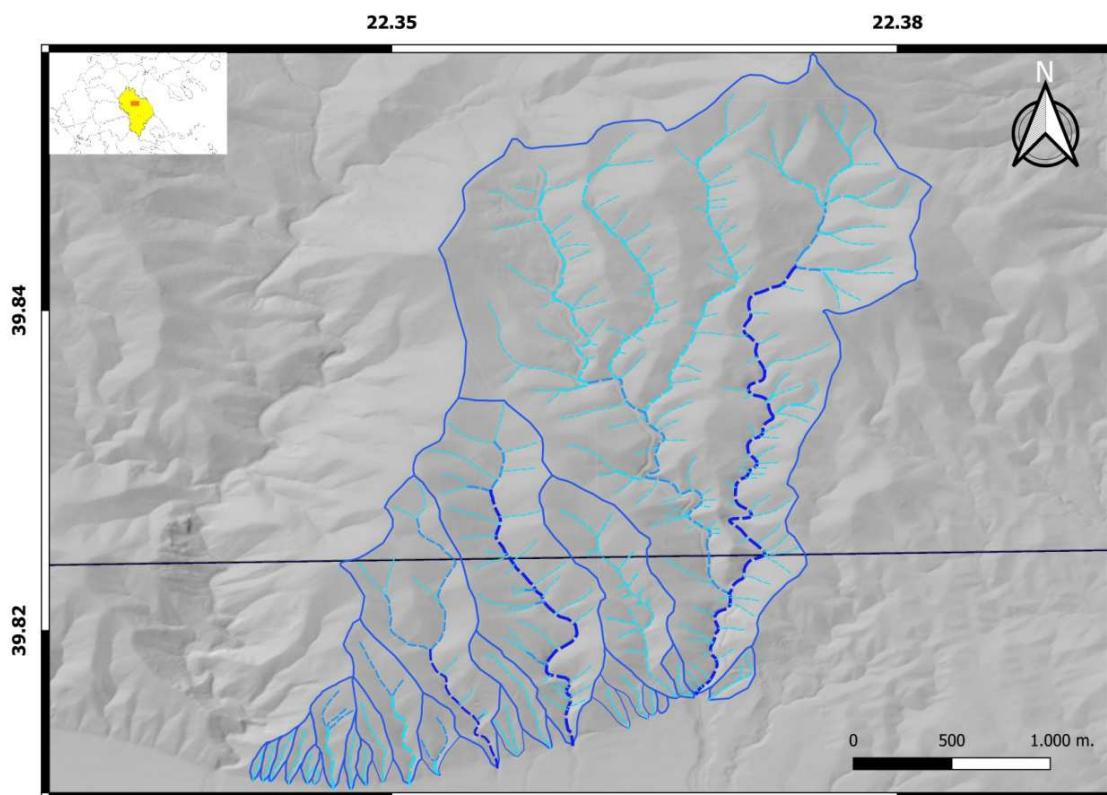
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 20-1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	91,403	0,01	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,411
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,181	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,886
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		19,019	

Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	0,0000966 (1/m ²)	196,567 (1/Km ²)	251,044	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n			0,005	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F				0,047
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S				2,487
Δείκτης επιμήκυνσης R_L			0,243	
Δείκτης κυκλικότητας R_C				0,509
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF				55,816
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i				0,522

ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΡΟΔΙΑΣ



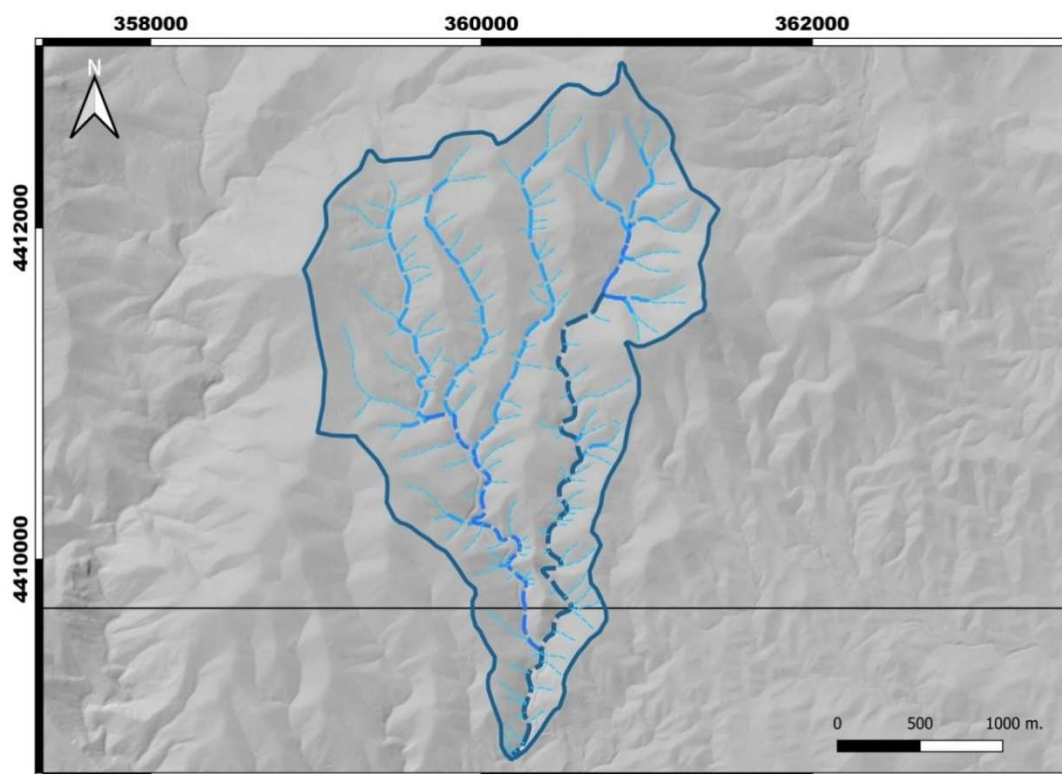
Σχήμα Π2-1. Υδρολογικές λεκάνες ανατολικής περιοχής Αργυροπουλίου – Δελέριων – Ροδιάς, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου.

Π2-1. ΛΕΚΑΝΗ 2

Η λεκάνη 2 είναι η μεγαλύτερη λεκάνη ανατολικής περιοχής της Ροδιάς. Ουσιαστικά είναι η τέταρτη μεγαλύτερη σε έκτασης την ευρύτερης περιοχής Αργυροπουλίου – Δελερίων – Ροδιάς, με ένα μεγάλο υδρογραφικό δίκτυο 4^{ης} τάξης. Ξεκινάει με τέσσερεις μεγάλους κλάδους και διαδοχικά καταλήγει σε ένα μεγάλο κλάδο. Είναι πλήρως αναπτυγμένη, καλύπτει ένα μεγάλο τμήμα την ανατολικής περιοχής και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 11,51 \text{ Km ή } 11515,5 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 5,57 \text{ Km}^2 \text{ ή } 55703345,639 \text{ m}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 4,2 \text{ Km ή } 4200 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 2,5 \text{ Km ή } 2504,0 \text{ m}$



Σχήμα Π2-2. Διάταξη λεκάνης 2 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 728,800 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 138,575 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 354,559 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 4.756,326 \text{ (m) ή } 4,76 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 27.416,4 \text{ (m) ή } 27,41 \text{ (Km)}$

Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου
απορροής N_s

$N_s = 179$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά σε γενικές γραμμές η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	141	150,347	21199,03
2	26	274,209	7129,46
3	7	379,316	2655,12
4	5	712,431	3562,16

Αναλυτική παρουσίαση των δεικτών καθώς και ο τρόπος υπολογισμού, αναλύεται διεξοδικά σε προηγούμενη ενότητα. Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και παρουσιάζονται οι δείκτες για το κεντρικό τμήμα των ρεμάτων που συλλέγει όλους τους υφιστάμενους κλάδους. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

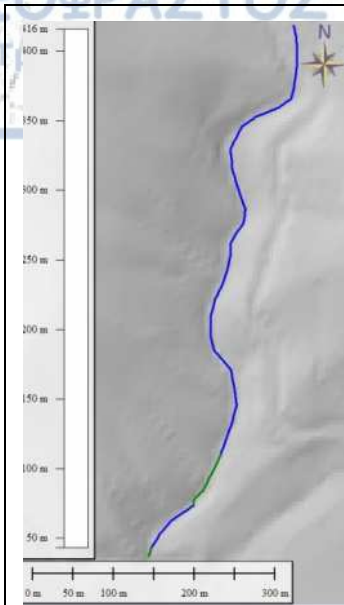
ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	37,181	78,57	0,472
2	46,687	96,647	0,483
3	45,123	144,2	0,313
4	1,359	169,5	0,008
5	19,387	121,82	0,091
6	9,382	229,99	0,041
7	17,484	299,36	0,058
8	46,646	220,31	0,212
9	33,464	331,35	0,212
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,780
Μέσος όρος T			0,198

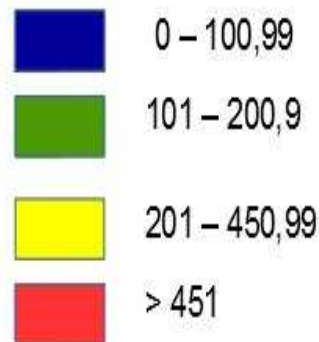
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,198$ m,
Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length)
 $R = 0,022$, $R = 0,008$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	$S_L(m)$	A/A	$S_L(m)$
1	114,343	7	35,322
2	57,160	8	34,117
3	128,377	9	27,752
4	54,864	10	7,652
5	5,055	11	34,87
6	43,495		



ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ ΔΕΙΚΤΗ S_L



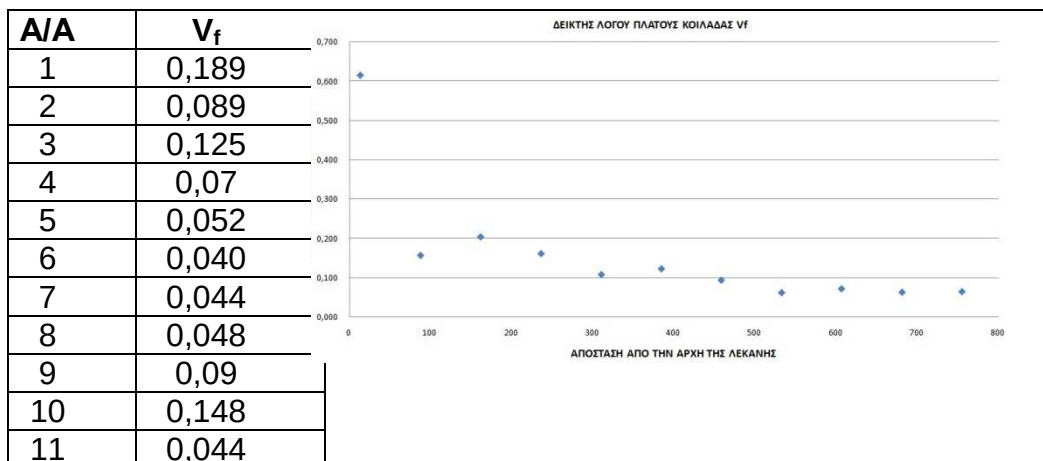
Σχήμα Π2-3. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε.

Για τον χρωματισμό του δείκτη κλίσης ανά τμήματα που εμφανίζεται χρησιμοποιήθηκε η κάτωθι κλίμακα:

Τιμή δείκτη S_L (m)	Κλίμακα χρωματισμού
0 – 100	Μπλε
101 – 200	Πράσινο
201 – 450	Κίτρινο
> 451	Κόκκινο

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:



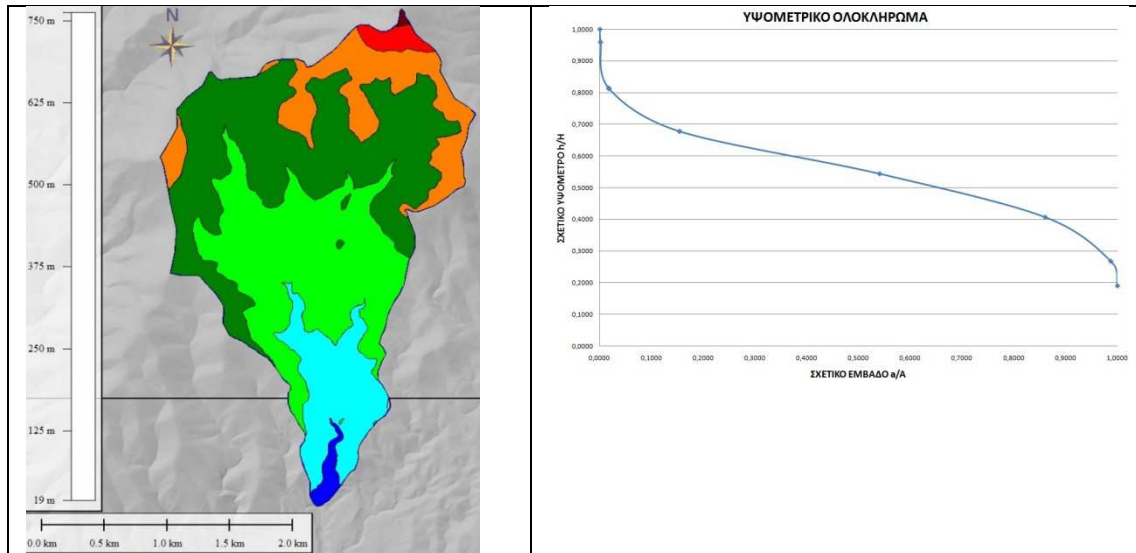
Σχήμα Π2-4. Γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος λόγω του μεγέθους της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι ισούψης ανα 100 μέτρα για να υπολογιστούν οι

τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,190	1,00	5	0,673	0,154
2	0,268	0,987	6	0,812	0,181
3	0,407	0,860	7	0,958	0,001
4	0,543	0,540	8	1,00	0,00



Σχήμα Π2-5. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 2

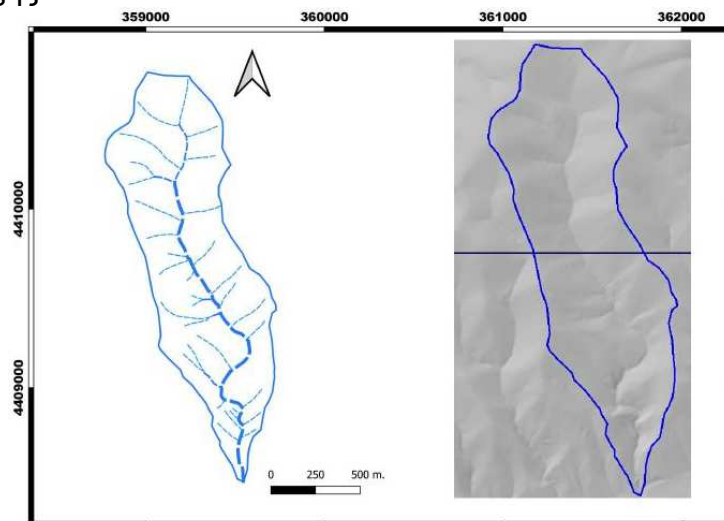
Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	590,229	0,599	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,141
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,051	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			5,423
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			3,714
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B3}			1,4
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,824
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,383
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 3$			1,878
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			2,813
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			4,044
Δείκτης κλασματικής διάστασης 3			0,534
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,141
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		4,992	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	32,134(1/ Km ²)	16,812	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,12	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			1,326
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,677

Δείκτης επιμήκυνσης R_L	1,3	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,528
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF		52,977
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,198	
Διασπορά τιμών του δείκτη R_1		0,111
Διασπορά τιμών του δείκτη R_2		0,022
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,366

Π2-2. ΛΕΚΑΝΗ 5

Η λεκάνη 5 είναι μία λεκάνη μεγάλης έκτασης με υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης.



Σχήμα Π2-6. Διάταξη λεκάνης 5 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο δεξιού χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 5,36 \text{ Km}$ ή $5369,923 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 1,0956 \text{ Km}^2$ ή $1095605,072 \text{ m}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 2,294 \text{ Km}$ ή 2294 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,960 \text{ Km}$ ή $960,44 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 493,445 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 132,506 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 307,107 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 2617,0 \text{ (m)}$ ή $2,617 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 8392,955 \text{ (m)}$ ή $8,39 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 40$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

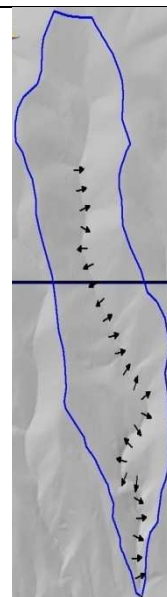
Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler συνοπτικά αναπτύσσεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	32	176,16	5637,137
2	5	137,11	685,576
3	3	664,95	1994,85

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι δείκτες και συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	11,0870	42,545	0,261
2	5,375	61,74	0,087
3	22,54	86,79	0,260
4	36,31	140,59	0,258
5	15,54	148,03	0,105
6	35,9	340,46	0,106
7	100,5	212,85	0,472
8	85,656	308,12	0,278
9	14,518	495,65	0,029
10	196,51	493,37	0,398
11	179,94	326,7	0,051
12	164,68	301,11	0,547
13	170,38	509,39	0,334
14	101,78	413,28	0,246
15	64,289	372,76	0,172
16	40,543	363,8	0,111
17	19,943	284,8	0,067
18	11,028	290,72	0,038
19	16,429	261,84	0,063
20	19,754	245,83	0,080
21	26,068	252,52	0,103
22	25,878	347,73	0,074
23	35,293	260,11	0,136
24	26,602	624,56	0,101
25	25,408	282,72	0,09
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			4,968
Μέσος όρος T			0,199

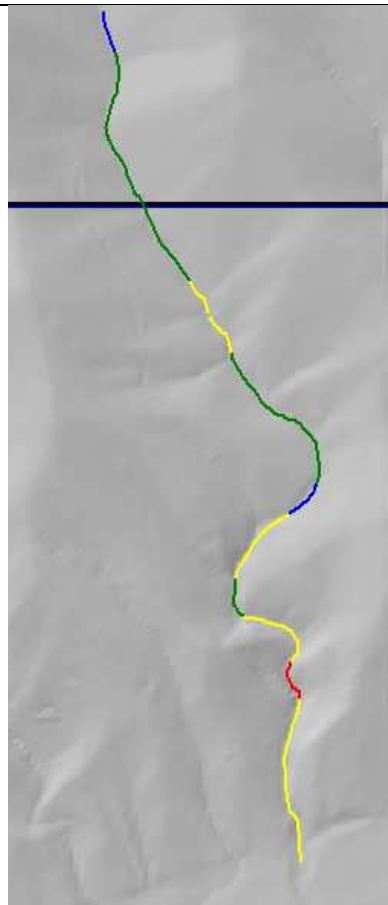


Σχήμα Π2-7. Ο προσανατολισμός και η κατανομή των μεγεθών του δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας.

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,199m$,
Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length) $R = 0,008$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)
1	410,385
2	325,642
3	209,248
4	277,439
5	614,166
6	293,547
7	114,841
8	114,841
9	312,417
10	140,028
11	91,653
12	155,964
13	148,408
14	131,408
15	106,227
16	218,720
17	119,644
18	165,703
19	135,540
20	110,253
21	112,541
22	122,552
23	98,723

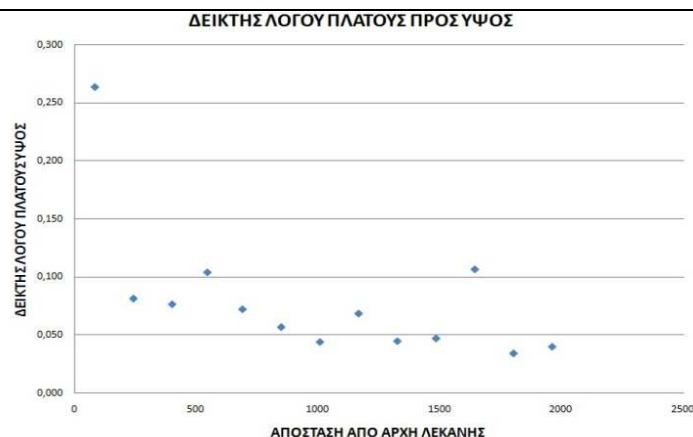


Σχήμα Π2-8. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f
1	0,264
2	0,082
3	0,077
4	0,104
5	0,073
6	0,057
7	0,044
8	0,069
9	0,045
10	0,047
11	0,107
12	0,035
13	0,04

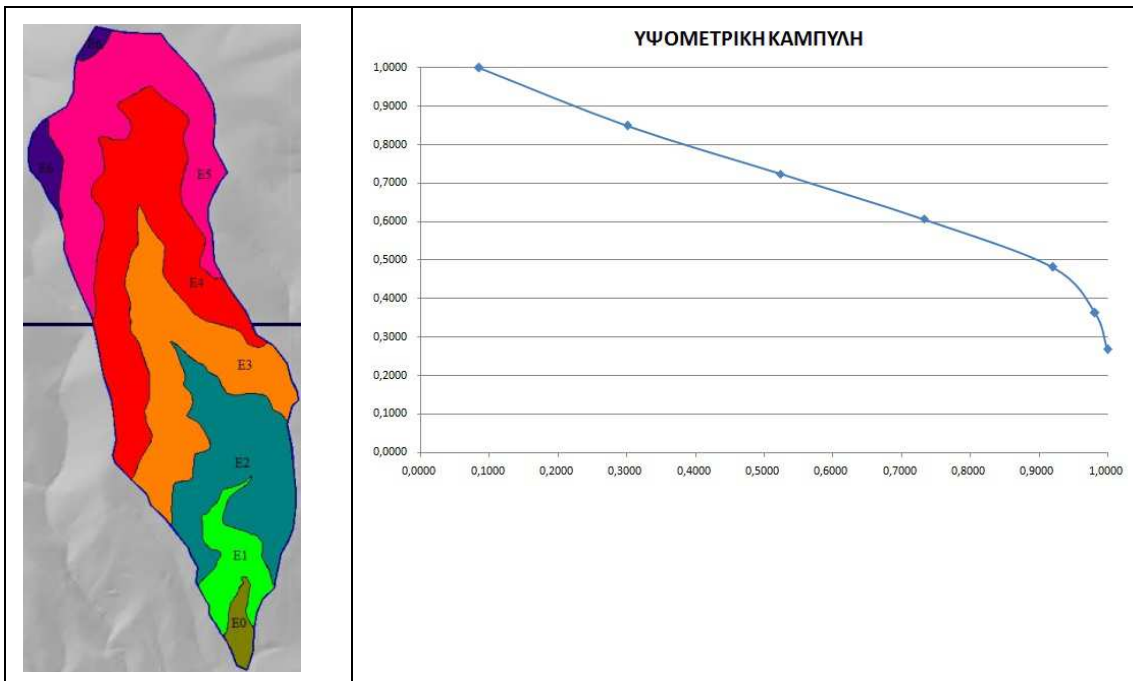


Σχήμα Π2-9. Γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A
1	0,26	1,00
2	0,36	0,98
3	0,48	0,91
4	0,60	0,73
5	0,72	0,52
6	0,84	0,30
7	1,00	0,0



Σχήμα Π2-10. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 5

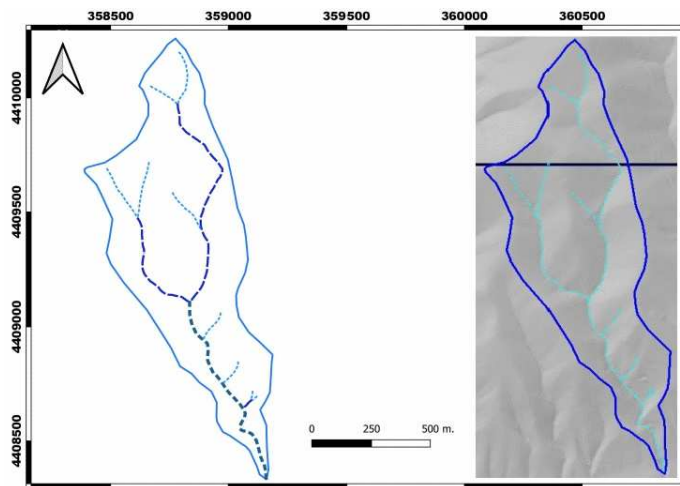
Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	360,939	0,361	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,157
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,67	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			6,4
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			1,667
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			0,786
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			5,162
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			7,7
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			0,311
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,141
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		7,661	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	36,510(1/	40,727	

	Km ²)		
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,047	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,478
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,388
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,780		
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,477
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			51,752
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,199		
Διασπορά τιμών του δείκτη R_1			0,040
Διασπορά τιμών του δείκτη R_2			0,008
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,484

Π2-3. ΛΕΚΑΝΗ 8

Η λεκάνη 8 είναι μία λεκάνη μεγάλης έκτασης με υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης.



Σχήμα Π2-11. Διάταξη λεκάνης 8 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο δεξιού χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 4,56 \text{ Km ή } 4560,278 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,675 \text{ Km}^2 \text{ ή } 675339,03 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης A_r :	$A_r = 0,433 \text{ Km}^2 \text{ ή } 433900 \text{ m}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 1,923 \text{ Km ή } 1923 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,803 \text{ Km ή } 803,46 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 517,693 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 120,005 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 356,721 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 2140,612 \text{ (m) ή } 2,141 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 3477,594 \text{ (m) ή } 3,47 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 8$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler αναπτύσσεται συνοπτικά στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	9	158,604	1427,443
2	2	735,2475	1470,495
3	1	906,183	906,183

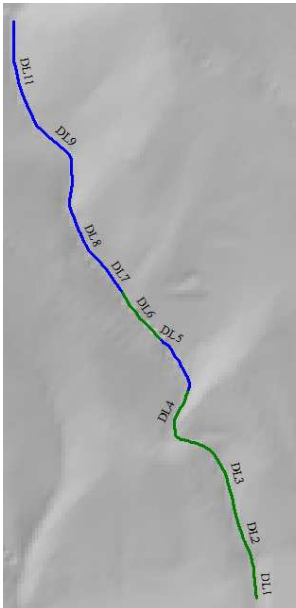
Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες που αναλύονται σε μορφή πίνακα και συγκεντρωτικά παρουσιάζονται όλοι οι δείκτες στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	3,526	27,311	71,76
2	4,338	45,803	0,095
3	13,563	74,266	0,183
4	25,89	114,8	0,227
5	35,735	135,97	0,263
6	71,343	130,61	0,546
7	82,221	160,4	0,513
8	44,332	190,28	0,233
9	29,71	171,54	0,176
10	33,114	178,42	0,186
11	7,243	221,88	0,033
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			2,579
Μέσος όρος T			0,234

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,199m$,
Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length) $R = 0,008$

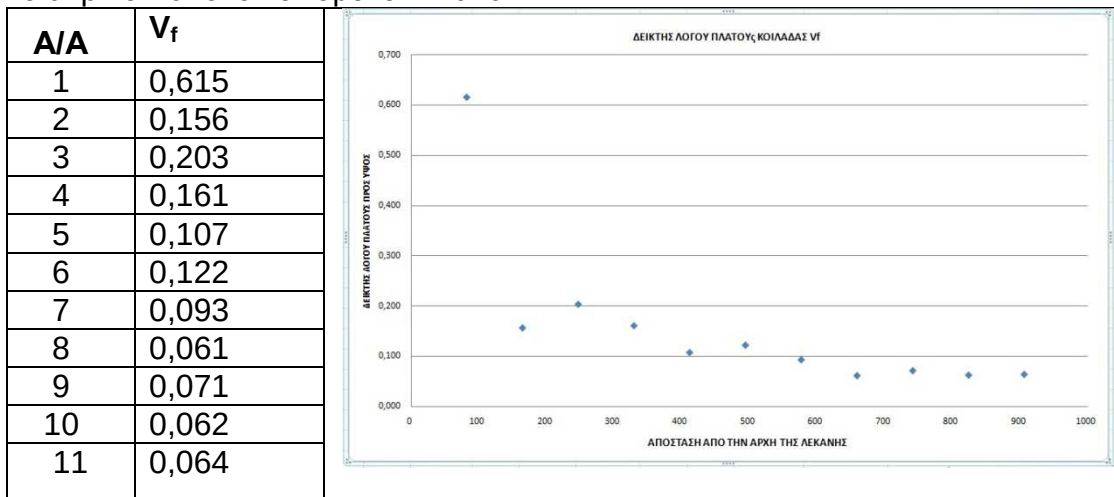
ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)	
1	192,031	
2	137,128	
3	180,022	
4	107,588	
5	98,836	
6	102,218	
7	95,676	
8	62,521	
9	33,320	
10	17,430	
11	4,702	

Σχήμα Π2-12. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

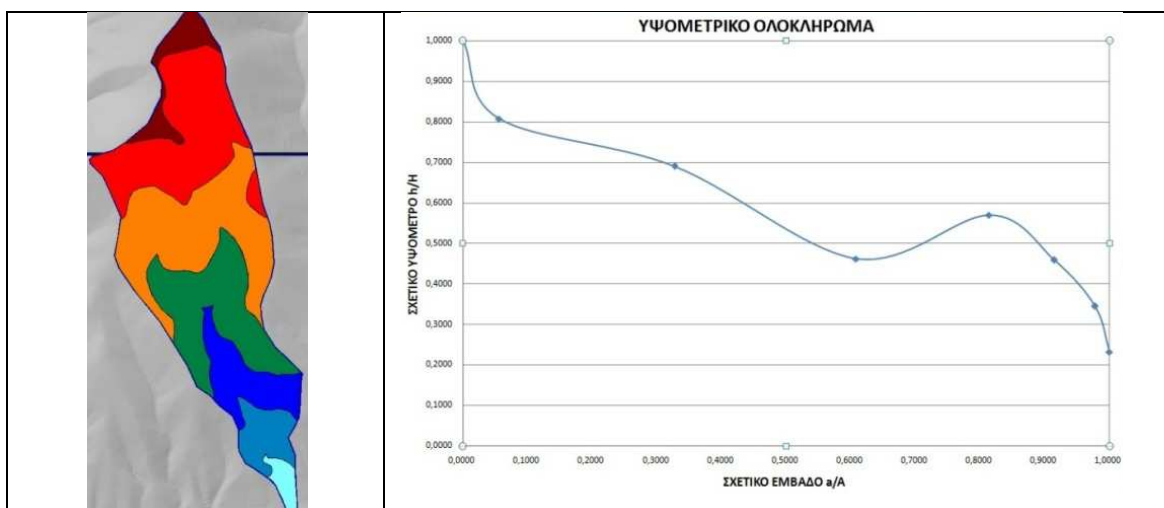


Σχήμα Π2-13. Γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,2318	1,00	5	0,4616	0,6081
2	0,3443	0,9779	6	0,6908	0,3276
3	0,4589	0,9153	7	0,8076	0,0559
4	0,5698	0,8139	8	1,00	0,00



Σχήμα Π2-14. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗ 8

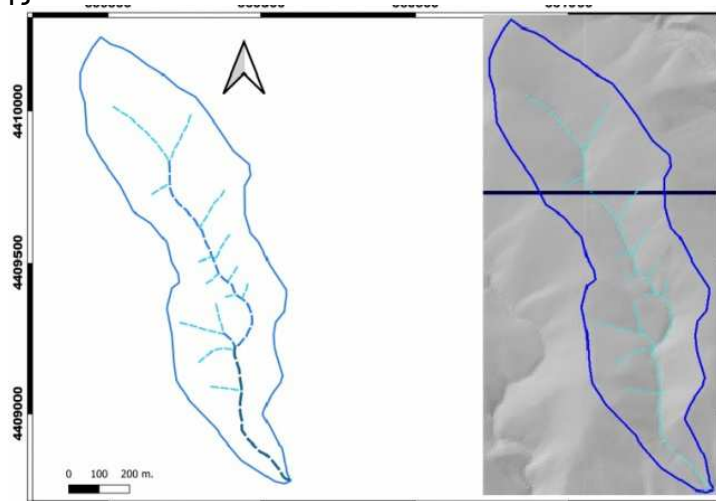
Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	397,688	0,398	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,207
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,087	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			4,5
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			4,636
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,232
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			0,981
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			3,316
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,113
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		5,149	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	11,84(1/Km ²)	18,402	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,077	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,351
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,393
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,669	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,669
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			64,249
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,234	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,091
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,021
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,595

Π2-4. ΛΕΚΑΝΗ 1

Η λεκάνη 1 είναι μία λεκάνη μέτριας έκτασης με υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης.



Σχήμα Π2-15. Διάταξη λεκάνης 1 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο δεξιού χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 3,613 Km ή 3613,187 m

Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,452 \text{ Km}^2$ ή $452489,313 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης A_r :	$A_r = 0,208700 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 1,476 \text{ Km}$ ή 1476 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,685 \text{ Km}$ ή $685,47 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 463,589 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 156,817 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 300,768 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 985,14 \text{ (m)}$ ή $0,985 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 2769,142 \text{ (m)}$ ή $7,769 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 17$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά strahler συνοπτικά αναπτύσσεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό Μήκος
1	14	105,1889	1472,645
2	2	390,689	781,375
3	1	515,119	515,119

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a(\text{m})$	$D_t(\text{m})$	$T(\text{m})$
1	35,863	169,14	96,8494
2	37,38	166,71	0,224
3	24,557	152,87	0,161
4	6,53	95,498	0,068
5	4,598	94,79	0,049
6	7,918	69,658	0,114
7	9,81	78,044	0,126
8	12,584	46,411	0,271
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,224
Μέσος όρος T			0,153

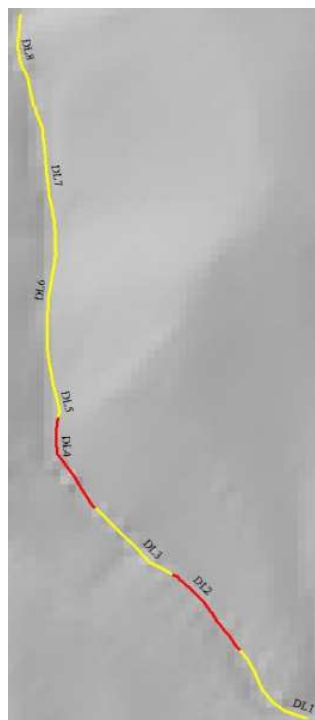
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,153 \text{ m}$,

Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length)

$R = 0,125$, $R = 0,019$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

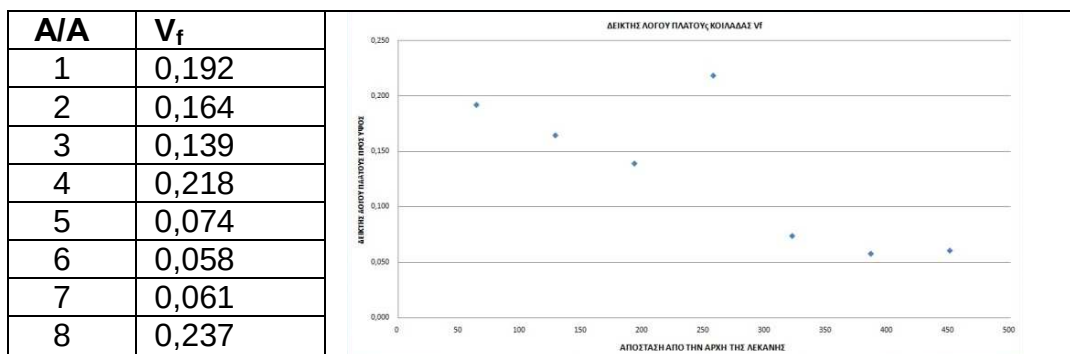
A/A	$S_L(\text{m})$	A/A	$S_L(\text{m})$
1	262,015	5	376,838
2	607,910	6	236,388
3	208,910	7	314,509
4	555,307	8	249,529



Σχήμα Π2-16. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

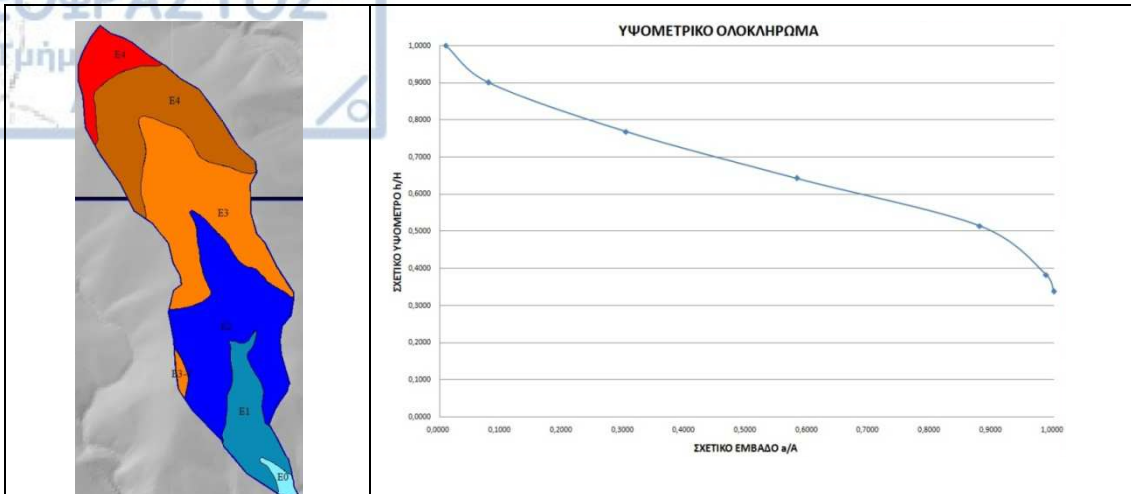


Σχήμα Π2-17 Γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,33	1,00	5	0,76	0,29
2	0,38	0,98	6	0,90	0,07
3	0,51	0,87	7	1,00	0,00
4	0,64	0,58			



Σχήμα Π2-18. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

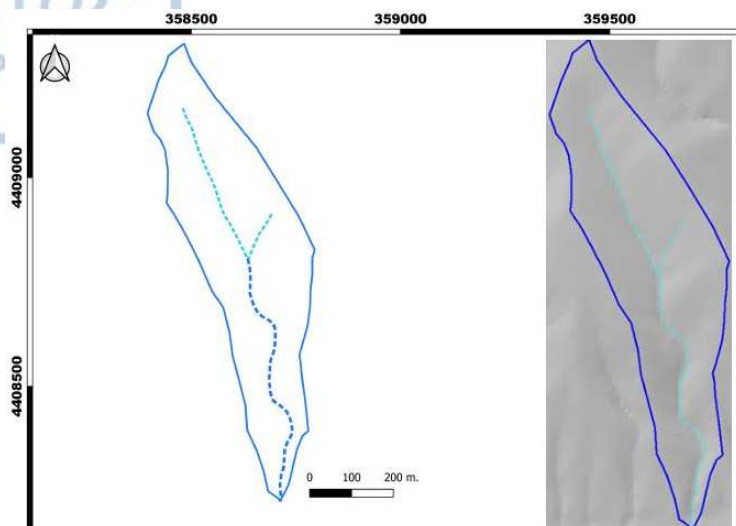
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	306,772	0,307	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,208
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}			0,085
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			7,00
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			3,714
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,318
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,483
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			2,507
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,667
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d			6,120
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	37,570(1/ Km ²)	25,992	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n			0,005
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,307
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,153
Δείκτης επιμήκυνσης R_L			0,625
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,436
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			46,153
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T			0,153
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,125
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,019
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,469

Π2-5. ΛΕΚΑΝΗ 10

Η λεκάνη 10 είναι μία λεκάνη σχετική μικρή σε έκταση με υδρογραφικό δίκτυο 2^{ης} τάξης.



Σχήμα Π2-19. Διάταξη λεκάνης 10 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο δεξιού χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 2,40 Km ή 2406,364 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,195 Km ² ή 195982,869 m ²
Εμβαδό λεκάνης Ar:	Ar = 0,088 Km ² ή 195982,869 m ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 1,094 Km ή 1094 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,368 Km ή 398,81 m
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} =410,699 (m)
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} =113,764 (m)
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 287,56 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 1020,427 (m) ή 1,020(Km)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _i	L _i = 1141,77 (m) ή 1,41 (Km)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _s	N _s = 3

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler αναπτύσσεται στον επόμενο πίνακα.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Γάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Αριθμός ρεμάτων	Μέσο μήκος
1	3,763			
1	1,349	515,112	2	318,231
2	6,658	626,658	1	626,658

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
--------	-------	-------	------

1	21,848	133,85	0,163
2	34,471	125,33	0,275
3	2,319	153,06	0,015
4	18,867	80,886	0,233
5	4,86	78,734	0,062
6	23,158	99,611	0,232
7	37,498	63,488	0,591
8	15,211	36,719	0,414
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,986
Μέσος όρος T			0,248

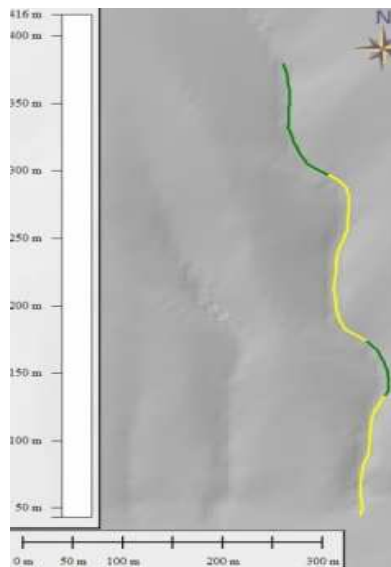
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,248$ m.

Διασπορά τιμών του δείκτη (mean resultant length)

$R_1 = 0,125$, $R_2 = 0,031$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	S _L (m)	A/A	S _L (m)
1	205,314	5	262,495
2	270,043	6	251,711
3	164,820	7	166,562
4	241,888	8	132,487



Σχήμα Π2-20. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f	ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ V _f	
1	0,422		
2	0,231		
3	0,165		
4	0,169		
5	0,176		
6	0,138		

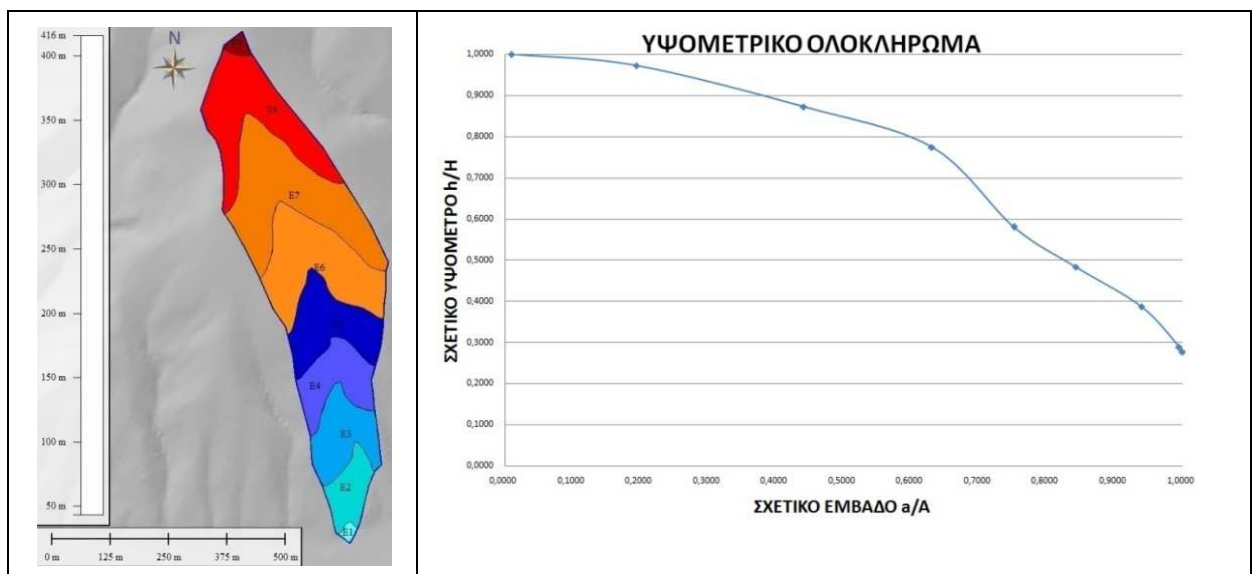
7	0,131
8	0,10

Σχήμα Π3-21. Γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος V_i σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,27	1,00	6	0,77	0,63
2	0,28	0,99	7	0,87	0,44
3	0,38	0,93	8	0,97	0,19
4	0,48	0,84	9	1,00	0,00
5	0,58	0,75			



Σχήμα Π2-22. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 10

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	296,935	0,297	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,271
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,123	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			2,00
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,969
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,023
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,933
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		5,826	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	15,307(1/Km ²)	23,555	

Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n	0,051	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F		0,051
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S		2,743
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,478	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,425
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής A_F		45,055
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,248	
Διασπορά τιμών του δείκτη R_1		0,125
Διασπορά τιμών του δείκτη R_2		0,031
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,585

Π2-6. ΛΕΚΑΝΗ 6

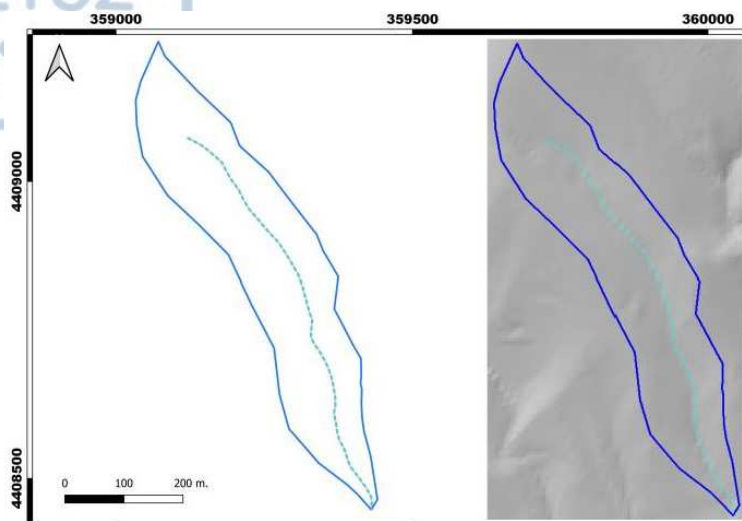
Η λεκάνη 6 είναι μία μικρή λεκάνη σχετικά με υδρογραφικό δίκτυο ενός ρέματος, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,851 \text{ Km ή } 1851,364 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,103 \text{ Km}^2 \text{ ή } 103899,707 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης δεξιά του κυρίου ποταμού (A_r) :	$A_r = 0,057300 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,789 \text{ Km ή } 789,364 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,409 \text{ Km ή } 409,33 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 392,298 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 136,842 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\mu\epsilon\sigma\sigma}$	$H_{\mu\epsilon\sigma\sigma} = 273,791 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 725,227 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 725,227 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος (m)	Μέσο μήκος (Km)
1	725,227	725,227	725,227	0,725



Σχήμα Π2-23. Διάταξη λεκάνης 6 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 6

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	255,456	0,255	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,324
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,138	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,919
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		6,980	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	9,625(1/Km ²)	33,813	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,037	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,132
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,928
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,409	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,381
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			55,149
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,536

Π2-7. ΛΕΚΑΝΗ 9

Η λεκάνη 9 είναι μία μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

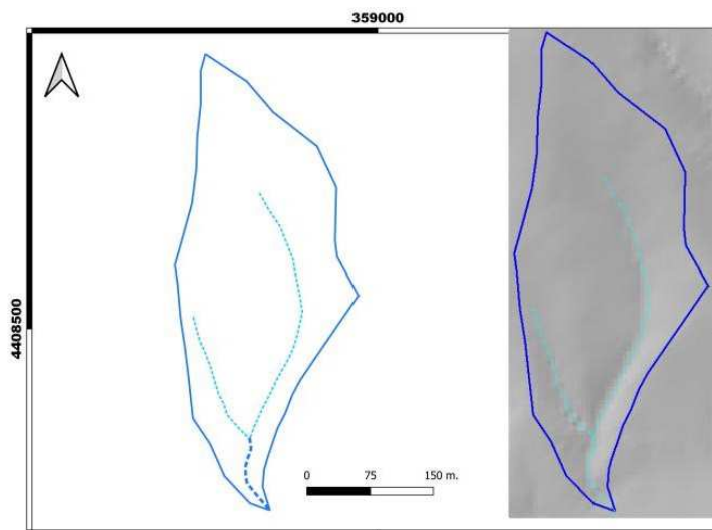
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 1,241 Km ή 1241,643 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,069 Km ² ή 69036,234 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης δεξιά του κυρίου ποταμού (A_r) :	A_r = 0,0497 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,544 Km ή 544,25 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,22 Km ή 220,04 m
Υψόμετρα	

Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max}=326,328 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min}=119,487 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}}= 215,963 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C= 412,377 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 574,896 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 3$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER

Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος (m)	Μέσο μήκος (Km)
1	315,993			
1	162,516	478,512	320,516	0,32
2	96,384	96,384	96,384	0,096



Σχήμα Π2-24. Διάταξη λεκάνης 9 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 9

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	206,841	0,207	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,380
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,380	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			0,301
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			0,577
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,758
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		8,327	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	43,455 (1/Km ²)	48,126	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,025	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,127

Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s		2,476
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,402	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,563
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής A_F		55,149
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,486

Π2-8. ΛΕΚΑΝΗ 7

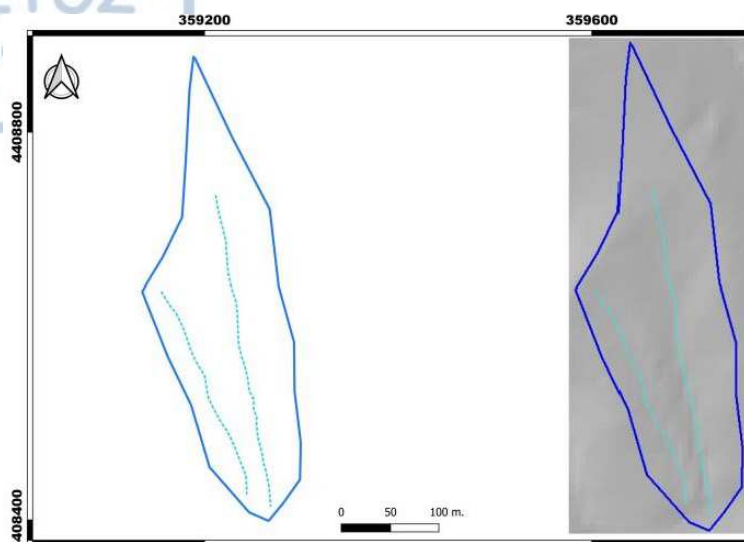
Η λεκάνη 7 είναι μία μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο με δύο ανεξάρτητους κλάδους 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,045 \text{ Km}$ ή $1045,963 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,041 \text{ Km}^2$ ή $41676,251 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης δεξιά του κυρίου ποταμού (A_r) :	$A_r = 0,02343 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,487 \text{ Km}$ ή $478,06 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,164 \text{ Km}$ ή $164,18 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 298,671 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 131,055 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 209,125 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 326,532 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 555,791 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 2$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος (m)	Μέσο μήκος (Km)
1	229,259			
1	326,532	555,712	441,162	0,44



Σχήμα Π2-25. Διάταξη λεκάνης 7 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 7

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	167,616	0,168	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,351
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,160	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,683
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		13,336	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	47,989 ($1/Km^2$)	123,426	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,013	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,013
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,912
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,333	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,479
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			56,219
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,466

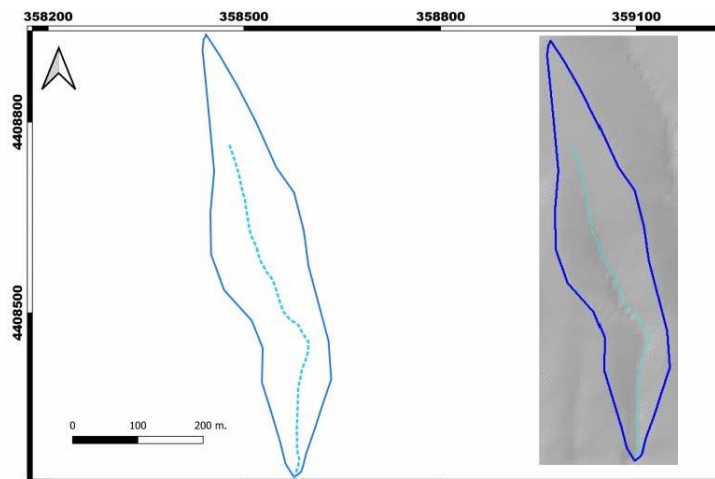
Π2-9. ΛΕΚΑΝΗ 11

Η λεκάνη 11 είναι μία μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,534 \text{ Km}$ ή $1534,916 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,06 \text{ Km}^2$ ή $62349,97 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης δεξιά του κυρίου ποταμού (A_r) :	$A_r = 0,029910 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,698 \text{ Km}$ ή $697,69 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,198 \text{ Km}$ ή $198,63 \text{ m}$
Υψόμετρα	

Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 361,576 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 113,045 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 243,715 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 554,456 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 554,456 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 1$



Σχήμα Π2-26. Διάταξη λεκάνης 11 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	554,456	554,456	554,456	0,55

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 11

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	248,531	0,249	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,356
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,162	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,795
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		8,893	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	16,039 ($1/\text{Km}^2$)	54,881	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,028	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,089
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			3,513
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,337	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,333
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			47,971
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,526

Π2-10. ΛΕΚΑΝΗ 2-4

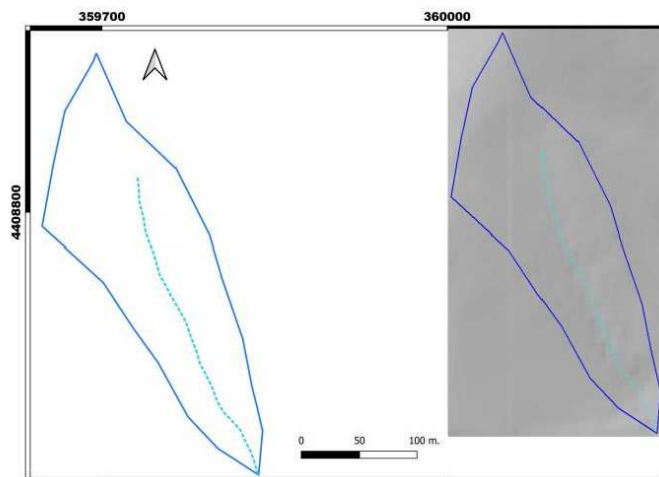
Η λεκάνη 2-4 είναι μία μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 0,858 \text{ Km ή } 858,195 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,028 \text{ Km}^2 \text{ ή } 28976,335 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,01755 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,326 \text{ Km ή } 326,28 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,192 \text{ Km ή } 192,19 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 559,766 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 140,054 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 349,909 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 282,083 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 282,083 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος (m)	Μέσο μήκος (Km)
1	282,083	282,083	282,083	0,28



Σχήμα Π2-27. Διάταξη λεκάνης 2-4 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 2-4

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	419,712	0,42	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			1,286
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,1489	

Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,865
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		9,735	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	34,511(1/Km ²)	65,77	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,043	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,089
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,698
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,336	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,336
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			60,567
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,50

Π2-11. ΛΕΚΑΝΗ 2-3

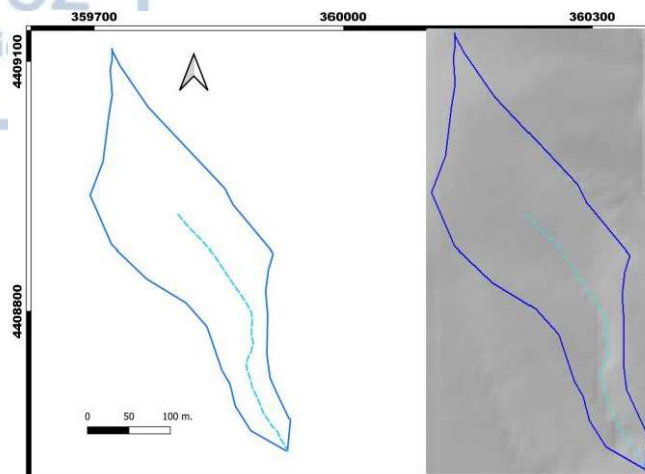
Η λεκάνη 2-3 είναι μία μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 1,14 Km ή 1147,02 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,043 Km ² ή 43692,802 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	A_r = 0,02279 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,484 Km ή 483,89 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,241 Km ή 241,89 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 305,152 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} = 147,109 (m)
Μέσο $H_{μσο}$	$H_{μσο}$ = 217,43 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 328,78 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	L_i = 328,78 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	N_s = 1

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος (m)	Μέσο μήκος (Km)
1	328,78	328,78	328,78	0,32



Σχήμα Π2-28. Διάταξη λεκάνης 2-3 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 2-3

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	158,043	0,15	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,138
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,138	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,679
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		7,525	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	22,887(1/Km ²)	39,296	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,021	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,09
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,0
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,339	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,417
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			52,16
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,445

Π2-12. ΛΕΚΑΝΗ 2-2

Η λεκάνη 2-2 είναι μία μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης.

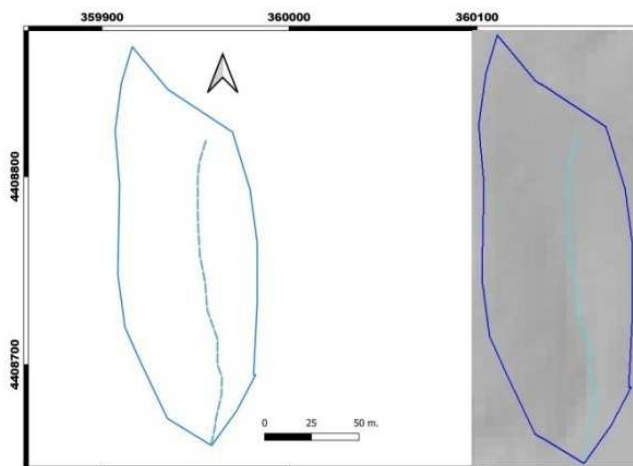
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 0,481 Km ή 481,795m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,011 Km ² ή 11610,355m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	A_r = 0,00795 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,213 Km ή 212,71 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,075 Km ή 75,323 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 214,545 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} = 149,867 (m)
Μέσο $H_{μσο}$	$H_{μσο}$ = 176,135 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	

Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 164,03 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 164,03$ (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	164,03	164,03	164,03	0,16



Σχήμα Π2-29. Διάταξη λεκάνης 2-2 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 2-2

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	64,678	0,065	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,304
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,134	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,771
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		14,128	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	86,130(1/Km ²)	138,521	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,005	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,055
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,824
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,264	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,629
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			68,473
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,406

Π2-13. ΛΕΚΑΝΗ 2-1

Η λεκάνη 2-1 είναι μία μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

Περίμετρος (P):	$P = 0,34 \text{ Km ή } 364,087 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,0062 \text{ Km}^2 \text{ ή } 6252,903 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,003733 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,154 \text{ Km ή } 153,93 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,067 \text{ Km ή } 67,464 \text{ m}$

Υψόμετρα

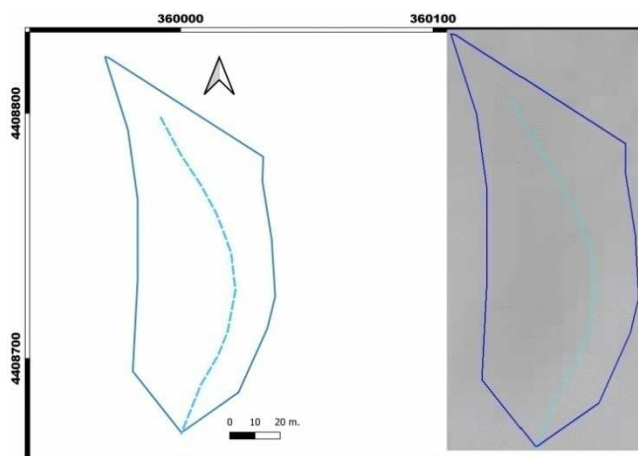
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 199,755 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 149,918 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\mu\text{εσο}}$	$H_{\mu\text{εσο}} = 174,441 \text{ (m)}$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 140,194 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 140,194 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ**ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER**

Γάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	140,194	140,194	140,194	0,14



Σχήμα Π2-30. Διάταξη λεκάνης 2-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 2-1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	49,837	0,05	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,324
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,137	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,911
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		22,4212	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	159,926(1/Km ²)	348,863	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,002	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,041

Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s		2,282
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,227	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,593
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής A_F		59,7
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,492

Π2-14. ΛΕΚΑΝΗ 1-2

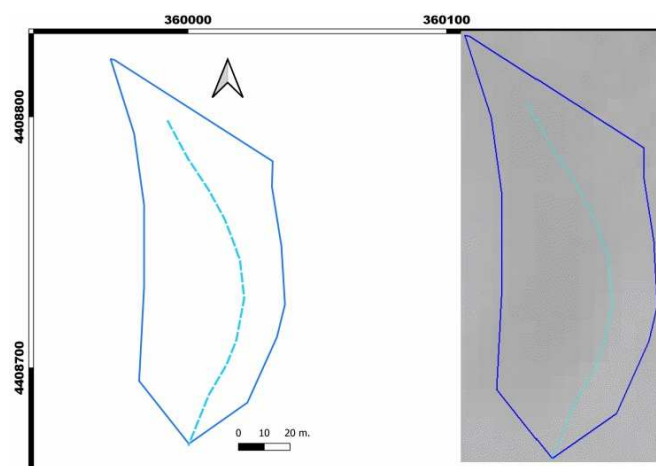
Η λεκάνη 1-2 είναι μία μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 0,834 \text{ Km}$ ή $834,128 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,024 \text{ Km}^2$ ή $24535,163 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης δεξιά του κυρίου ποταμού (A_r) :	$A_r = 0,013940 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,354 \text{ Km}$ ή $354,76 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,16 \text{ Km}$ ή $162,88 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 275,706 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 144,427 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 209,974 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 258,617 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 258,617 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Γάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	258,617	258,617	258,617	0,25



Σχήμα Π2-31. Διάταξη λεκάνης 1-2 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 1-2

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	131,279	0,1312	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,371
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,157	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,731
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		10,541	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	40,758(1/Km ²)	77,107	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,012	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,069
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,172
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,297	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,443
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			56,816
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,499

Π2-15. ΛΕΚΑΝΗ 1-1

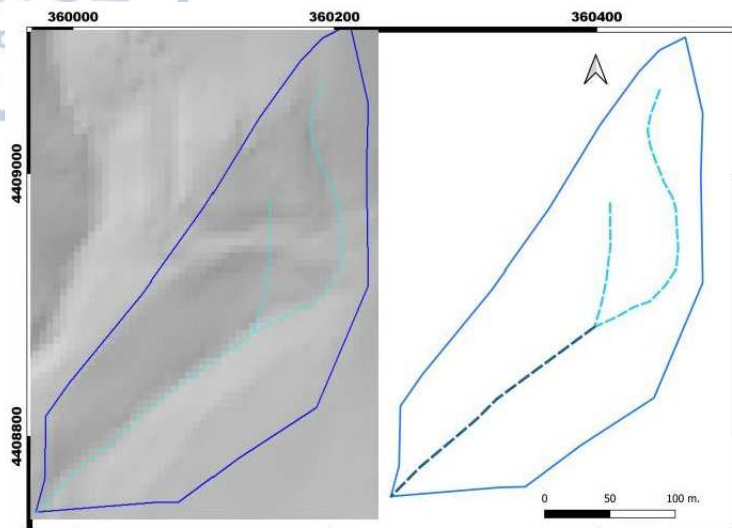
Η λεκάνη 1-1 είναι μικρήλεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 0,935 Km ή 935,205 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,042 Km ² ή 42411,638 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A _r) :	A _r = 0,02367 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 0,350 Km ή 350,07 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,238 Km ή 238,56 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 259,546 (m)
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} = 141,11 (m)
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 186,318 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 423,358 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _i	L _i = 518,654 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _s	N _s = 3

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	94,885			
1	220,704	315,589	268,147	0,268
2	202,654	202,654	202,654	0,2



Σχήμα Π2-32. Διάταξη λεκάνης 1-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, αριστερή εικόνα ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 1-1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	118,436	0,118	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,338
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,127	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			2,00
Δείκτης λόγου μηκών R_L 1			0,756
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			2,475
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,209
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		12,229	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	70,735 ($1/Km^2$)	103,787	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,01	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,121
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,467
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,393	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,609
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			55,81
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,382

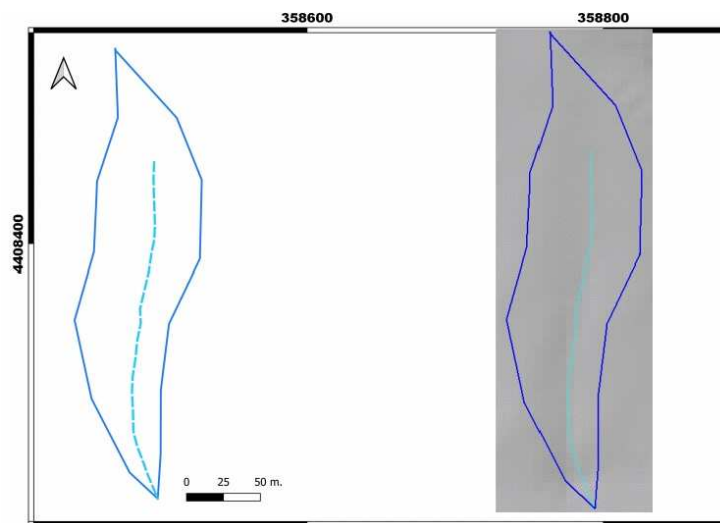
Π2-16. ΛΕΚΑΝΗ 12

Η λεκάνη 12 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 0,672 Km ή 672,623 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,015 Km ² ή 15172,157 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	A_r = 0,000844 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,313 Km ή 312,85 m

Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,085 \text{ Km}$ ή $85,306 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 241,313 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 110,176 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\mu\sigma\sigma}$	$H_{\mu\sigma\sigma} = 171,638 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 238,816 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 238,816 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 1$



Σχήμα Π2-33. Διάταξη λεκάνης 12 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά εικόνα ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	238,816	238,816	238,816	0,238

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 12

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	131,137	0,131	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,419
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,195	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,763
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		15,74	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	65,910 (1/Km ²)	171,946	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,008	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,048
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			3,667
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,248	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,421

Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF	55,628
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H _i	0,469

Π2-17. ΛΕΚΑΝΗ 13

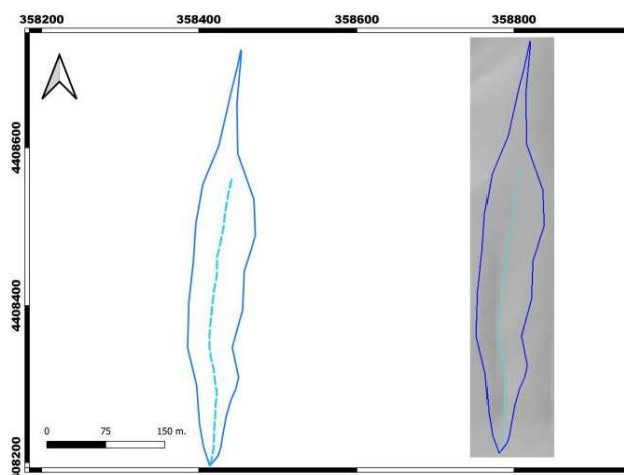
Η λεκάνη 13 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 1,086 Km ή 1086,202 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,023 Km ² ή 23147,961 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A _r) :	A _r = 0,01205 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 0,529 Km ή 529,03 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,0083 Km ή 83,965 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 301,201 (m)
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} = 106,358 (m)
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 203,647 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 366,64 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _i	L _i = 366,64 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _s	N _s = 1

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος (m)	Μέσο μήκος (Km)
1	366,64	366,64	366,64	0,366



Σχήμα Π2-34. Διάταξη λεκάνης 13 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά εικόνα ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 13

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
-------------------------	---	----	-----------

Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	194,843	0,195	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,368
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,179	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,693
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		15,839	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	43,2(1/Km ²)	174,106	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,012	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,044
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			6,301
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,236	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,247
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			52,056
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,499

Π2-18. ΛΕΚΑΝΗ 14

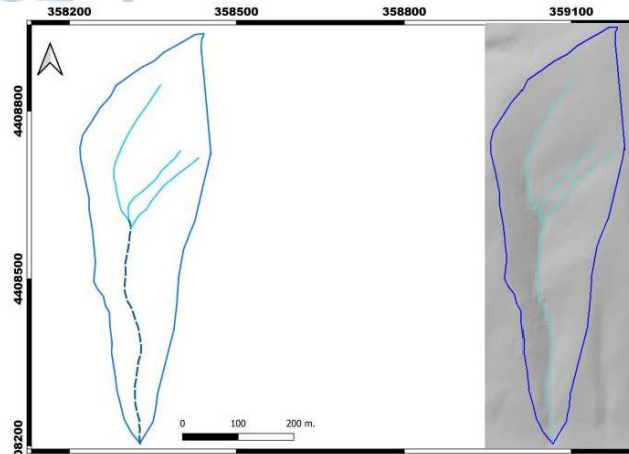
Η λεκάνη 14 είναι σχετικά μέτρια λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,63 \text{ Km ή } 1630,387 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,010 \text{ Km}^2 \text{ ή } 101844,9 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,03816 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,735 \text{ Km ή } 734,81 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,324 \text{ Km ή } 324,6 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 361,576 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 105,19 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 237,538 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 680,885 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 1020,67 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 4$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	272,788			
1	163,164			
1	176,611	612,563	430,704	0,43
2	408,107	408,107	408,107	0,408



Σχήμα Π2-35. Διάταξη λεκάνης 14 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά εικόνα ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

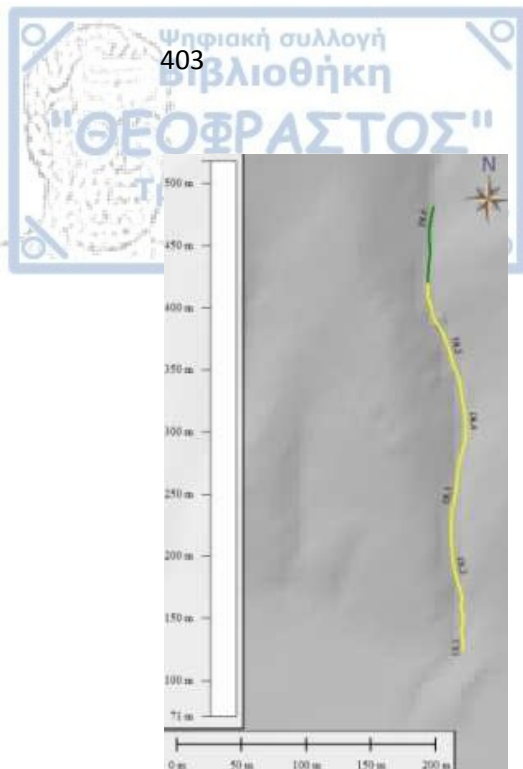
ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	3,508	29,085	0,121
2	5,646	44,43	0,127
3	2,313	52,341	0,044
4	15,735	61,638	0,255
5	24,984	78,999	0,316
6	22,112	82,885	0,267
7	36,646	120,36	0,304
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,435
Μέσος όρος T			0,205

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,205$ m,
Διασπορά τιμών του δείκτη.

