



ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ "Α" ΕΜΠ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΖΑΧΑΡΩΣ - ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ

Συντονιστική Επιτροπή:

ΡΟΖΟΣ Δ., Τεχν. Γεωλόγος, Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ Π., Γεωλόγος, Επιστ. Συνεργάτης Ε.Μ.Π.

Ερευνητική Ομάδα:

ΑΛΕΞΟΥΛΗ – ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ Α., Γεωλόγος, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ Π., Γεωλόγος, Επιστ. Συνεργάτης Ε.Μ.Π.

ΚΥΡΟΥΣΗΣ Γ., Γεωλόγος, Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΜΑΡΙΝΟΣ Π., Μηχανικός Μεταλλείων Μεταλλουργός, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΡΟΖΟΣ Δ., Τεχν. Γεωλόγος, Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΡΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗ Θ., Γεωλόγος, Επικ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

ΤΣΙΑΜΠΑΟΣ Γ., Τεχν. Γεωλόγος, Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΛΥΚΟΥΔΗ Ε., Γεωλόγος, PhD Ε.Μ.Π. / M.Sc. Παν/μιο Αθηνών

ΜΑΡΚΑΝΤΩΝΗΣ Κ., Γεωλόγος, Υ. Δρ Ε.Μ.Π.

ΤΣΑΓΓΑΡΑΤΟΣ Π., Μηχανικός Μεταλλείων Μεταλλουργός, Υ. Δρ Ε.Μ.Π.



ΑΘΗΝΑ,
Ιανουάριος 2008



ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ "Α" ΕΜΠ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ
ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ
ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΖΑΧΑΡΩΣ - ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ**

Συντονιστική Επιτροπή:

ΡΟΖΟΣ Δ., Τεχν. Γεωλόγος, Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ Π., Γεωλόγος, Επιστ. Συνεργάτης Ε.Μ.Π.

Ερευνητική ομάδα:

ΑΛΕΞΟΥΛΗ – ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ Α., Γεωλόγος, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ Π., Γεωλόγος, Επιστ. Συνεργάτης Ε.Μ.Π.

ΚΥΡΟΥΣΗΣ Γ., Γεωλόγος, Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΜΑΡΙΝΟΣ Π., Μηχανικός Μεταλλείων Μεταλλουργός, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΡΟΖΟΣ Δ., Τεχν. Γεωλόγος, Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΡΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗ Θ., Γεωλόγος, Επικ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

ΤΣΙΑΜΠΑΟΣ Γ., Τεχν. Γεωλόγος, Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΛΥΚΟΥΔΗ Ε., Γεωλόγος, PhD Ε.Μ.Π. / M.Sc. Παν/μιο Αθηνών

ΜΑΡΚΑΝΤΩΝΗΣ Κ., Γεωλόγος, Υ. Δρ Ε.Μ.Π.

ΤΣΑΓΓΑΡΑΤΟΣ Π., Μηχανικός Μεταλλείων Μεταλλουργός, Υ. Δρ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ,
Ιανουάριος 2008

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	Ιστορικό καταστροφής	1
1.2	Πλαίσιο ερευνητικής δραστηριότητας	2
2	ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ –ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	6
2.1	Αναγνώριση - Οριοθέτηση περιοχής	6
2.2	Γεωμορφολογία	9
2.2.1	Γενικά	9
2.3	Μετεωρολογικά ΣΤΟΙΧΕΙΑ	16
2.3.1	Διαθέσιμα στοιχεία	16
2.3.2	Μετεωρολογικός σταθμός Πύργου	16
2.3.3	Μετεωρολογικός σταθμός Κυπαρισσίας	20
2.3.4	Μετεωρολογικός σταθμός Ανδρίτσαινας	21
3	ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ	22
3.1	Γεωλογική δομή	22
3.1.1	Αλπικοί σχηματισμοί	23
3.2	Τεκτονική – Νεοτεκτονική δομή της περιοχής έρευνας	35
3.3	Παλαιογεωγραφική εξέλιξη	43
3.3.1	Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης Ζαχάρως	43
3.3.2	Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης Νέδα	44
3.4	Υδρογεωλογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών	44
3.4.1	Γενικά	44
3.4.2	Σχηματισμοί Ιονίου ζώνης	45
3.4.3	Σχηματισμοί ζώνης Γαβρόβου	45
3.4.4	Σχηματισμοί ζώνης Πίνδου	45
3.4.5	Νεογενείς σχηματισμοί	46
3.4.6	Τεταρτογενείς αποθέσεις	46
3.5	Τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών – Κατολισθητικά φαινόμενα	47
3.5.1	Γενικά	47
3.5.2	Αλπικοί σχηματισμοί	48
3.5.3	Μεταλπικοί σχηματισμοί	49
3.5.4	Κατολισθητικά φαινόμενα	50
4	ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ – ΕΔΑΦΙΚΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	61
4.1	Ιστορική Σεισμικότητα	62
4.2	Σύγχρονη Σεισμικότητα	64
4.3	Σεισμική επικινδυνότητα	72

5 ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	76
5.1 Ποσοτική ανάλυση υδρογραφικών δικτύων	76
5.1.1 Λόγος Διακλάδωσης (Rb)	76
5.1.2 Αποκλίσεις αριθμού κλάδων.	78
5.1.3 Υδρογραφική υφή (Υ)	80
5.1.4 Μέση αξονική κλίση κοίτης (Jk)	84
5.1.5 Το υψομετρικό ολοκλήρωμα ή η “υψομετρική καμπύλη” των λεκανών απορροής (J)	88
6 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	94
7 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.	97
7.1 Γενικά	97
7.2 Μεθοδολογία ανάπτυξης μοντέλου προσομοίωσης	98
7.3 Εφαρμογή της μεθόδου	99
7.3.1 Χάρτης λιθολογικών σχηματισμών επιδεκτικών στην διάβρωση και σε αστοχίες (L)	99
7.3.2 Χάρτης μορφολογικών κλίσεων (S)	101
7.3.3 Χάρτης υφής του υδρογραφικού δικτύου (Υ)	103
7.3.4 Χάρτης χρήσεων γης (V)	105
7.3.5 Χάρτης επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση πριν τις πυρκαγιές (TV)	107
7.3.6 Χάρτης επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση μετά τις πυρκαγιές (TB)	109
8 ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΜΕΣΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΝ ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ – ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ	115
9 ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.	121
10 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	126
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 2-1. Οι Δήμοι του νομού Ηλείας.....	6
Σχήμα 2-2. Μορφολογικές κλίσεις της περιοχής έρευνας σε km ² και επί τοις%.	9
Σχήμα 2-3. Εμβαδόν λεκανών απορροής των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής έρευνας (km ²).	13
Σχήμα 2-4. Μορφολογικές τομές αναγλύφου στις λεκάνες απορροής των ρεμάτων Ζαχαραϊτικού, Καλιδονίτικου και Θολού.	14
Σχήμα 2-5. Διακύμανση μέσων μηνιαίων τιμών βροχόπτωσης, θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στον μετεωρολογικό σταθμό Πύργου.	16
Σχήμα 3-1. Στάδιο της νεοτεκτονικής εξέλιξης της Κεντροδυτικής Πελοποννήσου (Φουντούλης, I., 2000).	39
Σχήμα 4-1. Κύριες σεισμοτεκτονικές ιδιότητες του χώρου του Αιγαίου και των γύρω περιοχών (Parazachos et al 1986).	61
Σχήμα 4-2. Σεισμικά επίκεντρα μεγέθους Ms>5.5 στην περιοχή της Πελοποννήσου για την χρονική περίοδο 1900 – 2001.	64
Σχήμα 4-3. Χάρτης κατανομής του εστιακού βάθους και του μεγέθους των σεισμών στην ευρύτερη περιοχή έρευνας.	72
Σχήμα 4-4. Οι τρεις κατηγορίες (III, II, I) ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας στις οποίες χωρίσθηκε ο Ελληνικός χώρος, σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες τροποποιήσεις του ΕΑΚ2000 το 2003, λόγω αναθεώρησης του χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας.	73
Σχήμα 5–1: Λόγος διακλάδωσης (Rb).	79
Σχήμα 5–2. Μέσες αξονικές κλίσεις κοίτης επί τοις %(JK).	85
Σχήμα 5–3. Μέσες αξονικές κλίσεις κοίτης επί τοις %(JK).	88
Σχήμα 5–4. Υψομετρικά ολοκληρώματα των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας (J).	91
Σχήμα 5–5. Διαγράμματα υψομετρικών ολοκληρωμάτων των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας (J).	93
Σχήμα 6–1. Χρήσεις γης κατά CORINE (2006) στη περιοχή έρευνας επί τοις %.	94
Σχήμα 6–2. Χρήσεις γης κατά CORINE (2006) στη περιοχή έρευνας σε επιφανειακή κάλυψη (km ²).	95

Σχήμα 7-1. Εδάφη σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό τους ως προς την τρωτότητά τους πριν τις πυρκαγιές σε km ² και επί τοις %.....	107
Σχήμα 7-2. Εδάφη σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό τους ως προς την τρωτότητά τους μετά τις πυρκαγιές σε km ² και επί τοις %.....	112
Σχήμα 7-3. Εδάφη σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό τους ως προς την τρωτότητά τους πριν και μετά τις πυρκαγιές σε km ²	113
Σχήμα 7-4. Συνολικές εκτάσεις που άλλαξαν τον χαρακτηρισμό τους ως προς την τρωτότητα μετά τις πυρκαγιές επί τοις %.....	113

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 3-1. Ασβεστόλιθοι ηλικίας Άνω Κρητιδικό-Ηώκαινο της ζώνης Γαβρόβου, στην περιοχή της λίμνης Καϊάφα.	24
Εικόνα 3-2. Οι εναλλαγές ψαμμιτών και ιλυολίθων του φλύσχη Γαβρόβου στην περιοχή Σμέρνας.....	25
Εικόνα 3-3. Σχιστοκερατολιθική σειρά της ζώνης Πίνδου, βορειοανατολικά του χωριού Μάκιστος.	27
Εικόνα 3-4. Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι της Πίνδου ανατολικά του χωριού Μίνθης.....	28
Εικόνα 3-5. Στρώματα μετάβασης παλαιοκαινικής ηλικίας στο χωριό Μάκιστος.	29
Εικόνα 3-6. Εναλλαγές ψαμμιτών μαργών και ιλυολίθων πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας ανατολικά του Ξηροχωριού.....	32
Εικόνα 3-7. Μάργες και κροκαλοπαγή πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας. Η διαφοροποίηση στο βαθμό διάβρωσης είναι εμφανής.	32
Εικόνα 3-8. Συνεκτικό κροκαλοπαγές πλειοπλειστοκαινικής ηλικία, πριν το χωριό Λέπρεον.....	33
Εικόνα 3-9. Χαλαρό κροκαλοπαγές πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας στο χωριό Καλίδονα.	33
Εικόνα 3-10. Αλλουβιακές αποθέσεις στη πόλη της Ζαχάρως.	34
Εικόνα 3-11.Θίνες στη παραλία της Ζαχάρως.	35
Εικόνα 3-12. Λεπιώσεις της ζώνης Πίνδου ανατολικά του χωριού Καλίδονα.	39
Εικόνα 3-13. Ρηξιγενής επιφάνεια σε ασβεστολίθους δυτικά του Παλαιοχωριού.....	40
Εικόνα 3-14. Αστοχία τεχνητού πρανούς στο δρόμο από Χρυσοχώρι προς Μηλέα.....	51
Εικόνα 3-15. Αστοχία φυσικού ασβεστολιθικού πρανούς ανάντι της κοίτης του ρέματος Άνυδρος (θέση Γουρλόβουνα)	52
Εικόνα 3-16 Γενική άποψη της αστοχίας ανατολικά του Χρυσοχωριού.	52
Εικόνα 3-17. Άποψη της αστοχίας ανάντη του δρόμου. Διακρίνεται η πρόσφατη επισκευή του οδοστρώματος.	53
Εικόνα 3-18. Επιδερμικές αστοχίες υλικών του μανδύα αποσάθρωσης σε φυσικό πρανές σχηματισμών του φλύσχη.	53
Εικόνα 3-19. Ροές χαλαρών υλικών μετά από βροχόπτωση. Τεχνητό πρανές του δρόμου Σμέρνα – Αρτέμιδα.....	54

Εικόνα 3-20. Γενική άποψη της ζώνης αστοχιών στη θέση Ζωνάρια από το απέναντι πρανές.....	55
Εικόνα 3-21. Άποψη δευτερεύουσας ολίσθησης εντός της κύριας ζώνης αστοχιών στη θέση Ζωνάρια.....	55
Εικόνα 3-22. Μερική άποψη της ζώνης αστοχιών στο κατάντι πρανές του δρόμου. Διακρίνεται εδαφική θραύση	56
Εικόνα 3-23. Γενική άποψη της ζώνης αστοχιών στη θέση Ασίκελος.....	56
Εικόνα 3-24. Γεωτεχνική γεώτρηση που εντοπίστηκε εντός της ζώνης αστοχιών στη θέση Ασίκελος.....	57
Εικόνα 3-25. Άποψη της σημερινής διαμόρφωσης στο ανάντη τμήμα της κατολίσθησης στο χωριό Καλίδονα.....	58
Εικόνα 3-26. Άποψη της κατάντη ζώνης της αστοχίας στο χωριό Καλίδονα.....	58
Εικόνα 3-27. Άποψη του σωληνωτού αγωγού παροχέτευσης επιφανειακών νερών, που εκβάλλει εντός της ζώνης των χαλαρών υλικών της αστοχίας στο χωριό Καλίδονα.....	59
Εικόνα 3-28. Γενική άποψη της ζώνης εκδήλωσης της κατολίσθησης στο χωριό Λέπρεο.....	60
Εικόνα 3-29. Άποψη των λεπτομερών πλειο-πλειστοκαινικών ιζημάτων στη κατάντη ζώνη.....	60
Εικόνα 8-1. Κορμοδέματα σε ορεινό πρανές με καμένη δασώδη φυτοκάλυψη.....	116
Εικόνα 8-2. Διάταξη ξυλοφραγμάτων σε ορεινή ζώνη της περιοχής.....	116
Εικόνα 8-3. Καλή λειτουργία ξυλοφράγματος.....	117
Εικόνα 8-4. Καθαρισμός και διεύρυνση της κοίτης κύριου υδρογραφικού άξονα.....	117
Εικόνα 8-5. Χτένια (debris racks) από χαλύβδινα στοιχεία κατάλληλης διατομής στην ανάντη πλευρά γέφυρας.....	118
Εικόνα 8-6. Σημαντικές ποσότητες υλικών που συγκρατήθηκαν από τα χτένια σε μικρό γεφύρι ανάντη της Ζαχάρως.....	118
Εικόνα 8-7. Η είσοδος του εγκιβωτισμένου οχετού με τον οποίο ο χείμαρρος Ζαχάρως διασχίζει την πόλη, μετά από ασθενή βροχόπτωση.....	119
Εικόνα 8-8. Η έξοδος του ίδιου οχετού μετά την ίδια βροχόπτωση.....	120

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1-1. Συνοπτική καταγραφή των απωλειών κατά την πυρκαγιά του Αυγούστου 2007 στο δήμο Ζαχάρω. Πηγή: Δήμος Ζαχάρω	2
Πίνακας 2-1. Ονοματολογία και τάξη των υδρογραφικών δικτύων, εμβαδά των υδρολογικών λεκανών της περιοχής έρευνας και διατομές των ρεμάτων στην εκβολή τους	12
Πίνακας 2-2. Κλιματολογικά δεδομένα μετεωρολογικού σταθμού Πύργου (Ε.Μ.Υ.)	18
Πίνακας 2-3. Μέσος αριθμός ημερών εμφάνισης μετεωρολογικών φαινομένων στον σταθμό Πύργου	19
Πίνακας 2-4. Μέσα μηνιαία ύψη βροχόπτωσης (mm) στο σταθμό Κυπαρισσίας (1983-1994)	20
Πίνακας 4-1. Κατάλογος σεισμών μεγέθους $M_s \geq 4,5$ της κλίμακας Richter για την περιοχή με συντεταγμένες $36^{\circ}70'$ έως $38^{\circ}00'$ γεωγραφικό πλάτος και $21^{\circ}00'$ έως $22^{\circ}20'$ γεωγραφικό μήκος	65
Πίνακας 4-2. Κατάλογος σεισμών μεγέθους $M_s \geq 5,5$ της κλίμακας Richter για την περιοχή με συντεταγμένες $36^{\circ}70'$ έως $38^{\circ}00'$ γεωγραφικό πλάτος και $21^{\circ}00'$ έως $22^{\circ}20'$ γεωγραφικό μήκος	71
Πίνακας 5-1: Λόγος διακλάδωσης (Rb)	78
Πίνακας 5-2. Απόκλιση των πραγματικών αριθμών κλάδων από τις ιδανικές(%)	80
Πίνακας 5-3. Κατάταξη των τιμών της υδρογραφικής πυκνότητας (D) σε τρεις κατηγορίες	81
Πίνακας 5-4. Κατάταξη των τιμών της υδρογραφικής συχνότητας (F) σε τρεις κατηγορίες	81
Πίνακας 5-5. Μέση αξονική κλίση κλάδων των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής έρευνας	85
Πίνακας 5-6. Υψομετρικό ολοκλήρωμα των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας (J)	90
Πίνακας 7-1. Κατάταξη των τιμών υδρογραφικής συχνότητας και υδρογραφικής πυκνότητας σε τρεις κατηγορίες και ταξινόμηση της υδρογραφικής υφής από τον συνδυασμό αυτών	103

ΧΑΡΤΕΣ

Χάρτης 2-1. Χάρτης διοικητικής διάκρισης Δήμου Ζαχάρως.	8
Χάρτης 2-2. Μορφολογικός χάρτης Δήμου Ζαχάρως.	10
Χάρτης 2-3. Μορφολογικός ανάγλυφος χάρτης Δήμου Ζαχάρως.	11
Χάρτης 2-4. Υδρολογικός χάρτης Δήμου Ζαχάρως.	15
Χάρτης 3-1. Γεωλογικός χάρτης περιοχής Δήμου Ζαχάρως.	41
Χάρτης 3-2. Ανάγλυφος γεωλογικός χάρτης περιοχής Δήμου Ζαχάρως.	42
Χάρτης 5-1. Χάρτης υδρογραφικής πυκνότητας (D).	82
Χάρτης 5-2. Χάρτης υδρογραφικής συχνότητας (F).	83
Χάρτης 6-1. Χάρτης χρήσεων γης, για τον οποίο χρησιμοποιήθηκαν διαγράμματα από το πρόγραμμα CORINE (2006).	96
Χάρτης 7-1. Χάρτης σχηματισμών επιδεκτικών στη διάβρωση και σε αστοχίες (L)	100
Χάρτης 7-2 Χάρτης μορφολογικών κλίσεων (S)	102
Χάρτης 7-3. Χάρτης υψής υδρογραφικού δικτύου (Y)	104
Χάρτης 7-4. Χάρτης χρήσεων γης (V).	106
Χάρτης 7-5. Χάρτης επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση πριν τις πυρκαγιές (TV).	108
Χάρτης 7-6. Χάρτης των καμένων εκτάσεων με βάση το βαθμό απανθράκωσης (B).	110
Χάρτης 7-7. Χάρτης επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση μετά τις πυρκαγιές (TB).	111
Χάρτης 7-8. Εκτάσεις που άλλαξαν το χαρακτηρισμό τους ως προς την τρωτότητα τους μετά τις πυρκαγιές(TV-TB).	114

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ

Τον Αύγουστο του 2007, συνέβη μια από τις μεγαλύτερες φυσικές καταστροφές στην ιστορία της σύγχρονης Ελλάδας. Το πλέον σοβαρό και με απώλειες ζώων χτύπημα από αυτή τη μεγάλη καταστροφή, αναφέρεται στο Δήμο Ζαχάρω.

Η φωτιά εκδηλώθηκε τις πρωινές ώρες της 24^{ης} Αυγούστου, στο Δημοτικό Διαμέρισμα της Μάκιστου. Το πύρινο μέτωπο εξαπλώθηκε γρήγορα και στις υπόλοιπες εδαφικές εκτάσεις του Δήμου. Από τα 19 Δημοτικά Διαμερίσματα, που ανήκουν στο Δήμο Ζαχάρω, τα 13 ορεινά υπέστησαν πολύ σοβαρές καταστροφές.

Κατά κύριο λόγο κήκαν δασικές εκτάσεις, αγροτικές καλλιέργειες και κτηνοτροφικές μονάδες, ενώ η καταστροφή επεκτάθηκε και σε κατοικημένες περιοχές, με αποτέλεσμα δυστυχώς την απώλεια και ανθρώπινων ζώων.

Εκτιμώντας το μέγεθος των απωλειών, διαπιστώνει κανείς τις πολύ σημαντικές απώλειες κυρίως σε ανθρώπινες ζωές.

Αναλυτικότερα η πυρκαγιά είχε σαν αποτέλεσμα :

- ☞ Την απώλεια 41 ανθρώπινων ζώων. Στην Αρτέμιδα έχασαν τη ζωή τους 17 κάτοικοι, ανάμεσα τους 7 παιδιά. Στην ίδια περιοχή και κατά την προσπάθεια κατάσβεσης της πυρκαγιάς, κήκαν ο αντιδήμαρχος της Ζαχάρω Α. Κρέσπης, δυο πυροσβέστες, ένας δασοφύλακας από τη Ζαχάρω, καθώς και ένας δημότης Πύργου, γεγονός που ανεβάζει τον αριθμό των νεκρών στην Αρτέμιδα στους 22.
- ☞ Από τα 180.000 στρέμματα που ανήκουν στο Δήμο Ζαχάρω κήκε ολοσχερώς το 90%. Εξ' αυτών τα 32.000 στρέμματα αναφέρονται σε ελαιοκαλλιέργειες (το 70% των κατοίκων της περιοχής είναι ελαιοπαραγωγοί) και τα υπόλοιπα αφορούν σε άλλες αγροτικές καλλιέργειες και δασικές εκτάσεις. Σύμφωνα με στοιχεία του WWF, από το δάσος του Καϊάφα κήκε το 22,5% της προστατευόμενης περιοχής (7.577 στρέμματα). Επισημαίνεται τέλος ότι τα περισσότερα στρέμματα των δασικών εκτάσεων βρίσκονται σε περιοχές του Δικτύου Natura 2000.
- ☞ Η σπάνια βιοποικιλότητα της περιοχής επλήγη σε μεγάλο βαθμό. Τόσο τα ενδημικά είδη της χλωρίδας όσο και της πανίδας υπέστησαν σοβαρό πλήγμα.

Στον Πίνακα 1-1 δίνονται συνοπτικά οι καταστροφές από την πυρκαγιά του Αυγούστου 2007 στο δήμο Ζαχάρω .

Πίνακας 1-1. Συνοπτική καταγραφή των απωλειών κατά την πυρκαγιά του Αυγούστου 2007 στο δήμο Ζαχάρωσ. Πηγή: Δήμος Ζαχάρωσ

ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΝΕΚΡΟΙ	ΚΑΜΕΝΑ ΣΠΙΤΙΑ	ΚΑΜΕΝΑ ΑΜΑΞΙΑ	ΖΩΑ ΠΟΥ ΧΑΘΗΚΑΝ	ΚΑΤΕΣΤΡΑΜΜΕΝΕΣ ΕΛΙΕΣ	ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΤΙΡΙΑ/ ΣΧΟΛΕΙΑ
ΑΓΙΟΣ ΗΛΙΑΣ				70%	80%	
ΑΝΗΛΙΟ	1	4		5%	75%	1 εκκλησία
ΑΡΗΝΗ		9				
ΑΡΤΕΜΙΔΑ	17	28	3	95%	100%	4 κτίρια 1 ιερός ναός, 1 κοιν. γραφείο, το ιατρείο και το κοιν. Καφενείο
ΓΙΑΝΝΙΤΣΟΧΩΡΙ					40%	
ΚΑΛΙΔΟΝΑ	1	15		20%	100%	
ΛΕΙΠΡΕΟ		8		40%	90%	
ΜΑΚΙΣΤΟΣ	7	73	2	100%	100%	2 εκκλησίες
ΜΗΛΕΑ		4	2	100%	100%	2 εκκλησίες
ΜΙΝΘΗ	2	10		30%	100%	
ΝΕΟΧΩΡΙ					100%	
ΞΗΡΟΧΩΡΙ	3	15	3	30%	90%	
ΠΡΑΣΙΔΑΚΙ			1		95%	
ΡΟΔΙΝΑ		11	6	5%	100%	
ΣΜΕΡΝΑ	2	14	3		100%	
ΣΧΙΝΟΙ	1			5%	100%	
ΤΑΞΙΑΡΧΕΣ			2	80%	100%	
ΧΡΥΣΟΧΩΡΙ		42		30%	100%	
ΚΑΚΟΒΑΤΟΣ						

1.2 ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Μετά τις πυρκαγιές του Αυγούστου 2007, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο προσεκλήθη από τον Δήμαρχο Ζαχάρωσ για να συμβάλλει στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων από τις πυρκαγιές.

Έτσι συστάθηκε από τον Πρύτανη του ΕΜΠ η ομάδα έρευνας "Α" για την εξέταση των πυρόπληκτων περιοχών του Δήμου Ζαχάρωσ. Τα μέλη της ομάδας αυτής που αναφέρονται στην πρώτη σελίδα, δραστηριοποιήθηκαν αμέσως και αφιλοκερδώς προκειμένου να διαμορφώσουν τα πρώτα (άμεσα) μέτρα για την ασφαλέστερη αντιμετώπιση του προβλήματος.

Αρχικά, την Πέμπτη 20/09/07 κλιμάκιο επιστημόνων της ερευνητικής ομάδας επισκέφθηκε τον Δήμο Ζαχάρωσ. Το κλιμάκιο κατ' αρχάς ενημερώθηκε από τον δήμαρχο κ. Χρονόπουλο και τους μηχανικούς της Δημαρχίας και της ΤΥΔΚ, ενώ στη συνάντηση παρευρέθη και ο δήμαρχος Ανδρίτσαινας. Στη συνέχεια οι δήμαρχοι Ζαχάρωσ και Ανδρίτσαινας οδήγησαν το κλιμάκιο σε κρίσιμες περιοχές των κύριων λεκανών απορροής.

Επιβεβαιώθηκε έτσι, η ανάγκη διαμόρφωσης συγκεκριμένων προτάσεων για άξονες δράσης (άμεσους και μεσοπρόθεσμους), προκειμένου να αντιμετωπισθούν τα προβλήματα που αναμένεται να προκύψουν στις οικιστικές ζώνες από τις βροχοπτώσεις την επόμενη χειμερινή περίοδο. Οι βροχοπτώσεις αυτές θα προκαλέσουν αυξημένες επιφανειακές απορροές, αλλά και στερεοπαροχές υλικών που θα προκύψουν από διαβρώσεις και κατολισθητικά φαινόμενα τα οποία θα ενεργοποιηθούν στα εδαφικά καλύμματα, αλλά και στους μαλακούς βραχώδεις σχηματισμούς που συμμετέχουν με μεγάλο ποσοστό επιφανειακής εξάπλωσης στη γεωλογική δομή του συγκεκριμένου χώρου.

Επιπρόσθετα, τα κατολισθητικά φαινόμενα (ερπυσμοί, λασποροές, ροές κορημάτων, καταπτώσεις βράχων, ολισθήσεις) που αποτελούσαν σημαντικό πρόβλημα για τις οικιστικές ζώνες, τις καλλιέργειες αλλά και τα γραμμικά τεχνικά έργα της περιοχής προ των πυρκαγιών, αναμένεται να επανεμφανισθούν εντονότερα μετά την ολοσχερή καταστροφή της φυτοκάλυψης, απειλώντας ίσως και μεγάλα τμήματα οικισμών.

Με βάση τα παραπάνω, το κλιμάκιο συνόψισε τις παρατηρήσεις του ως ακολούθως:

- ⇒ Κατ' αρχήν εκτιμάται ότι ως αποτέλεσμα των πυρκαγιών οι διατομές και κοίτες των χειμάρρων δεν επαρκούν για την παροχέτευση των αναμενόμενων αυξημένων παροχών μετά από ισχυρές βροχοπτώσεις.
- ⇒ Η κοίτη του χειμάρρου εντός της Ζαχάρως και επί μήκους 800m είναι κλειστός αγωγός διατομής 6m x 3m. Ο κίνδυνος πλημμυρικών φαινομένων είναι υπαρκτός και έχει πολλαπλασιαστεί ανησυχητικά μετά την πρόσφατη πυρκαγιά. Το διακύβευμα είναι υψηλό διότι τόσο ανάντη στην είσοδο του οικισμού όσον και κατόντη στον άξονα της κοίτης υπάρχουν το Δημοτικό Σχολείο και το Λύκειο Ζαχάρως αντίστοιχα.
- ⇒ Συμπερασματικά, οι αναμενόμενες παροχές αιχμής έχουν πολλαπλασιαστεί, ενώ οι χρόνοι συρροής έχουν σημαντικά μειωθεί καθιστώντας τις συνθήκες κρίσιμες. Σύμφωνα με την επιτόπια επίσκεψη εκτιμάται ότι οι αναμενόμενες παροχές έχουν τριπλασιαστεί και οι χρόνοι συρροής έχουν υποδιπλασιαστεί.

Με βάση τα παραπάνω, οι προτάσεις για άμεση δράση είναι οι ακόλουθες:

- ✦ Άμεση οργάνωση, εγκατάσταση και λειτουργία συστήματος εγρήγορσης και έγκαιρης προειδοποίησης εντός του Οκτωβρίου για επερχόμενη πλημμύρα, προκειμένου να είναι εφικτή η εκκένωση των σχολείων και άλλων ευαίσθητων χώρων συνάθροισης κατοίκων.
- ✦ Τα αντιδιαβρωτικά έργα που ήδη κατασκευάζονται με κορμοδέματα ή κλαδοπλέγματα, πρέπει απαραίτητα να επεκταθούν στις πλέον επικίνδυνες (επικλινείς)

περιοχές και κυρίως σε αυτές που συνδυάζουν το ευδιάβρωτο των γεωλογικών σχηματισμών και την πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου. Τα έργα αυτά πρέπει να συνοδευτούν με την κατασκευή ξυλοφραγμάτων ή όπου είναι δυνατόν φραγμάτων με ξερολιθιές στις μισγάγγειες (μικρά ρέματα στις ορεινές ζώνες).

↳ Στους κύριους κλάδους των ρεμάτων πρέπει να κατασκευαστούν φράγματα με συρματοκιβώτια σε αποστάσεις όχι μεγαλύτερες των 500m το ένα από το άλλο.

↳ Θεωρείται προφανές ότι αρμόδιες τεχνικές υπηρεσίες θα πρέπει να φροντίζουν για το συνεχή καθαρισμό αυλάκων, τεχνητών οχετών και αγωγών στο οδικό δίκτυο και στους οικιστικούς χώρους της περιοχής.

↳ Τέλος, θα πρέπει να διερευνηθεί άμεσα και διεξοδικά η δυνατότητα παράλληλου αγωγού εξόδου ομβρίων κατάλληλης διατομής, διαμέσου της οικιστικής περιοχής Ζαχάρως ή περιμετρικά της ζώνης αυτής π.χ. με τάφρο παράκαμψης του οικιστικού ιστού. Είναι αυτονόητο ότι για αυτό ή για οποιαδήποτε άλλη πρόταση απαιτείται σοβαρή μελέτη σε οριστικότερη βάση των αντιπλημμυρικών έργων της οικιστικής περιοχής Ζαχάρως, αφού τεθούν κατάλληλα κριτήρια ασφαλείας και αξιοπιστίας και αναλυθούν όλες οι προσφερόμενες λύσεις.

Στη συνέχεια άλλο κλιμάκιο της ερευνητικής ομάδας δραστηριοποιήθηκε και πραγματοποίησε διαδοχικές επισκέψεις στην περιοχή, προκειμένου να προχωρήσει στην αποτύπωση των γεωπεριβαλλοντικών επιπτώσεων, αλλά και προτάσεις για την αντιμετώπισή τους. Σε αυτή την προσπάθεια πρέπει να τονισθεί η βοήθεια που προσέφερε ο Γεωλόγος Σάββας Μπηλιώνης τόσο στην ύπαιθρο όσο και στην παροχή ψηφιακών δεδομένων.

Έτσι αποφασίστηκε αρχικά η εξέταση των προβλημάτων από πλευράς κατολισθήσεων, διαβρώσεων και πλημμυρικών φαινομένων, που προκύπτουν από την εκδήλωση των πυρκαγιών.

Η ολοκλήρωση αυτής της εργασίας απαιτήσε την πραγματοποίηση των ακόλουθων σταδίων έρευνας:

- Συλλογή και επεξεργασία βιβλιογραφικών δεδομένων της περιοχής έρευνας.
- Επιτόπια επίσκεψη στην πυρόπληκτη περιοχή.
- Εξέταση και καθορισμός θέσεων πιθανής εκδήλωσης πλημμυρικών φαινομένων.
- Χαρτογράφηση θέσεων πιθανής εκδήλωσης αστοχιών πρανών που προϋπήρχαν και αυτών που αναμένεται να προκύψουν μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς.

- Επικαιροποίηση και συμπλήρωση της γεωλογίας της περιοχής έρευνας σε κλίμακα 1:25.000.
- Χαρτογράφηση των καμένων περιοχών, με βάση την ένταση της πυρκαγιάς.
- Ποσοτική ανάλυση των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής έρευνας.
- Επεξεργασία και ανάλυση των μορφομετρικών παραμέτρων της περιοχής έρευνας.
- Εκπόνηση θεματικών χαρτών, όπως γεωμορφολογικού, υδρολογικού, γεωλογικού, χρήσεων γης και καμένων εκτάσεων, με τελικό σκοπό την ανάπτυξη ενός απλοποιημένου μοντέλου προσομοίωσης εδαφικής διάβρωσης, στο οποίο παρουσιάζονται θέσεις αυξημένης επικινδυνότητας.
- Εκπόνηση ενός καταληκτικού χάρτη, στον οποίο διακρίνονται οι ζώνες επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση και τις αστοχίες πρανών, που μπορούν να επιτείνουν τις στερεοπαροχές με αποτέλεσμα να προκληθούν πρόσθετα προβλήματα στις οικιστικές ζώνες και στις καλλιέργειες του Δήμου Ζαχάρως.
- Πιθανή επαλήθευση των επικίνδυνων θέσεων του καταληκτικού χάρτη με επίτοπιες επισκέψεις στην περιοχή έρευνας.
- Συγγραφή της παρούσας Τελικής Έκθεσης, η οποία περιλαμβάνει την αξιολόγηση του συνόλου των γεωπεριβαλλοντικών παραμέτρων που εξετάστηκαν στην περιοχή έρευνας.

Το τελικό προϊόν της έρευνας αυτής (χάρτης τρωτότητας των σχηματισμών), αναμένεται να βοηθήσει τον Δήμο Ζαχάρως σε έναν ευρύτερο διαχειριστικό σχεδιασμό με περιορισμό των οικονομικών και κοινωνικών συνεπειών.

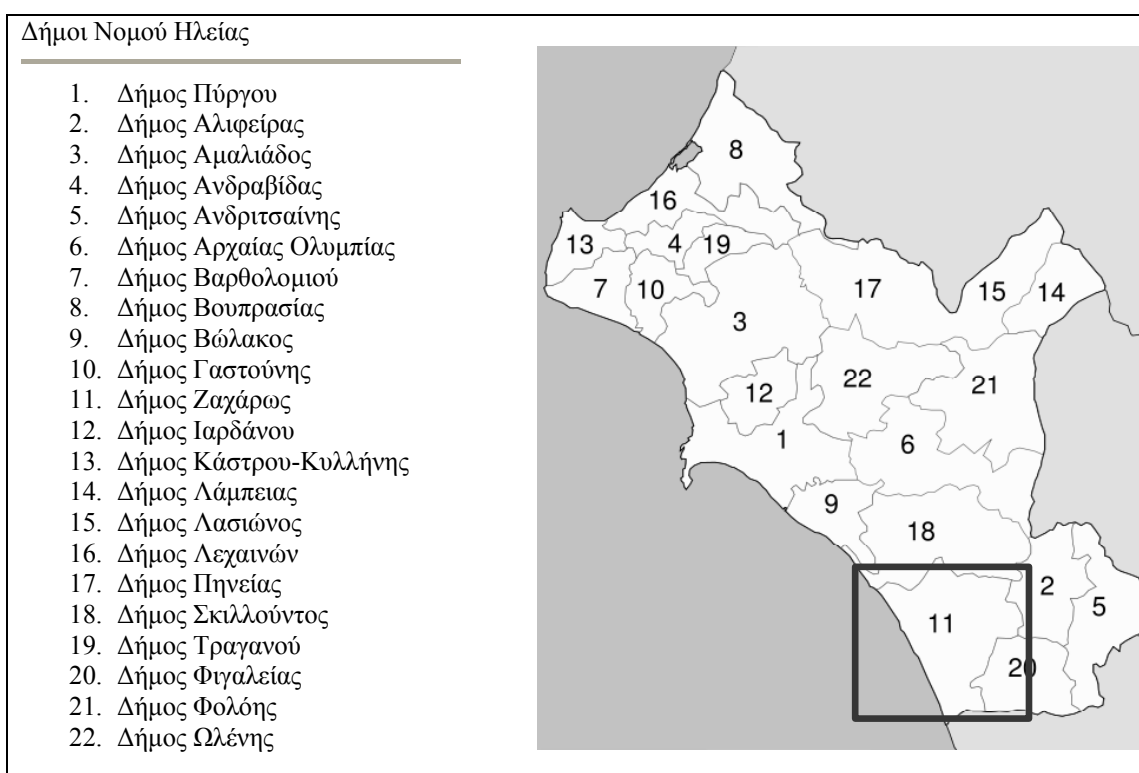
Ο χάρτης αυτός αναφέρεται σε έναν γενικό σχεδιασμό των προβλημάτων και δεν επιλύει επιμέρους προβλήματα π.χ. μιας κατολίσθησης η οποία είναι δυνατόν να εκδηλωθεί στο μέλλον.

Τα έξοδα λειτουργίας της ερευνητικής ομάδας, όπως μετακινήσεις και διαμονή στη Ζαχάρω σχετικών κλιμακίων εργασίας, κλπ, καλύφθηκαν όλο αυτό το διάστημα από τον Ειδικό Λογαριασμό Κονδυλίων Έρευνας του Πολυτεχνείου.

2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ –ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.1 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ - ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Ο Δήμος Ζαχάρως βρίσκεται στο νοτιοδυτικό τμήμα της επαρχίας Ολυμπίας του Νομού Ηλείας. Στο Σχήμα 2-1 δίνονται οι Δήμοι του νομού Ηλείας και ο σχετικός ενδεικτικός χάρτης με την ακριβή τους θέση.

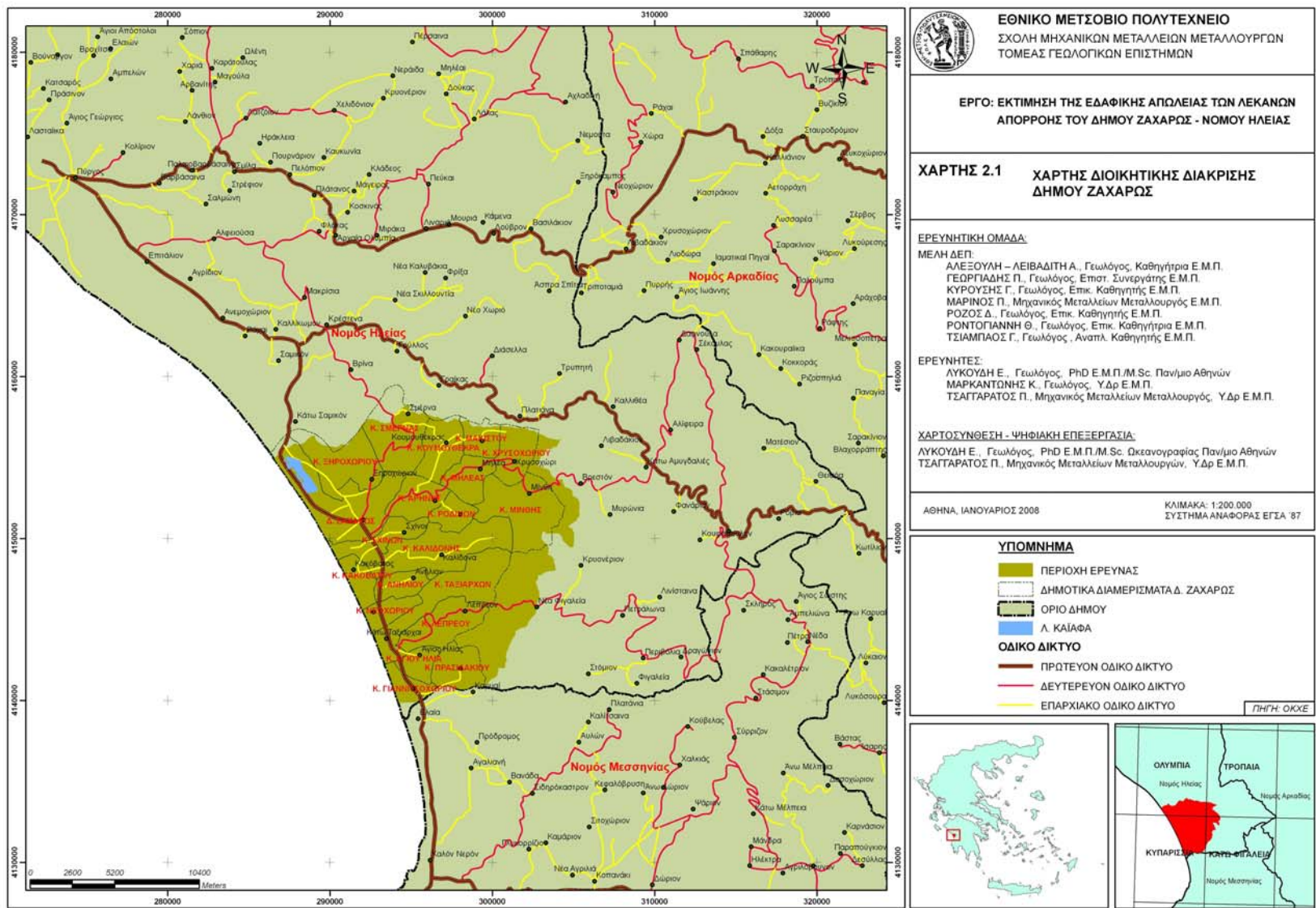


Σχήμα 2-1. Οι Δήμοι του νομού Ηλείας.