$R1 = 0,143$, $R2 = 0,029$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

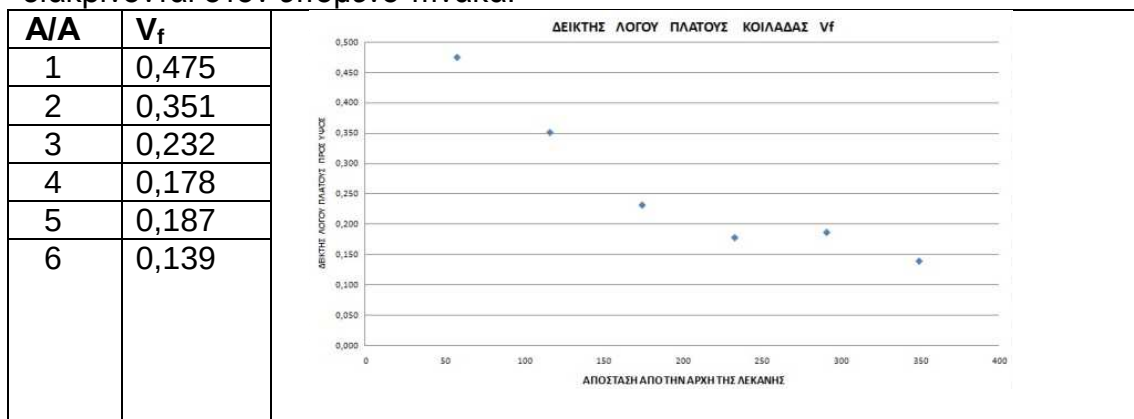
A/A	S _L (m)	A/A	S _L (m)
1	206,513	4	204,177
2	282,713	5	261,133
3	230,569	6	191,133



Σχήμα Π2-36. Ο δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση ανά κλάδο, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

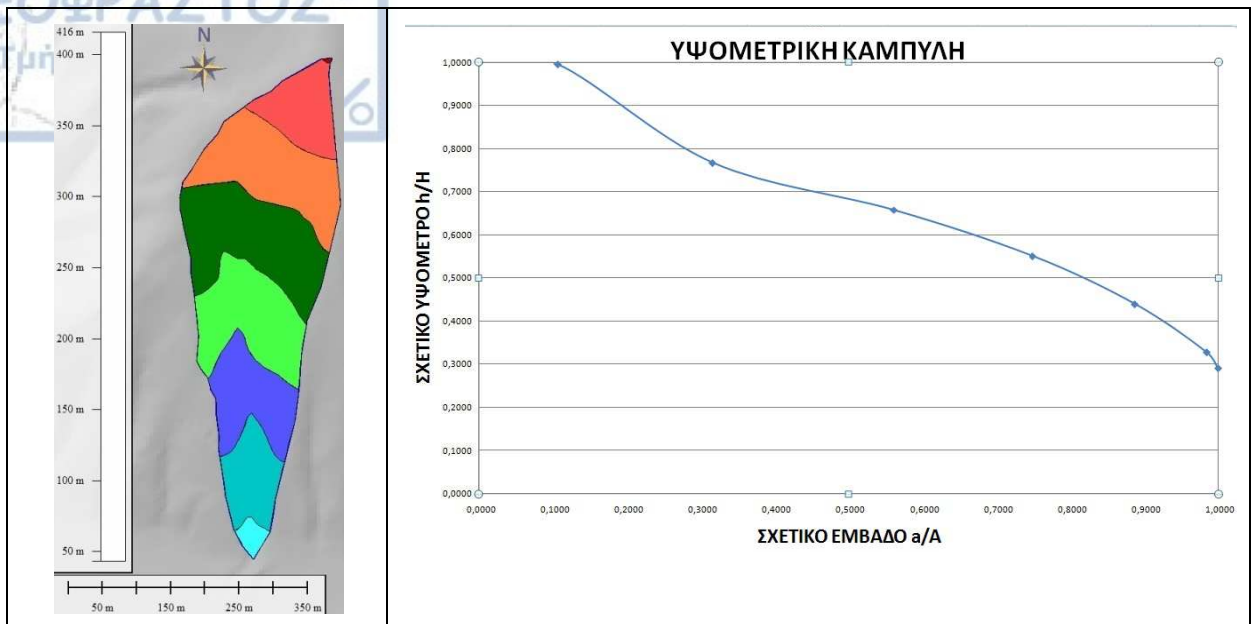


Σχήμα Π2-37. Γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A
1	0,29	1,00
2	0,32	0,98
3	0,43	0,88
4	0,55	0,74
5	0,65	0,56
6	0,76	0,31
7	0,99	0,10
8	1,00	0,00



Σχήμα Π2-38. Γραφική παράσταση της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 14

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	255,512	0,256	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,348
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,157	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			3,00
Δείκτης λόγου μηκών R_L 1			0,948
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			20,286
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,927
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		10,022	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	39,275 ($1/Km^2$)	69,703	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,025	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,139
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,264
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,42	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,481
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			37,469
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,153	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,143
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,029
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,515

Π2-19. ΛΕΚΑΝΗ 15

Η λεκάνη 15 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 2^{ης} τάξης.

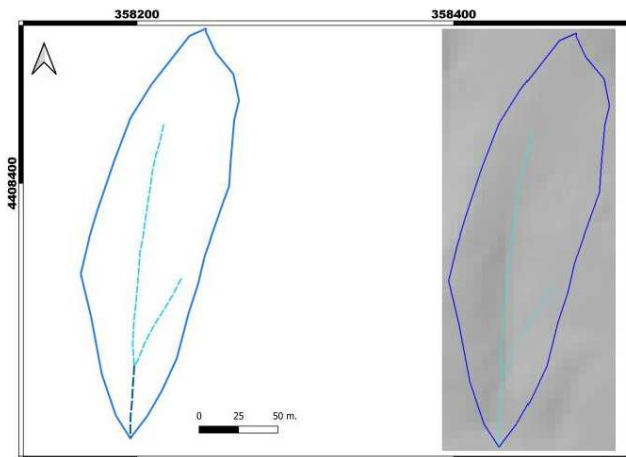
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 0,566 Km ή 566,283 m

Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,014 \text{ Km}^2 \text{ ή } 14417,852 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	$A_r = 0,00593 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,258 \text{ Km ή } 258,09 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,09 \text{ Km ή } 99,953 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 211,015 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 105,646 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 154,646 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 198,958 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 261,648 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 3$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ**ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER**

Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	153,564			
1	62,69	216,254	139,472	0,139
2	45,394	45,394	45,394	0,045



Σχήμα Π2-39. Διάταξη λεκάνης 15 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά εικόνα ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 15

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	105,369	0,105	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,408
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,186	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			2,00
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			0,325
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			0,618
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,771

Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d	10,022	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	208,075(1/Km ²)	228,556
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n	0,006	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F		0,056
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S		2,582
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,267	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,565
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF		41,13
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,465

Π2-20. ΛΕΚΑΝΗ 15-1

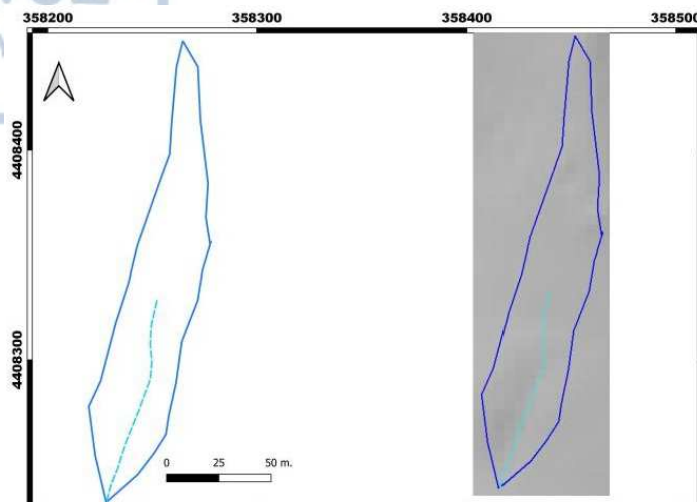
Η λεκάνη 15-1 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 0,468 Km ή 468,04 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,055 Km ² ή 5587,905 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A _r) :	A _r = 0,00222 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 0,221 Km ή 220,69 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,058 Km ή 58,657 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 194,993 (m)
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} = 107,085 (m)
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 152,312 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 100,491 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _i	L _i = 100,491 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _s	N _s = 1

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	100,491	100,491	100,491	0,1



Σχήμα Π2-40. Διάταξη λεκάνης 15-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά εικόνα ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 15-1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	87,908	0,088	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,398
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,188	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,455
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		17,984	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	178,958(1/Km ²)	224,448	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,005	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,025
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			3,025
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,180	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,321
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			39,729
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,514

Π2-21. ΛΕΚΑΝΗ 16

Η λεκάνη 16 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

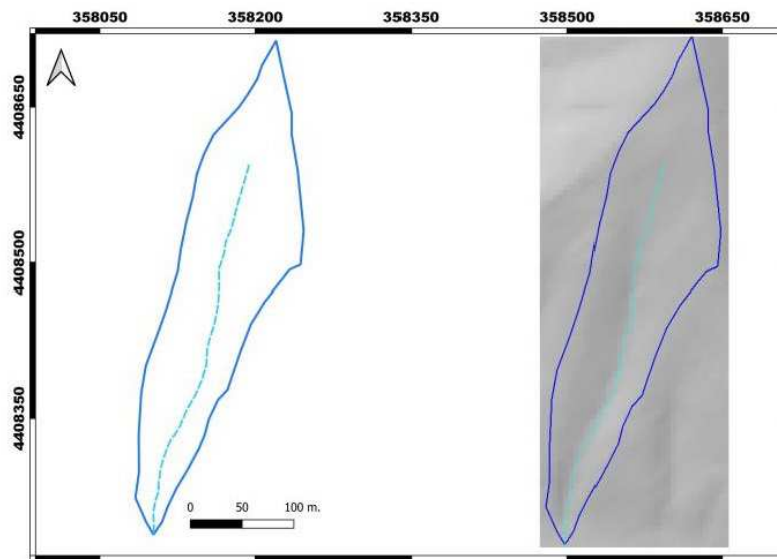
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=1,031Km ή 1031,393 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A):	A = 0,033 Km ² ή 33873,450 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r):	A_r = 0,01688 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,476 Km ή 475,96 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,16 Km ή 161,9 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} =275,045 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} =103,21 (m)

Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 183,414 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 372,078 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 372,078 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER

Γάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	372,078	372,078	372,078	0,37



Σχήμα Π2-41. Διάταξη λεκάνης 16 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά εικόνα ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 16

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

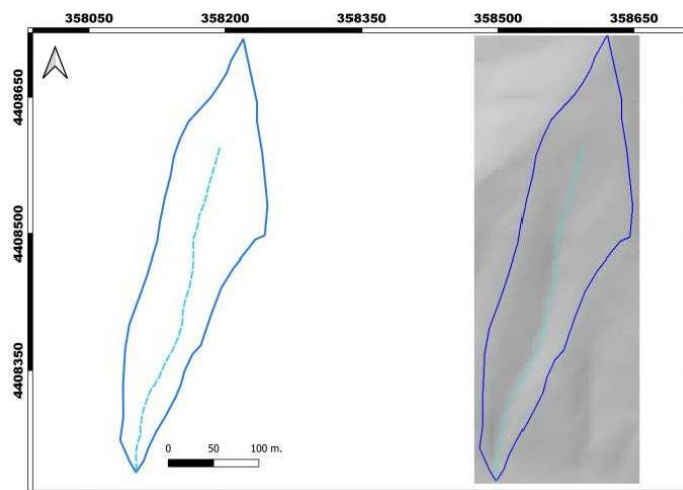
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	171,835	0,172	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,361
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,167	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,782
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		10,984	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	29,522(1/Km ²)	83,735	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,016	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,071
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,94
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,301	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,40
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			49,833
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,467

Π2-22. ΛΕΚΑΝΗ 17

Η λεκάνη 17 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,84 Km ή 840,565 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A):	A = 0,018 Km ² ή 18465,082m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A _r):	A _r = 0,00993 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 0,369 Km ή 368,79 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,157 Km ή 157,54 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 244,574 (m)
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} =103,146 (m)
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 168,361 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 339,486 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _I	L _I = 339,486 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _S	N _S = 1



Σχήμα Π2-42. Διάταξη λεκάνης 17 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά εικόνα ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	339,486	339,486	339,486	0,339

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 17

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B _h	41,428	0,141	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,383

Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}	0,168	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S		0,921
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d	18,385	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	54,156(1/Km ²)	234,585
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n	0,008	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F		0,05
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S		2,341
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,252	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,328
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF		53,777
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,461

Π2-23. ΛΕΚΑΝΗ 18

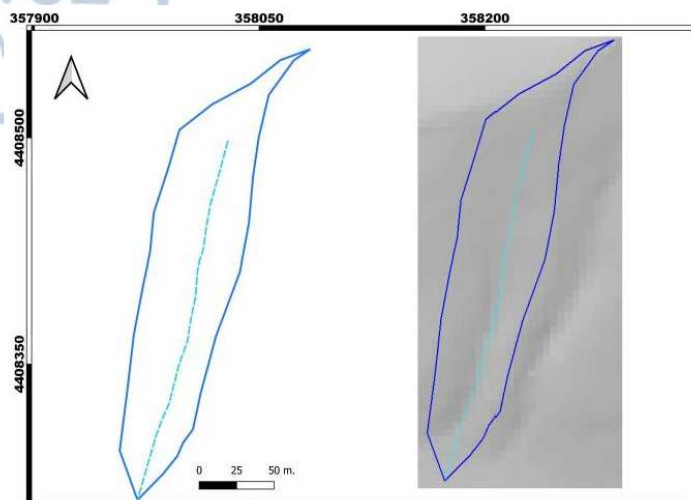
Η λεκάνη 18 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,68 Km ή 685,89 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A):	A = 0,013 Km ² ή 13997,686 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A _r):	A _r = 0,00831 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 0,299 Km ή 299,39 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,127 Km ή 127,31m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 214,31 (m)
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} =103,105 (m)
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 156,669 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 245,996 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _i	L _i = 245,996 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _s	N _s = 1

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Τάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	245,996	245,996	245,996	0,246



Σχήμα Π2-43. Διάταξη λεκάνης 18 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά εικόνα ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 18

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	111,205	0,111	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,371
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,162	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,822
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		17,574	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	51,44(1/Km ²)	214,34	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,006	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,47
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,352
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,244	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,374
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			59,367
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,482

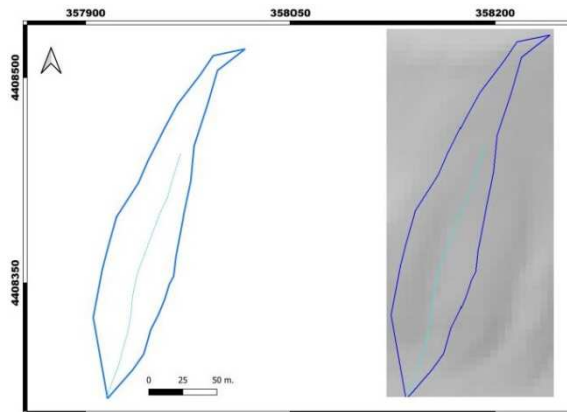
Π2-24. ΛΕΚΑΝΗ 19

Η λεκάνη 19 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^η τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,581 Km ή 581,398 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,0086 Km ² ή 8667,19 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης (A_r) :	A_r = 0,00521 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,255 Km ή 255,83 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,111 Km ή 111,57 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 200,413 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} =120,456 (m)
Μέσο $H_{μσο}$	$H_{μσο}$ = 148,557 (m)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 187,332 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 187,332$ (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π2-44. Διάταξη λεκάνης 19 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, δεξιά εικόνα ανάγλυφη μορφή λεκάνης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

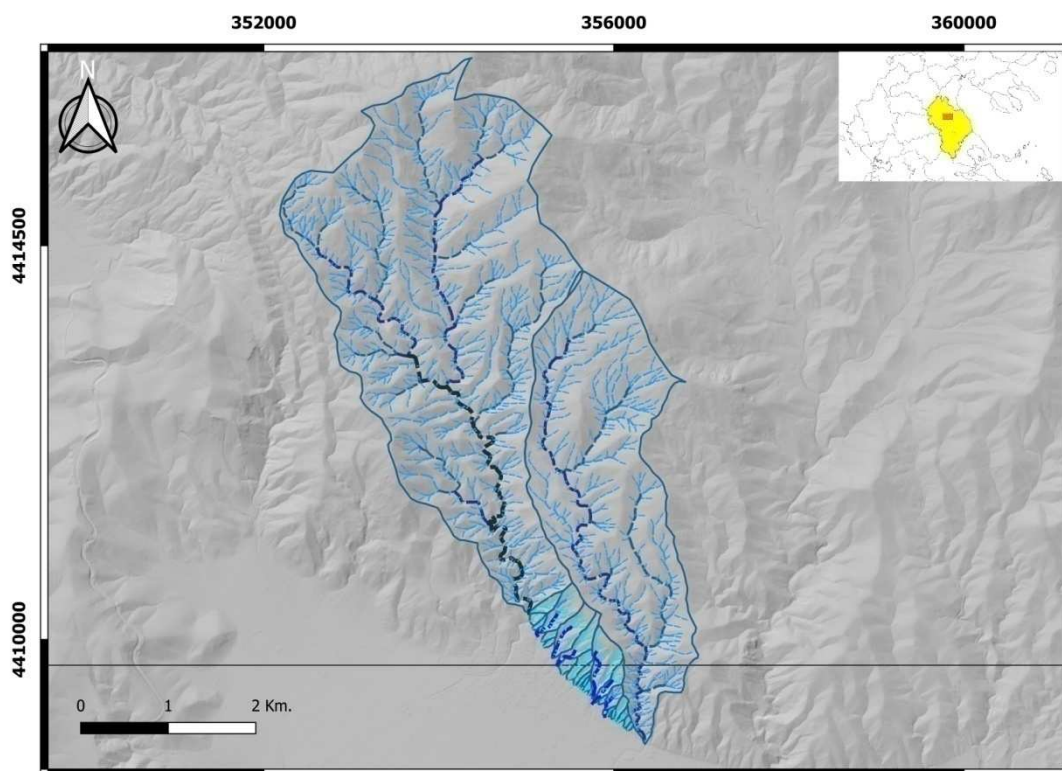
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΤΑ STRAHLER				
Γάξη	Μήκος (m)	Συνολικό μήκος (m)	Μέσο μήκος(m)	Μέσο μήκος (Km)
1	187,332	187,332	187,332	0,18

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 19

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	97,957	0,098	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,383
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,168	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,732
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		21,614	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	115,378(1/Km ²)	324,21	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,005	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,034
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,293
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,208	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,322
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			60,112
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,471

ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΡΟΔΙΑΣ



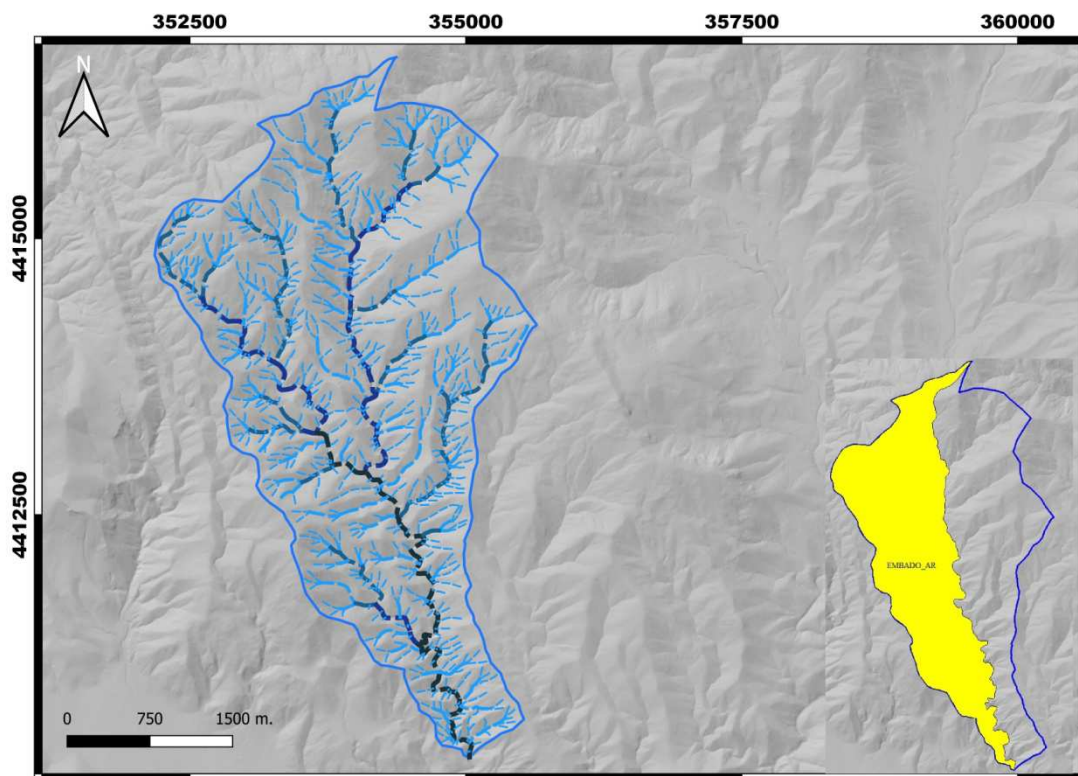
Σχήμα Π3-1. Υδρολογικές λεκάνες δυτικής περιοχής Αργυροπουλίου, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου,

Π3-1 ΛΕΚΑΝΗ 42

Η λεκάνη 42 είναι η μεγαλύτερη λεκάνη της δυτικής περιοχής της Ροδιάς με εμβαδό 11,54 Km². Ουσιαστικά πρόκειται για την δεύτερη μεγαλύτερη σε έκταση της περιοχής Αργυροπουλίου – Δελερίων – Ροδιάς, με μεγάλο και πυκνό υδρογραφικό δίκτυο 5^{ης} τάξης. Ξεκινάει με τέσσερεις κλάδους και σταδιακά καταλήγει σε ένα μεγάλο κλάδο. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρως αναπτυγμένη λεκάνη με μεγάλο και πλούσιο υδρογραφικό δίκτυο καλύπτει μια μεγάλη περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 17,31 Km ή 17319,2 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 11,54 Km ² ή 11542049,71 m ²
Εμβαδό λεκάνης απορροής (Ar) :	A = 6,127 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 6,34 Km ή 6343 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 3,4 Km ή 3448 m



Σχήμα Π3-2. Διάταξη λεκάνης 42 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης Ar.

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 1123,87 (m)
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} = 166,173 (m)
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 678,42 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 8324,87 (m) ή 8,32 (Km)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου	L _i = 109082,58 (m) ή 109,08

απορροής L_i	(Km)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 677$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	529	129,548	68531,15
2	100	186,22	18622,01
3	31	352,919	10940,49
4	11	559,44	6153,83
5	6	805,85	4835,09

Αναλυτική παρουσίαση των δεικτών καθώς και ο τρόπος υπολογισμού, αναλύεται στην προηγούμενη ενότητα. Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι δείκτες και αναλύονται οι επιμέρους δείκτες για το κεντρικό τμήμα των ρεμάτων που συλλέγει όλους τους υφιστάμενους κλάδους. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

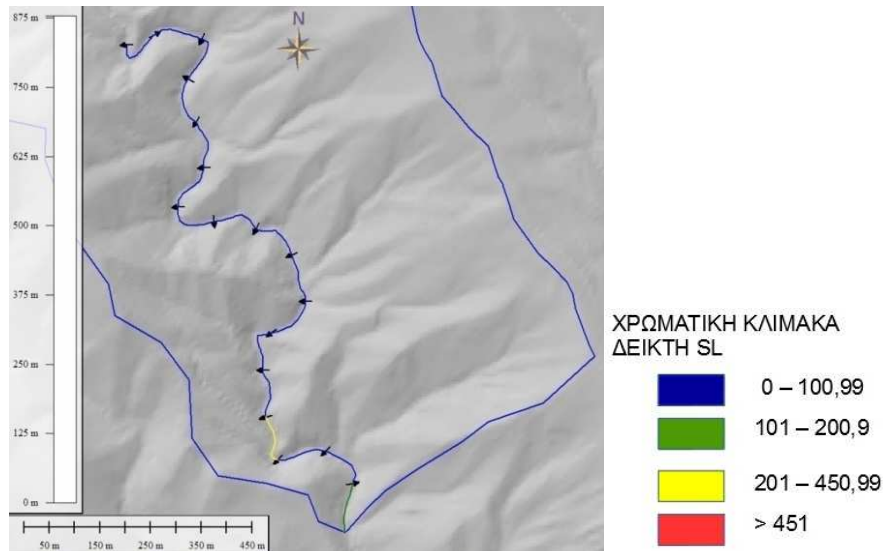
ΣΗΜΕΙΟ	$D_a(m)$	$D_t(m)$	$T(m)$
1	15,237	80,258	0,19
2	43,825	151,74	0,289
3	291,45	442,71	0,884
4	216,65	369,58	0,594
5	254,07	413,16	0,615
6	146,55	342,81	0,427
7	65,644	446,890	0,147
8	32,008	395,65	0,081
9	84,772	395,14	0,215
10	283,47	795,75	0,356
11	207,23	434,65	0,477
12	124,44	427,93	0,291
13	71,627	420,75	0,170
14	86,899	1450,0	0,060
15	68,348	484,13	0,141
16	5,431	493,71	0,011
17	56,653	510,76	0,111
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			5,059
Μέσος όρος T			0,298

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,298$ m,
 Διασπορά τιμών του δείκτη
 $R = 0,298$, $R = 0,018$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

A/A	$S_L(m)$	A/A	$S_L(m)$
1	114,343	7	35,322
2	27,160	8	34,117

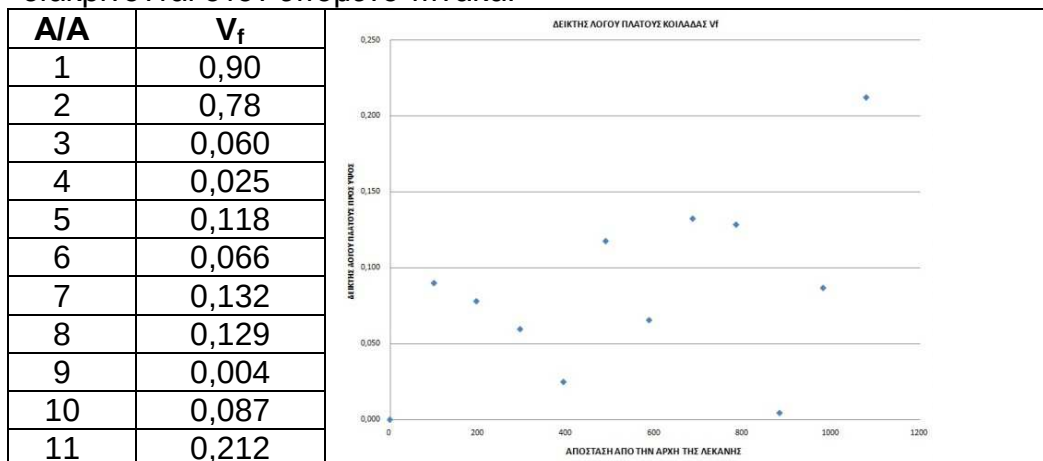
3	128,377	9	27,117
4	54,864	10	7,652
5	5,055	11	34,87
6	43,495	12	



Σχήμα Π3-3. Ο δείκτης μήκους κλίσης ρέματος S_L , με χρωματική απεικόνιση για τον κεντρικό κλάδο, μαζί με τον προσανατολισμό και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T , υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:



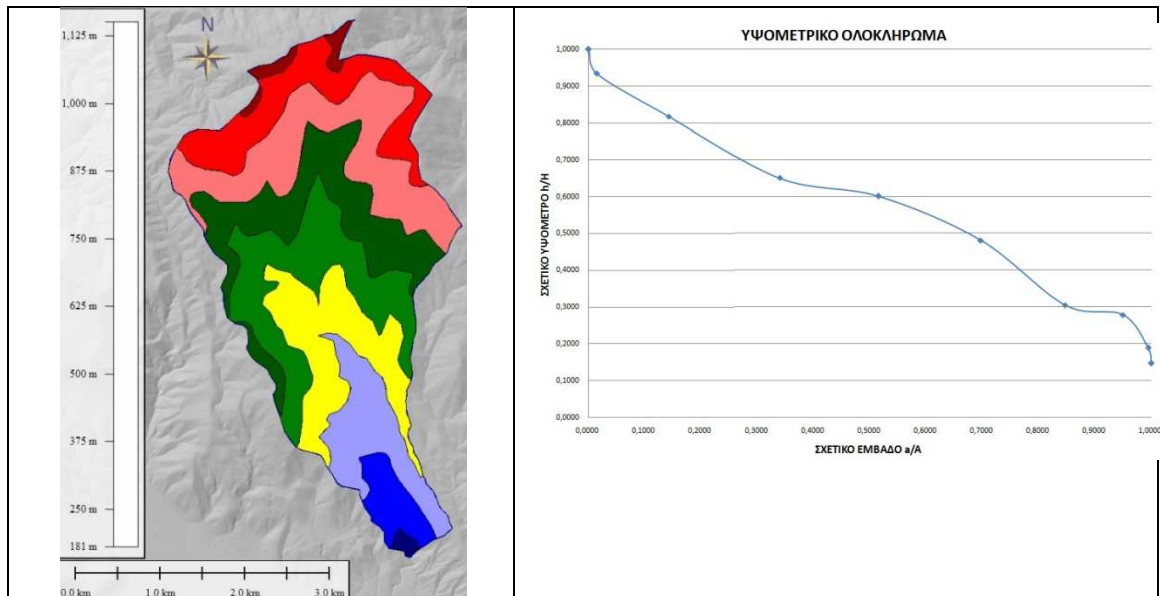
Σχήμα Π3-4. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος λόγω του μεγέθους της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 100 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,14	1,00	6	0,60	0,51

2	0,18	0,99	7	0,65	0,34
3	0,27	0,94	8	0,81	0,14
4	0,30	0,84	9	0,93	0,15
5	0,48	0,69	10	1,00	0,00



Σχήμα Π3-5. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 42

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	957,798	0,658	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,151
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,055	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			5,29
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			3,226
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B3}			2,818
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B4}			1,833
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,437
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,895
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 3$			1,585
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 4$			1,440
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			4,591
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			1,591
Δείκτης κλασματικής διάστασης 3			2,249
Δείκτης κλασματικής διάστασης 4			1,661
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,312
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		9,458	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	58,655(1/ Km ²)	61,988	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,101	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			1,820

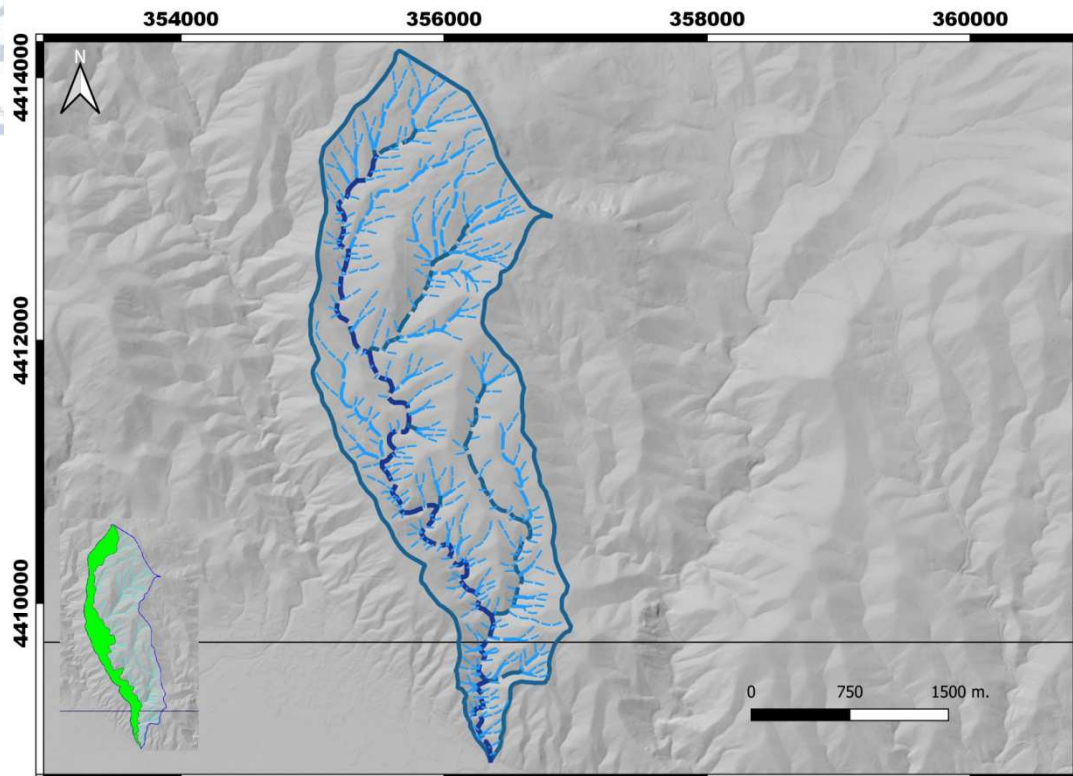
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s		1,840
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	1,522	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,484
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF		53,084
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,298	
Διασπορά τιμών του δείκτη R_1		0,059
Διασπορά τιμών του δείκτη R_2		0,018
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,535

Π3-2 ΛΕΚΑΝΗ 41

Η λεκάνη 41 με εμβαδό $5,94\text{Km}^2$ είναι μεγάλη με πυκνό υδρογραφικό δίκτυο 4^{ης} τάξης. Ουσιαστικά πρόκειται για την τρίτη μεγαλύτερη σε έκταση λεκάνη της περιοχής. Ξεκινάει με δύο κλάδους ενώ προστίθεται στην πορεία και άλλος μεγάλος κλάδος, για να καταλήξει σε ένα συγκεντρωτικό κλάδο. Είναι δεντρικής μορφής, καλά αναπτυγμένη λεκάνη με μεγάλο και πλούσιο υδρογραφικό δίκτυο, καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 13,07 \text{ Km}$ ή $13073,88 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 5,946\text{Km}^2$ ή $5945696,587 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 1,534 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 5,397 \text{ Km}$ ή 5397 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 1,84 \text{ Km}$ ή 1840 m
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 926,84 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 104,941 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 652,099 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 7441,87 \text{ (m)}$ ή $7,442 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 57637,751 \text{ (m)}$ ή $57,637 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 355$



Σχήμα Π3-6. Διάταξη λεκάνης 41 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου, ένθετη φωτογραφία εμβαδού λεκάνης Ar.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	287	126,62	36340,20
2	48	211,59	10156,50
3	10	434,81	4348,05
4	7	970,43	6793,0

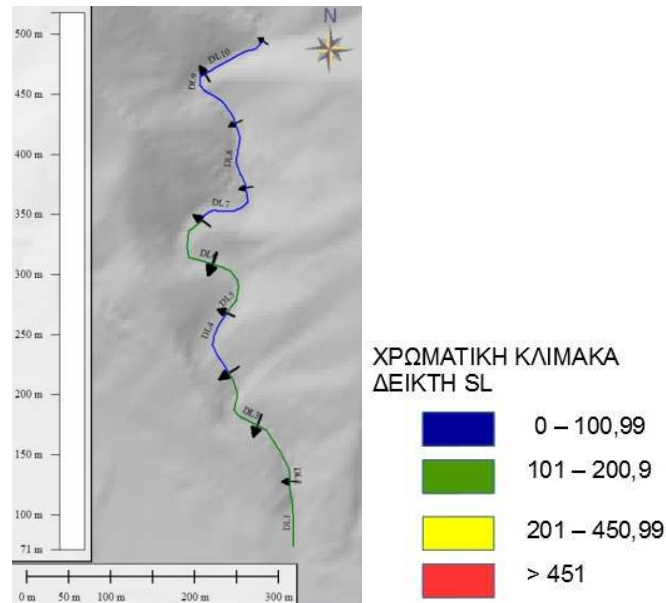
Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι δείκτες και υπολογίζονται αναλυτικά οι επιμέρους δείκτες του κεντρικού τμήματος που συλλέγει όλους τους υφιστάμενους κλάδους. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)	S _L (m)
1	13,39	42,81	0,313	184,093
2	62,804	103,06	0,609	149,940
3	60,418	105,06	0,575	173,637
4	58,581	161,16	0,363	97,842
5	199,55	315,53	0,632	102,289
6	84,006	194,11	0,433	152,289
7	28,232	167,25	0,169	93,685
8	46,415	195,25	0,237	77,341
9	145,56	390,79	0,372	111,378

10	23,933	281,32	0,085	61,582
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			3,790	
Μέσος όρος T			0,379	

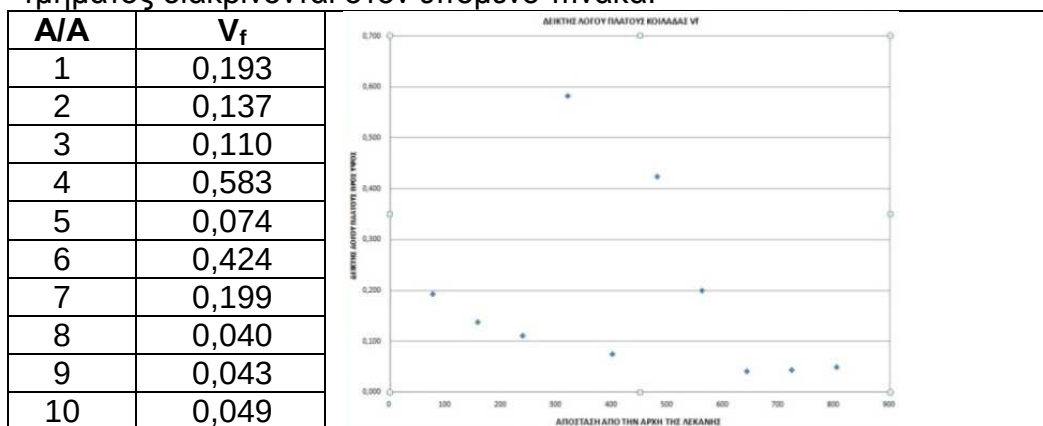
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,379$ m,
 Διασπορά τιμών του δείκτη
 $R = 0,10$, $R = 0,038$



Σχήμα Π3-7. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση για τον κεντρικό κλάδο, μαζί με τον προσανατολισμός και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

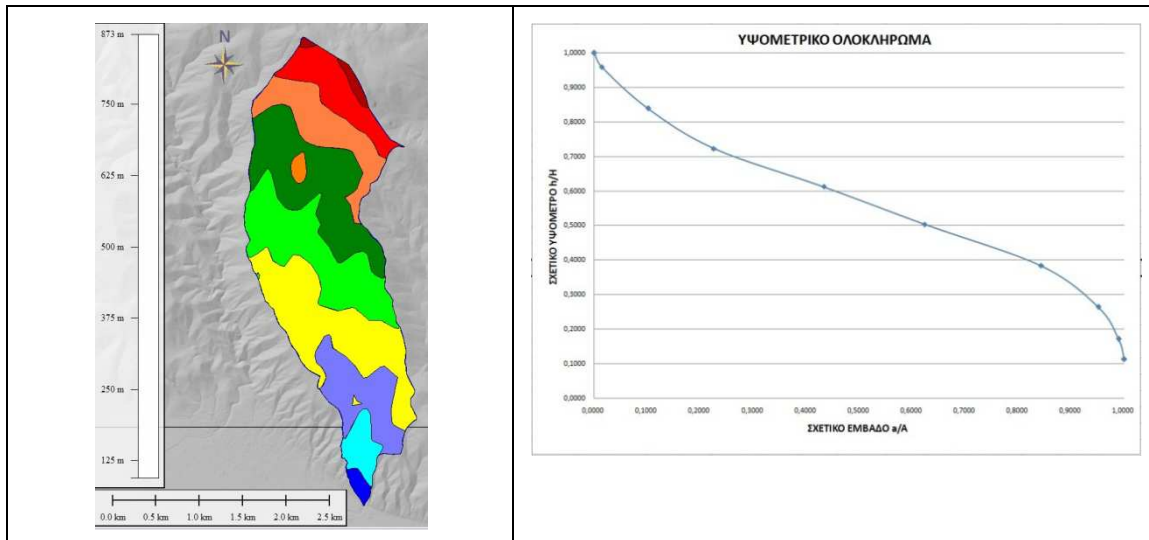


Σχήμα 6-114. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος λόγω του μεγέθους της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι ισούψεις ανά 100 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,11	1,00	6	0,61	0,43
2	0,17	0,98	7	0,72	0,22
3	0,26	0,95	8	0,83	0,10
4	0,38	0,84	9	0,95	0,01
5	0,50	0,62	10	1,00	0,00



Σχήμα Π3-8. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 41

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	821,47	0,821	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,1521
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,063	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			5,979
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			4,80
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B3}			1,429
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,671
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			2,055
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 3$			2,232
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			3,483
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			2,178
Δείκτης κλασματικής διάστασης 3			0,444
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,379
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		9,694	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	59,707(1/ Km ²)	65,218	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,085	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			1,102
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,933
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		1,184	

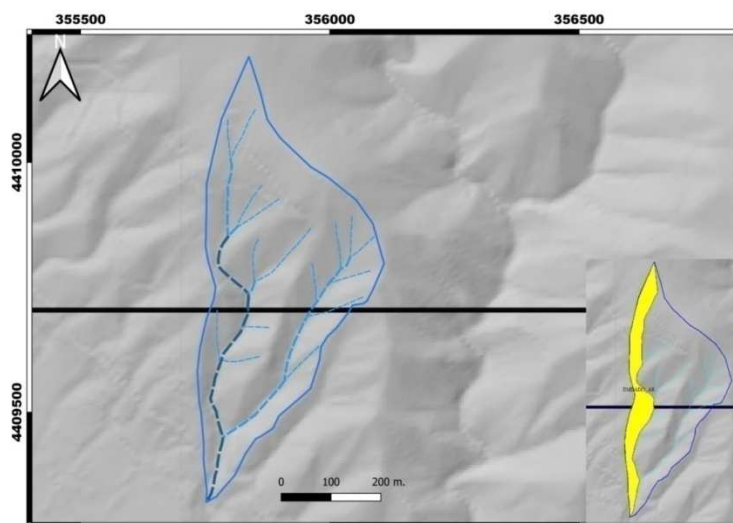
Δείκτης κυκλικότητας R_c	0,437
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF	25,80
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,790
Διασπορά τιμών του δείκτη R_1	0,10
Διασπορά τιμών του δείκτη R_2	0,038
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i	0,666

Π3-3 ΛΕΚΑΝΗ 32

Η λεκάνη 32 έχει εμβαδό $0,171 \text{ Km}^2$ και είναι σχετικά μέτρια λεκάνη με ένα καλά αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Ξεκινάει με δύο ανεξαρτήτους κλάδους για να καταλήξει σε ένα συγκεντρωτικό κλάδο. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρης αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,95 \text{ Km}$ ή $1958,812 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,171 \text{ Km}^2$ ή $171306,832 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,03556 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,882 \text{ Km}$ ή $882,4 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,371 \text{ Km}$ ή $371,78 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 409,28 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 121,262 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 263,951 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 861,083 \text{ (m)}$ ή $0,86 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 2741,156 \text{ (m)}$ ή $2,741 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 23$



Σχήμα Π3-9. Διάταξη λεκάνης 32 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r .

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	16	92,603	1481,648
2	5	133,2688	666,344
3	2	296,582	593,164

Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

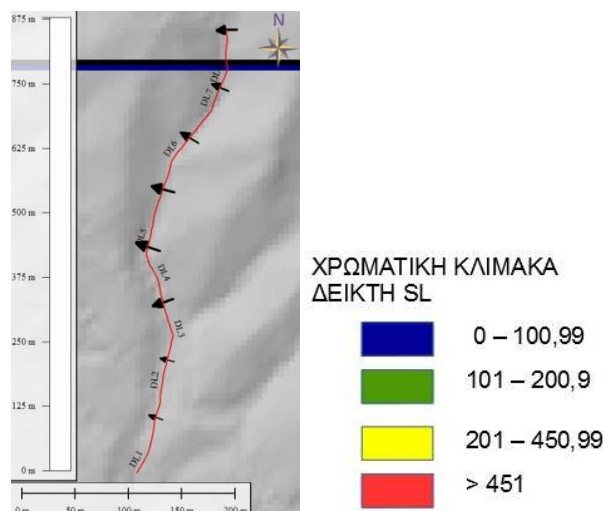
ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)
1	6,871	28,035	0,245
2	11,560	46,654	0,248
3	44,985	78,108	0,576
4	69,680	96,702	0,721
5	78,029	119,94	0,651
6	65,393	127,960	0,511
7	51,850	125,690	0,413
8	75,681	143,170	0,529
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			3,892
Μέσος όρος T			0,487

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,487$ m,
Διασπορά τιμών του δείκτη

$R = 0,125$, $R = 0,061$

ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

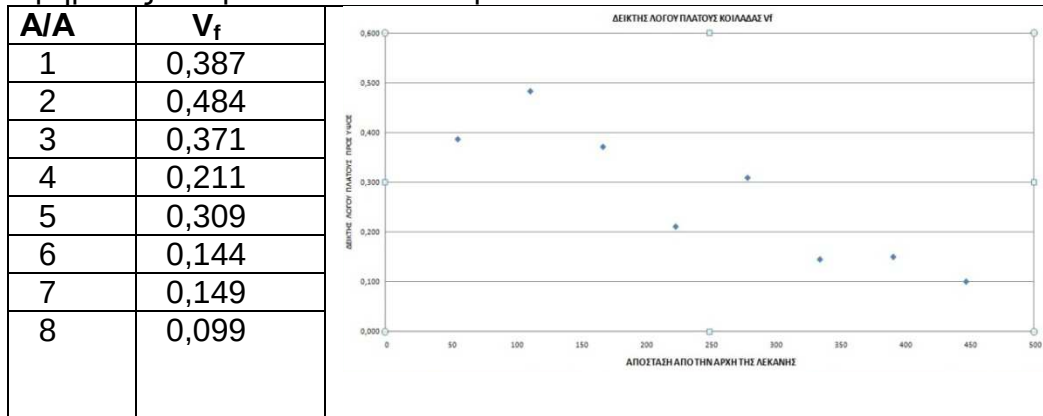
A/A	S _L (m)	A/A	S _L (m)
1	987,657	5	859,712
2	558,860	6	729,208
3	451,797	7	668,236
4	567,525	8	674,702



εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

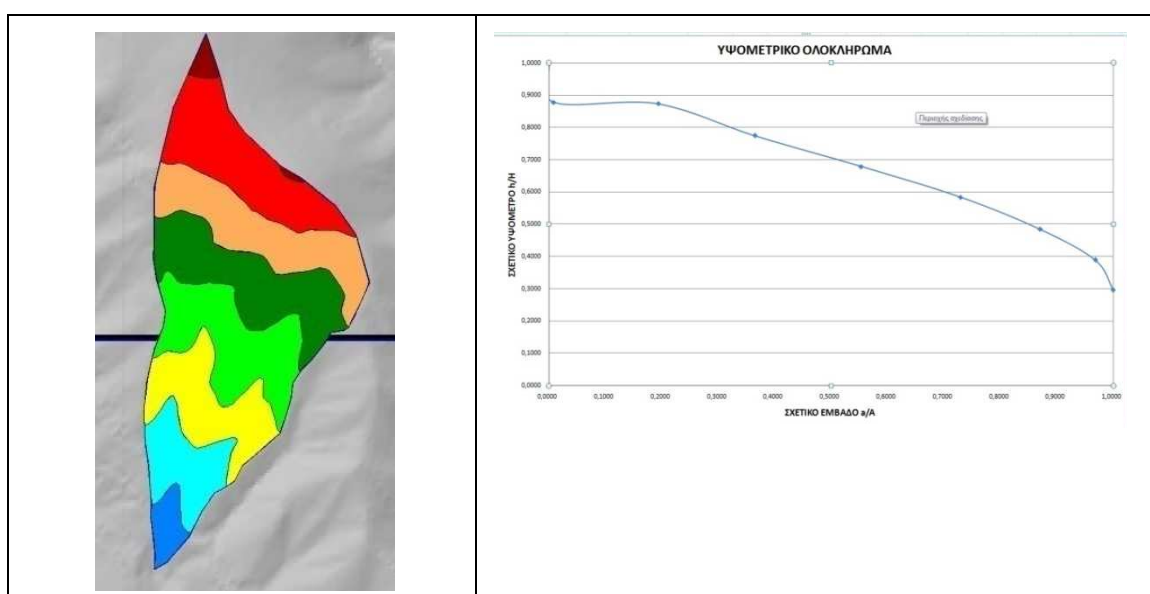


Σχήμα Π3-11. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος λόγω του μεγέθους της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι ισούψεις ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,29	1,00	6	0,77	0,36
2	0,39	0,96	7	0,8737	0,19
3	0,48	0,87	8	0,8784	0,0082
4	0,58	0,72	9	1,000	0,00
5	0,67	0,55			



Σχήμα Π3-12. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 32

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

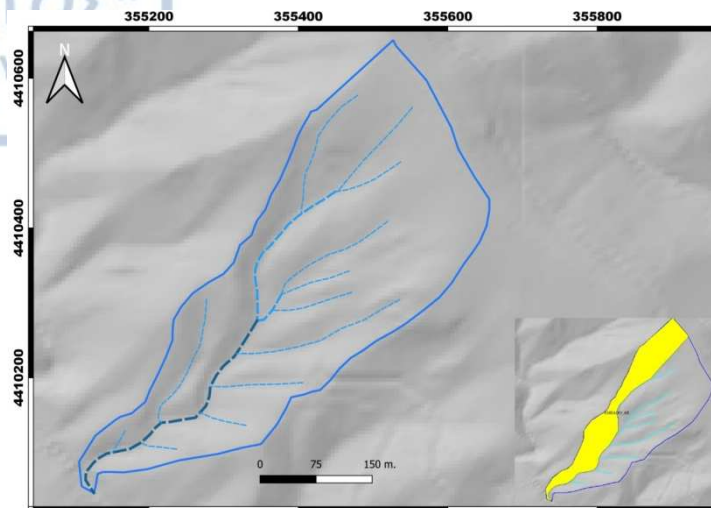
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	288,18	0,288	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,326
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,147	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			3,2
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,5
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,4391
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			2,225
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			3,439
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			2,225
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,976
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		16,001	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	134,262 (1/Km ²)	177,696	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,018	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,194
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			2,373
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,497	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,561
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			20,758
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,487	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,125
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,0061
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,495

Π3-4 ΛΕΚΑΝΗ 43

Η λεκάνη 43 με εμβαδό 0,133Km² είναι σχετικά μέτρια λεκάνη με ένα καλά αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρης αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 1,78 Km ή 1786,653 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,133 Km ² ή 133398,521 m ²
Εμβαδό λεκάνης απορροής (Ar) :	A = 0,04534 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,604 Km ή 603,74 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,54 Km ή 549,21 m



Σχήμα Π3-13. Διάταξη λεκάνης 43 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης Αr.

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max}=469,077 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min}= 162,789 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}}= 283,609 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C= 732,682 \text{ (m)}$ ή $0,73 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 2133,894 \text{ (m)}$ ή $2,13 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 15$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά σε γενικές γραμμές η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	12	125,32	1503,89
2	2	271,97	135,98
3	1	358,02	358,02

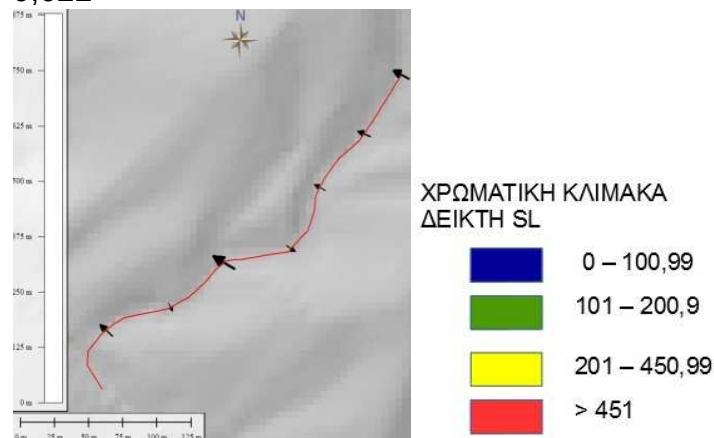
Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και αναλύονται οι επιμέρους δείκτες του κλάδου 3^{ης} τάξης. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a(m)$	$D_t(m)$	$T(m)$	$S_L(m)$
1	4,488	23,263	0,193	408,114
2	1,123	33,686	0,033	632,495
3	18,874	55,543	0,340	497,717
4	5,659	77,356	0,073	469,402
5	7,944	79,291	0,10	410,935
6	11,525	104,92	0,11	477,592
7	24,292	11,61	0,218	678,520
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,067	

Μέσος όρος T**0,152**Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,152m$.

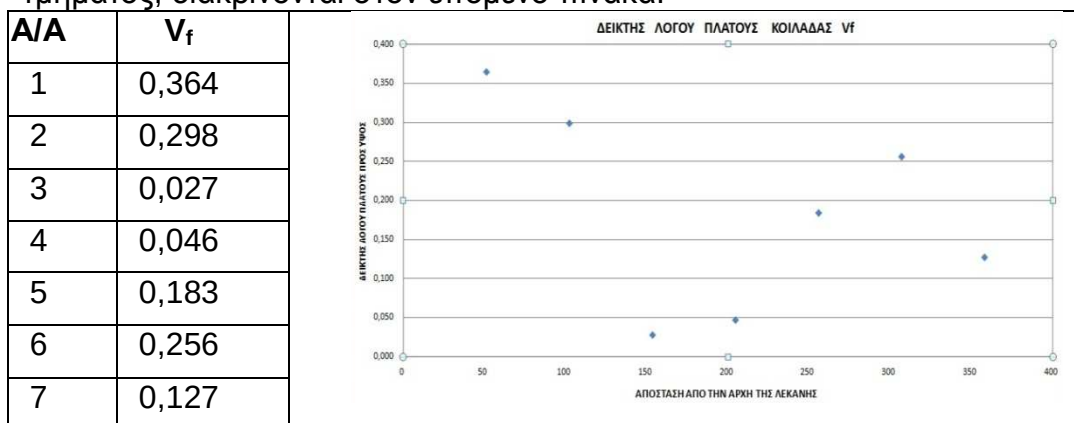
Διασπορά τιμών του δείκτη

 $R = 0,143$, $R = 0,022$ 

Σχήμα Π3-14. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 3^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμό και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

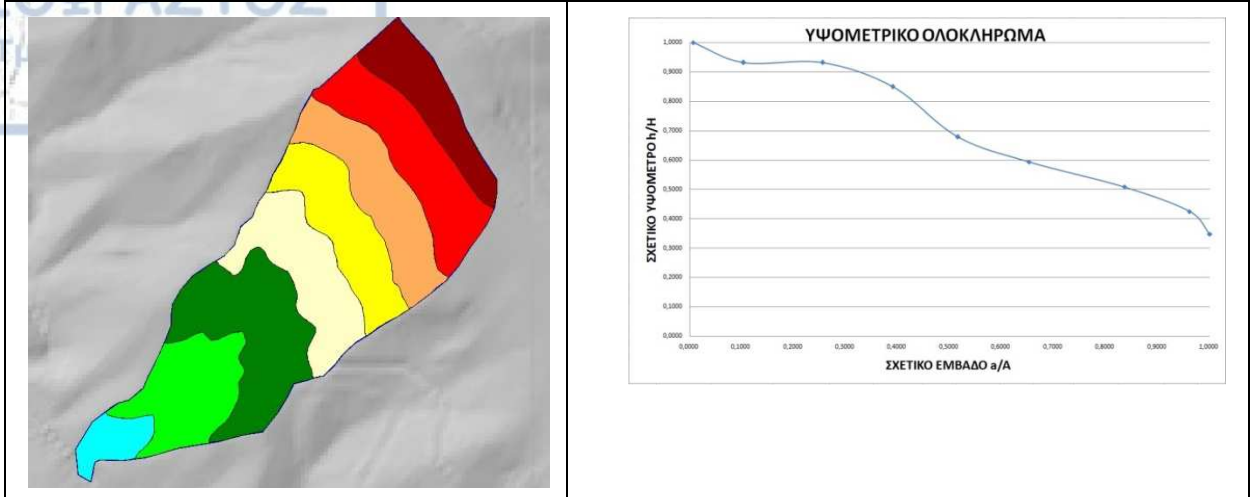


Σχήμα Π3-15. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος λόγου του μεγέθους της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,34	1,00	6	0,84	0,39
2	0,42	0,96	7	0,93	0,25
3	0,50	0,83	8	0,93	0,10
4	0,59	0,65	9	1,00	0,0
5	0,67	0,51			



Σχήμα Π3-16. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 43

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	306,288	0,306	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,507
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,171	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			6,0
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			2,17
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			1,316
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			2,316
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			2,521
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,214
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		15,996	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	112,445(1/Km ²)	177,584	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,019	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,221
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,099
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,53	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,525
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			33,988
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,152	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,143
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,022
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,394

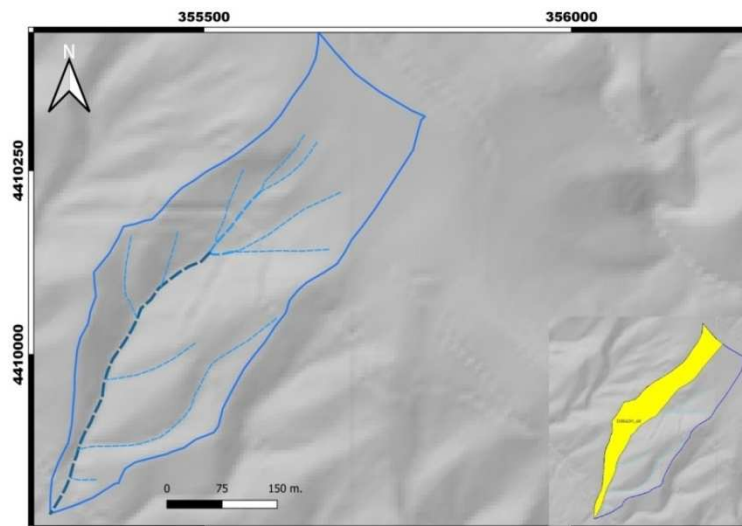
Π3-5 ΛΕΚΑΝΗ 39

Η λεκάνη 39 με εμβαδό 0,13Km² είναι σχετικά μέτρια λεκάνη με ένα καλά αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής,

πλήρης αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,77 \text{ Km ή } 1778,0 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,13 \text{ Km}^2 \text{ ή } 1307356,286 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,04459 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,663 \text{ Km ή } 662,88 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,511 \text{ Km ή } 511,29 \text{ m}$
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 448,115 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 156,574 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 248,361 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 640,712 \text{ (m) ή } 0,64 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 1885,127 \text{ (m) ή } 1,88 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 13$



Σχήμα Π3-17. Διάταξη λεκάνης 39 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r .

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	10	131,48	1341,88
2	2	70,87	141,75
3	1	428,48	428,48

Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και αναλύονται οι επιμέρους δείκτες του κλάδου 3^{ης} τάξης. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

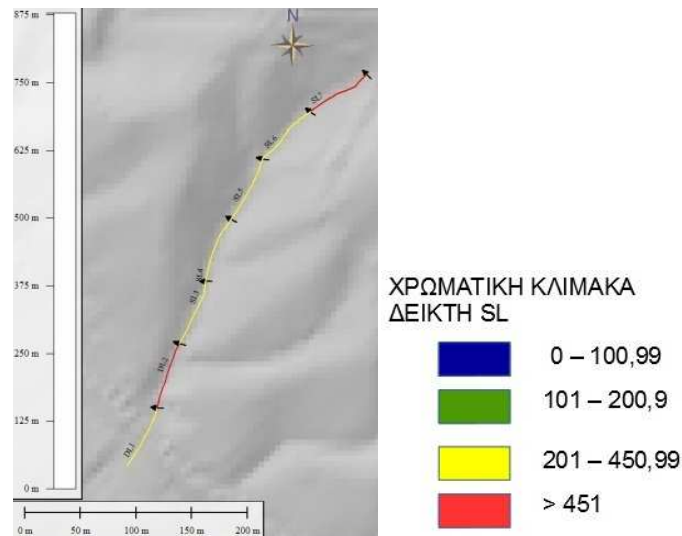
ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)	S _L (m)
1	13,976	38,889	0,389	207,037
2	34,517	55,125	0,626	518,933
3	60,679	99,591	0,61	345,812
4	56,298	110,58	0,509	426,203
5	52,071	115,67	0,45	397,524
6	34,004	127,63	0,266	435,992
7	15,215	103,8	0,147	612,384
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			2,998	
Μέσος όρος T			0,428	

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T= 0,428m.

Διασπορά τιμών του δείκτη (meanresultantlength)

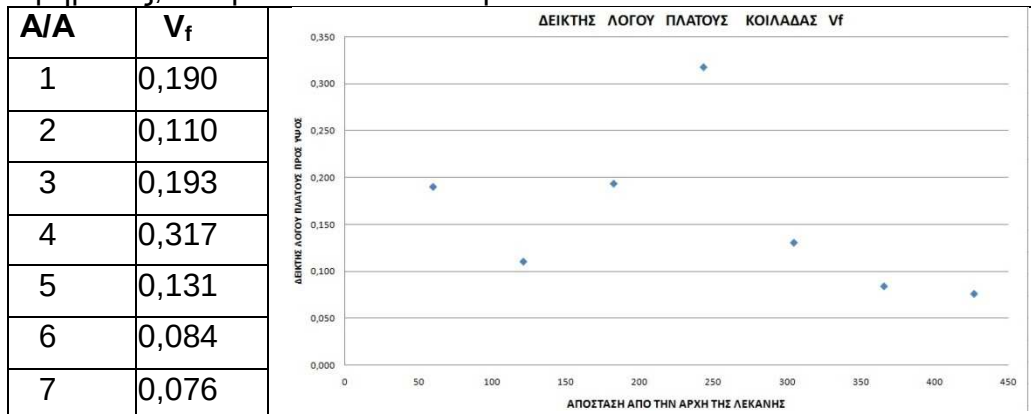
R= 0,13 , R= 0,061



Σχήμα Π3-18. Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος S_L, με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 3^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμό και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

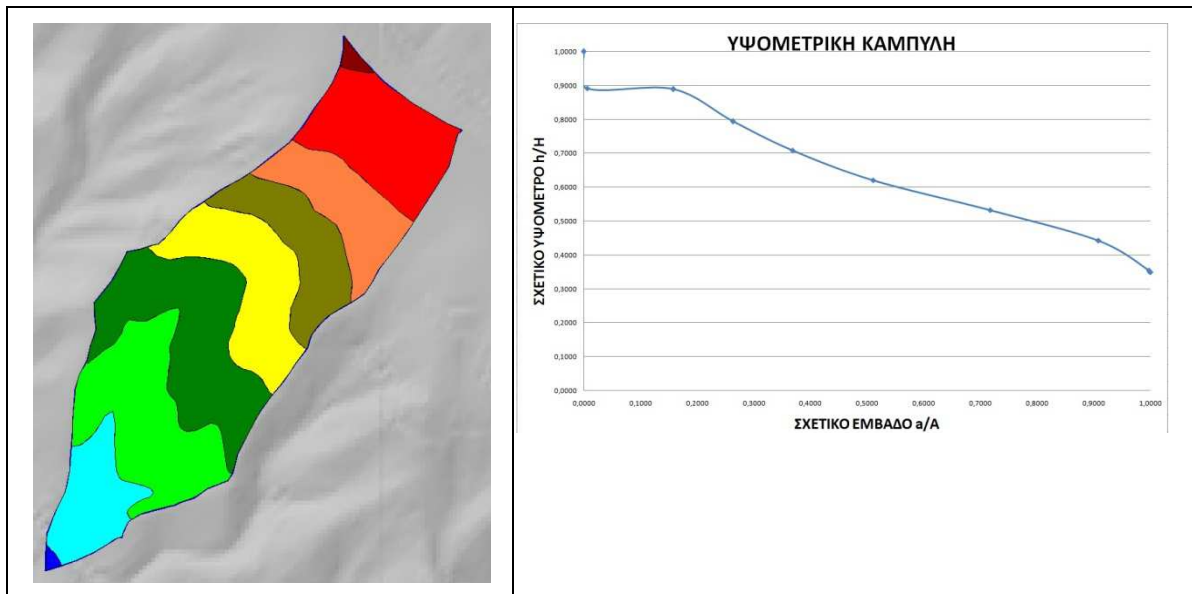


Σχήμα Π3-19. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος χρησιμοποιήθηκαν οι ισούψεις ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,34	1,00	6	0,70	0,36
2	0,35	0,99	7	0,79	0,26
3	0,44	0,90	8	0,88	0,15
4	0,53	0,71	9	0,89	0,063
5	0,62	0,51	10	1,00	0,00



Σχήμα Π3-20. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 39

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	291,541	0,292	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,440
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,164	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			5,0
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			0,539
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			6,045
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			2,605
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			0,685
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,967
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		14,419	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	99,438 (1/Km ²)	144,419	

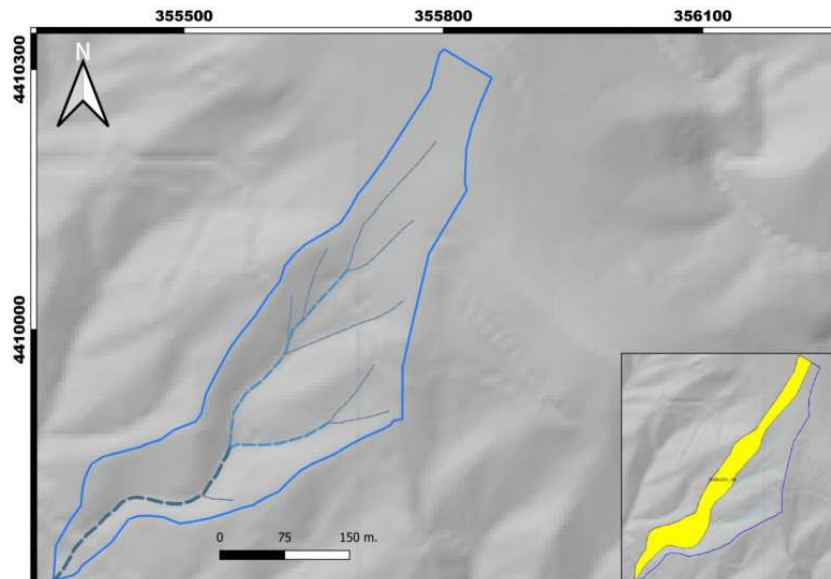
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n	0,020	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F		0,197
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S		1,296
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,501	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,520
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής A_F		34,107
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,428	
Διασπορά τιμών του δείκτη R_1		0,143
Διασπορά τιμών του δείκτη R_2		0,061
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,315

Π3-6 ΛΕΚΑΝΗ 38

Η λεκάνη 38 με εμβαδό $0,088 \text{ Km}^2$ είναι μικρή λεκάνη με ένα καλά αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρως αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,76 \text{ Km}$ ή $1768,721 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,088 \text{ Km}^2$ ή $88906,414 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,03391 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,612 \text{ Km}$ ή $612,43 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,507 \text{ Km}$ ή $507,1 \text{ m}$



Σχήμα Π3-21. Διάταξη λεκάνης 38 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r .