Ο Δήμος Ζαχάρως έχει πληθυσμό 12.910 κατοίκους. Με την εφαρμογή του Νόμου Καποδίστρια (μεταρρύθμιση στη Γ.Α του 1998) λειτουργεί με έδρα τη Ζαχάρω ο Νέος Διευρυμένος Δήμος, που περιλαμβάνει 19 πρώην Κοινότητες πρώην Δήμου Αρήνης με συνολικό πληθυσμό 11.041 κατοίκους. Τα Δημοτικά διαμερίσματα του Νέου Δήμου Ζαχάρως (Χάρτης 2-1), καθώς και οι οικισμοί που περιλαμβάνουν με τον πληθυσμό τους, έχουν ως εξής:

1. Δ.Δ. Ζαχάρως [6.739]: η Ζαχάρω [5407], ο Άγιος Νικόλαος [1.067], ο Καϊάφας [114], το Κάτω Ξηροχώρι [151]
2. Δ.Δ. Αγίου Ηλία [34]: ο Άγιος Ηλίας [34]

3. Δ.Δ. Ανηλίου [315]: το Ανήλιον [260], το Κοτρωνάκι [29], ο Μπούρμπουλας [26]
4. Δ.Δ. Αρήνης [313]: η Αρήνη [286], η Κάτω Αρήνη [27]
5. Δ.Δ. Αρτέμιδας (τ. Κουμουθέκρα) [306]: η Αρτέμιδα (τ. Κουμουθέκρας) [306]
6. Δ.Δ. Γιαννιτσοχωρίου [517]: το Γιαννιτσοχώριον (Γιαννιτσοχώρι) [517]
7. Δ.Δ. Κακοβάτου [444]: ο Κακόβατος [444]
8. Δ.Δ. Καλιδόνας [378]: η Καλίδονα [250], ο Κάμπος [128], η Κοστομέρα [0].
9. Δ.Δ. Λεπρέου [532]: το Λέπρεον [329], η Αγραπιδιά [23], ο Δράκος [75], οι Παναγιές [50], τα Ρεβελαίικα [19], ο Σκουπάς [36].
10. Δ.Δ. Μακίστου [161]: ο Μάκιστος [161].
11. Δ.Δ. Μηλέας[137]: η Μηλέα [137].
12. Δ.Δ. Μίνθης [221]: η Μίνθη [144], το Κοτρώνιον [77].
13. Δ.Δ. Νεοχωρίου [401]: το Νεοχώριον (Νεοχώρι)[401].
14. Δ.Δ. Ξηροχωρίου [669]: το Ξηροχώριον [482], το Κοτρώνι [25], ο Μάραθος [6], το Νεοχώριον [91], η Παναγιά [65].
15. Δ.Δ. Πρασιδακίου [113]:το Πρασιδάκιον (Πρασιδάκι) [104], το Παλιό Πρασιδάκι [1], η Τρανή Λάκα [8].
16. Δ.Δ. Ροδινών [158]: τα Ροδινά [158].
17. Δ.Δ. Σμέρνας [321]: η Σμέρνα [287], η Παναγιά [34].
18. Δ.Δ. Σχίνων [733]: οι Σχίνοι [484], το Πανόραμα [249].
19. Δ.Δ. Ταξιαρχών [314]: οι Κάτω Ταξιάρχες [108], το Θολόν [86], το Λογγάκι [55], οι Ταξιάρχες [65].
20. Δ.Δ. Χρυσοχωρίου (Τρυπών) [104]: το Χρυσοχώρι [78], το Παλαιοχώριον [26].



Χάρτης 2-1. Χάρτης διοικητικής διάκρισης Δήμου Ζαχάρως.

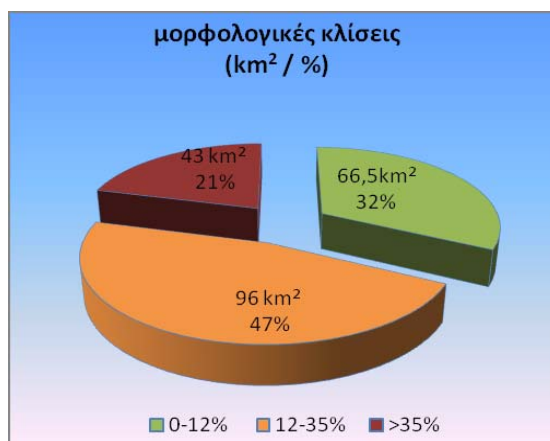
2.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

2.2.1 Γενικά

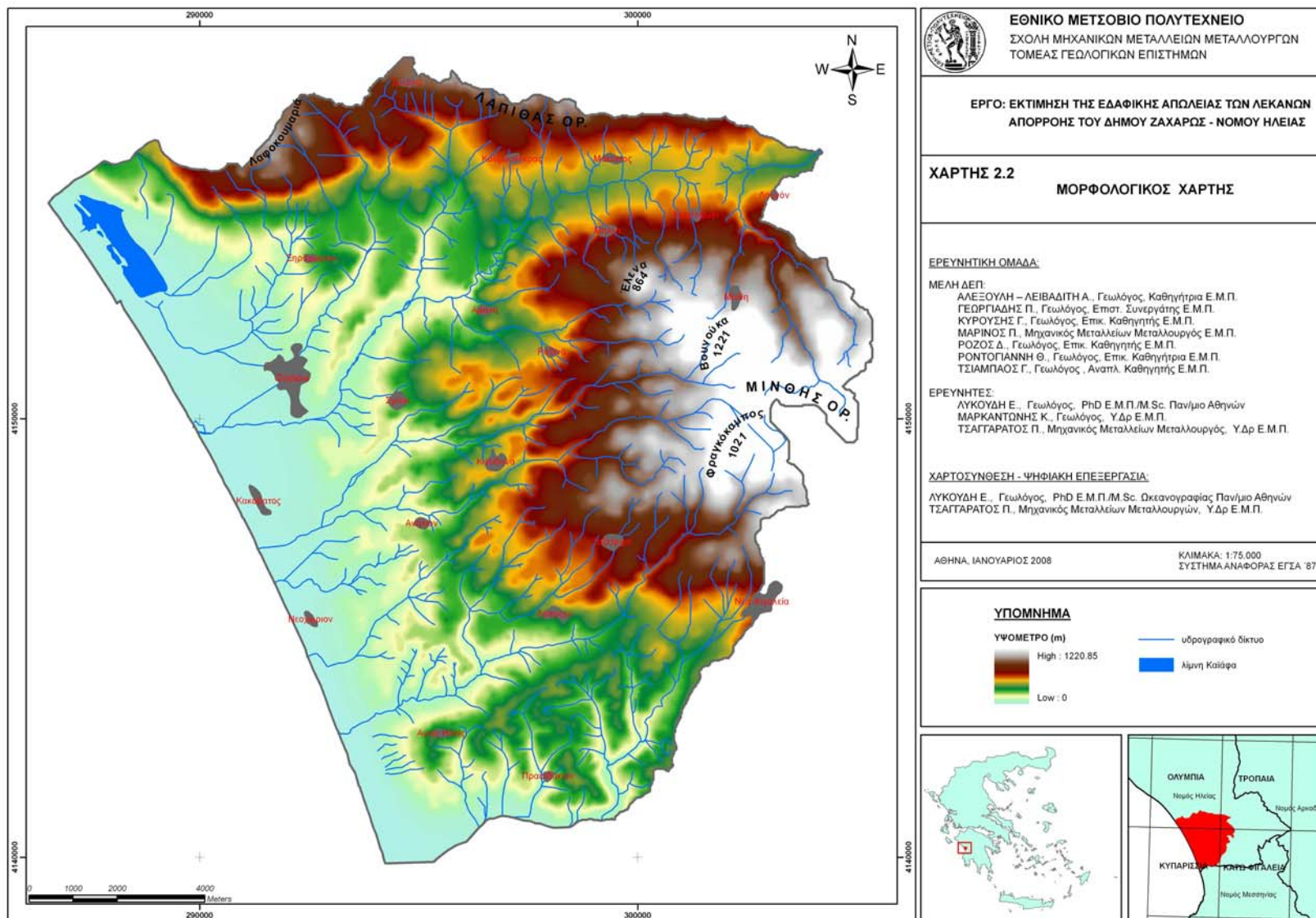
Η περιοχή έρευνας μορφολογικά εντάσσεται στο τεκτονικό βύθισμα της Ζαχάρως, με πολυσύνθετη εξέλιξη λόγω της γειτονίας της με την Ιόνια τάφρο. Σήμερα στην περιοχή κυριαρχούν τα υψώματα των ορεινών όγκων Λάπιθας προς βορρά και Μίνθης προς τα ανατολικά, με μεγαλύτερο υψόμετρο αυτό του όρους Βουνούκα (1.221μ.), ενώ δυτικά αναπτύσσεται η πεδινή (παράκτια) ζώνη που παρουσιάζει μικρές μορφολογικές εξάρσεις λόγω της παρουσίας των θινών κατά μήκος της ακτής. Κυρίαρχο μορφολογικό στοιχείο αποτελεί η λίμνη του Καϊάφα, βόρεια της πόλης της Ζαχάρως, με τις ιαματικές πηγές της (Χάρτης 2-2 & Χάρτης 2-3).

Το ανάγλυφο της περιοχής έρευνας χαρακτηρίζεται ορεινό στο ανατολικό και βόρειο τμήμα της (600έως 1220μ.), ημιορεινό έως λοφώδες στη ζώνη των 100 έως 600μ. και πεδινό στη παραλιακή ζώνη καθώς και στις κοιλάδες των ποταμών. (0 έως 100μ.).

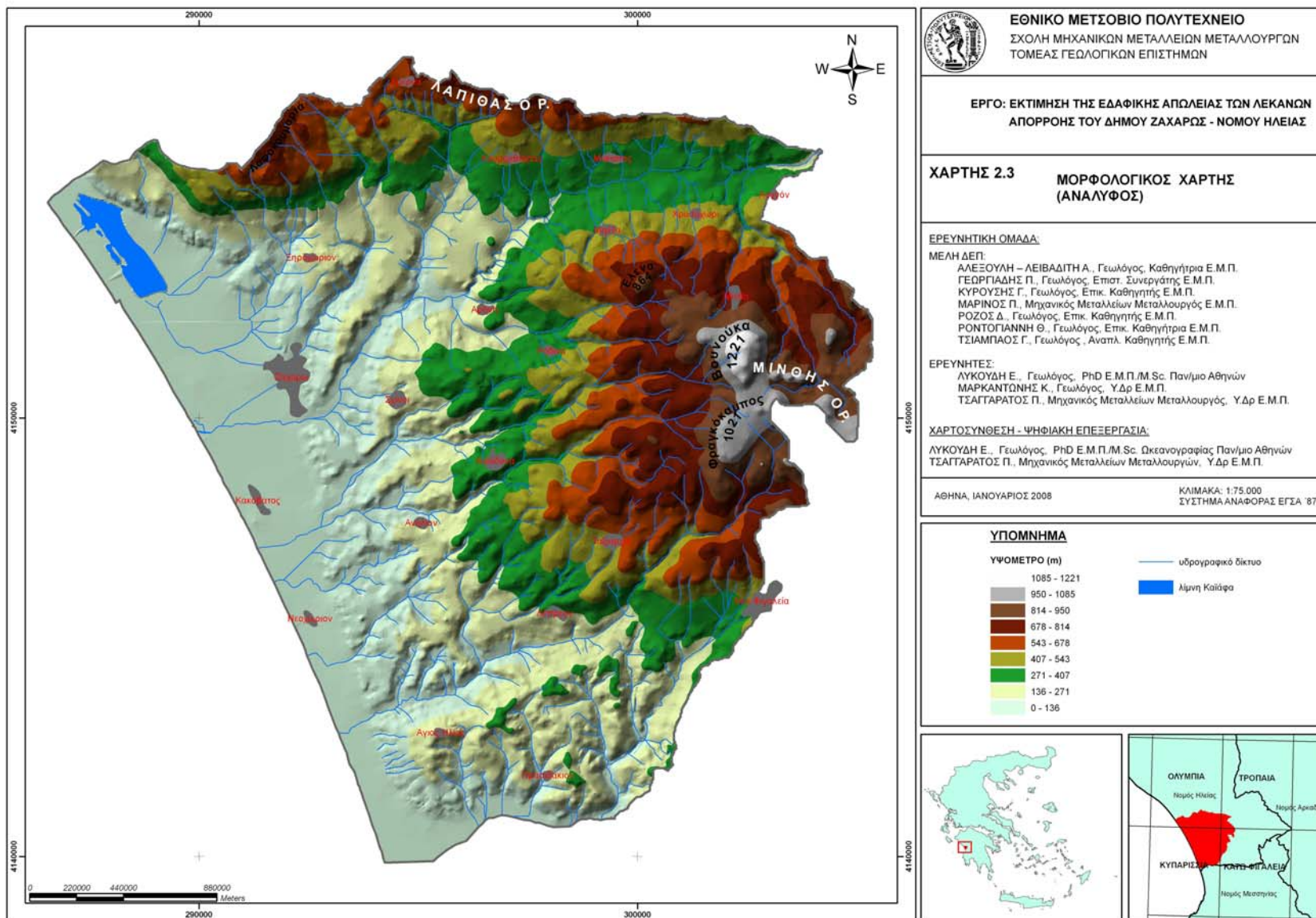
Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής έρευνας (96,0 km²) χαρακτηρίζεται από ήπιες έως μεγάλες μορφολογικές κλίσεις της τάξης των 12-35%. Μορφολογικές κλίσεις μικρότερες του 12% παρατηρούνται σε ένα σημαντικό τμήμα της περιοχής έρευνας (66,5 km²) και κλίσεις μεγαλύτερες του 35% παρατηρούνται σε μικρότερο τμήμα αυτής (43,0 km²) (Σχήμα 2-2, Χάρτης 7-2).



Σχήμα 2-2. Μορφολογικές κλίσεις της περιοχής έρευνας σε km² και επί τοις%.



Χάρτης 2-2. Μορφολογικός χάρτης Δήμου Ζαχάρως.



Χάρτης 2-3. Μορφολογικός ανάγλυφος χάρτης Δήμου Ζαχάρως.

Τα υδρογραφικά δίκτυα των υδρολογικών λεκανών της περιοχής έρευνας είναι σχετικά πυκνά κυρίως στο νότιο (βόρειοι κλάδοι π. Νέδα) και ανατολικό (Γκρεμισμένης ρ.) τμήμα της και έχουν σύνθετη μορφή.

Ο τύπος των υδρογραφικών δικτύων είναι γενικά επιμήκης δενδριτικός αλλά δεν απουσιάζει σε κάποιες περιπτώσεις και ο ορθογώνιος, εξαιτίας του ρηξιγενούς και πτυχογόνου τεκτονισμού. Επίσης παρατηρείται ασυμμετρία στις λεκάνες απορροής, η οποία οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στη νεοτεκτονική δομή της περιοχής.

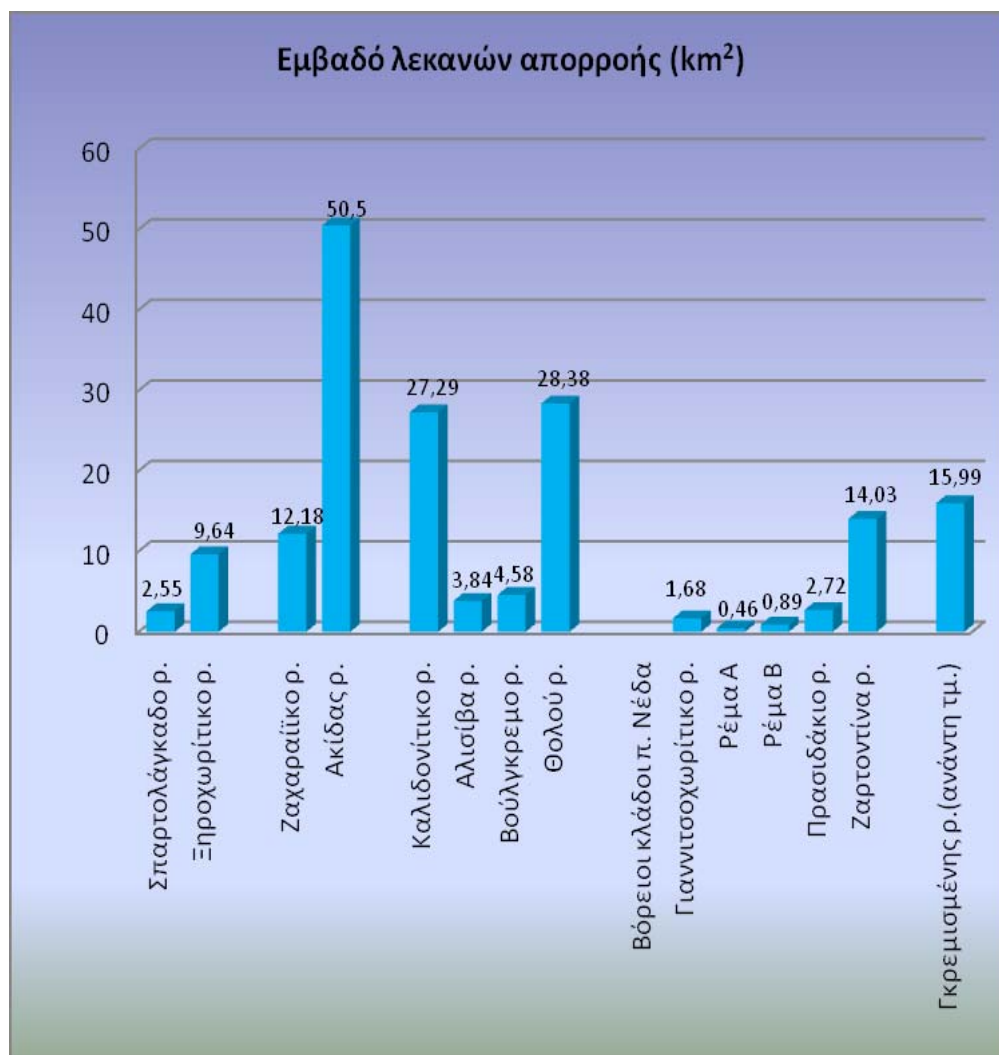
Οι κύριοι κλάδοι των υδρογραφικών δικτύων ελέγχονται από τις νεοτεκτονικές ρηξιγενείς ζώνες και ρήγματα, διεύθυνση E-W, και από την διεύθυνση των επωθήσεων και των αξόνων των πτυχών με διεύθυνση ΒΑ/κή-ΝΔ/κή, Β-Ν ή Β.ΒΔ/κή – Ν.ΝΑ/κή και σε πολύ ακραίες περιπτώσεις Δ.ΒΔ/κή - ΑΝΑ.

Τα περισσότερα υδρογραφικά δίκτυα φθάνουν την 4^η και 5^η τάξη, ενώ αυτό του Καλιδονίτικου ρέματος φθάνει την 6^η. Η ανάπτυξη αυτή των κλάδων των υδρογραφικών δικτύων οφείλεται αποκλειστικά στην νεοτεκτονική δράση.

Αναλυτικότερα το υδρογραφικό δίκτυο στη σημερινή του μορφή αποτελείται από τα ακόλουθα υδρογραφικά δίκτυα (Πίνακας 2-1).

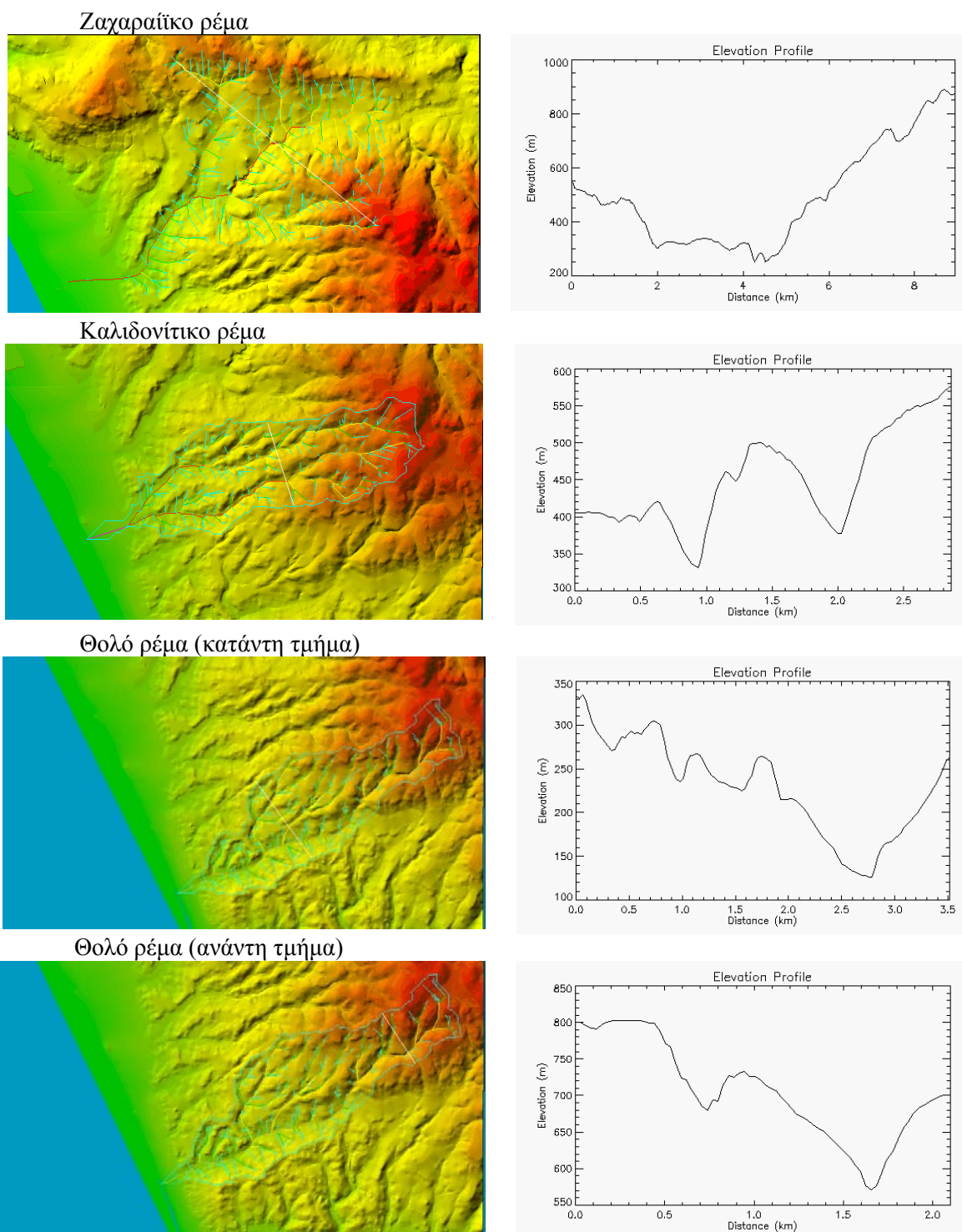
Πίνακας 2-1. Ονοματολογία και τάξη των υδρογραφικών δικτύων, εμβαδά των υδρολογικών λεκανών της περιοχής έρευνας και διατομές των ρεμάτων στην εκβολή τους.

Υδρογραφικά δίκτυα		Τάξη	Εμβαδό λεκάνης απορροής (km ²)	Διατομές στην εκβολή πλάτος*ύψος (m*m)
Σπαρτολάγκαδο ρ.		3ης	2,55	
Ξηροχωρίτικο ρ.		4ης	9,64	
Ζαχαραιίκος π.		5ης	63,19	
Ζαχαραιίκος π.	Ζαχαραιίκο ρ.	4ης	12,18	
	Ακίδας ρ.	5ης	50,50	
Καλιδονίτικο ρ.		6ης	27,29	10*3
Αλισίβα ρ.		4ης	3,84	3*1,5
Βούλγκρεμο ρ.		4ης	4,58	4*2
Θολό ρ.		4ης	28,38	
Βόρειοι κλάδοι π. Νέδα	Γιαννισχωρίτικο ρ.	4ης	1,68	
	Ρέμα Α	2ης	0,46	
	Ρέμα Β	3ης	0,89	
	Πρασιδάκιο ρ.	4ης	2,72	
	Ζαρτοντίνα ρ.	5ης	14,03	
Γκρεμισμένης ρ. (ανάντη τμήμα)		5ης	15,99	

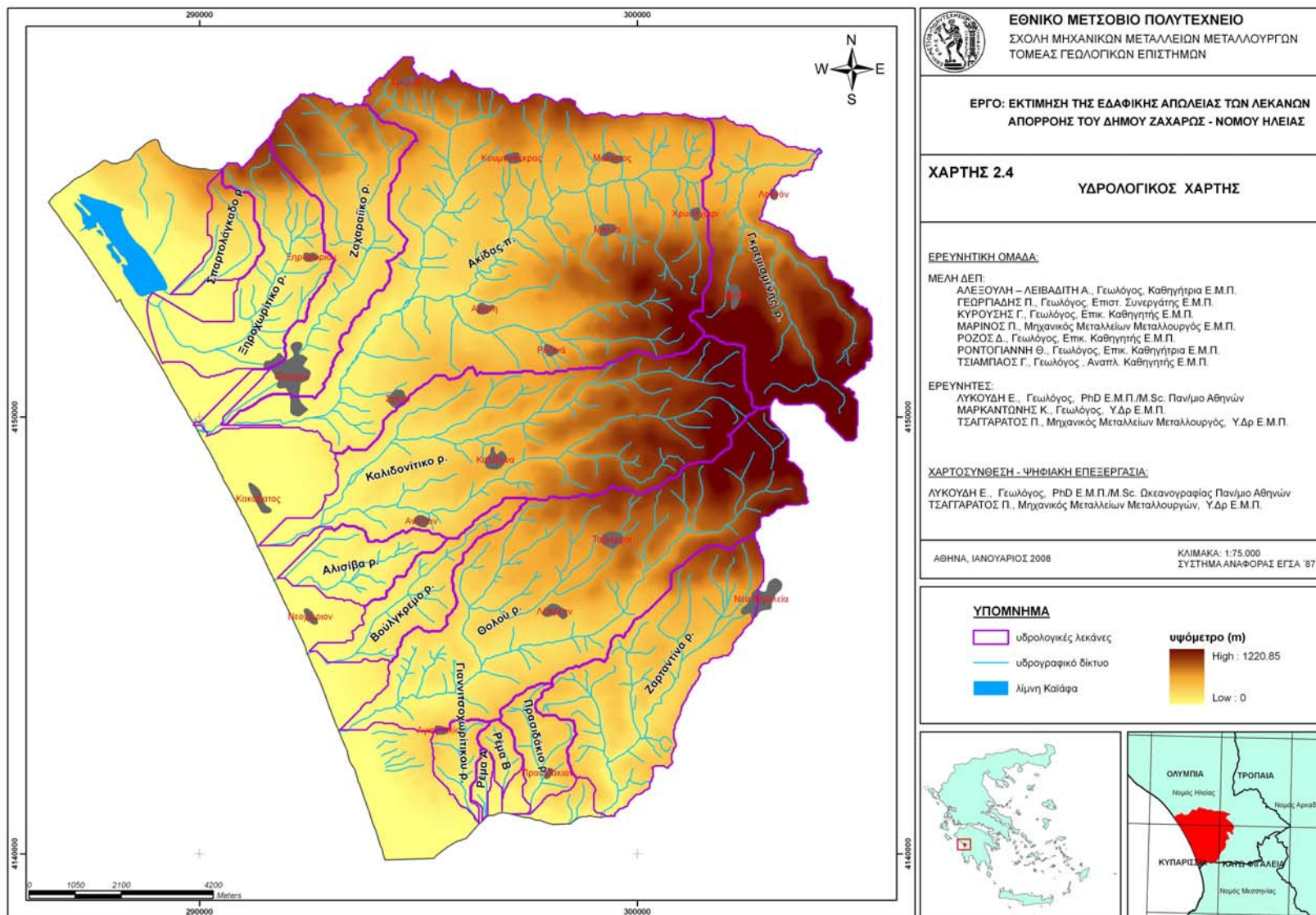


Σχήμα 2-3. Εμβαδόν λεκανών απορροής των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής έρευνας (km²).

Στο Σχήμα 2-4 παρουσιάζονται ενδεικτικά μορφολογικές τομές όπου διακρίνεται η κατά βάθος διάβρωση των υδρογραφικών δικτύων κυρίως των νοτιότερων κοιλάδων (τύπου V). Αντίθετα η κοιλάδα του Ζαχαραιίτικου ποταμού (Ζαχαραιίκος και Ακίδας) κυρίως στο ανάτη τμήμα της, είναι τύπου U.



Σχήμα 2-4. Μορφολογικές τομές αναγλύφου στις λεκάνες απορροής των ρεμάτων Ζαχαραιΐκου, Καλιδονίτικου και Θολού.



Χάρτης 2-4. Υδρολογικός χάρτης Δήμου Ζαχάρως.

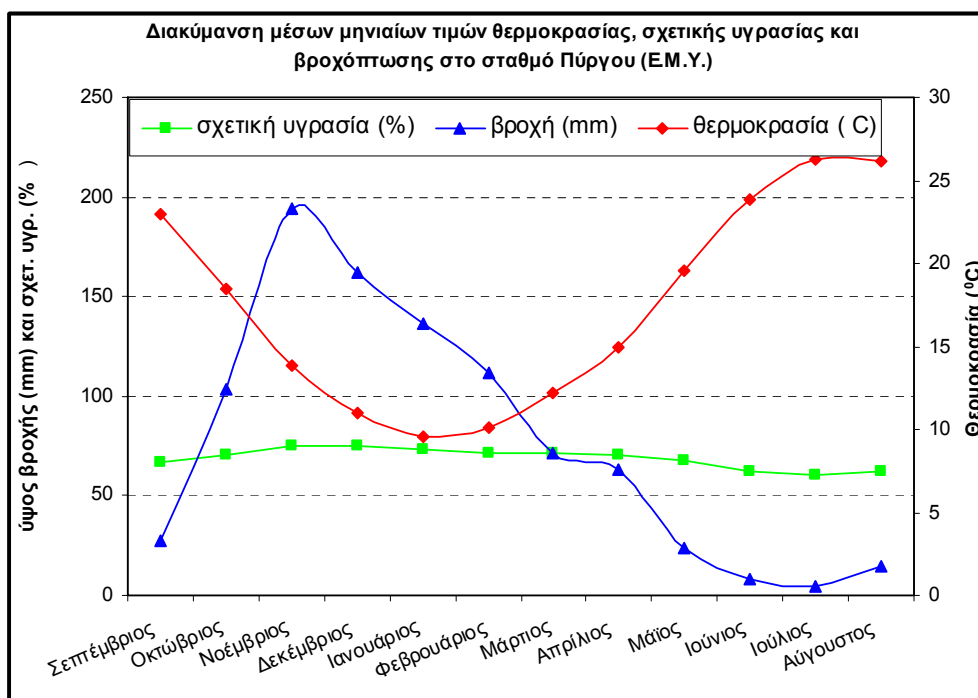
2.3 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.3.1 Διαθέσιμα στοιχεία

Για τη μελέτη των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής του Δήμου Ζαχάρως αξιοποιήθηκαν τα διαθέσιμα δεδομένα των πλησιέστερων στην περιοχή έρευνας μετρητικών σταθμών. Πρόκειται για το σταθμό του Πύργου που διαχειρίζεται η Ε.Μ.Υ. και τους σταθμούς Κυπαρισσίας και Ανδρίτσαινας τους οποίους διαχειρίζονται υπηρεσίες του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης.

2.3.2 Μετεωρολογικός σταθμός Πύργου

Ο σταθμός αυτός εντοπίζεται βόρεια της περιοχής έρευνας και είναι εγκατεστημένος σε υψόμετρο 13m. Τα δεδομένα του μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικά για την πεδινή ζώνη της περιοχής έρευνας. Στις υψηλότερες υψομετρικά ζώνες αναμένεται μεγαλύτερο ύψος βροχής και χαμηλότερες θερμοκρασίες.



Σχήμα 2-5. Διακύμανση μέσω μηνιαίων τιμών βροχόπτωσης, θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στον μετεωρολογικό σταθμό Πύργου.

Ο σταθμός λειτουργεί από το 1975 και τα διαθέσιμα δεδομένα είναι μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασιών, βροχόπτωσης, σχετικής υγρασίας και επικρατούσας διεύθυν-

σης ανέμων, μέχρι το έτος 1997. Τα δεδομένα αυτά δίδονται στον Πίνακα 2-2, ενώ στον Πίνακα 2-3 δίδεται ο μέσος αριθμός ημερών εμφάνισης των μετεωρολογικών φαινομένων ανά μήνα. Στο Σχήμα 2-5 απεικονίζεται η διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών βροχόπτωσης, θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.

2.3.2.1 Θερμοκρασία αέρα

Από την επεξεργασία των διαθέσιμων δεδομένων θερμοκρασίας αέρα στο σταθμό Πύργου, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα.

- ↪ Η μέση ετήσια θερμοκρασία για τις περιόδους 1975 - 1997, ανέρχεται σε 17,4⁰C.
- ↪ Ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος με μέση μηνιαία θερμοκρασία 9,6 ⁰C, ακολουθεί ο Φεβρουάριος με 10,1⁰C, ο Δεκέμβριος με 11⁰C και ο Μάρτιος με 12,2⁰C.
- ↪ Θερμότερος μήνας είναι ο Ιούλιος με μέση μηνιαία θερμοκρασία 26,3 ⁰C, ακολουθεί ο Αύγουστος με 26,1⁰C και ο Ιούνιος με 23,8⁰C.
- ↪ Η απολύτως μέγιστη θερμοκρασία, 42,4 ⁰C, σημειώθηκε την 7 - 7 – 1988. Υψηλές θερμοκρασίες, πάνω από 40⁰C, έχουν καταγραφεί και τον μήνα Αύγουστο.
- ↪ Η απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία -5,8⁰C, σημειώθηκε στις 2 – 1 – 1992. Χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω του μηδενός, έχουν καταγραφεί καθ' όλη την περίοδο από τον Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο. Η μέση τιμή των απολύτως ελαχίστων θερμοκρασιών που έχουν καταγραφεί είναι αρνητική για τους μήνες από Δεκέμβριο μέχρι και τον Μάρτιο.

2.3.2.2 Σχετική υγρασία – Άνεμος

Η ατμοσφαιρική υγρασία ασκεί αποφασιστική επίδραση στην πορεία του υδρολογικού κύκλου, γιατί αποτελεί την πηγή τροφοδοσίας όλων των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Επιπλέον επιδρά στην εξάτμιση και τη διαπνοή των φυτών.

Πίνακας 2-2. Κλιματολογικά δεδομένα μετεωρολογικού σταθμού Πύργου (Ε.Μ.Υ.).

ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ			ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ									
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΥΡΓΟΣ 707 - ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1975 - 1997												
Γεωγραφικό Πλάτος: 37° 40' - Γεωγραφικό Μήκος 21° 26' - Υψόμετρο 12 m												
ΜΗΝΕΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ							Μέση σχετική υγρασία %	ΥΕΤΟΣ		Επικρατούσα Διεύθυνση ανέμου	Μέση ένταση ανέμου σε κόμβους
	Μέσες μηνιαίες (°C)	Μέση μηνιαία μέγιστη (°C)	Μέση μηνιαία ελάχιστη (°C)	Απόλυτος μέγιστος (°C)	Απόλυτος ελάχιστος (°C)	Μέση των απολυτών μέγιστων (°C)	Μέση των απολυτών ελάχιστων (°C)		Μέσο ύψος σε mm	Μέγιστο 24ώρου σε mm		
Σεπτέμβριος	23	29,1	15,1	38	8	33,6	10,7	67	27,7	52,5	ΒΔ	4,4
Οκτώβριος	18,5	24,7	12,3	36,8	1,8	30,1	6,3	70,8	103,4	106,4	ΒΔ	4
Νοέμβριος	13,9	19,3	9,1	29,6	-2	24,2	2	75,2	194	180	ΒΔ	4,4
Δεκέμβριος	11	15,9	6,5	23	-4	20,2	-0,4	75,5	161,7	94	ΒΔ	4,4
Ιανουάριος	9,6	14,6	4,8	21,2	-5,8	18,6	-2,4	73,5	136,4	89,2	ΒΔ	4,6
Φεβρουάριος	10,1	15	5,1	25	-5,4	20,1	-1,8	71,8	111,5	70	ΒΔ	5,2
Μάρτιος	12,2	17,2	6,3	28	-3,4	23	-0,2	71,1	71,5	53	ΒΔ	5,2
Απρίλιος	15	19,8	8,6	29,2	-1,6	26,1	3,5	70,5	63,3	55	ΒΔ	5,2
Μάιος	19,6	24,6	12	36,4	4,4	31,4	6,9	67,7	24	43,2	ΒΔ	4,9
Ιούνιος	23,8	28,9	14,9	37,2	7,4	34,4	10,7	62,4	8,2	30,6	ΒΔ	5,1
Ιούλιος	26,3	31,7	17	42,4	10,4	37,1	13,6	60,1	4,5	42,5	ΒΔ	4,9
Αύγουστος	26,1	31,8	17,4	41	12,2	36,4	13,8	62,5	14,7	122	ΒΔ	4,7
Έτος	17,4	22,7	10,8	42,4	-5,8	27,9	5,2	69,0	920,9	180		4,8
Παρατηρήσεις:	<p>Η απόλυτη μέγιστη θερμ. 42,4 °C σημειώθηκε την 07 - 07 - 88.</p> <p>Η απόλυτη ελάχιστη -5,8 °C σημειώθηκε την 2-01-92</p> <p>Μέγιστο ύψος νετού 24ώρου 180,0mm, σημειώθηκε την 2 - 11 - 1977</p>											

Πίνακας 2-3. Μέσος αριθμός ημερών εμφάνισης μετεωρολογικών φαινομένων στον σταθμό Πύργου.

ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ									
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΥΡΓΟΥ 707 - ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1975 - 1997									
ΜΗΝΕΣ	Μέσος αριθμός ημερών στις οποίες σημειώθηκε								
	Υετός	Βροχή	Χιόνι	Καταιγίδα	Χαλάζι	Χιονοσκεπές έδαφος	Ομίχλη	Αρόσος	Πάχνη
Σεπτέμβριος	3,2	2,9	0	1,8	0	0	11,9	0,2	0
Οκτώβριος	8	7,4	0	3,3	0,2	0	11,3	0,4	0
Νοέμβριος	12,2	11,3	0	4	0,3	0	6,9	0,6	0,7
Δεκέμβριος	13,2	12,7	0	3,6	0,4	0	4	0,2	2,3
Ιανουάριος	12,2	11,8	0,1	2,8	0,9	0,1	3,1	0,2	4
Φεβρουάριος	11,5	11	0	2,7	0,5	0	3	0,1	3
Μάρτιος	9,6	9	0,2	2,7	0,5	0,1	6,6	0,3	1,2
Απρίλιος	8,5	7,9	0	2,2	0,2	0	8,6	0,1	0
Μάιος	5,6	5,2	0	2,2	0	0	11,6	0	0
Ιούνιος	1,9	1,6	0	1,3	0	0	8,5	0	0
Ιούλιος	0,7	0,7	0	0,8	0	0	5,9	0	0
Αύγουστος	1,3	1,2	0	1,3	0	0	8,1	0,1	0
Έτος	87,9	82,7	0,3	28,7	3,0	0,2	89,5	2,2	11,2

Η μέση ετήσια σχετική υγρασία στο σταθμό Πύργου είναι υψηλή και ανέρχεται σε 69%. Οι μέσες μηνιαίες τιμές της θερινής περιόδου είναι κοντά στο 60%, ενώ τους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο ανέρχεται στο 67%. Την υπόλοιπη περίοδο, από Οκτώβριο έως και τον Απρίλιο υπερβαίνει το 70%. Η επικρατούσα διεύθυνση των ανέμων με βάση τα δεδομένα του σταθμού του Πύργου όλο το χρόνο είναι βορειοδυτική.