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 428,086 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 156,092 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 288,825 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 719,613 \text{ (m)}$ ή $0,72 \text{ (Km)}$

Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 1423,067 \text{ (m) ή } 1,42 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 11$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

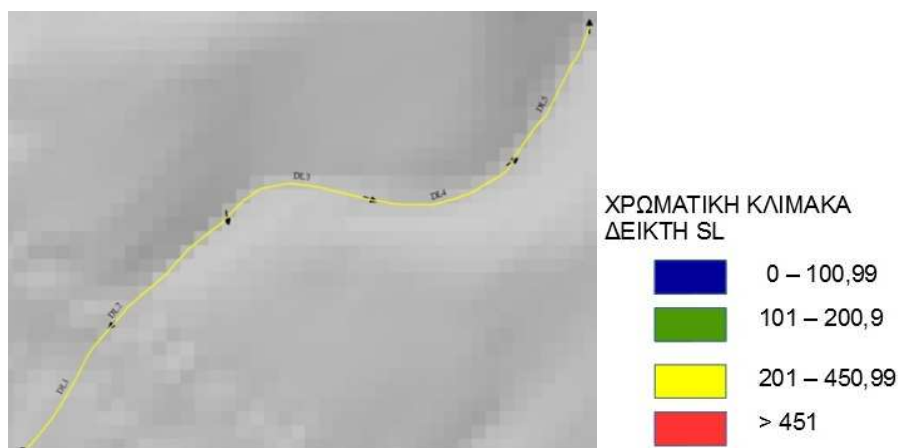
Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	8	95,719	765,748
2	2	188,086	376,171
3	1	281,148	281,148

Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και παρουσιάζονται αναλυτικά οι επιμέρους δείκτες του κεντρικού κλάδου 3^{ης} τάξης. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a(m)$	$D_t(m)$	$T(m)$	$S_L(m)$
1	0,1635	24,299	0,007	377,843
2	14,914	34,853	0,428	233,818
3	21,682	38,505	0,563	316,366
4	54,963	88,162	0,623	257,774
5	8,308	78,95	0,105	251,774
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,726	
Μέσος όρος T			0,345	

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,345 \text{ m}$,
 Διασπορά τιμών του δείκτη.
 $R = 0,20$, $R = 0,066$

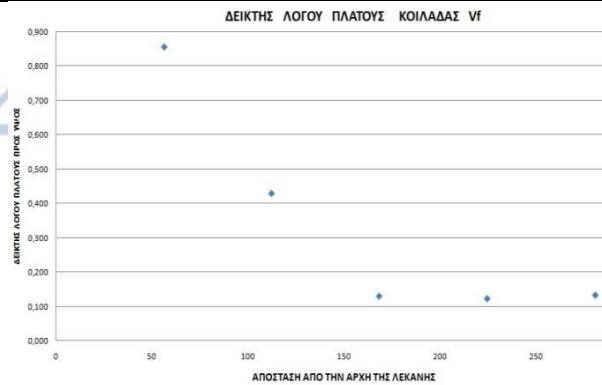


Σχήμα Π3-22. Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 3^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμός και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f
1	0,855
2	0,429
3	0,129
4	0,122
5	0,132

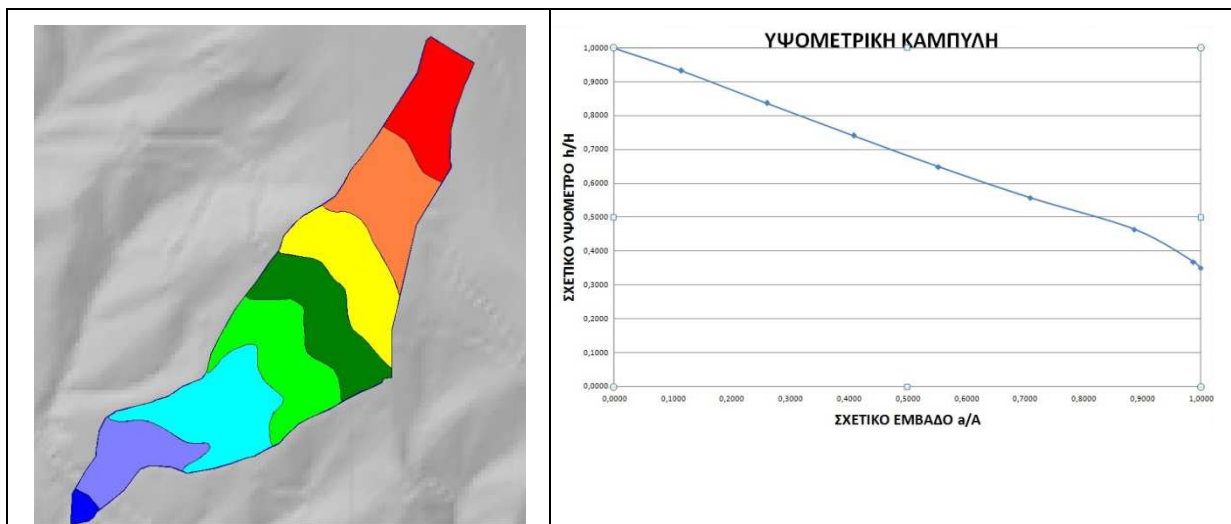


Σχήμα Π3-23. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος, χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 38 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,35	1,00	6	0,74	0,40
2	0,36	0,98	7	0,83	0,26
3	0,46	0,88	8	0,93	0,11
4	0,55	0,70	9	1,00	0,00
5	0,64	0,55			



Σχήμα Π3-24. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με τα σχετικά εμβαδά.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 38

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	277,994	0,278	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,454
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,157	

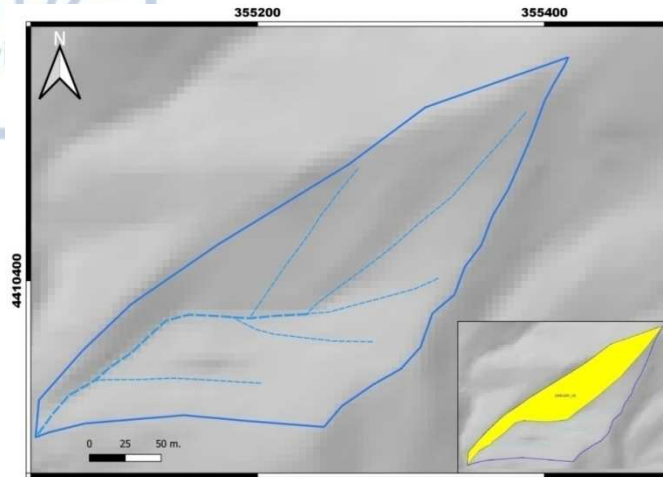
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}		4,0
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}		2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$		1,965
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$		1,495
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1		2,052
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2		1,724
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S		1,175
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		16,006
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	123,726(1/Km ²)	177,805
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,020
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F		0,145
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S		1,208
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,430	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,357
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF		38,141
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,345	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$		0,200
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$		0,066
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,499

Π3-7 ΛΕΚΑΝΗ 44

Η λεκάνη 44 με εμβαδό 0,04Km² είναι μέτρια λεκάνη με αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 2^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρως αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 1,008 Km ή 1008,22 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,04 Km ² ή 40387,828 m ²
Εμβαδό λεκάνης απορροής (Ar) :	A = 0,01898 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,264 Km ή 263,61 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,37 Km ή 371,8 m
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} =404,0 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} = 162,784 (m)
Μέσο $H_{μσο}$	$H_{μσο}$ = 260,967 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 429,073 (m) ή 0,42 (Km)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	L_i = 896,105 (m) ή 0,89 (Km)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	N_s = 6



Σχήμα Π3-25. Διάταξη λεκάνης 44 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης Ar.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

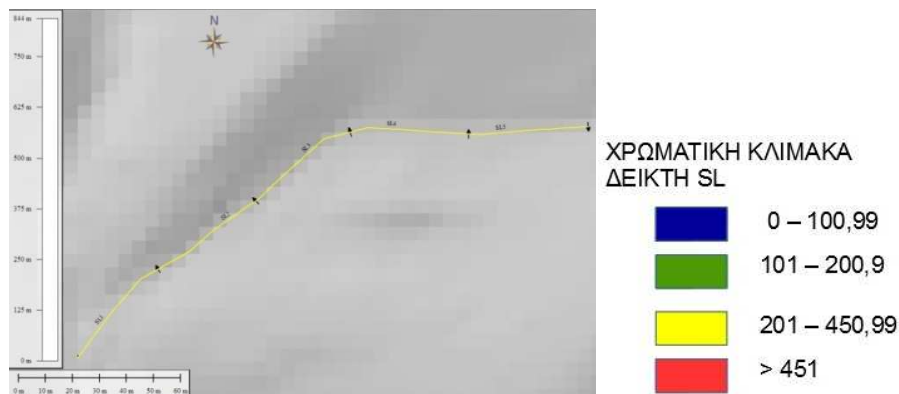
Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	5	129,564	647,821
2	1	221,105	221,105

Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και αναλύονται οι επιμέρους δείκτες του κλάδου 2^{ης} τάξης. Συγκεντρωτικά όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)	S _L (m)
1	5,437	22,101	0,246	340,558
2	15,708	40,106	0,392	243,558
3	27,401	55,615	0,493	261,934
4	15,73	78,329	0,201	214,410
5	2,238	79,785	0,028	265,692
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,359	
Μέσος όρος T			0,272	

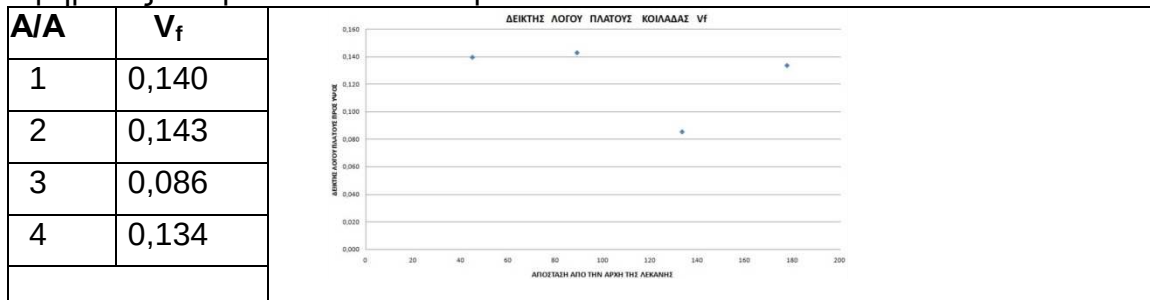
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,272m$, Διασπορά τιμών του δείκτη $R = 0,20$, $R = 0,054$



Σχήμα Π3-26. Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος, με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 2^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμό και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

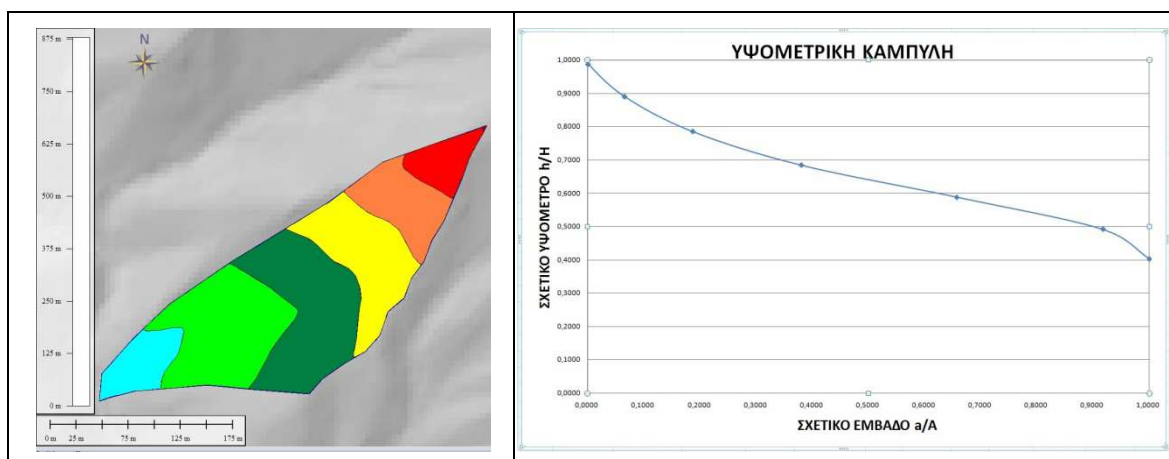


Σχήμα Π3-27. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος, χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα .

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,40	1,00	5	0,78	0,18
2	0,49	0,91	6	0,89	0,06
3	0,58	0,65	7	0,98	0,0006
4	0,68	0,38	8	1,00	0,00



Σχήμα Π3-28. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 44

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B _n	241,216	0,241	

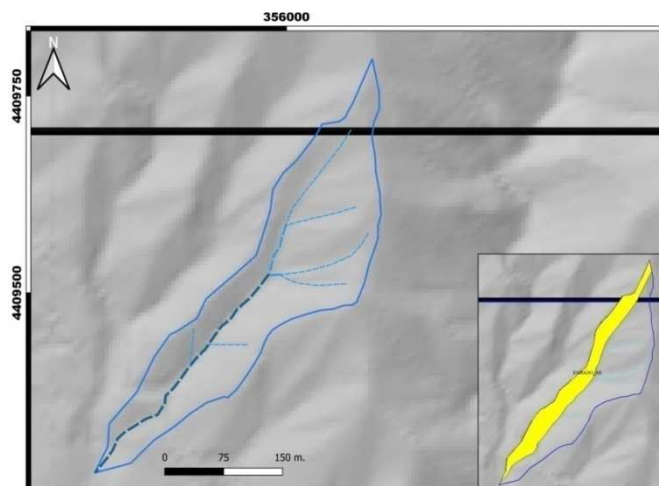
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,915
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}	0,239		
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			5,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			1,707
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			3,011
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,628
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d			22,208
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	148,56 (1/Km ²)	342,272	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n			0,011
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,153
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			0,709
Δείκτης επιμήκυνσης R_L			0,442
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,499
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			46,99
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T	0,272		
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,200
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,054
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,407

Π3-8 ΛΕΚΑΝΗ 31

Η λεκάνη 31 με εμβαδό 0,054Km² είναι μέτρια λεκάνη με αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, πλήρως αναπτυγμένη λεκάνη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P = 1,39 Km ή 1396,274 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,054 Km ² ή 54782,129 m ²
Εμβαδό λεκάνης απορροής (Ar) :	A = 0,01792 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,526 Km ή 525,79 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,36 Km ή 366,84 m



Σχήμα Π3-29. Διάταξη λεκάνης 31 με το υδρογραφικό δίκτυο, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης Ar.

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 343,435 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 119,824 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 227,286 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 554,945 \text{ (m)}$ ή $0,55 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_1	$L_1 = 975,160 \text{ (m)}$ ή $0,97 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 9$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	6	92,262	553,571
2	2	40,745	81,49
3	1	340,009	340,009

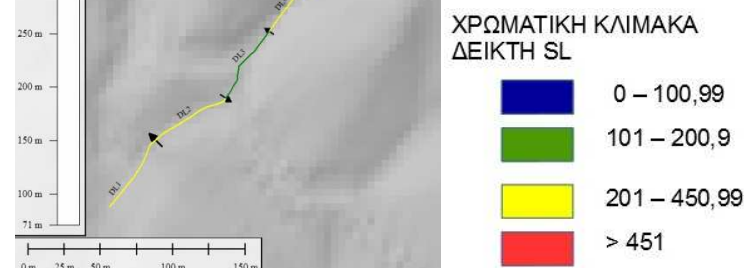
Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύονται σε γενικές γραμμές οι δείκτες και παρουσιάζονται αναλυτικά επιμέρους δείκτες του κλάδου 3^{ης} τάξης. Συγκεντρωτικά, όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a \text{ (m)}$	$D_t \text{ (m)}$	$T \text{ (m)}$	$S_L \text{ (m)}$
1	9,081	30,155	0,301	270,735
2	6,108	33,439	0,183	315,467
3	2,804	46,439	0,060	109,517
4	12,673	52,039	0,244	280,859
5	9,474	47,691	0,199	245,946
6	34,565	69,002	0,501	250,024
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,487	
			0,248	

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,248 \text{ m}$,
Διασπορά τιμών του δείκτη.

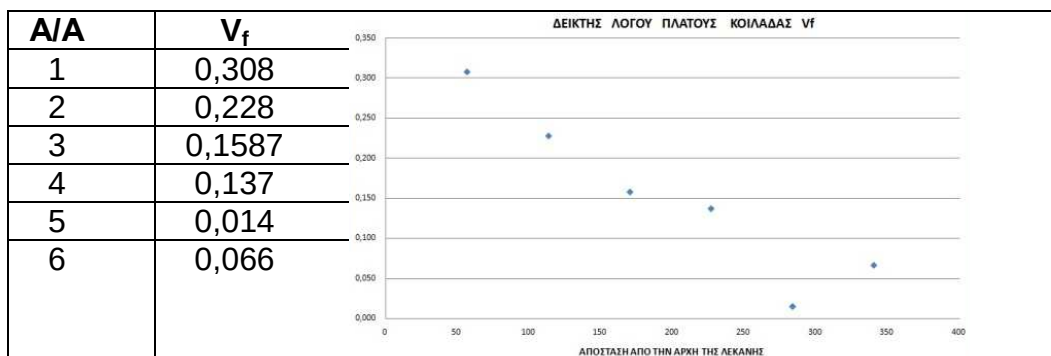
$R = 0,167$, $R = 0,041$



Σχήμα Π3-30. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 3^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμός και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρό χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

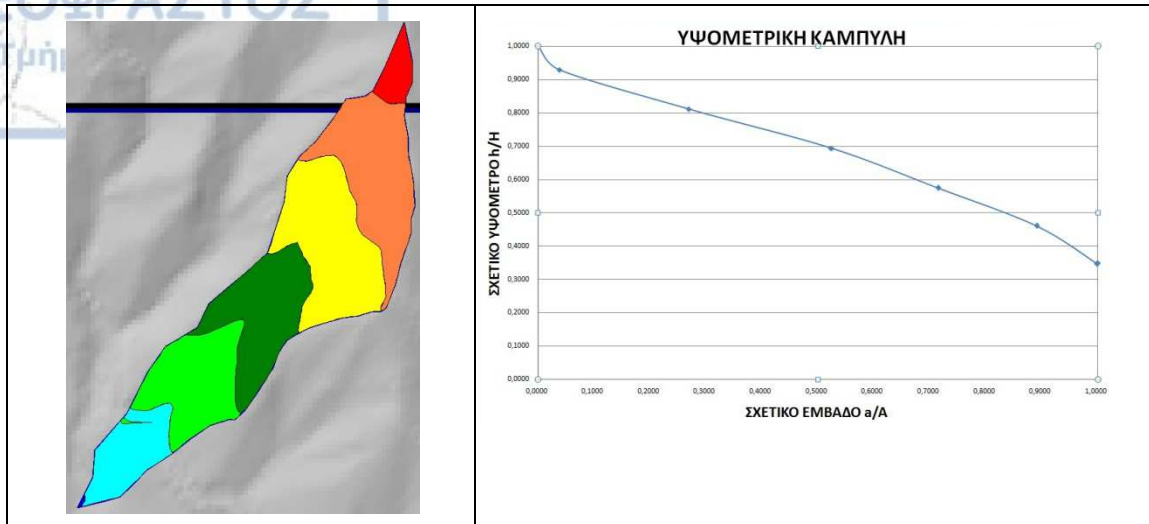


Σχήμα Π3-31. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος, χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη 26 αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,34	1,00	5	0,69	0,52
2	0,36	0,99	6	0,81	0,26
3	0,46	0,89	7	0,92	0,03
4	0,57	0,71	8	1,00	0,00



Σχήμα Π3-32. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 31

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	223,611	0,224	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,425
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,160	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			3,0
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,00
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			0,442
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			8,347
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,344
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			0,327
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,055
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		17,801	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	164,287 (1/Km ²)	219,904	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,013	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,104
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,433
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,364	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,353
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			32,711
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,248	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,167
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,041
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,481

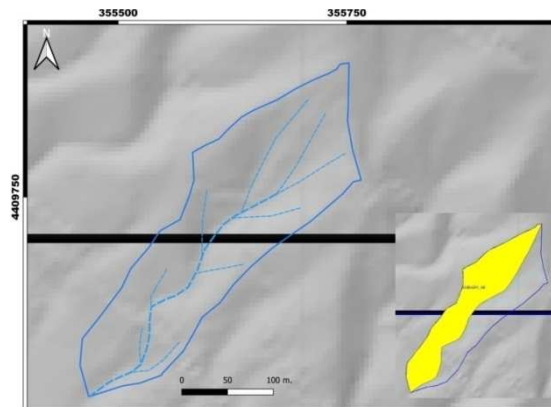
Π3-9 ΛΕΚΑΝΗ 36

Η λεκάνη 36 με εμβαδό 0,053Km² είναι μέτρια λεκάνη με αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 2^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής,

αναπτυγμένη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 1,39 \text{ Km}$ ή $1035,311 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,043 \text{ Km}^2$ ή $43142,337 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,02504 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,365 \text{ Km}$ ή $364,1 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,305 \text{ Km}$ ή $305,78 \text{ m}$



Σχήμα Π3-33. Διάταξη λεκάνης 36 με το υδρογραφικό δίκτυο, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 316,257 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 132,236 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 293,009 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 426,209 \text{ (m)}$ ή $0,42 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 1008,6 \text{ (m)}$ ή $1,0 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 9$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	9	76,18	685,62
2	1	322,98	322,98

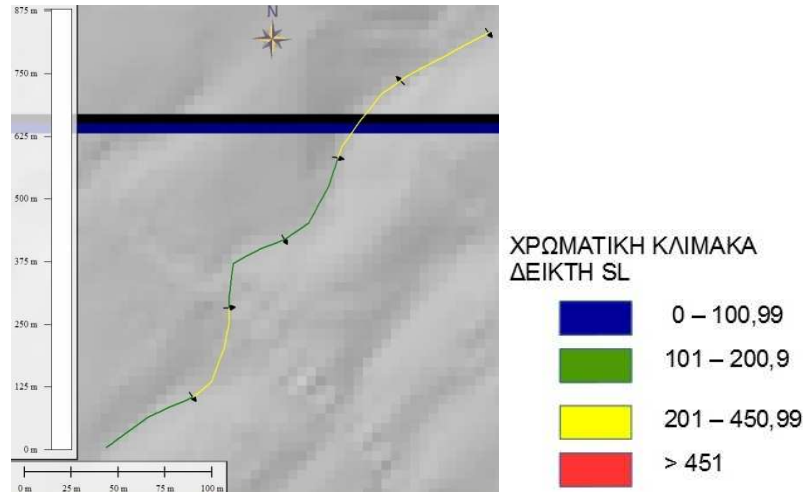
Συγκεντρωτικά, όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ - ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	$D_a(\text{m})$	$D_t(\text{m})$	$T(\text{m})$	$S_L(\text{m})$
1	19,736	34,644	0,570	128,733
2	4,525	56,116	0,081	401,936

3	7,893	50,459	0,156	142,473
4	1,895	55,132	0,034	185,159
5	2,543	65,934	0,039	208,525
6	18,277	64,156	0,285	306,197
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,165	
			0,194	

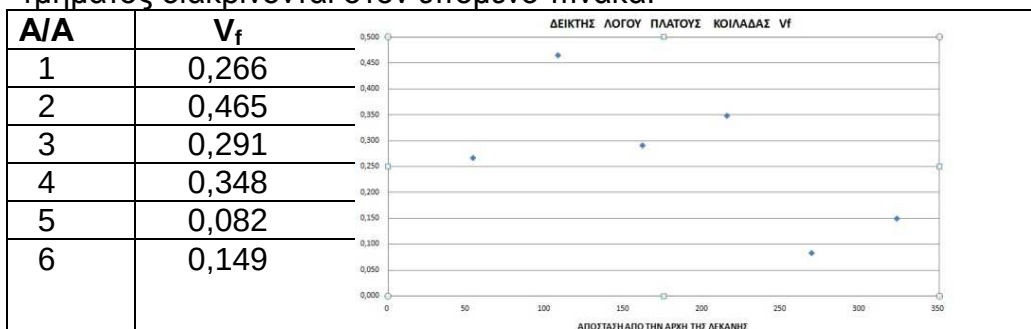
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,194$ m,
 Διασπορά τιμών του δείκτη. $R = 0,032$, $R = 0,041$



Σχήμα Π3-34. Δείκτης μήκους κλίσης ρέματος με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 2^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμός και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:



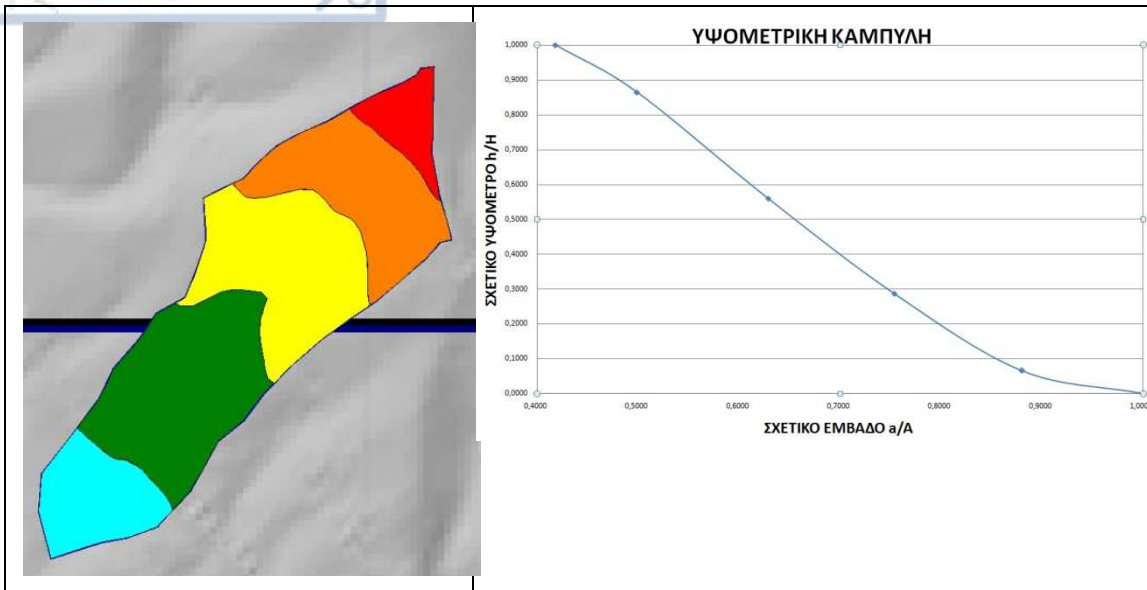
Σχήμα Π3-35. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος, χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,41	1,00	4	0,75	0,28

2	0,49	0,86	5	0,88	0,06
3	0,62	0,55	6	1,00	0,00



Σχήμα Π3-36. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 36

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

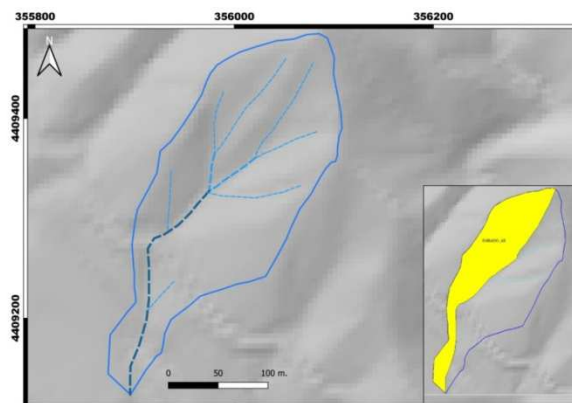
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	184,021	0,184	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,504
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,178	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			9,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			4,24
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,521
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,167
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		23,378	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	231,791 ($1/Km^2$)	379,306	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,008	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,118
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,194
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,338	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,506
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			58,04
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,194	
Διασπορά τιμών του δείκτη R1			0,167
Διασπορά τιμών του δείκτη R2			0,032
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,33

Π3-10 ΛΕΚΑΝΗ 30

Η λεκάνη 30 με εμβαδό $0,041 \text{ Km}^2$ είναι μέτρια λεκάνη με αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο 3^{ης} τάξης. Είναι δεντρικής μορφής, αναπτυγμένη σε όλο το πλάτος που καλύπτει όλη την περιοχή και εκβάλλει στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P = 0,94 \text{ Km}$ ή $947,613 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,041 \text{ Km}^2$ ή $41261,808 \text{ m}^2$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A_r) :	$A = 0,0188 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,355 \text{ Km}$ ή $354,35 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,23 \text{ Km}$ ή $233,35 \text{ m}$



Σχήμα Π3-37. Διάταξη λεκάνης 30 με το υδρογραφικό δίκτυο, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 280,841 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 113,633 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 184,698 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 403,532 \text{ (m)}$ ή $0,4 \text{ (Km)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 885,166 \text{ (m)}$ ή $0,885 \text{ (Km)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 10$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

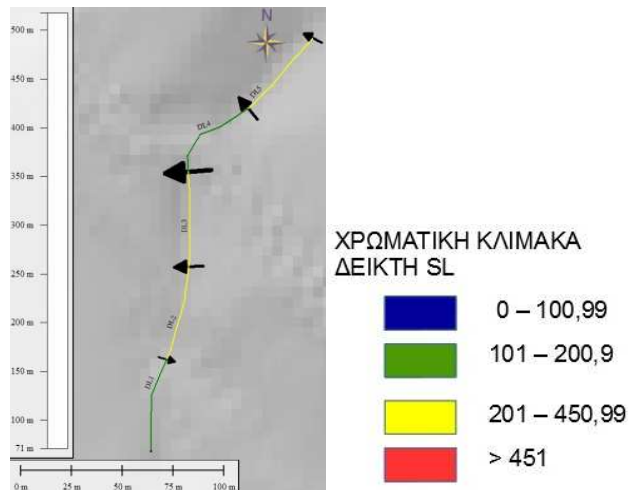
Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	7	79,265	554,855
2	2	47,776	95,552
3	1	234,759	234,759

Συγκεντρωτικά, όλοι οι δείκτες για το σύνολο της λεκάνης εμφανίζονται στο τέλος της ενότητας.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ – ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΚΛΙΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ	Da(m)	Dt(m)	T(m)	S _L (m)
1	5,15	27,115	0,190	148,316
2	8,879	22,613	0,393	293,244
3	43,79	59,279	0,739	204,057
4	29,674	76,146	0,39	108,960
5	17,257	75,236	0,229	229,658
ΑΘΡΟΙΣΜΑ			1,940	
			0,388	

Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας $T = 0,388m$,
 Διασπορά τιμών του δείκτη $R = 0,020$, $R = 0,078$



Σχήμα Π3-38. Δείκτης μήκους κλίσης με χρωματική απεικόνιση για τον κλάδο 3^{ης} τάξης, μαζί με τον προσανατολισμό και κατανομή των μεγεθών δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας, υπόβαθρο χάρτη, ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΟΓΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΠΡΟΣ ΥΨΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ

Οι τιμές του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας κάθε επιμέρους τμήματος, διακρίνονται στον επόμενο πίνακα:

A/A	V _f	
1	0,068	
2	0,069	
3	0,055	
4	0,268	
5	0,065	

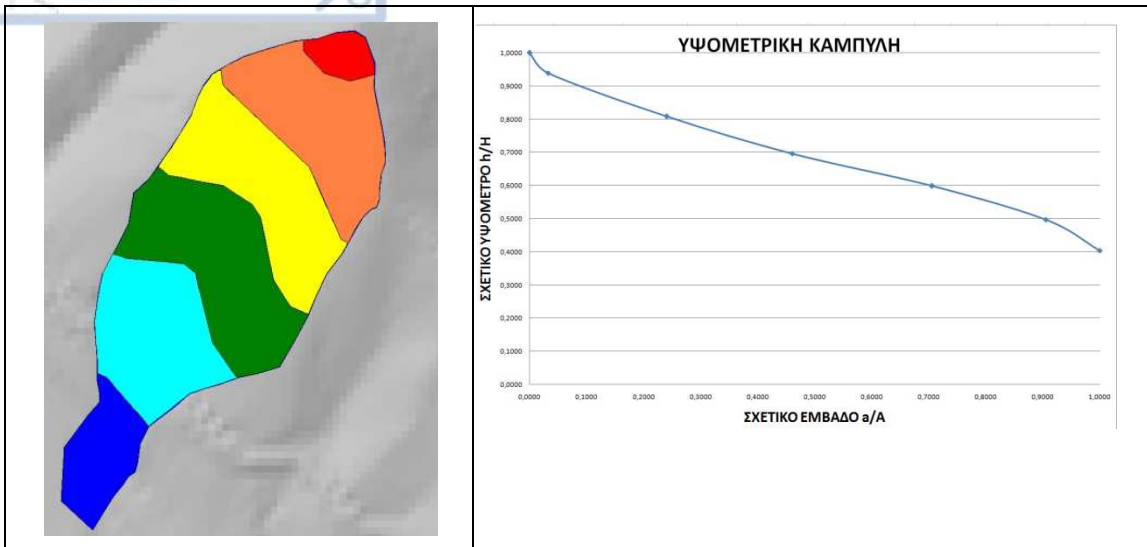
Σχήμα Π3-39. Πίνακας και γραφική απεικόνιση του δείκτη λόγου πλάτους προς ύψος κοιλάδας V_f σε σχέση με την απόσταση από την αρχή της λεκάνης.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Για την ανάλυση του υψομετρικού ολοκληρώματος, χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς ανά 40 μέτρα για να υπολογιστούν οι τιμές. Οι τιμές του σχετικού εμβαδού (a/A) σε σχέση με το σχετικό υψόμετρο (h/H) για την λεκάνη αναλύονται στον επόμενο πίνακα.

A/A	h/H	a/A	A/A	h/H	a/A
1	0,40	1,00	5	0,80	0,24
2	0,49	0,90	6	0,93	0,03

3	0,59	0,70	7	1,00	0,00
4	0,69	0,46			



Σχήμα Π3-40. Γραφική παράσταση και σχήμα των επιμέρους εμβαδών, της σχετικής ανύψωσης σε σχέση με το σχετικό εμβαδό.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 30

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωμένοι όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

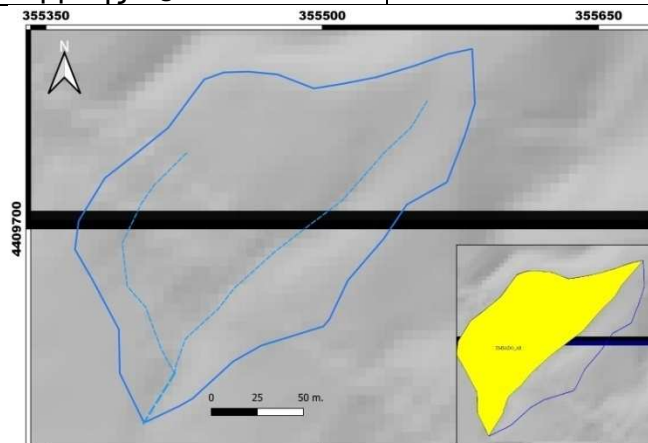
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	167,208	0,167	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,472
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,176	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			3,5
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B2}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			0,603
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 2$			4,914
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			2,474
Δείκτης κλασματικής διάστασης 2			0,435
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,167
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		23,452	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	242,355 (1/Km ²)	319,383	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,008	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,116
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,594
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,385	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,577
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			45,563
Μέσος όρος δείκτη εγκάρσιας τοπογραφικής συμμετρίας T		0,388	
Διασπορά τιμών του δείκτη $R1$			0,20
Διασπορά τιμών του δείκτη $R2$			0,078
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,425

Π3-11 ΛΕΚΑΝΗ 37

Η λεκάνη 37 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,33 Km ή 665,977 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A):	A = 0,024 Km ² ή 24542,077 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A _r :	A _r = 0,01696 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 0,201 Km ή 201,58 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,217 Km ή 217,58 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 229,259 (m)
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} =139,192 (m)
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 173,572 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 204,2 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _I	L _I = 375,73 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _S	N _S = 3



Σχήμα Π3-41. Διάταξη λεκάνης 37 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	2	171,886	343,772
2	1	31,958	31,958

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 37

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B _n	93,067	0,093	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,462

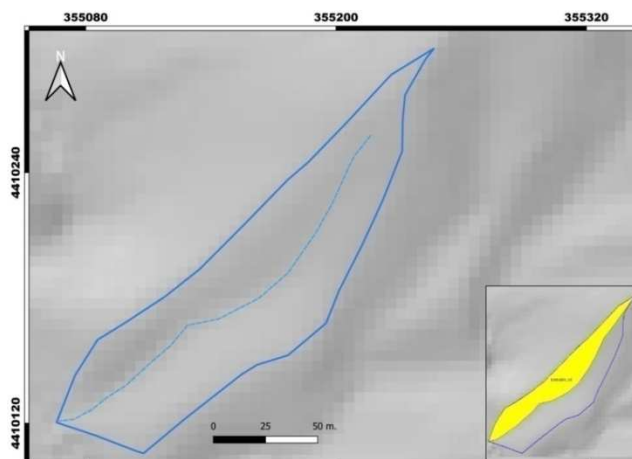
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}	0,14	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}		2,0
Δείκτης λόγου μηκών R_L	1	0,186
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1		0,412
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S		1,018
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d	15,31	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	122,239(1/Km ²)	162,663
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n	0,006	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F		0,122
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S		0,925
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,394	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,695
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF		69,106
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,402

Π3-12 ΛΕΚΑΝΗ 45

Η λεκάνη 45 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,55 Km ή 555,247 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,01 Km ² ή 10647,679 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	$A_r = 0,004883$ Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,19$ Km ή 193,8 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,18$ Km ή 180,93 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	$H_{max} = 267,82$ (m)
Ελάχιστο H_{min}	$H_{min} = 164,873$ (m)
Μέσο $H_{μμεσο}$	$H_{μμεσο} = 216,613$ (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 210,441 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 210,441$ (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π3-42. Διάταξη λεκάνης 45 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	2	210,441	210,441

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 45

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

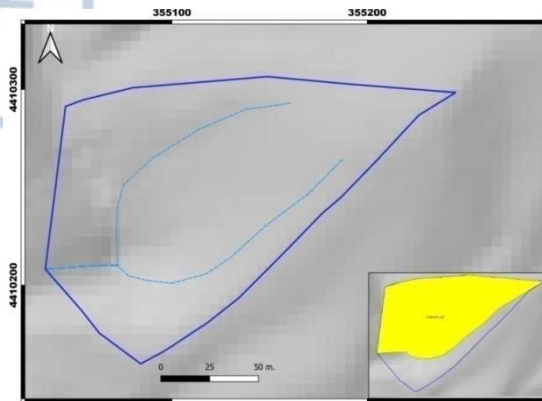
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	102,947	0,103	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,531
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,185	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,086
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		19,764	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	93,917(1/Km ²)	271,088	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,005	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,055
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,071
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,264	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,44
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			45,86
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,503

Π3-13 ΛΕΚΑΝΗ 46

Η λεκάνη 46 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,55 Km ή 568,746 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,017 Km ² ή 17602,00 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	$A_r = 0,01329 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,147 \text{ Km}$ ή 147,69 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,21 \text{ Km}$ ή 210,09 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 267,98 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 159,867 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 208,207 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 176,112 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 315,112 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 3$



Σχήμα Π3-43. Διάταξη λεκάνης 46 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης Αr, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	2	138,996	277,992
2	1	37,12	37,12

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 46

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	108,113	0,108	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,737
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,190	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			2,00
Δείκτης λόγου μηκών R_L 1			0,144
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			0,357
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,201
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		22,416	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	170,435(1/Km ²)	222,416	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,006	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,12
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			0,698
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,391	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,684
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			75,503
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,447

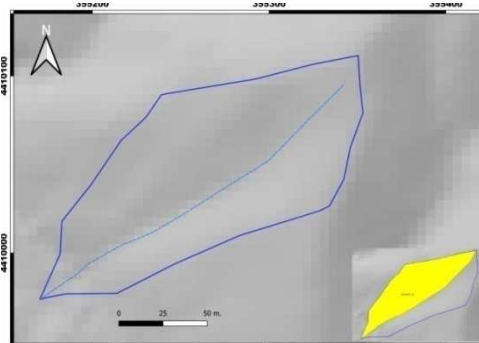
Π3-14 ΛΕΚΑΝΗ 47

Η λεκάνη 47 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,514 Km ή 514,27 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,013 Km ² ή 13842,972 m ²

Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	$A_r = 0,00828 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,138 \text{ Km}$ ή $137,9 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,18 \text{ Km}$ ή $182,81 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 261,282 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 154,106 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 208,488 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 211,309 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 211,309 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π3-44. Διάταξη λεκάνης 47 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	1	211,309	211,309

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 47

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

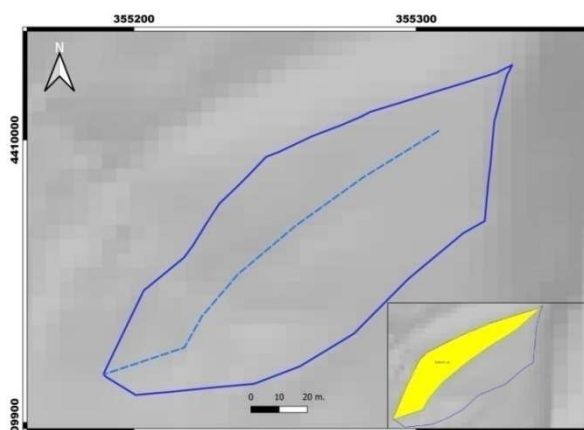
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	107,276	0,17	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,778
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,209	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,532
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		15,265	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	72,239(1/Km ²)	161,71	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,007	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,1
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			0,754
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,368	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,6587
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			59,814
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,507

Π3-15 ΛΕΚΑΝΗ 48

Η λεκάνη 48 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P=0,4 \text{ Km}$ ή $405,658 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,0082 \text{ Km}^2$ ή $8219,89 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	$A_r = 0,003557 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,116 \text{ Km}$ ή $116,31 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,11 \text{ Km}$ ή $114,56 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 236,076 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 151,837 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 192,776 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 149,914 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 149,914 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π3-45. Διάταξη λεκάνης 48 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά strahle απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	1	149,914	149,914

6.5.15.3 ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 48

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	84,239	0,084	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,724
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,208	

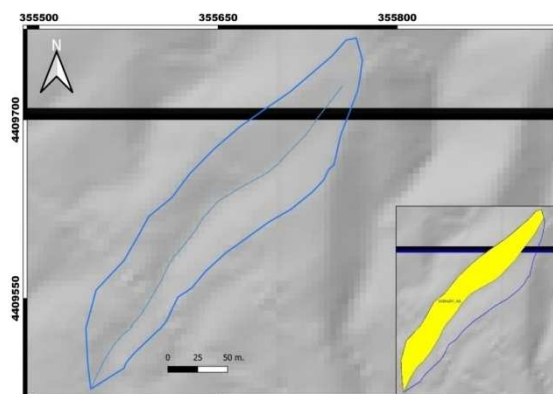
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,289
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		18,238	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	121,656(1/Km ²)	230,84	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,005	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,071
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,015
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,30	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,627
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			43,273
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,486

Π3-16 ΛΕΚΑΝΗ 35

Η λεκάνη 35 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,78 Km ή 785,747 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,002 Km ² ή 20966,35 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	A_r = 0,001197 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,294 Km ή 294,33 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,22 Km ή 220,09 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 278,556 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} =134,998 (m)
Μέσο $H_{μμεσο}$	$H_{μμεσο}$ = 184,843 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 338,213 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	L_i = 338,213 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	N_s = 1



Σχήμα Π3-46. Διάταξη λεκάνης 35 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	1	338,213	338,213

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 35

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

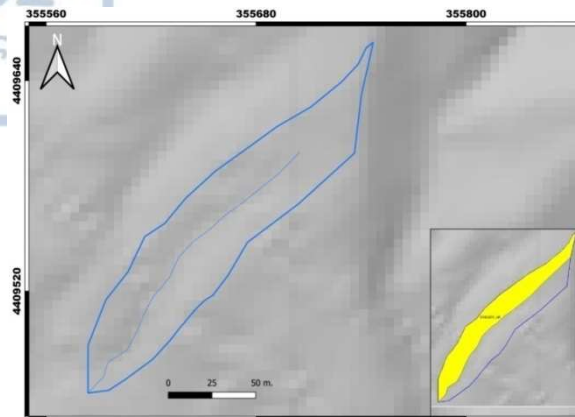
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	143,558	0,144	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,488
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,183	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,149
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		16,132	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	47,695(1/Km ²)	180,61	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,009	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,071
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,337
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,301	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,427
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			56,758
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,347

Π3-17 ΛΕΚΑΝΗ 34

Η λεκάνη 34 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,54 Km ή 543,897 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,009Km ² ή 9037,496 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	A_r = 0,004676 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,2 Km ή 199,85 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,16 Km ή 162,93 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 236,543 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} =137,869 (m)
Μέσο $H_{μμεσο}$	$H_{μμεσο}$ = 179,35 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 186,713 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	L_i = 186,713 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	N_s = 1



Σχήμα Π3-47. Διάταξη λεκάνης 34 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	1	186,713	186,713

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 34

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	98,674	0,099	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,494
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,181	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,934
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		20,66	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	110,65(1/Km ²)	296,219	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,009	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,045
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,227
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,24	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,384
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			51,74
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,42

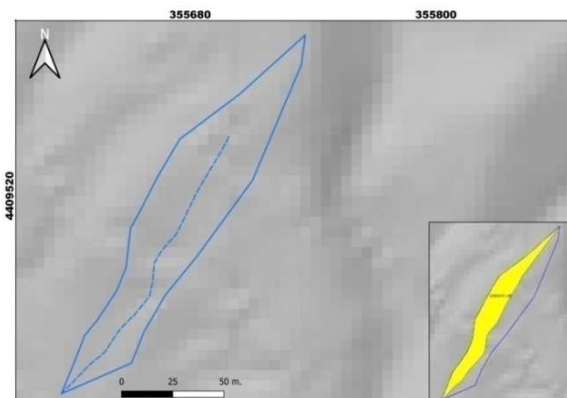
Π3-18 ΛΕΚΑΝΗ 33-2

Η λεκάνη 33-2 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,44 Km ή 441,998 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,0052 Km ² ή 5273,902 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	$A_r = 0,00265 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,174 \text{ Km}$ ή 174,44 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,11 \text{ Km}$ ή 118,93 m

Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 214,693 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 133,335 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\mu\sigma\sigma\omicron}$	$H_{\mu\sigma\sigma\omicron} = 171,156 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 152,73 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_1	$L_1 = 152,73 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π3-48. Διάταξη λεκάνης 33-2 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	1	152,73	152,73

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 33-2

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

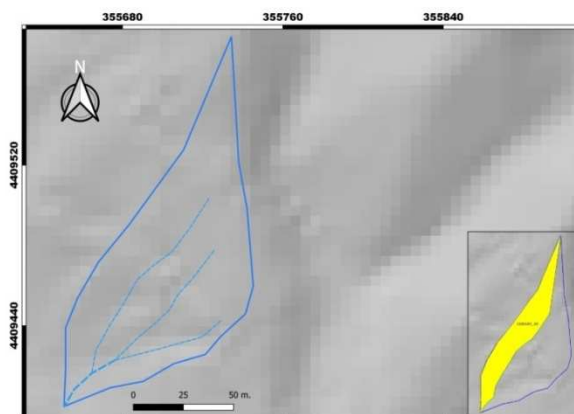
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	81,358	0,081	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,466
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,184	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,876
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		28,96	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	189,613(1/Km ²)	582,059	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,003	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,345
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,467
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,196	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,339
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			50,247
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,465

Π3-19 ΛΕΚΑΝΗ 33-1

Η λεκάνη 33-1 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,45 Km ή 451,0 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,0008 Km ² ή 8281,352 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A _r :	A _r = 0,003262 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 0,183 Km ή 183,23 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,09 Km ή 93,622 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 210,567 (m)
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} =134,613 (m)
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 139,681 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 128,32 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _i	L _i = 252,946 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _s	N _s = 4



Σχήμα Π3-49. Διάταξη λεκάνης 33-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	3	79,286	237,858
2	1	35,088	35,088

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 33-1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B _h	75,954	0,076	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,415

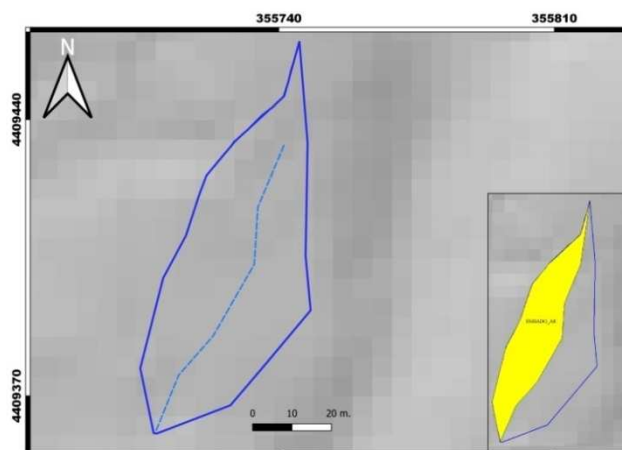
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}	0,168	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}		3,00
Δείκτης λόγου μηκών R_L	1	0,443
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1		1,348
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S		0,70
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d	32,959	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	483,013(1/Km ²)	753,894
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n	0,002	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F		0,045
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S		1,467
Δείκτης επιμήκυνσης R_L	0,24	
Δείκτης κυκλικότητας R_C		0,512
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF		39,39
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i		0,462

Π3-20 ΛΕΚΑΝΗ 32-1

Η λεκάνη 32-1 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,25 Km ή 256,844 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,0022 Km ² ή 3396,975 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	A_r = 0,001165 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,09 Km ή 99,281 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,043 Km ή 43,286 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 169,969 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} = 136,623 (m)
Μέσο $H_{μμεσο}$	$H_{μμεσο}$ = 153,267 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 81,329 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	L_i = 81,329 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	N_s = 1



Σχήμα Π3-50. Διάταξη λεκάνης 32-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1		81,329	81,329

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 32-1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

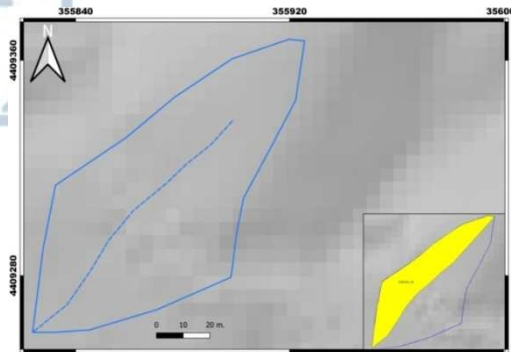
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	33,346	0,033	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,336
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,13	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,819
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		52,407	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	435,355(1/Km ²)	870,037	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,002	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,023
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,274
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,172	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,438
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			50,719
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,499

Π3-21 ΛΕΚΑΝΗ 30-1

Η λεκάνη 30-1 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^η τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P=0,33 \text{ Km ή } 336,073 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,0059 \text{ Km}^2 \text{ ή } 5947,302 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	$A_r = 0,002233 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,1 \text{ Km ή } 108,22 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,1 \text{ Km ή } 101,6 \text{ 4m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 196,594 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 134,583 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 160,144 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 108,966 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 108,966 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π3-51. Διάταξη λεκάνης 30-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1		108,966	108,966

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 30-1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	62,011	0,620	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,573
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,185	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,007
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		18,322	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	168,143(1/Km ²)	232,971	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,002	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,055
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,065
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,265	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,662
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			45,954
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,412

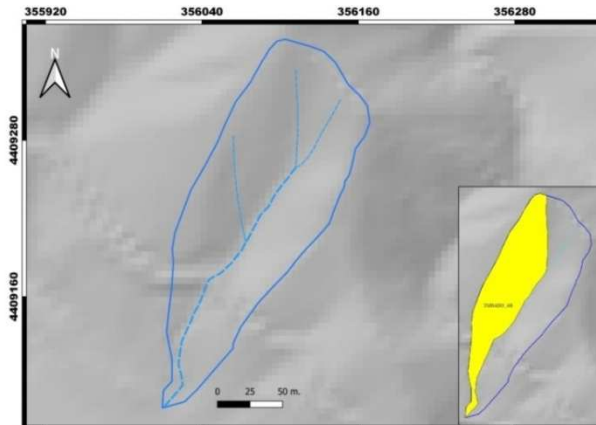
Π3-22 ΛΕΚΑΝΗ 29

Η λεκάνη 29 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,68 Km ή 689,795 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,0022 Km ² ή 22374,68 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	A_r = 0,00106 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,282 Km ή 282,3 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,15 Km ή 158,46 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 421,328 (m)

Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min}=120,362 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}}= 171,943 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C= 294,059 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	$L_I = 439,1 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	$N_S = 4$



Σχήμα Π3-52. Διάταξη λεκάνης 29 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	3	73,215	219,644
2	1	219,456	219,456

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 29

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	130,966	0,131	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,464
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,19	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			3,0
Δείκτης λόγου μηκών $R_L 1$			2,997
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,001
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,042
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		19,042	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	178,774(1/Km ²)	267,284	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,007	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,007
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,782
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,318	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,591

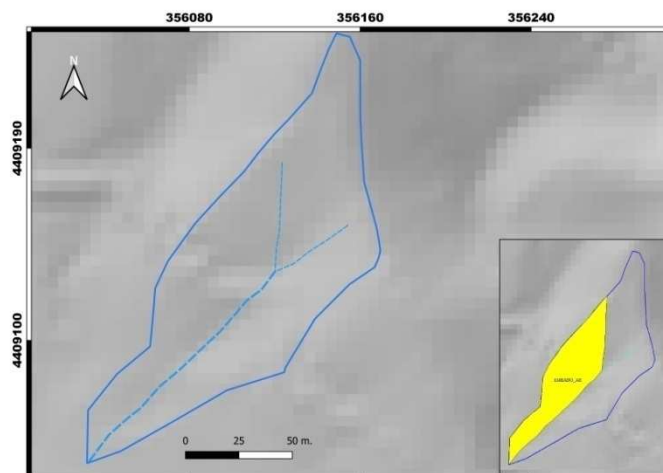
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF	47,688
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H _i	0,394

Π3-23 ΛΕΚΑΝΗ 28-2

Η λεκάνη 28-2 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 2^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,52 Km ή 527,215 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,0011Km ² ή 11145,81 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A _r :	A _r = 0,004382Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B _L	B _L = 0,2 Km ή 200,28 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B _w	B _w = 0,13 Km ή 136,69 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H _{max}	H _{max} = 231,001 (m)
Ελάχιστο H _{min}	H _{min} =117,998 (m)
Μέσο H _{μεσο}	H _{μεσο} = 160,146 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 177,198 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L _i	L _i = 217,661 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N _s	N _s = 3



Σχήμα Π3-53. Διάταξη λεκάνης 28-2 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	2	45,74	91,48
2	1	126,44	126,44

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗ 28-2

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	113,003	0,113	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,564
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,214	
Συντελεστής Διακλάδωσης R_{B1}			2,0
Δείκτης λόγου μηκών R_L 1			2,759
Δείκτης κλασματικής διάστασης 1			1,001
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,683
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		18,529	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	369,159(1/Km ²)	264,666	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,006	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,056
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,465
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,266	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,504
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			39,315
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,373

Π3-24 ΛΕΚΑΝΗ 28-1

Η λεκάνη 28-1 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

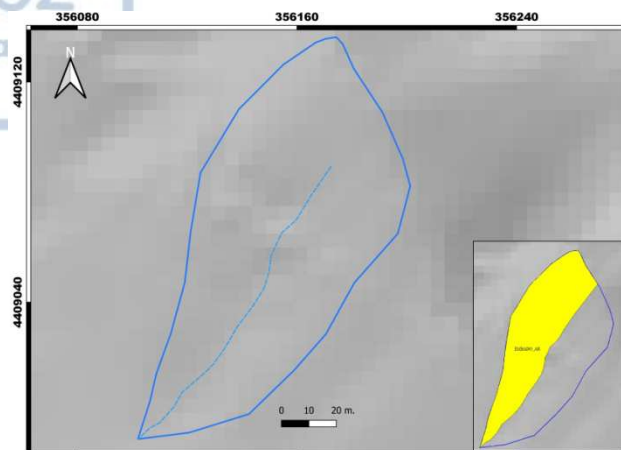
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,37 Km ή 377,757 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,008 Km ² ή 7857,628 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	A_r = 0,004307 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,14 Km ή 146,08 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,09 Km ή 99,252 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 181,837 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} =116,743 (m)
Μέσο $H_{μσο}$	$H_{μσο}$ = 149,34 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 123,828 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_I	L_I = 123,828 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_S	N_S = 1

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	1	123,828	123,828



Σχήμα Π3-54. Διάταξη λεκάνης 28-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες λεκανής 28-1.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	65,094	0,065	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,446
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,172	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,848
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		15,759	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	127,265(1/Km ²)	172,351	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,004	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,054
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,472
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,262	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,692
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			45,813
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,501

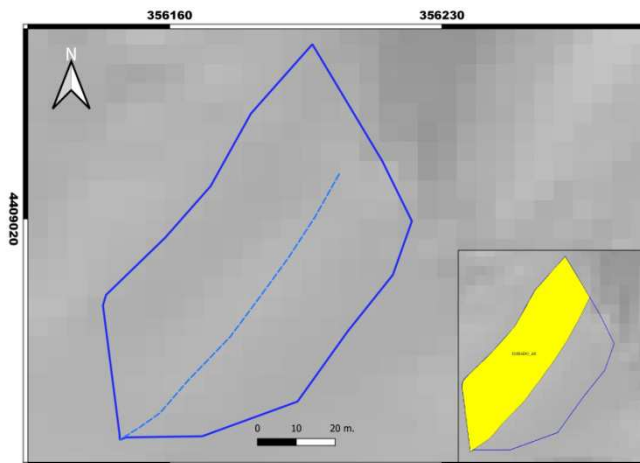
Π3-25 ΛΕΚΑΝΗ 28-3

Η λεκάνη 28-3 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,276 Km ή 276,654 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,005 Km ² ή 4558,236 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	A_r = 0,002644 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,102 Km ή 101,65 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,079 Km ή 79,384 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 166,384 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} =115,881 (m)
Μέσο $H_{μσο}$	$H_{μσο}$ = 138,568 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	

Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 89,405 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 89,405$ (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π3-55. Διάταξη λεκάνης 28-3 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	1	89,405	89,405

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 28-3

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

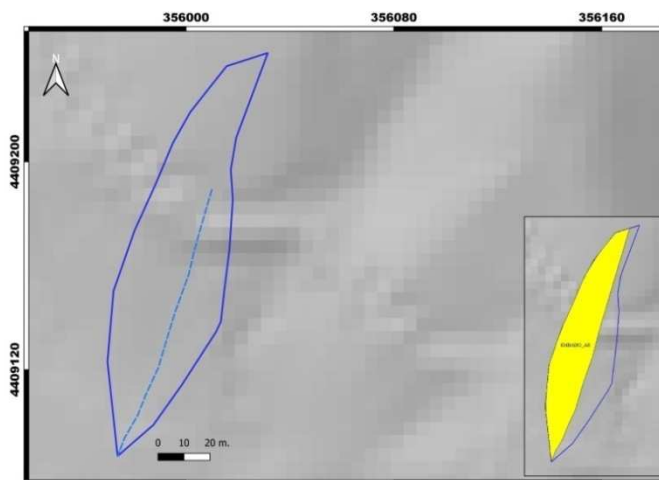
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	50,441	0,05	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,496
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,182	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,88
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		19,614	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	219,383(1/Km ²)	266,987	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,003	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,45
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_s			1,28
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,239	
Δείκτης κυκλικότητας R_c			0,748
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			58,005
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,45

Π3-26 ΛΕΚΑΝΗ 29-1

Η λεκάνη 29-1 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^η τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	$P=0,34 \text{ Km}$ ή $349,895 \text{ m}$
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	$A = 0,0043 \text{ Km}^2$ ή $4350,70 \text{ m}^2$
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	$A_r = 0,002836 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,15 \text{ Km}$ ή $155,2 \text{ m}$
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,06 \text{ Km}$ ή $61,911 \text{ m}$
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 186,607 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 121,836 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\text{μεσο}}$	$H_{\text{μεσο}} = 147,681 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	$C = 108,974 \text{ (m)}$
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 108,974 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$



Σχήμα Π3-56. Διάταξη λεκάνης 29-1 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	1	108,974	108,974

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 29-1

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	64,771	0,065	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,417
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,185	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,702
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		25,047	

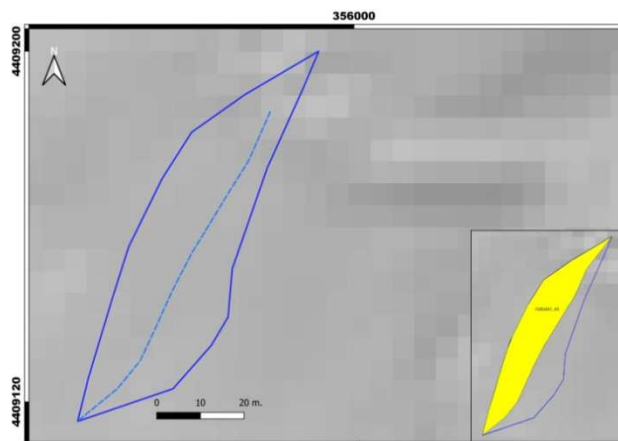
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	229,848(1/Km ²)	435,397	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,003	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,028
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			2,507
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,186	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,447
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής A_F			65,185
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,399

Π3-27 ΛΕΚΑΝΗ 29-2

Η λεκάνη 29-2 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,21 Km ή 214,356 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A):	A = 0,0017 Km ² ή 1715,80 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	A_r = 0,001022 Km ²
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	B_L = 0,08 Km ή 85,528m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	B_w = 0,05 Km ή 54,161m
Υψόμετρα	
Μέγιστο H_{max}	H_{max} = 161,982 (m)
Ελάχιστο H_{min}	H_{min} =122,917 (m)
Μέσο $H_{μσο}$	$H_{μσο}$ = 137,108 (m)
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C= 83,867 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	L_i = 83,867 (m)
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	N_s = 1



Σχήμα Π3-57. Διάταξη λεκάνης 29-2 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης A_r , υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahler απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	1	83,867	83,867

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 29-2

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	39,065	0,039	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,182
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,182	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			0,992
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		48,879	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	582,818(1/Km ²)	1658,08	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,001	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,02
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			1,561
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,161	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,469
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			59,564
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,363

Π3-28 ΛΕΚΑΝΗ 29-3

Η λεκάνη 29-3 είναι μικρή λεκάνη με μικρό υδρογραφικό δίκτυο, 1^{ης} τάξης.

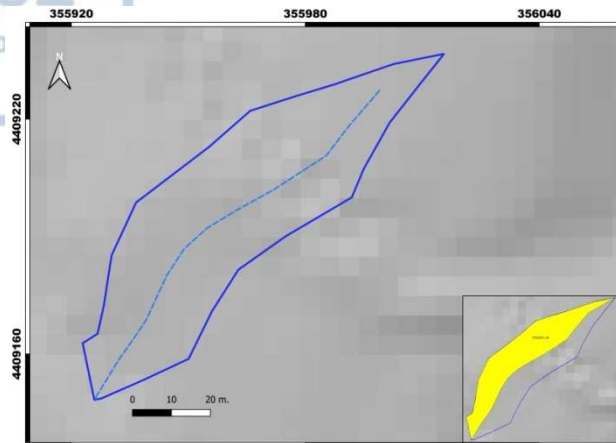
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Περίμετρος (P):	P=0,27 Km ή 275,007 m
Εμβαδό λεκάνης απορροής (A) :	A = 0,0029 Km ² ή 2905,592 m ²
Εμβαδό τμήματος λεκάνης A_r :	$A_r = 0,001623 \text{ Km}^2$
Μήκος της λεκάνης απορροής B_L	$B_L = 0,088 \text{ Km}$ ή 88,414 m
Μέγιστο πλάτος της λεκάνης απορροής B_w	$B_w = 0,09 \text{ Km}$ ή 92,594 m
Υψόμετρα	
Μέγιστο $H_{\max}$	$H_{\max} = 180,535 \text{ (m)}$
Ελάχιστο $H_{\min}$	$H_{\min} = 124,583 \text{ (m)}$
Μέσο $H_{\mu\epsilon\sigma\sigma}$	$H_{\mu\epsilon\sigma\sigma} = 156,802 \text{ (m)}$
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (C)	C = 109,867 (m)
Συνολικό μήκος των ρεμάτων δικτύου απορροής L_i	$L_i = 109,867 \text{ (m)}$
Συνολικός αριθμός κλάδων δικτύου απορροής N_s	$N_s = 1$

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Συνοπτικά, η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης κατά Strahle απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα.

Τάξη Κλάδου	Πλήθος Τάξης	Μέσο Μήκος	Συνολικό μήκος
1	1	109,867	109,867



Σχήμα Π3-58. Διάταξη λεκάνης 29-3 με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, ένθετη φωτογραφία εμβαδό λεκάνης Ατ, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου.

ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ 29-3

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται όλοι οι υπολογισμένοι δείκτες.

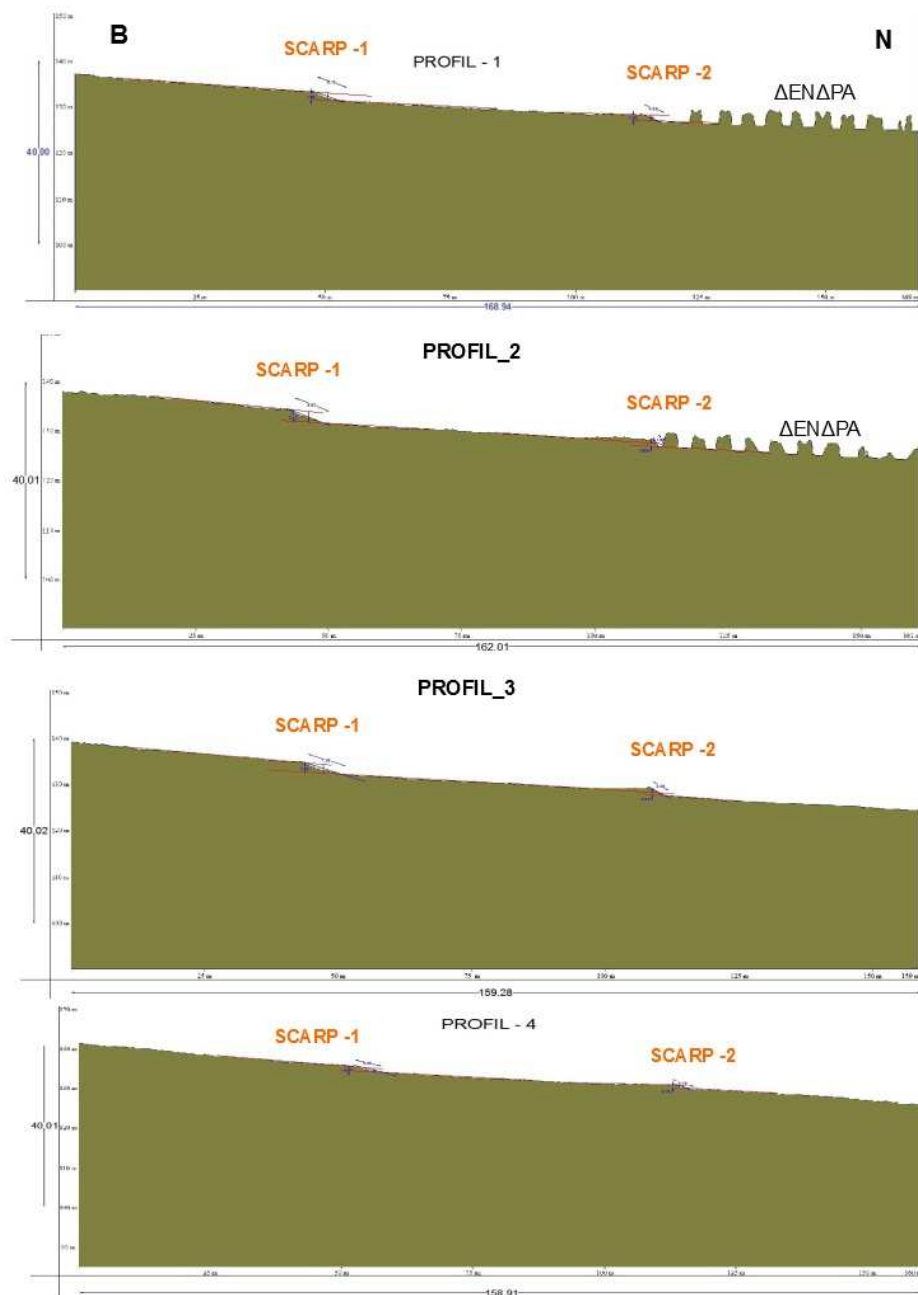
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	m	Km	ΑΔΙΑΣΤΑΤΟ
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς B_h	55,952	0,056	
Δείκτης Βαθμού αναγλύφου R			0,633
Δείκτης Μέγιστης Υψομετρικής Διαφοράς R_{hp}		0,203	
Δείκτης καμπυλότητας υδατορέματος S			1,243
Δείκτης πυκνότητας απορροής D_d		37,812	
Δείκτης συχνότητας διακλάδωσης F_s	344,164(1/Km ²)	992,258	
Δείκτης αριθμού τραχύτητας αναγλύφου R_n		0,001	
Δείκτης σχήματος λεκάνης R_F			0,033
Δείκτης σχήματος λεκάνης B_S			0,955
Δείκτης επιμήκυνσης R_L		0,205	
Δείκτης κυκλικότητας R_C			0,483
Δείκτης ασυμμετρίας λεκάνης απορροής AF			55,858
Δείκτης υψομετρικού ολοκληρώματος H_i			0,576

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

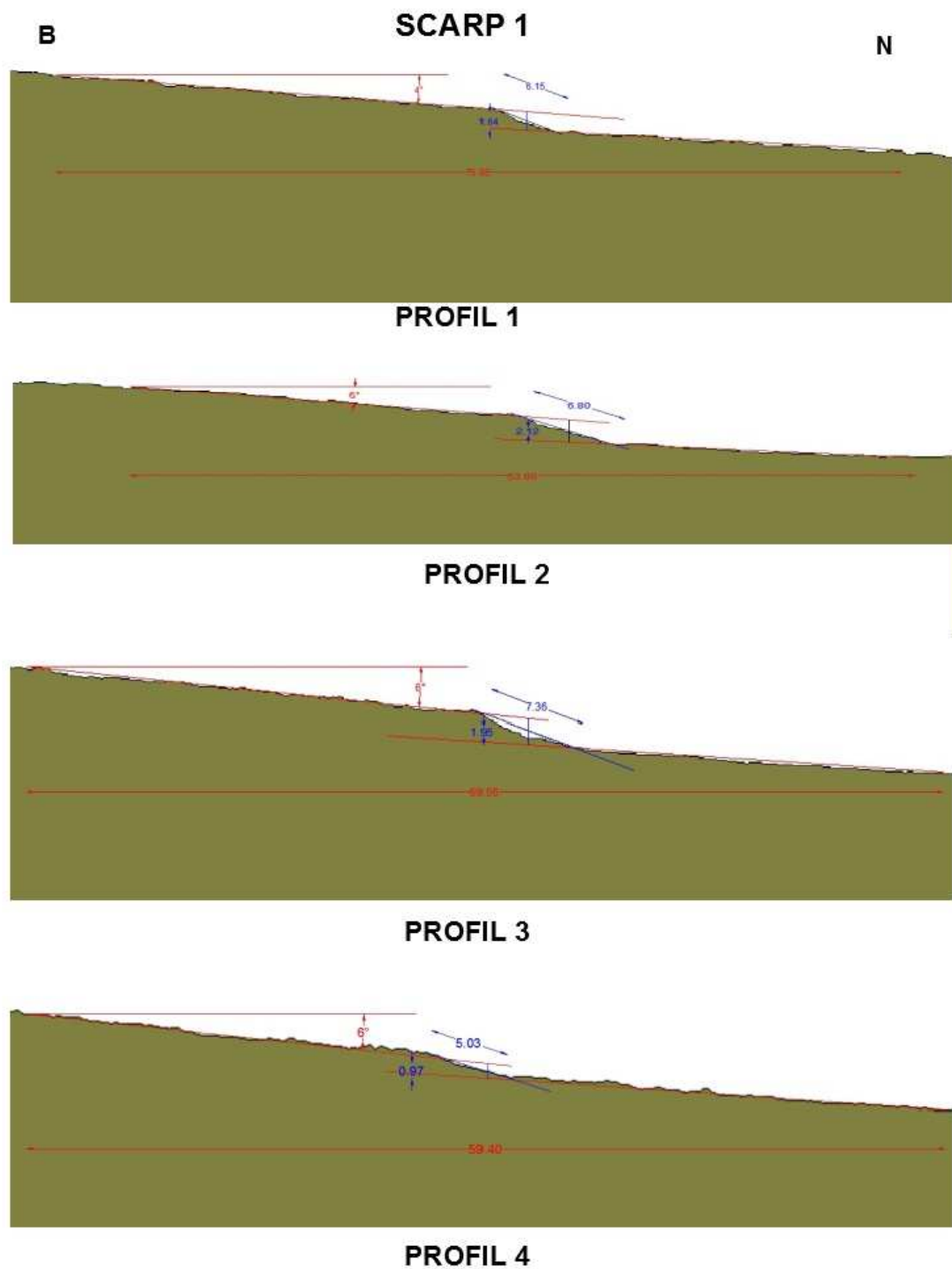
ΕΔΑΦΙΚΑ ΠΡΟΦΙΛ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΒΔΟΜΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Π4-1. Αρχική Περιοχή.

Για τον έλεγχο της επιφάνειας για την ύπαρξη ρηξιγενών δομών δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ (PROFIL1, 2, 3, 4). Η ανάλυση των προφίλ παρουσιάζεται στα επόμενα σχήματα.



Σχήμα Π4-1. Αναλυτικό μοντέλο όλων των επιφανειών των εδαφικών προφίλ της πρώτης περιοχής.

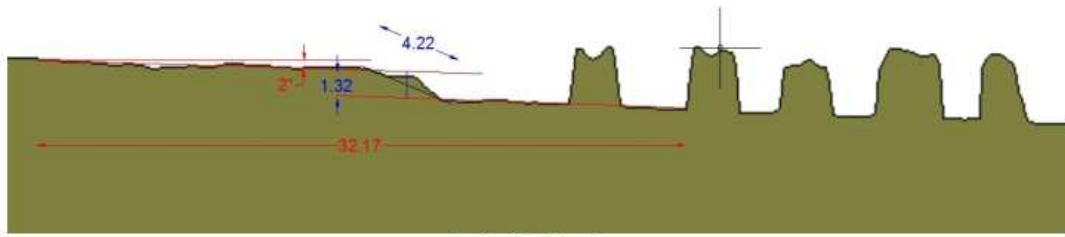


Σχήμα Π4-2. Αναλυτικό μοντέλο τμηματικών επιφανειών των εδαφικών προφίλ της ρηξιγενούς επιφάνειας 1 (Scarp 1).

B

SCARP 2

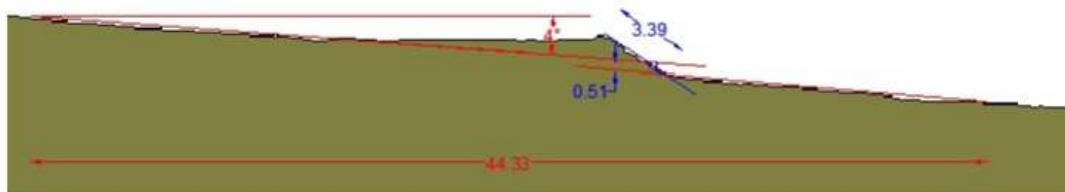
N



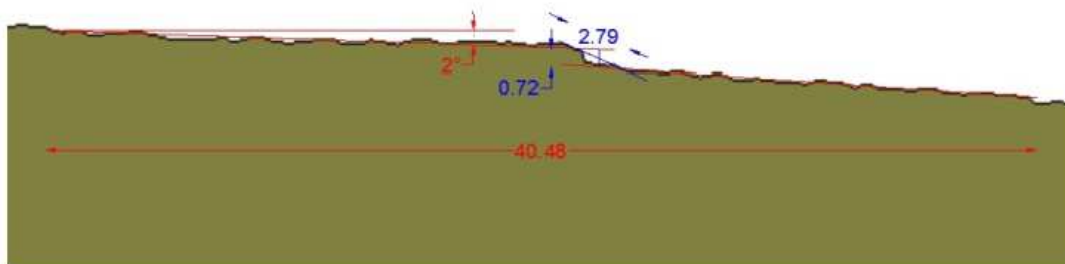
PROFIL 1



PROFIL 2



PROFIL 3



PROFIL 4

Σχήμα Π4-3. Αναλυτικό μοντέλο τμηματικών επιφανειών των εδαφικών προφίλ της ρηξιγενούς επιφάνειας 2 (Scarp 2).

B

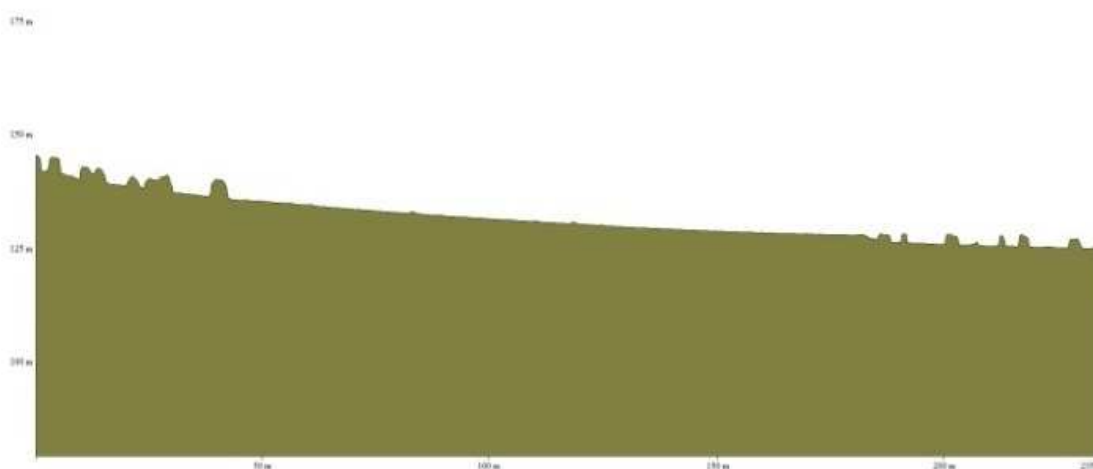
N



PROFIL 5

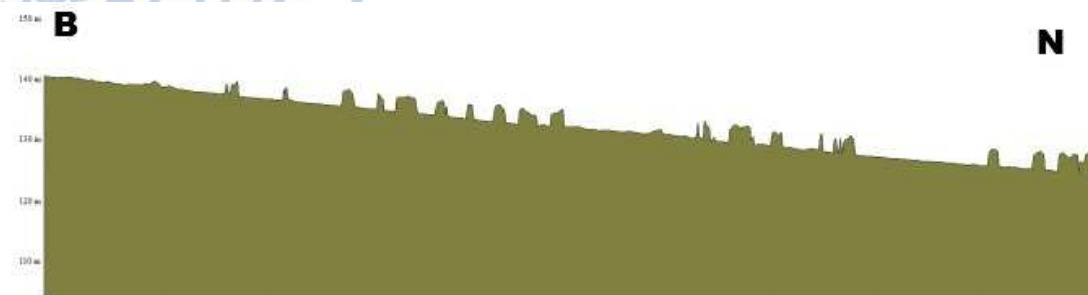


PROFIL 6

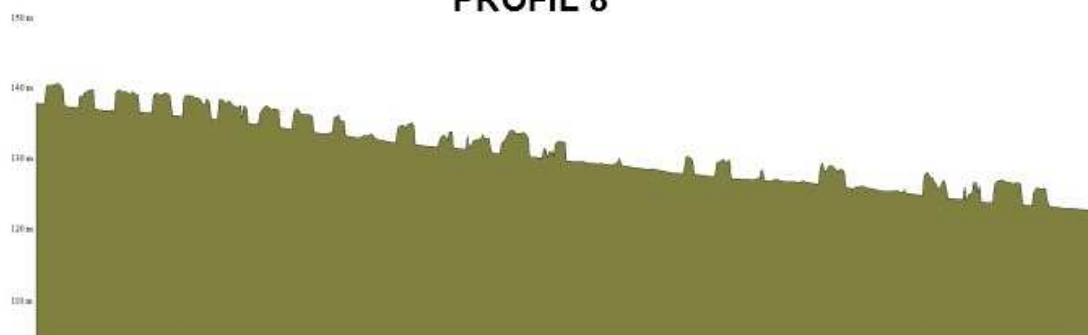


PROFIL 7

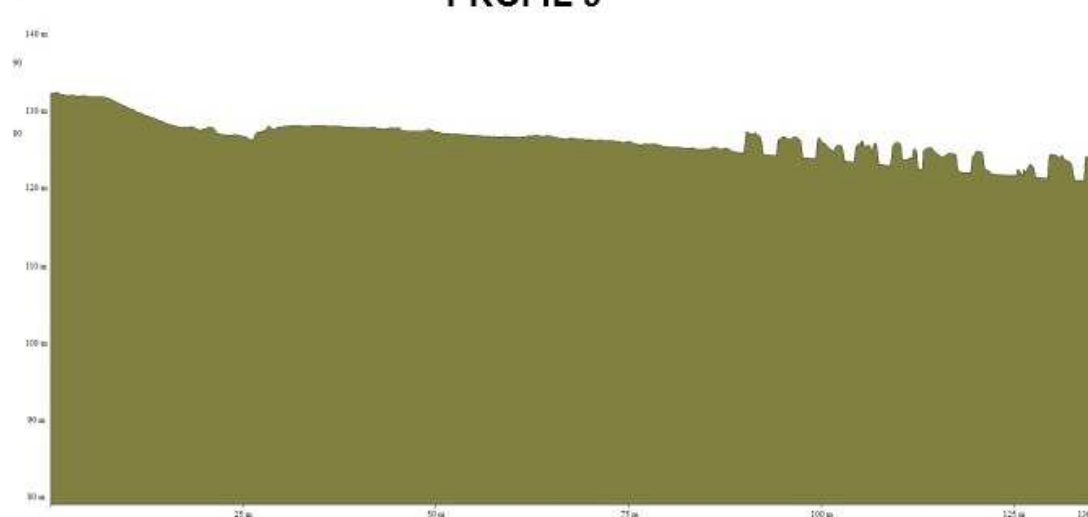
Σχήμα Π4-4. Αναλυτικά εδαφικά προφίλ συμπληρωματικής επιφάνειας πρώτης περιοχής.



PROFIL 8



PROFIL 9

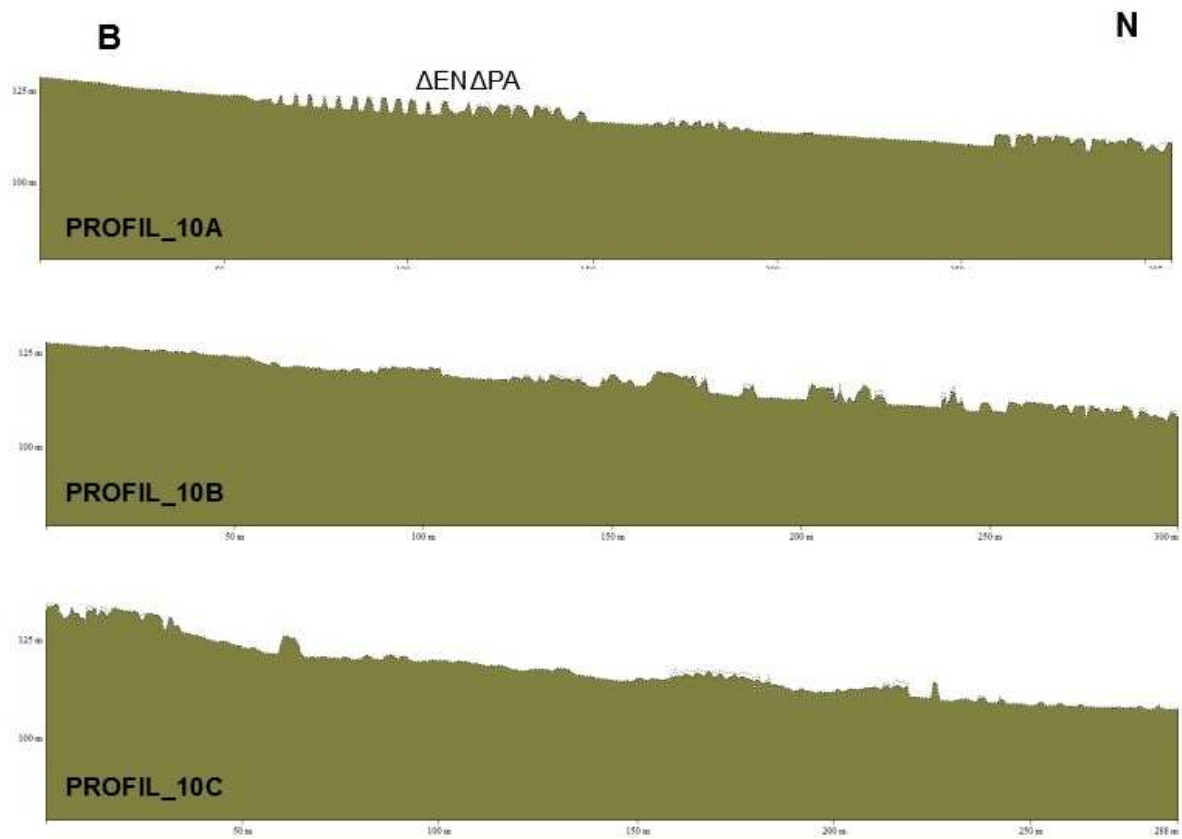


PROFIL 10

Σχήμα Π4-5. Αναλυτικά εδαφικά προφίλ συμπληρωματικής επιφάνειας πρώτης περιοχής.

Π4-2. Δεύτερη Περιοχή.

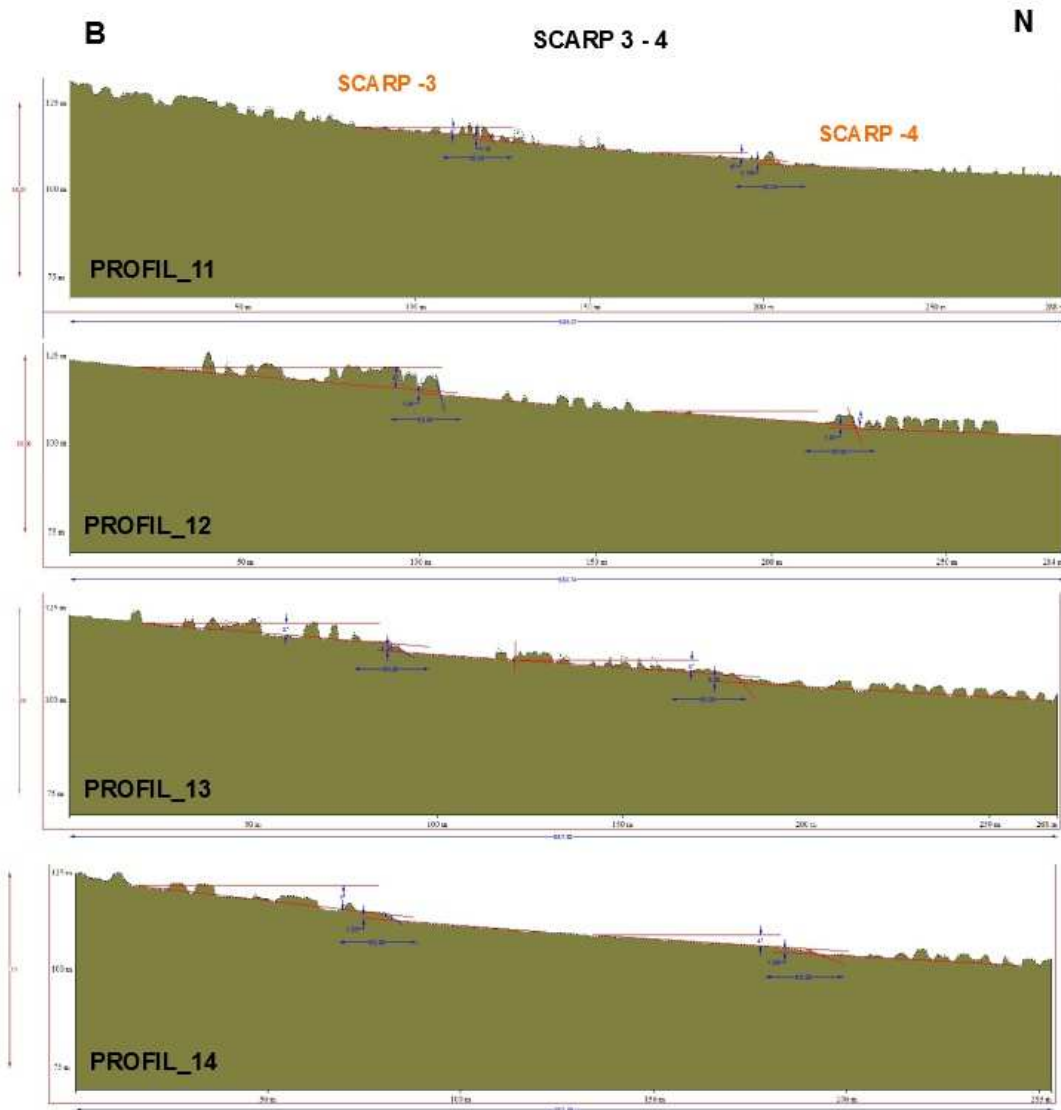
Για την περιοχή αυτή δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ (PROFIL_10A, 10B και 10C). Η ανάλυση των προφίλ παρουσιάζεται στα επόμενα σχήματα.



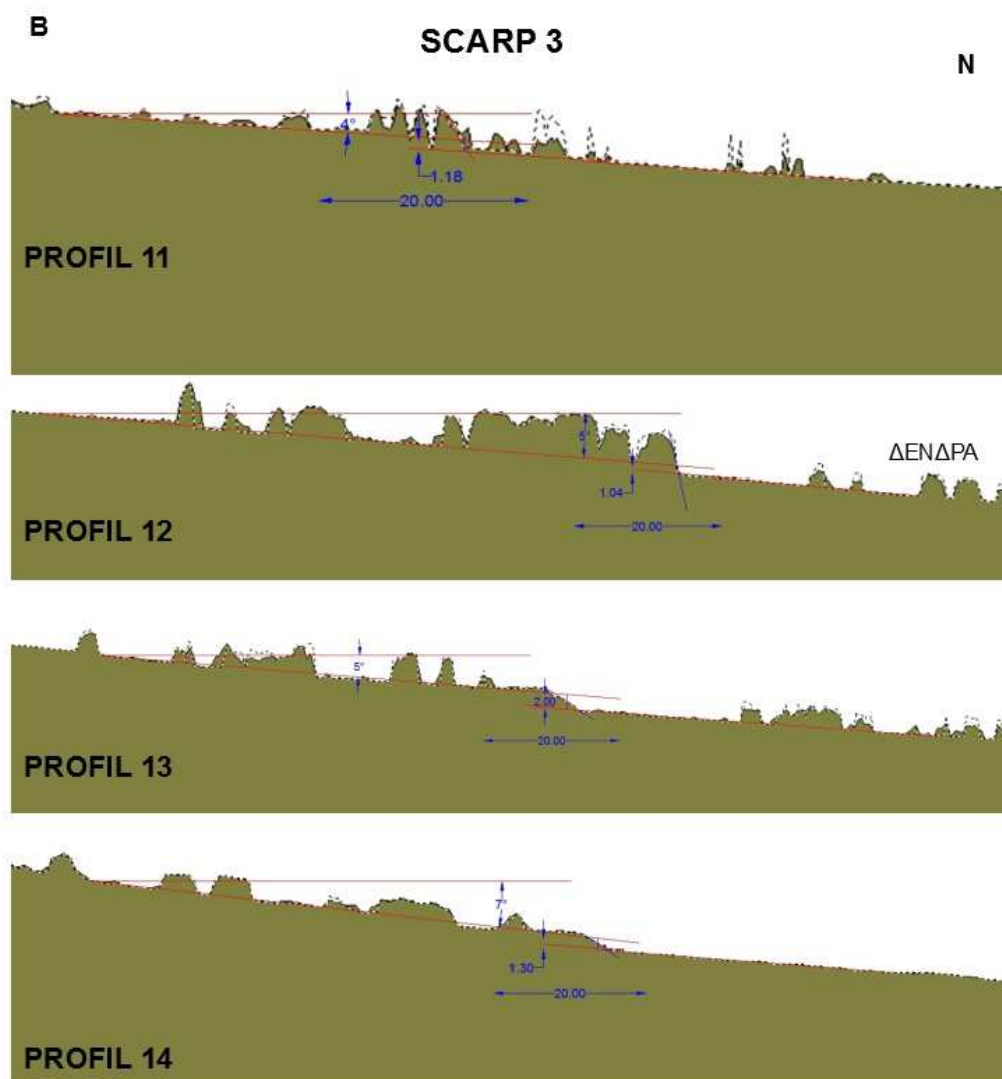
Σχήμα Π4-6. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο του προφίλ της επιφάνειας της δεύτερης περιοχής που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο

Π4-3. Τρίτη Περιοχή.

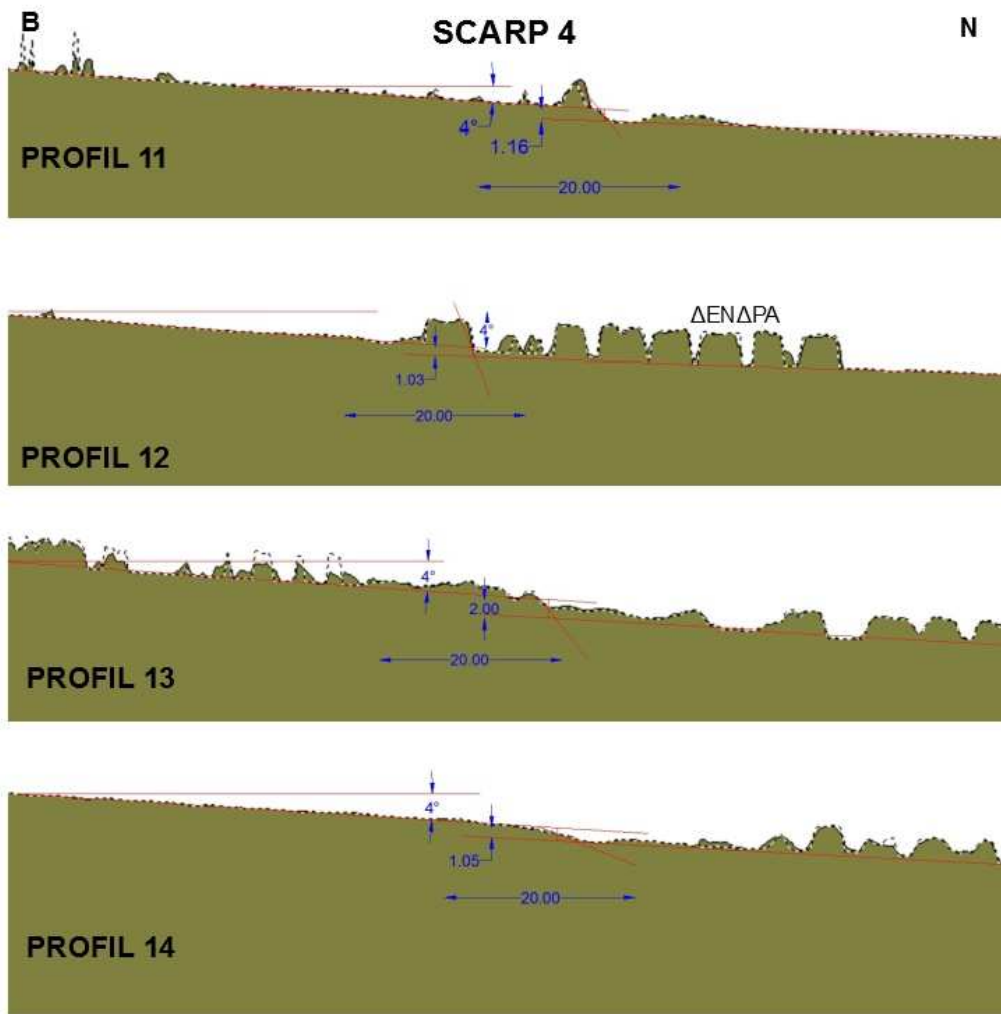
Για την περιοχή αυτή δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ 11, 11, 13 και 14. Η ανάλυση των προφίλ παρουσιάζεται στα επόμενα σχήματα.



Σχήμα Π4-7. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο όλης της επιφάνειας των εδαφικών προφίλ της δεύτερης περιοχής.



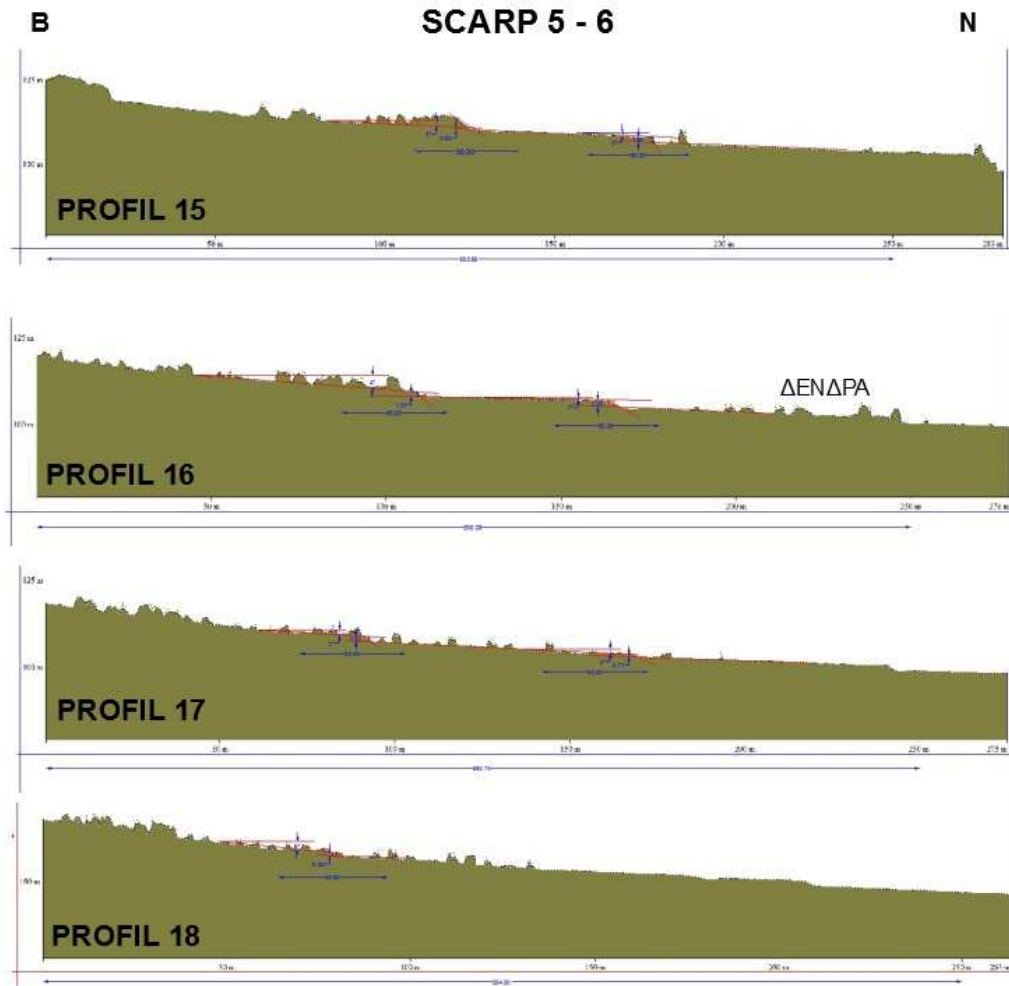
Σχήμα Π4-8. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο τμηματικής επιφάνειας των εδαφικών προφίλ της περιοχής της ρηξιγενούς επιφάνειας 3 (scarp 3) της δεύτερης περιοχής.



Σχήμα Π4-9. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο μερικής επιφάνειας των εδαφικών προφίλ της περιοχής της ρηξιγενούς επιφάνειας 4 (scarp 4) της δεύτερης περιοχής.

Π4-4. Τέταρτη Περιοχή.

Για τον έλεγχο της περιοχής, δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ 15, 16, 17 και 18. Η ανάλυση των προφίλ παρουσιάζεται στα επόμενα σχήματα.

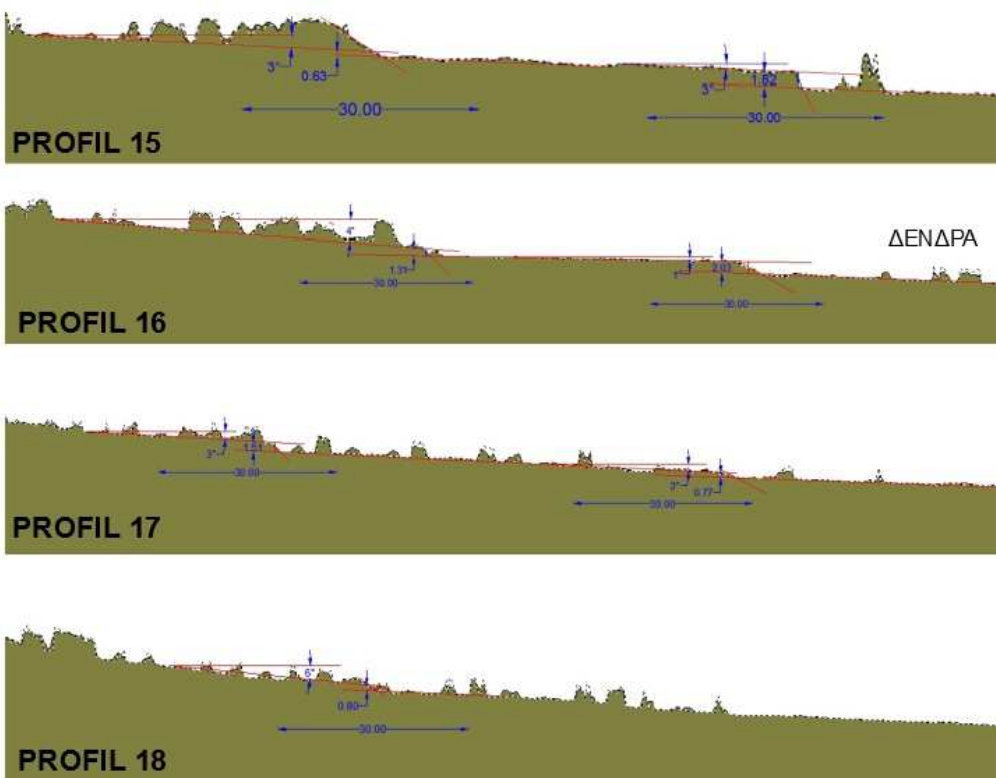


Σχήμα Π4-10. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο των εδαφικών προφίλ της περιοχής για τις ρηξιγενείς επιφάνειες 5 και 6 (scarp 5, 6) της τέταρτης περιοχής.

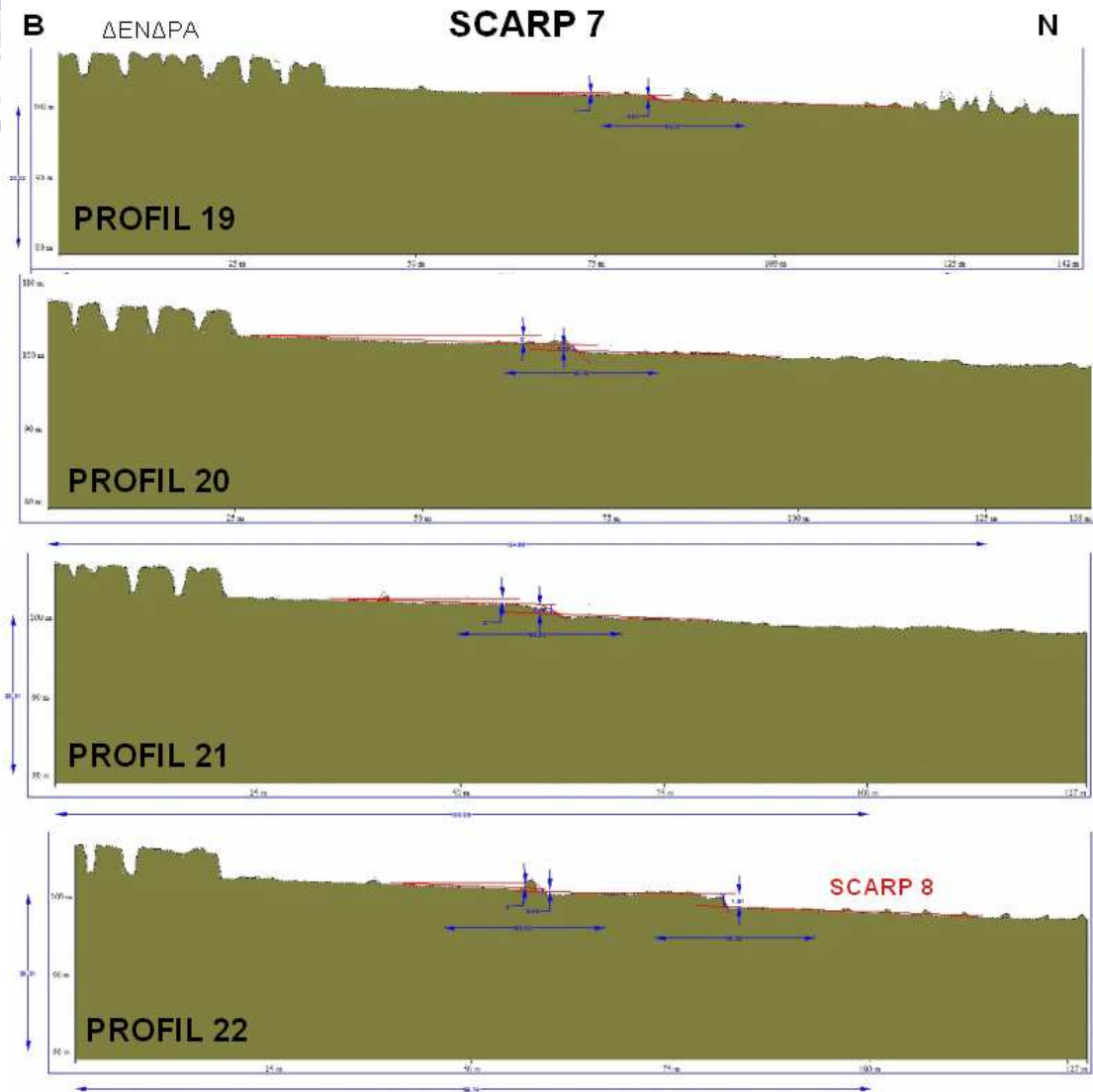
B

SCARP 5 - 6

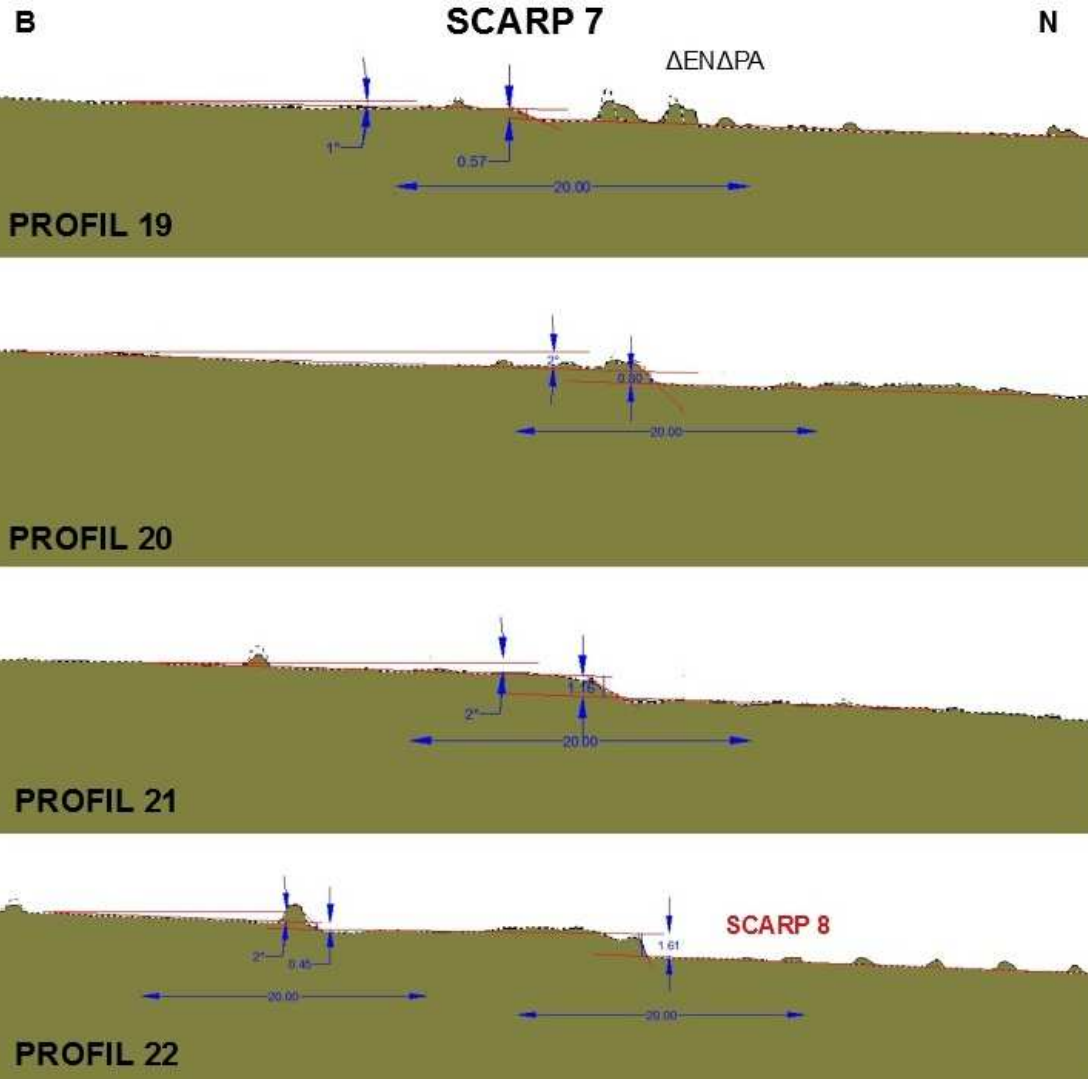
N



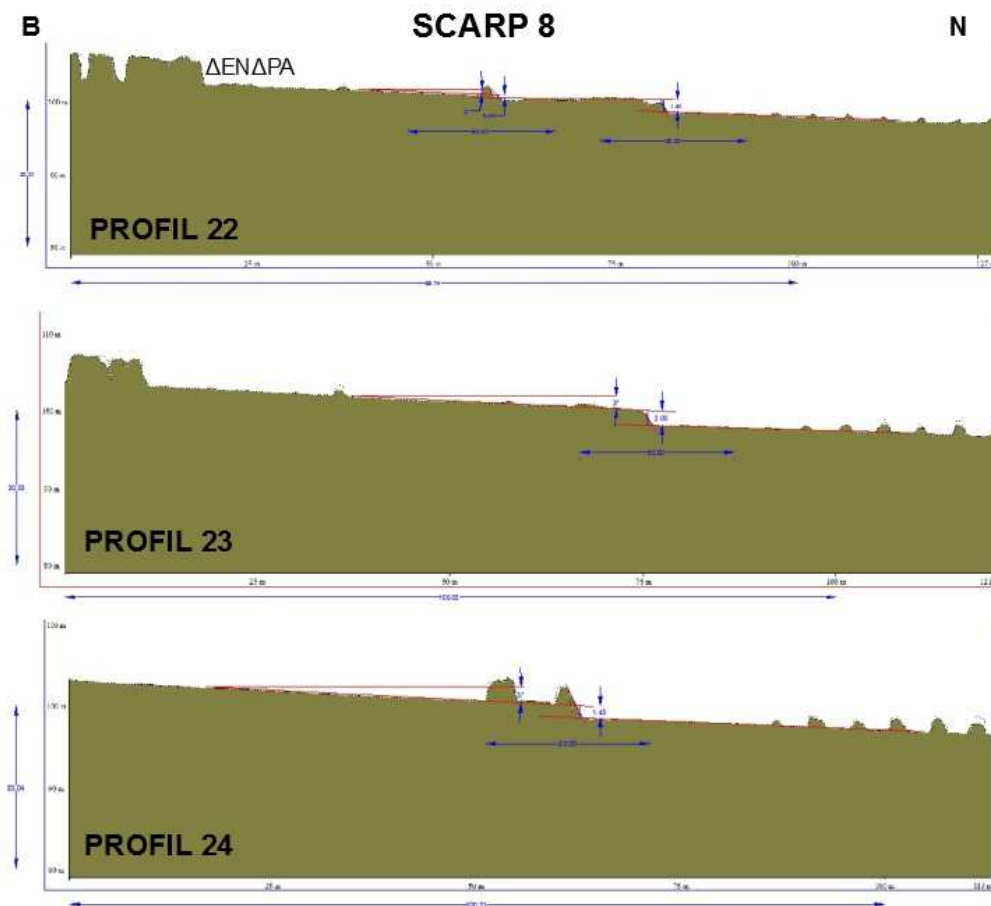
Σχήμα Π4-11. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο μερικών επιφανειακών προφίλ επικεντρωμένο στο εδαφικό προφίλ της ρηξιγενούς επιφάνειας 5 και 6 (scarp 5, 6)



Σχήμα Π4-12. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο επιφανειακών προφίλ επικεντρωμένο στο εδαφικό προφίλ της ρηξιγενούς επιφάνεια 7 (scarp 7). Στο προφίλ 22 διακρίνεται και το ρηξιγενές πρηνές scarp 8.



Σχήμα Π4-13. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο μερικών επιφανειακών προφίλ επικεντρωμένο στο εδαφικό προφίλ της ρηξιγενούς επιφάνεια 7 (scarp 7). Στο προφίλ 22 διακρίνεται και το ρηξιγενές πρανές scarp 8.

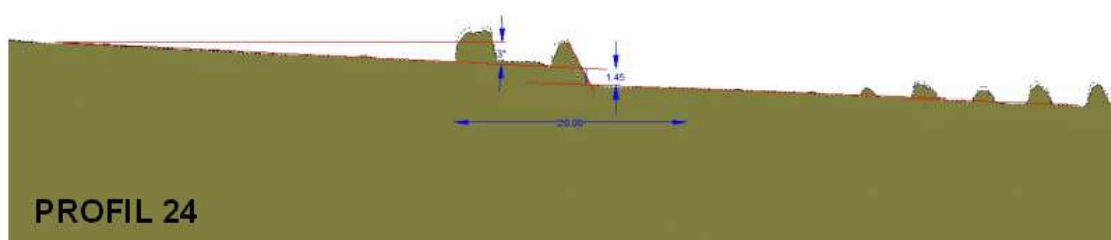
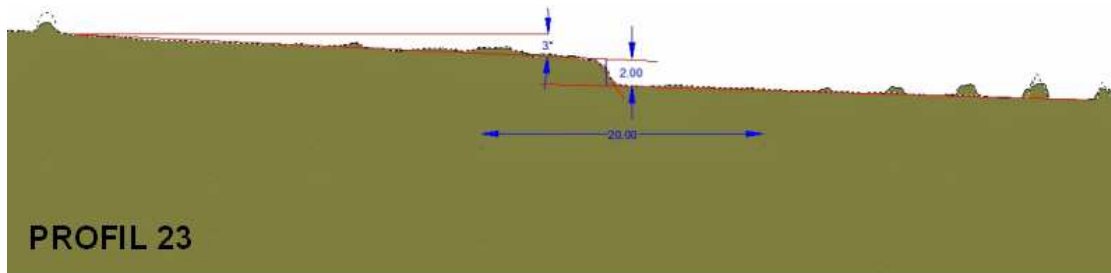
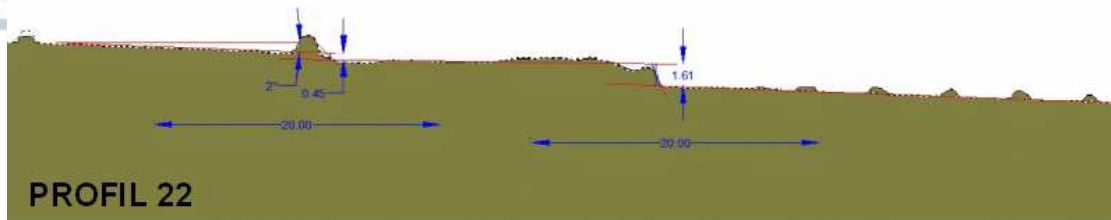


Σχήμα Π4-14. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο επιφανειακών προφίλ επικεντρωμένο στο εδαφικό προφίλ των ρηξιγενών επιφανειών 8 (scarp 8). Στο προφίλ 22 διακρίνεται και το ρηξιγενές πραινές scarp 7.

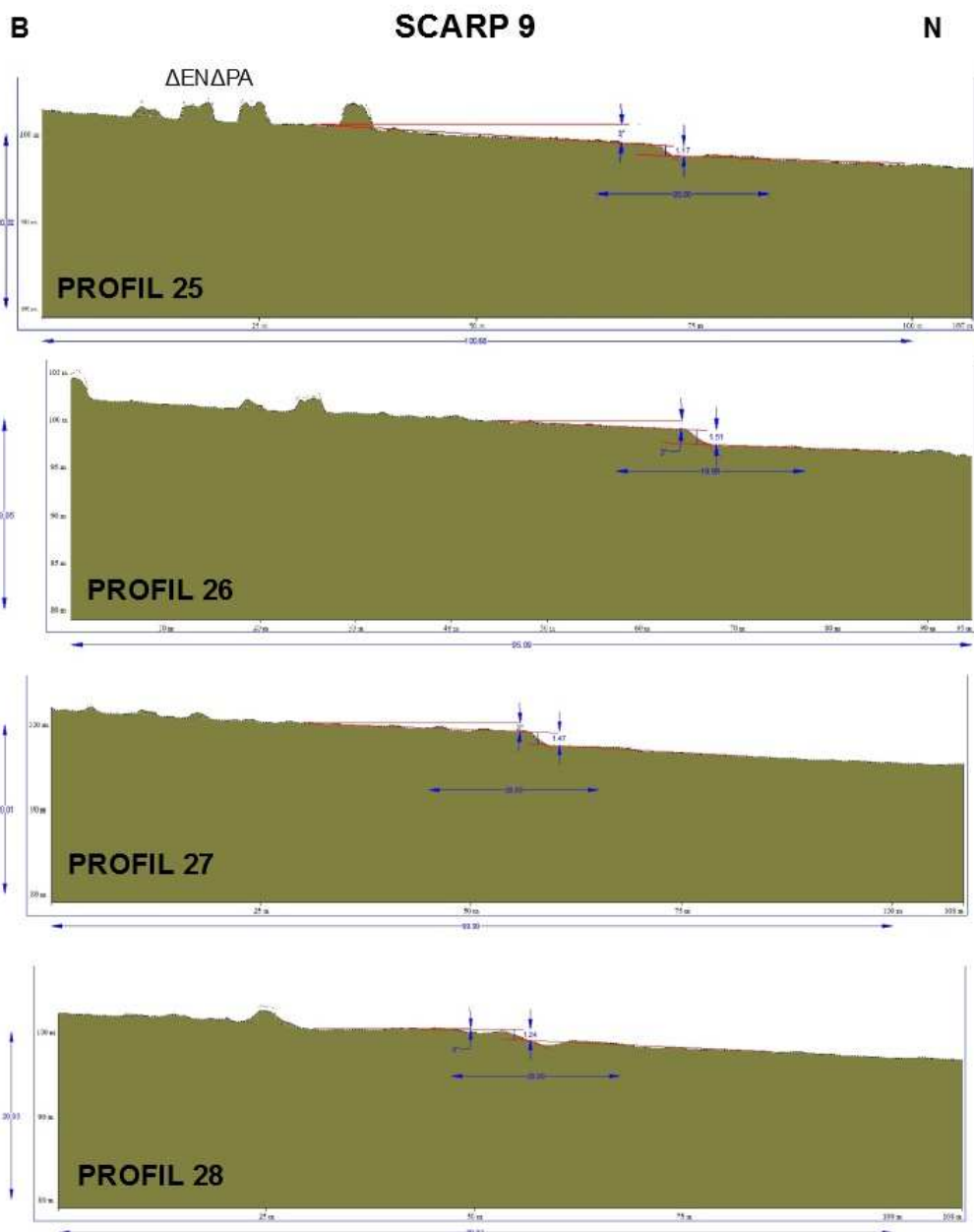
B

SCARP 8

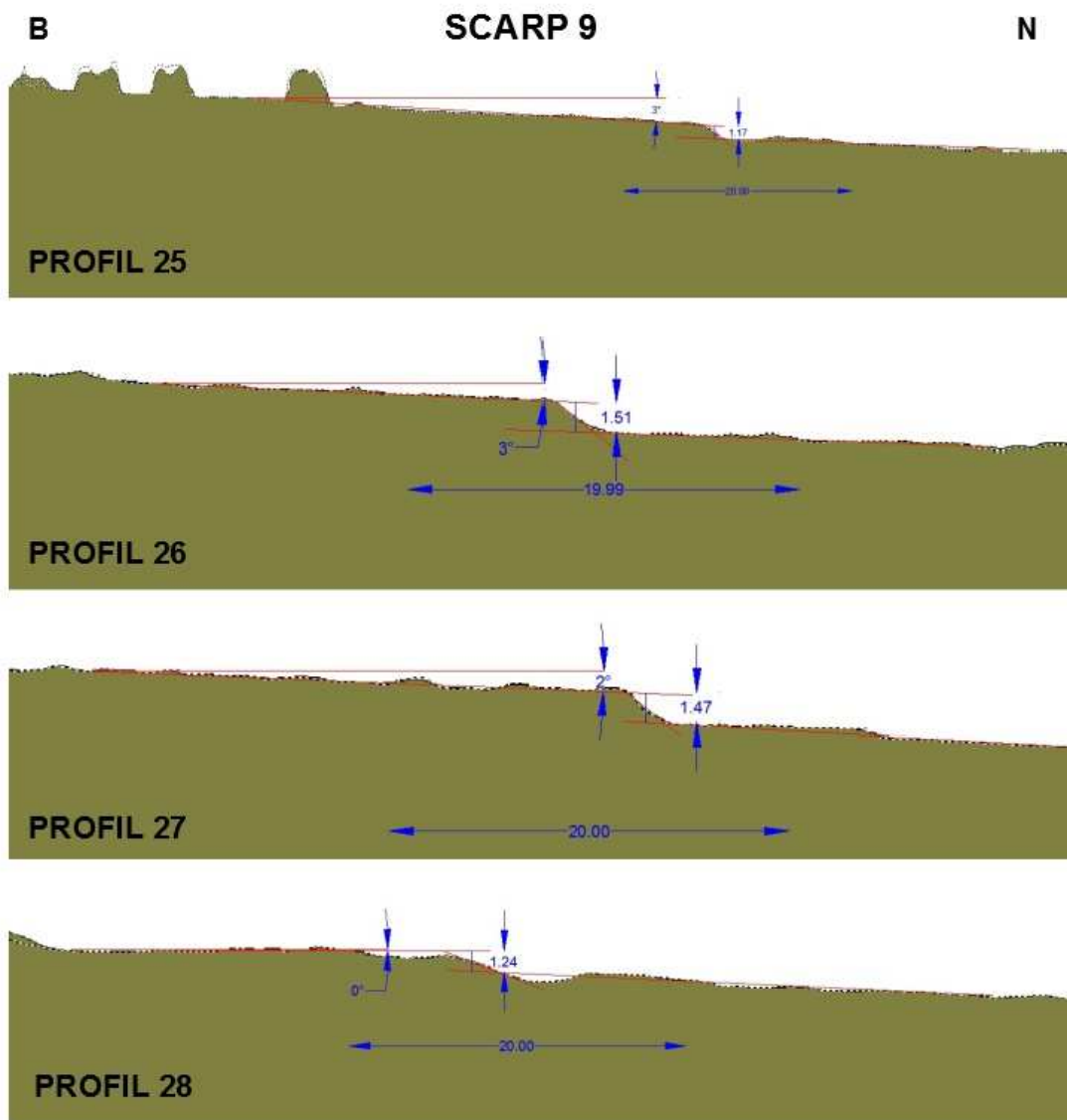
N



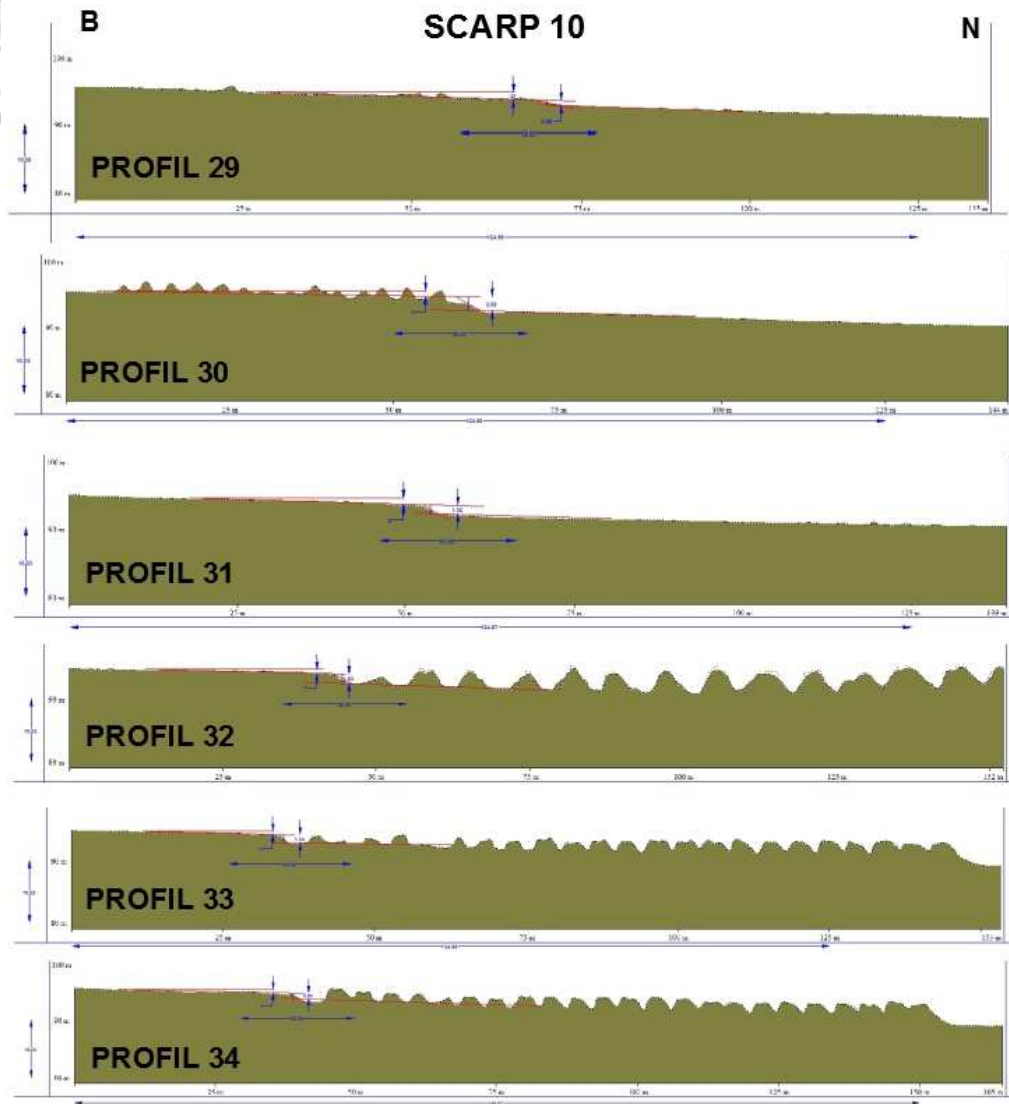
Σχήμα Π4-15. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο μερικών επιφανειακών προφίλ επικεντρωμένο στο εδαφικό προφίλ της ρηξιγενούς επιφάνεια 8 (scarp 8). Στο προφίλ 22 διακρίνεται και το ρηξιγενές πρανές scarp 7.



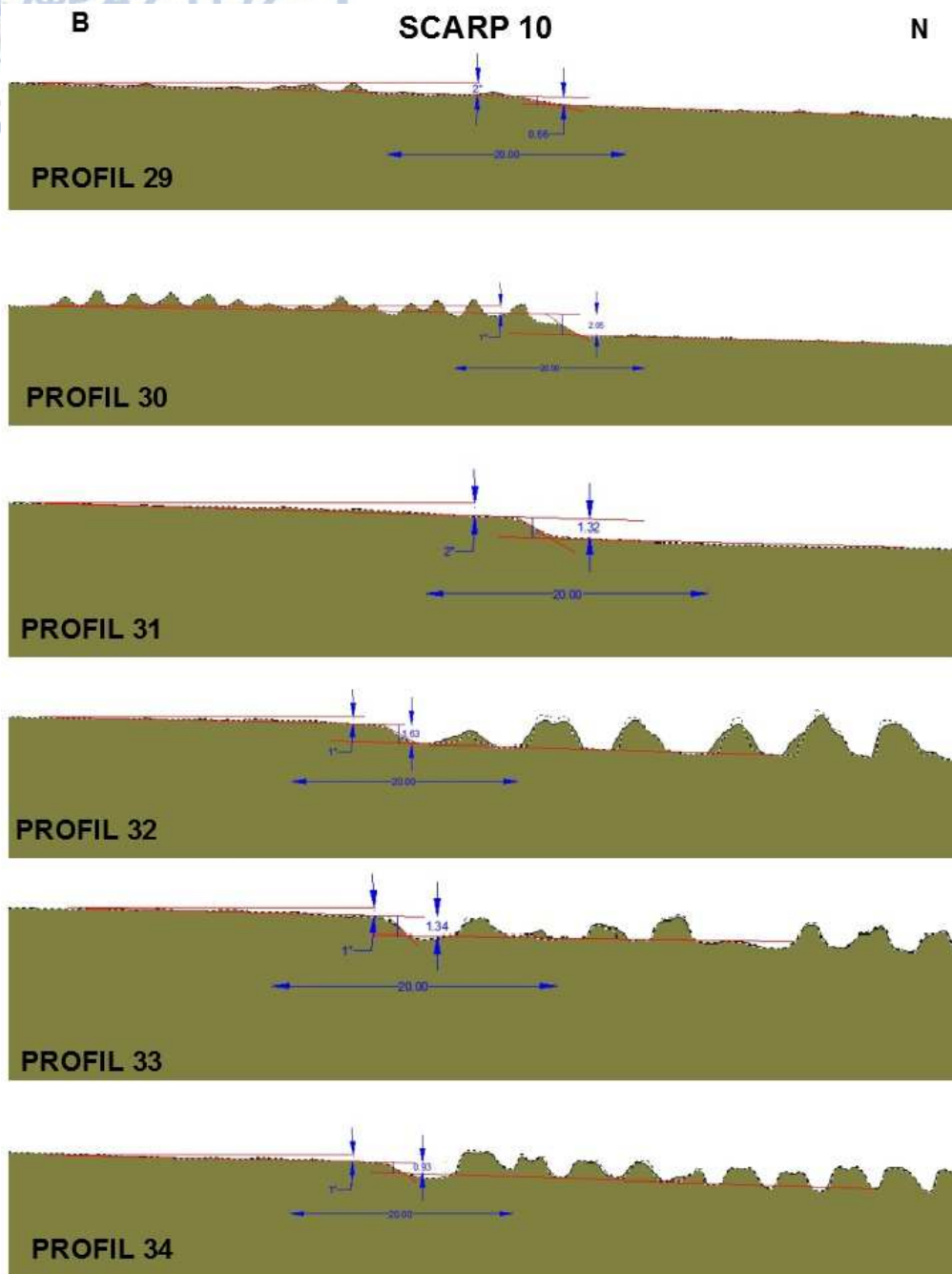
Σχήμα Π4-16. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο επιφανειακών προφίλ επικεντρωμένο στο εδαφικό προφίλ της ρηξιγενούς επιφάνειας 9 (scarp 9).



Σχήμα Π4-17. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο μερικών επιφανειακών προφίλ επικεντρωμένο στο εδαφικό προφίλ της ρηξιγενούς επιφάνειας 9 (scarp 9).



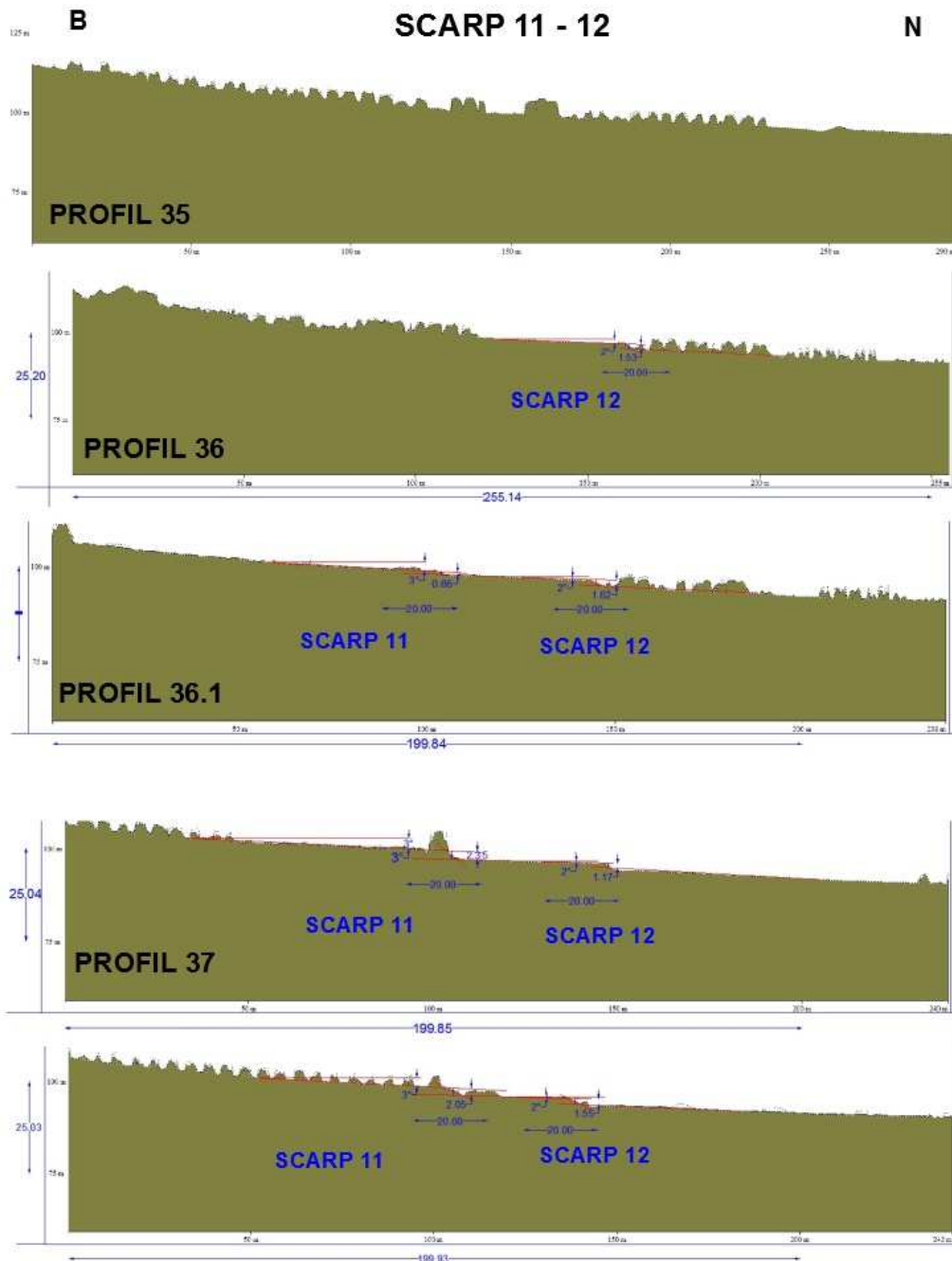
Σχήμα Π4-18. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο επιφανειακών προφίλ επικεντρωμένο στο εδαφικό προφίλ την ρηξιγενούς επιφάνειας 10 (scarp 10).