2.3.2.3 Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

Το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και η κατανομή αυτών στη διάρκεια του υδρολογικού έτους, σε συνδυασμό με το θερμοκρασιακό καθεστώς και τη φύση των πετρωμάτων που δομούν γεωλογικά την περιοχή έρευνας, αποτελούν τον καθοριστικότερο παράγοντα για την τροφοδοσία των υπόγειων υδροφόρων που διαμορφώνονται σε αυτά. Επίσης αποτελούν καθοριστικό παράγοντα στην εκδήλωση γεωλογικών αστοχιών σε γεωλογικούς σχηματισμούς με μειωμένες τιμές γεωμηχανικών χαρακτηριστικών. Τα βροχομετρικά δεδομένα του σταθμού στον

Πύργο θεωρούνται σε μεγάλο βαθμό αντιπροσωπευτικά για την πεδινή έκταση της περιφέρειας του Δήμου Ζαχάρως. Στις ψηλότερες υψομετρικά ζώνες αναμένεται αύξηση του ετήσιου ύψους των βροχοπτώσεων. Από την επεξεργασία των δεδομένων του Μ. Σ. Πύργου προκύπτουν τα παρακάτω:

- ☞ Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης της περιόδου 1975 – 1997 είναι υψηλό και ανέρχεται στα 920,9mm.
- ☞ Την περίοδο από τον Οκτώβριο έως και τον Φεβρουάριο τα μέσα μηνιαία ύψη βροχής ξεπερνούν τα 100mm. Την περίοδο αυτή σημειώνεται το 77% του μέσου ετήσιου ύψους των βροχοπτώσεων.
- ☞ Βροχερότερος μήνας είναι ο Νοέμβριος με μέση μηνιαία τιμή 194mm και ακολουθούν ο Δεκέμβριος με 161,7mm, ο Ιανουάριος με 136,4mm, ο Φεβρουάριος με 111,5mm και ο Οκτώβριος με 103,4mm.
- ☞ Η εποχική κατανομή των βροχοπτώσεων είναι ανομοιογενής. Το χειμώνα σημειώνεται το 44,5% του ετήσιου ύψους των βροχοπτώσεων, το Φθινόπωρο το 35,3%, την Άνοιξη το 17,2%, ενώ το Καλοκαίρι είναι ουσιαστικά άνυδρο καθώς σημειώνεται μόνο το 3%, του μέσου ετήσιου ύψους των βροχοπτώσεων.
- ☞ Το μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου για την εξεταζόμενη περίοδο, 180,0 mm, σημειώθηκε την 2 – 11 - 1977.
- ☞ Ο μέσος αριθμός κατά τον οποίο σημειώνεται κάποιο είδος νετού ανέρχεται σε 89,7, από τις οποίες οι 82,7 αντιστοιχούν στη βροχόπτωση. Καταιγίδα σημειώνεται 28,7 ημέρες ανά έτος κατά μέσο όρο, από τις οποίες οι 19 αντιστοιχούν στην περίοδο από τον Οκτώβριο μέχρι και τον Μάρτιο, με σχετικά ομαλή κατανομή.

2.3.3 Μετεωρολογικός σταθμός Κυπαρισσίας

Ο σταθμός αυτός εντοπίζεται νότια της περιοχής έρευνας και είναι εγκατεστημένος σε υψόμετρο 22m. Τα διαθέσιμα δεδομένα είναι μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης της περιόδου 1983-94 (Πίνακας 2-4).

Πίνακας 2-4. Μέσα μηνιαία ύψη βροχόπτωσης (mm) στο σταθμό Κυπαρισσίας (1983-1994)

Σ	Ο	Ν	Δ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	έτος
26	91,8	149,1	140,9	135,7	99,8	83,9	78,7	33,7	10,3	11,4	8,7	870

Η μικρή περίοδος διαθέσιμων δεδομένων για τον υπόψη σταθμό δεν επιτρέπουν την συγκριτική αξιολόγησή τους με τα δεδομένα του σταθμού στον Πύργο. Παρά

ταύτα διαπιστώνεται το υψηλό μέσο ετήσιο ύψος βροχής που δέχεται το δυτικό τμήμα της Πελοποννήσου.

Από τις μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης διαπιστώνεται ότι βροχερότερος μήνας είναι ο Νοέμβριος και ακολουθούν ο Δεκέμβριος, ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος. Υψηλά μηνιαία ύψη βροχής σημειώνονται και τους μήνες Οκτώβριο, Μάρτιο και Απρίλιο. Όσον αφορά την εποχική κατανομή των βροχοπτώσεων, τον Χειμώνα σημειώνεται το 43,3% του μέσου ετήσιου ύψους βροχόπτωσης, το Φθινόπωρο το 30,7%, την Άνοιξη το 22,5% και το Καλοκαίρι το 3,5%. Συγκριτικά με το σταθμό του Πύργου, διαπιστώνεται μετατόπιση της κατανομής των ετήσιων βροχοπτώσεων, από το Φθινόπωρο και τον Χειμώνα, προς την Άνοιξη, η οποία εκφράζεται με αυξημένα μηνιαία ύψη βροχής τον Μάρτιο και τον Απρίλιο.

2.3.4 Μετεωρολογικός σταθμός Ανδρίτσαινας

Ο σταθμός αυτός εντοπίζεται ανατολικά της περιοχής έρευνας και είναι εγκατεστημένος σε υψόμετρο 750m και οι καταγραφές του θεωρούνται αντιπροσωπευτικές για τις ορεινές ζώνες του Δήμου Ζαχάρως. Τα διαθέσιμα δεδομένα είναι μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης της περιόδου 1965-94 (Πίνακας 2-5).

Πίνακας 2-5. Μέσα μηνιαία ύψη βροχόπτωσης (mm) στο σταθμό Ανδρίτσαινας (1965-1994)

Σ	Ο	Ν	Δ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	έτος
42,8	91,5	175,3	214,4	155	121,9	95,4	88	44,6	26,1	15,8	16,9	1087,7

Από τη μελέτη των στοιχείων του ανωτέρω Πίνακα διαπιστώνεται ότι βροχερότερος μήνας είναι ο Δεκέμβριος (214,4mm), ακολουθεί ο Νοέμβριος, ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, με μέσες μηνιαίες τιμές που ξεπερνούν τα 100mm. Την περίοδο από τον Οκτώβριο μέχρι και τον Απρίλιο σημειώνονται συνολικά 941mm βροχής, ύψος που αντιστοιχεί στο 86,5% του μέσου ετήσιου της περιόδου 1965 – 1994. Όσον αφορά την εποχική κατανομή των ετήσιων βροχοπτώσεων, αυτή ακολουθεί την ίδια πορεία με τους δύο προηγούμενους σταθμούς.

Κύριο συμπέρασμα από τα όσα αναφέρθηκαν ανωτέρω, σχετικά με το βροχομετρικό καθεστώς στην περιοχή έρευνας, είναι το υψηλό μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης που σημειώνεται. Η παράμετρος αυτή ασκεί σημαντική επίδραση στη συμπεριφορά των επιμέρους γεωλογικών σχηματισμών έναντι των φαινομένων αποσάθρωσης και διάβρωσης, ιδιαίτερα μετά την πυρκαγιά.

3 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

3.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Η ευρύτερη περιοχή έρευνας δομείται από αλπικούς και μεταλπικούς σχηματισμούς. Αναφορικά με τους αλπικούς σχηματισμούς, αυτοί ανήκουν κυρίως στις γεωτεκτονικές ζώνες Πίνδου και Γαβρόβου, ενώ συμμετέχει και η Ιόνιος ζώνη με μια μικρή εμφάνιση στη περιοχή της λίμνης Καϊάφα.

Η γεωτεκτονική ζώνη της Πίνδου επικρατεί στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής έρευνας. Οι σχηματισμοί που εμφανίζονται στη ζώνη αυτή είναι οι τριαδικοϊουρασικοί και κρητιδικοί ασβεστόλιθοι, μέλη της σχιστοκερατολιθικής σειράς, ιζήματα μετάβασης στο φλύσχη και ο φλύσχη.

Η γεωτεκτονική ζώνη Γαβρόβου εντοπίζεται στο βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας, στο όρος Λάπιθας, όπου εμφανίζονται τα ανώτερα μέλη της ανθρακικής σειράς και τα ιζήματα του φλύσχη της ζώνης. Τέλος, στη γεωλογική δομή της περιοχής συμμετέχει και μια πολύ μικρή εμφάνιση ανθρακικών σχηματισμών της Ιονίου ζώνης (Φουντούλης & Λέκκας, 1991).

Όσον αφορά στις μεταλπικές αποθέσεις, αυτές με τη μορφή νεογενών ιζημάτων αλλά και τεταρτογενών σχηματισμών, εμφανίζονται κυρίως στις λεκάνες Νέδα και Ζαχάρως, όπου και καταλαμβάνουν τις λοφώδεις και τις πεδινές περιοχές.

Η μελέτη του γεωλογικού υποβάθρου στηρίχθηκε στους γεωλογικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. κλίμακας 1:50.000, Ολυμπία (Streif, H., IGME, 1977), Τρόπαια (Κατσαβριάς, Ν., ΙΓΜΕ, 1979), Κυπαρισσία (Μητρόπουλος, Δ., Περισοράτης, Κ. & Αγγελόπουλος, Ι., ΙΓΜΕ, 1982) και Κάτω Φυγαλεία (Λαλεχός, Ν., ΙΓΜΕ, 1974). Η μελέτη αυτή συμπληρώθηκε από στοιχεία που προέρχονται από τη διδακτορική διατριβή του Φουντούλη, Ι., (2000), καθώς και από υπαίθρια χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε από την ερευνητική ομάδα.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία προέκυψε η ψηφιακή παρουσίαση του γεωλογικού χάρτη κλίμακας 1:75.000 (Χάρτης 3.1 & Χάρτης 3.2), η οποία έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου Arc GIS 9.2.

Η γεωλογική αναλυτική παρουσίαση των διαφόρων λιθολογικών ενοτήτων των γεωτεκτονικών ζωνών που αναφέρθηκαν έχουν ως ακολούθως:

3.1.1 Αλπικοί σχηματισμοί

3.1.1.1 Ιόνιος ζώνη

Στις δυτικές απολήξεις του βουνού Λάπιθας στη περιοχή της λίμνης Καϊάφα εντοπίζεται μικρή εμφάνιση ανθρακικών και κλαστικών ιζημάτων της Ιονίου ζώνης (Φουντούλης & Λέκκας, 1991), τα οποία εθεωρούντο από τις μέχρι τώρα μελέτες ότι ανήκαν στην ενότητα Γαβρόβου - Πύλου, (Renz, 1955, Aubouin & Dercourt, 1962, Fleury, 1980, Streif, 1978, Καμπέρης, 1987, Δημόπουλος & Μουντράκης, 1989). Οι σχηματισμοί αυτοί, που εντοπίστηκαν κατά την επιτόπια επίσκεψη για τη διαμόρφωση του γεωλογικού χάρτη που περιλαμβάνεται στην παρούσα έρευνα, οριοθετούνται βόρεια με τεκτονική επαφή από τους σχηματισμούς (ανθρακικά - φλύσχης) της γεωτεκτονικής ζώνης Γαβρόβου, ενώ ανατολικά και νότια η επαφή των εν λόγω σχηματισμών δεν είναι ορατή γιατί έχει καλυφθεί από μεταλλικές θαλάσσιες αποθέσεις και τέλος δυτικά υπάρχουν πρόσφατες αποθέσεις. Η περιγραφή των σχηματισμών της Ιονίου ζώνης στο Καϊάφα, έχουν ως εξής (από τους παλαιότερους στους νεότερους):

ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ

Ανθρακικοί σχηματισμοί (Κι): Πρόκειται για λευκούς έως ανοικτότεφρους, λεπτοστρωματώδεις και σπανιότερα μεσοστρωματώδεις ασβεστόλιθους ανωκρητιδικής ηλικίας (Μέσο Ανώτερο Μαιστρίχτιο), που κατά θέσεις είναι μικρολατυποπαγείς και με λεπτές παρεμβολές πυριτόλιθων. Αποτελούν βραχώδη σχηματισμό με ισχυρή πτύχωση (μέση διεύθυνση αξόνων πτύχωσης Α-Δ), η δε γενική κλίση των στρωμάτων είναι προς νότον. Το ορατό πάχος του σχηματισμού είναι τουλάχιστον 250m (Φουντούλης & Λέκκας, 1991).

ΚΑΤΩ ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟ

Κλαστικός σχηματισμός (Ρc-s.c): Σύμφωνα με τους Φουντούλη & Λέκκα, 1991, ο κλαστικός σχηματισμός αποτελείται από εναλλαγές πρασινότεφρων σκουρόχρωμων συνεκτικών αδρόκοκκων ψαμμιτών και πηλιτών ορατού πάχους 10m. Η επαφή του κλαστικού σχηματισμού με τους προαναφερθέντες ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους είναι ορατή λόγω της φυτοκάλυψης μόνο σε μία θέση, στην οποία έχει αποθεθεί ασύμφωνα πάνω στο καλά διαμορφωμένο παλαιοανάγλυφο των προαναφερθέντων ανωκρητιδικών ασβεστολιθών. Εκείνο που διαπιστώθηκε κατά την επιτόπια εξέταση της περιοχής ήταν η παρουσία στο νότιο πρηνές των Ιονίων ανωκρητιδικών ασβεστολιθών μονόμεκτων ασβεστολιθικών κροκαλολατυποπαγών

(Pc-1). Ο σχηματισμός αυτός, που σύμφωνα με τους Φουντούλη & Λέκκα (1991), είναι ηλικίας κάτω ολιγόκαινου (Ρουπέλιο), οι λατύπες των οποίων προέρχονται από τους υποκείμενους ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους, έχει αδρομερή στοιχεία με μέγεθος μέχρι 8cm.

3.1.1.2 Ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως

Στο όρος Λάπιθας η γεωτεκτονική ζώνη Γαβρόβου εκπροσωπείται με σχηματισμούς της ενότητας Γαβρόβου–Πύλου, που περιλαμβάνει τους ακόλουθους λιθολογικούς σχηματισμούς (από τους παλαιότερους στους νεότερους):

ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ - ΗΩΚΑΙΝΟ

Ανθρακικά πετρώματα (Κ.κ): Αποτελούνται από λευκούς έως τεφρούς ανωκρητιδικούς–ηώκαινικούς ασβεστόλιθους. Πρόκειται για νηριτικούς βιτουμενιούχους, παχυστρωματώδεις έως άστρωτους ασβεστολίθους με λίγους πυριτιόλιθους. (Renz, 1955, Aubouin & Dercourt, 1962, Streif, 1978, Φουντούλης, 2000). Ο Καμπέρης (1987) θεωρεί ότι οι νηριτικοί ανθρακικοί σχηματισμοί και ο φλύσχος του Λάπιθα αποτελούν αποκολλημένο "τέμαχος", επιπτευμένο πάνω στους σχηματισμούς της Ιόνιας ζώνης, κάτι που δέχονται και οι Δημόπουλος & Μουντράκης (1989).



Εικόνα 3-1. Ασβεστόλιθοι ηλικίας Άνω Κρητιδικό-Ηώκαινο της ζώνης Γαβρόβου, στην περιοχή της λίμνης Καϊάφα.

ΗΩΚΑΙΝΟ

Ιζήματα του Φλύσχη (ft): Αποτελούνται από εναλλαγές πηλιτών, ιλυολίθων και λεπτόκοκκων ψαμμιτών, με σπάνιες κροκαλοπαγείς ενστρώσεις, οι κροκάλες των οποίων προέρχονται από τους σχηματισμούς της Πίνδου. Στην περιοχή έρευνας επικρατούν οι εναλλαγές ψαμιτών ιλυολίθων με πάχη ενστρώσεων που δεν ξεπερνούν τα 10-15cm και εκτεταμένη ανάπτυξη στην ευρύτερη περιοχή του χωριού Σμέρνα όπου τα πρηνή προς Αρτέμιδα που εμφανίζουν ισχυρές κλίσεις δομούνται από εναλλαγές χωρίς να καλύπτονται από παχύ μανδύα στις περισσότερες περιπτώσεις, ενώ χαρακτηρίζονται από αυξημένου πάχους ζώνη κερματισμού (Εικόνα 3-2) Το πάχος του κλαστικού σχηματισμού στη περιοχή του Λάπιθα εκτιμάται σε 300m. (Φουντούλης, Ι., 2000).



Εικόνα 3-2. Οι εναλλαγές ψαμμιτών και ιλυολίθων του φλύσχη Γαβρόβου στην περιοχή Σμέρνας.

3.1.1.3 Ζώνη Πίνδου

Οι σχηματισμοί της ενότητας της Πίνδου είναι επωθημένοι στα ιζήματα του φλύσχη της ενότητας Γαβρόβου - Πύλου (περιοχές όρους Λάπιθα). Στην περιοχή έρευνας εμφανίζονται όλοι οι σχηματισμοί που συγκροτούν τη λιθοστρωματογραφική της στήλη, δηλαδή από το Μέσο Τριαδικό μέχρι και το Μέσο - Ανώτερο Ηώκαινο. Αναλυτικότερα οι σχηματισμοί αυτοί από τους παλαιότερους στους νεότερους έχει ως εξής:

ΜΕΣΟ - ΑΝΩΤΕΡΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ

Κλαστική Τριαδική σειρά (Ts-k): Στην περιοχή έρευνας, η τυπική φάση των ασβεστολίθων, έχει αντικατασταθεί από ψαμμιτομαργαϊκά στρώματα στα οποία παρεμβάλλονται ασβεστόλιθοι. Αυτή η κλαστική σειρά μπορεί να χαρακτηριστεί, σαν ένα "φλυσχοειδές" τριαδικής ηλικίας, δηλαδή μια "κλαστική τριαδική σειρά". Στους πλακώδεις ασβεστολίθους με πυριτιολίθους που παρεμβάλλονται στα ψαμμιτομαργαϊκά στρώματα, διαπιστώθηκε ηλικία Κάτω - Μέσου Νόριου (Ι.Γ.Μ.Ε., Λαλεχός, Ν., 1974). Το πάχος της κλαστικής τριαδικής σειράς στρωμάτων φθάνει μέχρι τα 100m (Φουντούλης, Ι., 2000).

ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

Ασβεστόλιθοι (J.sk): υπόλευκοι, πρασινωποί, ερυθρόχρωμοι, λεπτόκοκκοι, μεσόκοκκοι έως αδρόκοκκοι κατά θέσεις λατυποπαγείς, λεπτοστρωματώδεις ασβεστολίθους με ενστρώσεις φακούς και κονδύλους πολύχρωμων κερατολίθων και με ενδιαστρώσεις πολύχρωμων αργιλικών σχιστολίθων, πηλιτών και ιάσπιδων. Κατά θέσεις στα ανώτερα μέλη παρεμβάλλονται κλαστικοί - βιοκλαστικοί ασβεστόλιθοι με τους οποίους εναλλάσσονται, μεταβαίνοντας βαθμιαία στον υπερκείμενο σχηματισμό των Ραδιολαριτών (Δογγέριο - Μάλμιο) καθώς και τοφφικά υλικά στην περιοχή της Μίνθης. Το πάχος δεν είναι σταθερό αλλά μεταβάλλεται από θέση σε θέση από μερικά μέτρα έως 150m (Ι.Γ.Μ.Ε. Κατσαβριάς, Ν. 1979).

ΑΝΩΤΕΡΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

Σχιστοκερατολιθική σειρά (J-K_{sch}): περιλαμβάνονται ραδιολαρίτες, κερατόλιθοι και σπανιότερα ερυθροί πηλίτες και ψαμμίτες καθώς επίσης και λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι Ιουρασικής ηλικίας. Πιο συγκεκριμένα, αποτελούνται από ραδιολαρίτες με εναλλαγές μικριτικών ασβεστολίθων, ενώ είναι πολύ συχνές οι παρεμβολές ψαμμιτών, κροκαλοπαγών και μαργών. Προς τα πάνω επικρατούν ερυθρές, συμπαγείς, σκληρές μάργες οι οποίες εναλλάσσονται με ψαμμίτες και ωλιθικούς ασβεστόλιθους (Ι.Γ.Μ.Ε., Λαλεχός, Ν., 1974). Οι ραδιολαρίτες αυτής της ηλικίας, έχουν χρώμα ερυθρό ή πράσινο, ενώ οι κερατολιθικές ενδιαστρώσεις των μεταβατικών στρωμάτων προς τον τυπικό φλύσχη, έχουν χρώμα μαύρο (Εικόνα 3-3). Το πάχος ποικίλει από μερικά μέτρα έως 350m (Φουντούλης, Ι., 2000).



Εικόνα 3-3. Σχιστοκερατολιθική σειρά της ζώνης Πίνδου, βορειοανατολικά του χωριού Μάκιστος.

ΚΑΤΩ – ΜΕΣΟ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ

Κλαστικός σχηματισμός ηλικίας (fo.1k): περιλαμβάνει δύο σχηματισμούς: τον Κλαστικό σχηματισμό ηλικίας Μέσο Κρητιδικό, δηλαδή τον "Πρώτο Φλύσχη" και τους Αργιλίτες - Ασβεστόλιθους με Calpionellidae ηλικίας Κάτω – Μέσο Κρητιδικό (Ι.Γ.Μ.Ε., Κατσαβριάς, Ν., 1979).

Ο Κλαστικός σχηματισμός, ηλικίας Κενομάνιο-Τουρώνιο που αποκαλείται και "Πρώτος Φλύσχης" αποτελείται από: μία φλυσχοειδή, ψαμμιτοπηλιτική και ασβεστοπηλιτική φάση. Αναλυτικότερα η φλυσχοειδή φάση αποτελείται από ρυθμικές ή άρρυθμες εναλλαγές πολύχρωμων, λεπτοστρωματωδών, ποικίλης λιθολογικής σύστασης ιζηματογενών πετρωμάτων, όπως ασβεστόλιθοι, μάργες, πηλίτες, αργιλικοί σχιστόλιθοι και τοπικά ημισυνεκτικοί λεπτόκοκκοι ψαμμίτες. Η ψαμμιτοπηλιτική φάση αποτελείται από ρυθμικές ή άρρυθμες εναλλαγές τεφρού έως κίτρινου χρώματος, μεσοπαχυστρωματωδών ψαμμιτών και λεπτοστρωματωδών σκούρων, τεφρών, μαρμαρυγιακών πηλιτών. Ο σχηματισμός αυτός παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με τον τυπικό φλύσχη, δεν υπάρχουν όμως και σ' αυτή τη περίπτωση τα τεκτονικά κριτήρια (Ι.Γ.Μ.Ε., Κατσαβριάς, Ν., 1979).

Οι Αργιλίτες - Ασβεστόλιθοι με Calpionellidae, ηλικίας Κάτω – Μέσου Κρητιδικού. Ο σχηματισμός αυτός εμφανίζεται στο φ.χ. Τρόπαια και αποτελείται από ερυθρόχρωμους, βυσσίχρωμους ή κατά θέσεις πολύχρωμους αργιλίτες. Ο Ασβεστόλιθοι είναι πολύχρωμοι, στριφροί, κατά θέσεις σακχαρώδεις, μαργαϊκοί και λεπτο-

στρωματώδεις. Συχνά εναλλάσσονται ρυθμικά με αργιλικούς σχιστόλιθους και μάργες (Ι.Γ.Μ.Ε. Κατσαβριάς, Ν. 1979).

ΑΝΩΤΕΡΟ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ

Ανθρακικά (Ks.k): πρόκειται για πολύχρωμους λεπτο- μέσο- τοπικά παχυστρωματώδεις ασβεστολίθους στους οποίους παρεμβάλλονται ερυθρές ή κίτρινες μάργες. Κατά θέσεις εμφανίζονται λατυποπαγείς λεπτο- μεσο- τοπικά παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι και καρστικοποιημένοι. Αρκετά συχνά οι πλακώδεις ασβεστολίθοι περιέχουν διαστρώσεις, φακούς και κονδύλους πολύχρωμων κερατολίθων (Εικόνα 3-4). Το πάχος τους δεν είναι σταθερό, αλλά διαφέρει από θέση σε θέση από 150 έως 400m (Ι.Γ.Μ.Ε. Κατσαβριάς, Ν., 1979).



Εικόνα 3-4. Ανωκρητιδικοί ασβεστολίθοι της Πίνδου ανατολικά του χωριού Μίνθης.

ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ

Στρώματα μετάβασης προς το φλύσχη (K.Pc.k): πρόκειται για εναλλαγές πελαγικών ασβεστολίθων που περιέχουν στρώματα πυριτιολίθων, ερυθρών μαργών και μαργαϊκών ασβεστολίθων. Το πάχος των ενστρώσεων είναι από 5cm εκατοστά έως 3m. Η συμμετοχή του κλαστικού υλικού αυξάνει σε βάρος του ανθρακικού, από τα παλαιότερα στα νεότερα στρώματα, μέχρις ότου οι ασβεστολίθοι αντικατασταθούν εντελώς από το κλαστικό υλικό. Ο τυπικός φλύσχης, αρχίζει με τους πρώτους ψαμμιτικούς ορίζοντες. Η ηλικία των μεταβατικών στρωμάτων προς το φλύσχη αποδείχτηκε από πολλούς ερευνητές, τόσο στη Πελοπόννησο όσο και στη Κε-

ντρική Ελλάδα, πρέπει να είναι Δάνιο (Ι.Γ.Μ.Ε., Λαλεχός, Ν., 1974). Το πάχος των στρωμάτων της σειράς είναι μεταξύ 5-10cm και φθάνει μέχρι τα 3-4m. Το σύνηθες πάχος της σειράς αυτής είναι της τάξης των 25-30m, με μέγιστο πάχος τα 250m (Φουντούλης, Ι., 2000).



Εικόνα 3-5. Στρώματα μετάβασης παλαιοκαινικής ηλικίας στο χωριό Μάκιστος.

ΗΩΚΑΙΝΟ

Τυπικός Φλύσχη (fo): τα ανώτερα μέλη αποτελούνται από ρυθμικές και τοπικά άρρυθμες εναλλαγές τεφρών, κιτρινοπών, καστανόχρωμων ψαμμιτών με λεπτά στρώματα βαθύχρωμων «σχιστοποιημένων» λεπτόκοκκων έως μεσόκοκκων (με καλή διαβάθμιση) πηλιτών, ιλυούχων και αργιλικών μαργών και ψαμμούχων ασβεστολίθων κύρια στα κατώτερα μέλη. Κατά θέσεις στην κορυφή του φλύσχη απαντώνται πάγκοι ψηφιδοπαγών, πολύμεικτων λατυποπαγών με *Nummulites* sp. Το φαινόμενο πάχος του φλύσχη, λόγω των πτυχών, ποικίλει (Ι.Γ.Μ.Ε., Κατσαβριάς, Ν., 1979).

3.1.1.4 Μεταλλικοί σχηματισμοί

Οι μεταλλικοί σχηματισμοί που απαντώνται δομούν κυρίως στη περιοχή έρευνας είναι πλειοπλειστοκαινικά ιζήματα. Αναλυτικότερα οι σχηματισμοί αυτοί από τους παλαιότερους προς τους νεότερους είναι οι ακόλουθοι:

ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ – ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ

Σχηματισμός περιοχής Ερυμάνθου (M.P1.c): ποικίλου μεγέθους κροκάλες και λατύπες, έως ημισυνεκτικά και σπανιότερα συνεκτικά ηπειρωτικά κροκαλολατυποπαγή, κυρίως από ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους της ζώνης Πίνδου. Κατά θέσεις στα κροκαλολατυποπαγή διακρίνονται διαστρώσεις πηλών (Ι.Γ.Μ.Ε. Κατσαβριάς, Ν., 1979).

ΠΛΕΙΟ-ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

Πρόκειται για σχηματισμούς ποικίλης λιθολογικής σύστασης που εναλλάσσονται τόσο κατά την κατακόρυφο όσο και κατά την οριζόντια διεύθυνση και αποτελούνται από μάργες και ψαμμίτες, που κυριαρχούν, αλλά και άμμους, αμμοχάλικα, ιλύες, αργιλομάργες και σπανιότερα κροκαλοπαγή.

Τα πλειο-πλειστοκαινικά ιζήματα έχουν μελετηθεί από διάφορους ερευνητές κατά καιρούς, όπως ΙΓΜΕ, Γεωλογικός Χάρτης Ελλάδος φύλλα Ολυμπία, Κ. Φιγαλεία και Κυπαρισσία 1:50.000, (Streif, H., (1977), Λαλεχός, Ν., (1974), Hageman, J., (1977), Καμπέρης, Ε., (1987), Φουντούλης, Ι., (2000).

Γενικά τα υλικά αυτά εντοπίζονται να πληρούν δύο λεκάνες στην περιοχή, αυτές της Ζαχάρως και του Νέδα.

Η πρώτη (λεκάνη Ζαχάρως) αποτελεί ένα τμήμα της προς τα ανατολικά προέκτασης του Κυπαρισσιακού κόλπου κατά το Πλειο-Πλειστόκαινο. Είναι μικρή σε έκταση, έχει επιμήκη μορφή με μέση διεύθυνση Α-Δ, αποτελεί δε ένα τυπικό τεκτονικό βύθισμα, αφού νότια καθορίζεται από τη ρηξιγενή ζώνη Αρήνης - Μίνθης - Μύλων και βόρεια από τη ρηξιγενή ζώνη Καϊάφα - Αρτέμιδα - Ράπτη. Η λεκάνη έχει πληρωθεί κυρίως με λιμναία και λιμνοθαλάσσια ιζήματα που περιέχουν λιγνίτες στο ανατολικό τμήμα, ενώ στο δυτικό τμήμα η λεκάνη έχει πληρωθεί με θαλάσσια ιζήματα.

Η δεύτερη (λεκάνη του ποταμού Νέδα) βρίσκεται στο νότιο τμήμα της περιοχής που μελετήθηκε και αποτελεί και αυτή ένα τμήμα της προς τα ανατολικά προέκτασης του Κυπαρισσιακού κόλπου κατά το Πλειο-τεταρτογενές. Είναι μικρή σε έκταση και αποτελεί ένα τυπικό τεκτονικό βύθισμα, καθώς νότια καθορίζεται από την ομώνυμη ρηξιγενή ζώνη του ποταμού Νέδα, βόρεια δε ορίζεται από τη ρηξιγενή ζώνη Λέπρεου - Νέας Φιγαλείας. Η λεκάνη έχει πληρωθεί με θαλάσσια ως λιμνοθαλάσσια ιζήματα (Φουντούλης, Ι., 2000).

Συνεπώς τα ιζήματα και στις δύο λεκάνες δεν διαφοροποιούνται σημαντικά από πλευράς ιζηματογένεσης (θαλάσσια έως λιμνοθαλάσσια ιζήματα). Οι διαφορές που μπορεί να υπάρχουν αναφέρονται στη λιθολογική σύσταση τοπικά των αποθέσεων

και δεν είναι ουσιαστικές. Έτσι θα μπορούσε κανείς για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας να δεχθεί ότι οι Πλειο-Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί που δομούν τις Πλειο-πλειστοκαινικές λεκάνες της περιοχής έρευνας, είναι οι ακόλουθοι από τους παλαιότερους στους νεότερους:

Κοντά στο χωριό Ξηροχώρι στη νοτιοδυτική πλευρά του Λάπιθα στη θέση Παναγιά και βόρεια της Ζαχάρως (θέση Καλόγριες) τη βάση των ιζημάτων αποτελούν οι σχηματισμοί του Ξηροχωρίου (Pl-Pt.c), ηλικίας Ανώτερο Πλειόκαινο πιθανόν έως κατώτερο Πλειστόκαινο. Πρόκειται για συνεκτικά, πολύμικτα κροκαλοπαγή των οποίων οι κροκάλες, είναι αποστρογγυλωμένες, έχουν συνήθως μεγάλο μέγεθος ενώ προέρχονται σχεδόν αποκλειστικά από τα πετρώματα (κυρίως ασβεστόλιθους και ραδιολαρίτες) της ενότητας Πίνδου. Αυτή η προέλευση επιβεβαιώνεται για όλες τις εμφανίσεις των κροκαλοπαγών και στις δύο λεκάνες όπου το ποσοστό των κροκαλών Πινδικής προέλευσης φθάνει το 90%. Το πάχος των κροκαλοπαγών μεταβάλλεται από θέση σε θέση, πάντως το μέγιστο ορατό πάχος είναι 150m. Στην περιοχή της Νέδα, τα βασικά κροκαλοπαγή αναμιγνύονται με λεπτομερέστερους ορίζοντες και δεν αποτελούν διακριτό ορίζοντα (Φουντούλης, I., 2000)..

Σύστημα αργιλομαργών, μαργών, ιλυολίθων, ψαμμιτών και άμμου (Pl-Pt.s,m,c): (Ανώτερο Πλειόκαινο-Μέσο Πλειστόκαινο). Οι υπερκείμενοι ορίζοντες των παραπάνω υλικών αποτελούνται από άρρυθμες εναλλαγές ψαμμιτών, μαργών και ψαμμούχων μαργών και αργιλομαργών με αραιές κροκάλες στη μάζα τους, ενώ σημειώνονται και παρεμβολές πολύμικτων κροκαλοπαγών, που τοπικά αυξάνουν σε συχνότητα στους ανώτερους ορίζοντες. Το χρώμα τους είναι κίτρινο έως καστανοκίτρινο και κατά θέσεις γκρι έως πράσινο. (Εικόνα 3-6). Στους κατώτερους ορίζοντες σημειώνονται και λιγνίτες σε εκμεταλλεύσιμες ποσότητες (λεκάνη Ζαχάρως). Στα ανώτερα τμήματα του σχηματισμού οι μάργες γίνονται φυλλώδεις, σε ορισμένες θέσεις δε, όπως στο χωριό Μάκιστος εμφανίζονται ρυθμίτες. Τα στρώματα του σχηματισμού είναι έντονα παραμορφωμένα και διελαύνονται από πολλά ρήγματα, με αποτέλεσμα τις συχνές μεταβολές στις κλίσεις. Πάντως κυριαρχούν οι προς βορρά κλίσεις και δευτερευόντως οι προς δυσμάς. Τα ρήγματα δεν κόβουν πάντα όλη τη λιθοστρωματογραφική ακολουθία, αλλά συνήθως τμήμα αυτής, δηλαδή πρόκειται για συνιζηματογενή τεκτονισμό. (Φουντούλης, I., 2000).

Στα δυτικά του χωριού Λέπρεο περίπου 300m, εμφανίζονται πρασινότεφρες μάργες, πάνω στις οποίες έχουν αποθεθεί πολύμικτα κροκαλοπαγή τα οποία έχουν σημαντικό πάχος (περίπου 20m). Στη περιοχή Λέπρεου - Φιγάλειας η επαφή μεταξύ των μεταλλικών αποθέσεων και του αλπικού υποβάθρου είναι τεκτονική, δηλαδή έχουν αποθεθεί πάνω στη ρηξιγενή επιφάνεια και όχι στο παλαιοανάγλυφο του αλπικού υποβάθρου (Φουντούλης, I., 2000).

Στην περιοχή του Νεοχωρίου, στο δυτικό τμήμα της λεκάνης της Ζαχάρως βορειο-δυτικά του ομώνυμου χωριού, εμφανίζεται ο σχηματισμός λατυποπαγών Νεοχωρίου. Θεωρείται ότι πρόκειται για άνω-πλειστοκαινικό σχηματισμό ο οποίος καλύπτει ασύμφωνα τους παλαιότερους πλειο-πλειστοκαινικούς και αποτελείται από ψηφίδες, κροκάλες και άμμους που προέρχονται από τα ανθρακικά πετρώματα της ενότητας Πίνδου και όχι από τα ανθρακικά της ενότητας Τρίπολης που βρίσκεται πλησιέστερα στην εμφάνιση και ψαμμιτομαργαϊκή συγκολλητική ύλη. Το πάχος του σχηματισμού αυτού είναι της τάξης των λίγων μέτρων έως λίγων δεκάδων μέτρων, το δε πλάτος εμφάνισής τους είναι περιορισμένο. (Φουντούλης, Ι., 2000).



Εικόνα 3-6. Εναλλαγές ψαμμιτών μαργών και ιλυολίθων πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας ανατολικά του Ξηροχωρίου.



Εικόνα 3-7. Μάργες και κροκαλοπαγή πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας. Η διαφοροποίηση στο βαθμό διάβρωσης είναι εμφανής.



Εικόνα 3-8. Συνεκτικό κροκαλοπαγές πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας, πριν το χωριό Λέπρεον.



Εικόνα 3-9. Χαλαρό κροκαλοπαγές πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας στο χωριό Καλίδονα.

ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

Αναβαθμίδες (Pt.c): αποτελούνται από ερυθρές αργίλους, κροκάλες, χαλίκια, αμμοχάλικα και πηλούς ασύνδετα ή ελαφρά συγκολλημένα (Ι.Γ.Μ.Ε., Streif, H., 1978).

“Beach rock” του Καϊάφα (Pt.k,s): αποτελούνται από άμμο και ψιλό χαλίκι. Η επιφάνειά του βρίσκεται 6μ. πάνω από τη σημερινή στάθμη της θάλασσας (Ι.Γ.Μ.Ε., Streif, H., 1978).

ΟΛΟΚΑΙΝΙΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ

Σχηματισμός περιοχής Κούμανης (Q.h): ερυθροχώματα με διαφόρων διαστάσεων λατύπες κυρίως από πυριτόλιθους και ελάχιστες από ασβεστόλιθους και ψαμμίτες της ζώνης Πίνδου οι οποίες είναι ακατάστατα τοποθετημένες. Μέγιστο πάχος 5 m. (Ι.Γ.Μ.Ε., Κατσαβριάς, Ν., 1979).

Παλαιοί και νέοι κώνοι κορημάτων, πλευρικά κορήματα (H.cs) και υλικά αποσάθρωσης των γύρω πετρωμάτων.

Αλλουβιακές, Ελώδεις αποθέσεις (al): εμφανίζονται στην επίπεδη πεδινή περιοχή του δυτικού τμήματος της λεκάνης της Ζαχάρας, καλύπτουν ασύμφωνα τους παλαιότερους σχηματισμούς, αποτελούνται δε από άμμο, ιλύ, άργιλο και κατά θέσεις αμμοχάλικα. Σε ορισμένες θέσεις βόρεια της περιοχής που χαρτογραφήθηκε, παρατηρούνται μέσα στα ιζήματα Cardium, δηλαδή πρόκειται για λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις. Αλλουβιακές αποθέσεις εμφανίζονται και στη κοίτη του ποταμού Νέδα καθώς και στις κοίτες ορισμένων ρευμάτων με τη μορφή ποτάμιων αναβαθμίδων. Πρόκειται για χαλαρές αποθέσεις που αποτελούνται από άμμους, χάλικια, κροκάλες, πηλούς. Στη σημερινή κοίτη της Νέδα απαντώνται κυρίως κροκάλες μεγάλου μεγέθους έως και ογκόλιθοι (με μεγάλη διάμετρο μεγαλύτερη από 0.5μέτρα), οι οποίες προέρχονται αποκλειστικά από τα πετρώματα της ενότητας Πίνδου (ασβεστόλιθοι, φλύσχης και ραδιολαρίτες).

Οι δύο προηγούμενοι σχηματισμοί αναπτύσσονται στην παράκτια ζώνη και δεν διαφοροποιούνται στο χάρτη που δίνεται στην παρούσα μελέτη.



Εικόνα 3-10. Αλλουβιακές αποθέσεις στη πόλη της Ζαχάρας.

Θίνες (H.dn): πρόκειται για φυσικά αμμοφράγματα που αναπτύσσονται στη παραλιακή ζώνη της Ζαχάρως καθώς και στη παραλία των περιοχών στις περιοχές στο Γιαννιτσοχώρι, Θολό, Κάτω Ταξιάρχες και Νεοχώρι. Οι θίνες (αιολικές αποθέσεις) έχουν αποτεθεί πάνω σε παράκτιες άμμους και χαλίκια, αποτελούνται δε από άμμο, το δε εύρος εμφάνισης ποικίλει από μερικά μέτρα έως μερικές δεκάδες μέτρων (Εικόνα 3-11).



Εικόνα 3-11. Θίνες στη παραλία της Ζαχάρως.

3.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ – ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Κατά την αλπική φάση επικρατούσε ο εφαπτομενικός τεκτονισμός, και δημιουργήθηκαν οι πτυχές, οι επιπεύσεις, τα καλύμματα με γενική διεύθυνση αξόνων και λεπών Β-Ν έως ΒΒΔ/κή – ΝΝΑ/κή, καθώς επίσης και ορισμένα ρήγματα. Τα ρήγματα αυτά παρατηρούνται κυρίως μέσα στις αλπικές γεωτεκτονικές ενότητες της Τρίπολης και της Πίνδου και δεν κόβουν μεταλλικές αποθέσεις. Η παραμόρφωση αυτή έλαβε χώρα κύρια κατά την περίοδο Ηώκαινο - Κατώτερο Μειόκαινο (Φουντούλης, Ι., 2000).

Η νεοτεκτονική περίοδος, κινηματικά χαρακτηρίζεται από κατακόρυφες κινήσεις, είναι δε η περίοδος κατά την οποία δημιουργούνται τα τεκτονικά κέρατα και βυθίσματα τα οποία συνήθως οριοθετούνται μεταξύ τους με ρηξιγενείς ζώνες. Επίσης δημιουργούνται καινούργια ρήγματα τόσο μέσα στους μεταλλικούς σχηματισμούς,

οπότε είναι εύκολο να διακριθούν από τα παλαιά, όσο και μέσα στους αλπικούς σχηματισμούς, οπότε και είναι πολύ δύσκολο να διακριθούν από τα παλαιότερα, ή επαναδραστηριοποιούνται ρήγματα που είχαν δημιουργηθεί κατά την αλπική τεκτονική φάση. Οι Mariolakos et al., (1985), και Μαριολάκος & Παπανικολάου (1987), θεωρούν ότι η νεοτεκτονική εξέλιξη της Πελοποννήσου, από γεωδυναμική άποψη, δεν χαρακτηρίζεται από απλό αξονικό εφελκυσμό, αλλά από ένα σύνθετο σύστημα συζυγών ρηγμάτων τα οποία έχουν δραστηριοποιηθεί από ένα γενικότερο εντατικό πεδίο διατμητικού και περιστροφικού χαρακτήρα, ενώ οι Mariolakos et al. (1989), κάνουν λόγο για διάθλιψη (transpression) και διεφελκυσμό (transtension).