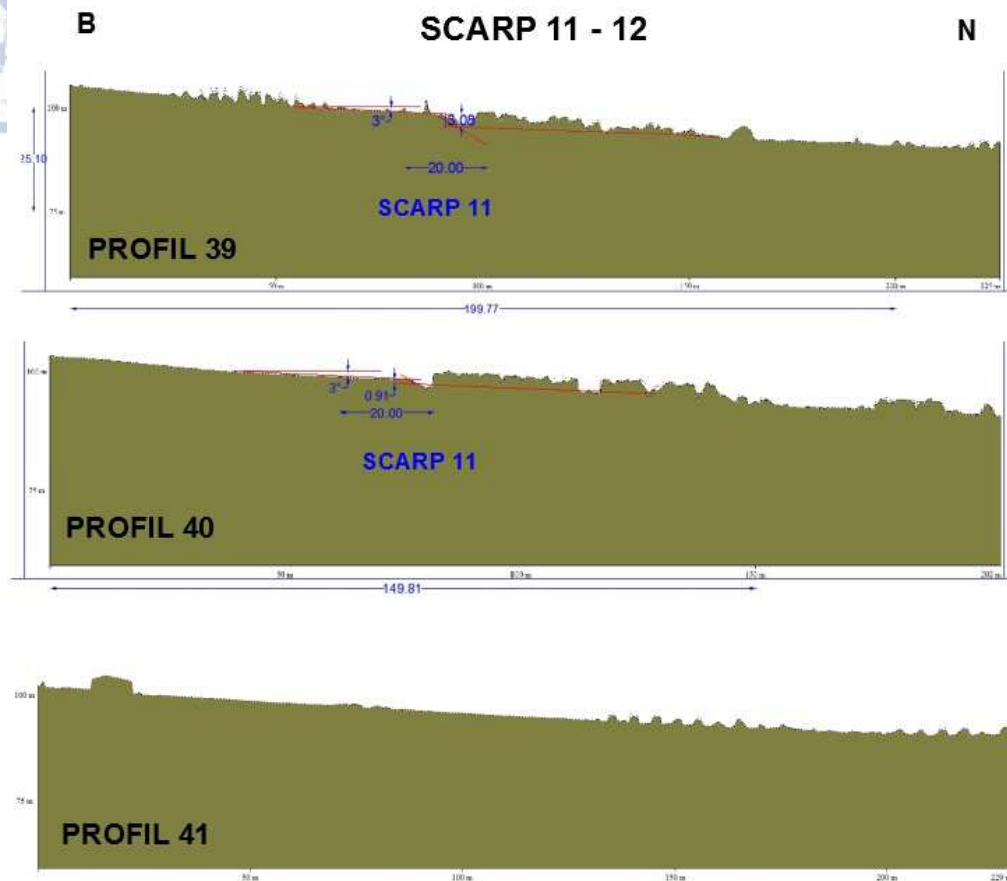
Σχήμα Π4-19. Αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο μερικών επιφανειακών προφίλ επικεντρωμένο στο εδαφικό προφίλ της ρηξιγενούς επιφάνειας 10 (scarp 10).

Π4-5. Πέμπτη Περιοχή.

Για τον έλεγχο της περιοχής, δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ 36, 36.1, 37, 38, 39 και 40. Η ανάλυση των προφίλ παρουσιάζεται στα επόμενα σχήματα:



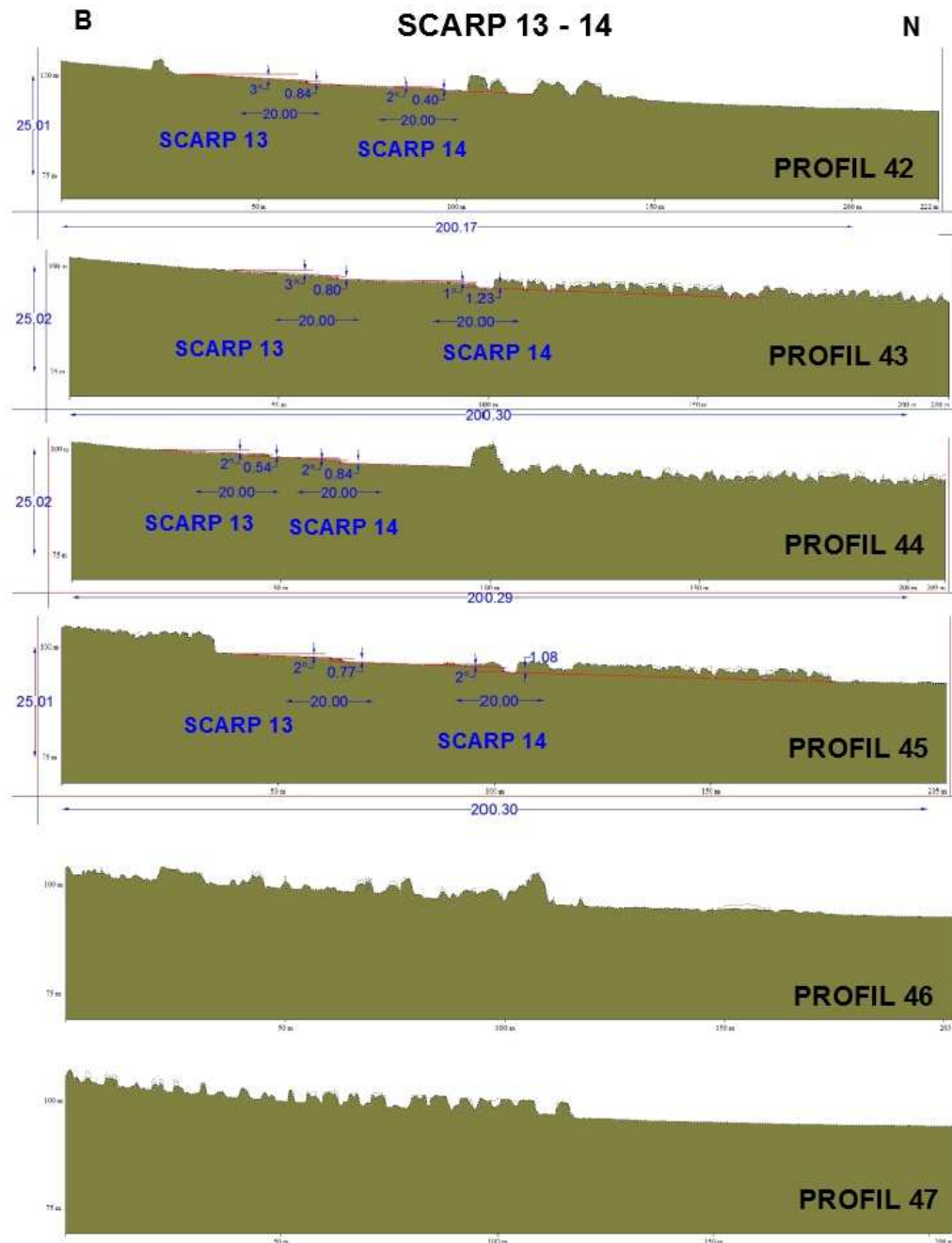
Σχήμα Π4-20. Αναλυτικό προφίλ του ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας της πέμπτης περιοχής που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο.



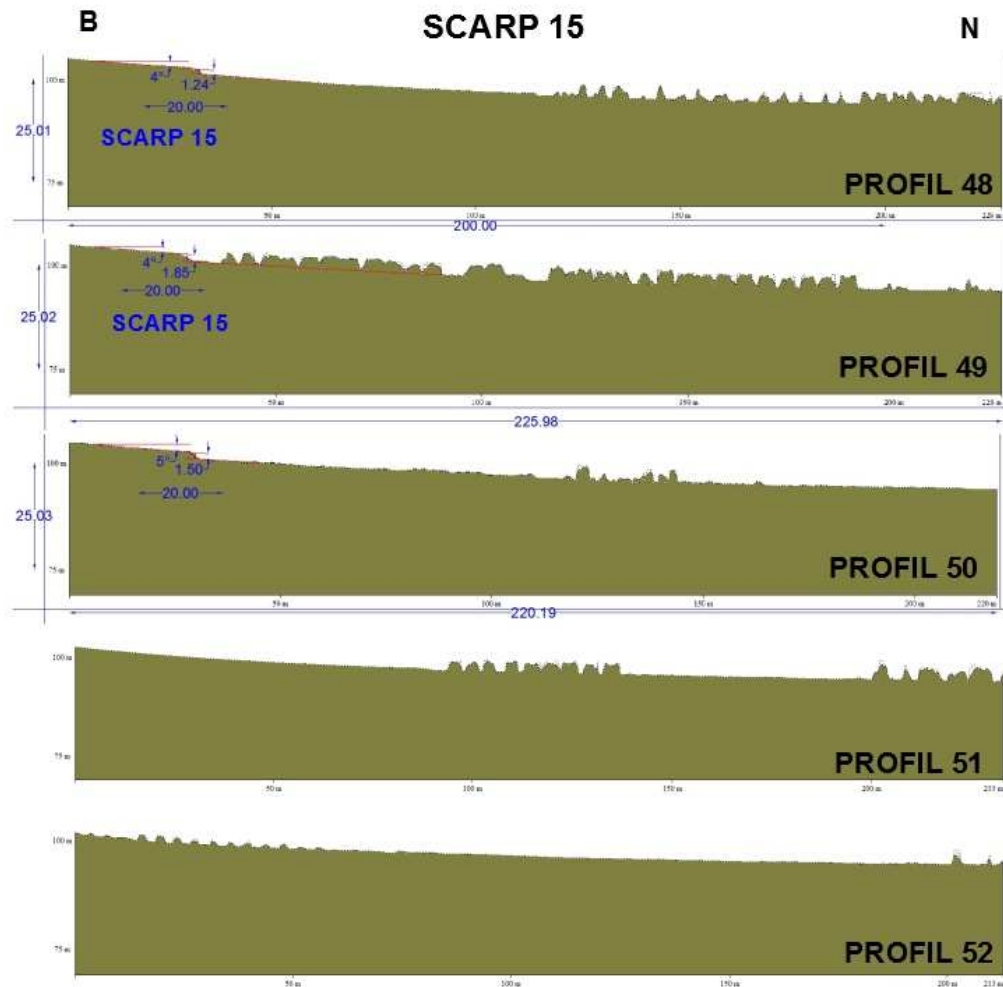
Σχήμα Π4-21. Αναλυτικό προφίλ του ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας της πέμπτης περιοχής που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο.

Π4-6. Έκτη Περιοχή.

Για τον έλεγχο της περιοχής, δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51 και 52 . Η ανάλυση των προφίλ παρουσιάζεται στα επόμενα σχήματα:



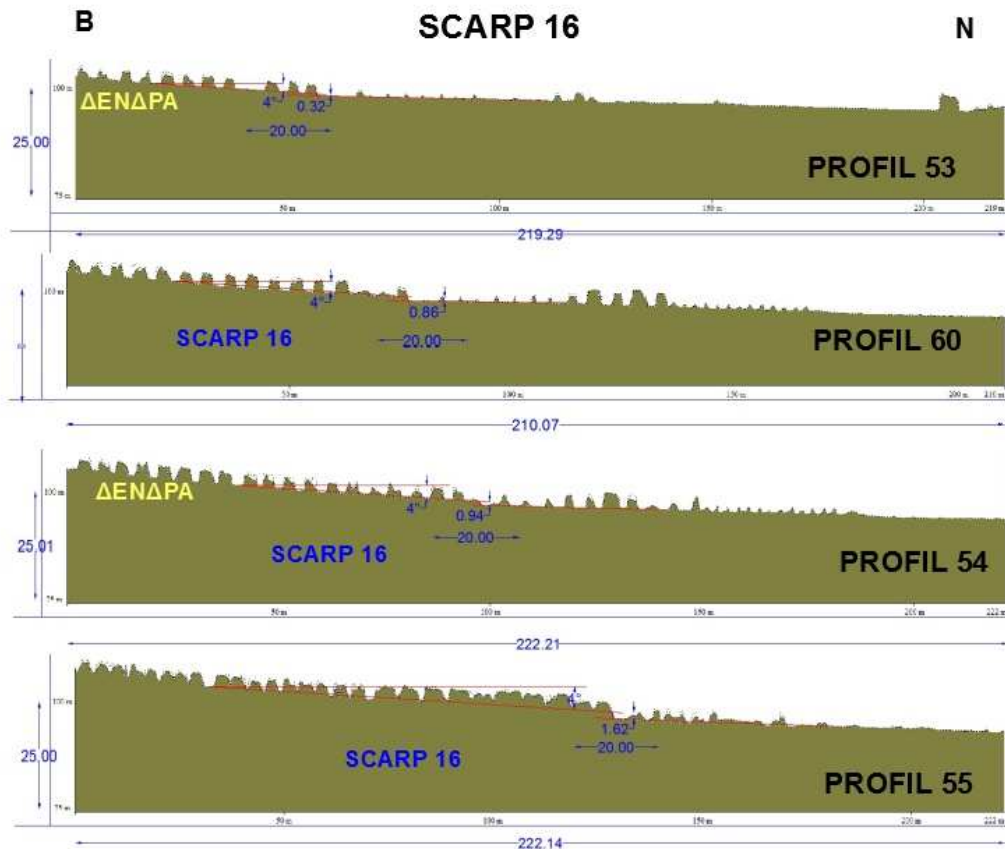
Σχήμα Π4-22. Αναλυτικό προφίλ του ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας της έκτης περιοχής που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο.



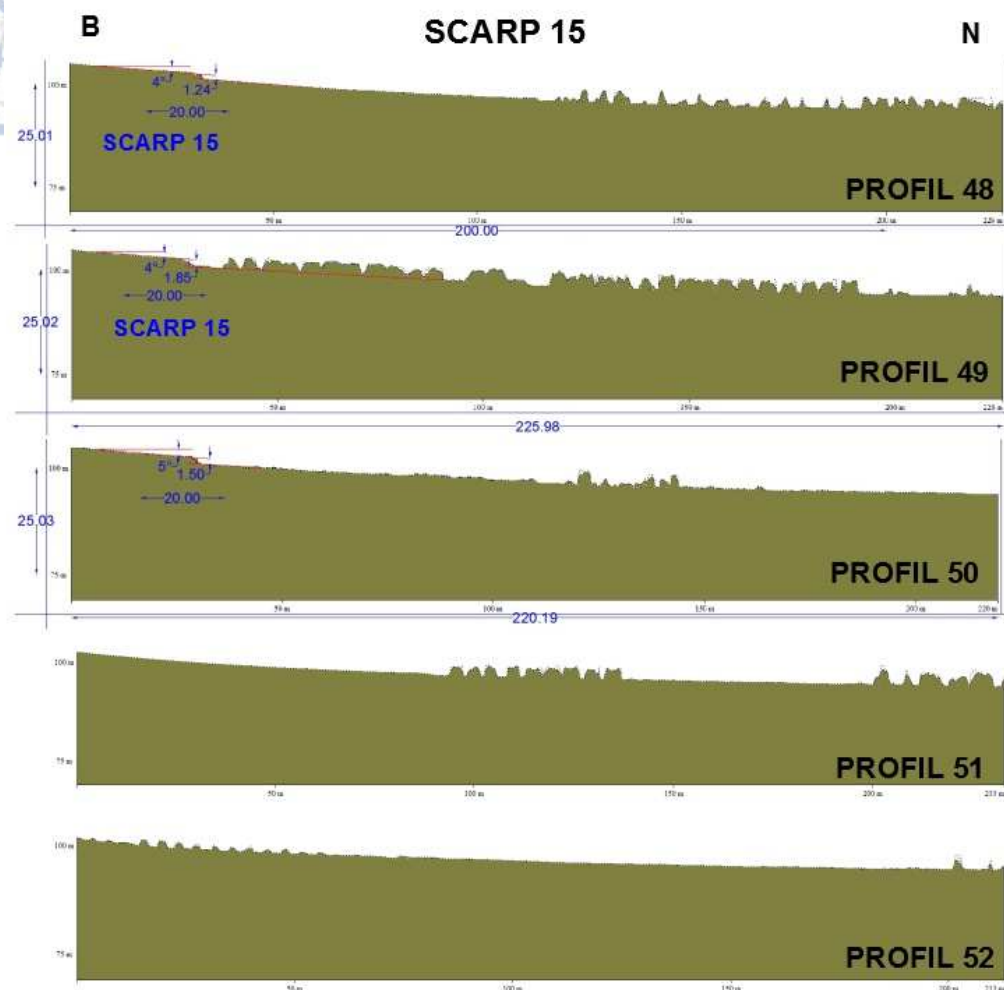
Σχήμα Π4-23. Αναλυτικό προφίλ του ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας της έκτης περιοχής που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο.

Π4-7. Έβδομη Περιοχή.

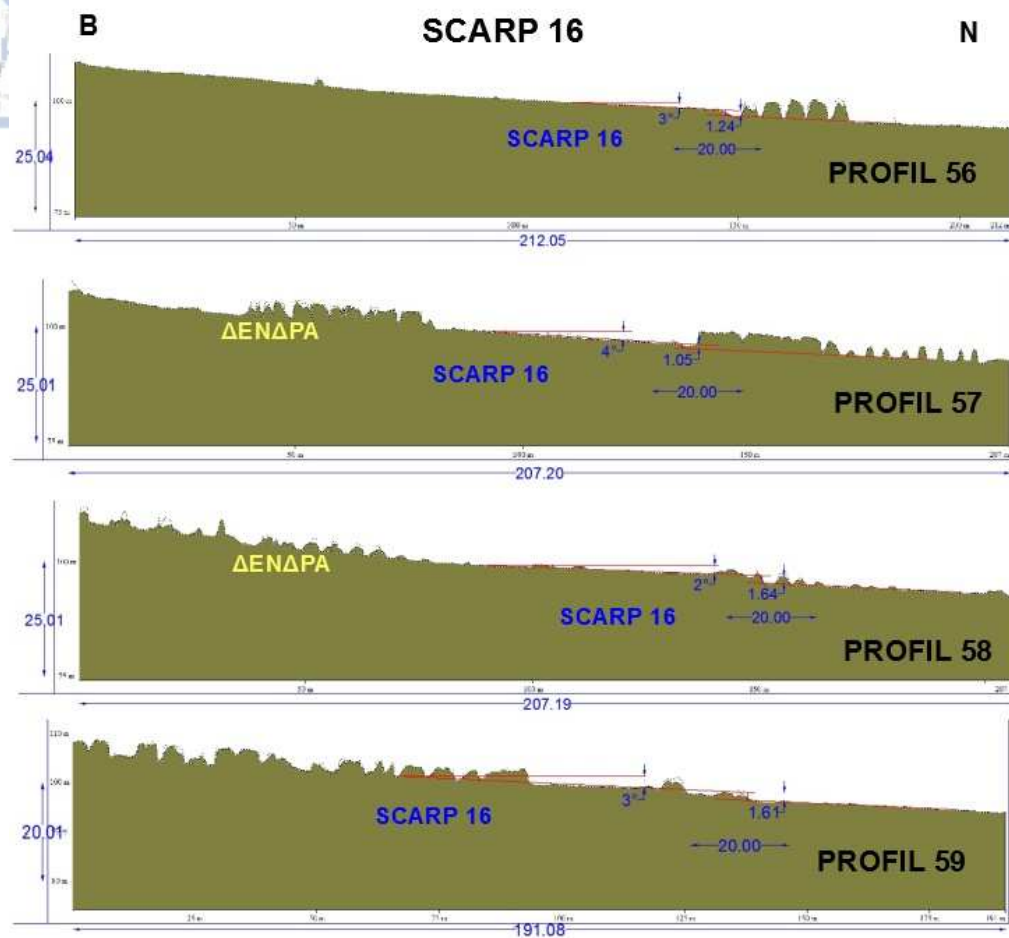
Για τον έλεγχο της περιοχής, δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, και 60. Το προφίλ (PROFIL 60) τοποθετήθηκε εκ των υστέρων μετά απ το προφίλ 53 για καλύτερο έλεγχο. Η ανάλυση των προφίλ παρουσιάζεται στα κάτωθι σχήματα:



Σχήμα Π4-24. Αναλυτικό προφίλ του ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας της έβδομης περιοχής που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο.



Σχήμα Π4-25. Αναλυτικό προφίλ του ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας της έβδομης περιοχής που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο.

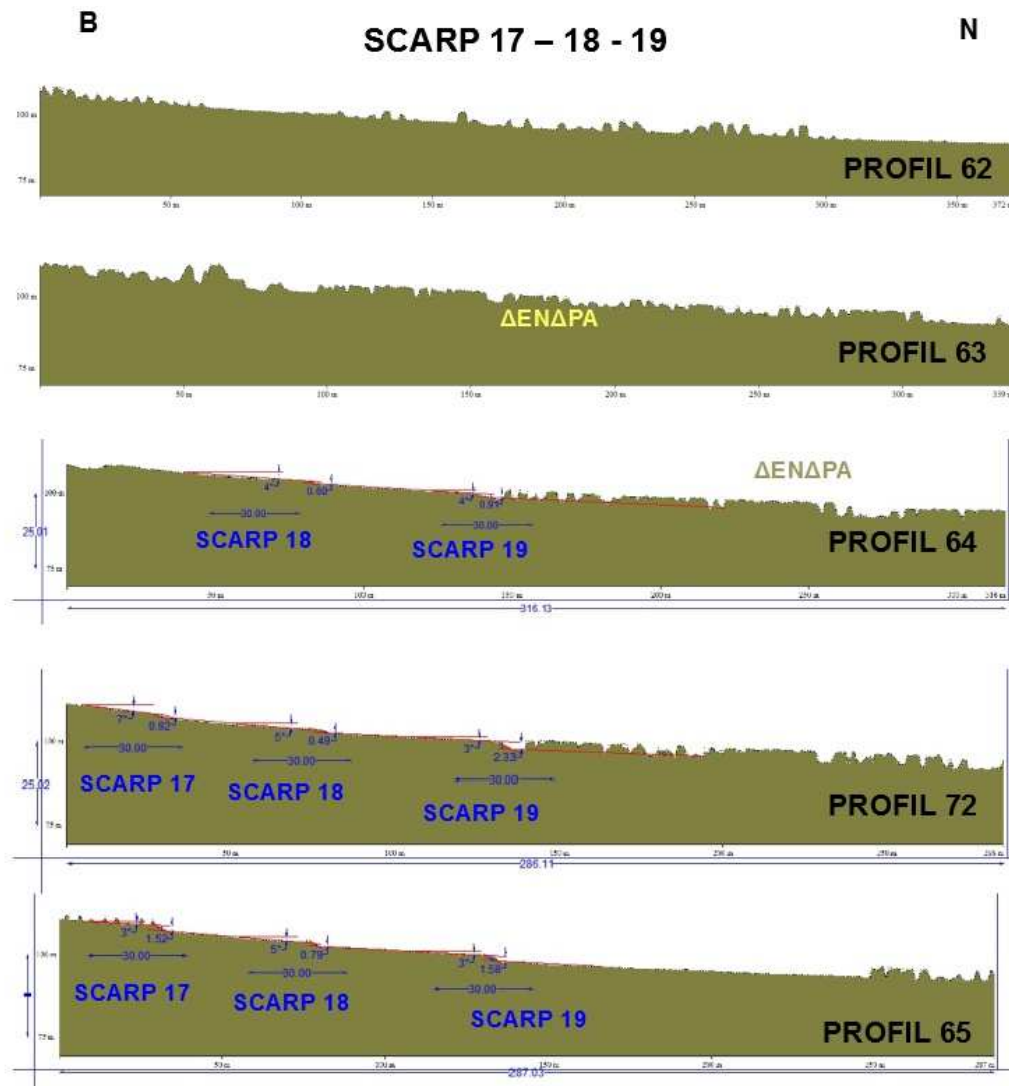


Σχήμα Π4-26. Αναλυτικό προφίλ του ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας της έκτης περιοχής που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο.

Π4-8. Όγδοη Περιοχή.

Για τον έλεγχο της περιοχής, δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ 62, 63, 64, 72, 65, 66, 67, 68, 69, 70, και 71. Το προφίλ (PROFIL 72) τοποθετήθηκε εκ των υστέρων μετά απ το προφίλ 64 για μεγαλύτερη ανάλυση των αναβαθμίδων.

Η ανάλυση των προφίλ παρουσιάζεται στα κάτωθι σχήματα:

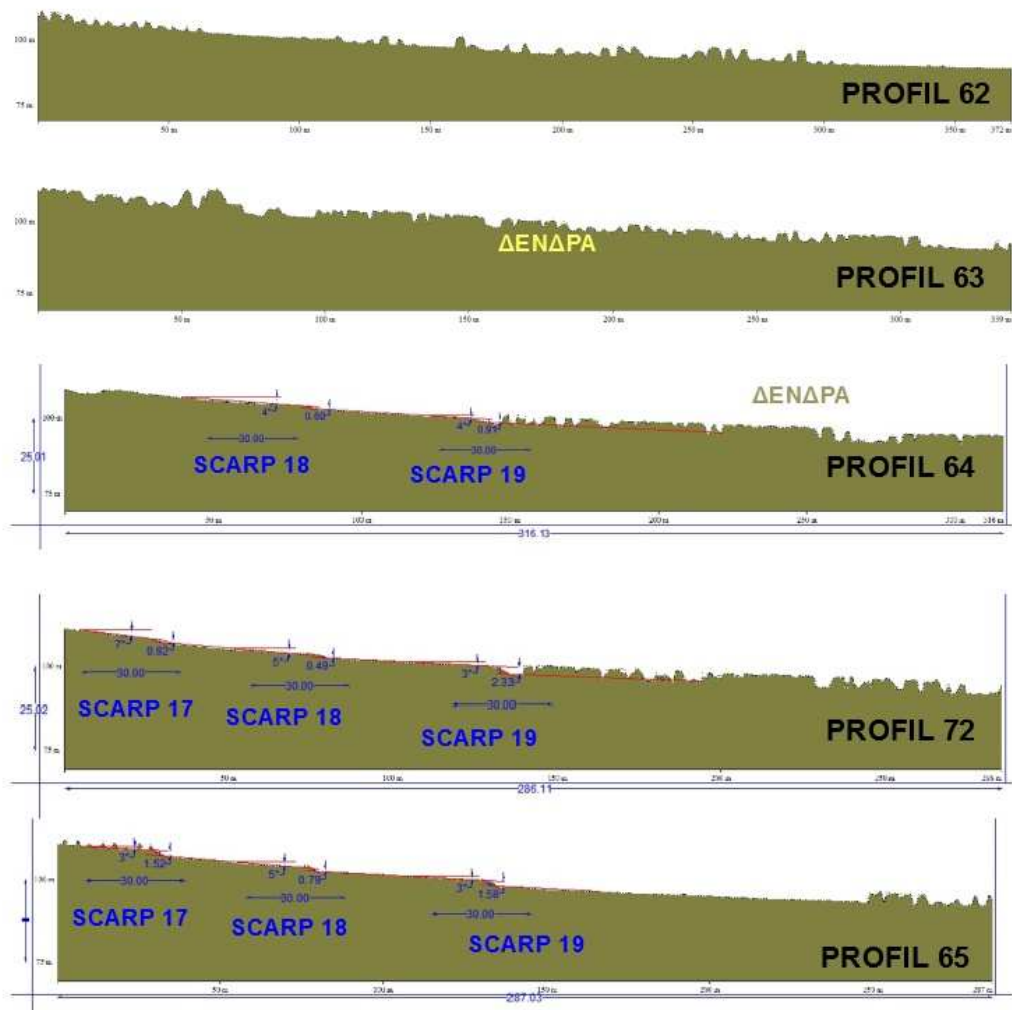


Σχήμα Π4-27. Προφίλ του αναλυτικού ψηφιακών μοντέλων επιφάνειας της όγδοης περιοχής που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο.

B

SCARP 17 – 18 - 19

N

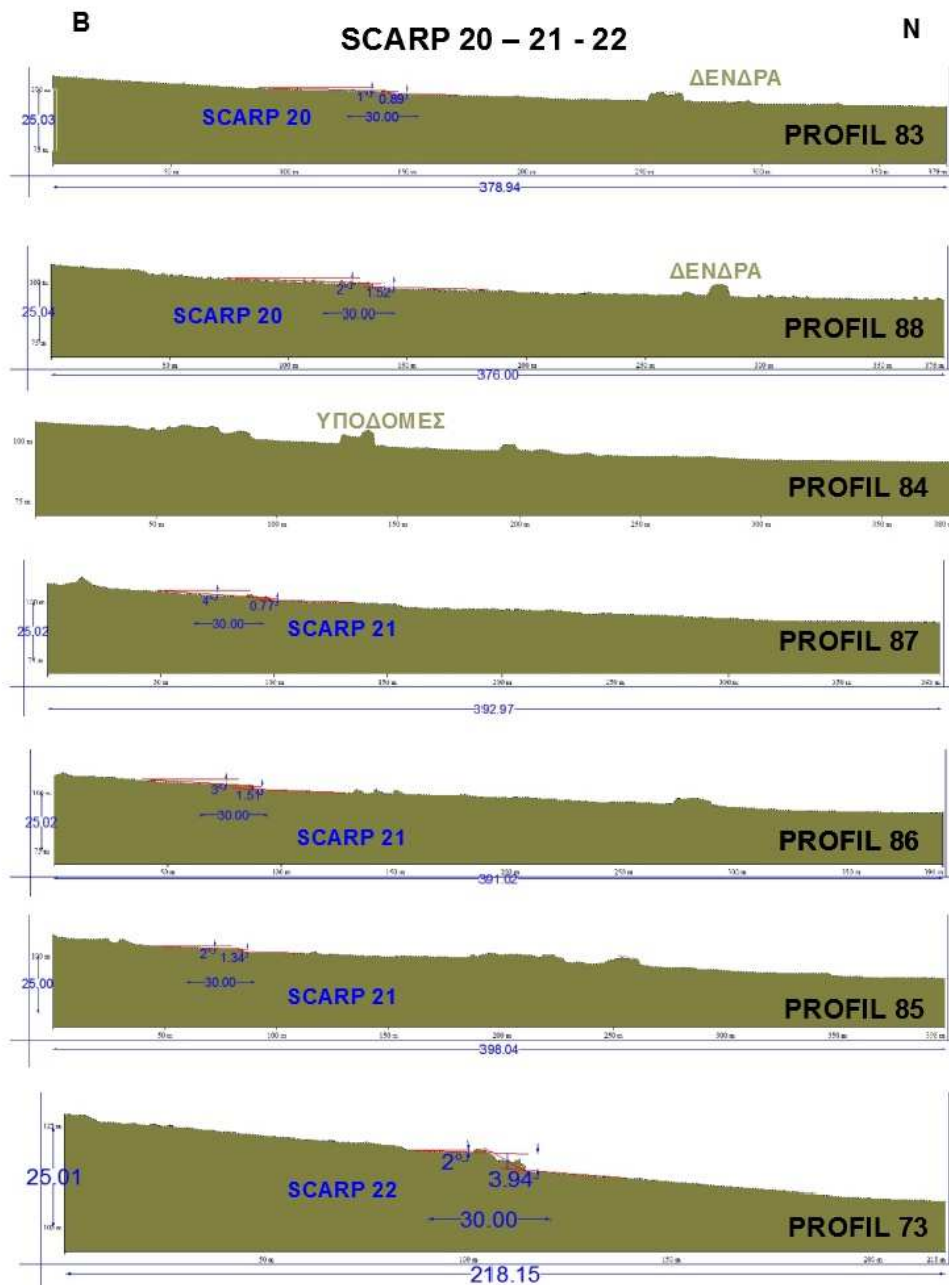


Σχήμα Π4-28. Προφίλ του αναλυτικού ψηφιακών μοντέλων επιφάνειας της όγδοης περιοχής που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο.

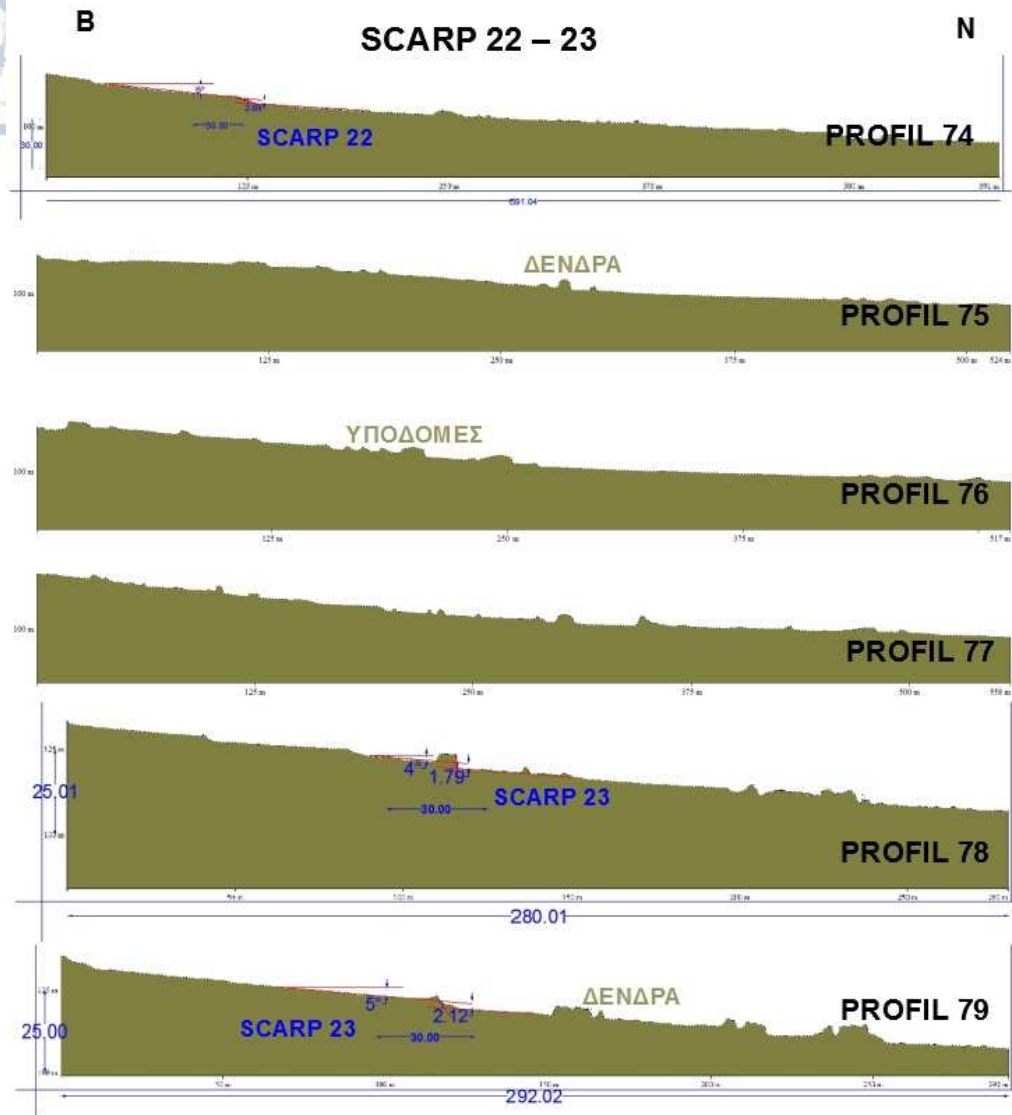
Π4-9. ΕΝΑΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ.

Για τον έλεγχο της περιοχής, δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87 και 88. Κάποια προφίλ (PROFIL 83, 84, 85, 86, 87) τοποθετήθηκαν εκ των υστέρων για καλύτερη ανάλυση των αναβαθμίδων.

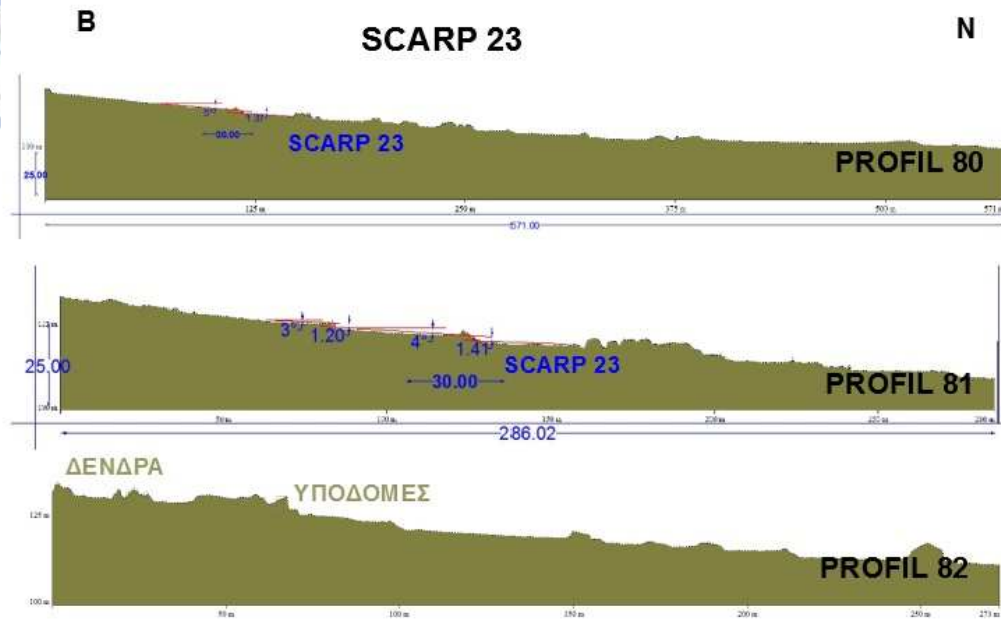
Η ανάλυση των προφίλ παρουσιάζεται στα κάτωθι σχήματα:



Σχήμα Π4-29. Προφίλ του αναλυτικού ψηφιακών μοντέλων επιφάνειας της περιοχής που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο.



Σχήμα Π4-30. Προφίλ του αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων επιφάνειας της περιοχής που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο

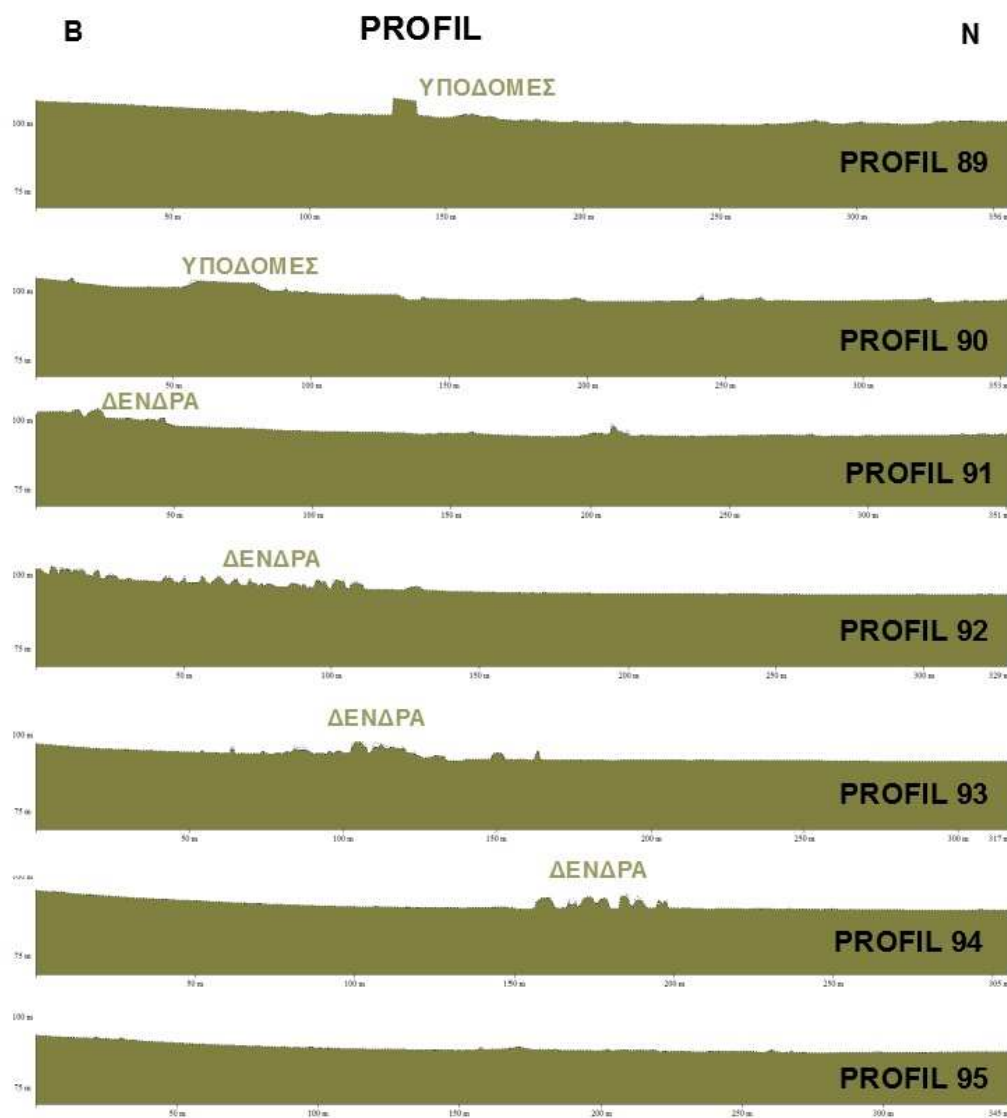


Σχήμα Π4-31. Προφίλ του αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων επιφάνειας της περιοχής που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο

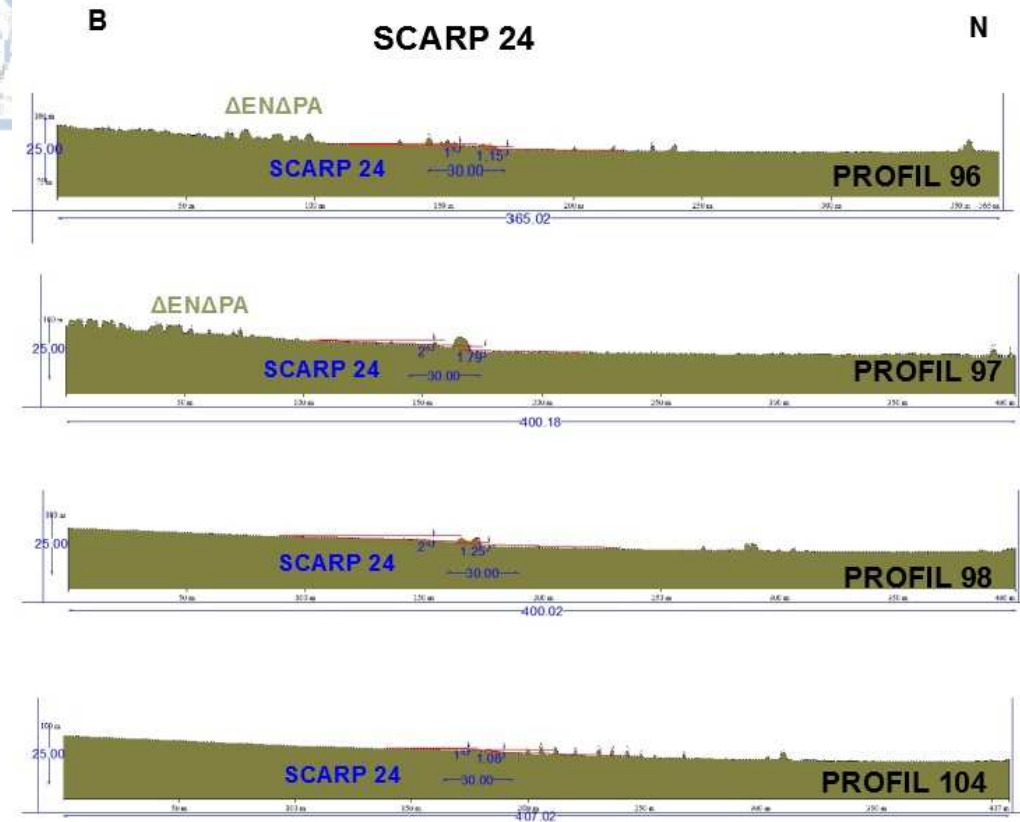
Π4-9. ΔΕΚΑΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ.

Για τον έλεγχο της περιοχής, δημιουργήθηκαν και ελέγχθηκαν τα εδαφικά προφίλ 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103 και 104. Το προφίλ 104 τοποθετήθηκε εκ των υστέρων για καλύτερη ανάλυση των αναβαθμίδων.

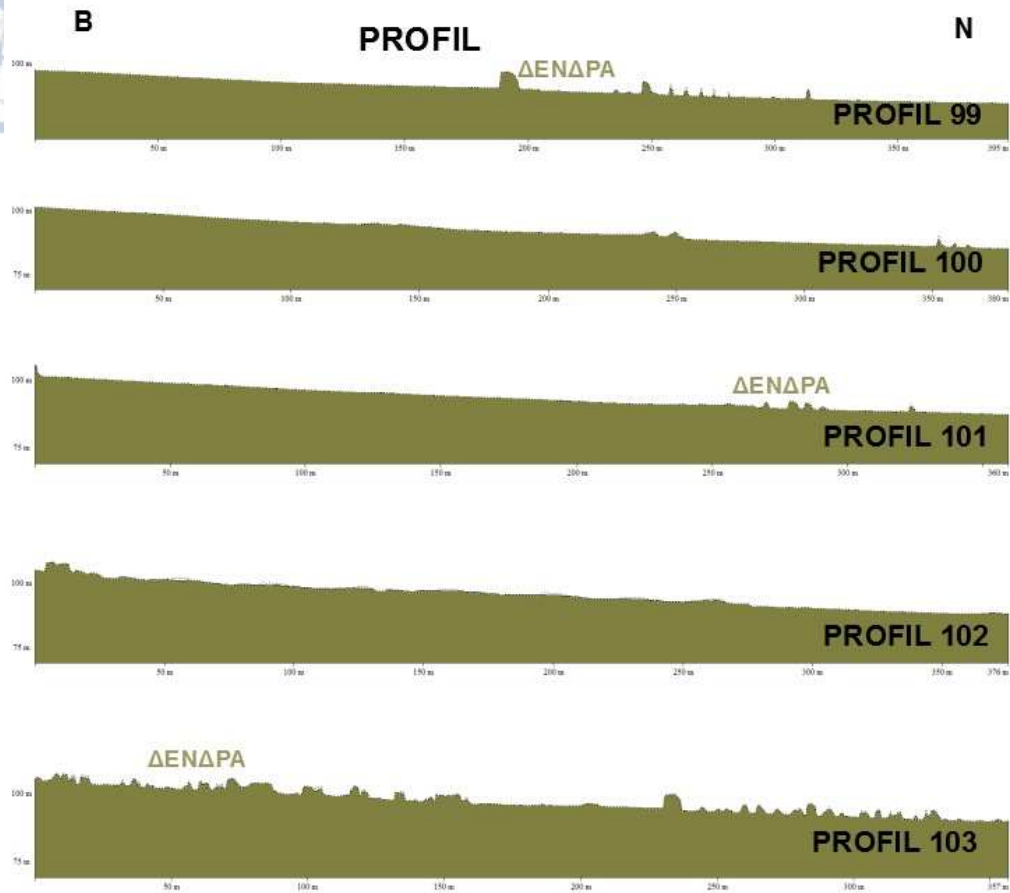
Η ανάλυση των προφίλ παρουσιάζεται στα κάτωθι σχήματα:



Σχήμα Π4-32. Προφίλ του αναλυτικού ψηφιακών μοντέλων επιφάνειας της περιοχής που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο.



Σχήμα 174-33. Προφίλ του αναλυτικού ψηφιακών μοντέλων επιφάνειας της περιοχής που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο.

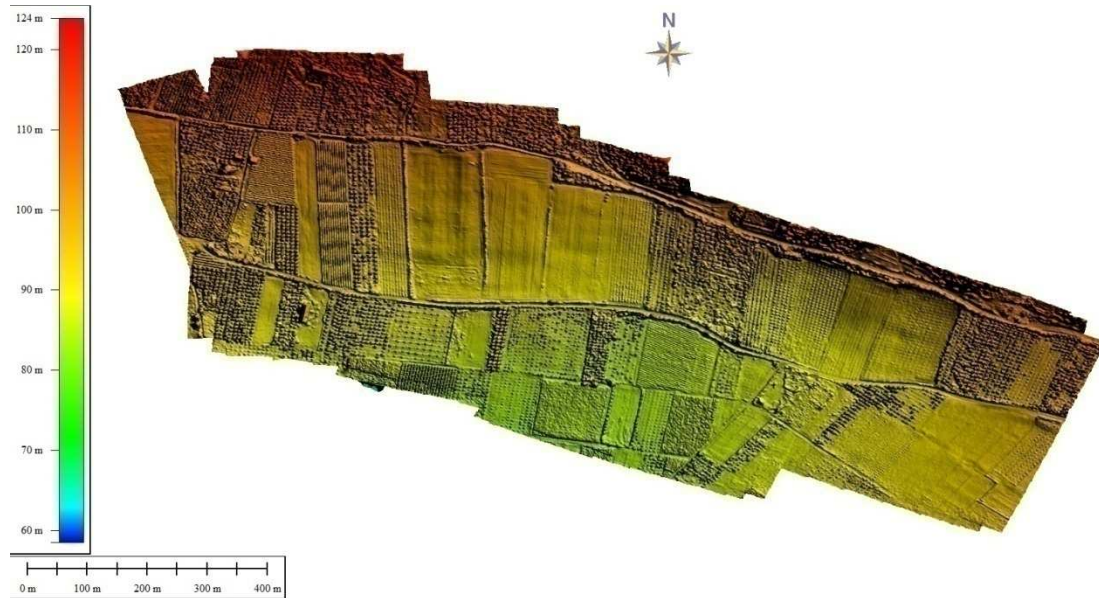


Σχήμα Π4-34. Προφίλ του αναλυτικού ψηφιακών μοντέλων επιφάνειας της περιοχής που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο.

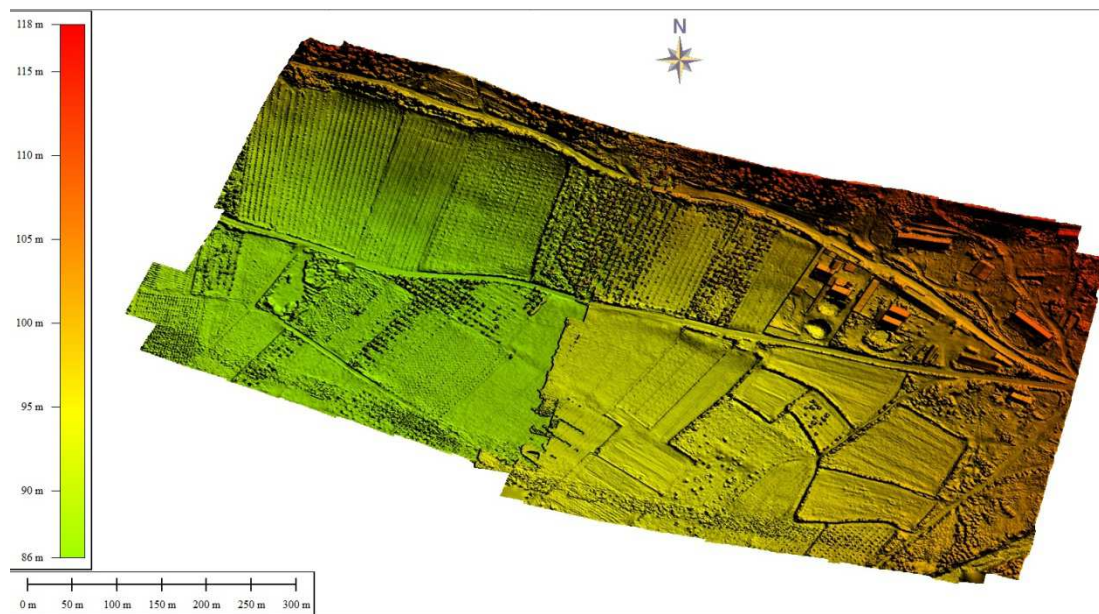
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΡΟΔΙΑΣ

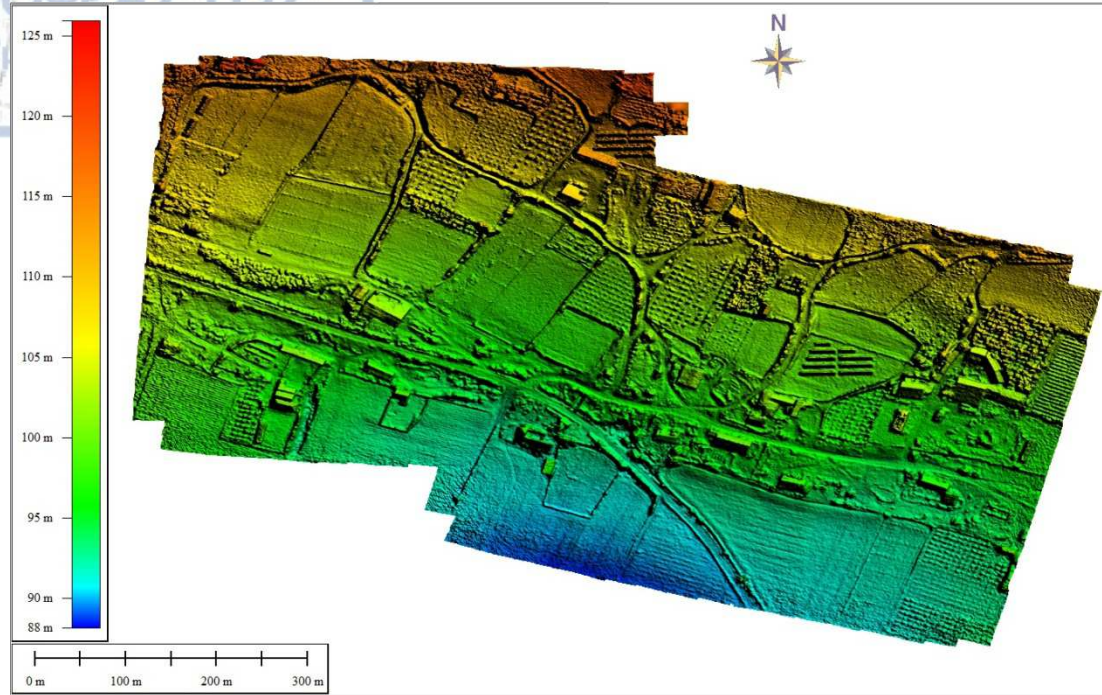
Στο παράρτημα 5 παρουσιάζονται τα ψηφιακά μοντέλα της περιοχής Ροδιάς.



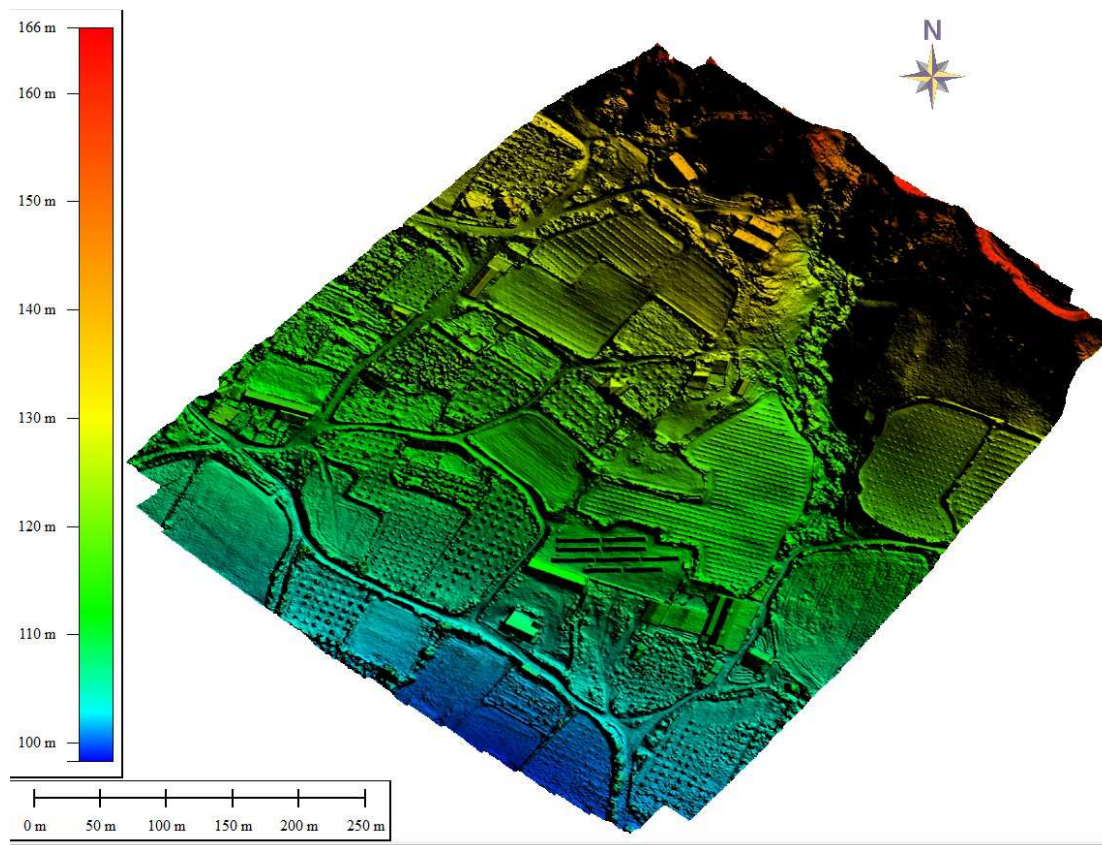
Σχήμα Π5-1. Ψηφιακό μοντέλο Αργυροπουλίου (ARG3-4-5)



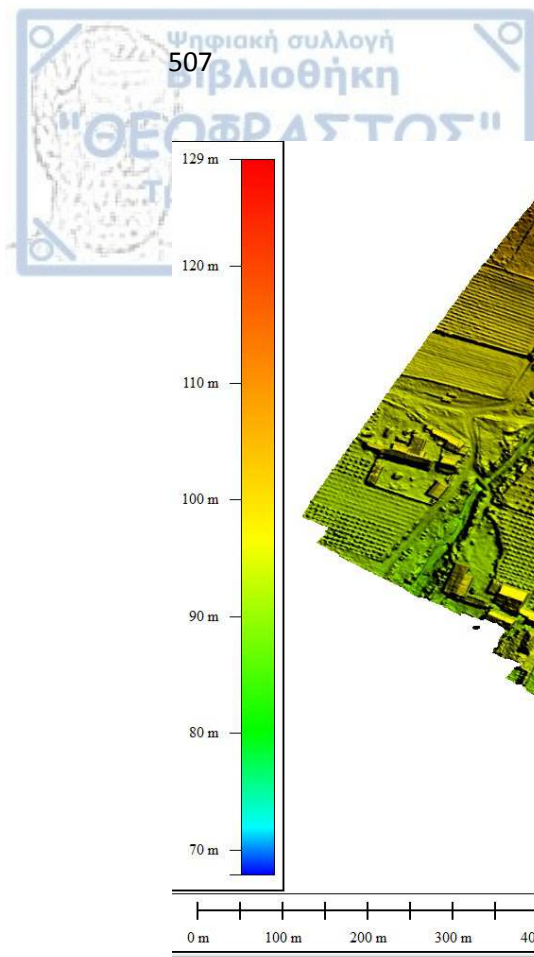
Σχήμα Π5-2. Ψηφιακό μοντέλο Αργυροπουλίου (ARG 5-6)



Σχήμα Π5-3. Ψηφιακό μοντέλο Αργυροπουλίου (ARG 7-8)



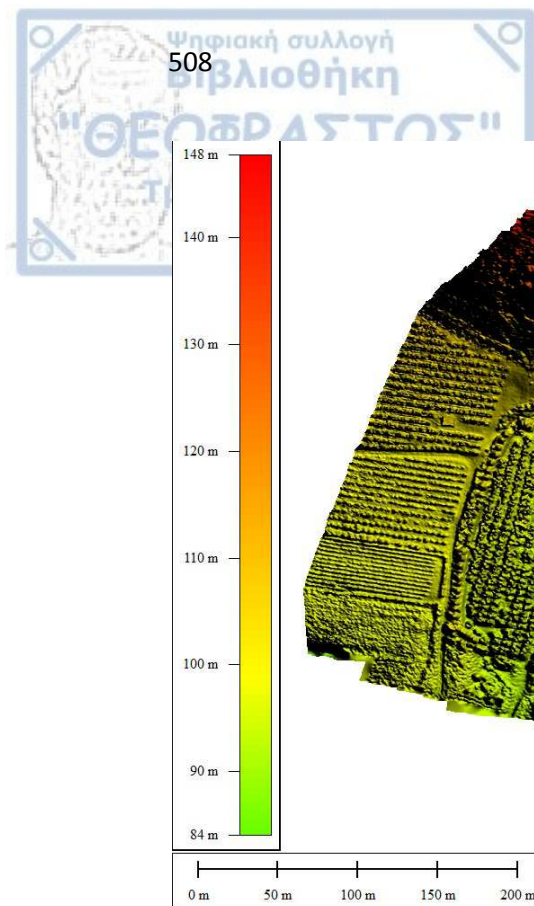
Σχήμα Π5-4 Ψηφιακό μοντέλο Αργυροπουλίου (ARG 9)



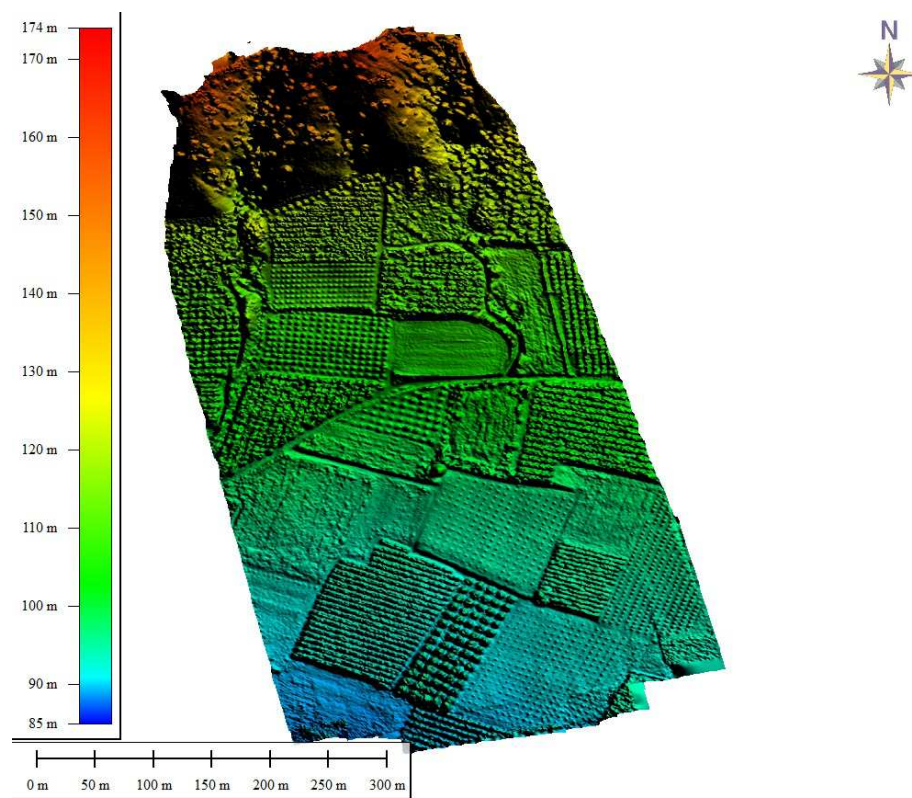
Σχήμα Π5-5. Ψηφιακό μοντέλο Αργυροπουλίου (ARG 10)



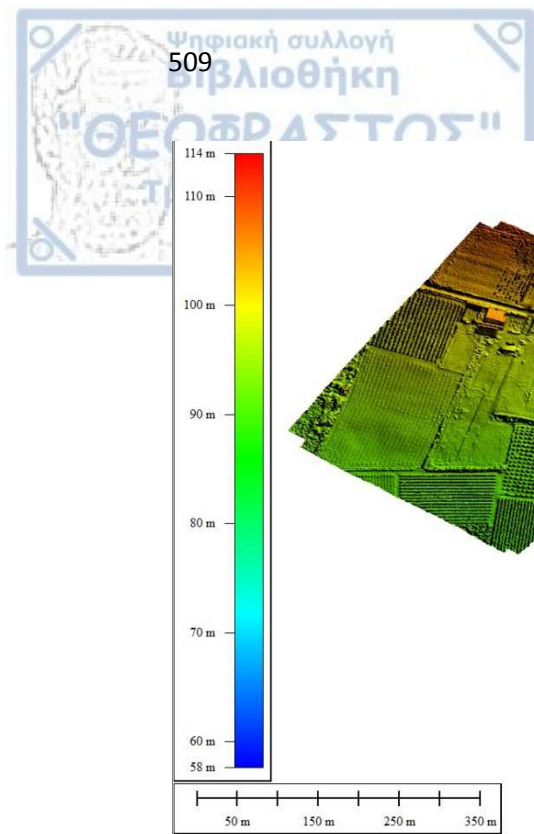
Σχήμα Π5-6. Ψηφιακό μοντέλο Αργυροπουλίου (ARG 11)



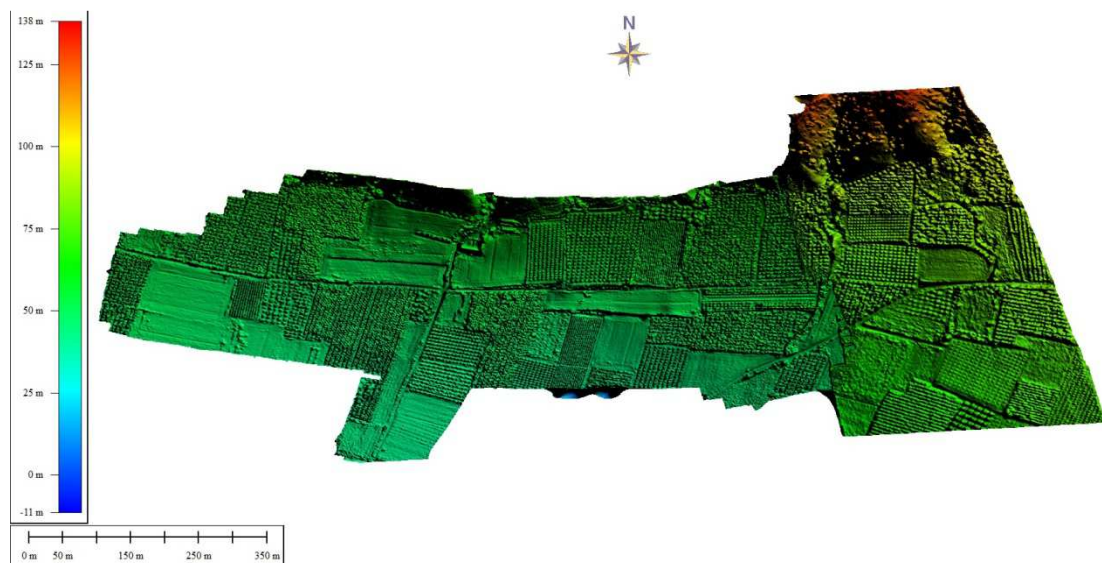
Σχήμα Π5-7. Ψηφιακό μοντέλο Δελέρια (DEL 1)



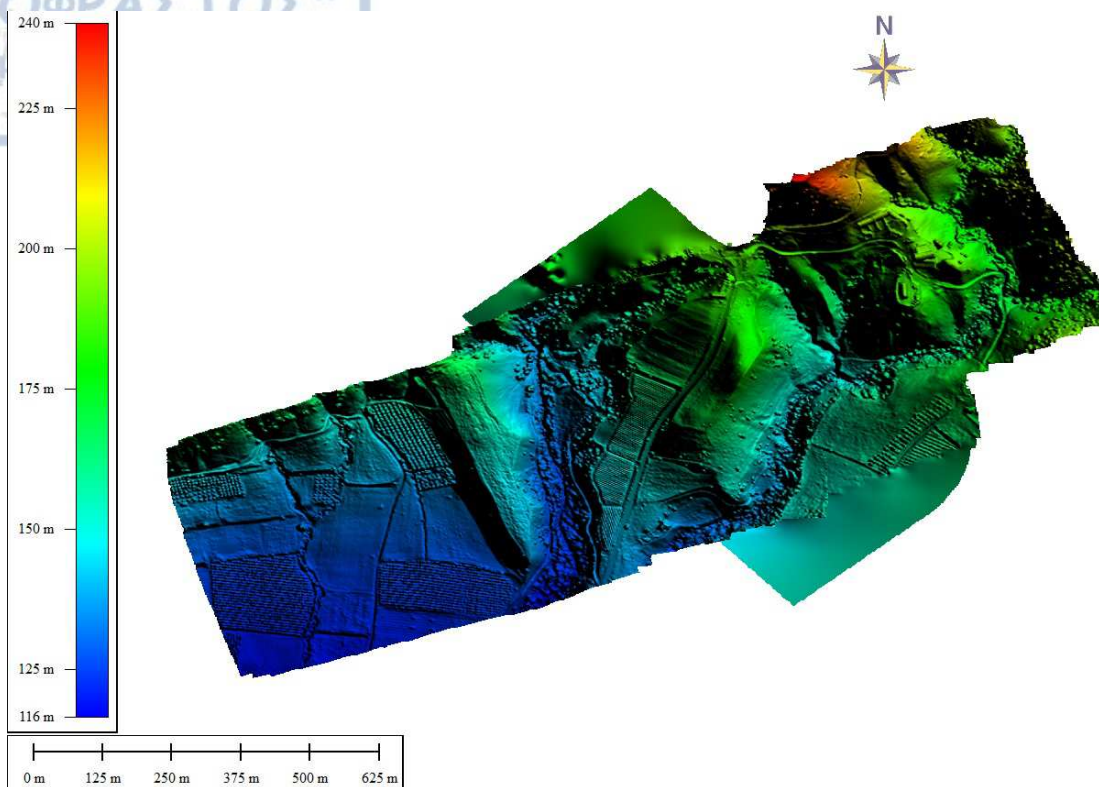
Σχήμα Π5-8. Ψηφιακό μοντέλο Δελέρια (DEL 2)



Σχήμα Π5-9. Ψηφιακό μοντέλο Δελέρια (DEL 4-5)

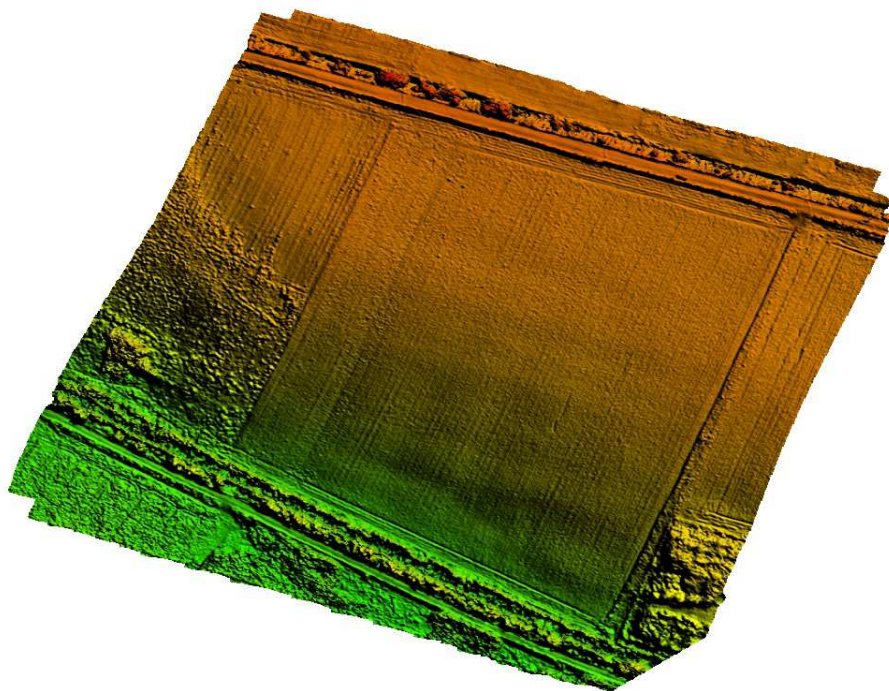


Σχήμα Π5-10. Ψηφιακό μοντέλο Ροδιάς (ROD3)

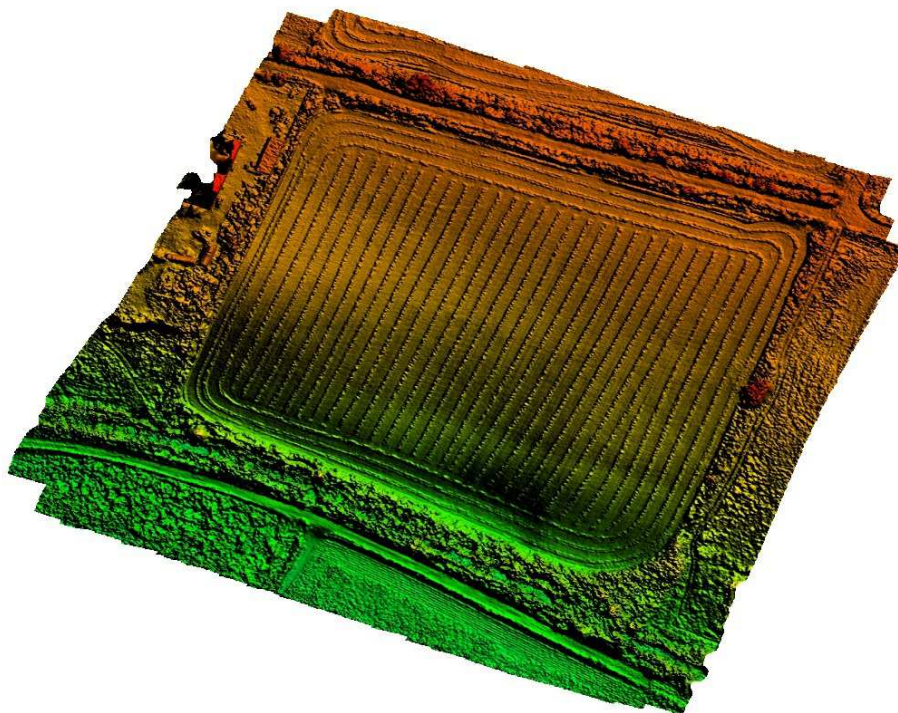


Σχήμα Π5-11. Ψηφιακό μοντέλο Ροδιάς (ROD 4-5)

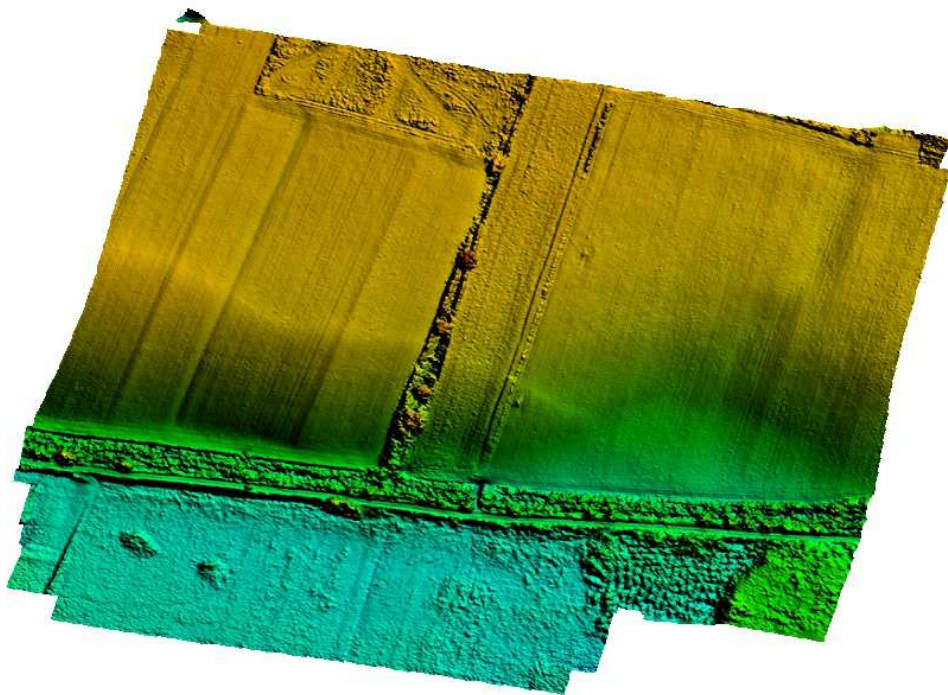
ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΓΥΡΤΩΝΗΣ



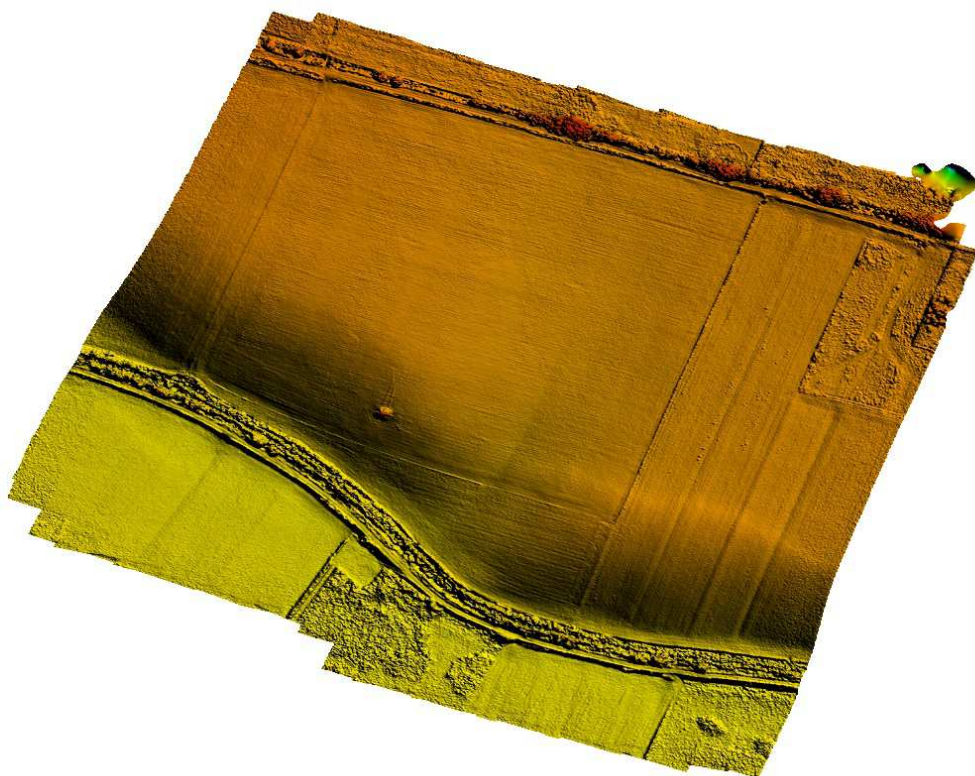
Σχήμα Π6-1. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G1



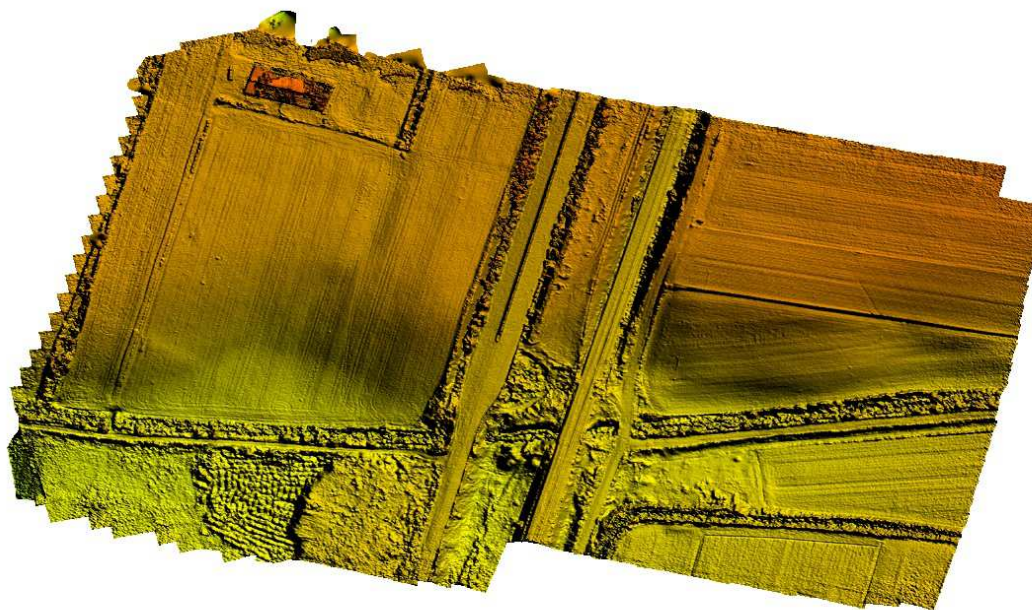
Σχήμα Π6-2. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G2



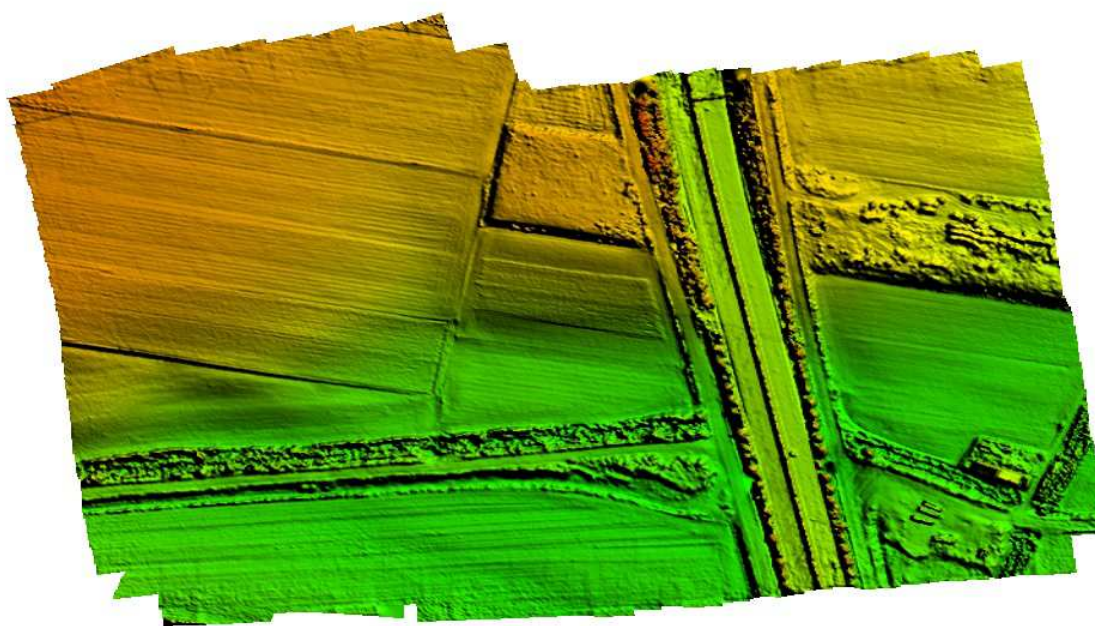
Σχήμα Π6-3. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G3



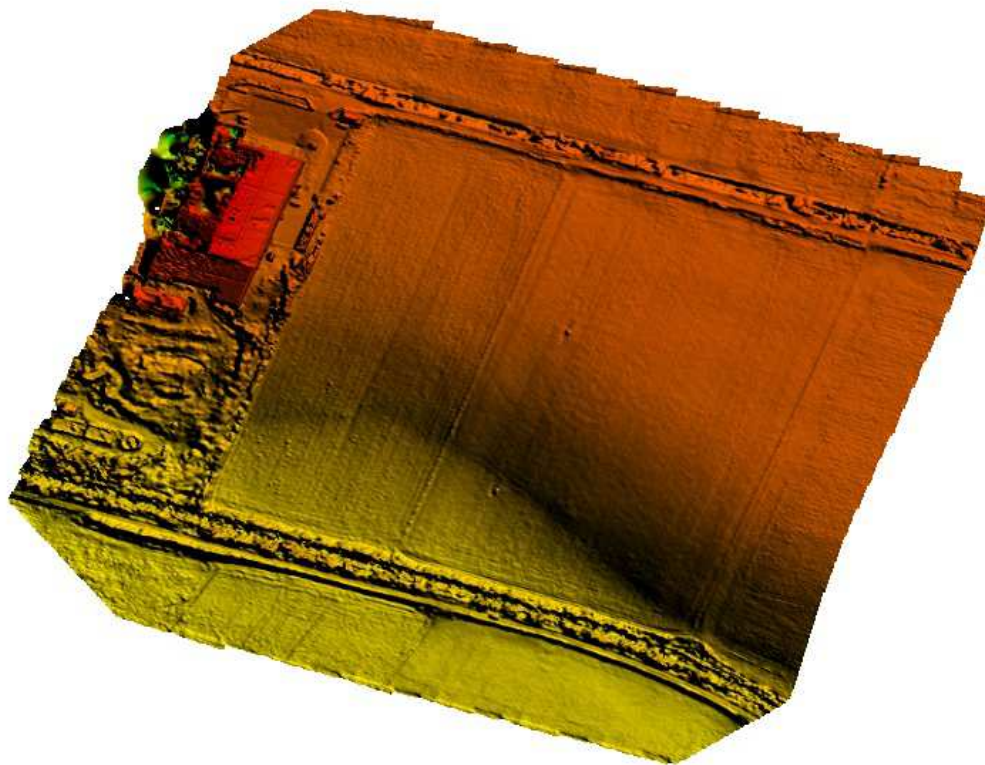
Σχήμα Π6-4. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G4



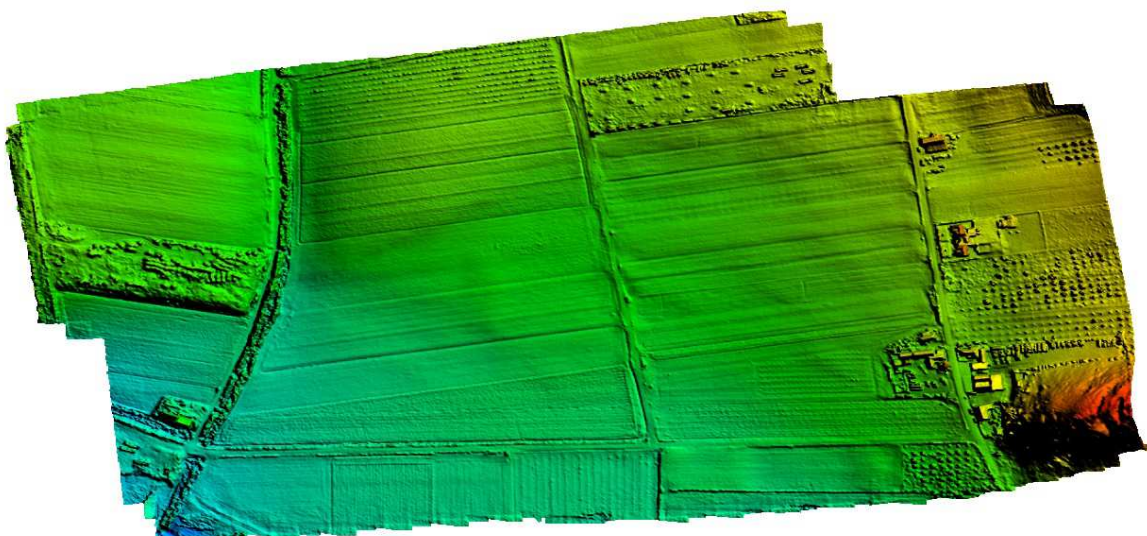
Σχήμα Π6-5. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G5



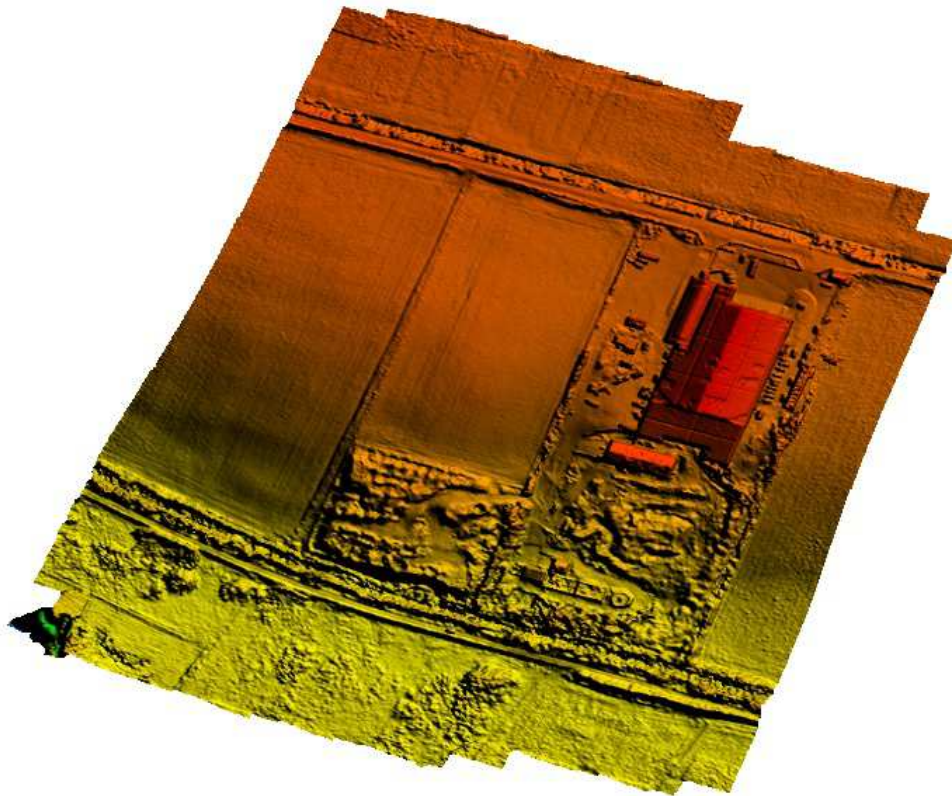
Σχήμα Π6-6. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G7



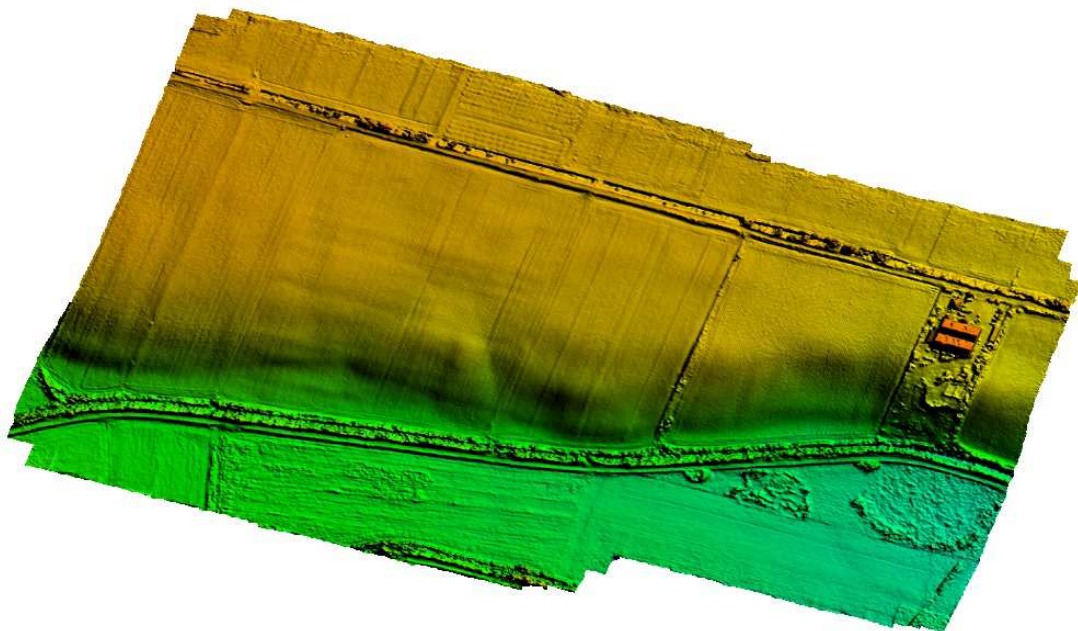
Σχήμα Π6-7 Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G8



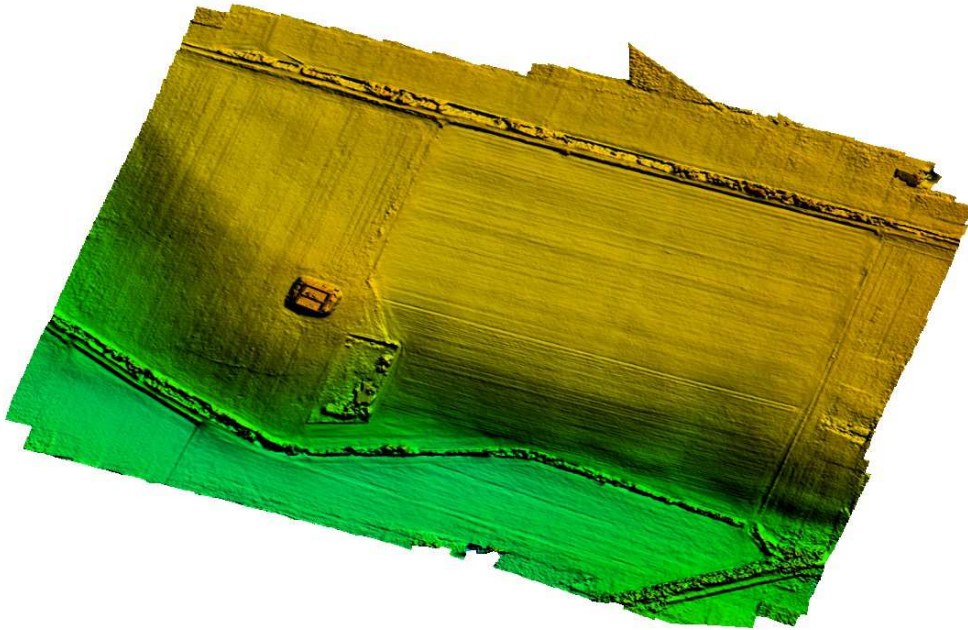
Σχήμα Π6-8. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G9 – 10



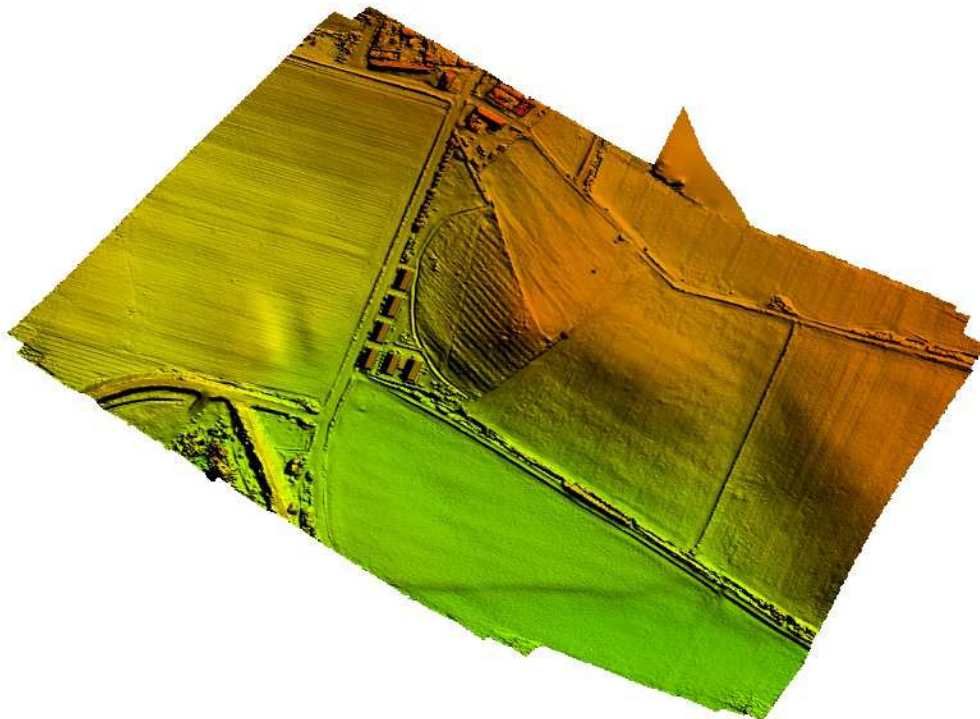
Σχήμα Π6-9. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G11



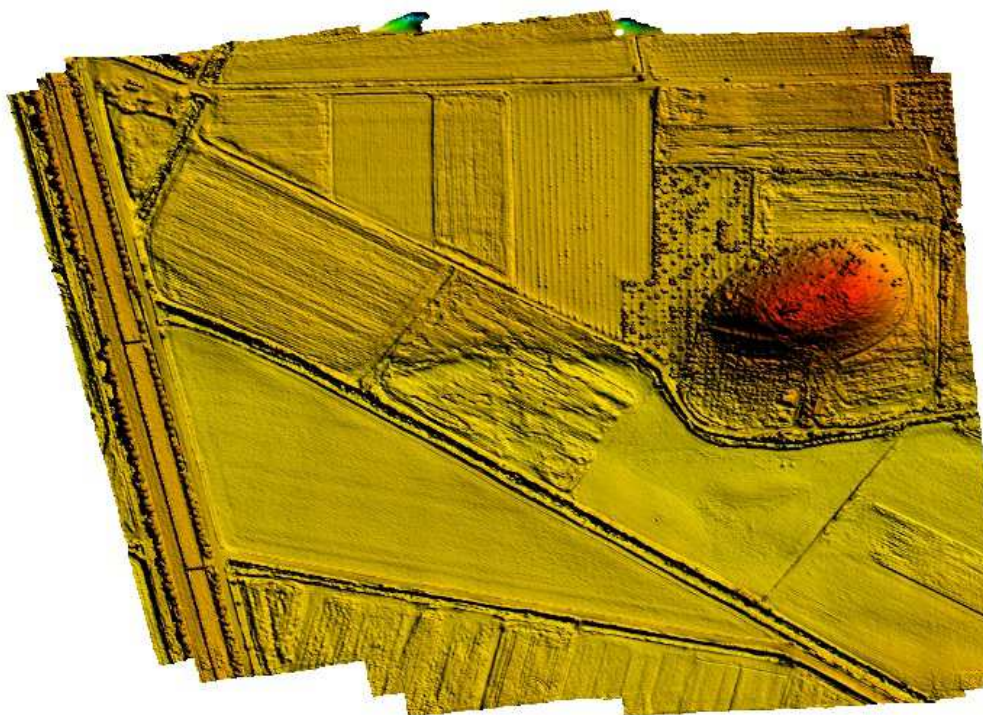
Σχήμα Π6-10. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G12



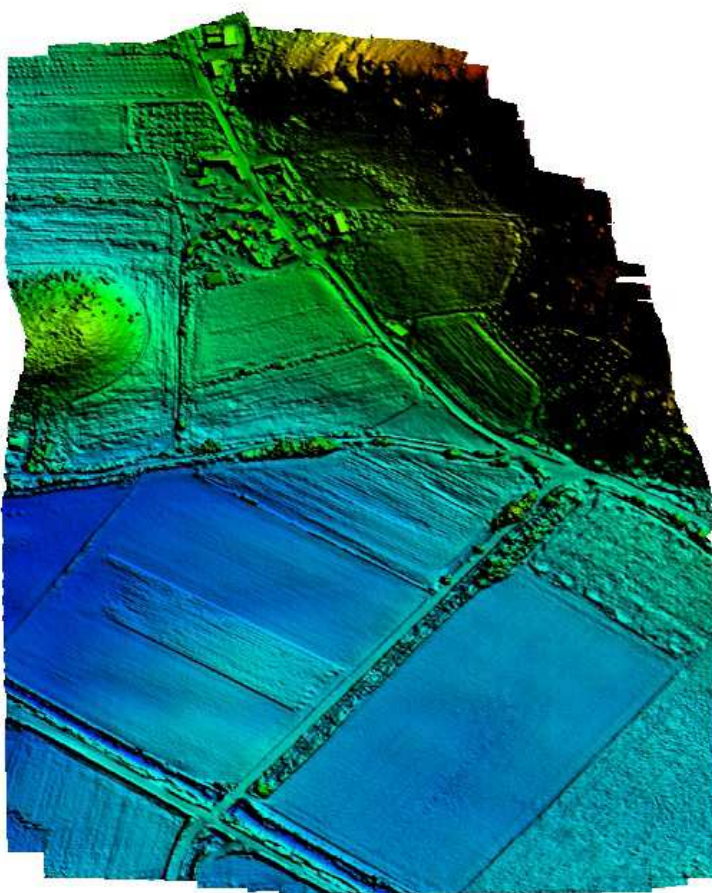
Σχήμα Π6-11. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G13



Σχήμα Π6-12. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G14



Σχήμα Π6-13. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G15



Σχήμα Π6-14. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G16



Σχήμα Π6-15. Ψηφιακό μοντέλο Γυρτώνης G17

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7

ΕΝΧΕΙΡΙΔΙΟ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΠΤΗΣΕΩΣ ΣΜΗΕΑ (CHECKLIST)

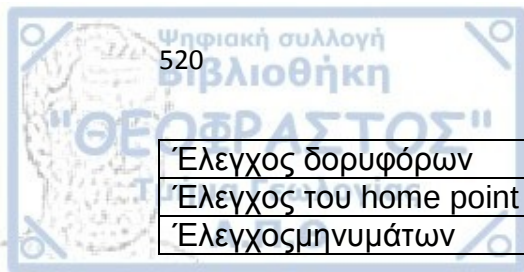
Από την Σχολή χειριστών ΣμηΕΑ: The Drone Project

Προ-αναχωρήσεως

Έλεγχος Μετεωρολογικών δεδομένων	
Έλεγχος ενημερώσεων ΣμηΕΑ	
Ενημέρωση εφαρμογής πτήσεως	
Έλεγχος χαρτών περιοχής	
Έλεγχος Γεωπερίφραξης περιοχής πτήσεως.	
Συμπλήρωση εντύπου RiskManagement	
Φόρτιση Μπαταριών	
Φόρτιση τηλεχειριστηρίου	
Tablet/τηλέφωνο/συσσκευές/πλήρως φορτισμένα	
SD κάρτα - formatted ή με επαρκή χώρο	
Προπέλες	
Καλώδια, προσαρμογείς, φορτιστές κτλ	
Χρήσιμα εξαρτήματα όπως ακουστικά, γυαλιά FPV Goggles κτλ	
Φίλτρα, πανί καθαρισμού	
Έγγραφα χειριστού, ασφάλεια	

Προ-πτήσεως

Συμπλήρωση-έλεγχος εντύπου RiskManagement	
Καθορισμός/σήμανση περιοχής από-προσγειώσεων	
Καθορισμός/σήμανση περιοχής διαδικασιών ανάγκης	
Έλεγχος του Drone για εμφανείς βλάβες	
Έλεγχος φόρτισης μπαταριών	
Εισαγωγή μπαταρίας στο drone	
Απομάκρυνση των προστατευτικών κάμερας	
Έλεγχος προπελών για εμφανείς βλάβες	
Τοποθέτηση προπελών/ασφάλιση	
Τοποθέτηση φίλτρων (αν απαιτείται)	
SD κάμερα στο σκάφος	
Ενεργοποίηση τηλεχ/ρίου και εφαρμογής πλοήγησης	
Κεραίες σκάφους και τηλεχειριστηρίου - επάνω	
Ενεργοποίηση drone	
Τοποθέτηση του drone στη θέση απογείωσης	
Ευθυγράμμιση πυξίδας (αν απαιτείται)	
Τοποθέτηση/έλεγχος: Mode 2	
RTH ύψους	
RC signal lost	
Critical και Low battery	



520

Έλεγχος δορυφόρων	
Έλεγχος του home point	
Έλεγχος μηνυμάτων	

Προ απογείωσης

Έλεγχος περιοχής για:	
άλλα σκάφη εν πτήση	
επικίνδυνα πουλιά	
Περιοχή πτήσεως καθαρή από ανθρώπους.	
Προειδοποίηση παρευρισκομένων για:	
εκκίνηση	
απογείωση	
Απογείωση για αιώρηση άνω των 2 m	
Έλεγχοι ανταπόκρισης χειριστηρίων	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Αναλυτικά παρουσιάζεται ο υπολογισμός του σφάλματος των ψηφιακών μοντέλων από την περιοχή της Ροδιάς.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (ARG 3, 4, 5)	
Επιφάνεια χαρτογράφησης Km²	0,555
Αριθμός φωτογραφιών	1077
Ανάλυση μοντέλου (Ground Resol) cm/pix	3,1
Μέσο ύψος πτήσης (m)	80,8

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 1	352872,881	352873,258	-0,377	0,377
GCP 2	352946,17	352873,258	0,564	0,564
GCP 3	353549,302	353548,975	0,327	0,327
GCP 4	353505,385	353504,93	0,455	0,455

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Y)	UAV (Y)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 1	4410154,5	4410153,959	0,541	0,541
GCP 2	4410153,959	4409918,399	0,240	0,240
GCP 3	4409810,65	4409810,25	0,400	0,400
GCP 4	4409742,859	4409742,281	0,578	0,578

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΔΙΑΦΟΡΑ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Y)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 1	0,377	0,541	0,6594
GCP 2	0,564	0,240	0,6129
GCP 3	0,327	0,400	0,5167
GCP 4	0,455	0,578	0,7356

Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE=1,2722m

ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 1	100,044	101,515	-1,471	1,471
GCP 2	90,563	91,079	-0,516	0,516
GCP 3	88,241	88,18	0,061	0,061
GCP 4	87,208	86,694	0,514	0,514

Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE = 0,8213 m

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (ARG 5,6)	
Επιφάνεια χαρτογράφησης Km ²	0,312
Αριθμός φωτογραφιών	448
Ανάλυση μοντέλου (Ground Resol) cm/pix	3,62
Μέσο ύψος πτήσης (m)	83,6

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 5	354056,154	354057,322	-1,168	1,168
GCP 6	353942,993	353942,993	0,012	0,012
GCP 7	354140,81	354140,81	-0,431	0,431

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Y)	UAV (Y)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 5	4409798,519	4409799,241	-0,722	0,722
GCP 6	4409706,481	4409706,696	-0,215	0,215
GCP 7	4409772,648	4409773,241	-0,593	0,593

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΔΙΑΦΟΡΑ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Y)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 5	1,168	0,722	1,3731
GCP 6	0,012	0,215	0,2153
GCP 7	0,431	0,593	0,7331

Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE=0,9072m

ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 5	103,455	102,65	0,805	0,805
GCP 6	86,002	85,73	0,272	0,272
GCP 7	105,369	104,868	0,501	0,501

Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE=0,5695m

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (ARG 7)	
Επιφάνεια χαρτογράφησης Km ²	0,362
Αριθμός φωτογραφιών	473
Ανάλυση μοντέλου (Ground Resol) cm/pix	3,00
Μέσο ύψος πτήσης (m)	80,2

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 8	355623,423	355622,076	1,370	1,370
GCP 9	355405,338	355404,65	0,688	0,688
GCP 10	355883,002	355882,225	0,777	0,777

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Y)	UAV (Y)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 8	4409121,46	4409120,954	0,506	0,506
GCP 9	4408950,313	4408948,798	1,515	1,515
GCP 10	4408719,568	4408718,37	1,198	1,198

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΔΙΑΦΟΡΑ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Y)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 8	1,347	0,506	1,4389
GCP 9	0,688	1,515	1,6639
GCP 10	0,777	1,198	1,4279

Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE= 1,5141m

ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 8	111,489	112,415	-0,926	0,926
GCP 9	100,364	101,207	-0,843	0,843
GCP 10	95,494	96,951	-,1457	1,457

Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE= 1,1092m

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (ARG 10)

Επιφάνεια χαρτογράφησης Km ²	0,417
Αριθμός φωτογραφιών	837
Ανάλυση μοντέλου (Ground Resol) cm/pix	2,91
Μέσο ύψος πτήσης (m)	77,7

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 11	356116,25	356116,889	-0,639	0,639
GCP 12	356046,549	356045,562	0,987	0,987
GCP 13	356598,194	356598,264	-0,070	0,070

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Y)	UAV (Y)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 11	4408899,807	4408900,348	-0,541	0,541
GCP 12	4408492,031	4408492,319	-0,288	0,288
GCP 13	4408551,843	4408552,489	-0,646	0,646

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΔΙΑΦΟΡΑ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Y)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 11	0,639	0,541	0,8373
GCP 12	0,987	0,288	1,0282
GCP 13	0,070	0,646	0,6498

Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE=0,8525m

ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 11	103,304	104,732	-1,428	1,428
GCP 12	94,059	94,39	-0,331	0,331
GCP 13	101,775	101,624	0,151	0,151

Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE = 0,8508 m

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (ARG 11)

Επιφάνεια χαρτογράφησης Km ²	0,194
Αριθμός φωτογραφιών	928
Ανάλυση μοντέλου (Ground Resol) cm/pix	1,5
Μέσο ύψος πτήσης (m)	60,8

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 14	356598,194	356598,264	-0,070	0,070
GCP 15	356922,694	356921,917	0,777	0,777
GCP 16	357132,889	357134,3087	-1,419	1,419

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Y)	UAV (Y)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 14	4408551,843	4408552,489	-0,646	0,646
GCP 15	4408479,373	4408479,065	0,308	0,308
GCP 16	4408363,349	4408363,259	0,090	0,090

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΔΙΑΦΟΡΑ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Y)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 14	0,070	0,646	0,5498
GCP 15	0,777	0,308	0,8358
GCP 16	1,4197	0,090	1,4225

Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE=1,0238m

ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 14	101,775	101,608	0,168	0,167
GCP 15	102,767	101,731	1,036	1,036
GCP 16	95,889	95,184	0,705	0,705

Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE = 0,7299 m

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (RODIA 2)

Επιφάνεια χαρτογράφησης Km ²	0,358
Αριθμός φωτογραφιών	1241
Ανάλυση μοντέλου (Ground Resol) cm/pix	1,78
Μέσο ύψος πτήσης (m)	69,3

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 17	358319,732	358320,429	-0,697	0,697
GCP 18	358281,717	358280,78	0,937	0,937
GCP 19	358656,008	358655,57	0,438	0,438

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Y)	UAV (Y)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 17	4408151,215	4408152,315	-1,10	1,10
GCP 18	4408104,452	4408105,228	-0,776	0,776
GCP 19	4407997,223	4407998,014	-0,791	0,791

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΔΙΑΦΟΡΑ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Y)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 17	0,697	1,10	1,3022
GCP 18	0,937	0,776	1,2166
GCP 19	0,438	0,791	0,9042

Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE=1,1538m

ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 17	103,280	102,914	0,366	0,366
GCP 18	97,509	96,051	1,458	1,458
GCP 19	95,018	94,989	0,029	0,029

Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE = 0,8681m

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (RODIA 3-1)	
Επιφάνεια χαρτογράφησης Km ²	0,354
Αριθμός φωτογραφιών	1274
Ανάλυση μοντέλου (Ground Resol) cm/pix	1,9
Μέσο ύψος πτήσης (m)	76,6

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 20	358810,231	358811,027	-0,796	0,796
GCP 21	359120,191	359120,93	-0,739	0,739
GCP 22	359580,902	359579,98	0,922	0,922

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Y)	UAV (Y)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 20	4408094,726	4408095,039	-0,313	0,313
GCP 21	4408369,164	4408369,052	0,112	0,112
GCP 22	4408260,222	4408260,887	-0,665	0,665

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΔΙΑΦΟΡΑ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Y)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 20	0,796	0,313	0,8553
GCP 21	0,739	0,112	0,7474
GCP 22	0,922	0,665	1,1368

Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE=09278m

ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 20	102,684	103,226	-0,542	0,542
GCP 21	136,202	137,156	-0,954	0,954
GCP 22	123,00	123,95	-0,950	0,950

Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE = 0,8379m

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (RODIA 3-2)	
Επιφάνεια χαρτογράφησης Km ²	0,258
Αριθμός φωτογραφιών	853
Ανάλυση μοντέλου (Ground Resol) cm/pix	1,59
Μέσο ύψος πτήσης (m)	64,8

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 23	359575,292	359575,105	0,187	0,187
GCP 24	359862,735	359861,609	1,126	1,126
GCP 25	359863,143	359862,412	0,731	0,731

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Y)	UAV (Y)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 23	4408307,956	4408308,357	-0,401	0,401
GCP 24	4408473,601	4408472,755	0,846	0,846
GCP 25	4408272,364	4408272,15	0,214	0,214

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΔΙΑΦΟΡΑ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Y)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 23	0,187	0,401	0,4425
GCP 24	1,126	0,846	1,408
GCP 25	0,731	0,214	0,7617

Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE=0,9591m

ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 23	123,778	124,929	-1,151	1,151
GCP 24	130,531	130,631	-0,100	0,100
GCP 25	119,551	120,069	-0,518	0,518

Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE = 0,731m

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (RODIA 4)	
Επιφάνεια χαρτογράφησης Km ²	0,491
Αριθμός φωτογραφιών	1190
Ανάλυση μοντέλου (Ground Resol) cm/pix	2,42
Μέσο ύψος πτήσης (m)	96,8

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 26	360226,419	360226,329	0,090	0,090
GCP 27	360370,042	360369,075	0,967	0,967
GCP 28	360396,552	360396,327	0,225	0,225

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (Y)	UAV (Y)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 26	4408705,9	4408706,396	-0,496	0,496
GCP 27	4408469,184	4408468,81	0,374	0,374
GCP 28	4408594,906	4408594,861	0,045	0,045

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΔΙΑΦΟΡΑ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Y)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 26	0,090	0,496	0,5041
GCP 27	0,967	0,374	1,0368
GCP 28	0,225	0,045	0,2295

Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE=0,6787m

ΣΗΜΕΙΟ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 26	138,654	138,699	-0,045	0,045
GCP 27	140,126	140,043	0,083	0,083
GCP 28	159,342	159,464	-0,122	0,122

Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE = 0,0891 m

Συνολικά ο υπολογισμός του μέσου σχετικού σφάλματος των ψηφιακών μοντέλων για την μεγαλύτερη περιοχή που χαρτογραφήθηκε με αεροφωτογραφίες με την χρήση ΣμηΕΑ στην περιοχή της Ροδιάς.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ	
Επιφάνεια χαρτογράφησης Km ²	3,301
Αριθμός φωτογραφιών	8321

ΣΗΜΕΙΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΤΗΜΑΤ (X)	UAV (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 1	352872,881	352873,258	-0,377	0,377
GCP 2	352946,17	352873,258	0,564	0,564
GCP 3	353549,302	353548,975	0,327	0,327
GCP 4	353505,385	353504,93	0,455	0,455
GCP 5	354056,154	354057,322	-1,168	1,168
GCP 6	353942,993	353942,993	0,012	0,012
GCP 7	354140,81	354140,81	-0,431	0,431
GCP 8	355623,423	355622,076	1,370	1,370
GCP 9	355405,338	355404,65	0,688	0,688
GCP 10	355883,002	355882,225	0,777	0,777
GCP 11	356116,25	356116,889	-0,639	0,639
GCP 12	356046,549	356045,562	0,987	0,987
GCP 13	356598,194	356598,264	-0,070	0,070
GCP 14	356598,194	356598,264	-0,070	0,070
GCP 15	356922,694	356921,917	0,777	0,777
GCP 16	357132,889	357134,3087	-1,419	1,419
GCP 17	358319,732	358320,429	-0,697	0,697
GCP 18	358281,717	358280,78	0,937	0,937
GCP 19	358656,008	358655,57	0,438	0,438
GCP 20	358810,231	358811,027	-0,796	0,796
GCP 21	359120,191	359120,93	-0,739	0,739
GCP 22	359580,902	359579,98	0,922	0,922
GCP 23	359575,292	359575,105	0,187	0,187
GCP 24	359862,735	359861,609	1,126	1,126
GCP 25	359863,143	359862,412	0,731	0,731
GCP 26	360226,419	360226,329	0,090	0,090
GCP 27	360370,042	360369,075	0,967	0,967
GCP 28	360396,552	360396,327	0,225	0,225

ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
	ΚΤΗΜΑΤ (Υ)	ΥΑΝ (Υ)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 1	4410154,5	4410153,959	0,541	0,541
GCP 2	4410153,959	4409918,399	0,240	0,240
GCP 3	4409810,65	4409810,25	0,400	0,400
GCP 4	4409742,859	4409742,281	0,578	0,578
GCP 5	4409798,519	4409799,241	-0,722	0,722
GCP 6	4409706,481	4409706,696	-0,215	0,215
GCP 7	4409772,648	4409773,241	-0,593	0,593
GCP 8	4409121,46	4409120,954	0,506	0,506
GCP 9	4408950,313	4408948,798	1,515	1,515
GCP 10	4408719,568	4408718,37	1,198	1,198
GCP 11	4408899,807	4408900,348	-0,541	0,541
GCP 12	4408492,031	4408492,319	-0,288	0,288
GCP 13	4408551,843	4408552,489	-0,646	0,646
GCP 14	4408551,843	4408552,489	-0,646	0,646
GCP 15	4408479,373	4408479,065	0,308	0,308
GCP 16	4408363,349	4408363,259	0,090	0,090
GCP 17	4408151,215	4408152,315	-1,10	1,10
GCP 18	4408104,452	4408105,228	-0,776	0,776
GCP 19	4407997,223	4407998,014	-0,791	0,791
GCP 20	4408094,726	4408095,039	-0,313	0,313
GCP 21	4408369,164	4408369,052	0,112	0,112
GCP 22	4408260,222	4408260,887	-0,665	0,665
GCP 23	4408307,956	4408308,357	-0,401	0,401
GCP 24	4408473,601	4408472,755	0,846	0,846
GCP 25	4408272,364	4408272,15	0,214	0,214
GCP 26	4408705,9	4408706,396	-0,496	0,496
GCP 27	4408469,184	4408468,81	0,374	0,374
GCP 28	4408594,906	4408594,861	0,045	0,045

ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ ΧΥ		
	ΔΙΑΦΟΡΑ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ (Y)	ΧΥ ΔΙΑΦΟΡΑ (7.4.2)
GCP 1	0,377	0,541	0,6594
GCP 2	0,564	0,240	0,6129
GCP 3	0,327	0,400	0,5167
GCP 4	0,455	0,578	0,7356
GCP 5	1,168	0,722	1,3731
GCP 6	0,012	0,215	0,2153
GCP 7	0,431	0,593	0,7331
GCP 8	1,347	0,506	1,4389
GCP 9	0,688	1,515	1,6639
GCP 10	0,777	1,198	1,4279
GCP 11	0,639	0,541	0,8373
GCP 12	0,987	0,288	1,0282
GCP 13	0,070	0,646	0,6498
GCP 14	0,070	0,646	0,5498
GCP 15	0,777	0,308	0,8358
GCP 16	1,4197	0,090	1,4225
GCP 17	0,697	1,10	1,3022
GCP 18	0,937	0,776	1,2166
GCP 19	0,438	0,791	0,9042
GCP 20	0,796	0,313	0,8553
GCP 21	0,739	0,112	0,7474
GCP 22	0,922	0,665	1,1368
GCP 23	0,187	0,401	0,4425
GCP 24	1,126	0,846	1,408
GCP 25	0,731	0,214	0,7617
GCP 26	0,090	0,496	0,5041
GCP 27	0,967	0,374	1,0368
GCP 28	0,225	0,045	0,2295

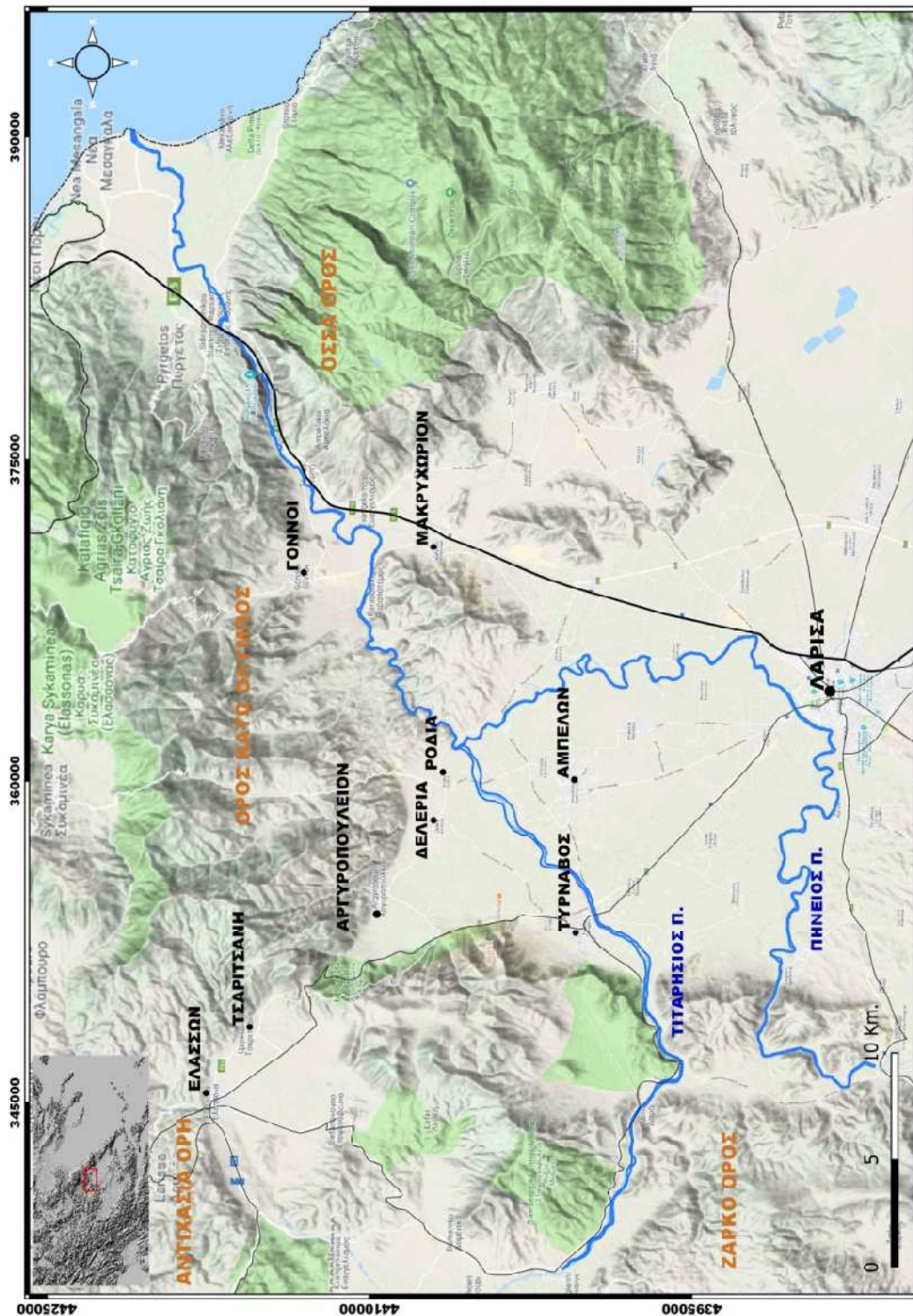
Συνολικό οριζόντιο σφάλμα διανύσματος (ΧΥ) (σχέση 7.4.1) RMSE=0,9821m

ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			
	ΚΤΗΜΑΤ (X)	ΥΑΝ (X)	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΑΠΟΛ. ΤΙΜΗ
GCP 1	100,044	101,515	-1,471	1,471
GCP 2	90,563	91,079	-0,516	0,516
GCP 3	88,241	88,18	0,061	0,061
GCP 4	87,208	86,694	0,514	0,514
GCP 5	103,455	102,65	0,805	0,805
GCP 6	86,002	85,73	0,272	0,272
GCP 7	105,369	104,868	0,501	0,501
GCP 8	111,489	112,415	-0,926	0,926
GCP 9	100,364	101,207	-0,843	0,843
GCP 10	95,494	96,951	-,1457	1,457
GCP 11	103,304	104,732	-1,428	1,428
GCP 12	94,059	94,39	-0,331	0,331
GCP 13	101,775	101,624	0,151	0,151
GCP 14	101,775	101,608	0,168	0,167
GCP 15	102,767	101,731	1,036	1,036
GCP 16	95,889	95,184	0,705	0,705
GCP 17	103,280	102,914	0,366	0,366
GCP 18	97,509	96,051	1,458	1,458
GCP 19	95,018	94,989	0,029	0,029
GCP 20	102,684	103,226	-0,542	0,542
GCP 21	136,202	137,156	-0,954	0,954
GCP 22	123,00	123,95	-0,950	0,950
GCP 23	123,778	124,929	-1,151	1,151
GCP 24	130,531	130,631	-0,100	0,100
GCP 25	119,551	120,069	-0,518	0,518
GCP 26	138,654	138,699	-0,045	0,045
GCP 27	140,126	140,043	0,083	0,083
GCP 28	159,342	159,464	-0,122	0,122

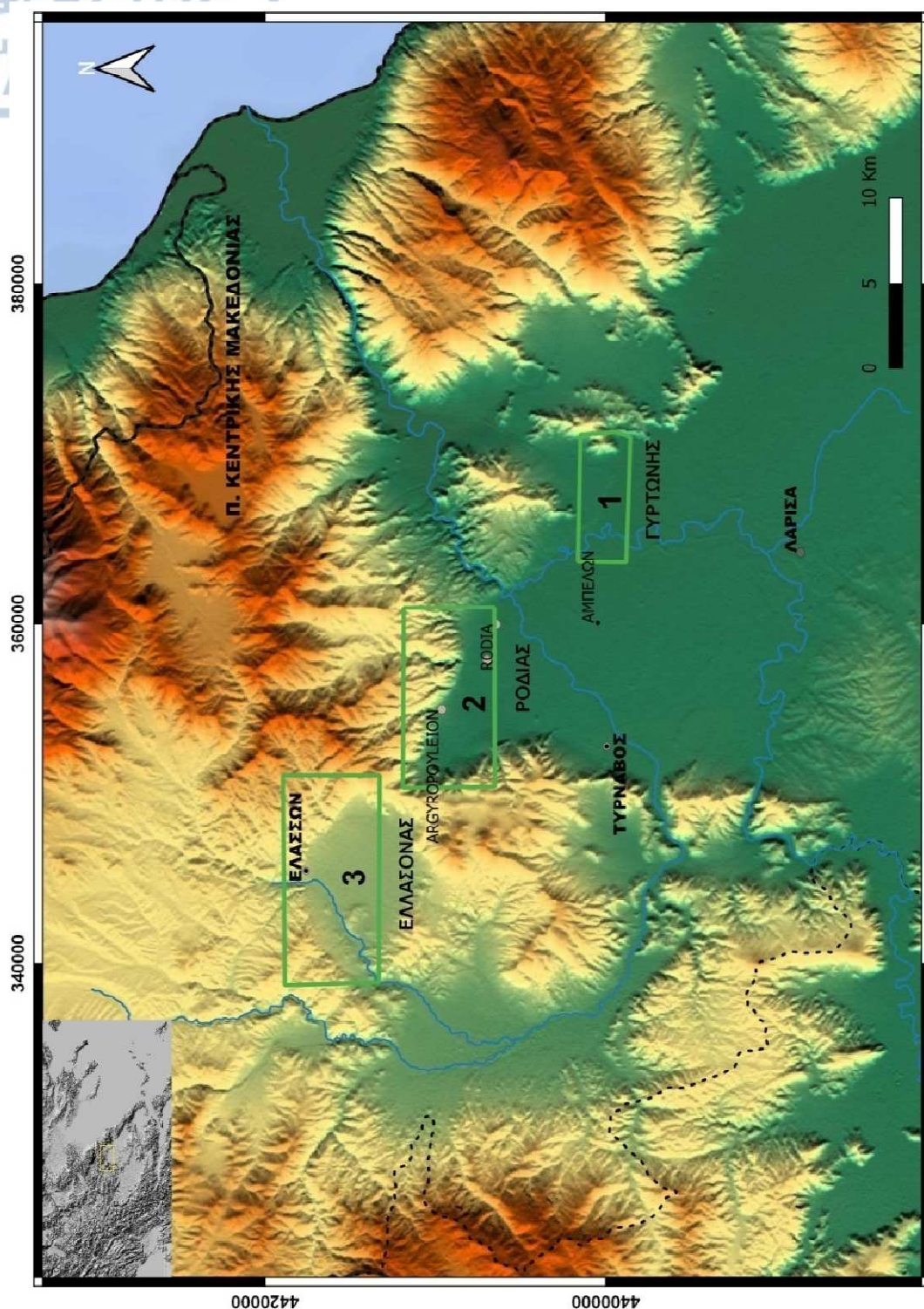
Συνολικό κατακόρυφο σφάλμα (σχέση 7.1) RMSE = 0,7821 m

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9

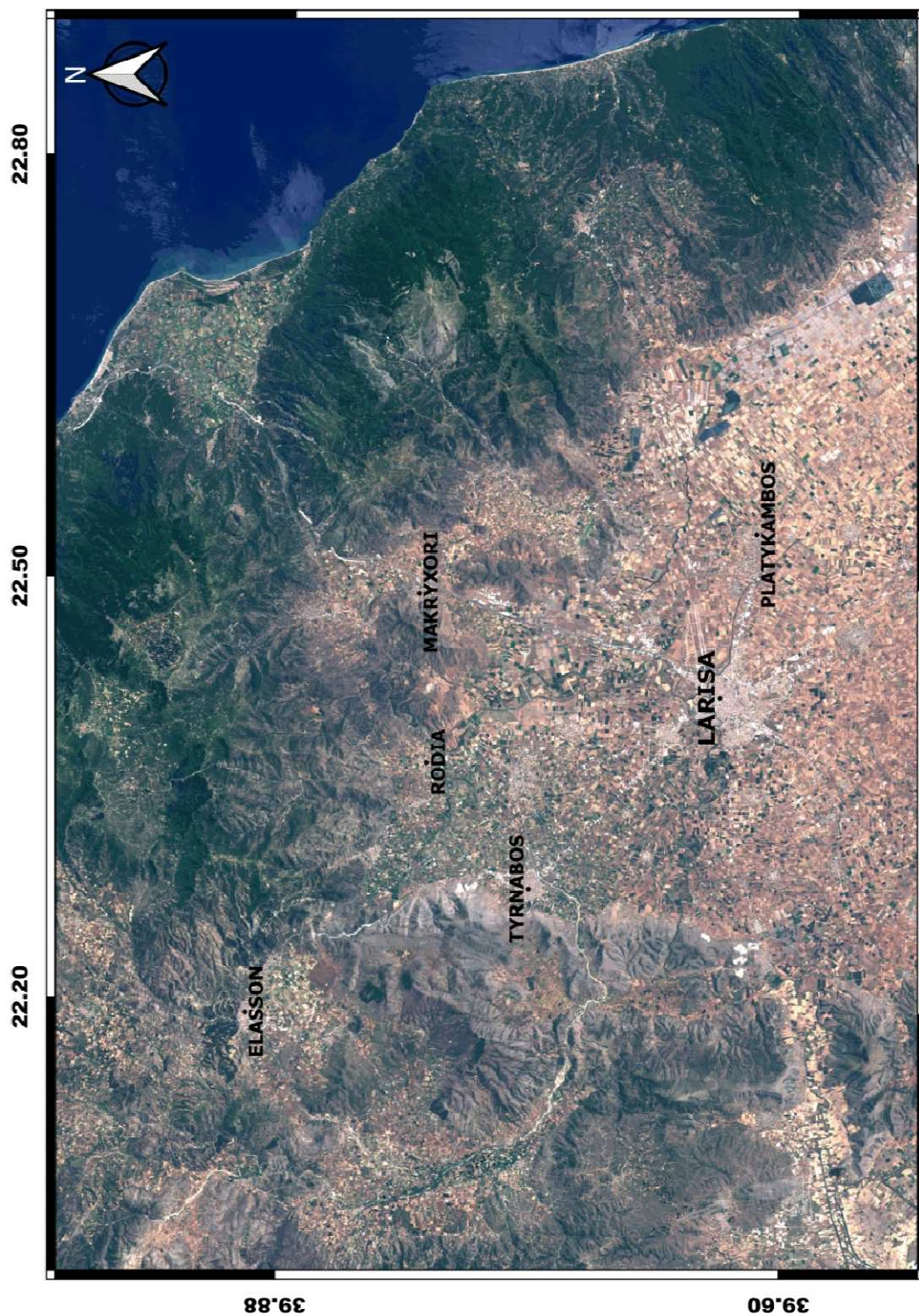
ΧΑΡΤΕΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ



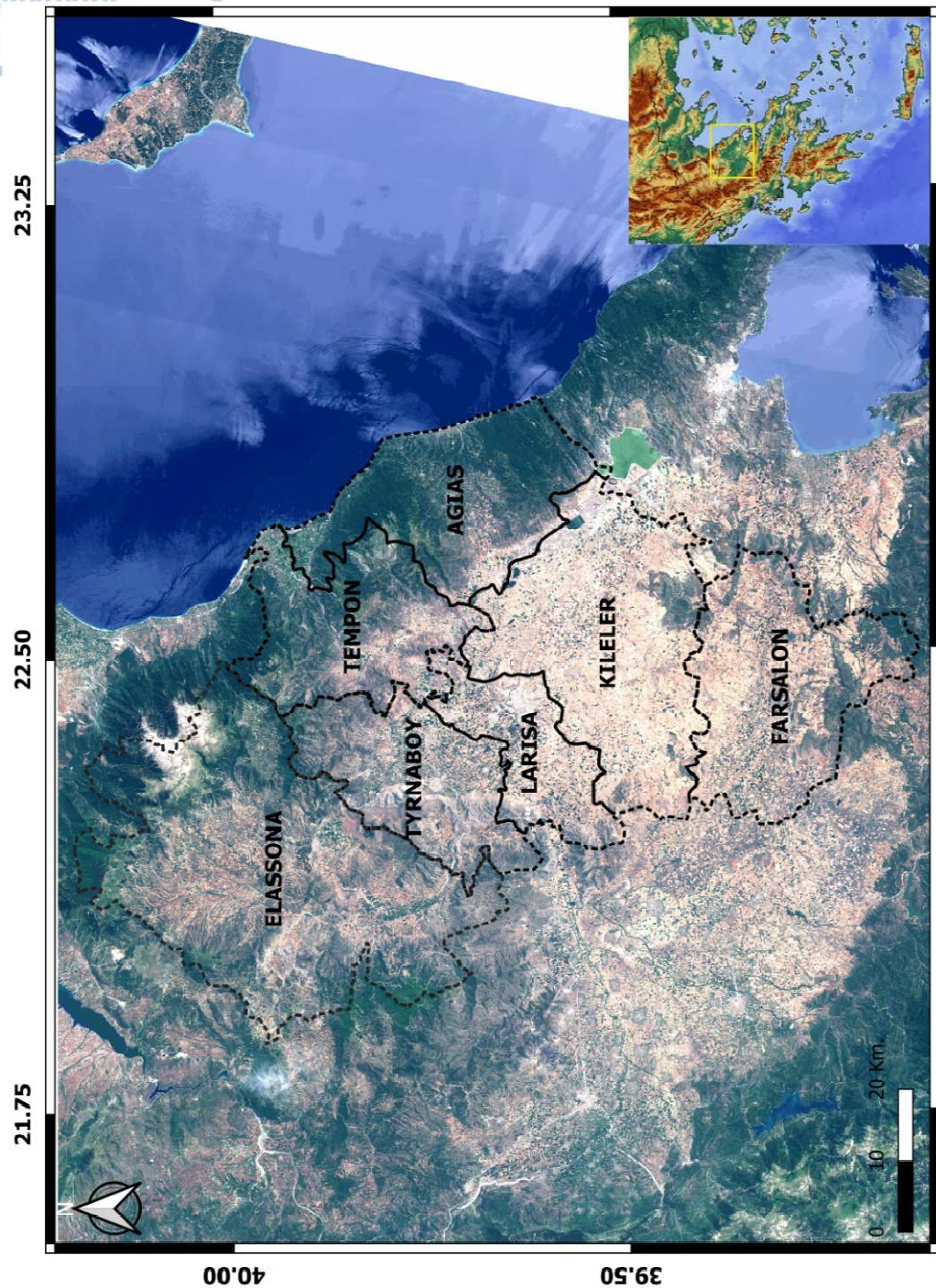
Λεκάνη βορειανατολικής Θεσσαλίας τοπογραφικός χάρτης.