Η νεοτεκτονική δομή της Δυτικής Πελοποννήσου χαρακτηρίζεται από την παρουσία μεγάλων τεκτονικών κεράτων και βυθισμάτων (νεοτεκτονικές μακροδομές 1^{ης} τάξης) με διευθύνσεις Α – Δ και ΒΒΔ/κή - ΝΝΑ/κή η οριοθέτηση των οποίων γίνεται από μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες αντίστοιχων διευθύνσεων, (Mariolakos & Papanikolaou, 1981, Mariolakos et al., 1985). Αυτές οι δύο κύριες διευθύνσεις των ρηξιγενών ζωνών τέμνονται κατά μήκος μιας νοητής γραμμής με διεύθυνση ΒΑ/κή – ΝΔ/κή, η οποία χωρίζει την Πελοπόννησο, από το νοτιοδυτικό της άκρο στη Πύλο έως το βορειοανατολικό της άκρο στον Ισθμό της Κορίνθου, σε δύο τμήματα, το βορειοδυτικό (τμήμα Ι) και το νοτιοανατολικό (τμήμα ΙΙ).

Χαρακτηριστικές μακροδομές 1^{ης} τάξης στη δυτική Πελοπόννησο και στις οποίες ανήκει η περιοχή έρευνας είναι:

↳ Το τεκτονικό κέρασ του Λάπιθα. Η νότια ρηξιγενής ζώνη του Λάπιθα στην οποία ανήκει και η περιοχή έρευνας, οριοθετεί το τεκτονικό κέρασ του Λάπιθα από το τεκτονικό βύθισμα της Ζαχάρως, έχει μέχρι το "ύψος" της Πλατιάνας μέση διεύθυνση Α - Δ, ενώ μετά αλλάζει σε ΒΔ/κή – ΝΑ/κή αποτελείται δε από ρήγματα ΑΒΑ/κών – ΔΝΔ/κών και ΒΔ/κών – ΝΑ/κών διευθύνσεων, σε en echelon διάταξη. Από αυτά, μερικά είναι παλαιά, αφού φέρνουν σε επαφή το φλύσχη με τα ανθρακικά της ενότητας Γαβρόβου - Τρίπολης. Όσον αφορά το φαινόμενο κατακόρυφο άλμα της ρηξιγενούς ζώνης, αυτό δεν είναι σταθερό σε όλο το μήκος της ρηξιγενούς ζώνης, αλλά αυξάνει από τα ανατολικά προς τα δυτικά (Φουντούλης, Ι., 2000).

↳ Το σύνθετο τεκτονικό βύθισμα Μεγαλόπολης – Λύκαιου – Μίνθης – Τετράζιου – (ΜΕΛΥΜΙΤΕ). που έχει μέση διεύθυνση Α - Δ (Σχήμα 3-1). Οριοθετείται ανατολικά από τη ρηξιγενή ζώνη της Μεγαλόπολης, διεύθυνσης ΒΒΔ/κή – ΝΝΑ/κή, βόρεια από τη ρηξιγενή ζώνη του Λάπιθα, διεύθυνσης Α - Δ και νότια από τη ρηξιγενή Κυπαρισσίας - Αετού - Λεονταρίου μέσης διεύθυνσης Α - Δ. Η περιοχή αυτή μορφολογικά αν και δίδει περισσότερο την εντύπωση τεκτονικού

κέρατος παρά τεκτονικού βυθίσματος, δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ούτε σαν τυπικό τεκτονικό βύθισμα, ούτε σαν τυπικό σύγκλινο, αφού συνυπάρχουν χαρακτηριστικά και των δύο δομών. Θα μπορούσε κανείς να πει ότι η εν λόγω δομή υπήρξε το πρώιμο στάδιο της δημιουργίας του Κυπαρισσιακού κόλπου, του οποίου αποτελεί την προς τα ανατολικά προέκταση (Φουντούλης, Ι., 2000).

Τα ρήγματα των ρηξιγενών ζωνών δεν είναι συνεχή, αλλά διακόπτονται από άλλα ρήγματα που, αν και ανήκουν στην ίδια ρηξιγενή ζώνη, έχουν άλλη διεύθυνση. Πρόκειται στη ουσία για συζυγή συστήματα ρηγμάτων. Η "κλιμακωτή" (en echelon) διάταξη των περιθωριακών ρηγμάτων, επιτρέπει να λεχθεί ότι δεν πρόκειται για απλά κανονικά ρήγματα αλλά για πλαγιο-κανονικά (oblique slip normal), οπότε από άποψη δυναμικής, η παραμόρφωση δεν συνδέεται με εντατικό πεδίο αξονικού εφελκυσμού αλλά με ζεύγος αντίρροπων δυνάμεων και επομένως τα φαινόμενα στρέψης είναι παρόντα σε όλες τις κλίμακες (Mariolakos, 1986, Μαριολάκος & Παπανικολάου, 1987, Mariolakos et al., 1987a, 1987b, 1989, Μαριολάκος & Φουντούλης, 1991).

Μέσα σε αυτή τη σύνθετη νεοτεκτονική μακροδομή 1^{ης} τάξης υπάρχουν άλλες νεοτεκτονικές μακροδομές μικρότερων τάξεων (2ης, 3ης), δηλαδή μικρότερα τεκτονικά κέρατα και βυθίσματα, τα οποία αναπτύσσονται είτε στο εσωτερικό είτε στα περιθώριά του, είναι δε τα εξής:

- ↳ Τεκτονικό βύθισμα Ζαχάρως
- ↳ Τεκτονικό κέρας Μίνθης
- ↳ Τεκτονικό βύθισμα Νέδα

1. ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΒΥΘΙΣΜΑ ΖΑΧΑΡΩΣ

Το τεκτονικό βύθισμα της Ζαχάρως (βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης), έχει στο δυτικό τμήμα μέση διεύθυνση E-W ενώ στα ανατολικά ΒΔ/κή – ΝΑ/κή και οριοθετείται βόρεια από το τεκτονικό κέρας Λάπιθα με ρηξιγενή ζώνη διεύθυνσης Α - Δ και ΒΔ/κή – ΝΑ/κή και νότια από το τεκτονικό κέρας Μίνθης με ρηξιγενή ζώνη μέσης διεύθυνσης Α - Δ. Έχει πληρωθεί από μεταλπικά ιζήματα κυρίως λιμναία ανωμειοκαινικής- κατωπλειοκαινικής και ανωπλειοκαινικής ηλικίας και μόνο στα δυτικά τμήματά του έχει δεχτεί θαλάσσια ιζήματα Ανώτερου Πλειοκαίνου - Μέσου Πλειστοκαίνου. Όλα τα μεταλπικά ιζήματα του τεκτονικού βυθίσματος, είναι πολύ έντονα παραμορφωμένα (Φουντούλης, Ι., 2000).

2. ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΕΡΑΣ ΜΙΝΘΗΣ

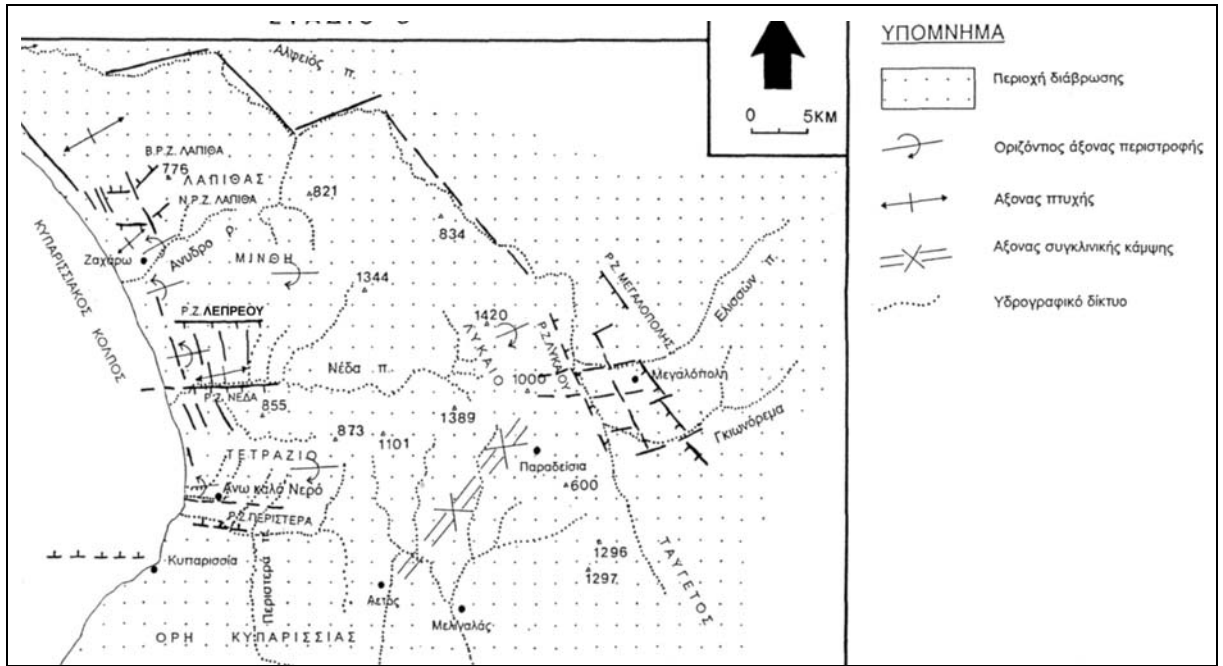
Το τεκτονικό κέρασ των ορέων της Μίνθης βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης και έχει μέση διεύθυνση Α - Δ. Οριοθετείται, βόρεια από το τεκτονικό βύθισμα Ζαχάρως με τη ρηξιγενή ζώνη Μηλιάς - Μίνθης που έχει μέση διεύθυνση Α - Δ, νότια από το τεκτονικό βύθισμα Νέδα με τη ρηξιγενή ζώνη Λέπρεου - Νέας Φιγάλειας και από το τεκτονικό κέρασ Τετράζιου από τη ρηξιγενή ζώνη Νέδα που έχουν μέση διεύθυνση Α - Δ.

Στο τεκτονικό κέρασ Μίνθης απαντούν μόνο σχηματισμοί της ενότητας Πίνδου, οι οποίοι είναι έντονα πτυχωμένοι και λεπιωμένοι, με κυρίαρχη διεύθυνση των λεπών ΒΑ/κή - ΝΔ/κή. Στο δυτικό τμήμα του απαντούν κατωπλειστοκαινικές θαλάσσιες αποθέσεις (σχηματισμός Νέδα), των οποίων το απόλυτο υψόμετρο του ορίου με τους αλπικούς σχηματισμούς, μειώνεται βαθμιαία από νότο (400 m στη περιοχή Λέπρεου) προς βορρά (120 m. στη περιοχή ανατολικά της Ζαχάρως) (Φουντούλης, Ι., 2000).

3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΒΥΘΙΣΜΑ ΝΕΔΑ

Πρόκειται για ένα τυπικό τεκτονικό βύθισμα με μέση διεύθυνση E-W, το οποίο βρίσκεται στο κεντροδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης και παρεμβάλλεται μεταξύ των τεκτονικών κεράτων Μίνθης και Τετράζιου. Οριοθετείται βόρεια από το τεκτονικό κέρασ της Μίνθης με τη ρηξιγενή ζώνη Λέπρεου - Νέας Φιγάλειας και νότια από το τεκτονικό κέρασ του Τετράζιου με τη ρηξιγενή ζώνη Νέδα.

Έχει πληρωθεί από θαλάσσιες μεταλπικές αποθέσεις ηλικίας Κάτω Πλειστοκαίνου, οι οποίες έχουν παραμορφωθεί (κυρίως διαρραγεί) πολύ έντονα τόσο συνιζηματογενώς, όσο και μεταγενέστερα (Φουντούλης, Ι., 2000).



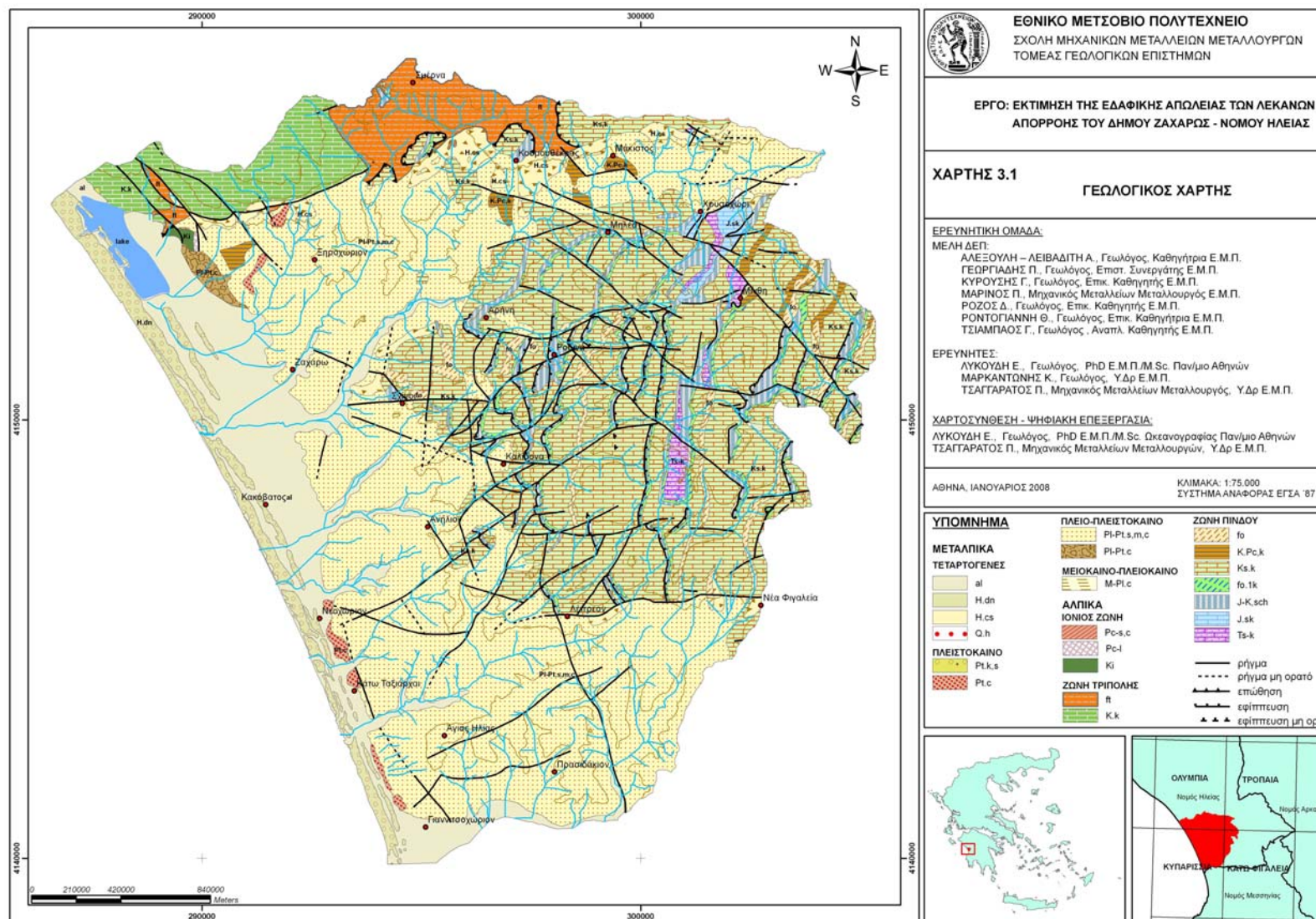
Σχήμα 3-1. Στάδιο της νεοτεκτονικής εξέλιξης της Κεντροδυτικής Πελοποννήσου (Φουντούλης, Ι., 2000).



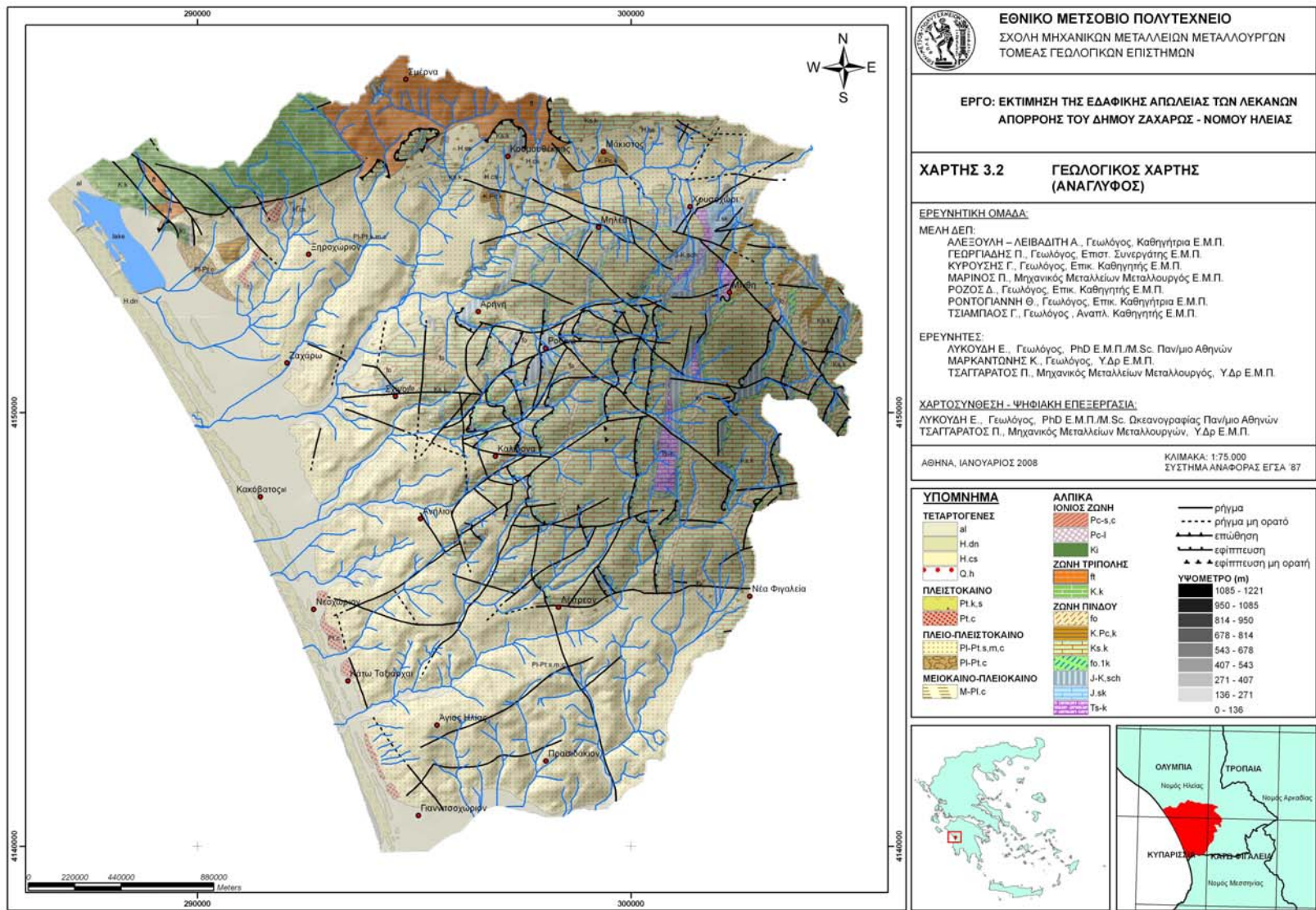
Εικόνα 3-12. Λεπιώσεις της ζώνης Πίνδου ανατολικά του χωριού Καλίδωνα.



Εικόνα 3-13. Ρηξιγενής επιφάνεια σε ασβεστολίθους δυτικά του Παλαιοχωρίου.



Χάρτης 3-1. Γεωλογικός χάρτης περιοχής Δήμου Ζαχάρως.



Χάρτης 3-2. Ανάγλυφος γεωλογικός χάρτης περιοχής Δήμου Ζαχάρως.

3.3 ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

Οι ιζηματογενείς λεκάνες της Ζαχάρως και του Νέδα παρουσιάζουν μία πολυσύνθετη παλαιογεωγραφική εξέλιξη κατά τη διάρκεια του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς, καθώς βρίσκονται πολύ κοντά στη τάφρο του Ιονίου. Αναλυτικότερα η παλαιογεωγραφική εξέλιξη αυτών θα μπορούσε να συνοψισθεί ως εξής:

3.3.1 Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης Ζαχάρως

Σύμφωνα με τον Φουντούλη, (2000) το τεκτονικό βύθισμα της Ζαχάρως θα πρέπει να δημιουργήθηκε μετά το τέλος των εφαιπτομενικών κινήσεων δηλαδή κάπου στο Ανώτερο Μειόκαινο. Σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα δεν μπορεί να αποκλειστεί η περίπτωση έναρξης δημιουργίας του πριν το Ανώτερο Μειόκαινο, αφού είναι γνωστό ότι μεγάλα τμήματα της ανθρακικής πλατφόρμας της Τρίπολης αναδύθηκαν πιο νωρίς και ο φλύσχος αποτέθη στο ήδη καλά διαμορφωμένο παλαιοανάγλυφο.

Εκείνη την εποχή, η ανατολική υπολεκάνη της Ζαχάρως θα πρέπει να αποτελούσε ένα κλειστό υδρολογικό σύστημα, δηλαδή δεν θα πρέπει να υπήρχε επιφανειακή απορροή προς τη θάλασσα, και έτσι υπήρξαν ευνοϊκές γεωμορφολογικές, γεωλογικές και κλιματικές συνθήκες για την απόθεση των λιμναίων ιζημάτων.

Σε μια επακόλουθη περίοδο ηρεμίας, σε όλη τη λεκάνη δημιουργούνται κατάλληλες συνθήκες απόθεσης των λιμναίων σχηματισμών με λιγνίτες,

Κατά το τέλος του Άνω Πλειόκαινου μέχρι και το Μέσο Πλειστόκαινο παρατηρείται μία συνεχώς όλο και πιο έντονη επίδραση της θάλασσας στις αποθέσεις του σχηματισμού, τόσο κατά τη κατακόρυφη έννοια όσο και κατά την οριζόντια (από τα δυτικά προς τα ανατολικά), ώσπου στα ανώτερα τμήματα επικρατεί. Έτσι στα δυτικά τμήματα της λεκάνης επικρατεί η θαλάσσια ιζηματογένεση, σε μικρό βάθος και σε ζεστά νερά. Την ίδια περίοδο στην ανατολική υπολεκάνη δημιουργείται η ανώτερη αναβαθμίδα

Τέλος ολόκληρη η περιοχή ανυψώνεται και διαβρώνεται η ανώτερη αναβαθμίδα στην ανατολική υπολεκάνη. Στη δυτική υπολεκάνη το πλέον δυτικό τμήμα βρίσκεται σε συνθήκες λιμνοθάλασσας δεχόμενη αντίστοιχα ιζήματα (περιοχή Καϊάφα), ενώ στη περιοχή Νεοχωρίου αποτίθενται τα ομώνυμα λατυποπαγή. Η σημερινή εικόνα ολοκληρώνεται κατά το Ολόκαινο με τη δημιουργία των θινών και των αλλουβιακών αποθέσεων πάνω στους προϋπάρχοντες σχηματισμούς. (Φουντούλης, I., 2000)

3.3.2 Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης Νέδα

Το τεκτονικό βύθισμα Νέδα θα πρέπει να δημιουργήθηκε το Ανώτερο Μειόκαινο ή και μετά και πάντως όχι αργότερα από το Κατώτερο Πλειστόκαινο. Πάνω στο ήδη καλά διαμορφωμένο παλαιοανάγλυφο της Πίνδου αποτίθεται ο σχηματισμός κροκαλοπαγών στο νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης. Τμήμα της περιοχής απόθεσης των κροκαλοπαγών μαζί με τον υπόλοιπο χώρο της λεκάνης, υποχωρεί κατά το Κάτω Πλειστόκαινο κάτω από τη στάθμη της θάλασσας και έτσι δέχεται τα θαλάσσια ιζήματα του σχηματισμού Νέδα.

Η μελέτη της τροφοδοσίας των αδρομερών στοιχείων (κροκαλών) δείχνει ότι η τροφοδοσία γινόταν από τα ανατολικά προς τα δυτικά (μεγαλύτερες κροκάλες ανατολικά απ' ότι δυτικά) και όχι από τα βορειοδυτικά προς τα νοτιοανατολικά. Επομένως, θα πρέπει κατά την περίοδο απόθεσης του σχηματισμού Νέδα να υπήρχε αν όχι συνεχής, τουλάχιστον περιοδική επικοινωνία με τη λεκάνη της Μεγαλόπολης..

Στο τέλος του Κατώτερου Πλειστοκαίνου ή τις αρχές του Μέσου Πλειστοκαίνου, η λεκάνη ανυψώνεται και τοπικά δημιουργούνται συνθήκες απόθεσης λιμναίων ιζημάτων. Είναι πολύ πιθανό σε κάποιο διάλειμμα των ανυψωτικών κινήσεων κατά το Μέσο ή Ανώτερο Πλειστόκαινο να δημιουργήθηκε η αναβαθμίδα με τα αδρομερή χερσαία χαλαρά κροκαλοπαγή.

Τέλος ολόκληρη η περιοχή χερσεύει ενώ η σημερινή εικόνα ολοκληρώνεται κατά το Ολόκαινο με τη δημιουργία των ποτάμιων αναβαθμίδων, των θινών και γενικότερα με τις αλλουβιακές αποθέσεις πάνω στους προϋπάρχοντες σχηματισμούς. (Φουντούλης, Ι., 2000)

3.4 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

3.4.1 Γενικά

Η υδρογεωλογική συμπεριφορά των διάφορων γεωλογικών σχηματισμών είναι συνάρτηση της λιθολογικής σύστασης αυτών, της κοκκομετρίας, (κοκκώδεις σχηματισμοί), του τεκτονισμού που έχουν υποστεί (συμπαγή πετρώματα) και του βαθμού καρστικοποίησης εφόσον πρόκειται για ανθρακικά πετρώματα. Η παρουσία υπόγειου νερού στη μάζα των γεωλογικών σχηματισμών, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την τεχνικογεωλογική τους συμπεριφορά.

Ο βαθμός κορεσμού, ο οποίος είναι απόρροια της παρουσίας ή όχι υδροφορίας σε μια περιοχή, σε συνδυασμό με την φύση των σχηματισμών που την δομούν, συμβάλλει στη διακύμανση της γεωμηχανικής συμπεριφοράς των σχηματισμών, που έχει άμεσο αντίκτυπο στην επιδεκτικότητα αυτών στις διεργασίες αποσάθρωσης και διάβρωσης. Τα ιδιαίτερα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των επιμέρους γεωλογικών σχηματισμών στην περιοχή έρευνας με σειρά από τους παλαιότερους προς τους νεότερους δίδονται στη συνέχεια.

3.4.2 Σχηματισμοί Ιονίου ζώνης

Οι σχηματισμοί της Ιονίου ζώνης συμμετέχουν στη γεωλογική δομή της περιοχής έρευνας με μια μικρής έκτασης εμφάνιση ασβεστολίθων και κλαστικών σχηματισμών, στις δυτικές απολήξεις του όρους Λαπίθα στη λίμνη Καϊάφα. Θεωρούνται υδροπερατοί σχηματισμοί, αλλά λόγω της μικρής έκτασης δεν διαδραματίζουν ιδιαίτερο ρόλο στις υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής.

3.4.3 Σχηματισμοί ζώνης Γαβρόβου

Ο φλύσχης της ζώνης Γαβρόβου που αναπτύσσεται επιφανειακά στο βορειοανατολικό τμήμα του όρους Λαπίθας, συγκροτείται από εναλλαγές συμπαγών ψαμμιτών, αργίλων και τοπικά φακών κροκαλοπαγών. Ως σύνολο θεωρείται υδατοστεγανός σχηματισμός και μόνο σε ζώνες έντονου κερματισμού των ψαμμιτικών φάσεων αναπτύσσεται ασθενής υπόγεια υδροφορία, η οποία εκφορτίζεται μέσω μικροπηγών εποχικής κυρίως λειτουργίας.

Οι κρητιδικοί ασβεστόλιθοι είναι ιδιαίτερα υδροπερατοί, λόγω καρστικοποίησης και κερματισμού. Η καρστική υδροφορία που αναπτύσσεται στη μάζα τους, εκφορτίζεται στις δυτικές απολήξεις του Λαπίθα και τροφοδοτεί τη λίμνη Καϊάφα.

3.4.4 Σχηματισμοί ζώνης Πίνδου

Οι σχηματισμοί της ζώνης Πίνδου εμφανίζονται στο κεντρικό – ανατολικό τμήμα της περιοχής έρευνας. Συνίστανται λιθολογικά από εναλλαγές ανθρακικών πετρωμάτων, κερατολίθων και κλαστικών σχηματισμών.

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί εμφανίζουν μέτρια έως υψηλή υδροπερατότητα, λόγω έντονου κερματισμού και καρστικοποίησης. Η έντονη λεπίωση που έχουν υποστεί, εμποδίζει την ανάπτυξη εκτεταμένου και ενιαίου καρστικού υδροφόρου στη μάζα τους, καθώς οι ανθρακικοί σχηματισμοί εναλλάσσονται διαδοχικά, τόσο επιφα-

νειακά, όσο και στην υπόγεια συνέχειά τους με πρακτικά υδατοστεγανά πετρώματα (ραδιολαρίτες και κλαστικοί σχηματισμοί).

Οι κλαστικοί σχηματισμοί (τυπικός φλύσσης, πρώτος φλύσσης και στρώματα μετάβασης), καθώς και οι ραδιολαρίτες σε υγιή κατάσταση, συμπεριφέρονται ως υδατοστεγανοί σχηματισμοί. Τοπικού ενδιαφέροντος ασθενής υπόγεια υδροφορία αναπτύσσεται στις ζώνες έντονου κερματισμού και αποσάθρωσης, των ανωτέρω σχηματισμών, χωρίς όμως πρακτικό ενδιαφέρον.

3.4.5 Νεογενείς σχηματισμοί

Οι σχηματισμοί του Νεογενούς καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα της έκτασης της περιοχής έρευνας. Αποτελούνται από εναλλαγές και πλευρικές μεταβάσεις αργιλομαργών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών. Οι επιφανειακές εμφανίσεις των κροκαλοπαγών αυξάνονται στο νότιο τμήμα της περιοχής έρευνας (περιοχή Νέδα).

Σε ζώνες με μικρές μορφολογικές κλίσεις καλύπτονται από ποικίλου πάχους μανδύα αποσάθρωσης. Τα υλικά αυτά λόγω της χαμηλής μηχανικής συνοχής, του μεγάλου ολικού πορώδους και της υψηλής υδροαπορροφητικότητας, εμφανίζουν πλήρη κορεσμό τη χειμερινή περίοδο ακόμα και με μικρό ύψος βροχόπτωσης, με αποτέλεσμα την εκδήλωση αστοχιών με τη μορφή ερπυστικών κινήσεων ή και ολισθήσεων.

Ως σύνολο οι σχηματισμοί του Νεογενούς χαρακτηρίζονται από μικρής υδροπερατότητας έως ημιπερατοί, λόγω της ποικιλίας των ιζημάτων που τους αποτελούν. Αυξημένη υδροπερατότητα παρουσιάζουν οι ενστρώσεις των ψαμμιτών και κροκαλοπαγών, ενώ η δυναμικότητα της υδροφορίας που αναπτύσσεται στη μάζα τους εξαρτάται από τη σχετική τους θέση με τις ζώνες τροφοδοσίας (επιφανειακή εξάπλωση, ανάπτυξη στις κοίτες των ρεμάτων, υδραυλική επικοινωνία με καρστικούς υδροφόρους στα περιθώρια της λεκάνης).

3.4.6 Τεταρτογενείς αποθέσεις

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις περιλαμβάνουν τις αλλουβιακές αποθέσεις και τις θίνες που αναπτύσσονται στην πεδινή ζώνη του Δήμου Ζαχάρως, τις αποθέσεις κοίτης στους μεγάλους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου, καθώς και τα πλευρικά κορήματα στα περιθώρια της νεογενούς λεκάνης .

Στις αποθέσεις κοίτης επικρατούν τα αδρομερή υλικά και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως υψηλής υδροπερατότητας, Συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση

του ποσοστού διήθησης από τις επιφανειακές απορροές των ρεμάτων και κατά συνέπεια στην αύξηση της τροφοδοσίας των υποκείμενων σχηματισμών. Σε θέσεις όπου εμφανίζουν αυξημένο πάχος και ο υποκείμενος σχηματισμός είναι υδατοστεγανός (λεπτομερή νεογενή ιζήματα), διαμορφώνεται στη μάζα τους φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας.

Οι αλλουβιακές αποθέσεις παρουσιάζουν αυξημένη υδροπερατότητα, με χωρικές διακυμάνσεις, που καθορίζονται από το ποσοστό συμμετοχής αδρομερών υλικών. Φιλοξενούν φρεάτιο υδροφόρο ορίζοντα, ο οποίος τροφοδοτείται από το ποσοστό της απ' ευθείας κατείσδυσης των βροχοπτώσεων, από διηθήσεις κατά μήκος των κοιτών του υδρογραφικού δικτύου και τοπικά μέσω υπόγειων πλευρικών μεταγίσεων από υδροφόρους των νεογενών σχηματισμών στα περιθώρια της πεδινής ζώνης.

Οι σχηματισμοί των θινών, λόγω της μικρής συνοχής που παρουσιάζουν χαρακτηρίζονται από υψηλή υδροπερατότητα.

Τα κορήματα και κώνοι κορημάτων αναπτύσσονται στα περιθώρια της νεογενούς λεκάνης της Ζαχάρως, αποτελούμενα από θραύσματα ποικίλου μεγέθους και σύστασης. Συνήθως είναι ασύνδετα έως ημισυνεκτικά και για το λόγο αυτό κατατάσσονται στους υδροπερατούς σχηματισμούς.

3.5 ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ – ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

3.5.1 Γενικά

Η τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών καθορίζεται από παράγοντες όπως: η λιθολογική τους σύσταση, η τεκτονική καταπόνηση που έχουν υποστεί, η επιδεκτικότητά τους στις διεργασίες της αποσάθρωσης και διάβρωσης, η δράση του επιφανειακού και υπόγειου νερού κ.α. Στις καμένες από πυρκαγιές εκτάσεις η γεωμηχανική συμπεριφορά των επιμέρους γεωλογικών σχηματισμών υποβαθμίζεται, κυρίως λόγω μεταβολής της δράσης των επιφανειακών νερών.

Αναλυτικότερα, η περιοχή έρευνας δομείται από αλπικούς και μεταλπικούς σχηματισμούς. Οι αλπικοί σχηματισμοί ανήκουν σε τρεις γεωτεκτονικές ζώνες (Ιονίου, Γαβρόβου και Πίνδου), οι οποίες είναι επωθημένες η μια στην άλλη με τη μορφή τεκτονικών καλυμμάτων και εμφανίζονται στα περιθώρια της λεκάνης της Ζαχάρως. Η λεκάνη της Ζαχάρως είναι πληρωμένη με Πλειοκαινικές και Πλειστο-

καινικές αποθέσεις, ενώ η παραλιακή ζώνη καλύπτεται από Ολοκαινικές αποθέσεις.

Στη συνέχεια περιγράφονται οι επιμέρους γεωλογικοί σχηματισμοί, σε σχέση με τα γεωμηχανικά τους χαρακτηριστικά και τη ροπή τους για εκδήλωση πάσης φύσεως γεωλογικών αστοχιών.

3.5.2 Αλπικοί σχηματισμοί

Ασβεστόλιθοι Ιονίου: αποτελούν βραχώδεις σχηματισμούς που παρουσιάζουν ικανοποιητικούς γεωμηχανικούς δείκτες και καλή γεωμηχανική συμπεριφορά. Στα πετρώματα αυτά δεν παρουσιάζονται γενικά σημαντικά προβλήματα αστοχιών πρανών πέρα από καταπτώσεις βραχομαζών μικρού μεγέθους. Εξαιρέση αποτελούν θέσεις στις οποίες στους ασβεστόλιθους παρεμβάλλονται αργλικές ενστρώσεις, όπου είναι δυνατόν να εμφανιστούν κατολισθητικά φαινόμενα μικρής έκτασης.

Ασβεστόλιθοι Γαβρόβου: Βραχώδεις σχηματισμοί με καλή γεωμηχανική συμπεριφορά και ικανοποιητικούς γεωμηχανικούς δείκτες όταν δεν είναι τεκτονικά κατακερματισμένοι. Στα πετρώματα αυτά αν και δεν αναμένονται κατολισθητικές κινήσεις, συχνά ο βαθμός διάρρηξης και ιδιαίτερα τα με ευνοϊκή διάταξη στο χώρο αναφορικά με τα πρανή δημιουργούν προϋποθέσεις για καταπτώσεις βράχων. Παράδειγμα αποτελούν τα μεγάλα ύψους πρανή στις δυτικές απολήξεις του Λαπίθα, στη Λίμνη Καϊάφα.

Ασβεστόλιθοι Πίνδου: οι σχηματισμοί αυτοί είναι επίσης βραχώδεις με καλή συμπεριφορά αυξημένη φέρουσα ικανότητα και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα αστοχιών πρανών. Εξαιρέση αποτελούν οι ανώτεροι ορίζοντες που αποτελούν το σχηματισμό μετάβασης στο φλύσχη, όπου οι μαργαϊκές και αργλικές ενστρώσεις, είναι δυνατόν να συμβάλουν στην εκδήλωση επιπεδόμορφων ολισθήσεων, σε μικρή όμως ένταση και έκταση. Συχνά στους ασβεστόλιθους ευνοϊκά συστήματα διακλάσεων ως προς το πρανές δημιουργούν καταπτώσεις βράχων.

Πυριτικοί σχηματισμοί Πίνδου Οι κερατόλιθοι – ραδιολαρίτες παρουσιάζουν συχνά ισχυρό κερματισμό που μαζί με τις συχνές εναλλαγές των λιθοφάσεων συμβάλλουν είτε στην εκδήλωση ολισθήσεων (βλέπε περιοχή Λεπρέου) είτε στη δημιουργία παχέων κορημάτων με αυξημένη κινητικότητα. Εντούτοις στην περιοχή μελέτης λόγω πολύ ισχυρών κλίσεων (περίπου ανορθωμένα στρώματα) οι σχιστολιθικές φάσεις εγκλωβίζονται μέσα στους κερατολίθους, με αποτέλεσμα την σχετικώς καλή συμπεριφορά από πλευράς αστοχιών αλλά και την έλλειψη πλευρικών κορημάτων σε μεγάλες ποσότητες.

Κλαστικοί σχηματισμοί Πίνδου: συνίστανται κυρίως από εναλλαγές ψαμμιτών, ι-λυολίθων, λεπτοστρωματωδών ασβεστόλιθων και κερατολίθων. Η γεωλογική αυτή δομή τους προσομοιάζει του φλύσχη και για το λόγο αυτό παρουσιάζουν παρόμοια γεωτεχνικά χαρακτηριστικά. Τα φαινόμενα κατολισθήσεων στους σχηματισμούς αυτούς έχουν μικρότερη συχνότητα και πυκνότητα από ότι στο φλύσχη, για το λόγο ότι αυτοί απαντώνται στα χαμηλότερα στρωματογραφικά μέλη της ζώνης της Πίνδου. Συχνά, έντονη αποσάθρωσή τους δημιουργεί ικανού πάχους εδαφικά καλύμματα στα οποία σε περιόδους εντατικών βροχοπτώσεων εμφανίζονται φαινόμενα ερπυσμού και λασποροών.

Σχηματισμοί Φλύσχη: Οι σχηματισμοί του φλύσχη και στις τρεις γεωτεκτονικές ζώνες που απαντώνται στην περιοχή έρευνας (Ιονίου, Γαβρόβου, Πίνδου) αποτελούνται κατά βάση από εναλλαγές στρωμάτων ψαμμιτών, μαργών και αργίλων, καθώς και ψηφιοπαγών και κροκαλοπαγών σπανιότερα. Η ποσοστιαία αναλογία συμμετοχής του κάθε πετρώματος αλλάζει από ζώνη σε ζώνη, με μεγαλύτερο ποσοστό άδρο-μεσοκλασικών στη ζώνη Πίνδου και μικρότερο στην Ιόνιο ζώνη. Η γεωμηχανική συμπεριφορά ελέγχεται από τη συμμετοχή των λιθοφάσεων. Έτσι ο φλύσχος ως ενιαίος σχηματισμός παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις, όσο η ποσοστιαία συμμετοχή των άδρο-μεσοκλασικών μειώνεται. Τα αργιλικά στρώματα, που έχουν μειωμένες αντοχές και είναι υδατοστεγανά, αποτελούν και τις κύριες επιφάνειες κατά μήκος των οποίων παρατηρούνται αστοχίες αποκόλλησης και ολίσθησης. Το γεγονός αυτό αυξάνεται σε συχνότητα και πυκνότητα στις περιοχές όπου αυτές παρουσιάζουν παράλληλες κλίσεις με το πρανές (φυσικό ή τεχνικό) και το μέτρο της κλίσης τους είναι μεγάλο. Γενικά η αύξηση των βροχοπτώσεων, αυξάνει σε ένταση και έκταση τα φαινόμενα αυτά. Συνήθως η δράση των αποσθρωτικών παραγόντων ευνοεί τη διαμόρφωση παχύ μανδύα που είναι (πολλές φορές μαζί με τη ζώνη του ισχυρού κερματισμού) επιρρεπής σε αστοχίες πρανών.

3.5.3 Μεταλλικοί σχηματισμοί

Κροκαλοπαγή: Ισχυρώς συγκολλημένα κατά θέσεις κροκαλοπαγή τα οποία αποτελούνται από αποστρωγγυλεμένες κροκάλες πετρωμάτων πινδικής κυρίως προέλευσης. Μέσα σε αυτά συχνά παρεμβάλλονται ορίζοντες, διαστρώσεις και φακοί λεπτόκοκκων υλικών, όπως άμμοι και άργιλοι. Πρόκειται, ανάλογα με το βαθμό αποσάθρωσής τους, για συνεκτικά έως ημισυνεκτικά ή ακόμη και ασύνδετα κλαστικά ιζήματα με γεωμηχανικούς δείκτες οι οποίοι παρουσιάζουν, από θέση σε θέση, σημαντική διακύμανση. Οι σχηματισμοί αυτοί ευνοούν τα φαινόμενα αποκολλήσεων και καταπτώσεων βραχομαζών, σε περιοχές όπου αυτοί είναι έντονα κερματισμένοι και το ανάγλυφο έχει μεγάλες κλίσεις.

Σύστημα αργιλομαργών – μαργών – ψαμμιτών: Αποτελείται από άρρυθμες και συχνές εναλλαγές άμμων – ψαμμιτών, αργιλομαργών, μαργών των νεογενών λεκανών και κατά θέσεις φακών κροκαλοπαγών. Όπου επικρατούν τα ψαμμιτικά μέλη εμφανίζουν γενικά καλή γεωμηχανική συμπεριφορά. Όπου επικρατούν τα αργιλομαργαϊκά υλικά, λόγω της επιδεκτικότητας αυτών στις διεργασίες της αποσάθρωσης και διάβρωσης, καλύπτονται από υλικά του μανδύα αποσάθρωσης, που τοπικά έχει σημαντικό πάχος. Στις ζώνες αυτές με τη συνδρομή και άλλων παραγόντων όπως, οι παρατεταμένες και έντονες βροχοπτώσεις, καθώς και ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (διανοίξεις δρόμων, αποψίλωση εδαφών για επέκταση καλλιεργειών) γεωμηχανική τους συμπεριφορά υποβαθμίζεται και επιφέρει την εκδήλωση αστοχιών ποικίλης μορφής (ερπυσμοί, ολισθήσεις, ροές, κλπ), που πλήττουν κυρίως τα υλικά του μανδύα αποσάθρωσης και τη ζώνη κερματισμού των αργιλομαργαϊκών σχηματισμών.

Πλευρικά κορήματα: πρόκειται για πλειστοκαινικές (παλαιές) και ολοκαινικές (σύγχρονες) χερσαίες αποθέσεις πρανών και κρασπεδικών περιοχών κυρίως ορεινών – ημιορεινών περιοχών. Είναι συσσωρεύσεις υλικών, ασύνδετες έως ημισυνεκτικές, ποικίλης σύστασης και μεγέθους. Αστοχίες παρατηρούνται σε θέσεις με ισχυρή μορφολογία, όπου τα υλικά αυτά παρουσιάζουν χαλαρότητα, σημαντικό πάχος και εμποτισμούς.

Αλλουβιακές αποθέσεις: πρόκειται για σύγχρονες χερσαίες και παράκτιες, ασύνδετες αποθέσεις των οποίων η σύσταση ποικίλει ανάλογα με την περιοχή απόθεσής τους. Αποτελούνται κυρίως από αργίλους, ιλύ, άμμους και κροκάλες. Καλύπτουν την με ομαλή ανάπτυξη πεδινή έκταση του Δήμου Ζαχάρως και έτσι δεν εμφανίζουν φαινόμενα αστοχιών με εξαίρεση σπάνιων περιπτώσεων υψηλών τεχνητών πρανών.

3.5.4 Κατολισθητικά φαινόμενα

Στην περιοχή έρευνας κατά τις υπαίθριες εργασίες έχει καταγραφεί σημαντικός αριθμός αστοχιών πρανών μικρής συνήθως έκτασης. Τα αίτια εκδήλωσης των αστοχιών αυτών αποτελούν συνδυασμό παραγόντων όπως:

1. Η παρουσία γεωλογικών σχηματισμών με υποβαθμισμένα γεωμηχανικά χαρακτηριστικά,
2. Η αλληλουχία γεωλογικών σχηματισμών με διαφορετική γεωμηχανική συμπεριφορά κατά την κατακόρυφο και οριζόντια διάσταση,
3. Οι διεργασίες αποσάθρωσης και διάβρωσης,

4. Η έντονη τεκτονική καταπόνηση
5. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που σημειώνονται στην περιοχή,
6. Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις όπως, η αποψίλωση εκτάσεων για την επέκταση καλλιεργειών και η διάνοιξη δρόμων και
7. Η σεισμική δραστηριότητα

Αστοχίες πρσανών όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, εκδηλώνονται σε όλους τους γεωλογικούς σχηματισμούς, με μεγαλύτερη όμως συχνότητα στα νεογενή ιζήματα, στους σχηματισμούς του φλύσχη και στους σχιστοκερατόλιθους της ζώνης Πίνδου. Μικρός αριθμός αστοχιών εκδηλώνεται επίσης στα ανθρακικά πετρώματα της ζώνης Πίνδου

3.5.4.1 Αστοχίες στους ανθρακικούς σχηματισμούς.

Εκδηλώνονται σε ζώνες έντονου κερματισμού (σχεδόν μυλωνιτίωση του σχηματισμού), κυρίως στις περιπτώσεις που η κλίση του φυσικού ή τεχνητού πρσανούς είναι ομόρροπη με αυτή των κύριων συστημάτων ασυνεχειών (Εικόνα 3-14, Εικόνα 3-15).



Εικόνα 3-14. Αστοχία τεχνητού πρσανούς στο δρόμο από Χρυσοχώρι προς Μηλέα.



Εικόνα 3-15. Αστοχία φυσικού ασβεστολιθικού πρανούς ανάντι της κοίτης του ρέματος Άνυδρος (θέση Γουρλόβουνα)

3.5.4.2 Αστοχίες στους σχιστοκερατόλιθους

Στους σχιστοκερατόλιθους και τους άλλους κλαστικούς σχηματισμούς της ζώνης Πίνδου κατολισθήσεις εκδηλώνονται σε ζώνες έντονου κερματισμού και αποσάθρωσης. Χαρακτηριστική είναι η κατολίσθηση που έπληξε τον παλαιό οικισμό του Χρυσοχωρίου (Εικόνα 3-16, Εικόνα 3-17).



Εικόνα 3-16 Γενική άποψη της αστοχίας ανατολικά του Χρυσοχωρίου.



Εικόνα 3-17. Άποψη της αστοχίας ανάντη του δρόμου. Διακρίνεται η πρόσφατη επισκευή του οδοστρώματος.

Στη θέση αυτή τα υλικά του μανδύα αποσάθρωσης, σε ανάμειξη με πλευρικά κορήματα, εμφανίζουν σημαντικό πάχος και είναι αυτά που πλήττονται από τις αστοχίες.

3.5.4.3 Αστοχίες στους σχηματισμούς του φλύσχη

Εντοπίζονται κυρίως στον φλύσχη της ζώνης Γαβρόβου, στην περιοχή μεταξύ Σμέρνας και Αρτέμιδας και εκδηλώνονται σε ζώνες έντονης αποσάθρωσης και κερματισμού, με τη συνδρομή παραγόντων όπως, η έντονη μορφολογία, η δράση του νερού και οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (Εικόνα 3-18).



Εικόνα 3-18. Επιδερμικές αστοχίες υλικών του μανδύα αποσάθρωσης σε φυσικό πρηνές σχηματισμών του φλύσχη.

Από τις αστοχίες αυτές επηρεάζεται κυρίως ο δρόμος που συνδέει τα χωριά Σμέρνα και Αρτέμιδα (Εικόνα 3-19), καθώς και το δίκτυο των αγροτικών δρόμων .



Εικόνα 3-19. Ροές χαλαρών υλικών μετά από βροχόπτωση. Τεχνητό πρανές του δρόμου Σμέρνα – Αρτέμιδα.

3.5.4.4 Αστοχίες στους πλειο-πλειστοκαινικούς σχηματισμούς

Οι αστοχίες στα πλειο-πλειστοκαινικά ιζήματα πλήττουν το αποσαθρωμένο τμήμα των σχηματισμών και την ανώτερη ζώνη κερματισμού. Εκδηλώνονται σε φυσικά και κυρίως σε τεχνητά πρανή με μεγάλες κλίσεις, που διαμορφώνονται από τη διέλευση δρόμων. Στην έκταση που δομείται γεωλογικά από τους σχηματισμούς αυτούς εντοπίζεται το μεγαλύτερο μέρος των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων του Δήμου Ζαχάρως και κατά συνέπεια η συμβολή αυτών στην εκδήλωση αστοχιών είναι σημαντική.

Χαρακτηριστικές ζώνες αστοχιών είναι αυτές που εκδηλώνονται: α) στη θέση Ζωνάρια, β) κατά μήκος του δρόμου από Αρτέμιδα προς Αρήνη στη θέση Ασίκελος και γ) στο δεξιό πρανές του ρέματος Ακίδας, στο ανάντη πρανές του δρόμου από Ζαχάρω προς Αρήνη.

3.5.4.4.1 Κύριες ζώνες αστοχιών στους Πλειο-Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς που πλήττουν καλλιέργειες και οδικό δίκτυο

Στη θέση Ζωνάρια :με όριο το ίχνος ρήγματος διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ, διαμορφώνεται ζώνη αστοχιών πλάτους 500 περίπου μέτρων. Μέσα στην κύρια αστοχία (Εικόνα 3-20) διαμορφώνονται μικρότερης έκτασης ολισθήσεις (Εικόνα 3-21), οι οποίες εξελίσσονται προς τα κατάντι, μέχρι την κοίτη του ρέματος, σε ροές εδαφικών υλικών. Από τις αστοχίες αυτές πλήττονται ο διερχόμενος αγροτικός δρόμος και καλλιέργειες.



Εικόνα 3-20. Γενική άποψη της ζώνης αστοχιών στη θέση Ζωνάρια από το απέναντι πρανές.



Εικόνα 3-21. Άποψη δευτερεύουσας ολίσθησης εντός της κύριας ζώνης αστοχιών στη θέση Ζωνάρια.

Στο δρόμο από Αρτέμιδα προς Αρήνη: περίπου στη θέση Ασίκελος και σε μήκος 2km περίπου εκδηλώνονται σημαντικές αστοχίες, που πλήττουν το οδόστρωμα και το κατάντι πρανές (Εικόνα 3-22 Εικόνα 3-23). Οι αργιλομαργαϊκοί σχηματισμοί καλύπτονται από παχύ στρώμα μανδύα αποσάθρωσης, τα υλικά του οποίου πλήττονται από τις αστοχίες. Οι αστοχίες αυτές είναι παλιές και επαναδραστηριοποιήθηκαν μετά την ανακατασκευή του δρόμου. Στη ζώνη αυτή πραγματοποιήθηκε γεωτεχνική μελέτη, όπως αποκαλύπτεται από τις ερευνητικές γεωτρήσεις που εντοπίστηκαν (Εικόνα 3-24).



Εικόνα 3-22. Μερική άποψη της ζώνης αστοχιών στο κατάντι πρανές του δρόμου. Διακρίνεται εδαφική θραύση



Εικόνα 3-23. Γενική άποψη της ζώνης αστοχιών στη θέση Ασίκελος.



Εικόνα 3-24. Γεωτεχνική γεώτρηση που εντοπίσθηκε εντός της ζώνης αστοχιών στη θέση Ασίκελος.

Στο ανάντη πρανές του δρόμου από Ζαχάρω προς Αρήνη: και συγκεκριμένα στο τμήμα από τη θέση Προφήτης Ηλίας μέχρι τη θέση Κότσαλο (μήκος 2km περίπου), εκδηλώνονται συνεχείς αστοχίες με τη μορφή ολισθήσεων. Το ανάντι πρανές εμφανίζει ισχυρές μορφολογικές κλίσεις και καλύπτεται από αποσαθρωμένα υλικά, τα οποία και αστοχούν, καλύπτοντας μέρος του οδοστρώματος.

3.5.4.4.2 Κατολίσθηση στο χωριό Καλιδόνα

Πρόκειται για πολύ παλιά κατολίσθηση, η διαδοχικές ενεργοποιήσεις της οποίας, έχουν πλήξει σημαντικό μέρος του οικισμού. Στην Αναγνωριστική Γεωτεχνική Έκθεση του Γεωλόγου του ΙΓΜΕ, Θ. Χριστοδούλου (1964), αναφέρεται η πληροφορία ότι πρώτες ρωγματώσεις και μετακινήσεις εδαφικών υλικών, εκδηλώθηκαν από το έτος 1917. Η ανωτέρω Έκθεση συντάχθηκε μετά από νέα ενεργοποίηση της κατολίσθησης το έτος 1964, ενώ είχε προηγηθεί άλλη το 1962, μετά από σεισμό. Αναφέρει δε ότι την περίοδο εκείνη υπέστη ρωγμές το 40% των οικιών του οικισμού.

Από την κατολίσθηση αυτή που στα ανάντη φαίνεται να πλήττει και σχηματισμούς του υποβάθρου, ενεργοποιεί τα υλικά του μανδύα αποσάθρωσης των πλειστοκαινικών ιζημάτων, τα οποία είναι αναμειγμένα με πλευρικά κορήματα, (περιοχή στα περιθώρια της νεογενούς λεκάνης). Η οριακή θραύση της κατολίσθησης δεν είναι άμεσα ορατή, καθώς ο χώρος έχει ήδη διαμορφωθεί (Εικόνα 3-25).



Εικόνα 3-25. Άποψη της σημερινής διαμόρφωσης στο ανάντη τμήμα της κατολίσθησης στο χωριό Καλίδωνα.

Στην κατάντη ζώνη τα υλικά εμφανίζονται έντονα αναμοχλευμένα (Εικόνα 3-26), γεγονός που τα καθιστά επιρρεπή σε νέα ενεργοποίηση της αστοχίας, λόγω αυξημένης δυνατότητας πρόσληψης νερού. Στην κατεύθυνση αυτή συμβάλλει και ο σωληνωτός αγωγός παροχέτευσης επιφανειακών νερών, ο οποίος εκβάλλει στο κέντρο της ζώνης των χαλαρών υλικών (Εικόνα 3-27).



Εικόνα 3-26. Άποψη της κατάντη ζώνης της αστοχίας στο χωριό Καλίδωνα.



Εικόνα 3-27. Άποψη του σωληνωτού αγωγού παροχέτευσης επιφανειακών νερών, που εκβάλλει εντός της ζώνης των χαλαρών υλικών της αστοχίας στο χωριό Καλίδονα.

3.5.4.4.3 Κατολίσθηση στο χωριό Λέπρεο

Ο οικισμός του Λεπρέου εντοπίζεται στα περιθώρια της νεογενούς λεκάνης, όπου η επαφή των ασβεστολίθων της ζώνης Πίνδου, με τα πλειοκαινικά ιζήματα είναι τεκτονική. Σύμφωνα με βιβλιογραφικά στοιχεία η κατολίσθηση εκδηλώθηκε ή υπήρξε επανενεργοποίηση αυτής το έτος 1969.

Στην Αναγνωριστική Γεωτεχνική Έκθεση του Γεωλόγου του ΙΓΜΕ, Α. Ελευθερίου (1970), αναφέρεται ότι «στην είσοδο του οικισμού και ανάντι των ακραίων οικιών του χωριού, στο υπάρχον απότομο πρανές ύψους 40m, εξεδηλώθη κατολίσθηση που έπληξε αποσαθρωμένους ασβεστολίθους και κερατολίθους, καθώς και ασύνδετα πλευρικά κορήματα»

Από την κατολίσθηση προκλήθηκαν ζημιές σε βοηθητικά κτίσματα οικιών κατάντι του δρόμου, ενώ εκκενώθηκαν προσωρινά τέσσερις κατοικίες. Γενική άποψη του απότομου ασβεστολιθικού πρανούς και των επικείμενων μαργαϊκών σχηματισμών, φαίνεται στην Εικόνα 3-28 και στην Εικόνα 3-29.



Εικόνα 3-28. Γενική άποψη της ζώνης εκδήλωσης της κατολίσθησης στο χωριό Λέπρεο.



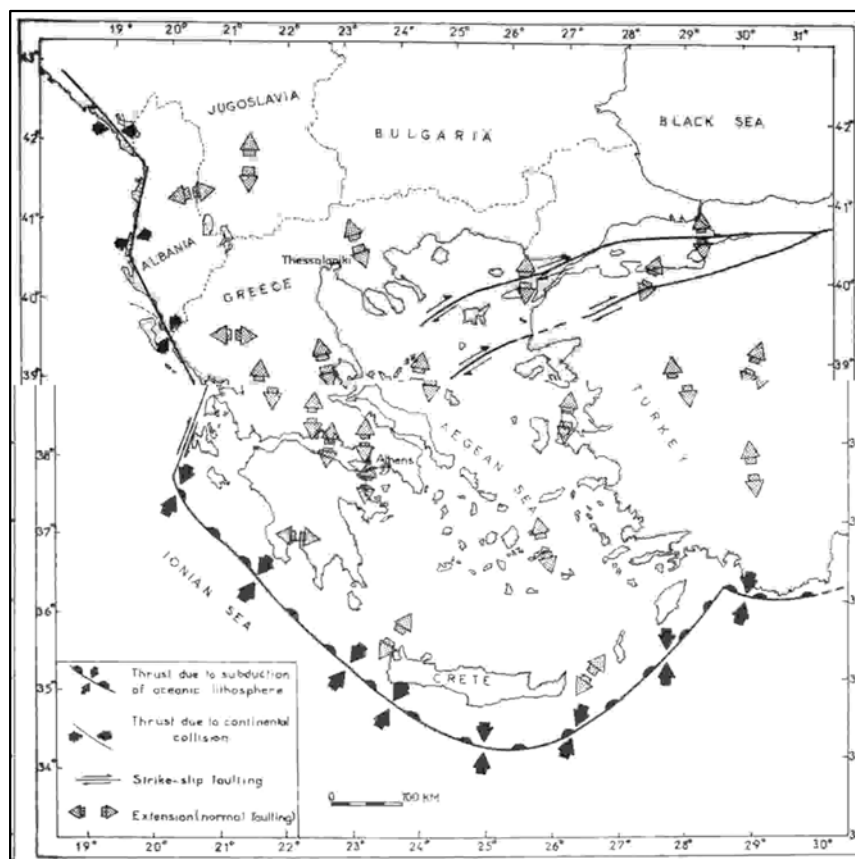
Εικόνα 3-29. Άποψη των λεπτομερών πλειο-πλειστοκαινικών ιζημάτων στη κατάντη ζώνη

Στην ζώνη αυτή απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή, στην άσκηση ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, καθώς αυτές μπορούν να συμβάλλουν στην εκ νέου ενεργοποίηση της κατολίσθησης.

Συνοπτικά οι κύριες θέσεις αστοχιών πρηνών αποδίδονται στους χάρτες 7.5, 7.7 & 7.8.

4 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ – ΕΔΑΦΙΚΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Η περιοχή της Δυτικής Πελοποννήσου παρουσιάζει έντονη σεισμική δραστηριότητα από αρχαιότατων χρόνων καθώς ανήκει σε ζώνη που γενικά επηρεάζεται από κέντρα αυξημένης σεισμικότητας (π.χ. ζώνη καταβύθισης Αφρικανικής πλάκας, Κορινθιακός), τα οποία έχουν πληγεί στο παρελθόν από σχετικά μεγάλους σεισμούς, με αρκετές καταστροφές στις κατασκευές. Ειδικότερα η γεωγραφική θέση της περιοχής έρευνας (Ζαχάρω) προδικάζει την άμεση εκδήλωση σχετικά αυξημένης σεισμικότητας, καθώς βρίσκεται όπως και όλη η περιοχή των δυτικών ακτών της Πελοποννήσου πολύ κοντά στη ζώνη καταβύθισης της αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική. Συνεπώς είναι αναγκαία η σκιαγράφιση της σεισμικότητας και της σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής που εξετάζεται.



Σχήμα 4-1. Κύριες σεισμοτεκτονικές ιδιότητες του χώρου του Αιγαίου και των γύρω περιοχών (Parazachos et al 1986).

Από αυτήν την άποψη, τα σεισμολογικά δεδομένα που μπορεί να συλλέξει κανείς, χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι αυτή των ιστορικών σεισμών, δηλαδή σεισμοί για τους οποίους δεν υπάρχουν ενόργανες καταγραφές και οι μόνες πληροφορίες που έχουμε γι' αυτούς προέρχονται από τις περιγραφές των επιπτώσεών τους στις κατασκευές. Οι περιγραφές περιέχονται σε κείμενα αρχαίων συγγραφέων, εφημερίδες κλπ.

Η δεύτερη κατηγορία είναι αυτή των ενόργανων στοιχείων και για τον Ελλαδικό χώρο ξεκινά από το 1900, έτος εγκατάστασης του πρώτου σειсмоγράφου στην Ελλάδα. Για την σεισμικότητα του Ελλαδικού χώρου υπάρχουν ιστορικά στοιχεία από το 400 π.Χ.

Στις επόμενες παραγράφους αναλύουμε τα διαθέσιμα σεισμολογικά στοιχεία για την περιοχή έρευνας.

4.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Έτσι, για την μελέτη της ιστορικής σεισμικότητας συγκεντρώθηκαν όλα τα διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία για την ευρύτερη περιοχή έρευνας. Χρησιμοποιήθηκαν κατάλογοι ιστορικών σεισμών όπως των Κισκύρα (1962), Γαλανόπουλου (1947, 1955, 1972, 1981), των Comninakis & Papazachos (1986), Παπαζάχος, Β., & Παπαζάχος, Κ., (1989), στους οποίους περιέχονται πληροφορίες για σεισμούς από το 400 π.Χ. έως το 1900 μ.Χ. Επιπρόσθετα περιγράφονται και οι σημαντικότεροι σεισμοί για την περίοδο 1900-1960 από τις αντίστοιχες καταγραφές. Οι πληροφορίες που περιέχονται στους καταλόγους ιστορικών σεισμών, όπως έχει αναφερθεί, προέρχονται από κείμενα αρχαίων συγγραφέων και η εξαγωγή των συμπερασμάτων για το πιθανό μέγεθος και επίκεντρο του σεισμού είναι πολύ δύσκολη.

Για να μπορέσουν να εξαχθούν αριθμητικά δεδομένα για τους σεισμούς αυτούς (π.χ. γεωγραφικό πλάτος-μήκος επίκεντρου, μέγεθος σεισμού, βάθος, κ.ά.), απαιτείται προσεκτική μελέτη των συγγραμμάτων και, αν είναι δυνατόν, διασταύρωση των πληροφοριών με άλλες πηγές. Συνήθως, προσδιορίζεται με κάποια σχετική ακρίβεια το επίκεντρο του σεισμού και η έντασή του και κατόπιν, χρησιμοποιώντας μία σχέση συσχέτισης ανάμεσα στην ένταση και το μέγεθος ενός σεισμού, το πιθανό μέγεθος.

Με βάση τα στοιχεία που προέκυψαν, οι κυριότεροι σεισμοί στη Δυτική Πελοπόννησο από άποψη καταστροφών, βασισμένοι σε ιστορικές μαρτυρίες, είναι οι εξής:

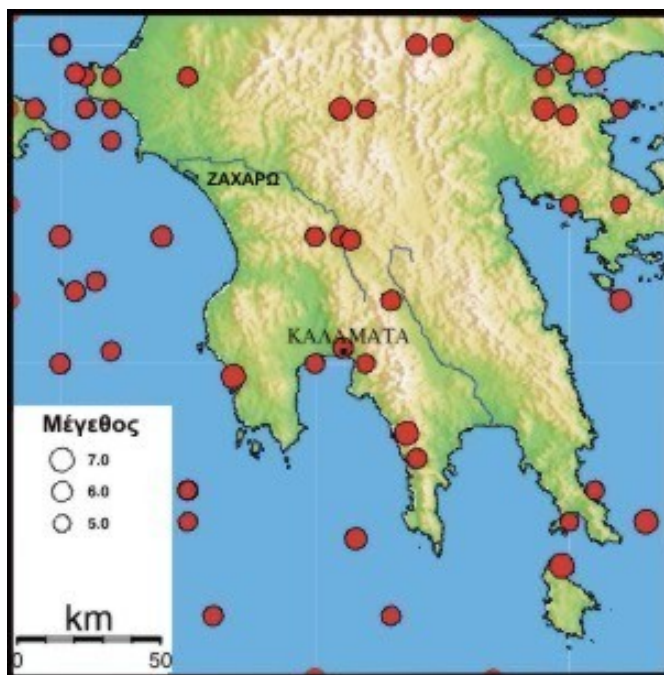
- 399 και 387 π.Χ.: Ο Ξενοφών αναφέρει μεγάλους σεισμούς στην Ηλεία.

- 551μ. Χ.: Λέγεται ότι ο περίφημος ναός του Δία στην Ολυμπία καταστράφηκε από σεισμό που έγινε στις 7 Ιουλίου 551 μ.Χ. (ΚΙΣΚΥΡΑΣ, 1962).
- 1303 (8 Αυγούστου): Ισχυρός σεισμός έπληξε την Μεθώνη και την Κορώνη.
- 1783 (26 Φεβρουαρίου): Ισχυρός σεισμός στην Κεντρική Πελοπόννησο (Στεμνίτσα).
- 1805 (18 Μαρτίου): Ασθενής σεισμική δόνηση στη Καλαμάτα.
- 1820 (29 Δεκεμβρίου): Ισχυρός σεισμός στην Ηλεία και Αρκαδία.
- 1837 (15 Αυγούστου): Ισχυρός σεισμός στο Πύργο Ηλείας.
- 1838 (28 Νοεμβρίου): Σφοδρός σεισμός στη Καλαμάτα.
- 1846 (1 Ο Ιουνίου): Καταστρεπτικός σεισμός στη Μικρομάνη Μεσσηνίας.
- 1873 (25 Οκτωβρίου): Ισχυρός σεισμός προξένησε μεγάλες ζημιές στη ΒΔ/κή Ηλεία.
- 1885 (28 Μαρτίου): Καταστρεπτικός σεισμός στη Μεσσηνία.
- 1886 (27 Αυγούστου): "Ο μάλλον περιβόητος εξ' όλων των σεισμών της Μεσσηνίας", καταστροφή των Φιλιατρών και της Κορώνης (ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ, 1947)
- 1896 (29 Δεκεμβρίου): Ισχυρός σεισμός έπληξε την Καλαμάτα και το Ελαιοχώρι.
- 1898 (2 Ιουνίου): Ισχυρός σεισμός στη Κεντρική Πελοπόννησο.
- 1898 (9 Νοεμβρίου): Ισχυρός σεισμός στην Κυπαρισσία.
- 1899 (22 Ιανουαρίου): Σφοδρός σεισμός στην Κυπαρισσία.
- 1925 (6 Ιουλίου): Σεισμός προκάλεσε ρωγμές στα Καλάβρυτα και την Τρίπολη. Έγινε αισθητός σε ολόκληρη την Πελοπόννησο.
- 1947 (6 Οκτωβρίου): Σεισμός μεγέθους 7.0 R με μέγιστη ένταση ΙΧ στη περιοχή Πυλίας.
- 1951 (24 Αυγούστου): Σεισμός μεγέθους 5.5 R στη δυτική ακτή του Μεσσηνιακού κόλπου, προερχόμενος από βάθος 3km, προκάλεσε αξιόλογες καταστροφές VIII βαθμού στο χωριό Πύλα.
- 1954 (4, 12 Μαΐου): Ισχυροί σεισμοί μεγέθους 5.2 R επέφεραν βλάβες στα χωριά της ΝΑ Ηλείας, Ράχες, Τριπυτή, Βασιλάκι και Ξερόκαμπος.
- 1959 (16 Αυγούστου): Ισχυρός σεισμός μεγέθους 5.5 R στη Μεσσηνία προερχόμενος από βάθος 8km, προκάλεσε μερικές καταρρεύσεις σπιτιών στην Καλλιρρόη (Άνω Μεσσηνία). Η ζώνη βλαβών VI βαθμού υπερέβη τα χωριά Κατσάρως, Διαβολίτσι και Ζαχάρω.

4.2 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Μετά τα παραπάνω και για την καλύτερη κατανόηση της δυναμικής φόρτισης των σχηματισμών που γεωλογικά δομούν την ευρύτερη περιοχή έρευνας, κρίθηκε σκόπιμο να συγκεντρωθούν τα αναγκαία στοιχεία των ενόργανων καταγραφών για τη σεισμική δραστηριότητα στην ευρύτερη περιοχή του χώρου έρευνας.

Στο Σχήμα 4-2 παρουσιάζεται χάρτης επικέντρων για σεισμούς με μέγεθος $M_s \geq 5.5$ στην Πελοπόννησο. Η εικόνα της σεισμικότητας στον χάρτη αυτό δεν διαφέρει πολύ με την εικόνα που θα προέκυπτε αν παρουσιάζονταν οι ιστορικοί σεισμοί. Επίσης, σε σχετικά μικρές επικεντρικές αποστάσεις έχουν γίνει μεγάλοι σεισμοί ($>6.5M_s$) ενώ σε λίγο μεγαλύτερες αποστάσεις τα μεγέθη είναι αρκετά μεγάλα ($7.0 M_s$). Τέτοιοι σεισμοί είναι δυνατόν λόγω του μεγάλου μεγέθους να επηρεάσουν ιδιαίτερα τις ψηλές κατασκευές σε μια κατοικημένη περιοχή, όπως η πόλη της Ζαχάρας.



Σχήμα 4-2. Σεισμικά επίκεντρα μεγέθους $M_s > 5.5$ στην περιοχή της Πελοποννήσου για την χρονική περίοδο 1900 – 2001.

Στην περίπτωση της παρούσας έρευνας, η συγκέντρωση για τις ενόργανες καταγραφές από το 1900, δηλαδή το χρόνο εγκατάστασης του πρώτου σειсмоγράφου στην Ελλάδα μέχρι και πρόσφατα, έγινε για σεισμούς μεγέθους $M_s \geq 4,5$ της κλίμακας Richter που εκδηλώθηκαν σε μια περιοχή περίπου μεταξύ των συντεταγμένων $36^{\circ}70'$ έως $38^{\circ}00'$ γεωγραφικό πλάτος και $21^{\circ}00'$ έως $22^{\circ}20'$ γεωγραφικό

μήκος, δηλαδή σε περιοχή με κέντρο το χώρο έρευνας και ακτίνα περί τα 60-70Km.

Πιο συγκεκριμένα δημιουργήθηκε ένας συνολικός κατάλογος από το 1900 – 2005 αποτελούμενος από στοιχεία του καταλόγου των Makropoulos et al (1989) και τον Κατάλογο σεισμών των Κομνηνάκη – Παπαζιάχου για την περίοδο 1901-1985, αλλά στη συνέχεια από το 1988-2005 από δεδομένα του καταλόγου του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου. Στα δεδομένα του καταλόγου του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου έγινε αναγωγή από την κλίμακα ML στην κλίμακα μεγεθών Ms, ώστε να είναι συμβατά με τα δεδομένα του καταλόγου των Makropoulos et al (1989). Τα σχετικά στοιχεία συνοψίζονται στον

. Συνολικά, στην περιοχή που αναφέρθηκε, σημειώθηκαν κατά την περίοδο 1901-2005, 87 σεισμικές δονήσεις.

Αναλυτικότερα, όπως φαίνεται στον Πίνακα αυτό, το πλήθος των σεισμικών συμβάντων είναι μεγαλύτερο για μεγέθη 4.5 - 5.0Richter (133), ενώ ο αριθμός μειώνεται όσο αυξάνεται το μέγεθος. Υπάρχουν 55 σεισμικά συμβάντα για σεισμούς μεγέθους 5.1 έως 5.5 R, 19 σεισμικά συμβάντα για σεισμούς μεγέθους 5.6 έως 6.0 R και 6 συμβάντα για σεισμούς μεγέθους 6.1 έως 7.0R. (Πίνακας 4-1, Σχήμα 4-2, Σχήμα 4-3).

Μελετώντας τους σεισμούς μεγέθους μεγαλύτερου ή και ίσου του 5.5R, που δίνονται στον Πίνακα 4-2, επιβεβαιώνεται η παρουσία 33 σεισμών πάνω από το μέγεθος αυτό, εκ των οποίων μόνο δύο (2) εμφανίζουν μέγεθος > 6.5 R.

Πίνακας 4-1. Κατάλογος σεισμών μεγέθους $M_s \geq 4,5$ της κλίμακας Richter για την περιοχή με συντεταγμένες $36^{\circ}70'$ έως $38^{\circ}00'$ γεωγραφικό πλάτος και $21^{\circ}00'$ έως $22^{\circ}20'$ γεωγραφικό μήκος.

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΛΕΠΤΟ	ΔΕΥ/ΠΤΟ	Γ. ΠΛΑΤΟΣ	Γ. ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ (km)	ΜΕΓΕΘΟΣ (Ms)
1901	ΔΕΚ	24	23	18	0	37,20	22,20	< 60	5,80
1903	ΜΑΡ	15	19	3	30	37,80	21,20	< 60	5,50
1904	ΑΠΡ	5	9	33	30	37,80	22,20	< 60	5,50
1909	ΙΟΥΛ	15	0	34	42	37,90	21,50	< 60	5,70
1910	ΔΕΚ	27	3	54	30	37,90	21,20	< 60	5,60
1911	ΑΥΓ	6	16	52	46	37,70	21,20	< 60	5,20
1911	ΙΑΝ	6	8	30	30	37,90	21,20	< 60	5,10
1911	ΟΚΤ	8	1	28	30	37,00	22,00	< 60	4,90
1911	ΦΕΒ	25	10	26	55	37,80	22,00	< 60	5,00

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΛΕΠΤΟ	ΔΕΥ/ΠΤΟ	Γ. ΠΛΑΤΟΣ	Γ. ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ (km)	ΜΕΓΕΘΟΣ (Ms)
1911	ΜΑΡ	4	8	32	5	38,00	22,00	< 60	4,90
1911	ΜΑΡ	4	8	43	20	37,70	22,20	< 60	5,00
1911	ΜΑΡ	5	19	55	58	37,70	22,20	< 60	5,30
1911	ΜΑΡ	5	22	8	30	37,70	22,20	< 60	4,90
1912	ΜΑΡ	14	14	11	32	37,50	21,50	< 60	4,90
1913	ΙΑΝ	5	4	34	28	37,50	22,20	< 60	5,30
1914	ΣΕΠ	17	13	5	55	37,70	21,00	< 60	5,60
1914	ΔΕΚ	24	12	46	54	37,80	21,20	< 60	5,10
1915	ΜΑΙ	17	10	39	23	38,00	21,00	< 60	5,60
1915	ΙΟΥΝ	4	13	57	45	37,80	21,20	< 60	5,00
1919	ΦΕΒΡ	24	1	56	0	36,70	21,00	< 60	6,30
1919	ΑΥΓ	18	11	23	56	37,20	21,30	< 60	4,90
1920	ΙΟΥΝ	12	1	19	54	37,50	21,10	< 60	5,30
1920	ΔΕΚ	10	18	35	21	37,70	21,20	< 60	5,10
1921	ΑΥΓ	2	3	17	27	38,00	21,00	< 60	4,90
1922	ΙΟΥΛ	12	5	12	1	37,30	21,50	< 60	4,90
1923	ΑΠΡ	3	7	7	20	37,20	21,10	< 60	4,90
1925	ΟΚΤ	13	9	29	39	36,70	22,00	< 60	5,00
1925	ΙΟΥΛ	6	12	15	55	37,80	22,10	80	6,60
1926	ΦΕΒΡ	26	15	46	36	37,80	21,10	< 60	5,60
1926	ΦΕΒΡ	26	16	8	23	37,80	21,10	< 60	5,70
1926	ΙΟΥΝ	18	18	29	46	37,70	21,20	< 60	4,90
1927	ΟΚΤ	7	14	19	30	38,00	21,00	< 60	5,10
1927	ΟΚΤ	7	15	28	14	38,00	21,00	< 60	4,90
1928	ΙΟΥΛ	1	16	50	50	37,00	21,70	< 60	5,10
1930	ΣΕΠ	23	20	35	38	36,70	22,00	< 60	4,90
1932	ΜΑΙ	23	6	0	5	37,70	22,20	< 60	4,90
1939	ΣΕΠ	20	0	19	26	38,00	21,00	60	6,30
1939	ΜΑΙ	31	0	24	5	37,80	22,10	< 60	5,30
1939	ΙΟΥΝ	2	14	11	29	37,80	22,10	< 60	5,10
1942	ΜΑΡ	11	22	33	54	37,80	22,10	< 60	5,00
1942	ΑΠΡ	20	1	35	40	37,80	22,10	< 60	5,00
1943	ΜΑΙ	22	22	5	38	38,00	21,00	< 60	5,20
1943	ΙΟΥΝ	14	7	46	48	38,00	21,00	< 60	5,10
1943	ΙΟΥΛ	21	2	6	49	38,00	21,00	< 60	4,90
1943	ΜΑΙ	23	12	22	7	38,00	22,00	< 60	4,90
1945	ΑΠΡ	21	14	16	18	37,70	21,50	< 60	5,10
1947	ΜΑΡ	11	17	5	30	36,70	22,00	< 60	5,20
1947	ΟΚΤ	6	19	55	34	36,90	22,00	< 60	7,00
1947	ΟΚΤ	7	19	15	28	36,90	22,00	< 60	5,00
1948	ΔΕΚ	28	5	23	39	38,00	21,00	< 60	4,90
1948	ΙΟΥΛ	22	6	46	55	36,90	22,00	< 60	5,10
1948	ΙΟΥΝ	17	6	52	27	37,80	22,10	< 60	5,20
1949	ΦΕΒΡ	4	15	44	42	38,00	21,00	< 60	5,00
1949	ΦΕΒΡ	5	15	24	17	38,00	22,00	< 60	5,10

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΛΕΠΤΟ	ΔΕΥ/ΠΤΟ	Γ. ΠΛΑΤΟΣ	Γ. ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ (km)	ΜΕΓΕΘΟΣ (Ms)
1950	ΜΑΡ	18	0	10	25	36,70	22,00	< 60	4,50
1950	ΝΟΕ	1	8	10	34	36,90	22,00	< 60	4,50
1951	ΑΥΓ	24	10	27	29	36,90	21,60	< 60	5,40
1952	ΔΕΚ	31	22	26	37	37,20	21,00	< 60	4,60
1952	ΜΑΡ	9	4	45	29	38,00	21,00	< 60	5,40
1952	ΜΑΡ	28	21	20	37	38,00	21,00	< 60	4,50
1952	ΑΠΡ	3	3	20	0	38,00	21,00	< 60	4,90
1952	ΑΠΡ	9	13	11	10	37,60	21,20	< 60	4,60
1952	ΣΕΠ	2	23	20	7	37,20	21,60	< 60	4,90
1952	ΙΟΥΝ	13	1	7	22	37,30	22,10	< 60	5,20
1953	ΔΕΚ	5	19	34	15	37,30	21,00	< 60	4,80
1953	ΙΟΥΝ	1	20	17	33	37,50	21,00	< 60	4,60
1953	ΝΟΕ	18	15	20	0	37,80	21,00	< 60	4,70
1953	ΙΑΝ	16	15	10	0	37,90	21,00	< 60	4,60
1953	ΑΥΓ	12	12	5	21	38,00	21,00	< 60	6,30
1953	ΑΥΓ	12	13	39	20	38,00	21,00	< 60	5,30
1953	ΑΥΓ	12	16	8	30	38,00	21,00	< 60	5,30
1953	ΝΟΕ	28	20	17	32	38,00	21,00	< 60	5,50
1953	ΑΠΡ	2	18	59	55	37,70	21,10	< 60	4,60
1953	ΦΕΒΡ	22	18	26	23	37,70	21,20	< 60	4,80
1953	ΝΟΕ	3	22	29	25	37,80	21,20	< 60	5,20
1953	ΜΑΡ	30	13	54	43	37,60	21,30	< 60	4,90
1954	ΜΑΡ	3	19	47	50	37,70	21,00	< 60	4,80
1954	ΦΕΒΡ	9	13	17	54	38,00	21,00	< 60	4,60
1954	ΔΕΚ	15	23	35	59	38,00	21,00	< 60	4,70
1954	ΔΕΚ	23	16	27	18	37,90	21,10	< 60	5,80
1954	ΙΟΥΛ	18	13	18	55	37,60	21,20	< 60	5,00
1954	ΙΟΥΛ	18	14	42	30	37,60	21,20	< 60	5,40
1954	ΙΑΝ	18	14	16	10	37,70	21,20	< 60	5,30
1954	ΙΑΝ	21	11	41	12	37,70	21,20	< 60	4,60
1954	ΑΠΡ	11	20	30	26	37,40	21,60	< 60	4,50
1954	ΜΑΙ	4	8	33	44	37,70	21,90	< 60	5,00
1954	ΜΑΙ	12	2	16	33	37,70	21,90	< 60	4,90
1954	ΜΑΡ	30	4	30	35	36,70	22,20	< 60	4,90
1955	ΜΑΙ	25	0	55	23	38,00	21,00	< 60	4,60
1955	ΝΟΕ	1	7	44	30	38,00	21,00	< 60	4,60
1955	ΜΑΡ	28	14	45	50	37,70	21,20	< 60	5,70
1955	ΑΥΓ	14	21	40	19	38,00	21,20	< 60	4,60
1957	ΙΑΝ	23	17	26	51	36,70	21,60	< 60	5,30
1958	ΝΟΕ	15	5	42	40	37,70	22,00	< 60	5,40
1958	ΟΚΤ	23	6	41	58	37,80	22,10	< 60	4,70
1959	ΦΕΒ	7	20	8	17	37,80	21,20	< 60	5,00
1959	ΟΚΤ	1	4	37	47	37,30	21,90	< 60	4,60
1959	ΙΟΥΝ	7	14	17	28	37,20	22,00	< 60	4,50
1959	ΑΥΓ	16	18	41	59	37,20	22,00	< 60	5,30