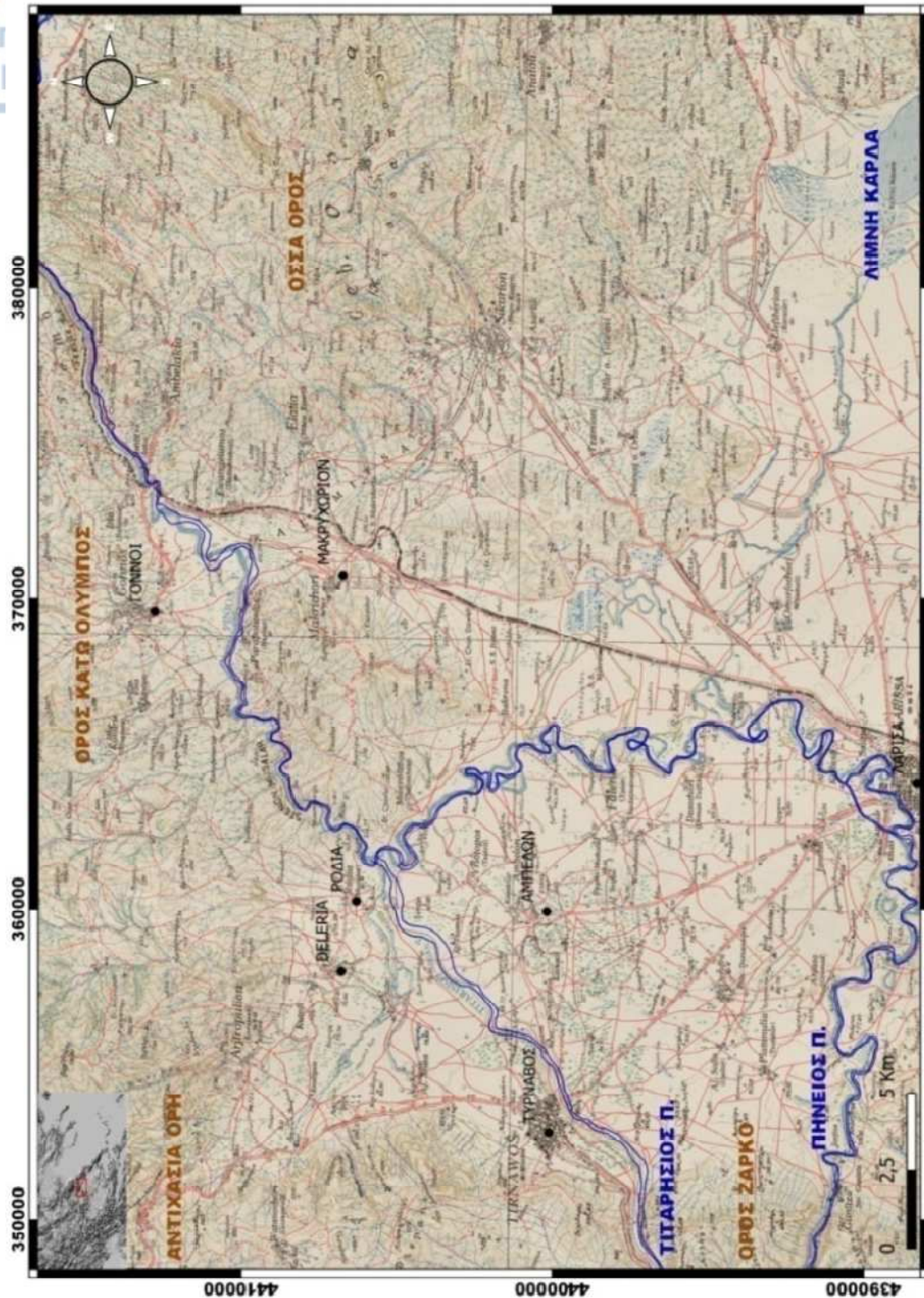
Σχήμα 1-1. Χάρτης ανάγλυφου της βόρειας και ανατολικής Θεσσαλίας. Διακρίνεται η περιοχή μελέτης βορειοδυτικά από την πόλη της Λάρισας. Με τα πλαίσια υποδηλώνονται οι περιοχές που μελετήθηκαν: 1. Περιοχή Γυρτώνης, 2. Περιοχή Ροδιάς, 3. Περιοχή Ελασσόνας. Υπόβαθρο χάρτη χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρου (DEM) ALOS



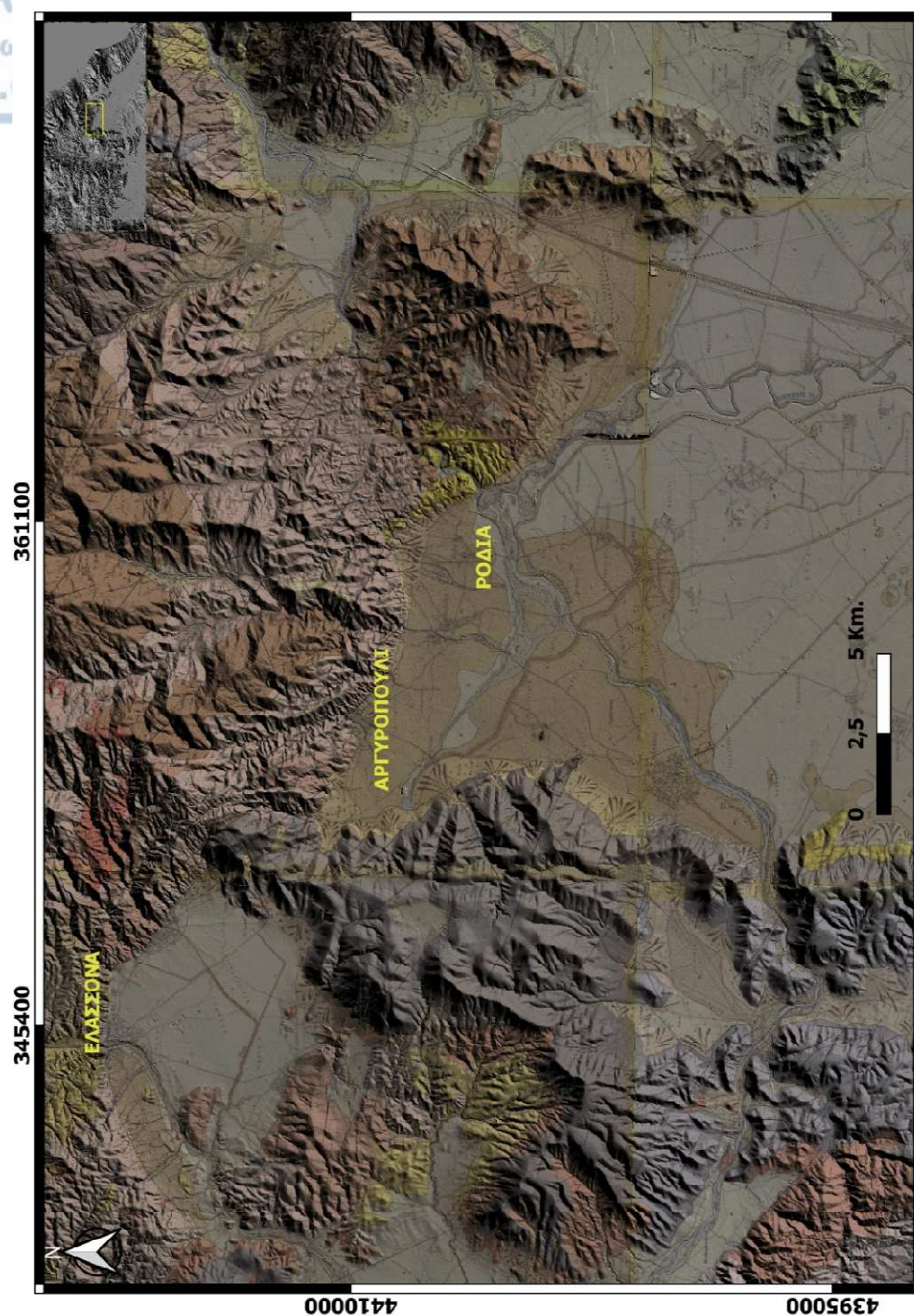
Δορυφορική εικόνα λεκάνης βορειοανατολικής Θεσσαλίας (Εικόνα LANDSAT 8, USGS, ΟΡΑΤΟ ΦΑΣΜΑ)



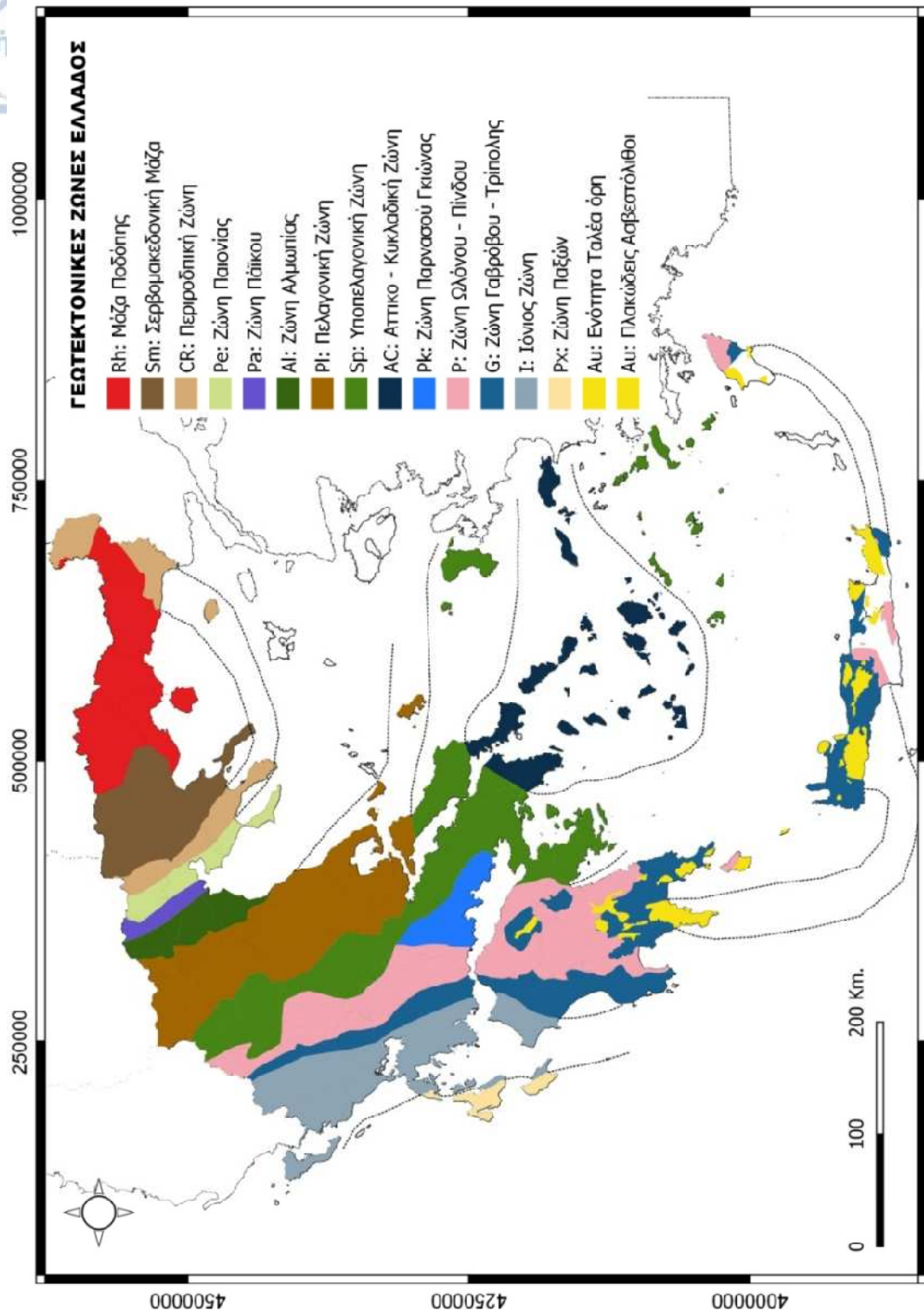
Σχήμα 2-1. Δήμοι Καλλικράτη Περιφερειακής ενότητας Λάρισας, υπόβαθρο χάρτη δορυφορική ψευδοέγχρωμη Landsat 8 USGS, με απεικόνιση στο ορατό φάσμα, ημερομηνία λήψεως 16-6-2016.



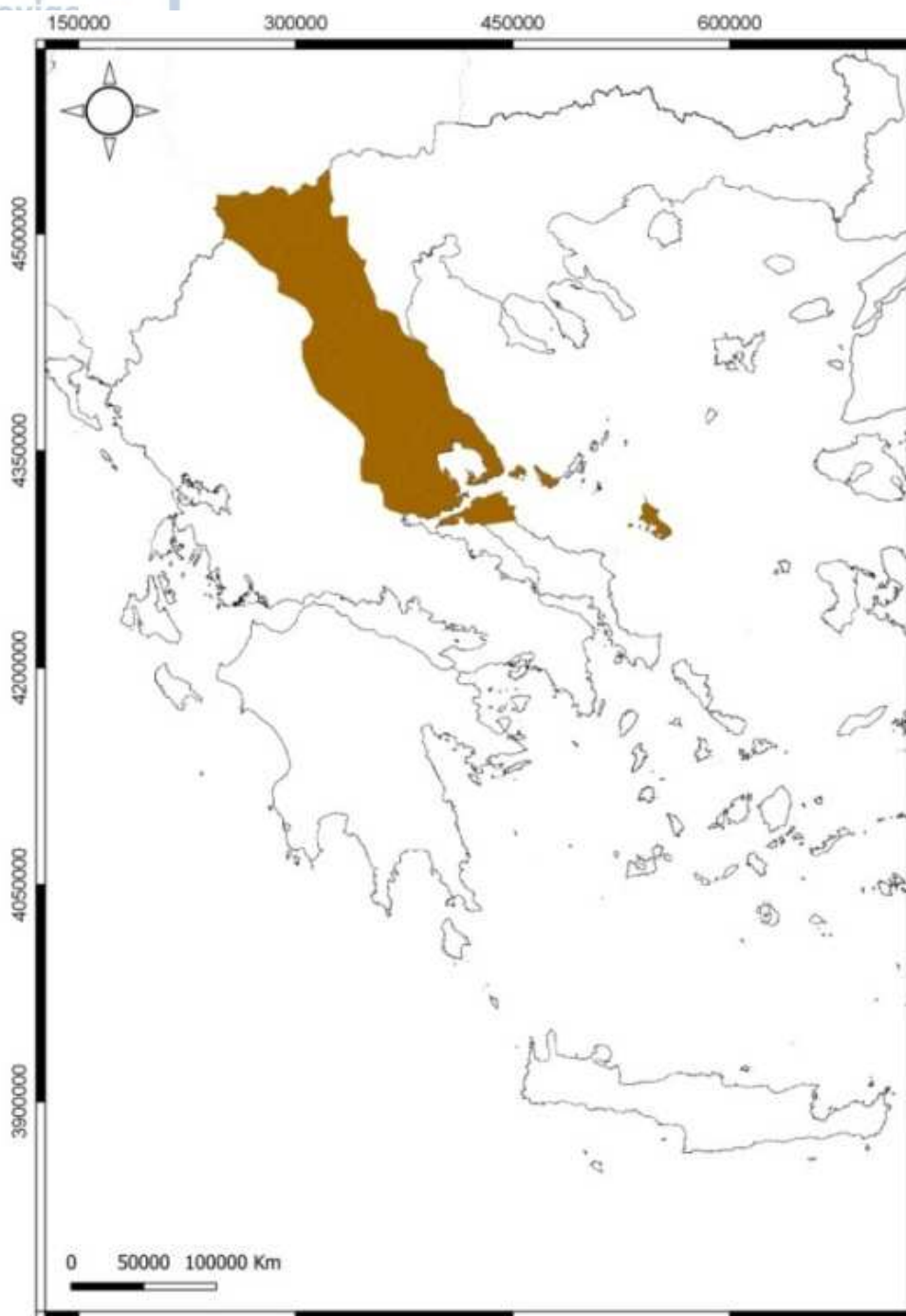
Σχήμα 2-2. Ιστορικός χάρτης που απεικονίζει την βορειοανατολική Θεσσαλία, τροποποιημένος, απόσπασμα από ΓΥΣ, 1937, φύλλο Αγιά, κλίμακα 1:100.000 Αθήνα.



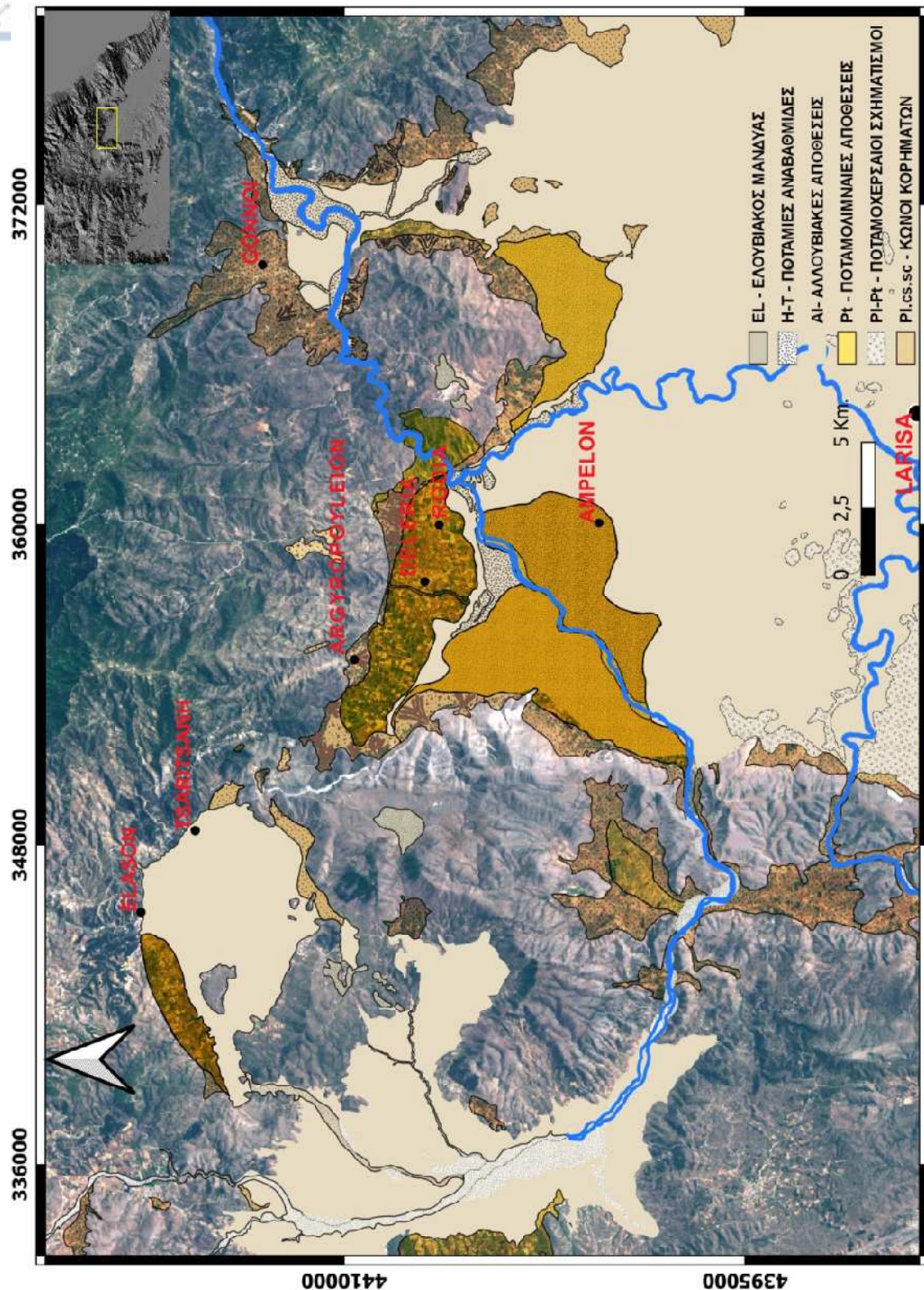
Λεκάνη βορειοανατολικής Θεσσαλίας τρισδιάστατος Γεωλογικός χάρτης Σύνθετη προβολή γεωλογικοί χάρτες με υπόβαθρο ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. 2007-2009.



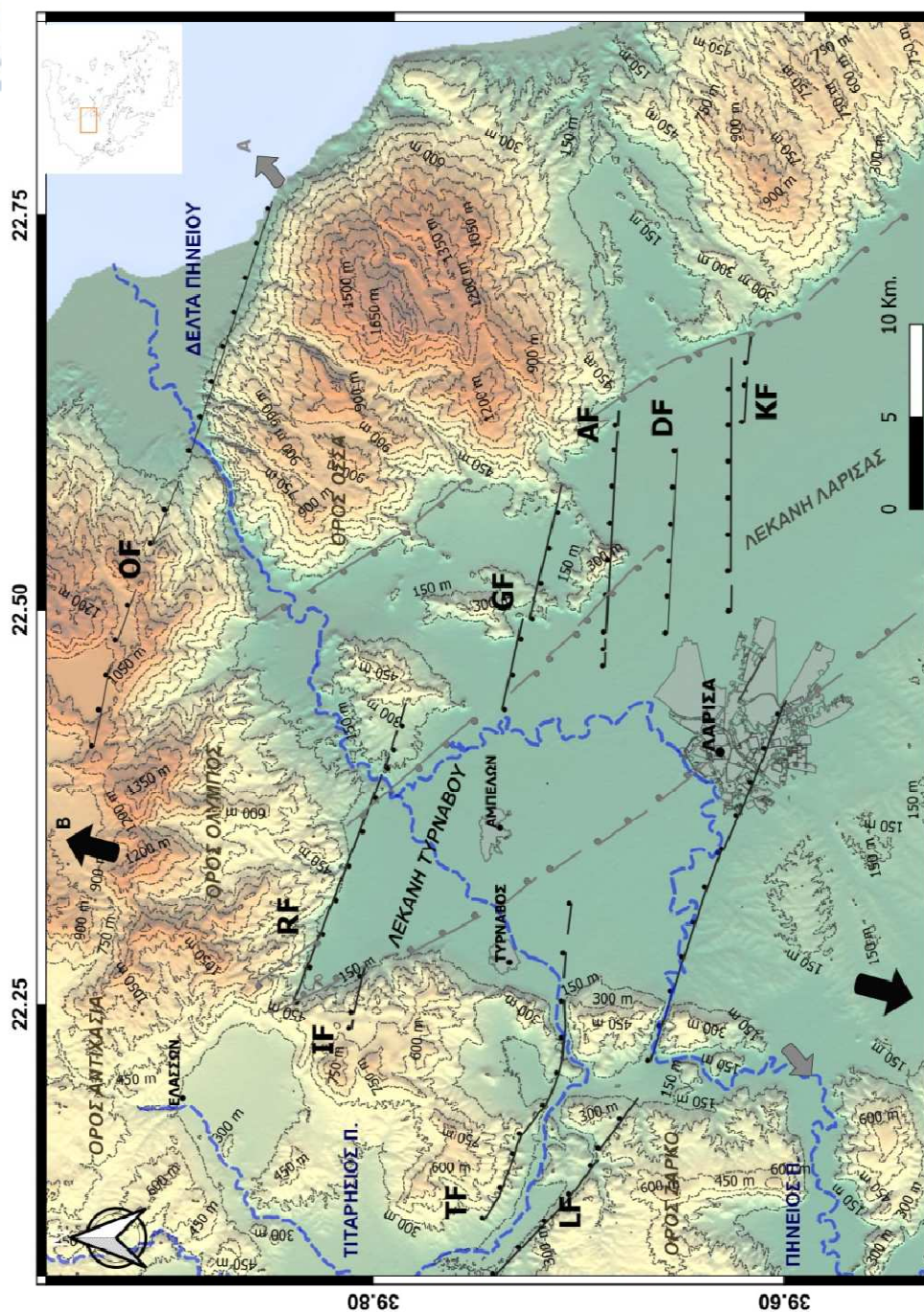
Σχήμα 3-1. Γεωτεκτονικές ζώνες Ελλάδος, ψηφιοποίηση των γεωτεκτονικών ζωνών της Ελλάδος, από Μουντράκης 1985.



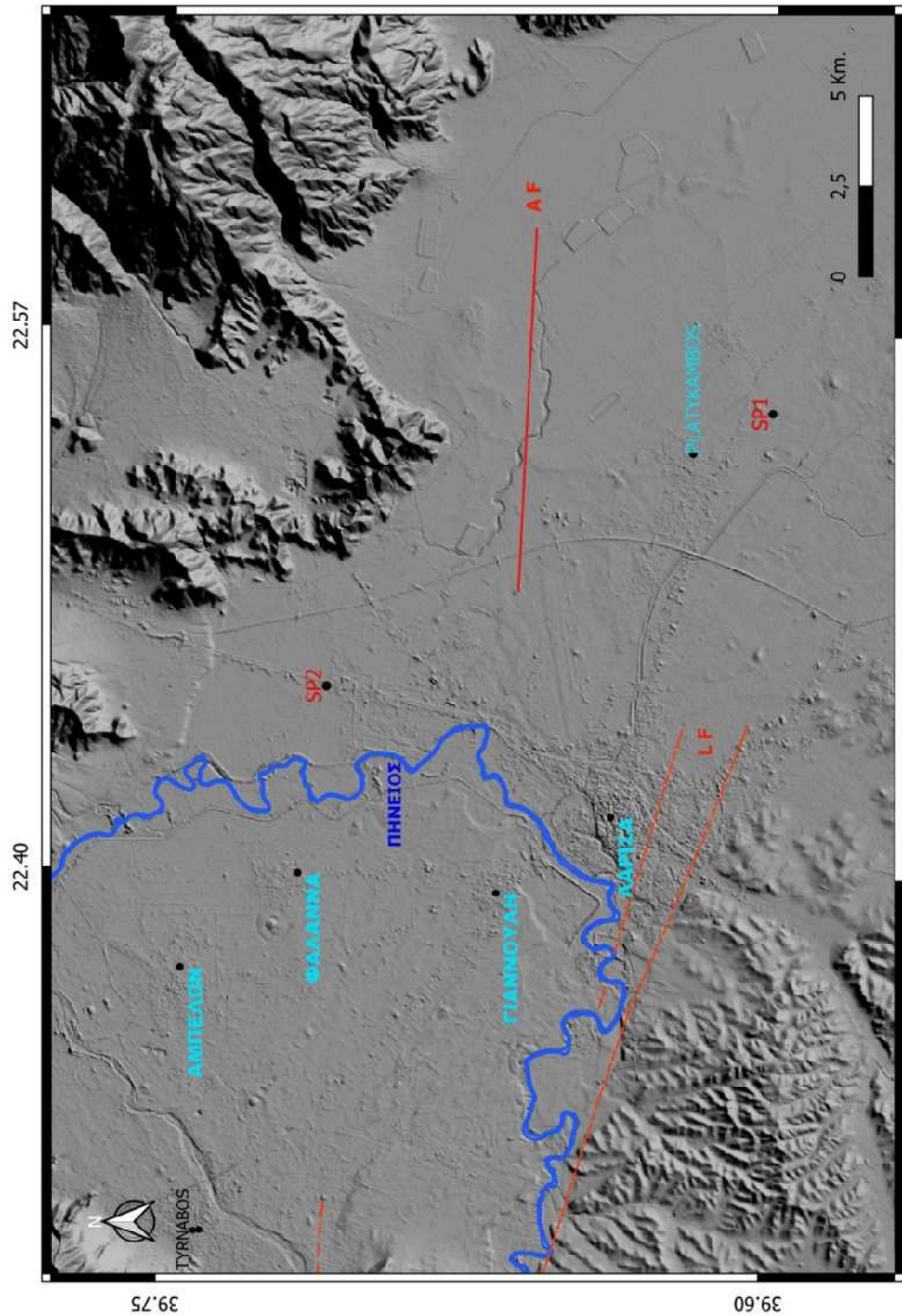
Σχήμα 3-2. Εμφάνιση Πελαγονικής ζώνης στην Ελληνική επικράτεια, ψηφιοποίηση ζώνης από Μουντράκης 1985 τροποποιημένο.



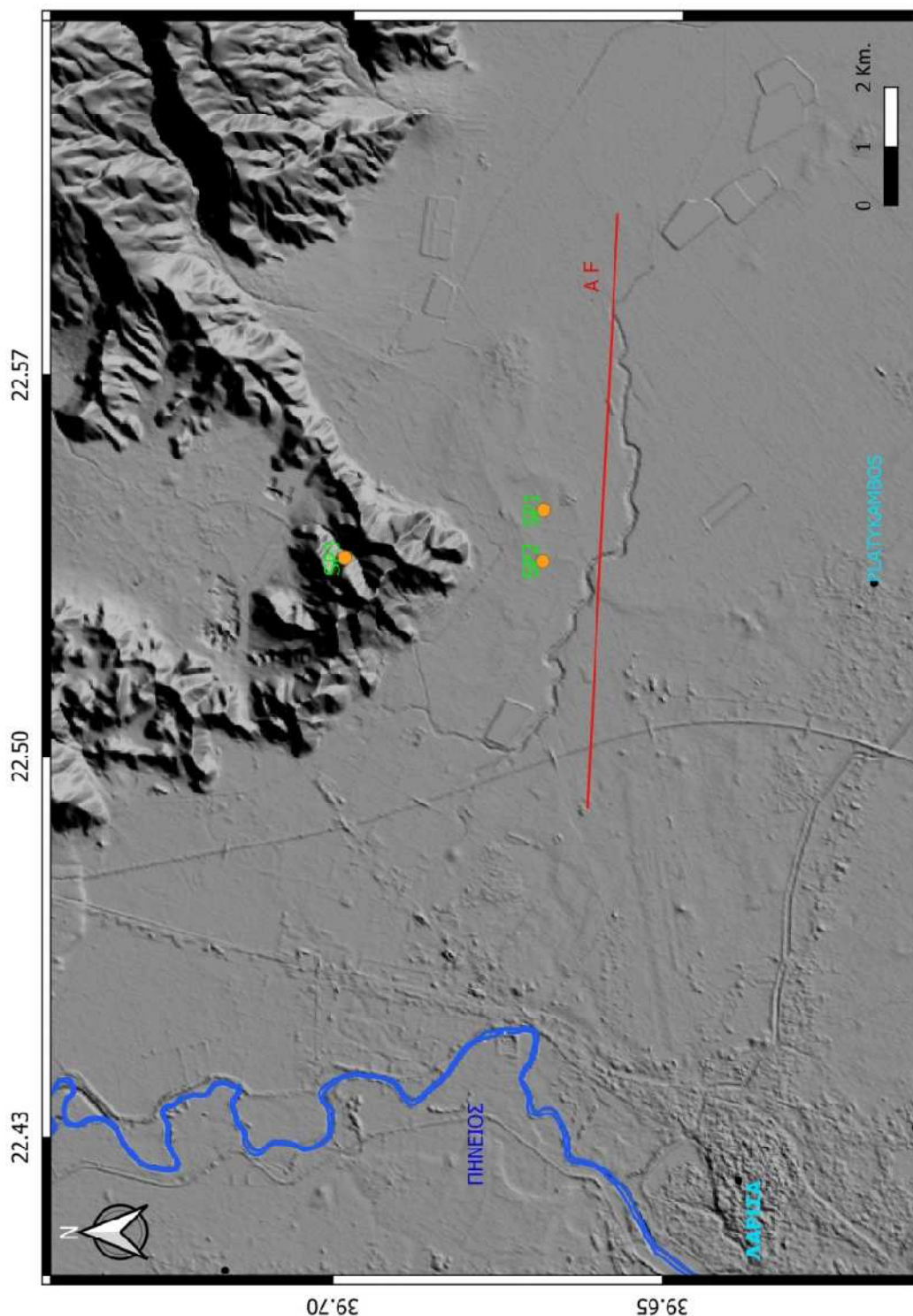
Σχήμα 3-8. Επιφανειακή εξάπλωση μεταλλικών ιζημάτων περιοχής. Ψηφιοποίηση γεωλογικών σχηματισμών από γεωλογικούς χάρτες ΙΓΜΕ (κλίμακα 1:50.000, φύλλα, Ελασσών 1987, Γόννοι 1985, Πλατύκαμπος 1981 και Λάρισα 1985, υπόβαθρο χάρτη δορυφορική ψευδοέγχρωμη εικόνα Landsat 8 USGS, με απεικόνιση στο ορατό φάσμα, ημερομηνία λήψεως 16-6-2016).



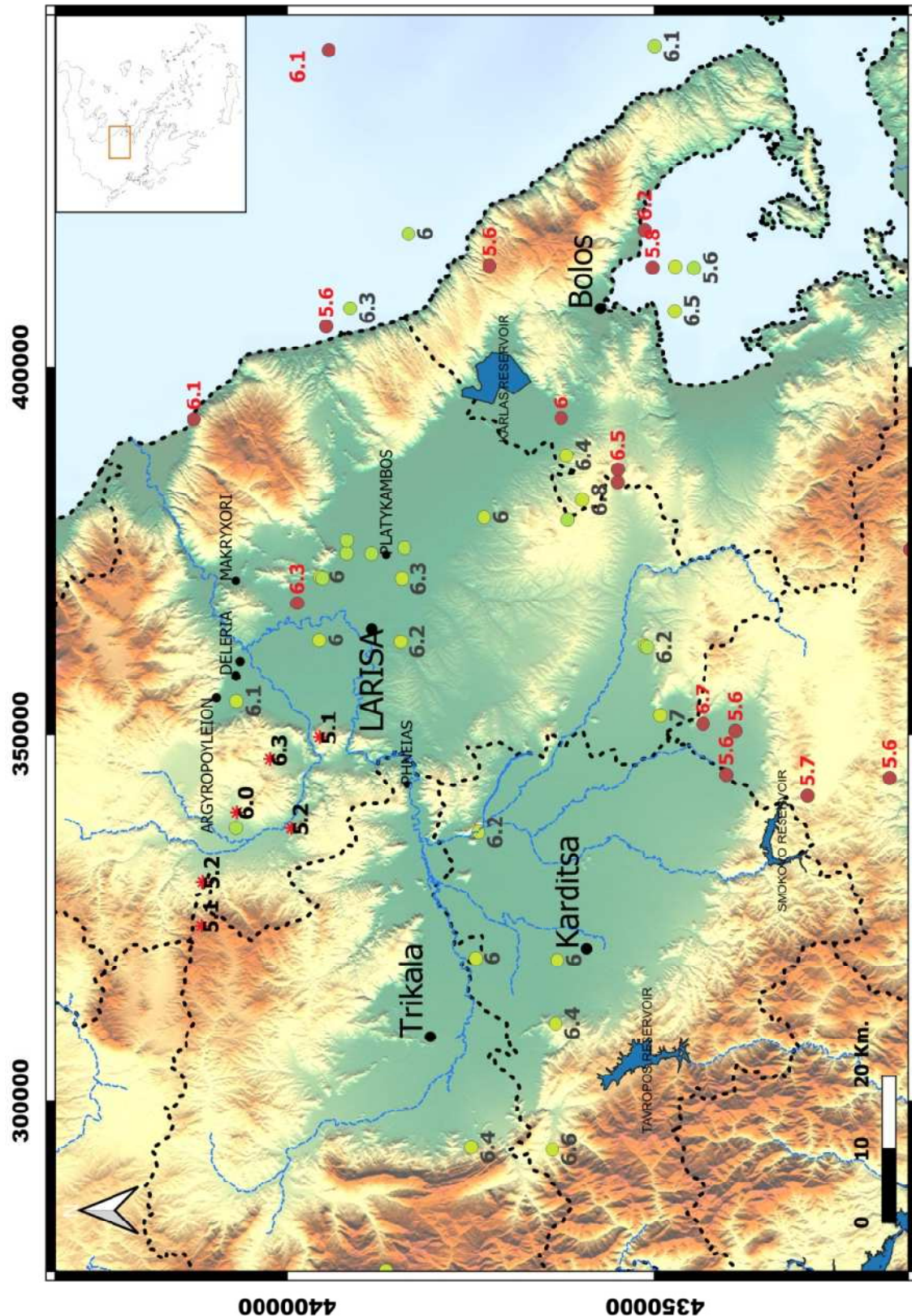
Σχήμα 4-14. Απλοποιημένος τεκτονικός χάρτης της βόρειας ανατολικής Θεσσαλίας. Διακρίνονται οι δύο λεκάνες της περιοχής (Λαρίσης και Τυρνάβου) καθώς και φάσεις εφελκυστικής τεκτονικής, η παλαιότερη πρώτη φάση (γκρι βέλος A) και η δεύτερη τελευταία φάση (μαύρο βέλος B). Τα ρήγματα της πρώτης φάσης διακρίνονται με το γκρι χρώμα, ενώ της δεύτερης φάσης σημειώνονται ως εξής: Ασμακίου (AF), Γυρτώνης (GF), Δήμητρας (DF), Καστρί (KF), Λάρισας (LF), Λυγαριάς (IF), Ροδιάς (RF), Τυρνάβου (TF). Ψηφιοποίηση ρηγμάτων σύμφωνα με Caruto & Helly 2004, υπόβαθρο χάρτη relief map (sas planet), ισοϋψής εξαγωγή από ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε., ποταμοί και πόλεις από maps-geodata.



Σχήμα 5-1. Σεισμός του 1892 σε Λάρισα, εκτίμηση επικέντρου από Παπαϊωάννου σημείο SP1, από Κουσκούνα σημείο SP2, LF ρήγμα Λάρισας, AF ρήγμα Ασμακίου, (Caputo 2010) ,υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. Η διαφορά των επικέντρων θεωρείται ασήμαντη καθότι βασίζεται σε εκτιμήσεις του επικέντρου από μακροσεισμικά δεδομένα.



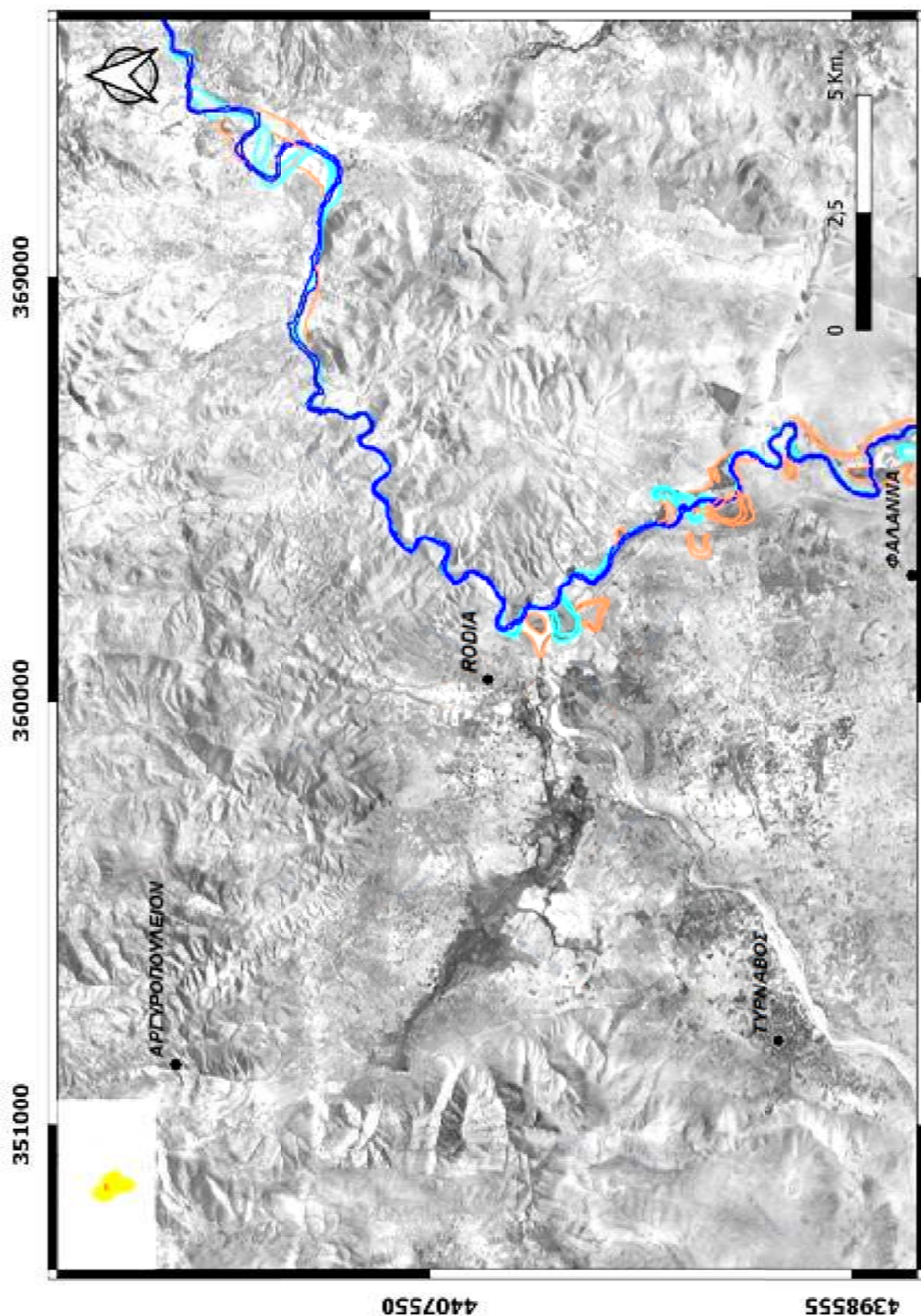
Σχήμα 5 – 2. Οι τρεις διαφορετικές εκτιμήσεις του επικέντρου του σεισμού 1-3-1941, σημείο SP1 (Παπαϊωάννου 2018), σημείο SP2 (Παπαζάχος & Παπαζάχου 2003) και σημείο SP3 (Ambraseys & Jackson 1990), υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε.(2007-2009. Η διαφορά των επικέντρων θεωρείται ασήμαντη, καθότι βασίζεται σε εκτιμήσεις του επικέντρου από μακροσεισμικά δεδομένα.



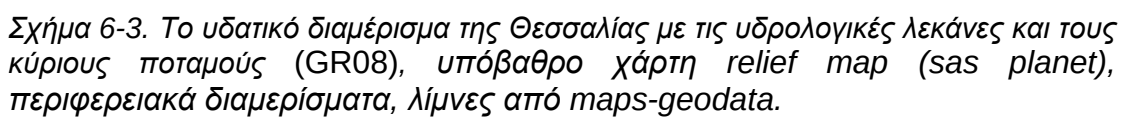
Σχήμα 5-3. Επίκεντρα όλων των ιστορικών σεισμών Θεσσαλίας. Με πράσινο κύκλο απεικονίζονται οι ιστορικές καταγραφές, με κόκκινο κύκλο εμφανίζονται οι ενόργανες καταγραφές, ενώ με το κόκκινο αστερί διακρίνεται η πρόσφατη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής του Μαρτίου 2021, υπόβαθρο χάρτη relief map (sas planet).

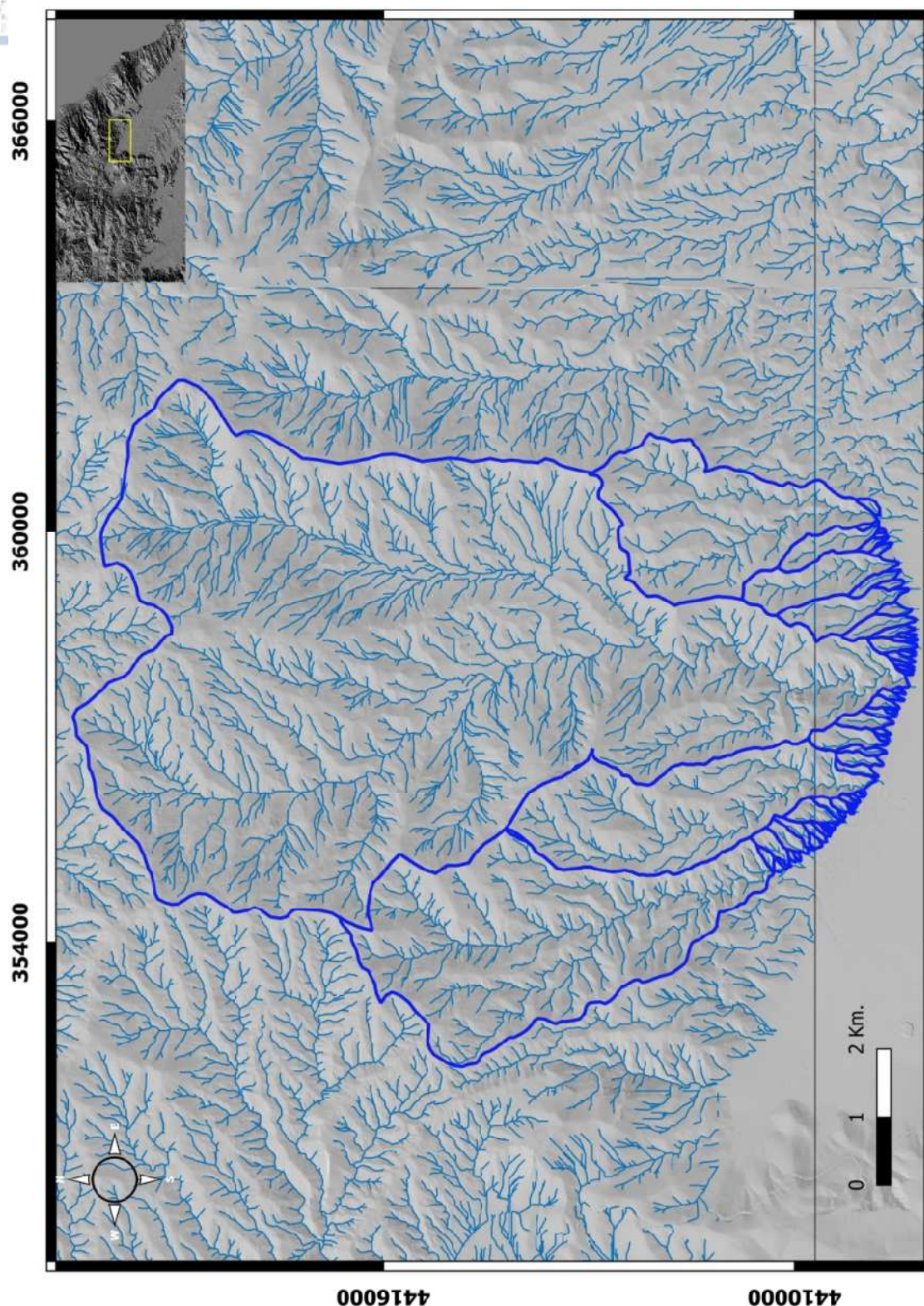


547

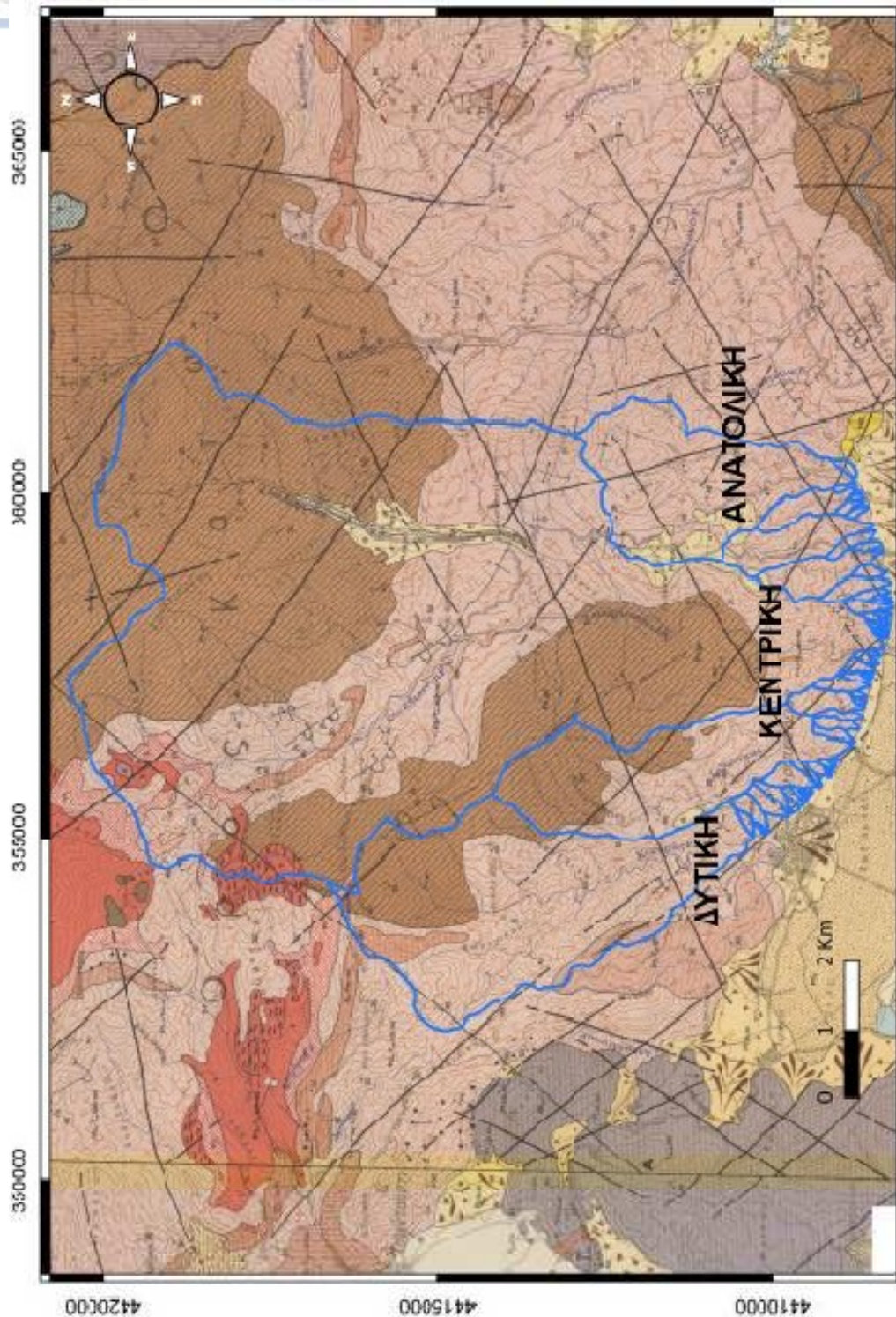


Σχήμα 6-2. Ιστορικός ορθοφωτοχάρτης της ευρύτερης περιοχής της Ροδιάς (1945). Με το μπλε σκούρο χρώμα η σημερινή κοίτη του Πηνειού, ενώ με το ανοικτό γαλάζιο είναι η εικόνα της κοίτη του Πηνειού το 1945 και με το κόκκινο χρώμα είναι οι εγκαταλειμμένοι μαϊάνδροι του Πηνειού, ευδιάκριτοι στον ιστορικό ορθοφωτοχάρτη. Ανασύσταση ορθοφωτοχάρτη από τις ιστορικές εικόνες του Κτηματολογίου.

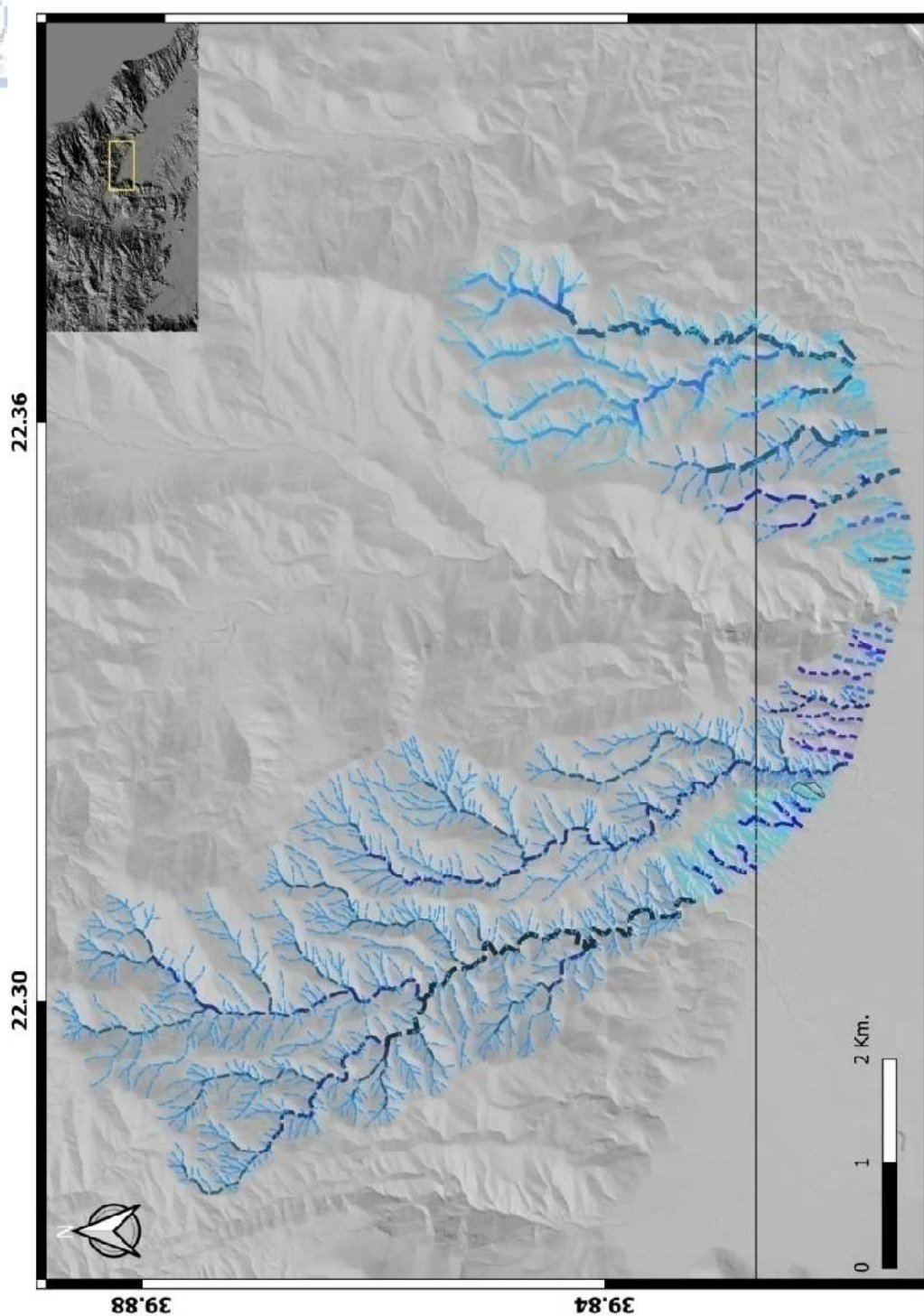




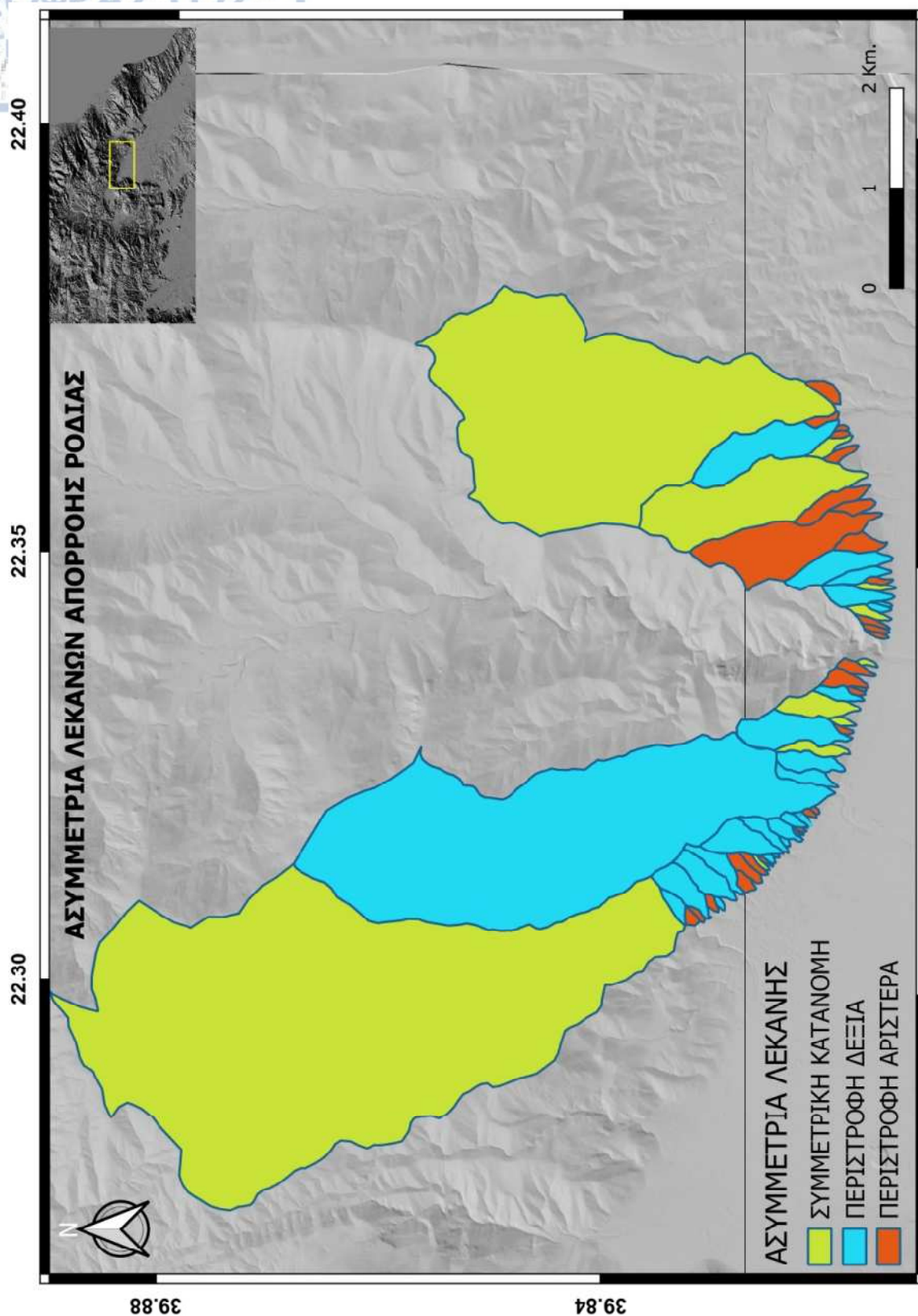
Σχήμα 6-4. Ευρύτερη περιοχή Ροδιάς με υδρογραφικό δίκτυο όλης της περιοχής και υδρολογικές λεκάνες περιοχής μελέτης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο (DEM) Κτηματολογίου, υδρολογικές λεκάνες από την ψηφιοποίηση, υδρολογικό δίκτυο εξαγωγή και επεξεργασία από ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε.(2007-2009).



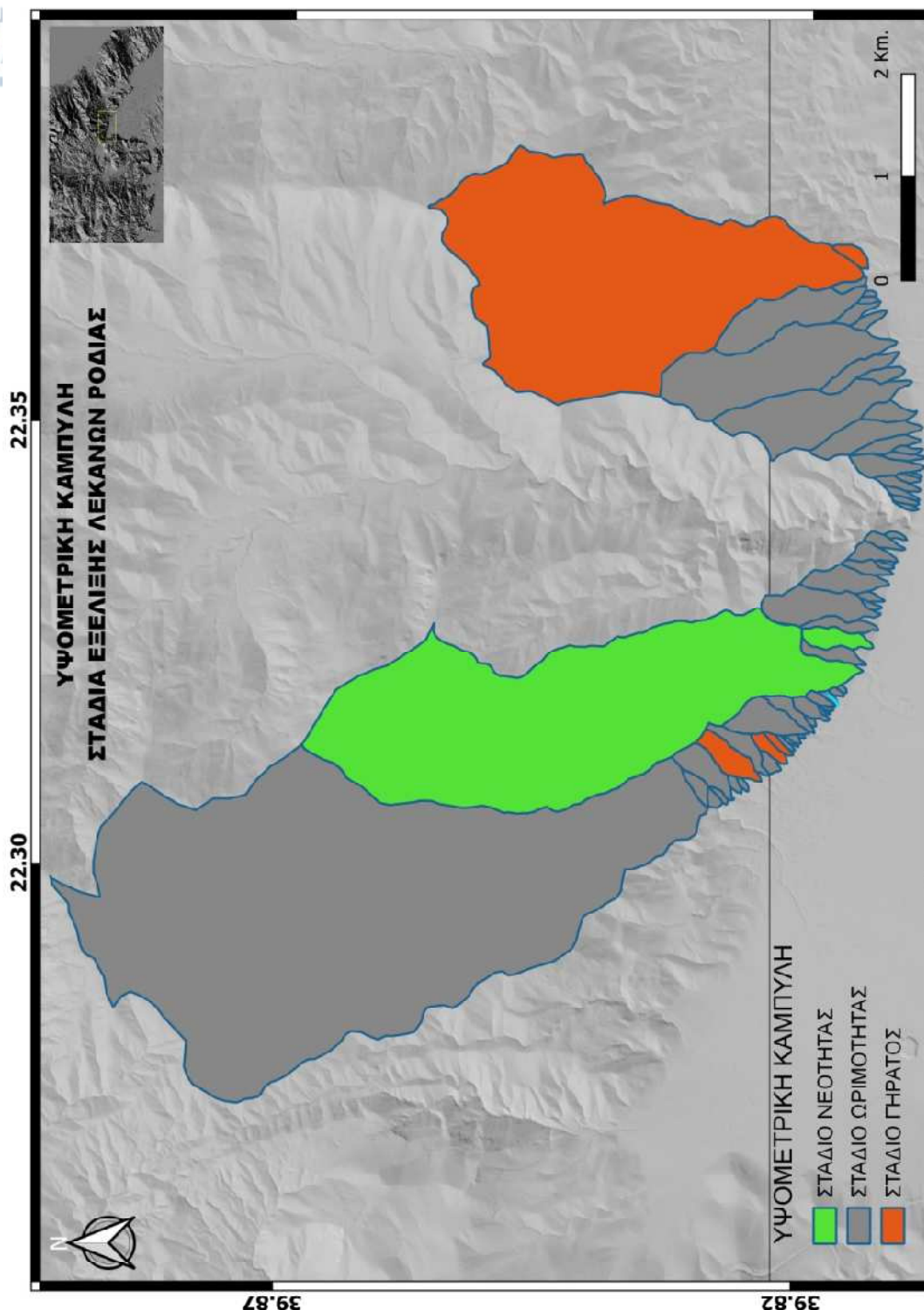
Σχήμα 6-5. Υδρολογικές λεκάνες περιοχής Αργυροπουλίου – Δελέρων – Ροδιάς σε τροποποιημένο γεωλογικό χάρτη της περιοχής (ΙΓΜΕ, Φύλλο Γόνοι), υδρολογικές λεκάνες από την ψηφιοποίηση.



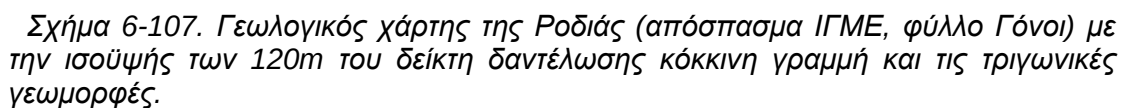
Σχήμα 6-102. Ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου λεκανών Ροδιάς, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).

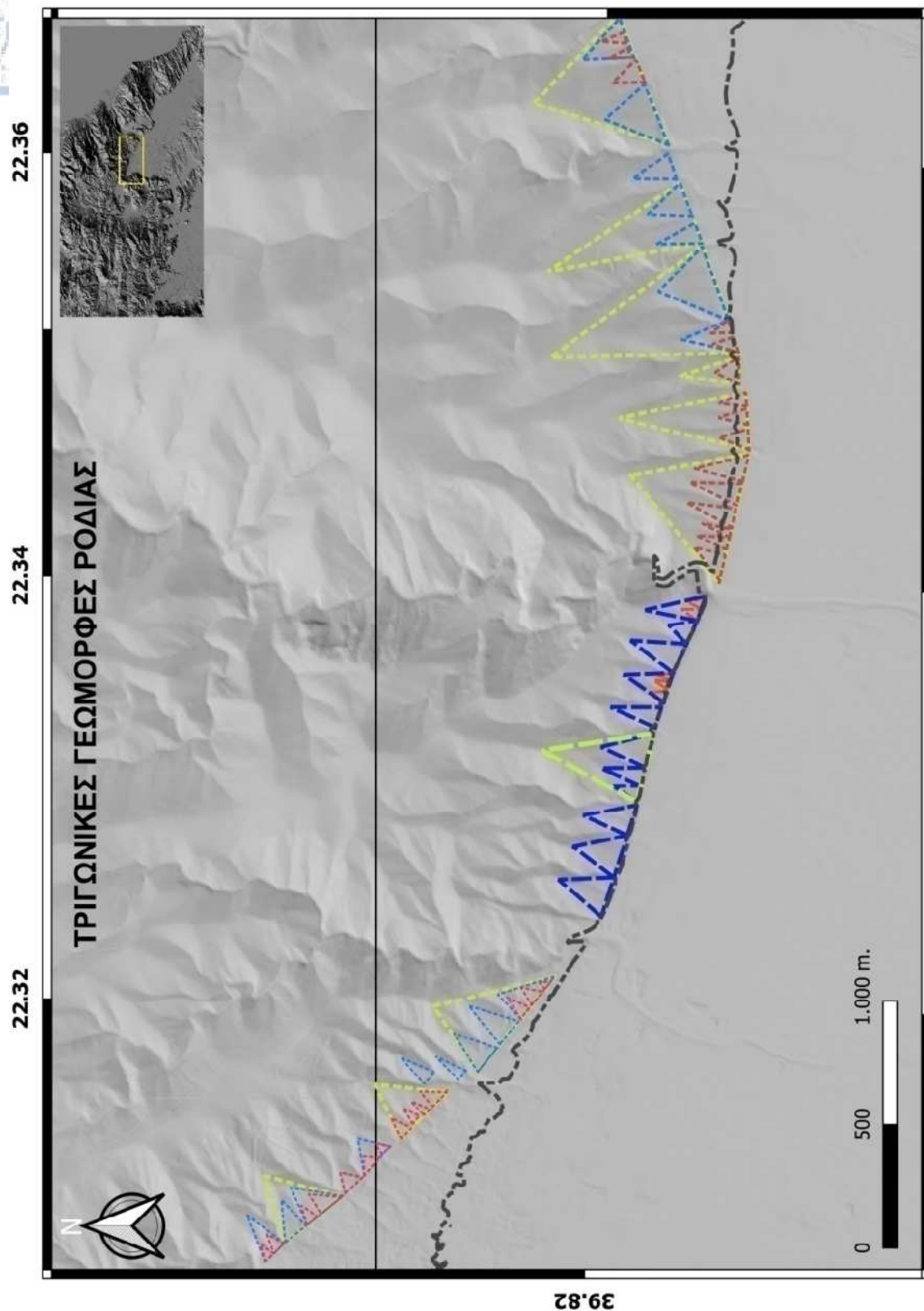


Σχήμα 6-104. Ασυμμετρία λεκανών απορροής Ροδιάς, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο κτηματολογίου (2007-2009). Στην περιοχή της Ροδιάς εμφανίζεται περιστροφή προς τα δεξιά του κυρίου ποταμού σε εικοσιτέσσερις λεκάνες, περιστροφή προς τα αριστερά σε τριάντα λεκάνες και συμμετρική κατανομή σε έντεκα λεκάνες.

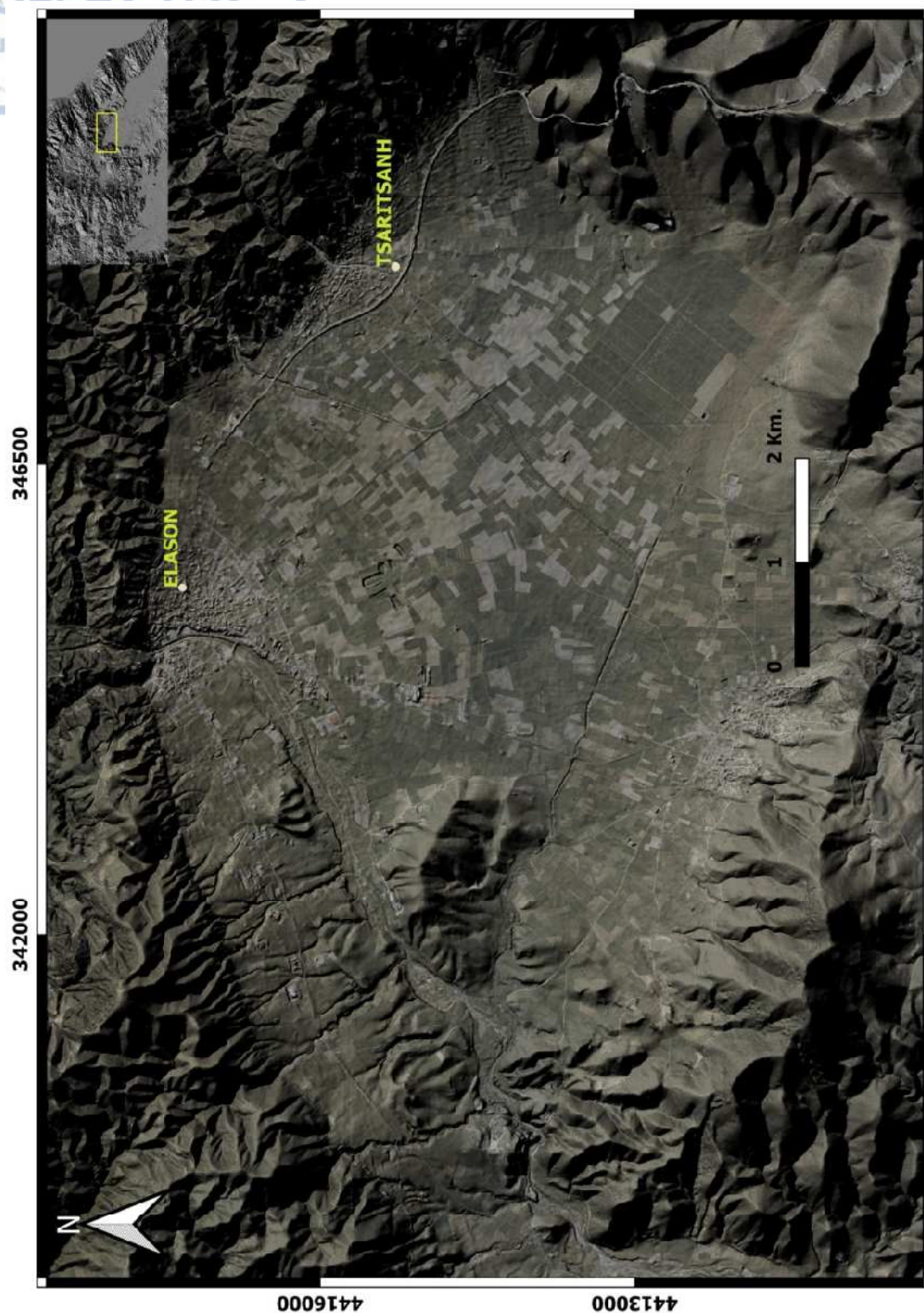


Σχήμα 6-106. Στάδια εξέλιξης λεκανών, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο κτηματολογίου (2007-2009). Οι περισσότερες λεκάνες βρίσκονται στο «στάδιο της ωριμότητας» γκρι χρώμα, στο «στάδιο του γήρατος» εντοπίζονται πέντε λεκάνες (κόκκινο χρώμα), ενώ δύο λεκάνες εντοπίζονται στο «στάδιο της νεότητας», πράσινο χρώμα.