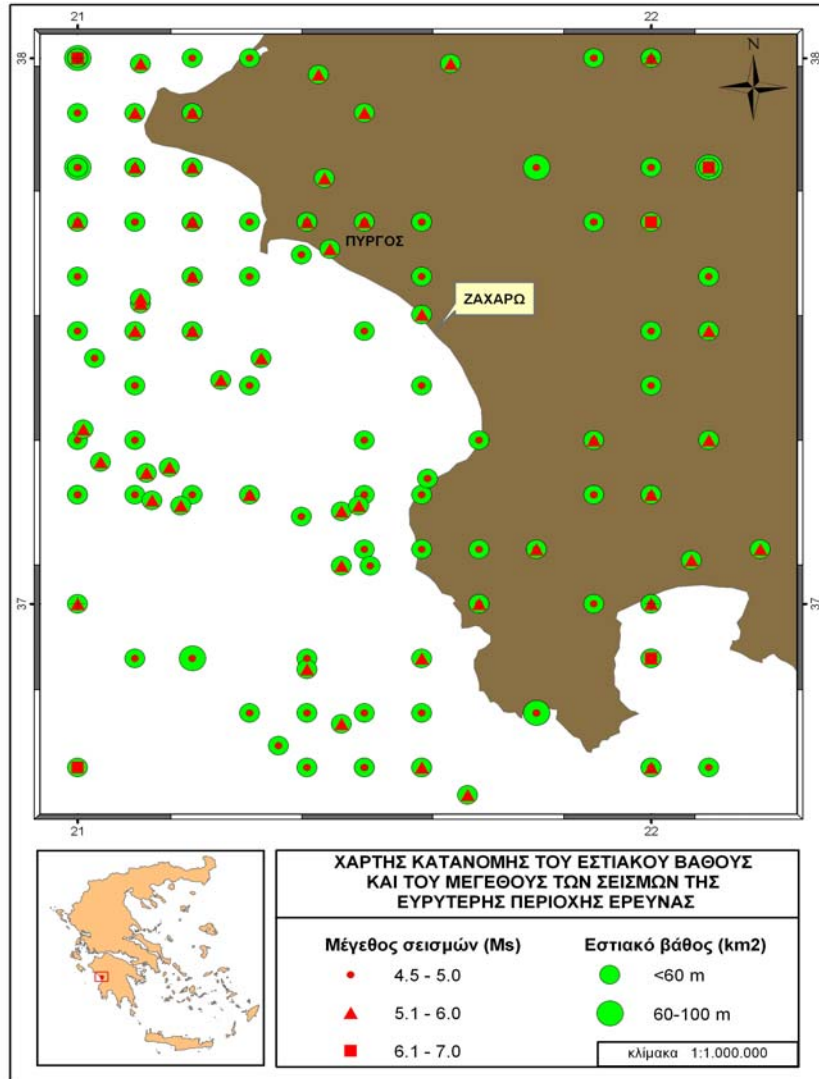
ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΛΕΠΤΟ	ΔΕΥ/ΠΤΟ	Γ. ΠΛΑΤΟΣ	Γ. ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ (km)	ΜΕΓΕΘΟΣ (Ms)
1960	ΜΑΙ	7	19	40	42	38,00	21,00	< 60	4,60
1960	ΑΥΓ	14	12	52	48	37,50	22,00	< 60	4,80
1961	ΟΚΤ	2	7	21	44	37,00	22,00	< 60	5,70
1963	ΔΕΚ	16	13	47	53	37,00	21,00	< 60	5,90
1963	ΝΟΕ	10	18	37	23	38,00	21,00	< 60	4,60
1964	ΑΠΡ	24	3	49	52	38,00	21,30	44	4,50
1964	ΝΟΕ	27	20	2	34	36,90	22,00	-	4,50
1965	ΜΑΡ	8	23	2	56	37,80	21,00	55	4,60
1965	ΔΕΚ	25	15	10	30	37,30	21,10	4	4,50
1965	ΑΠΡ	5	3	12	55	37,70	22,00	34	6,10
1966	ΑΥΓ	11	0	23	41	37,60	21,00	48	4,60
1966	ΙΟΥΝ	11	12	5	3	37,40	21,10	47	4,90
1966	ΑΠΡ	7	3	25	45	37,80	21,10	25	5,00
1966	ΙΟΥΝ	5	20	52	2	37,20	21,90	35	4,50
1966	ΜΑΙ	24	9	39	26	37,30	21,90	34	5,20
1966	ΜΑΙ	14	23	0	45	37,00	22,00	40	4,60
1966	ΜΑΙ	24	11	9	25	37,40	22,00	43	4,90
1966	ΑΠΡ	19	12	26	51	38,00	22,00	-	4,50
1966	ΣΕΠ	1	14	22	57	37,50	22,10	15	6,00
1966	ΑΥΓ	6	18	32	32	37,90	22,20	25	4,50
1967	ΟΚΤ	22	5	38	5	36,90	21,10	-	4,50
1967	ΦΕΒΡ	28	14	21	51	37,50	21,20	46	4,80
1967	ΜΑΙ	14	4	16	0	37,70	21,20	48	4,90
1967	ΙΟΥΛ	5	16	49	36	36,80	21,30	46	4,50
1967	ΙΟΥΛ	6	8	21	51	36,70	21,40	43	4,70
1967	ΙΟΥΛ	5	0	53	17	36,70	21,50	50	4,90
1968	ΑΥΓ	4	23	24	22	37,80	21,00	62	4,50
1968	ΙΟΥΛ	31	9	21	56	37,80	21,10	34	4,50
1969	ΙΟΥΝ	14	13	53	35	37,20	21,00	-	4,60
1970	ΑΥΓ	8	12	13	20	37,80	21,80	77	4,50
1971	ΜΑΙ	26	7	9	26	37,10	21,70	33	4,60
1971	ΣΕΠ	26	5	44	32	37,80	22,00	48	4,50
1972	ΟΚΤ	15	22	2	54	38,00	21,00	67	4,80
1972	ΔΕΚ	10	12	13	30	37,40	21,30	42	4,50
1972	ΙΟΥΛ	5	18	4	58	37,00	21,90	51	4,70
1973	ΙΟΥΛ	14	12	38	19	37,90	21,20	42	4,80
1973	ΙΑΝ	10	3	24	12	37,70	21,40	45	5,10
1973	ΜΑΙ	22	15	26	7	36,70	22,10	-	4,60
1974	ΜΑΙ	26	13	6	50	37,20	21,00	35	4,50
1974	ΑΥΓ	24	10	20	23	37,70	21,50	43	4,50
1974	ΦΕΒΡ	17	5	3	9	38,00	21,90	39	4,50
1974	ΦΕΒΡ	23	1	28	47	38,00	22,00	40	4,60
1975	ΜΑΙ	3	3	16	2	37,70	21,20	-	4,50
1975	ΔΕΚ	24	17	4	52	36,80	21,80	65	4,50
1975	ΟΚΤ	25	7	25	22	37,60	22,10	36	4,50

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΛΕΠΤΟ	ΔΕΥ/ΠΤΟ	Γ. ΠΛΑΤΟΣ	Γ. ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ (km)	ΜΕΓΕΘΟΣ (Ms)
1976	ΙΑΝ	21	22	18	0	37,80	21,00	33	4,50
1976	ΟΚΤ	2	12	45	27	36,90	21,20	61	4,50
1976	ΜΑΙ	13	20	44	53	36,80	21,40	60	4,60
1976	ΙΟΥΛ	23	20	50	58	37,70	21,40	10	4,50
1977	ΑΥΓ	31	8	22	13	37,70	21,20	49	4,90
1977	ΙΟΥΛ	30	19	51	37	36,80	21,60	49	5,00
1977	ΙΟΥΝ	6	4	32	59	37,10	21,60	48	4,50
1977	ΦΕΒΡ	23	20	21	15	36,80	21,80	63	4,60
1978	ΣΕΠ	7	4	53	55	37,80	21,00	43	4,90
1978	ΜΑΡ	16	5	58	11	36,70	21,50	50	4,50
1978	ΜΑΡ	16	5	51	56	36,70	21,60	49	5,10
1979	ΙΑΝ	8	2	11	35	37,80	21,00	12	4,60
1979	ΜΑΙ	27	3	20	51	36,70	21,50	58	5,00
1979	ΑΠΡ	3	10	30	36	37,60	21,60	40	4,50
1979	ΜΑΡ	26	1	57	2	37,70	21,60	35	4,50
1979	ΜΑΡ	26	8	6	2	37,70	21,60	46	4,90
1979	ΔΕΚ	1	13	34	30	37,30	21,70	43	5,00
1980	ΑΥΓ	14	2	52	20	37,20	21,20	56	4,50
1980	ΔΕΚ	25	5	48	57	36,90	21,40	-	4,80
1980	ΦΕΒΡ	7	19	4	9	37,70	21,40	46	4,50
1981	ΣΕΠ	14	18	45	17	38,00	21,00	52	4,60
1981	ΟΚΤ	31	10	46	45	37,70	21,40	23	4,80
1981	ΣΕΠ	23	20	18	39	36,90	22,20	45	4,50
1982	ΙΟΥΝ	22	3	4	30	37,20	21,30	41	5,70
1982	ΝΟΕ	20	7	36	43	36,80	21,50	37	5,00
1982	ΑΠΡ	26	6	24	32	37,70	21,50	35	4,80
1982	ΜΑΙ	5	22	53	24	37,70	21,60	43	4,70
1983	ΣΕΠ	2	5	30	42	37,70	21,00	55	4,90
1983	ΦΕΒΡ	20	12	42	30	37,80	21,10	26	5,40
1983	ΦΕΒΡ	20	5	45	12	37,70	21,30	27	4,90
1983	ΦΕΒΡ	19	15	55	11	37,10	21,50	20	4,50
1983	ΑΠΡ	11	17	23	7	38,00	21,90	16	4,60
1984	ΟΚΤ	2	11	2	45	37,70	21,10	5	4,70
1984	ΙΑΝ	12	3	44	52	37,20	21,50	50	4,70
1984	ΟΚΤ	9	8	12	13	37,00	21,70	5	4,60
1984	ΟΚΤ	9	2	12	23	37,10	21,80	5	4,50
1984	ΟΚΤ	9	4	30	43	37,10	21,80	5	5,20
1984	ΟΚΤ	25	9	49	19	37,20	21,90	5	5,00
1985	ΣΕΠ	7	10	20	50	37,50	21,20	33	5,60

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΛΕΠΤΟ	ΔΕΥ/ΠΤΟ	Γ. ΠΛΑΤΟΣ	Γ. ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ (km)	ΜΕΓΕΘΟΣ (Ms)
1985	ΑΥΓ	13	13	49	14	37,90	21,20	60	5,00
1986	ΙΟΥΛ	24	17	44	27	37,45	21,03	5	5,00
1986	ΙΟΥΛ	5	21	24	27	37,23	21,61	9	5,00
1986	ΣΕΠ	15	11	41	31	37,08	22,07	5	5,30
1986	ΣΕΠ	13	17	24	34	37,10	22,19	5	6,00
1987	ΙΟΥΝ	10	14	50	12	37,17	21,46	12	5,50
1987	ΜΑΙ	29	18	40	33	37,53	21,60	29	5,50
1988	ΣΕΠ	22	12	5	40	37,99	21,11	5	5,50
1989	ΑΥΓ	20	18	32	30	37,24	21,12	5	5,90
1989	ΜΑΙ	1	21	3	40	37,18	21,18	5	5,10
1989	ΙΟΥΝ	7	19	45	53	37,99	21,65	5	5,30
1990	ΙΟΥΛ	31	6	49	33	37,18	21,49	42	5,10
1992	ΜΑΙ	30	18	55	40	37,97	21,42	12	5,10
1993	ΜΑΡ	26	11	45	15	37,64	21,39	5	5,00
1993	ΜΑΡ	26	11	56	15	37,78	21,43	5	5,10
1993	ΜΑΡ	26	11	58	18	37,65	21,44	5	5,50
1993	ΜΑΡ	5	6	55	6	37,07	21,46	5	5,80
1993	ΣΕΠ	2	14	10	9	37,07	21,51	5	5,00
1995	ΟΚΤ	1	6	22	40	36,88	21,40	3	5,10
1996	ΙΟΥΝ	6	16	25	36	37,55	21,11	2	5,40
1996	ΟΚΤ	24	3	19	2	36,74	21,35	5	5,00
1996	ΟΚΤ	9	9	46	34	36,78	21,46	33	5,20
1997	ΝΟΕ	27	4	29	34	37,32	21,01	14	5,20
1997	ΝΟΕ	18	22	59	41	37,26	21,04	7	5,10
1997	ΝΟΕ	18	15	23	32	37,25	21,16	16	5,50
1997	ΝΟΕ	18	13	56	24	37,41	21,25	1	5,30
1997	ΑΠΡ	26	22	18	35	37,16	21,39	9	5,00
1998	ΟΚΤ	6	12	27	43	37,19	21,13	5	5,70
1999	ΙΟΥΝ	11	7	50	15	37,56	21,11	58	5,60
1999	ΝΟΕ	4	2	8	11	37,45	21,32	12	5,40

Πίνακας 4-2. Κατάλογος σεισμών μεγέθους $M_s \geq 5,5$ της κλίμακας Richter για την περιοχή με συντεταγμένες $36^{\circ}70'$ έως $38^{\circ}00'$ γεωγραφικό πλάτος και $21^{\circ}00'$ έως $22^{\circ}20'$ γεωγραφικό μήκος.

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΛΕΠΤΟ	ΔΕΥ/ΠΤΟ	Γ. ΠΛΑΤΟΣ	Γ. ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ (km)	ΜΕΓΕΘΟΣ (Ms)
1901	ΔΕΚ	24	23	18	0	37,20	22,20	< 60	5,80
1903	ΜΑΡ	15	19	3	30	37,80	21,20	< 60	5,50
1904	ΑΠΡ	5	9	33	30	37,80	22,20	< 60	5,50
1909	ΙΟΥΛ	15	0	34	42	37,90	21,50	< 60	5,70
1910	ΔΕΚ	27	3	54	30	37,90	21,20	< 60	5,60
1914	ΣΕΠ	17	13	5	55	37,70	21,00	< 60	5,60
1915	ΜΑΙ	17	10	39	23	38,00	21,00	< 60	5,60
1919	ΦΕΒΡ	24	1	56	0	36,70	21,00	< 60	6,30
1925	ΙΟΥΛ	6	12	15	55	37,80	22,10	80	6,60
1926	ΦΕΒΡ	26	15	46	36	37,80	21,10	< 60	5,60
1926	ΦΕΒΡ	26	16	8	23	37,80	21,10	< 60	5,70
1939	ΣΕΠ	20	0	19	26	38,00	21,00	60	6,30
1947	ΟΚΤ	6	19	55	34	36,90	22,00	< 60	7,00
1953	ΝΟΕ	28	20	17	32	38,00	21,00	< 60	5,50
1953	ΑΥΓ	12	12	5	21	38,00	21,00	< 60	6,30
1954	ΔΕΚ	23	16	27	18	37,90	21,10	< 60	5,80
1955	ΜΑΡ	28	14	45	50	37,70	21,20	< 60	5,70
1961	ΟΚΤ	2	7	21	44	37,00	22,00	< 60	5,70
1963	ΔΕΚ	16	13	47	53	37,00	21,00	< 60	5,90
1965	ΑΠΡ	5	3	12	55	37,70	22,00	34	6,10
1966	ΣΕΠ	1	14	22	57	37,50	22,10	15	6,00
1982	ΙΟΥΝ	22	3	4	30	37,20	21,30	41	5,70
1985	ΣΕΠ	7	10	20	50	37,50	21,20	33	5,60
1986	ΣΕΠ	13	17	24	34	37,10	22,19	5	6,00
1987	ΙΟΥΝ	10	14	50	12	37,17	21,46	12	5,50
1987	ΜΑΙ	29	18	40	33	37,53	21,60	29	5,50
1988	ΣΕΠ	22	12	5	40	37,99	21,11	5	5,50
1989	ΑΥΓ	20	18	32	30	37,24	21,12	5	5,90
1993	ΜΑΡ	26	11	58	18	37,65	21,44	5	5,50
1993	ΜΑΡ	5	6	55	6	37,07	21,46	5	5,80
1997	ΝΟΕ	18	15	23	32	37,25	21,16	16	5,50
1998	ΟΚΤ	6	12	27	43	37,19	21,13	5	5,70
1999	ΙΟΥΝ	11	7	50	15	37,56	21,11	58	5,60



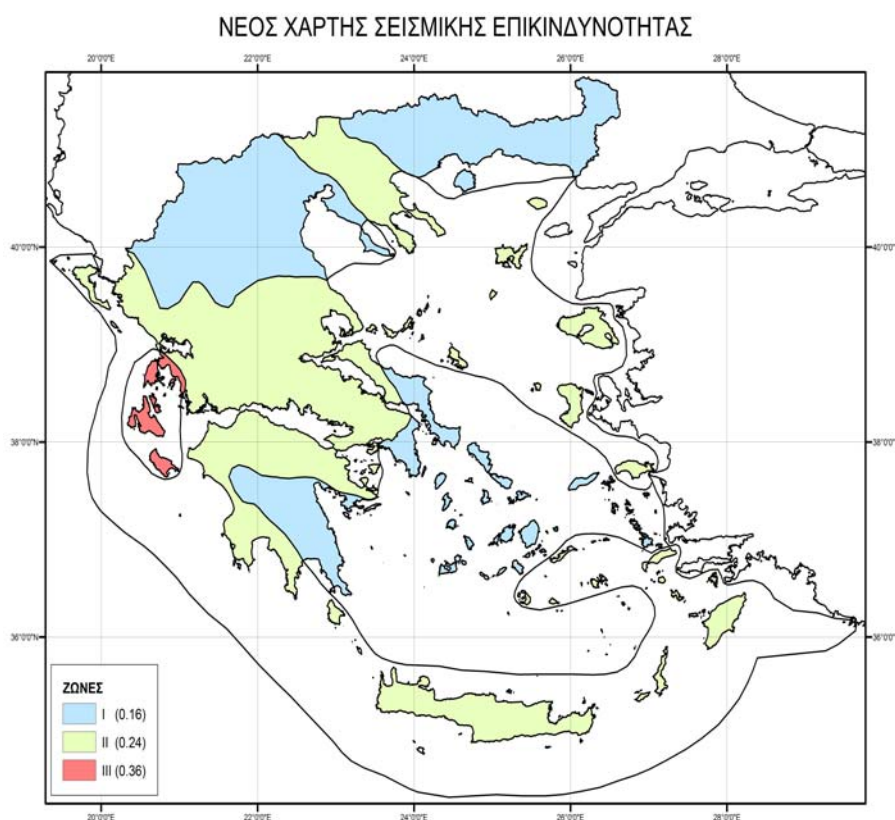
Σχήμα 4-3. Χάρτης κατανομής του εστιακού βάθους και του μεγέθους των σεισμών στην ευρύτερη περιοχή έρευνας.

4.3 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Σύμφωνα με τον Πίνακα των Σεισμολογικών Στοιχείων Πόλεων και Οικισμών του ΥΠΕΧΩΔΕ (1983), η αξιολόγηση των σεισμολογικών στοιχείων κατατάσσει την περιοχή της Ζαχάρως στην κατηγορία II από πλευράς σεισμικής επικινδυνότητας, ενώ η μέγιστη ένταση που έχει παρατηρηθεί είναι VIII. Επιπρόσθετα η ίδια βιβλιογραφική πηγή επιβεβαιώνει ότι το μέγιστο μέγεθος που σημειώθηκε είναι 7,0R, ενώ αποκαλύπτει ότι το μέγεθος με πιθανότητα 90% να μη γίνει υπέρβασή του τα επόμενα 50 χρόνια είναι 7,24R και η αναμενόμενη στάθμη επιτάχυνσης με 90% πιθανότητα να μην γίνει υπέρβασή της σε 25 χρόνια είναι 110,10. Στην ίδια κατηγορία (II), αναφορικά με τις σεισμικές δράσεις σχεδιασμού, κατατάσσει την

περιοχή και ο Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (.Ε.Α.Κ., 2000, τροποποίηση 2003 ΦΕΚ 11546/12-8-03), με σεισμική επιτάχυνση εδάφους $A = \alpha \times g$, όπου $\alpha = 0.24$ (Σχήμα 4-4).

Από τα παραπάνω στοιχεία γίνεται φανερό ότι η περιοχή επηρεάζεται έμμεσα από τα σεισμικά κέντρα όπως αυτά του Ιονίου πελάγους, ενώ και οι τιμές της σεισμικής επιτάχυνσης στην περιοχή αναμένονται σχετικά αυξημένες. Επομένως προκειμένου για ασταθή πρανή ή και τεχνικά έργα ο σεισμικός κίνδυνος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, αφού μπορεί να προκαλέσει δευτερογενή φαινόμενα όπως κινητικότητα εδαφικών μαζών, με τη μορφή ολισθήσεων ή και ρευστοποιήσεων, καταπτώσεις βράχων κλπ.



Σχήμα 4-4. Οι τρεις κατηγορίες (III, II, I) ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας στις οποίες χωρίσθηκε ο Ελληνικός χώρος, σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες τροποποιήσεις του ΕΑΚ2000 το 2003, λόγω αναθεώρησης του χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας.

Εξ άλλου, σύμφωνα με τον ισχύοντα αντισεισμικό κανονισμό, οι εδαφικοί και βραχώδεις σχηματισμοί κατατάσσονται σε πέντε κύριες κατηγορίες σεισμικής επικινδυνότητας για τη θεμελίωση κατασκευών (Πίνακας 4-1).

Πίνακας 4–1. Κατηγορίες εδαφών, σύμφωνα με τον ισχύοντα αντισεισμικό κανονισμό.

- Κατηγορία εδαφών Α:** ⇒ Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί που αναπτύσσονται σε μεγάλη έκταση και βάθος και δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση.
- ⇒ Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλλοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70m.
- ⇒ Στρώσεις πολύ σκληρής, προσυμπιεσμένης αργίλου, πάχους μικρότερου των 70m.
- Κατηγορία εδαφών Β:** ⇒ Έντονα αποσαθρωμένοι βραχώδεις σχηματισμοί ή εδάφη, που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη υλικά.
- ⇒ Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας και με πάχος μεγαλύτερο των 5m, ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70m.
- ⇒ Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70m.
- Κατηγορία εδαφών Γ:** ⇒ Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικά πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5m, ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70m.
- ⇒ Ιλλοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής σε πάχος μεγαλύτερο των 5m.
- Κατηγορία εδαφών Δ:** ⇒ Έδαφος με μαλακές αργίλους, υψηλού δείκτη πλαστικότητας ($I_p > 50\%$), συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10m.
- Κατηγορία εδαφών Χ:** ⇒ Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοϊλυώδη εδάφη, υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική μελέτη αποκλείσει τέτοιο κίνδυνο, ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων).
- ⇒ Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα.
- ⇒ Απότομες κλιτείς, καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων.
- ⇒ Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλλοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από άποψη δυναμικής συμπύκνωσης ή απώλειας αντοχής.
- ⇒ Πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα). Οργανικά εδάφη.
- ⇒ Εδάφη κατηγορίας Γ με επικίνδυνα μεγάλη κλίση.

Με βάση τις περιγραφές του πίνακα και την τεχνικογεωλογική εικόνα τους, όπως προπεριγράφηκε, οι σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή, εντάσσονται στις διάφορες κατηγορίες ως ακολούθως:

Στην κατηγορία Α κατατάσσονται τα ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθοι) που βρίσκονται σε συνήθη κατάσταση από πλευράς κερματισμού, οι ραδιολαρίτες και

τα υλικά του πρώτου φλύσχη, καθώς και οι υγιείς φάσεις του φλύσχη των νεογενών, εφόσον το πάχος τους δεν είναι μικρό, καθώς και οι ψαμμιτικοί πάγκοι των νεογενών με αυξημένο πάχος.

Στην κατηγορία Β κατατάσσονται τα υλικά αναβαθμίδας, καθώς και οι τοπικά αναπτυσσόμενες ζώνες αποσάθρωσης και κερματισμού των νεογενών και του φλύσχη.

Στην κατηγορία Γ οι θίνες στην παράλια ζώνη

Στην κατηγορία Δ οι ελώδεις αποθέσεις της παραλιακής ζώνης

Τέλος, στην κατηγορία Χ κατατάσσονται: τα χαλαρά υλικά του μανδύα αποσάθρωσης, οι αναμοχλευμένες μάζες ασταθών ζωνών στα πρανή, τα κορήματα και οι αποθέσεις κοίτης.

5 ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η μελέτη της γεωμετρίας των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας έχει ενδιαφέρον, διότι μέσα σ' αυτή συμβαίνουν συγκεκριμένες γεωμορφολογικές διεργασίες (διάβρωσης και απόθεσης), που επιδρούν πάνω στο μητρικό πέτρωμα και συντελούν στην εξέλιξή της περιοχής.

Η μορφολογική ανάλυση των υδρογραφικών δικτύων και των υδρολογικών λεκανών γίνεται με βάση το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους της περιοχής έρευνας και βήμα κανάβου ανά 25μέτρα. Η επεξεργασία έγινε με τη βοήθεια των λογισμικών πακέτων RiverTools 3.0 και ArcGIS 9.2.

Αρχικά οριοθετείται ο υδροκρίτης κάθε υδρολογικής λεκάνης αποτυπώνονται τα υδρογραφικά δίκτυα και υπολογίζονται οι εξής μορφομετρικές παράμετροι των υδρογραφικών δικτύων και των λεκανών απορροής τους:

- ↳ Λόγος διακλάδωσης (Rb)
- ↳ Αποκλίσεις αριθμού κλάδων
- ↳ Υδρογραφική υφή (Y)
- ↳ Μέση αξονική κλίση κοίτης (Jk)
- ↳ Το υψομετρικό ολοκλήρωμα ή η “υψομετρική καμπύλη” των λεκανών απορροής (J)

5.1 ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

5.1.1 Λόγος Διακλάδωσης (Rb)

Ο λόγος διακλάδωσης (Rb) είναι ο λόγος μεταξύ του αριθμού των κλάδων μιας δεδομένης τάξης δια του αριθμού των κλάδων της επόμενης τάξης (Πίνακας 5-1).

Ο λόγος διακλάδωσης ποικίλλει στις λεκάνες απορροής ενός υδρογραφικού δικτύου, αλλά ένας μέσος όρος όλων των επιμέρους συντελεστών διακλάδωσης δίνει την γενική μορφή του υδρογραφικού δικτύου.

Από τον Πίνακα 5-1 διαφαίνεται ότι, οι τιμές του μέσου λόγου διακλάδωσης των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής έρευνας είναι σχεδόν διπλάσιες από αυτήν της ιδανικής τιμής $Rb = 2,00$ (Strahler 1952) και μικρότερες ή μεγαλύτερες από τη

«θεωρητική» τιμή του λόγου διακλάδωσης ($R_b=4$) (Shreve, 1966, Leopold & Langbein 1962). Όταν τα υδρογραφικά δίκτυα έχουν μέση τιμή περίπου ίση με αυτήν του «θεωρητικού» λόγου διακλάδωσης, δείχνουν ότι αυτά είναι δυναμικά ισορροπημένα δίκτυα, ενώ τα υδρογραφικά δίκτυα με λόγο διακλάδωσης μεγαλύτερο ή και μικρότερο από το «θεωρητικό» σημαίνει ότι το ποτάμιο σύστημα βρίσκεται σε ασταθή δυναμική κατάσταση ισορροπίας. Επομένως τα υδρογραφικά δίκτυα της περιοχής έρευνας, κυρίως λόγω νεοτεκτονικής δράσης, βρίσκονται σε ασταθή κατάσταση ισορροπίας.

Σε ορισμένες λεκάνες απορροής η τιμή του μέσου λόγου διακλάδωσης είναι σχεδόν ίση με την «θεωρητική». Αυτό όπως διαπιστώνεται αναφέρεται σε δίκτυα νεογενών λεκανών και συνεπώς οφείλεται κυρίως στη λιθολογική δομή της λεκάνης όπου αν και η νεοτεκτονική δράση είναι έντονη οι σχηματισμοί που δομούν τη λεκάνη αυτή είναι ευδιάβρωτοι με αποτέλεσμα τη γρήγορη σχετικά εξομάλυνση του αναγλύφου και τον περιορισμό ανάπτυξης κλάδων.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι, οι κοίτες των υδρογραφικών δικτύων βρίσκονται σχεδόν σε μία ασταθή δυναμική κατάσταση ισορροπίας, με τάση η δυναμική αυτή κατάσταση να αλλάζει, είτε με απόθεση είτε με διάβρωση υλικού. Αυτό οφείλεται στην νεοτεκτονική δράση της περιοχής, με αποτέλεσμα ο βαθμός ανάπτυξης των κλάδων να είναι σημαντικός, όπως φαίνεται και από το μεγάλο σχετικά λόγο διακλάδωσης σε ορισμένες λεκάνες απορροής.

Σε λεκάνες απορροής με υψηλό λόγο διακλάδωσης, η στερεοαπορροή είναι υψηλότερη από ότι σε λεκάνες με χαμηλό λόγο διακλάδωσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κλάδοι μικρότερων τάξεων που συμβάλλουν με κλάδους της αμέσως μεγαλύτερης τάξης είναι πολυπληθέστεροι του ιδανικού αριθμού των, με αποτέλεσμα η προσφορά υλικού να είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που μπορεί να μεταφέρουν οι κλάδοι των μεγαλύτερων τάξεων. Μεγάλες ποσότητες του υλικού αυτού μεταφέρεται κατά τη διάρκεια έντονων πλημμυρικών φαινομένων οπότε και παρατηρείται ταυτόχρονα και αύξηση της στερεοαπορροής. Υπάρχει δηλαδή άμεση σχέση μεταξύ του λόγου διακλάδωσης και της στερεοαπορροής όπως διαπιστώνεται από βιβλιογραφικά δεδομένα π.χ. Lykoudi & Zarris (2004).

Στην περιοχή έρευνας, υψηλή μέση τιμή του λόγου διακλάδωσης από τα μεγάλα ρέματα παρατηρείται στο ρέμα Θολό ($R_b=6,58$), γεγονός που δείχνει ότι με έντονα πλημμυρικά φαινόμενα, αναμένεται υψηλή στερεοπαροχή. Σε μικρότερα ρέματα όπως είναι το Ρέμα Α (βόρειος κλάδος του π. της Νέδας) έχει και αυτός πολύ υψηλό λόγο διακλάδωσης ($R_b=7,00$). Ακολουθούν τα ρέματα Σπαρτολάγκαδο ($R_b=5,33$), Ζαχαραΐικο ($R_b=5,11$), Ακίδα ($R_b=4,66$), Βούλγκρεμο ($R_b=4,08$) και Ξηροχωρίτικο ($R_b=4,01$). Αξιόλογες είναι και οι τιμές των λόγων διακλάδωσης

των βόρειων κλάδων του π. της Νέδας εφόσον πρόκειται για κλάδους υπολεκανών και όχι για την κύρια λεκάνη απορροής. Το ίδιο συμβαίνει και με το ρέμα Γκρεμισμένης όπου ο λόγος διακλάδωσης αφορά στο ανάντη μόνο τμήμα της λεκάνης και όχι σε ολόκληρη τη λεκάνη απορροής (Πίνακας 5-1,

Σχήμα 5-1).

Πίνακας 5-1: Λόγος διακλάδωσης (Rb).

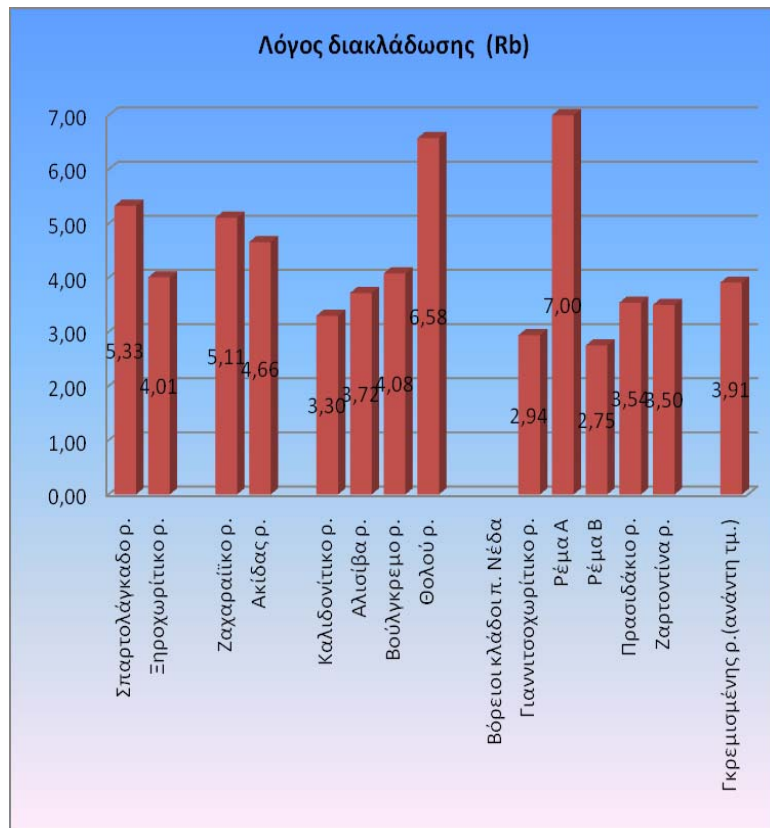
Υδρογραφικά δίκτυα		Τάξη	Λόγος διακλάδωσης Rb
Σπαρτολάγκαδο ρ.		3ης	5,33
Ξηροχωρίτικο ρ.		4ης	4,01
Ζαχαραιίκος π.		5ης	4,89
Ζαχαραιίκος π.	Ζαχαραιίκο ρ.	4ης	5,11
	Ακίδας ρ.	5ης	4,66
Καλιδονίτικο ρ.		6ης	3,30
Αλισίβα ρ.		4ης	3,72
Βούλγκρεμο ρ.		4ης	4,08
Θολού ρ.		4ης	6,58
Βόρειοι κλάδοι π. Νέδα	Γιαννιτοχωρίτικο ρ.	4ης	2,94
	Ρέμα Α	2ης	7,00
	Ρέμα Β	3ης	2,75
	Πρασιδάκιο ρ.	4ης	3,54
	Ζαρτοντίνα ρ.	5ης	3,50
Γκρεμισμένης ρ. (ανάντη τμήμα)		5ης	3,91

5.1.2 Αποκλίσεις αριθμού κλάδων.

Μια άλλη σημαντική παράμετρος στην ανάλυση των υδρογραφικών δικτύων είναι και ο υπολογισμός των αποκλίσεων του πραγματικού αριθμού κλάδων όλων των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής έρευνας από τον ιδανικό αριθμό, δηλαδή τον αριθμό κλάδων που θα είχαν αν το υδρογραφικό δίκτυο βρισκόταν σε ιδανική μορφή.

Στην περιοχή έρευνας τα υδρογραφικά δίκτυα Καλιδονίτικο καθώς και οι βόρειοι κλάδοι του π. της Νέδας, δείχνουν έλλειψη κλάδων σε σχέση με τον ιδανικό αριθμό (Πίνακας 5-2). Οι αρνητικές αυτές τιμές των αποκλίσεων του αριθμού κλάδων, δείχνουν ότι τα υδρογραφικά δίκτυα δεν έχουν προλάβει να αποκτήσουν το συνο-

λικό εκείνο πλήθος κλάδων σε κάθε τάξη που θα τους επέτρεπε την ομαλή αποστράγγιση των λεκανών τους.



Σχήμα 5-1: Λόγος διακλάδωσης (Rb).

Η έλλειψη κάποιου ποσοστού αριθμού κλάδων, ώστε ο συνολικός πραγματικός αριθμός των κλάδων να φθάσει τις ιδανικές τιμές, οφείλεται στην αναγέννηση του υδρογραφικού δικτύου λόγω έντονων νεοτεκτονικών κινήσεων (ανύψωση περιοχής) και επομένως έντονη κατά βάθος διάβρωση των κοιτών. Οι αρνητικές τιμές απόκλισης σε κάποιες συγκεκριμένες μόνο τάξεις δείχνουν ότι την περίοδο δημιουργία των κλάδων αυτών είχαμε νεοτεκτονικές διεργασίες.

Σε αντίθετη περίπτωση, όπως παρατηρείται στο ρ. Θολό, όπου οι αποκλίσεις είναι θετικές, αυτό σημαίνει ότι υπάρχει πληθώρα κλάδων και σε κάποιο δεδομένο χρονικό διάστημα το υδρογραφικό δίκτυο θα ανέβει τάξη. Επίσης το υδρογραφικό αυτό δίκτυο μεταφέρει μεγάλο ποσοστό φερτών υλών από τις ανάντη λεκάνες του στον κύριο κλάδο, επομένως έχει αυξημένη στερεοπαροχή σε περιόδους έντονων πλημμυρών.

Πίνακας 5-2. Απόκλιση των πραγματικών αριθμών κλάδων από τις ιδανικές(%).

ΤΑΞΗ	Σπαρτολόγγαδο ρ.	Ξηροχωρίτικο ρ.	Ζαχαραιύκος π.	Ζαχαραιύκος π		Καλιδοντύκο ρ.	Αλισίβα ρ.	Βούλγκρεμο ρ.	Θολού ρ.	Βόρειοι κλάδοι π. Νέδα				Γκρεμισμένης ρ. (ανάντη τμήμα)
				Ζαχαραιύκο ρ.	Ακίδας ρ.					Ρέμα Α	Ρέμα Β.	Πρασινιάκιο ρ.	Ζαρτοντίνα ρ.	
1	43,75	34,00	-0,13	139,13	-2,59	-26,99	10,82	36,96	465,22	0,00	-56,25	-19,57	-4,13	-34,20
2	-25,00	0,00	3,76	69,23	-1,95	-47,80	0,00	-7,69	269,23	0,00	-50,00	-30,77	-18,42	-58,02
3	0,00	0,00	4,47	-25,00	1,46	-58,35	0,00	-25,00	125,00		0,00	-50,00	-26,56	-67,21
4		0,00	2,34	0,00	14,10	-63,32	0,00	0,00	0,00			0,00	-14,31	-48,78
5			0,00		0,00	-39,44							0,00	0,00
6						0,00								0,0

5.1.3 Υδρογραφική υφή (Υ)

Η υδρογραφική υφή σε ένα υδρογραφικό δίκτυο καθορίζεται από την ανάπτυξη των κλάδων της υδρογραφικής λεκάνης και εξαρτάται από δύο παραμέτρους, την υδρογραφική πυκνότητα (D) και τη υδρογραφική συχνότητα (F) (Χάρτης 7.3).

5.1.3.1 Υδρογραφική πυκνότητα (D)

Ως υδρογραφική πυκνότητα (D) ενός υδρογραφικού δικτύου τάξης u, ορίζεται “ο λόγος του συνολικού μήκους όλων των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου μιας λεκάνης απορροής τάξης u, προς το εμβαδό της λεκάνης αυτής” (Horton, 1945).

Η υδρογραφική πυκνότητα είναι η αριθμητική έκφραση της λεπτότητας της υφής του αναγλύφου της λεκάνης, αλλά και η ποιοτική έκφραση όλων εκείνων των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται, όπως είναι το κλίμα της περιοχής, οι φυσικές ιδιότητες του πετρώματος και του υπερκείμενου εδαφικού καλύμματος, η βλάστηση και το ανάγλυφο σε μια λεκάνη απορροής.

Μια μικρή σε επιφάνεια λεκάνη απορροής με υψηλή υδρογραφική πυκνότητα έχει υψηλότερη στερεοαπορροή έναντι μιας μεγαλύτερης σε έκταση λεκάνη απορροής με χαμηλή υδρογραφική πυκνότητα, ιδίου γεωλογικού υποβάθρου. Στην περιοχή έρευνας οι τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας των περισσότερων λεκανών απορροής κυμαίνονται από 0,26 έως 4,95, ανήκουν δηλαδή στην μέτρια κατηγορία D2 (Πίνακας 5-3, Χάρτης 5.1).

Πίνακας 5-3. Κατάταξη των τιμών της υδρογραφικής πυκνότητας (*D*) σε τρεις κατηγορίες.

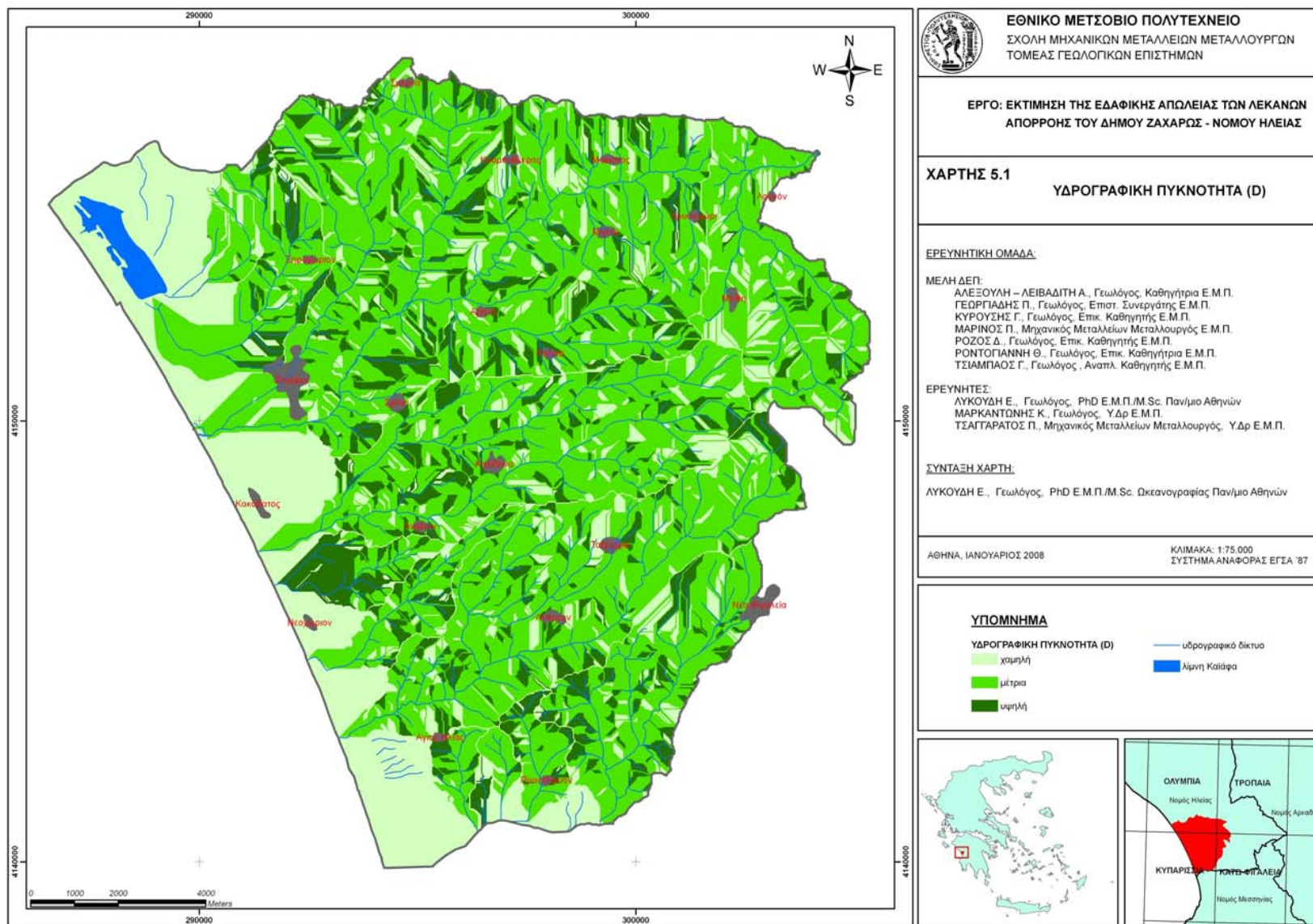
υδρογραφική πυκνότητα (<i>D</i>)	κατηγορία
... $<D \leq 0,26$	D1=χαμηλή
0,26 $<D \leq 4,95$	D2=μέτρια
7,95 $<D$	D3=υψηλή

5.1.3.2 Υδρογραφική συχνότητα (*F*)

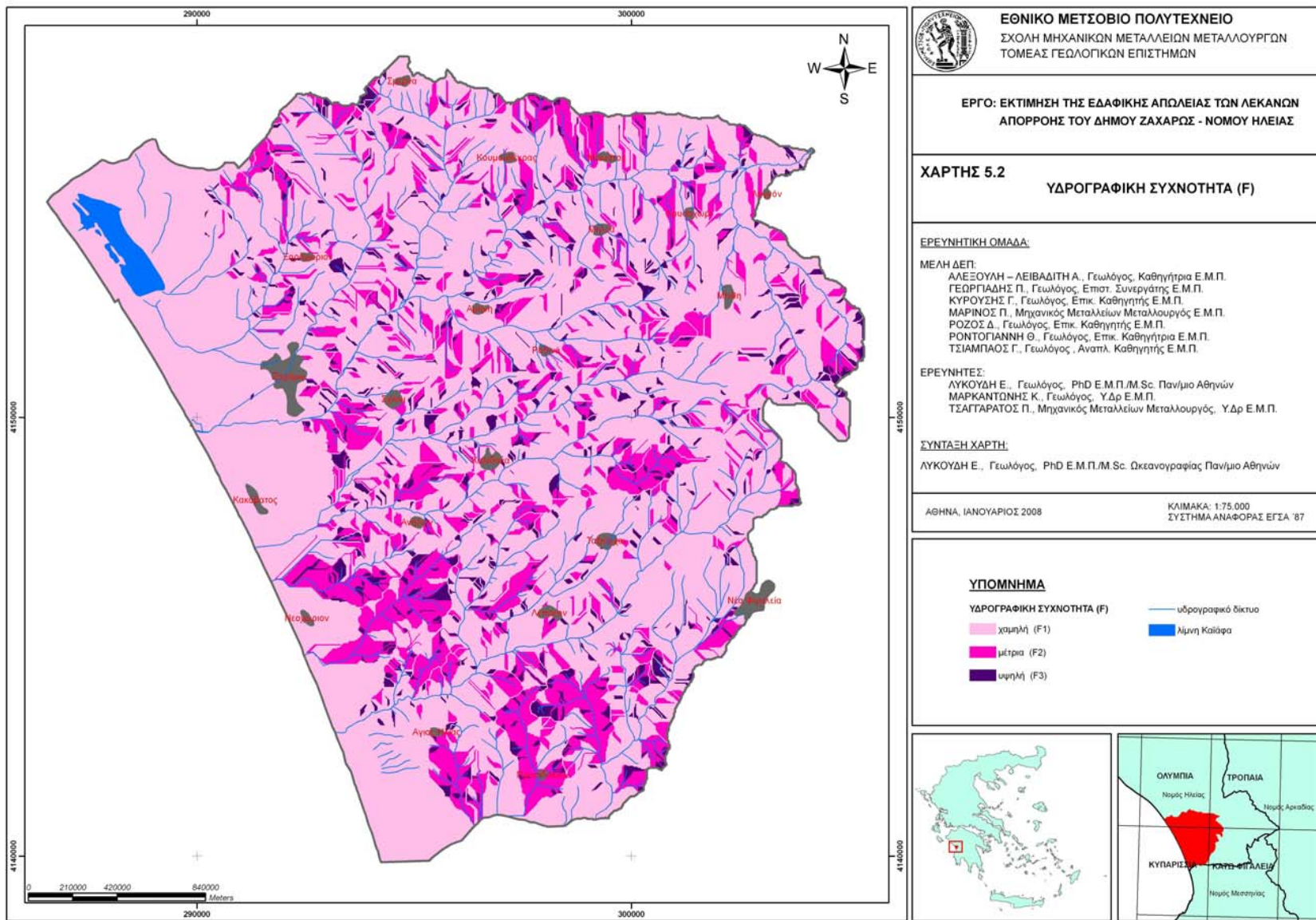
Ως υδρογραφική συχνότητα (*F*) ενός υδρογραφικού δικτύου τάξης *u* ορίζεται “ο λόγος του συνολικού αριθμού των κλάδων μιας λεκάνης απορροής τάξης *u*, προς το εμβαδόν της λεκάνης αυτής” (Horton, 1945). Η υδρογραφική συχνότητα είναι μια συμπληρωματική ποιοτική παράμετρος της υψής του αναγλύφου, και δείχνει το διαμελισμό του, είναι δε ανεξάρτητη της πυκνότητας (*D*), γιατί εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των κοιτών και όχι από το μήκος τους. Στην περιοχή έρευνας οι τιμές της υδρογραφικής συχνότητας των περισσότερων λεκανών απορροής κυμαίνονται από 0,00 έως 2,66 και ανήκουν στην χαμηλή κατηγορία F1. Ακολουθούν οι μέτριες τιμές υδρογραφικής συχνότητας (F2) οι οποίες παρατηρούνται στα ρέματα Αλισίβα, Βούλγκρεμο και στους βόρειους κλάδους του π. Νέδα (Πίνακας 5-4, Χάρτης 5.2).

Πίνακας 5-4. Κατάταξη των τιμών της υδρογραφικής συχνότητας (*F*) σε τρεις κατηγορίες.

υδρογραφική συχνότητα (<i>F</i>)	κατηγορία
... $<F \leq 2,66$	F 1=χαμηλή
2,66 $<F \leq 27,87$	F 2=μέτρια
27,87 $<F$	F 3=υψηλή



Χάρτης 5-1. Χάρτης υδρογραφικής πυκνότητας (D).



Χάρτης 5-2. Χάρτης υδρογραφικής συχνότητας (F).

5.1.4 Μέση αξονική κλίση κοίτης (Jk)

Η μέση αξονική κλίση κοίτης είναι ο λόγος του μέγιστου αναγλύφου ενός κλάδου προς το μήκος αυτού, επί τοις εκατό. Είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος για τη μελέτη της ισορροπίας των υδρογραφικών λεκανών και της γεωμετρίας των υδρογραφικών δικτύων, γιατί σχετίζεται με το βαθμό μεταφοράς των υλικών απορροής και την έκταση των πλημμυρών. Η ταχύτητα της εκβάθυνσης των κοιλάδων, εξαρτάται από τον όγκο και την ταχύτητα του επιφανειακού νερού, τη λιθολογία και την τεκτονική της περιοχής. Ρεύματα με απότομη κλίση κοίτης εκβαθύνουν τις κοιλάδες τους πολύ ταχύτερα από ότι άλλα ρεύματα με τον ίδιο όγκο ύδατος, αλλά με μικρότερη κλίση κοίτης και επομένως με μικρότερη ταχύτητα. Σύμφωνα με τον Strahler (1950), η κοίτη τείνει να πάρει με το χρόνο τέτοια κλίση, ώστε να υπάρχει ισορροπία μεταξύ των υλικών που δημιουργούνται με την αποσάθρωση και αυτών που απομακρύνονται. Εξάλλου, ως γνωστόν η κλίση της κοίτης επηρεάζει την ταχύτητα του ρεύματος, από την οποία εξαρτάται και το μέγεθος του μεταφερόμενου υλικού.

Στη περιοχή έρευνας οι μέσες αξονικές κλίσεις των κύριων κλάδων των ρεμάτων της περιοχής έρευνας κυμαίνονται από 2,5% έως 9,5 % και των δευτερευόντων κλάδων των ιδίων υδρογραφικών δικτύων από 3,9% έως 7,3 (Πίνακας 5-5, Σχήμα 5-2), με υψηλότερες μέσες αξονικές κλίσεις των υδρογραφικών δικτύων Σπαρτολάγκαδο και Ξηροχωρίτικος. Ακολουθούν της Γκρεμισμένης της Ζαρτοντίνας του Καλιδονίτικου και του Πρασιδάκιου με περίπου ίδια μέση αξονική κλίση, και από τα μικρά δίκτυα το Ρέμα Α και Ρέμα Β.

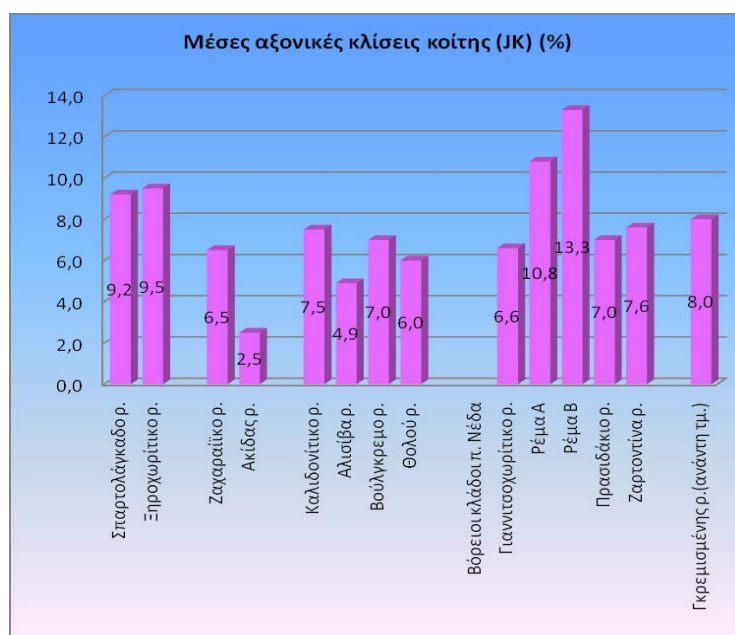
Οι σχετικά μεγάλες μέσες αξονικές κλίσεις των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής έρευνας οφείλονται αφενός στη νεοτεκτονική δράση (ανύψωση της περιοχής) και αφετέρου στην παρουσία μη ευδιάβρωτων σχηματισμών (ασβεστόλιθοι των ζωνών Γαβρόβου και Πίνδου), όπου η εξομάλυνση του αναγλύφου γίνεται με αργούς ρυθμούς (Σχήμα 5-3). Αποτέλεσμα των μεγάλων κλίσεων κυρίως στα ανάντη τμήματα των υδρογραφικών δικτύων όπου αυτά ρέουν σε ανθρακικούς σχηματισμούς είναι η μεταφορά προς τα κατάντη φερτών υλικών μεγάλων διαστάσεων, όπως λατύπες, κροκάλες και ασβεστολιθικοί όγκοι. Αντίθετα σε ποτάμια με μικρότερες κλίσεις κοίτης, η εξομάλυνση του αναγλύφου γίνεται με πιο γρήγορους ρυθμούς, εξαιτίας του ευδιάβρωτου χαρακτήρα των πετρωμάτων (νεογενή ιζήματα από αργιλομάργες, μάργες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή). Όσο όμως πιο λεπτόκοκκο είναι το διαβρωσιγενές υλικό τόσο αυξάνεται και η μεταφορική ικανότητα του ποταμού άρα και η στερεοπαροχή. Επομένως ο συνδυασμός μεγάλων μέσων αξονικών κλίσεων κοίτης με ευδιάβρωτο λιθολογικό υπόβαθρο έχει σαν αποτέλεσμα την εκβαθύνση των κοιλάδων τους με γρήγορους ρυθμούς και την προσφορά υλι-

κού στα κατάντη τμήματα των υδρογραφικών αυτών δικτύων όπως είναι τα ρέματα Σπαρτολάγαδο, Ξηροχωρίτικο, Ζαχαραιίτικο και οι βόρειοι κλάδοι του π. Νέδα. Όταν το λιθολογικό υπόβαθρο είναι μη ευδιάβρωτο τότε τα φερτά υλικά είναι μεγάλων διαστάσεων και για τη μεταφορά τους προς τα κατάντη χρειάζεται υψηλή μεταφορική ικανότητα (Γκρεμισμένης ρ.)

Πίνακας 5-5. Μέσες αξονικές κλίσεις κλάδων επί τοις % (JK), των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής έρευνας.

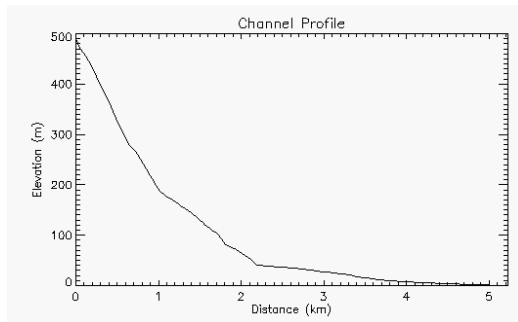
Διαφορετικοί κλάδοι του ίδιου ρέματος	Σπαρτολάγαδο ρ.	Ξηροχωρίτικο ρ.	Ζαχαραιίτικος π.		Καλιδονίτικο ρ.	Αλισίβα ρ.	Βούλγκρεμο ρ.	Θολού ρ.	Βόρειοι κλάδοι π. Νέδα					Γκρεμισμένης ρ. (ανάτη τμήμα)
			Ζαχαραιίτικο ρ.	Ακίδας ρ.					Γιαντισσοχωρίτικο ρ.	Ρέμα Α	Ρέμα Β	Πρασιδάκιο ρ.	Ζαρτοντίνα ρ.	
A*	9,2	9,5	6,5	4,0	7,3	4,9	7,0	6,4	6,6	10,8	13,3	7,0	5,2	8,0
B*			5,8	2,5	7,5			6,0				3,9	4,1	
C*				6,3									7,6	

*τιμές κλίσεων των μεγαλύτερων κλάδων του ίδιου υδρογραφικού δικτύου με σειρά μέτρησης αυτών από βορρά προς νότο.
 ■ κλίση κύριας κοίτης υδρογραφικού δικτύου.

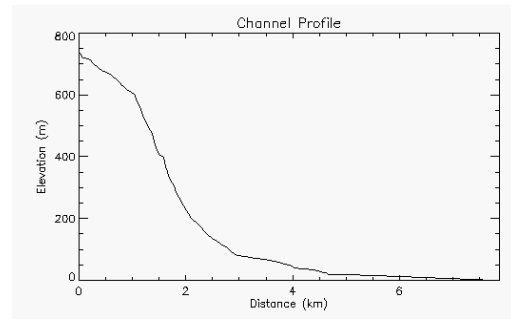


Σχήμα 5-2. Μέσες αξονικές κλίσεις κοίτης επί τοις % (JK).

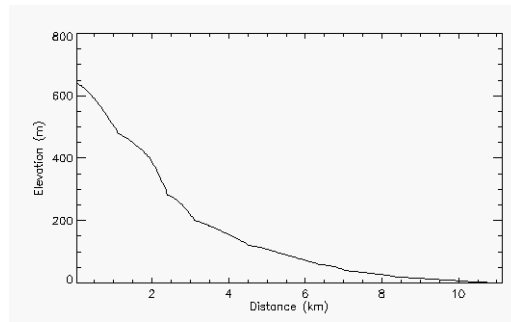
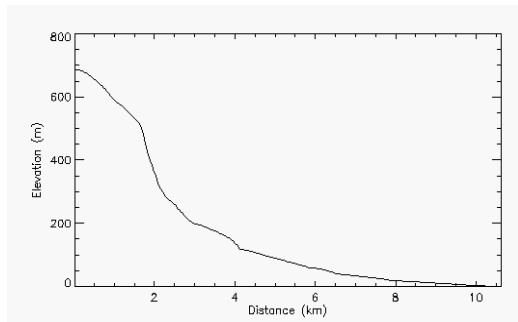
Σπαρτολάγαδο ρ.



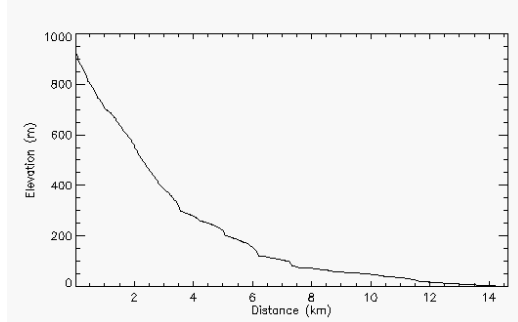
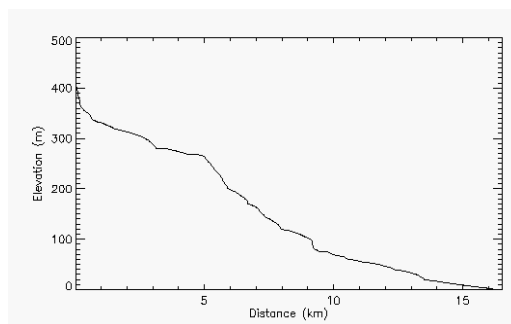
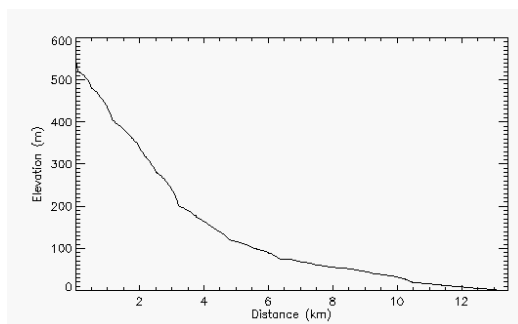
Ξηροχωριτικο ρ.



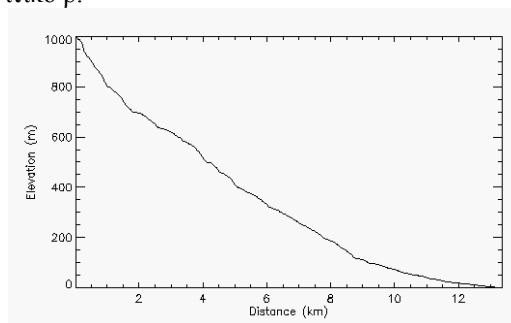
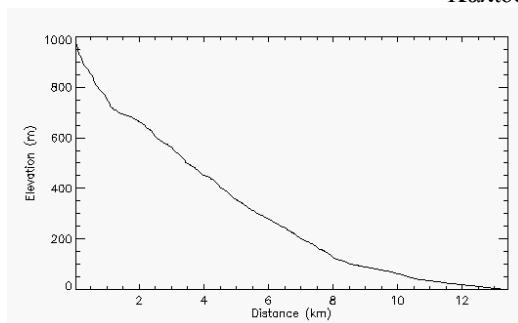
Ζαχαραιΰκο ρ.



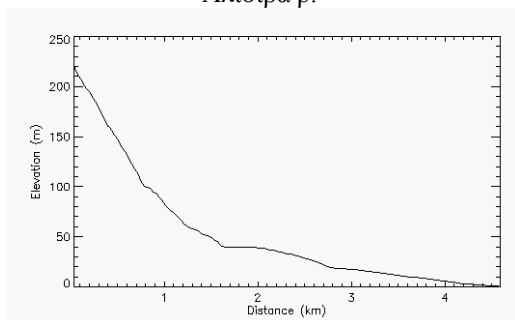
Ακίδας ρ.



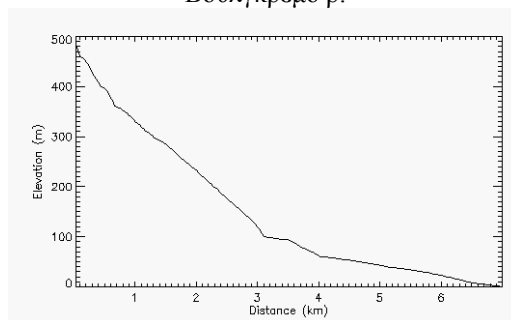
Καλιδονίτικο ρ.



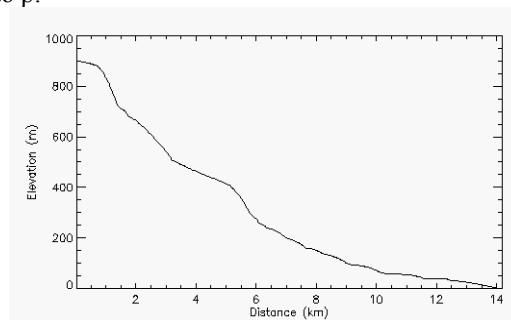
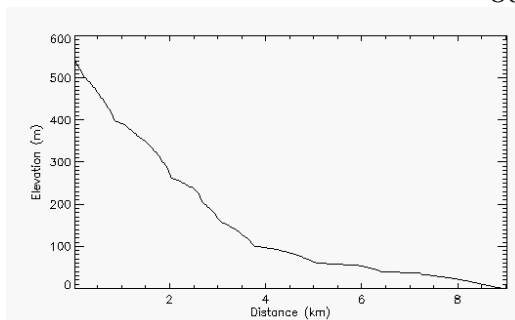
Αλισίβα ρ.



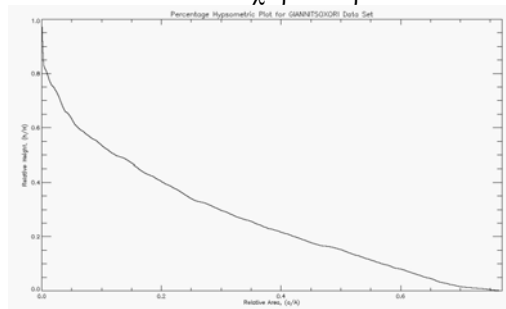
Βούλγκρεμο ρ.



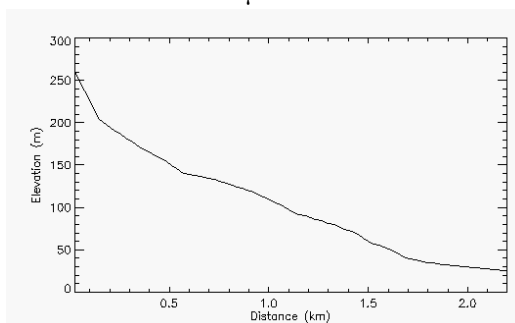
Θολό ρ.



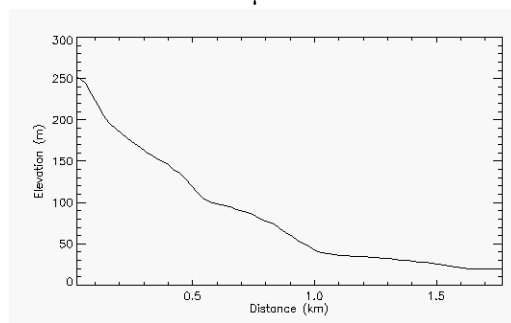
Γιαννιτσοχωρίτικο ρ.



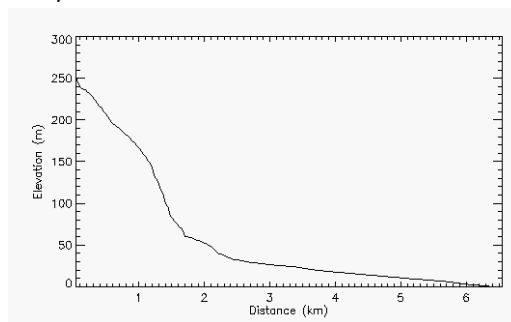
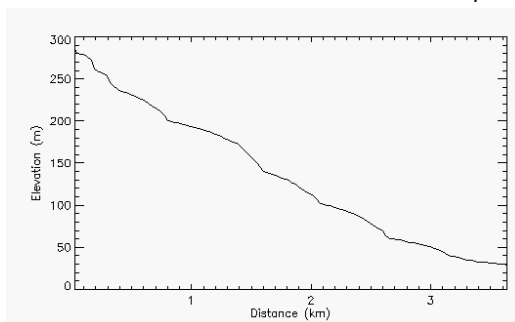
Ρέμα Α



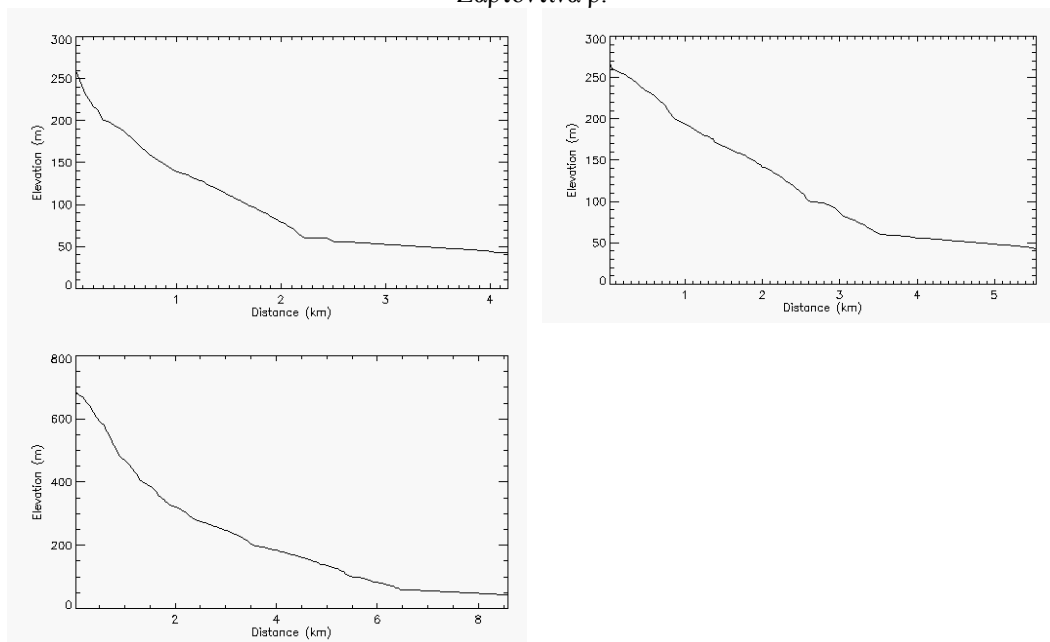
Ρέμα Β



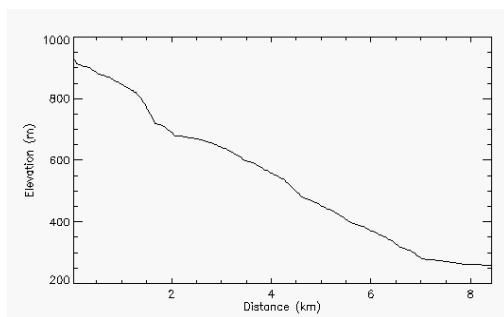
Πρασιδάκι ρ.



Ζαρτοντίνα ρ.



Γκρεμισμένης ρ. (ανάτη τμήμα)



Σχήμα 5-3. Μέσες αξονικές κλίσεις κοίτης επί τοις $\%$ (JK).

5.1.5 Το υψομετρικό ολοκλήρωμα ή η “υψομετρική καμπύλη” των λεκανών απορροής (J)

Το υψομετρικό ολοκλήρωμα ή “υψομετρική καμπύλη” είναι η έκφραση του σταδίου απογύμνωσης μιας λεκάνης απορροής, με μια τιμή. Η “υψομετρική καμπύλη” δείχνει με απλό τρόπο την κατανομή της μάζας του αναγλύφου μέσα στη λεκάνη. Η λεκάνη αυτή ορίζεται από την περίμετρό της (υδροκρίτης) και από δύο οριζόντια επίπεδα, ένα βασικό επίπεδο διερχόμενο απ’ το στόμιο της λεκάνης και ένα επίπεδο κορυφής διερχόμενο από το υψηλότερο σημείο του υδροκρίτη της λεκάνης. Με τον παραπάνω τρόπο η υψομετρική καμπύλη περιγράφει τη λεκάνη απορροής σε μια κατά μήκος τομή. Το υψομετρικό ολοκλήρωμα είναι σημαντικό μορφομετρικό στοιχείο του αναγλύφου και ποικίλλει σε μορφή και τιμή, ανάλογα με το διαφορετικό στάδιο απογύμνωσης και τη λιθολογία της περιοχής.

Η μετάβαση από το “στάδιο νεότητας” στο “στάδιο ωριμότητας” αντιστοιχεί στην τιμή του υψομετρικού ολοκληρώματος $\int = 60\%$ και από το “στάδιο της ωριμότητας” στο “στάδιο του γήρατος” στο $\int = 35\%$

Στον Πίνακα 5-6 και στο Σχήμα 5-4 & Σχήμα 5-5 που ακολουθούν φαίνονται οι τιμές του υψομετρικού ολοκληρώματος των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας.

Σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα π.χ. Zarris D., Lykoudi E. and Panagoulia D. (2006), ο ποσοστιαίος όγκος της λεκάνης απορροής είναι ανάλογος με την μέση ετήσια στερεοπαροχή. Λεκάνες με πολύ μικρό όγκο λεκάνης σημαίνει ότι κατά το παρελθόν έχουν ήδη δώσει μεγάλο όγκο υλικού. Σήμερα οι λεκάνες που δίνουν υλικό είναι αυτές οι οποίες έχουν μεγάλη μάζα και έχουν την δυνατότητα προσφοράς υλικού.

Στη περιοχή έρευνας λεκάνες που μπορούν να δώσουν υλικό είναι αυτές κυρίως των βόρειων κλάδων του π. της Νέδας (Πρασιδάκι, Γιαννιτσοχωρίτικο, Ρέμα Α) αλλά και του Θολού και των Ζαχαραϊτικού και Ακίδα.

Η λεκάνη της Γκρεμισμένης έχει υψηλή τιμή αλλά θα πρέπει να συνεκτιμηθεί και το γεγονός ότι πρόκειται για το ανάντη μόνο τμήμα της λεκάνης και όχι για ολοκληρωτή τη λεκάνη απορροής της οποίας το υπόβαθρο αποτελείται από μη ευδιάβρωτους σχηματισμούς, οπότε και η τιμή του υψομετρικού ολοκληρώματος θα μειωνόταν.

Αξιοσημείωτο πάντως είναι το γεγονός ότι ο όγκος των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας είναι σχετικά υψηλός, αν και πρόκειται για λεκάνες όπου το μεγαλύτερο τμήμα τους δομείται από νεογενή ιζήματα, δηλαδή ευδιάβρωτους σχηματισμούς, οπότε και η υψομετρική καμπύλη τους θα αναμενόταν ακόμα πιο κυρτή (μικρότερο όγκο λεκάνης).

Επίσης ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που μπορεί κανείς να παρατηρήσει στις υψομετρικές καμπύλες είναι το σημείο κάμψης στα κατάντη των υδρογραφικών δικτύων κοντά στην εκβολή τους.

Τέτοιο σημείο κάμψης παρατηρείται στα υδρογραφικά δίκτυα κυρίως του βόρειου τμήματος της λεκάνης απορροής της Νέδα αλλά και στο Θολό περιοχές που δομούνται από ευδιάβρωτους σχηματισμούς (νεογενή ιζήματα) (Σχήμα 5-5). Η κάμψη αυτή της κλίσης των κλιτύων της κοιλάδας στο χαμηλότερο σημείο της, οφείλεται κυρίως στην αναγέννηση της κοιλάδας και χωρίζει το νέο χαμηλότερο επίπεδο από το παλαιό επίπεδο που βρίσκεται ψηλότερα. Δηλαδή η κάμψη αυτή των κλιτύων δηλώνει ένα υπόλειμμα του πυθμένα της παλαιάς κοιλάδας που σχηματί-

σθηκε σε έναν προηγούμενο κύκλο διάβρωσης. Επίσης σε κάποιες από τις λεκάνες απορροής, η υψομετρική καμπύλη εμφανίζει και σε υψηλότερα σημεία κάμψη.

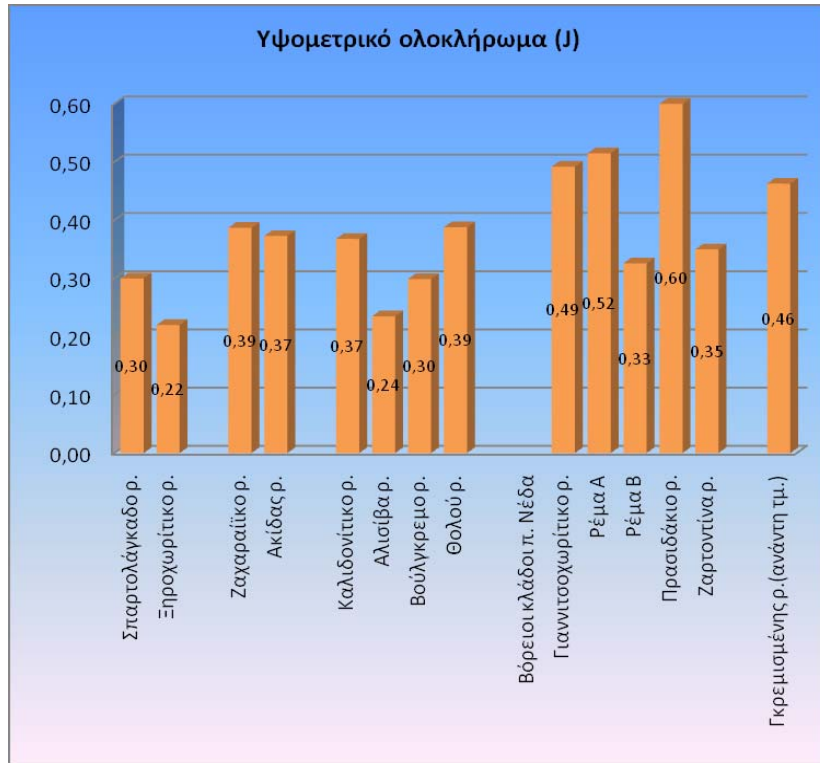
Αυτή πιθανόν να οφείλεται είτε στην παρουσία σκληρών πετρωμάτων ανθεκτικών στη διάβρωση, είτε στην απόθεση υλικού στο κάτω μέρος της κοίτης. Η απόθεση αυτή υλικού πιθανόν να οφείλεται ή σε κατολισθητικά φαινόμενα ή στη μικρή μέση αξονική κλίση της κοίτης μειώνοντας τη μεταφορική ικανότητα του ρέματος.

Στο

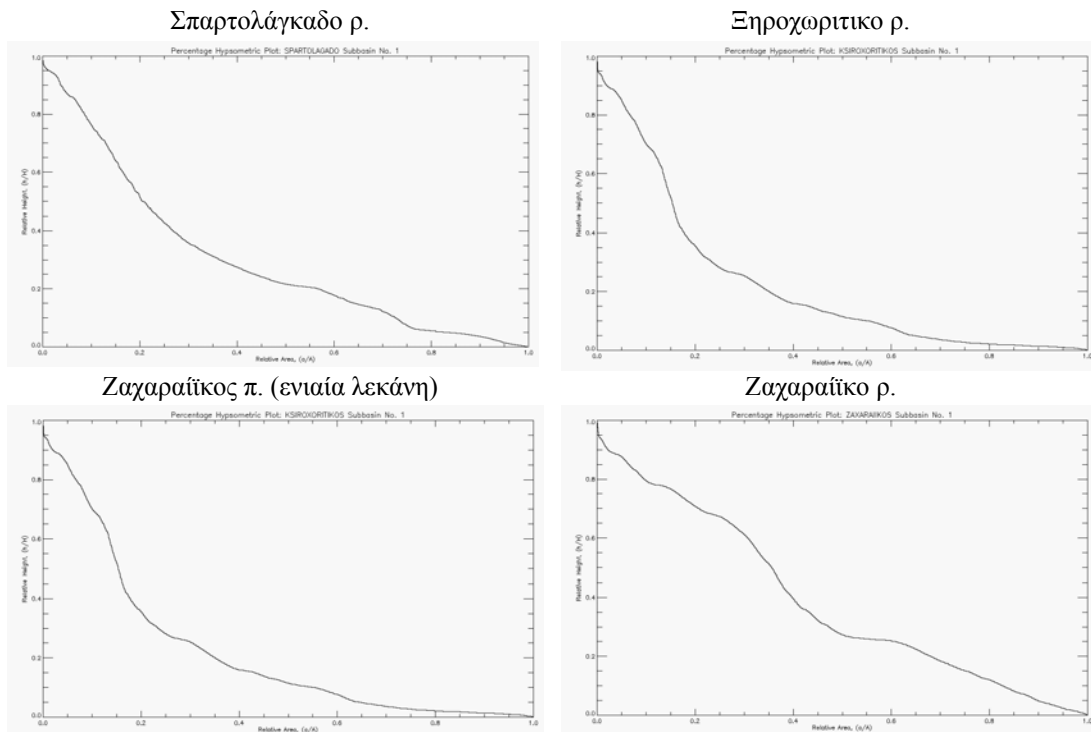
Σχήμα 5-5 παρουσιάζονται οι υψομετρικές καμπύλες των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας όπου φαίνεται το στάδιο απογύμνωσης τους. Από τη μορφή της καμπύλης διαπιστώνεται ότι σε πολλές λεκάνες απορροής υπάρχει μεταφορά υλικού από τα ανάντη και συσσώρευση μεγάλου μέρους του μεταφερόμενου υλικού κατά θέσεις. Αυτό σημαίνει ότι οι λεκάνες έχουν μεγάλη ακόμη δυνατότητα προσφοράς υλικού προς τα κατάντη εφόσον βρίσκονται ακόμα σε μη προχωρημένο στάδιο απογύμνωσης.

Πίνακας 5-6. Υψομετρικό ολοκλήρωμα των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας (J).

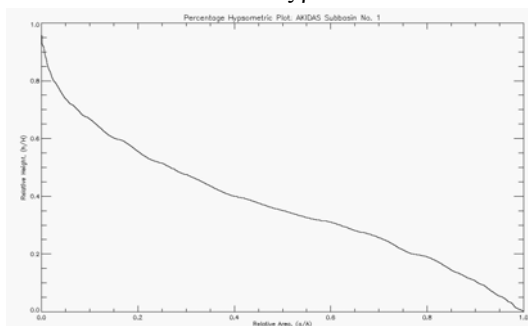
Υδρογραφικά δίκτυα	Τάξη	Υψομετρικό ολοκλήρωμα (J)	Υψομετρικό ολοκλήρωμα (J) (%)
Σπαρτολάγαδο ρ.	3ης	0.300	30,0
Ξηροχωρίτικο ρ.	4ης	0.220	22,0
Ζαχαραϊτικός π.	5ης	0.356	35,6
Ζαχαραϊτικό ρ.	4ης	0.387	38,7
Ακίδας ρ.	5ης	0.373	37,3
Καλιδονίτικο ρ.	6ης	0.368	36,8
Αλισίβα ρ.	4ης	0.235	23,5
Βούλγκρεμο ρ.	4ης	0.299	29,9
Θολό ρ.	4ης	0.388	38,8
Βόρειοι κλάδοι π. Νέδα			
Γιαννισχωρίτικο ρ.	4ης	0.492	49,2
Ρέμα Α	2ης	0.515	51,5
Ρέμα Β	3ης	0.326	32,6
Πρασιδάκιο ρ.	4ης	0.600	60,0
Ζαρτοντίνα ρ.	5ης	0.350	35,0
Γκρεμισμένης ρ. (ανάντη τμήμα)	5ης	0,463	46,3



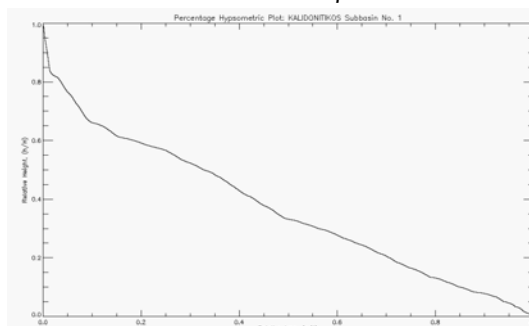
Σχήμα 5–4.Υψομετρικά ολοκληρώματα των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας (J).