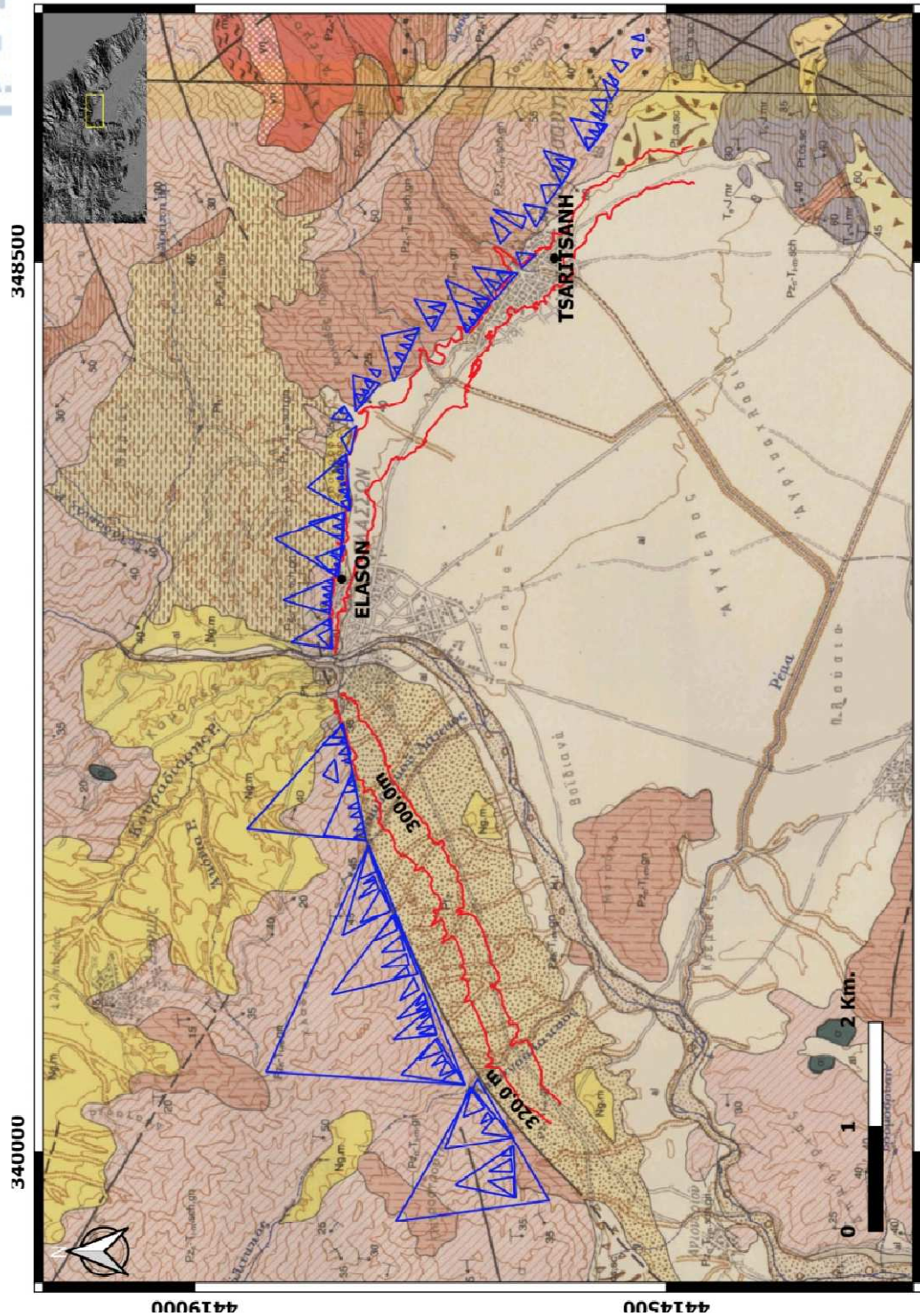




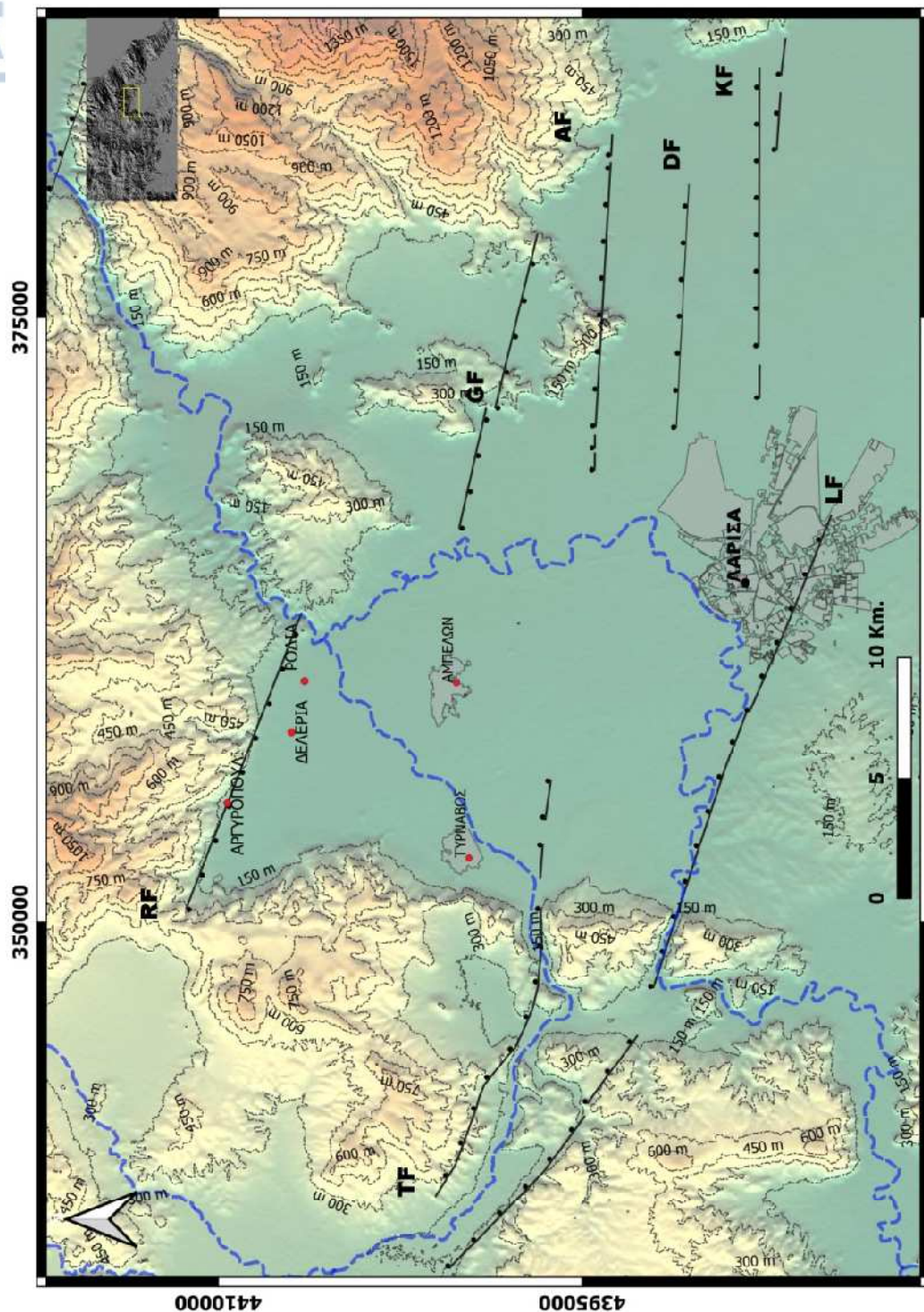
Σχήμα 6-108. Τρεις γενιές τριγωνικές γεωμορφές στην περιοχή της Ροδιάς, 1^η γενιά πράσινα τρίγωνα, 2^η γενιά μπλε τρίγωνα, 3^η γενιά κόκκινα τρίγωνα, επιπλέον απεικονίζεται η πιο δραστήρια ισοϋψής των 120 m του δείκτη δαντέλωσης, υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο κτηματολογίου (2007-2009).



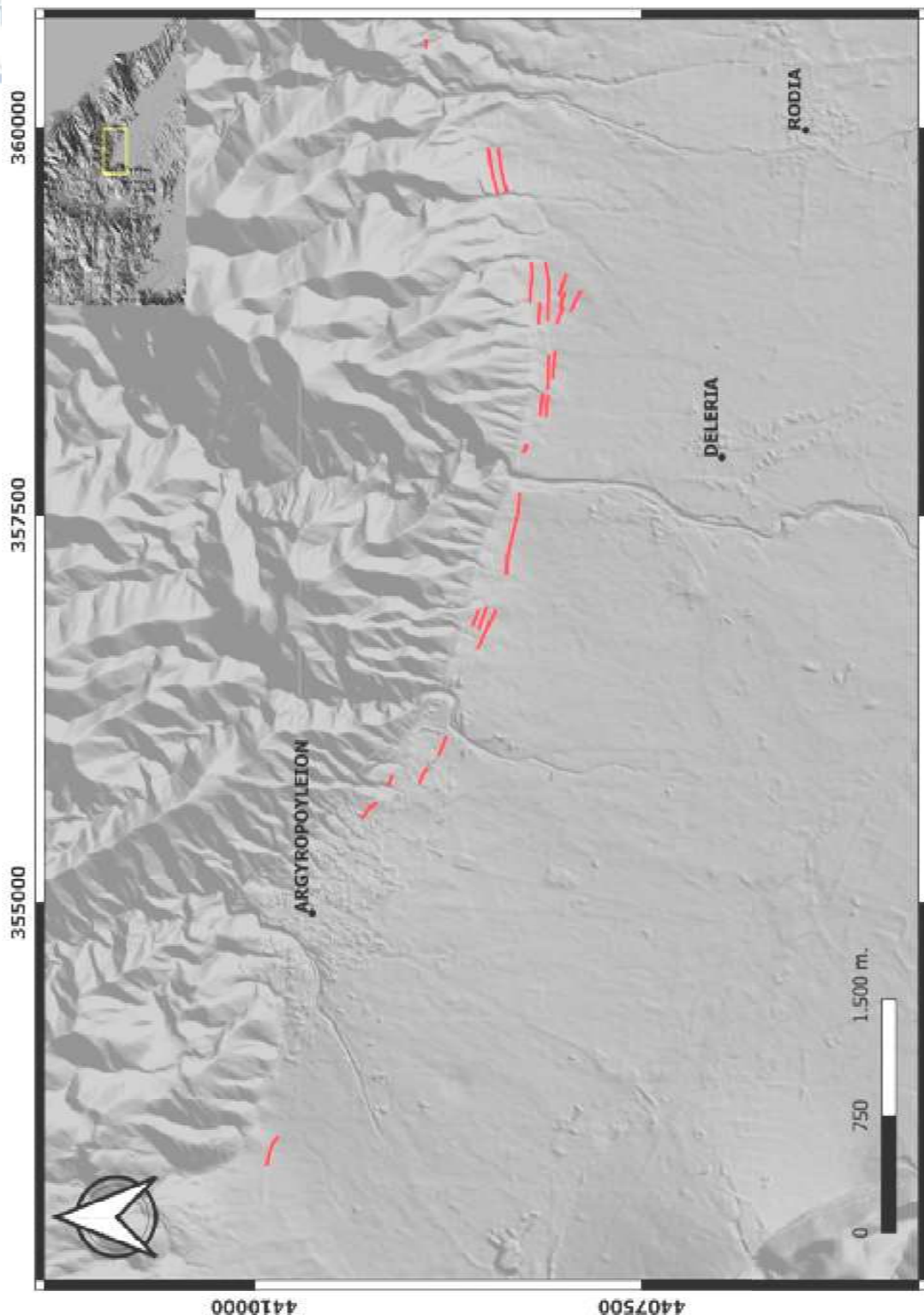
Σχήμα 6-109. Ευρύτερη περιοχή Ελασσόνας, ορθοφωτοχάρτης (2015-2017) με υπόβαθρο ψηφιακό μοντέλο (Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009)



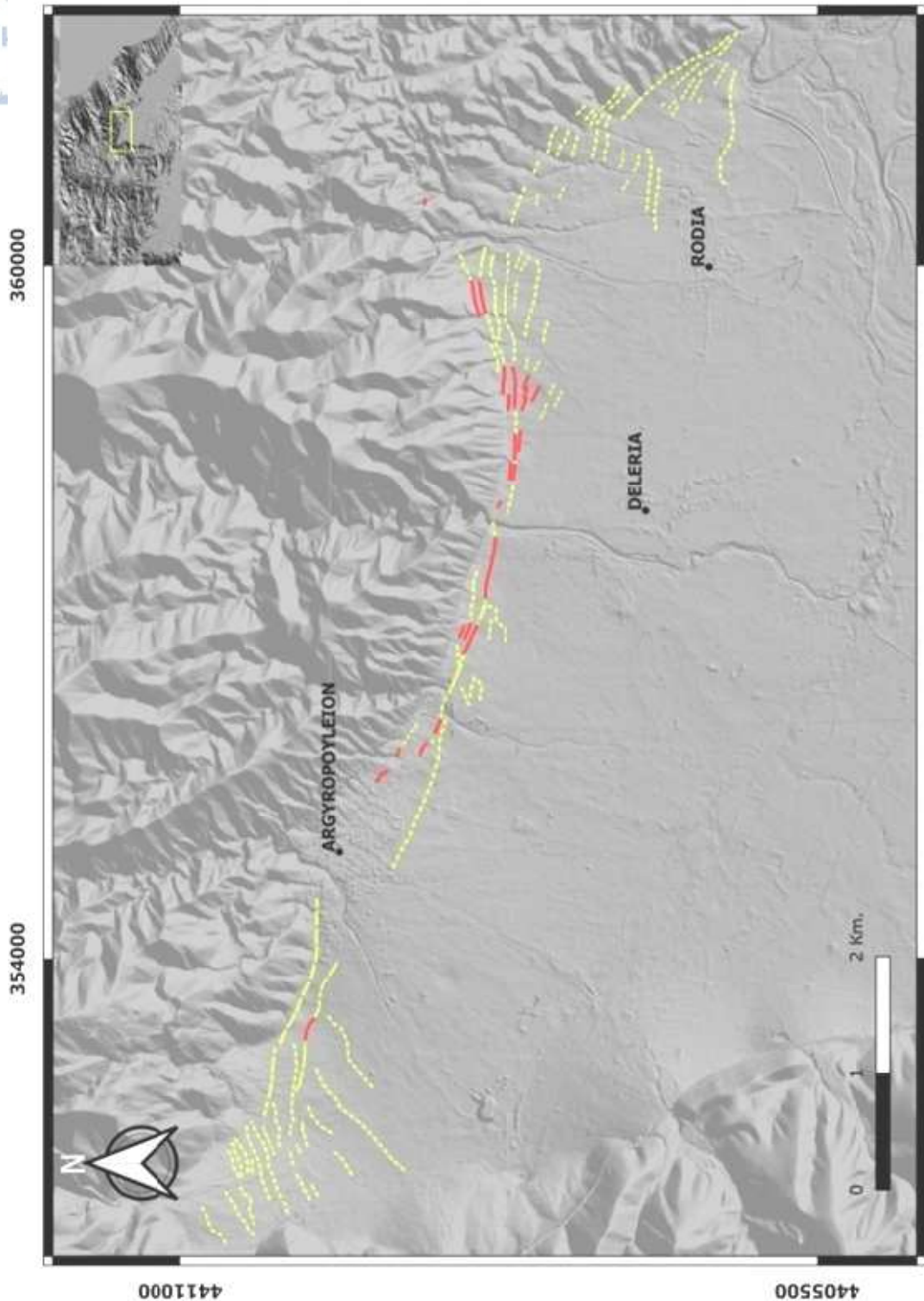
Σχήμα 6-116. Γεωλογικός χάρτης Ελασσόνας με κόκκινο χρώμα οι ισοϋψείς του ενεργού μετώπου. Επίσης διακρίνονται και οι τριγωνικές γεωμορφές, υπόβαθρο γεωλογικός χάρτης ΙΓΜΕ φύλλο Ελάσσονα.



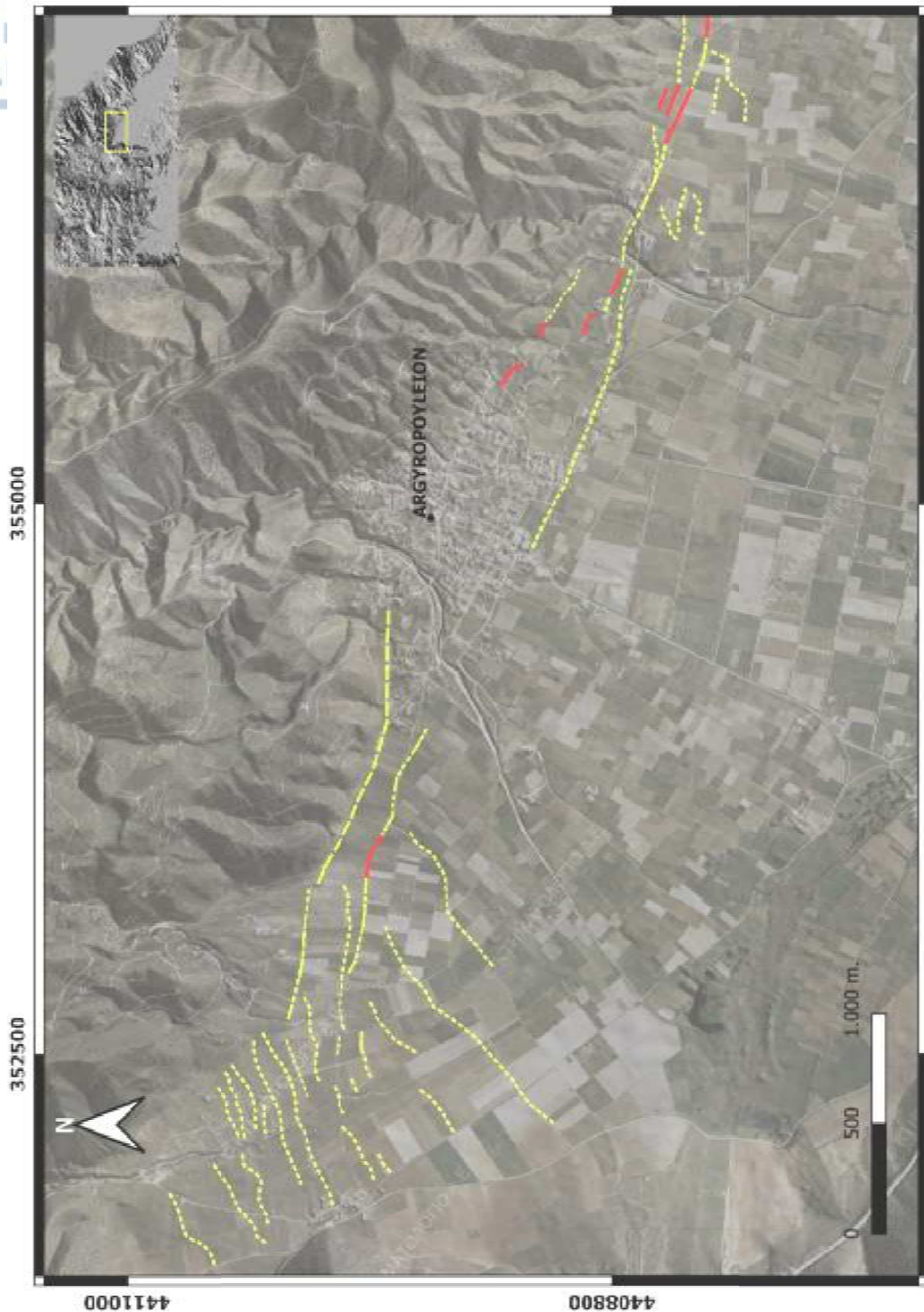
Σχήμα 7-1. Απλοποιημένος τεκτονικός χάρτης της βόρειας ανατολικής Θεσσαλίας με τα ενεργά ρήγματα. Με RF είναι το ρήγμα Ροδιάς, GF ρήγμα Γυρτώνης, TF ρήγμα Τυρνάβου, LF ρήγμα Λάρισας, AF ρήγμα Ασμακίου, DF ρήγμα Δήμητρας και με KF ρήγμα του Καστρίου. Ψηφιοποίηση ρηγμάτων σύμφωνα με Caruto & Helly 2004, υπόβαθρο χάρτη relief map (sas planet), ισοψής εξαγωγή από ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε., ποταμοί και πόλεις από maps-geodata.



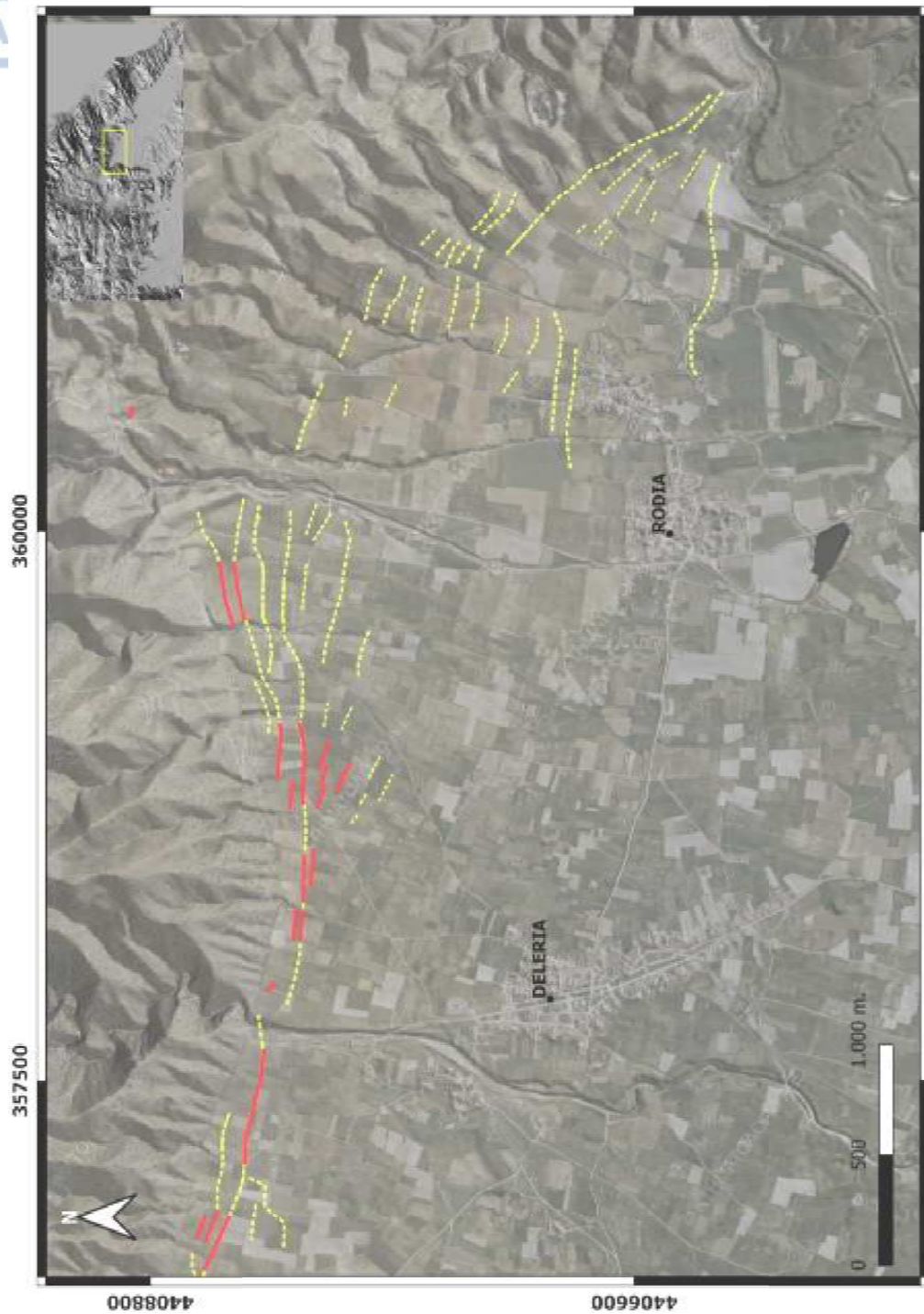
Σχήμα 7-87. Ευρύτερη περιοχή της Ροδιάς με τις επιφανειακές ρηξιγενείς δομές scarp που εντοπίστηκαν με την δημιουργία αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων με τη χρήση ΣμηΕΑ (κόκκινες γραμμές.) Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε.(2007-2009).



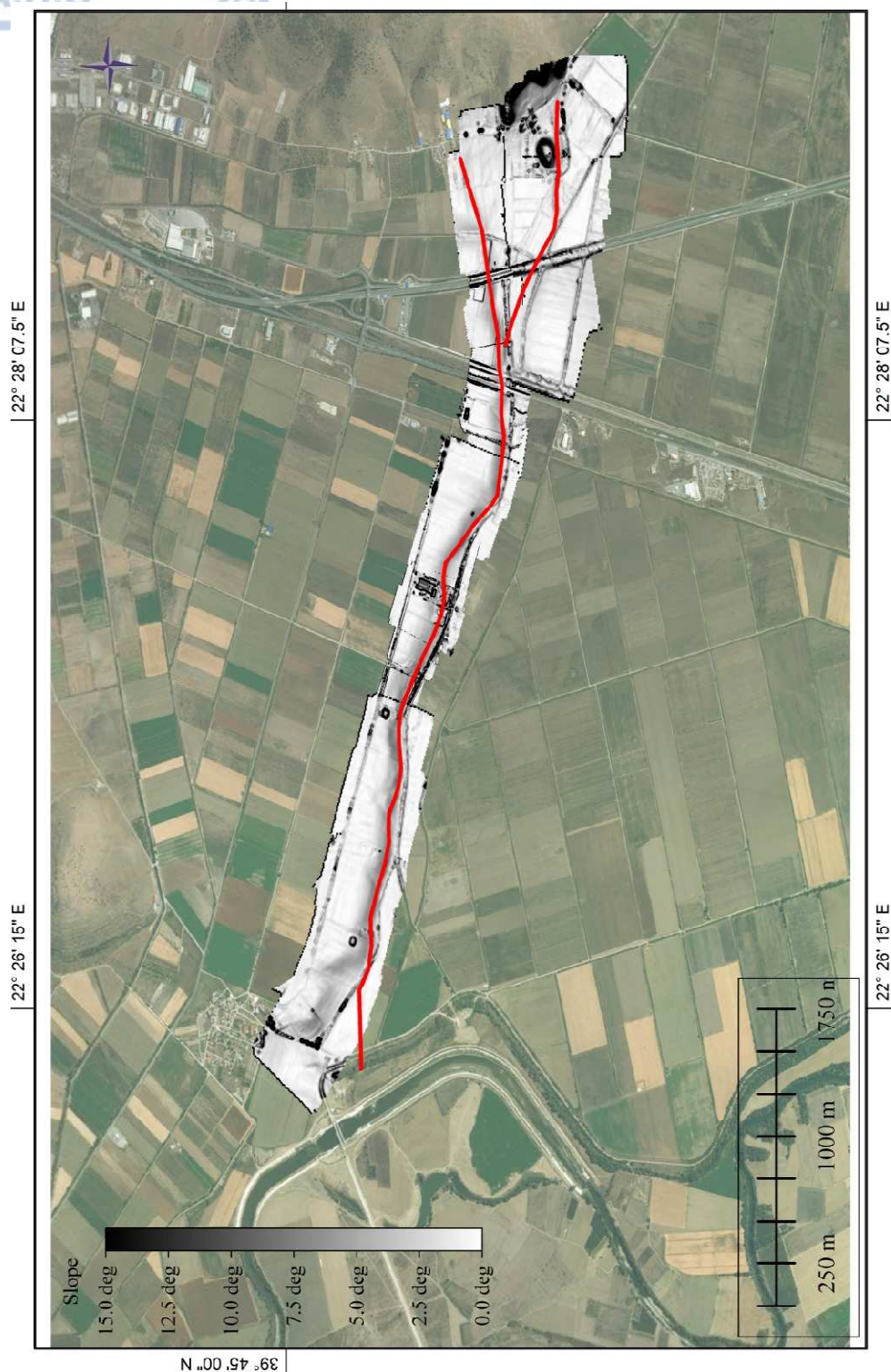
Σχήμα 7-88. Περιοχή της Ροδιάς με όλες οι θέσεις των δομών που εντοπίστηκαν. Με τις κόκκινες γραμμές είναι οι επιφανειακές ρηξιγενείς δομές (scarp) που εντοπίστηκαν στα αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα που δημιουργηθήκαν με την χρήση ΣμηΕΑ. Κιτρινοπράσινες γραμμές είναι επιφανειακές δομές με παρόμοια επιφανειακά χαρακτηριστικά που ανιχνεύθηκαν στο ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).



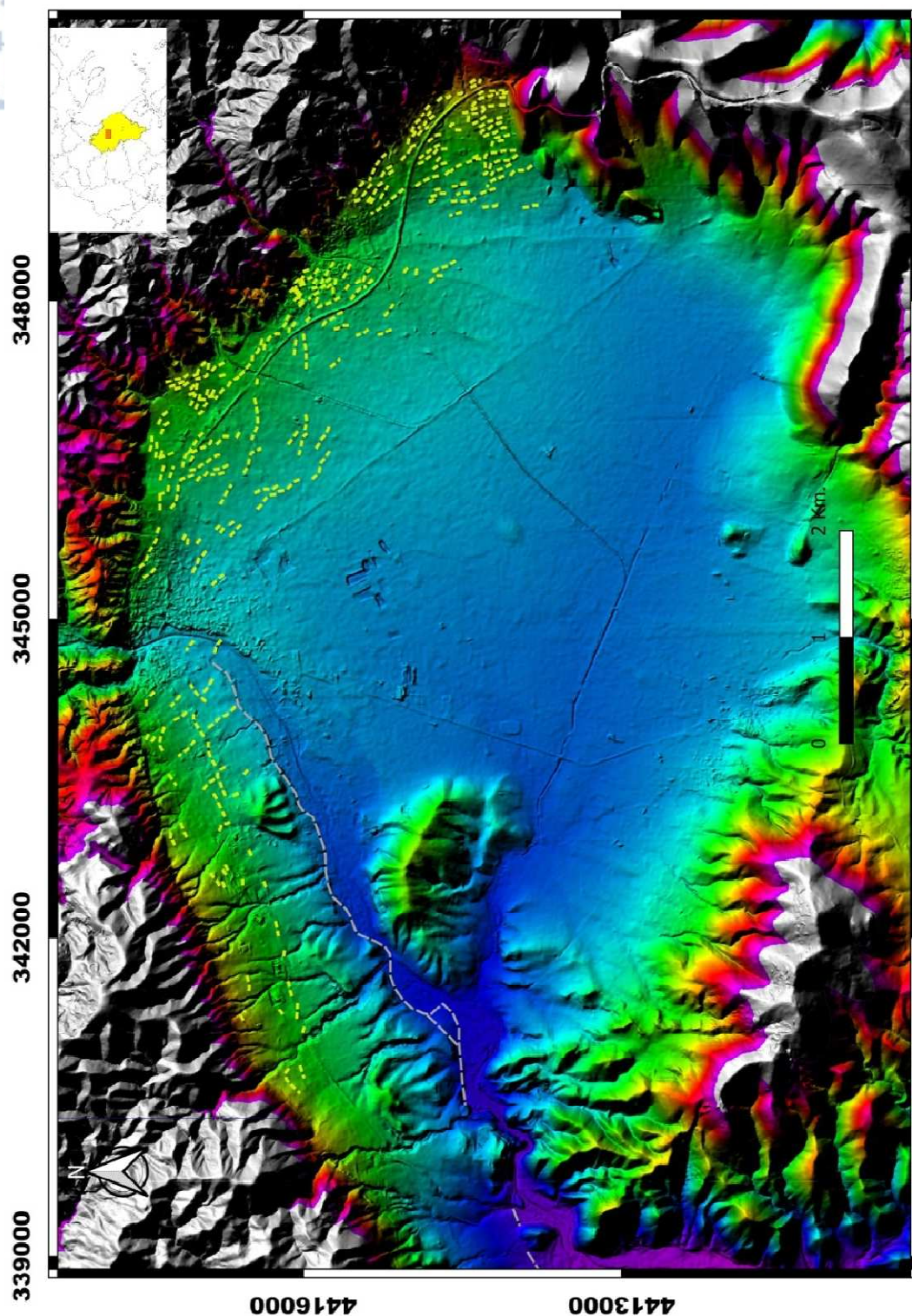
Σχήμα 7-89. Λεπτομερέστερος χάρτης δυτικής περιοχής της Ροδιάς, του σχήματος 7-88, με όλες οι θέσεις των επιφανειακών δομών που εντοπίστηκαν. Με τις κόκκινες γραμμές είναι οι επιφανειακές ρηξιγενείς δομές (scarp) που εντοπίστηκαν στα αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα που δημιουργήθηκαν με την χρήση ΣμηΕΑ. Κιτρινοπράσινες γραμμές είναι επιφανειακές δομές με παρόμοια επιφανειακά χαρακτηριστικά που ανιχνεύθηκαν στο ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου.



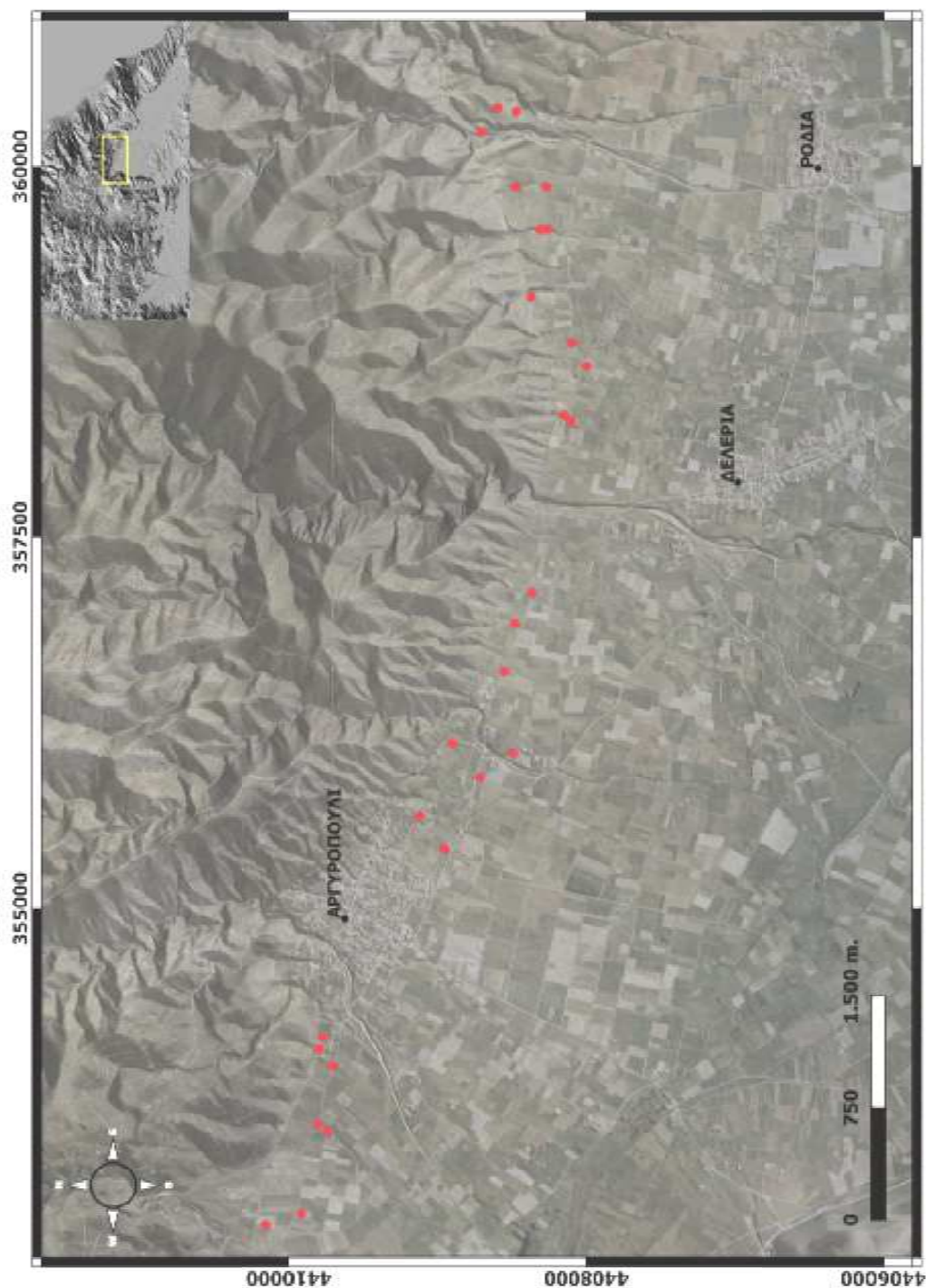
Σχήμα 7-90 Λεπτομερέστερος χάρτης της ανατολικής περιοχής της Ροδιάς, του σχήματος 7-88 με όλες οι θέσεις των επιφανειακών δομών που εντοπίστηκαν. Με τις κόκκινες γραμμές είναι οι επιφανειακές ρηξιγενείς δομές (scarp) που εντοπίστηκαν στα αναλυτικά ψηφιακά μοντέλα που δημιουργηθήκαν με την χρήση ΣμηΕΑ. Κιτρινοπράσινες γραμμές είναι επιφανειακές δομές με παρόμοια επιφανειακά χαρακτηριστικά που ανιχνεύθηκαν στο ψηφιακό μοντέλο του Κτηματολογίου.



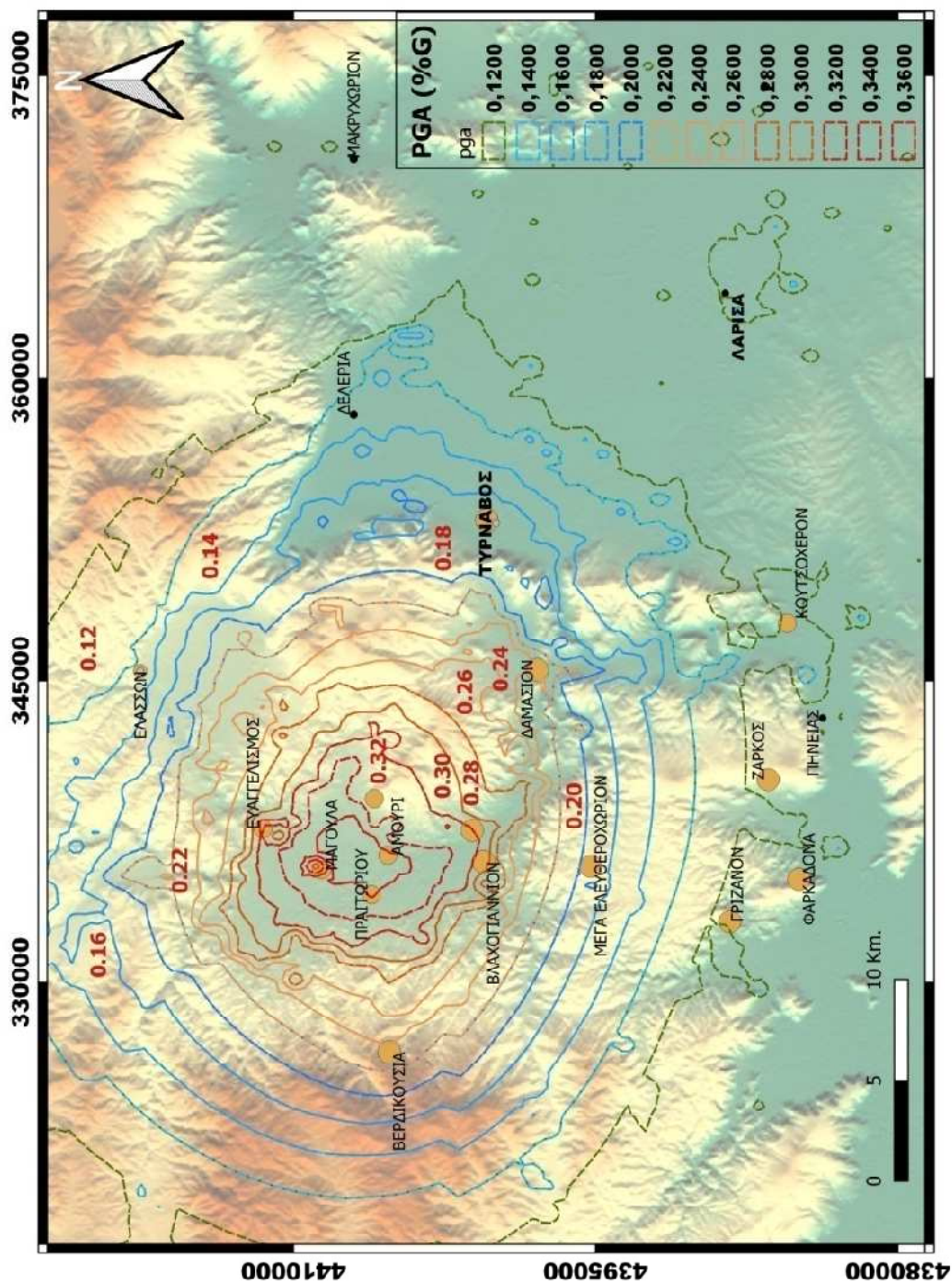
Σχήμα 7-103. Το ρήγμα της Γυρτώνης (GF) με κόκκινη γραμμή. Εμφάνιση μοντέλου σύμφωνα με την κλίση της επιφάνειας. Η αποτύπωση στο αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο που δημιουργήθηκε με την χρήση ΣμηΕΑ Υπόβαθρο χάρτη: δορυφορική εικόνα.



Σχήμα 7-104. Η περιοχή της Ελασσόνας. Στη δυτική περιοχή εντοπίζεται ρηξιγενής επιφάνεια (γκρι διακεκομμένη γραμμή) με γενική διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ. Με την κίτρινη διακεκομμένη αποτυπώνονται μικρές επιφανειακές ασυνέχειες που εμφανίζονται στην επιφάνεια της περιοχής. Υπόβαθρο χάρτη: ψηφιακό μοντέλο Κτηματολογίου (07-09) με επιλεκτική χρωματική κλίμακα υψομέτρων (έγχρωμο), ενώ στην υπόλοιπη περιοχή το ίδιο μοντέλο με απεικόνιση hillshade.

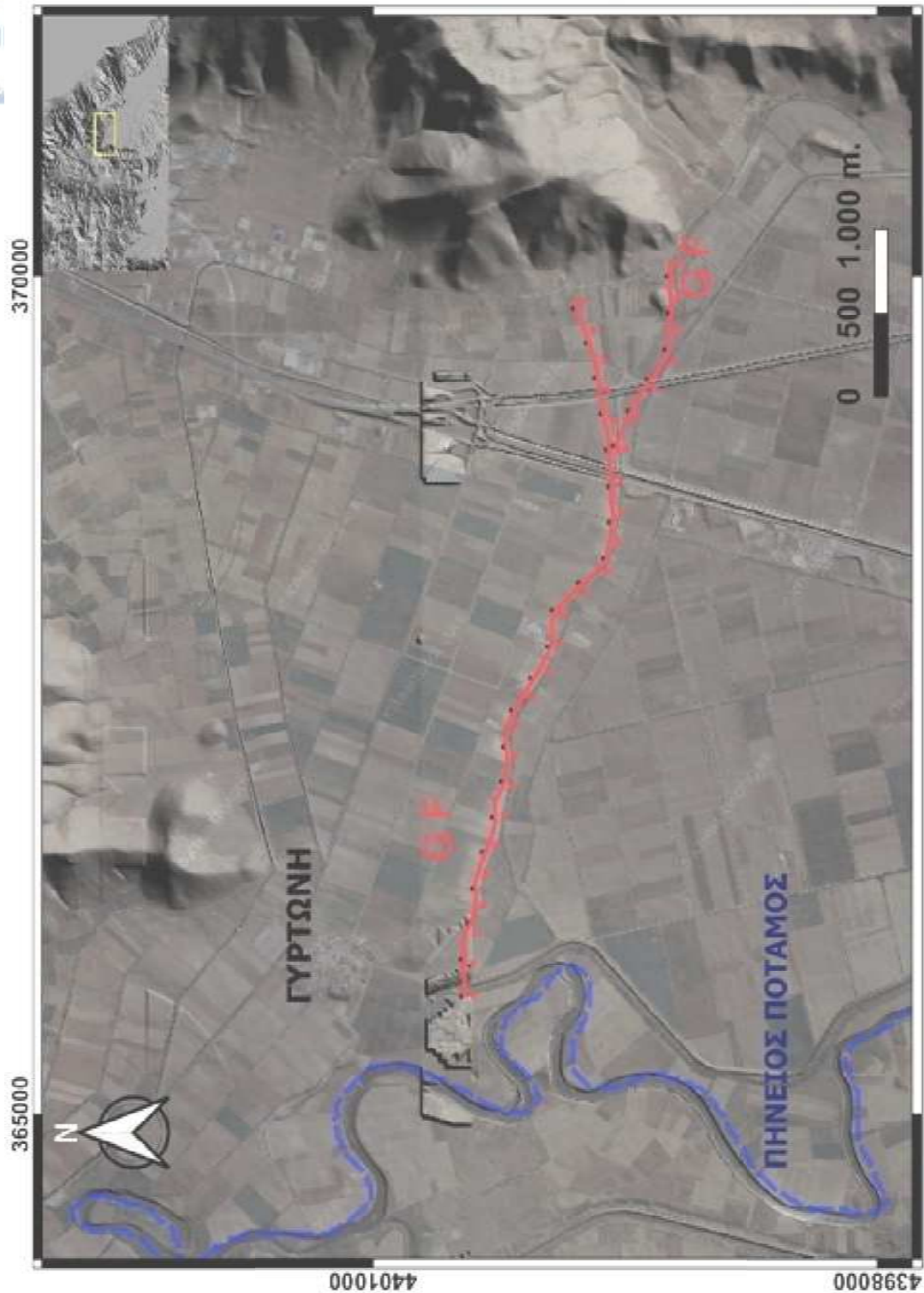


Σχήμα 7.108. Χάρτης της περιοχής Ροδιάς με τα σημεία GCP που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο του μέσου τετραγωνικού σφάλματος των αναλυτικών ψηφιακών μοντέλων που υλοποιήθηκαν με την χρήση ΣμηΕΑ.

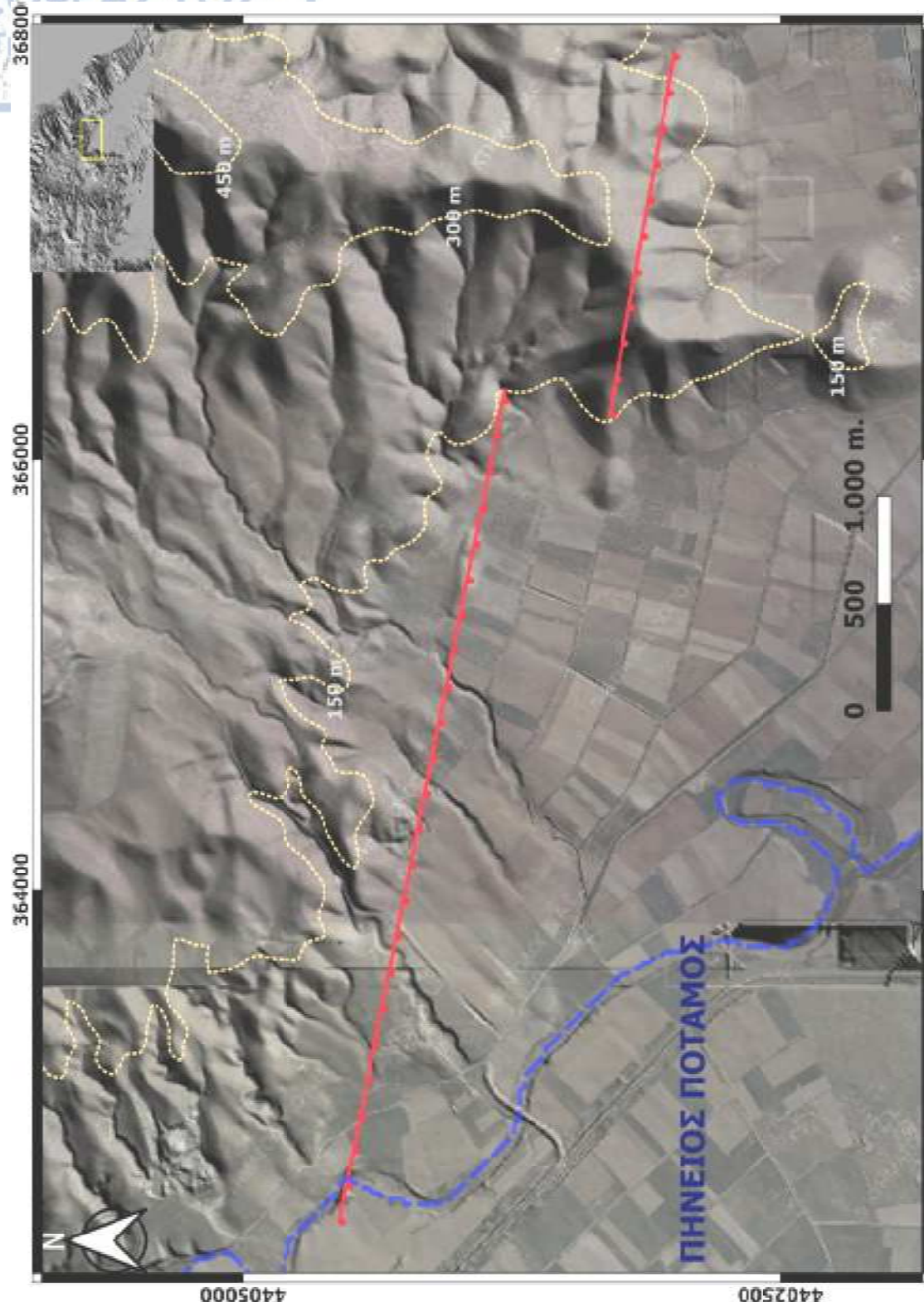


ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΥΡΙΟΥ ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΟΥ 3-3-2021

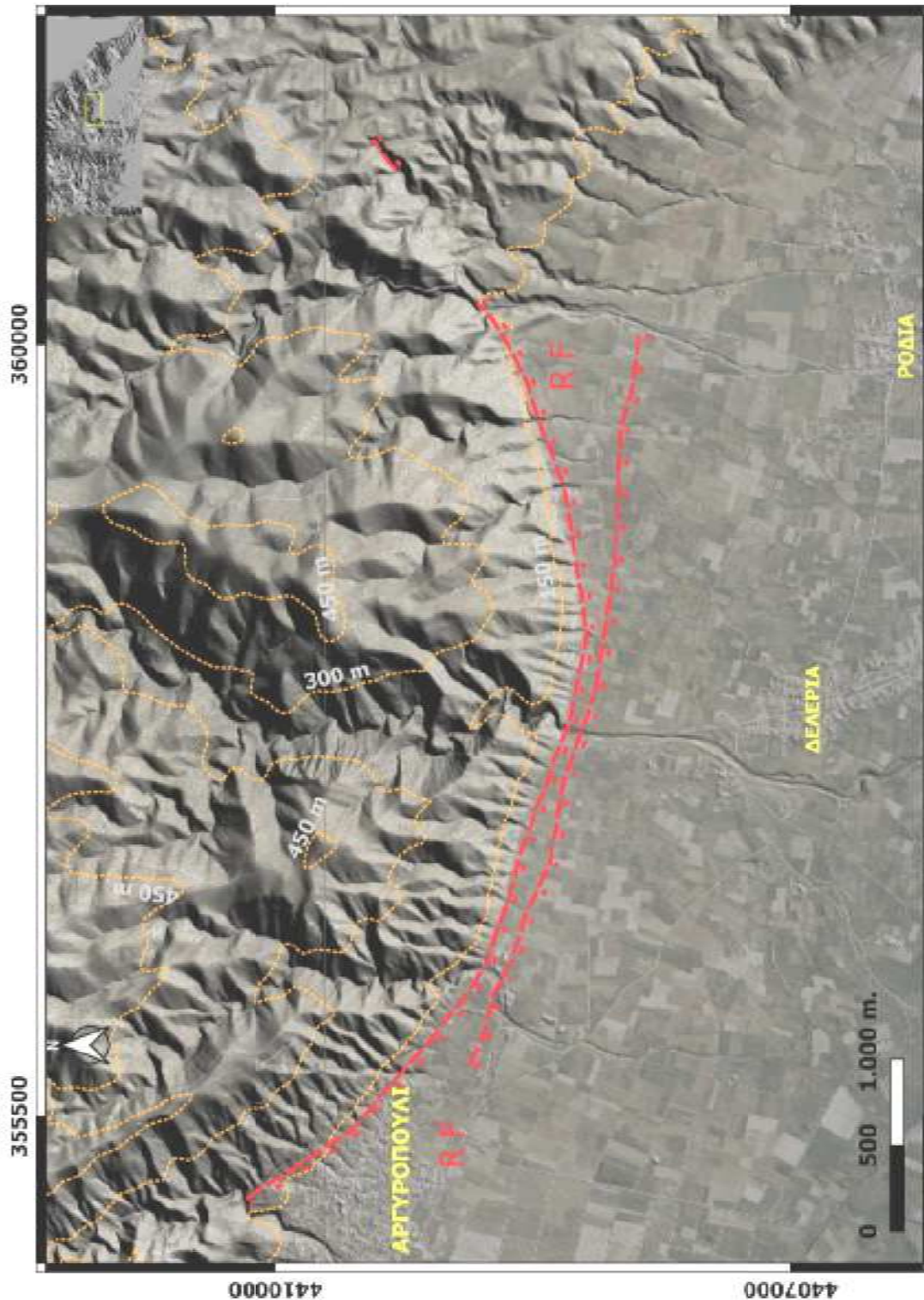
Καμπύλες οριζόντιας επιτάχυνσης (shape files) από Εθνικό αστεροσκοπείο Αθηνών, Hellenic strong motion network, (<https://accelnet.gein.noa.gr/shakemaps/>), υπόβαθρο χάρτη relief map (sas planet).



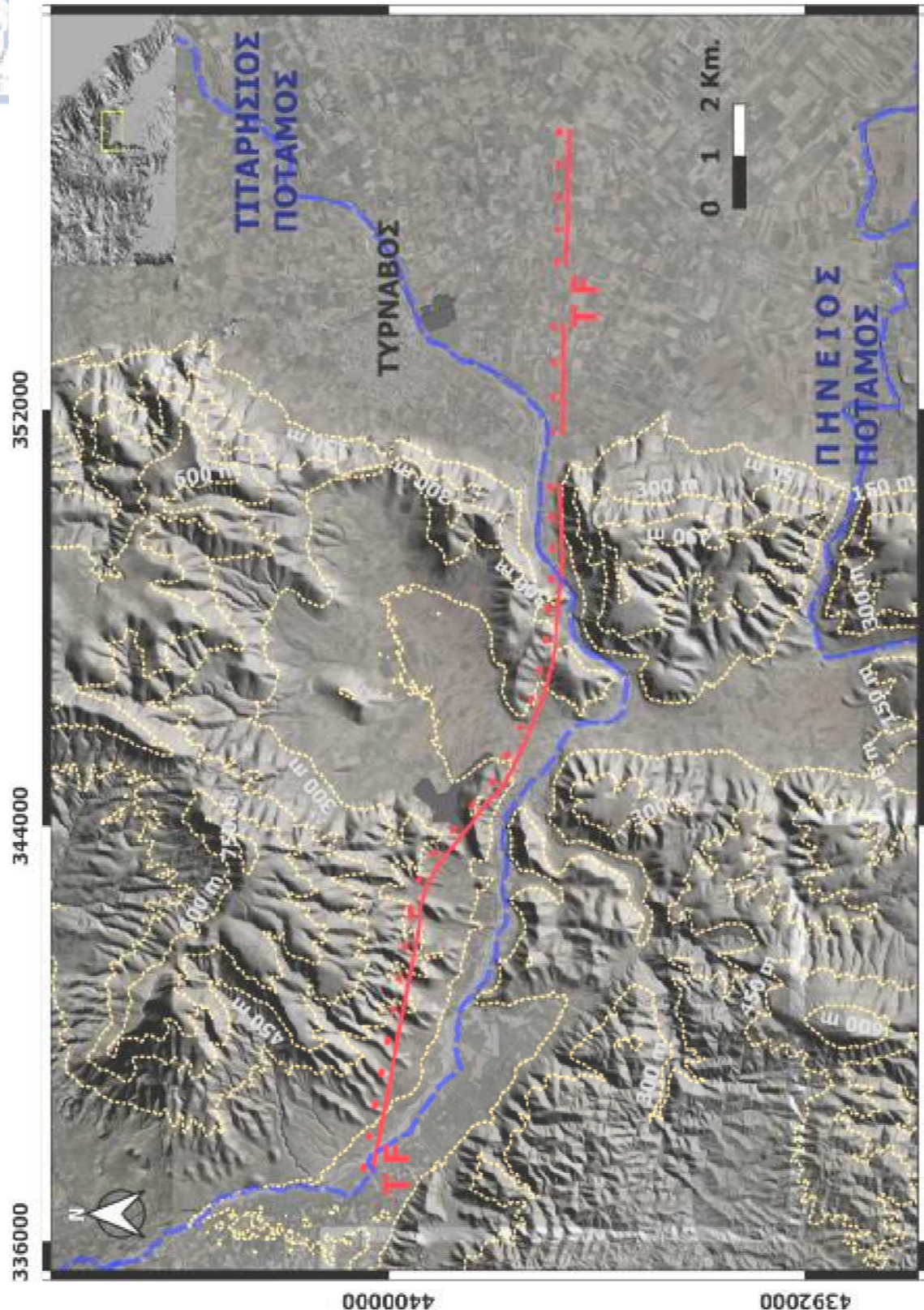
Σχήμα 8-1. Αναλυτικός χάρτης του ρήγματος της Γυρτώνης. Χαρτογράφηση ρήγματος από αναλυτικό ψηφιακό μοντέλο. Εκτιμώμενο επιφανειακό ίχνος 5,64 Km. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009).



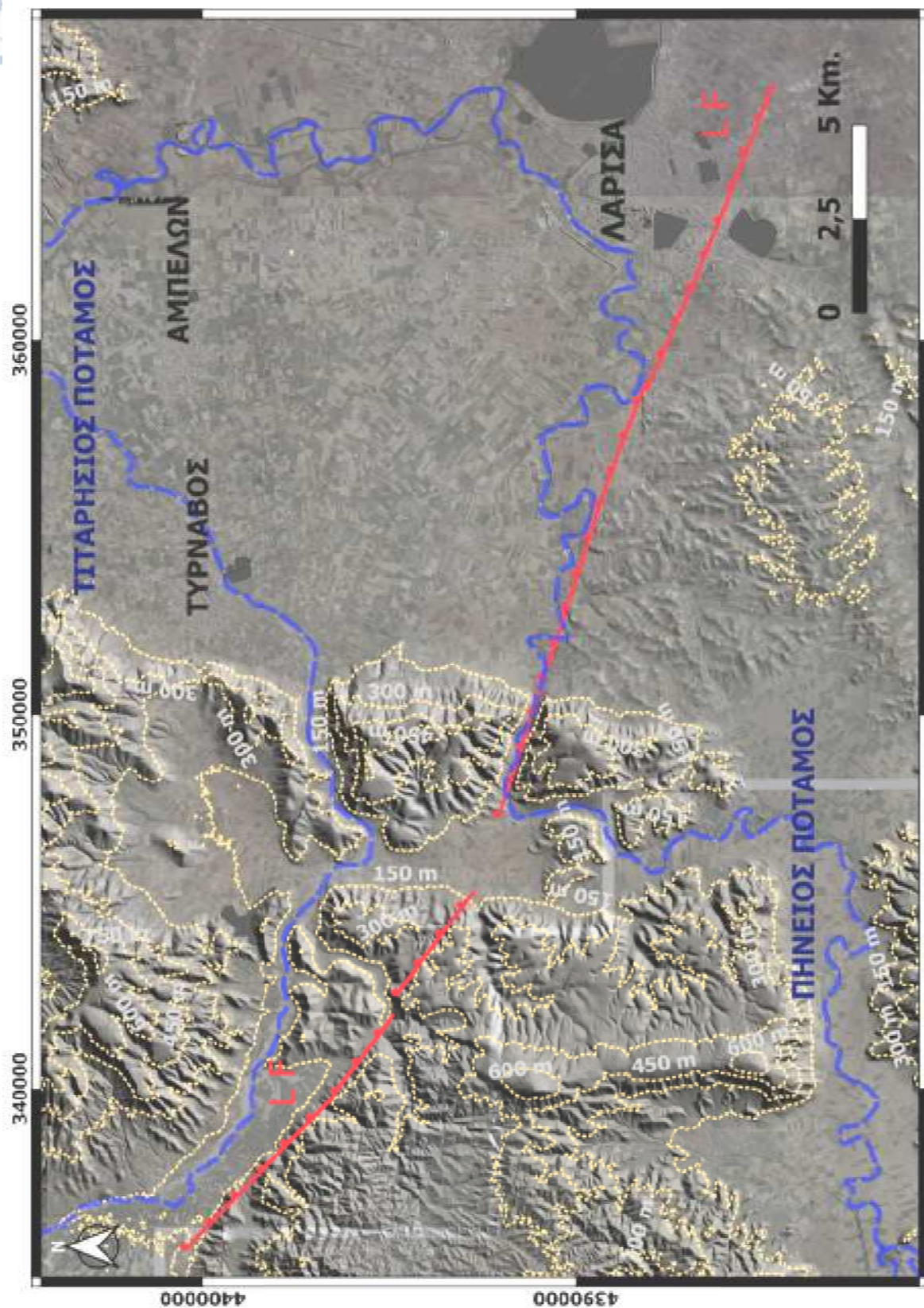
Σχήμα 8-3. Αναλυτικός χάρτης του ρήγματος της Γυρτώνης. Χαρτογράφηση ρήγματος σύμφωνα με Caruto & Helly 2004. Εκτιμώμενο επιφανειακό ίχνος 12,00 Km. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009). Με κίτρινη γραμμή ισοϋψείς ανά 150 m.



Σχήμα 8-5. Αναλυτικός χάρτης του ρήγματος της Ροδιάς. Χαρτογράφηση ρήγματος από ψηφιακά μοντέλα. Εκτιμώμενο επιφανειακό ίχνος 15,0 Km. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009). Με καφέ γραμμή απεικονίζονται οι ισοϋψείς ανά 150 m.



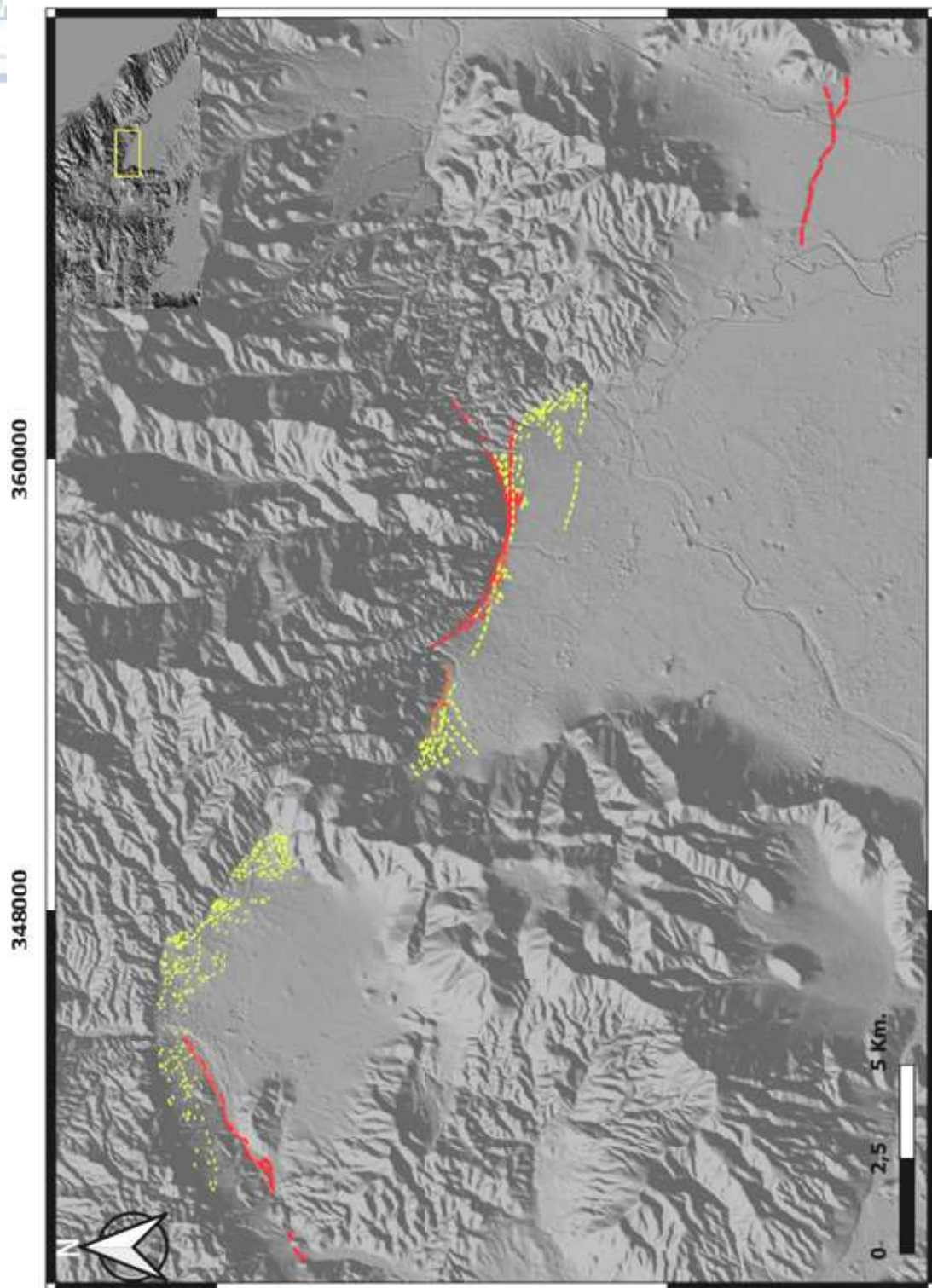
Σχήμα 8-7. Αναλυτικός χάρτης του ρήγματος του Τυρνάβου (TF). Χαρτογράφηση ρήγματος, σύμφωνα με Caruto & Helly 2004. Εκτιμώμενο επιφανειακό ίχνος 13,0 Km. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009). Με κίτρινη γραμμή απεικονίζονται οι ισούψεις ανά 150 m.



Σχήμα 8-9. Αναλυτικός χάρτης του ρήγματος Λαρίσης (LF). Χαρτογράφηση ρήγματος, σύμφωνα με Caruto & Helly 2004. Εκτιμώμενο επιφανειακό ίχνος 18,0 Km. Υπόβαθρο χάρτη ψηφιακό μοντέλο και ορθοφωτοχάρτης Κτηματολογίου Α.Ε. (2007-2009). Με κίτρινη γραμμή απεικονίζονται οι ισοϋψείς ανά 150 m.



Ιστορικός ορθοφωτοχάρτης περιοχής Λαρίσης



Σχήμα 9-3. Συνολική εικόνα των ρηξιγενών δομών της λεκάνης της βόρειας ανατολικής Θεσσαλίας, που εντοπιστήκαν στην παρούσα διατριβή. Υπόβαθρο χάρτη: ψηφιακό μοντέλο ALOS.