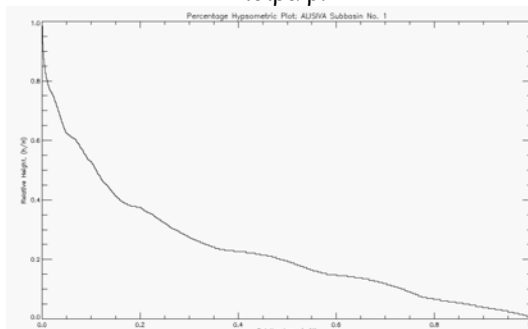
Ακίδας ρ.



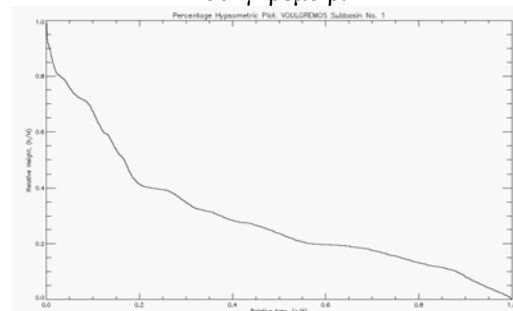
Καλιδονίτικο ρ



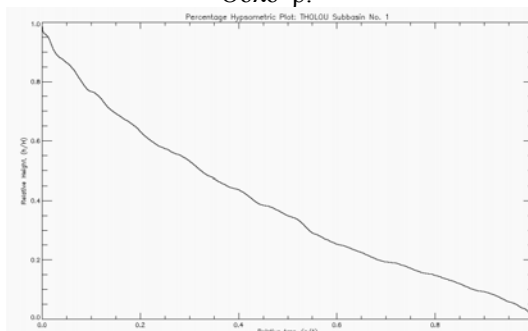
Αλισίβα ρ.



Βούλγκρεμο ρ.

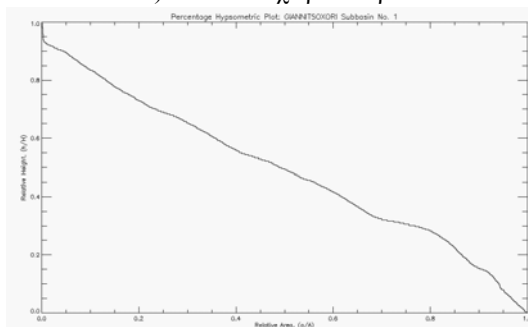


Θολό ρ.

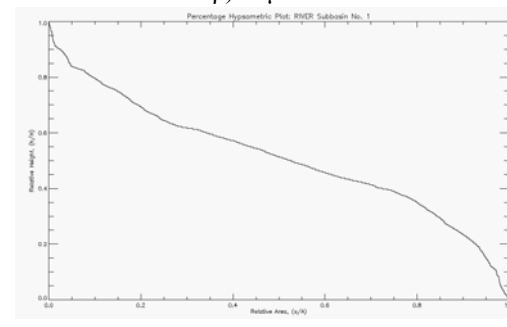


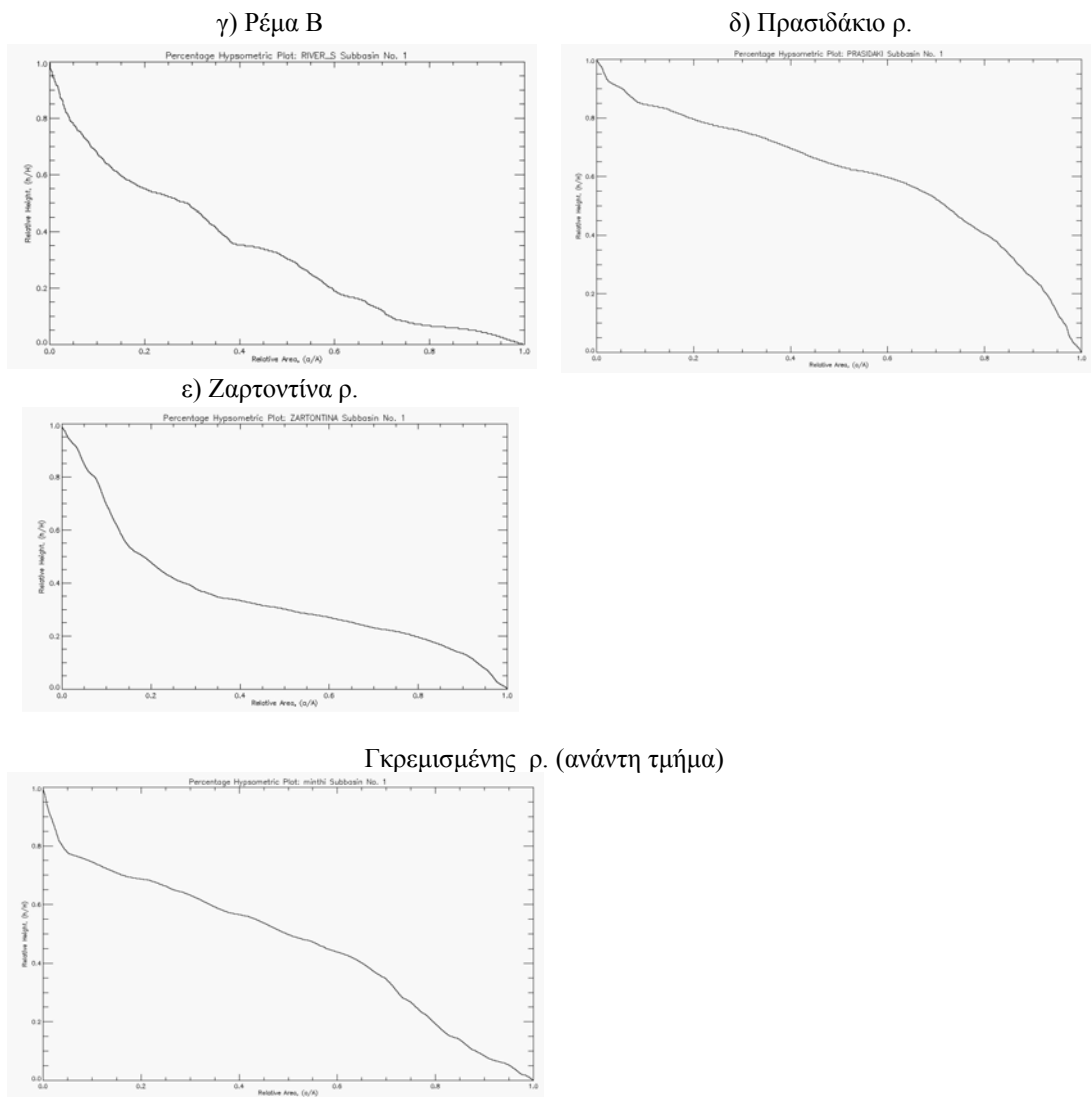
Βόρειοι κλάδοι π. Νέδα

α) Γιαννιτσοχωρίτικο ρ.



β) Ρέμα Α





Σχήμα 5–5. Διαγράμματα υψομετρικών ολοκληρωμάτων των λεκανών απορροής της περιοχής έρευνας (J).

6 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Για τη διερεύνηση της διαβρωσιμότητας των σχηματισμών πριν τις πυρκαγιές, λήφθηκε υπόψη και η φυτοκάλυψη ή άλλες χρήσεις γης, διότι όπως είναι γνωστό η φυτοκάλυψη είναι ανταγωνιστική της διάβρωσης.

Για τη κατασκευή του χάρτη “Χρήσεων Γης (C)” χρησιμοποιήθηκαν διαγράμματα χρήσεων γης από το πρόγραμμα CORINE σε κλίμακα 1:100.000 του 2006 (Χάρτης 6.1).

Η περιοχή έρευνας καλύπτεται κυρίως από καλλιεργήσιμες εκτάσεις, ελαιώνες, γεωργοδασικές εκτάσεις, (64%), και ακολουθεί η σκληροφυλλική βλάστηση με μεταβατικές δασώδεις – θαμνώδεις εκτάσεις (15%), οι δασώδεις εκτάσεις (14%), οι βοσκότοποι, (3%) οι παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές, βάλτοι, στάσιμα ύδατα κ.ά. (3%) , και τέλος οι δομημένες περιοχές (1%) (

Σχήμα 6–1).

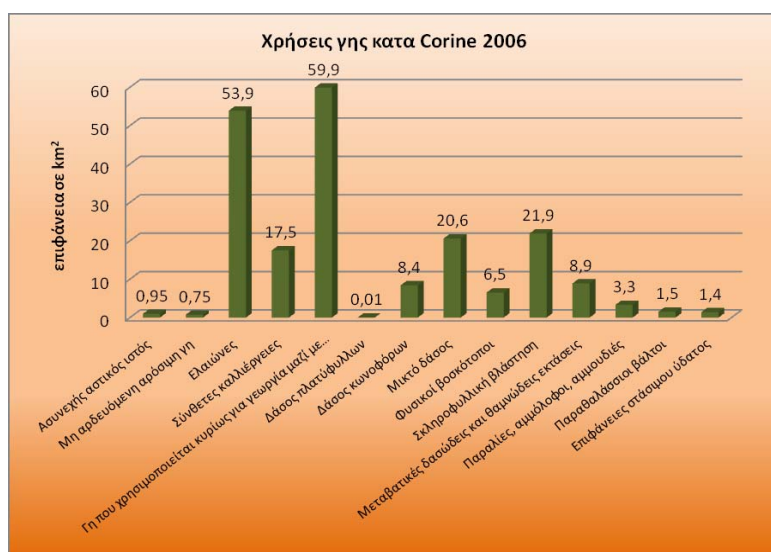


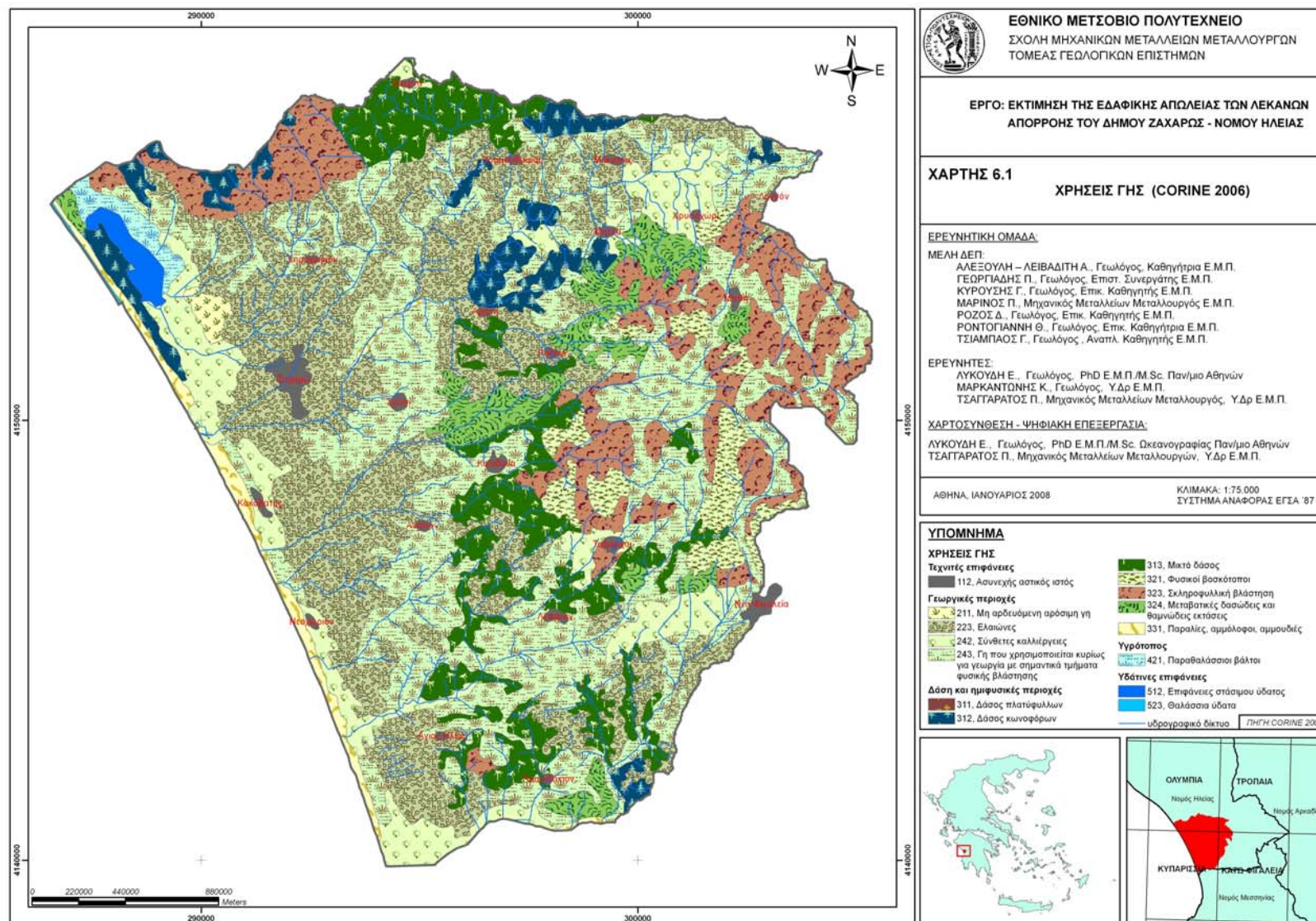
Σχήμα 6–1. Χρήσεις γης κατά CORINE (2006) στη περιοχή έρευνας επί τοις %.

Στον Πίνακα 6-1, Σχήμα 6–2, και Χάρτη 6.1 φαίνονται οι χρήσεις γης κατά CORINE (2006) στη περιοχή έρευνας:

Πίνακας. 6-1. Χρήσεις γης κατά CORINE 2006.

1ο επίπεδο	2° επίπεδο	3ο επίπεδο
1. ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	1.1 ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ	1.1.1. Ασυνεχής αστικός ιστός
2. ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	2.1 ΑΡΩΣΙΜΗ ΓΗ	2.1.1. Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη
	ΜΟΝΙΜΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	2.2.3. Ελαιώνες
	2.4 ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	2.4.1. Σύνθετες καλλιέργειες 2.4.2. Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης
3. ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΗΜΙΦΥΣΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	3.1 ΔΑΣΗ	3.1.1. Δάσος πλατύφυλλων 3.1.2. Δάσος κωνοφόρων 3.1.3. Μικτό δάσος
	3.2. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΘΑΜΝΩΔΟΥΣ Η/ΚΑΙ ΠΟΩΔΟΥΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	3.2.1. Φυσικοί βοσκότοποι 3.2.3. Σκληροφυλλική βλάστηση 3.2.3. Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις
	3.3. ΑΝΟΙΧΤΟΙ ΧΩΡΟΙ ΜΕ ΛΙΓΗ Ή ΚΑΘΟΛΟΥ ΒΛΑΣΤΗΣΗ	3.3.1. Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές
4. ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	4.1. ΠΑΡΑΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	4.2.1. Παραθαλάσσιοι βάλτοι
5. ΥΔΑΤΙΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	5.1 ΧΕΡΣΑΙΑ ΥΔΑΤΑ	5.1.1. Επιφάνειες στάσιμου ύδατος
	5.2. ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΥΔΑΤΑ	5.2.1. Θάλασσες και ωκεανοί

Σχήμα 6-2. Χρήσεις γης κατά CORINE (2006) στη περιοχή έρευνας σε επιφανειακή κάλυψη (km²).



Χάρτης 6-1. Χάρτης χρήσεων γης, για τον οποίο χρησιμοποιήθηκαν διαγράμματα από το πρόγραμμα CORINE (2006).

7 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.

7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η χωρική εκτίμηση της εδαφικής απώλειας των σχηματισμών της περιοχής έρευνας με τη χρήση ενός απλοποιημένου μοντέλου (Μαρίνος, Π. κ.ά., 1998, Αλεξούλη-Λειβαδίτη, Α., κ.ά. 2002, Λυκούδη, Ε., κ.ά. 2004.) με ορισμένες τροποποιήσεις που κρίθηκαν σκόπιμες στη συγκεκριμένη εφαρμογή και το οποίο βασίζεται στην επεξεργασία των χωρικών παραμέτρων της λιθολογίας, γεωμορφολογίας, υδρογραφίας και φυτοκάλυψης, οι οποίες σχετίζονται με την εδαφική διάβρωση είτε άμεσα είτε έμμεσα. Η βροχόπτωση δεν συναξιολογείται στο μοντέλο αφ' ενός διότι παραμένει ίδια για ολόκληρη την περιοχή έρευνας και αφ' ετέρου συμπεριλαμβάνεται έμμεσα στην υδρογραφική υφή.

Με την χωρική αυτή εκτίμηση της τρωτότητας των σχηματισμών, δίνεται η δυνατότητα αφ' ενός προσαρμογής της προτεινόμενης μεθόδου χωρικής εκτίμησης της εδαφικής διάβρωσης, στις ανάγκες παραμετρικής ανάλυσης σε τυχόν μελλοντικές ακραίες συνθήκες και αφ' ετέρου προσδιορισμού της επίδρασης της αλλαγής αυτής στο φυσικό περιβάλλον.

Επίσης η εκτίμηση της τρωτότητας των σχηματισμών βοηθά σε έναν ευρύτερο διαχειριστικό σχεδιασμό και δίνει την δυνατότητα περιορισμού των οικονομικών και κοινωνικών συνεπειών που προκαλεί η εδαφική διάβρωση στην περιοχή.

Κατόπιν αυτού είναι δυνατή (α) η διατύπωση προτάσεων για την ανάπτυξη νέων έργων, (β) η ορθολογική οριοθέτηση χρήσεων γης και η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από αυτές, (γ) η διατύπωση προτάσεων επανορθωτικών μέτρων κ.ά.

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως πρώτο στάδιο διερεύνησης κατά την πρώτη φάση μελέτης για την κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων.

7.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Η χωρική εκτίμηση της τρωτότητας των σχηματισμών, δηλαδή η πρόβλεψη περιοχών υψηλού κινδύνου εδαφικής απώλειας στις λεκάνες απορροής του Δ. Ζαχάρως, δίνεται από δύο καταληκτικούς θεματικούς χάρτες, όπου παρουσιάζονται οι ζώνες επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση πριν και μετά τις πυρκαγιές.

Α. Ο βαθμός τρωτότητας των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή έρευνας πριν από τις πυρκαγιές, προέκυψε από την συναξιολόγηση τεσσάρων μεταβλητών, από τις οποίες εξαρτάται είτε άμεσα είτε έμμεσα η εδαφική διάβρωση και δύνανται να απεικονιστούν χωρικά με τη δημιουργία των εξής θεματικών χαρτών:

- ☞ «Χάρτης γεωλογικών σχηματισμών επιδεκτικών στη διάβρωση και σε αστοχίες, L»,
- ☞ «Χάρτης μορφολογικών κλίσεων, S»,
- ☞ «Χάρτης υδρογραφικής υφής, Υ» και
- ☞ «Χάρτης χρήσεων γης, V»

Β. Ο βαθμός τρωτότητας των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή έρευνας, μετά από τις πυρκαγιές, προέκυψε από την επεξεργασία των τριών πρώτων μεταβλητών, ενώ η τελευταία μεταβλητή δηλαδή αυτή των «χρήσεων γης» έχει αντικατασταθεί από τις «καμένες εκτάσεις». Επομένως η τρωτότητα των σχηματισμών μετά τις πυρκαγιές δύναται να απεικονιστεί χωρικά με τη συναξιολόγηση των παρακάτω τεσσάρων θεματικών χαρτών:

- ☞ «Χάρτης γεωλογικών σχηματισμών επιδεκτικών στη διάβρωση και σε αστοχίες, L»,
- ☞ «Χάρτης μορφολογικών κλίσεων, S»,
- ☞ «Χάρτης υδρογραφικής υφής, Υ» και
- ☞ «Χάρτης καμένων εκτάσεων με βάση το βαθμό απανθράκωσης, Β»

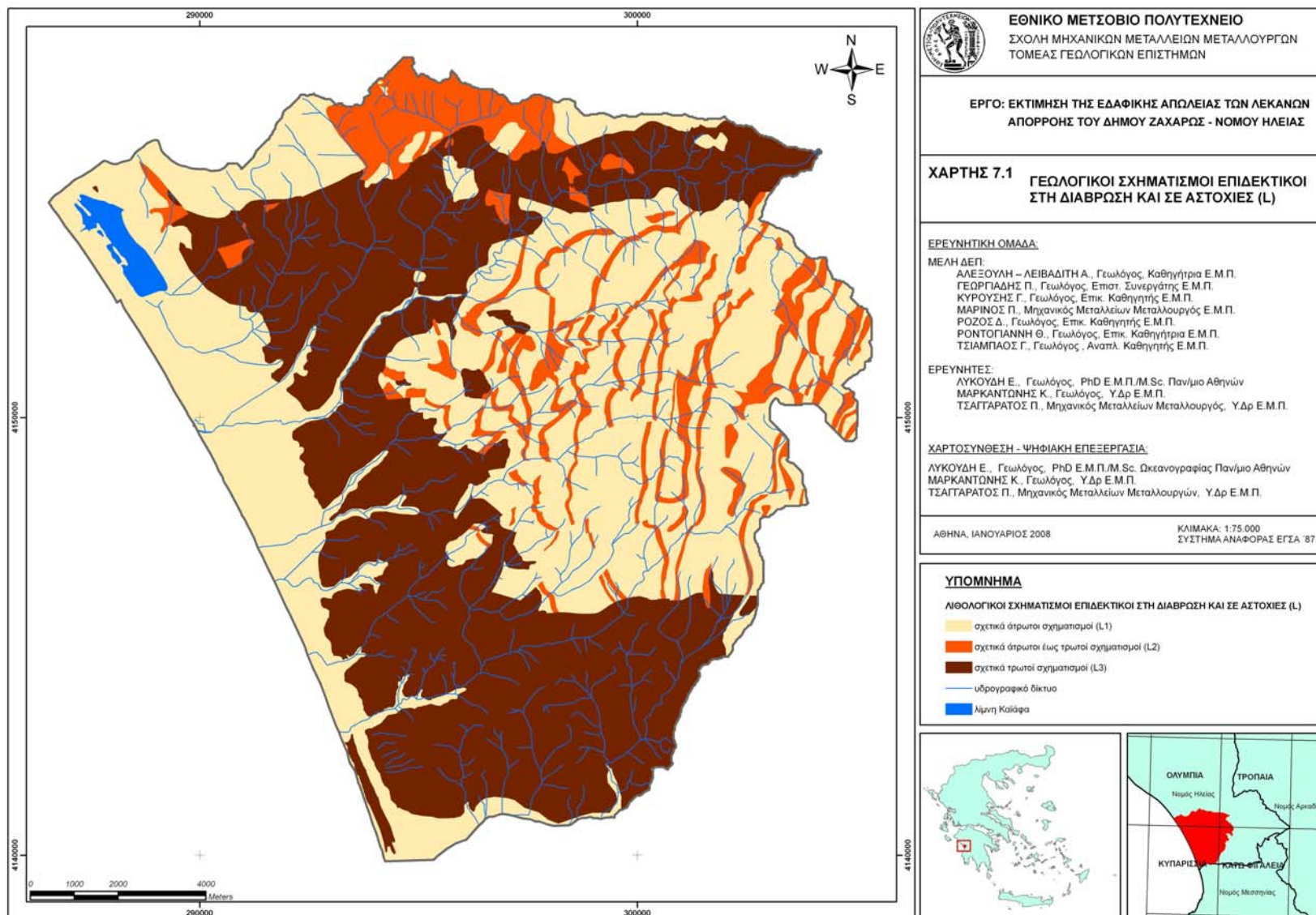
Και στις δυο περιπτώσεις, (α) πριν τις πυρκαγιές και (β) μετά τις πυρκαγιές, όπως ήδη αναφέρθηκε, συντάχθηκε ο «Χάρτης επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση». Ο χάρτης αυτός βοηθά στην κατανόηση του προβλήματος που αντιμετώπιζε η περιοχή πριν τις πυρκαγιές από πλευράς τρωτότητας σχηματισμών και το πώς η κατάσταση αυτή διαφοροποιήθηκε μετά τις καταστροφές του τελευταίου καλοκαιριού.

7.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

7.3.1 Χάρτης γεωλογικών σχηματισμών επιδεκτικών στη διάβρωση και σε αστοχίες (L)

Ο “Χάρτης γεωλογικών σχηματισμών επιδεκτικών στη διάβρωση και σε αστοχίες (L)” που περιγράψαμε πιο πάνω, παρέχει τη γεωλογική (Χάρτης 3-1, Χάρτης 3-2), υδρογεωλογική και υδρολιθολογική (διηθητικότητα, διαπερατότητα) πληροφόρηση και αποτελεί το χάρτη περιοχών με λιθολογική σύσταση επιρρεπή στη διάβρωση (L). Η υδροπερατότητα των σχηματισμών ελέγχει τις ποσότητες των ετήσιων επιφανειακών απορροών και της κατείδυσης. Όπως είναι γνωστό, οι σχηματισμοί υψηλής περατότητας παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές κατείδυσης, της τάξης του 30-40% και μικρούς συντελεστές επιφανειακής απορροής. Αντίθετα οι συντελεστές επιφανειακής απορροής αυξάνουν, όταν μειώνονται οι τιμές των συντελεστών κατείδυσης. Οι συντελεστές αυτοί επηρεάζονται από το ανάγλυφο των περιοχών. Η διηθητικότητα είναι μια ιδιότητα που αφορά σε εδάφη. Συνεχής διήθηση μπορεί να επιφέρει κορεσμό του εδαφικού καλύμματος ή του μανδύα αποσαθρωμάτων. Στη συγκεκριμένη περιοχή, η ιδιότητα αυτή είναι πολύ σημαντική, γιατί ο μανδύας αποσαθρωμάτων είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένος, αργλικής κυρίως σύστασης και είναι δυνατόν με τις βροχοπτώσεις, η συνεχής διήθηση να οδηγήσει σε κορεσμό. Οι σχηματισμοί με υψηλή μεταβατικότητα, όπως είναι τα ανθρακικά πετρώματα με διακλάσεις και ρωγμές, επιτρέπουν στο νερό να διέρχεται δια μέσου της μάζας τους, αλλά δεν χαλαρώνουν και δεν αυξάνεται ο βαθμός διάβρωσης εξ αιτίας αυτής της δράσης. Αντίθετα οι σχηματισμοί μέσης διηθητικότητας, όπως χαρακτηρίζονται οι νεογενείς σχηματισμοί και ο μανδύας αποσάθρωσης, είναι δυνατόν να κορεσθούν από παρατεταμένες βροχοπτώσεις και τότε χαλαρώνουν και διαβρώνονται εύκολα. Επίσης ένα ακόμα πρόβλημα που δημιουργείται εξαιτίας της υψηλής διηθητικότητας σε λεπτόκοκκα υλικά είναι και η εκδήλωση λασπορροών

Η ταξινόμηση των σχηματισμών με βάση τα παραπάνω, έγινε κατά την εργασία υπαίθρου, από τη συνεκτίμηση της λιθολογικής σύστασης, της διηθητικής ικανότητας και της διαπερατότητας των σχηματισμών και δημιουργήθηκε ο χάρτης "Σχηματισμών επιδεκτικών στη διάβρωση και σε αστοχίες (L)" (Χάρτης 7.1). Τα γεωλογικά στοιχεία ελήφθησαν από τη βιβλιογραφία και κυρίως από τις υπαίθριες παρατηρήσεις, που πραγματοποίησε στην περιοχή το κλιμάκιο αυτής της έρευνας.



Χάρτης 7-1. Χάρτης σχηματισμών επιδεκτικών στη διάβρωση και σε αστοχίες (L)

Ο χάρτης που δημιουργήθηκε στηρίζεται σε γεωλογικά στοιχεία αλλά δεν αποτελεί γεωλογικό χάρτη με την ευρύτερη έννοια, καθόσον δεν εμφανίζονται σ' αυτόν στοιχεία τεκτονικής. Η επίδραση της τεκτονικής έχει αποτυπωθεί στη μορφή του υδρογραφικού δικτύου.

Στον χάρτη "Σχηματισμοί επιδεκτικοί στη διάβρωση και σε αστοχίες (L)" διακρίνονται τρεις κατηγορίες σχηματισμών:

- οι σχετικά άτρωτοι (L1),
- οι σχετικά άτρωτοι έως τρωτοί (L2) και
- οι σχετικά τρωτοί σχηματισμοί (L3).

Στην κατηγορία L1 κατατάσσονται οι σχετικά υγιείς σχηματισμοί που παρουσιάζουν υψηλή υδροπερατότητα, καθώς και αυτοί με πολύ μικρό πάχος ή χωρίς αποσαθρωμένο μανδύα (ασβεστόλιθοι, αλλούβια, θίνες κ.ά.).

Στην κατηγορία L2 κατατάσσονται οι σχηματισμοί που παρουσιάζουν μέτρια έως υψηλή διηθητικότητα και μέτρια έως χαμηλή υδροπερατότητα, καθώς και αυτοί που καλύπτονται από αποσαθρωμένο μανδύα μέτριου έως μεγάλου πάχους (φλύσχης, σχιστοκερατόλιθοι, αργιλίτες κ.ά.).

Στην κατηγορία L3 κατατάσσονται οι σχηματισμοί που παρουσιάζουν υψηλή διηθητικότητα και χαμηλή υδροπερατότητα, καθώς και αυτοί που καλύπτονται από αποσαθρωμένο μανδύα μεγάλου πάχους (νεογενή ιζήματα, κώνοι κορημάτων κ.ά.).

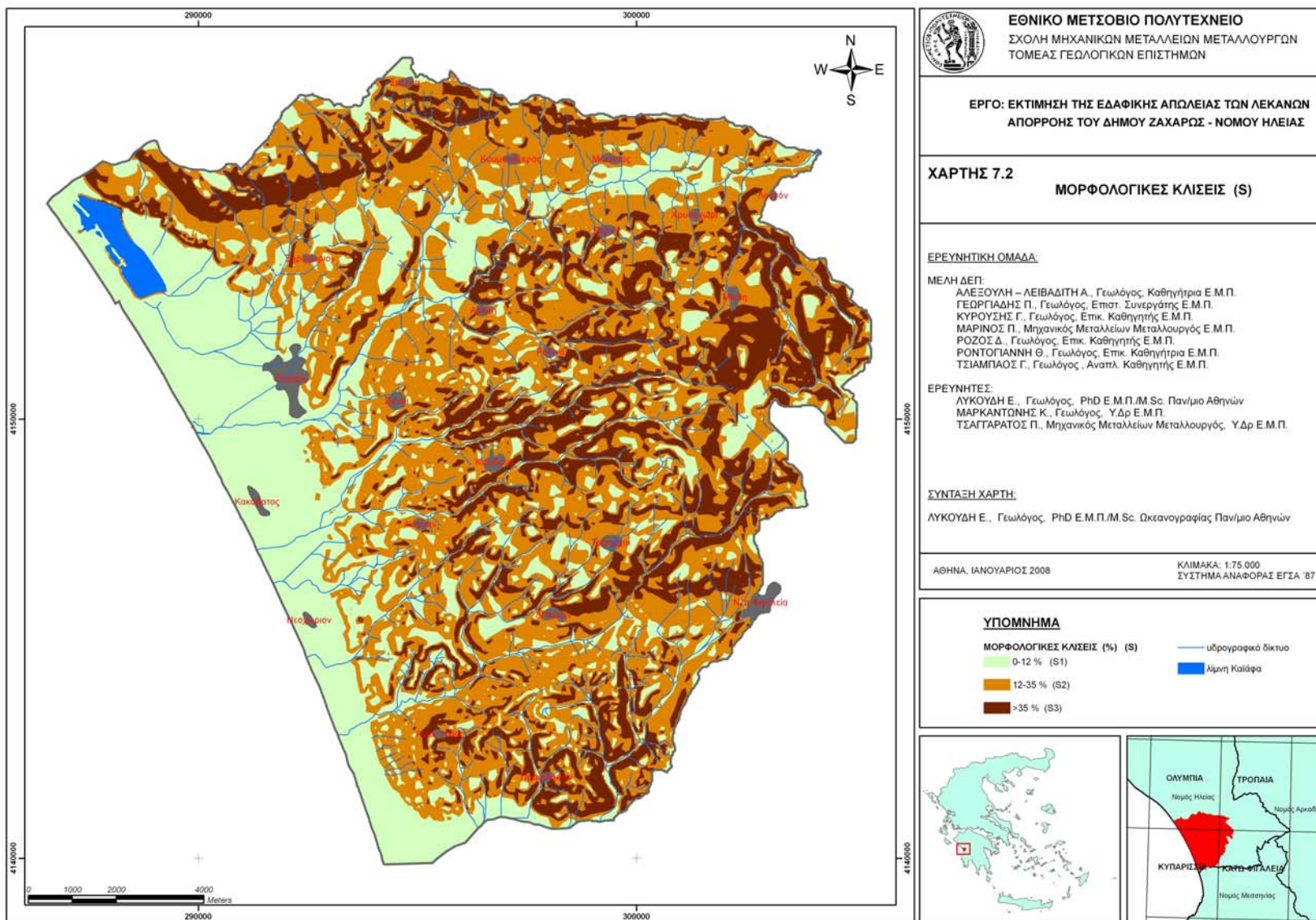
7.3.2 Χάρτης μορφολογικών κλίσεων (S)

Ο "Χάρτης μορφολογικών κλίσεων (S)" προέκυψε από την επεξεργασία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους, με τη χρήση των Γ.Σ.Π και αφορά στην ταξινόμηση του αναγλύφου και ανάλογα με την τιμή κλίσης των πρανών διακρίνουμε τρεις κατηγορίες (Χάρτης 7.2).

Στην κατηγορία, S1, περιλαμβάνονται οι περιοχές με κλίσεις μικρότερες του 12%.

Στην κατηγορία S2, περιλαμβάνονται οι περιοχές με κλίσεις 12% έως 35%.

Στην κατηγορία S3, περιλαμβάνονται οι περιοχές με κλίση μεγαλύτερη από 35%.



Χάρτης 7-2 Χάρτης μορφολογικών κλίσεων (S)

7.3.3 Χάρτης υφής του υδρογραφικού δικτύου (Y)

Η τρίτη ομάδα χαρτών αφορά στη μελέτη της "Υφής του υδρογραφικού δικτύου (Y)". Προκειμένου να συνταχθεί ο χάρτης της υδρογραφικής υφής (Χάρτης 7-3), χρησιμοποιήθηκαν οι χάρτες υδρογραφικής πυκνότητας (D) (Χάρτης 5-1) και υδρογραφικής συχνότητας (F) (Χάρτης 5-2) των υδρογραφικών δικτύων. Στη συνέχεια η περιοχή έρευνας διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες υδρογραφικής πυκνότητας και συχνότητας, όπως ήδη έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο (5.1.3), δηλαδή

χαμηλής,

μέτριας και

υψηλής υδρογραφικής πυκνότητας και συχνότητας ,

[D1, D2, D3 και F1, F2, F3] αντίστοιχα (Πίνακα 5-3, Πίνακα 5-4).

Από το συνδυασμό των κατηγοριών αυτών προέκυψε ο "**Χάρτης υφής του υδρογραφικού δικτύου (Y)**", στον οποίο διακρίνονται δύο κατηγορίες, περιοχών (Πίνακα 7-1, Χάρτης 7.3):

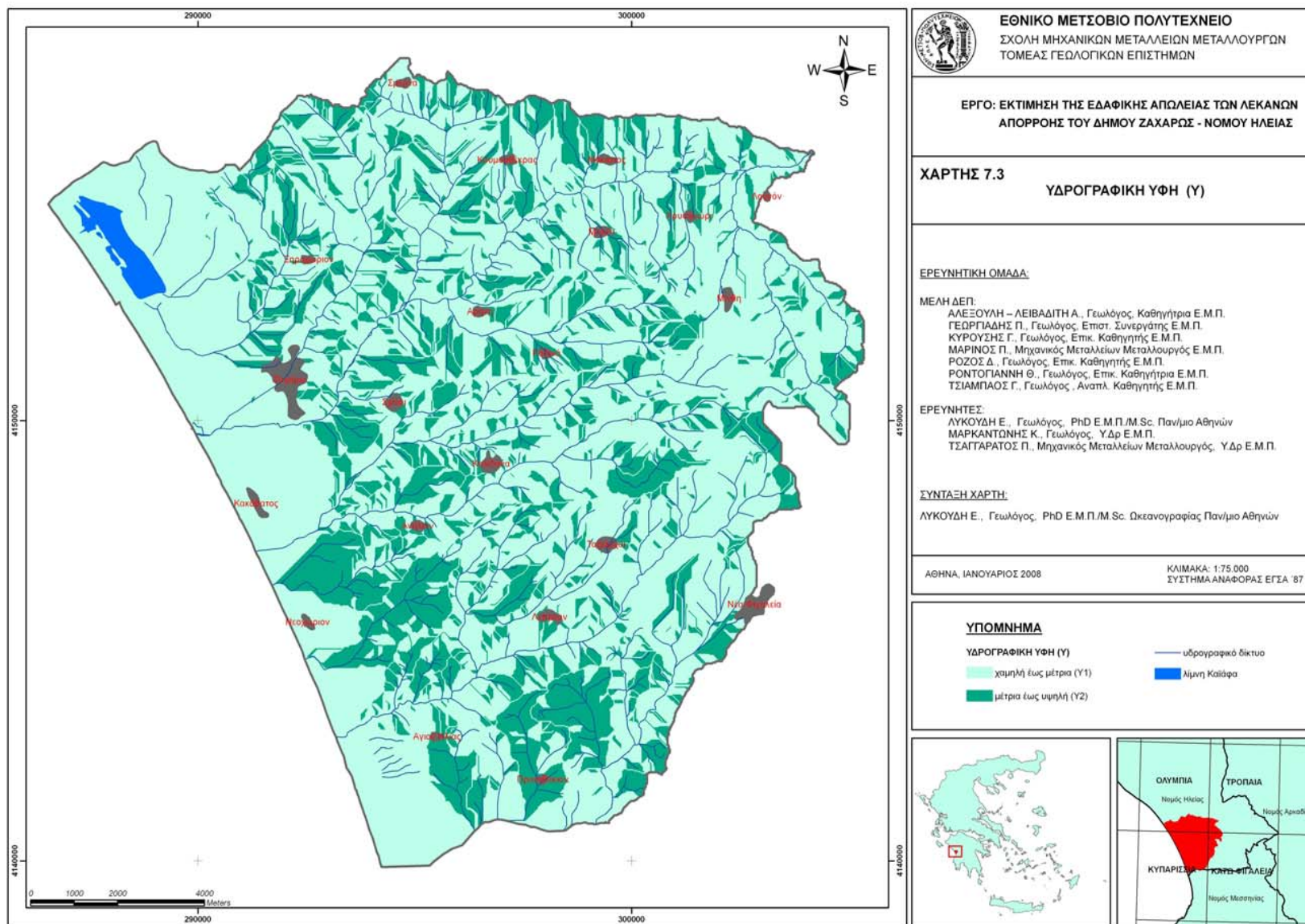
Η κατηγορία (Y1) περιλαμβάνει περιοχές με χαμηλή έως μέτρια υφή.

Η κατηγορία (Y2) περιλαμβάνει περιοχές με μέτρια έως υψηλή υφή.

Η πρώτη κατηγορία (Y1) περιλαμβάνει περιοχές που χαρακτηρίζονται από μέσες και χαμηλές τιμές πυκνότητας και συχνότητας. και η δεύτερη κατηγορία (Y2) περιλαμβάνει τις περιοχές με υψηλές τιμές πυκνότητας και συχνότητας.

Πίνακας 7-1. Κατάταξη των τιμών υδρογραφικής συχνότητας και υδρογραφικής πυκνότητας σε τρεις κατηγορίες και ταξινόμηση της υδρογραφικής υφής από τον συνδυασμό αυτών.

υδρογραφική συχνότητα (F)	κατηγορία	υδρογραφική πυκνότητα (D)	κατηγορία	υδρογραφική υφή (Y)	
				χαμηλή έως μέτρια = Y1	μέτρια έως υψηλή =Y2
... <F≤ 2,66	F1=χαμηλή	... <D≤ 0,26	D1=χαμηλή	Συνδυασμοί των F1, F2 και D1, D2 σε κάθε λεκάνη απορροής	Συνδυασμοί των F2, F3 και D2, D3 σε κάθε λεκάνη απορροής
2,66 <F≤ 27,87	F2=μέτρια	0,26 <D≤4,95	D2=μέτρια		
27,87 <F	F3=υψηλή	7,95 <D	D3=υψηλή		



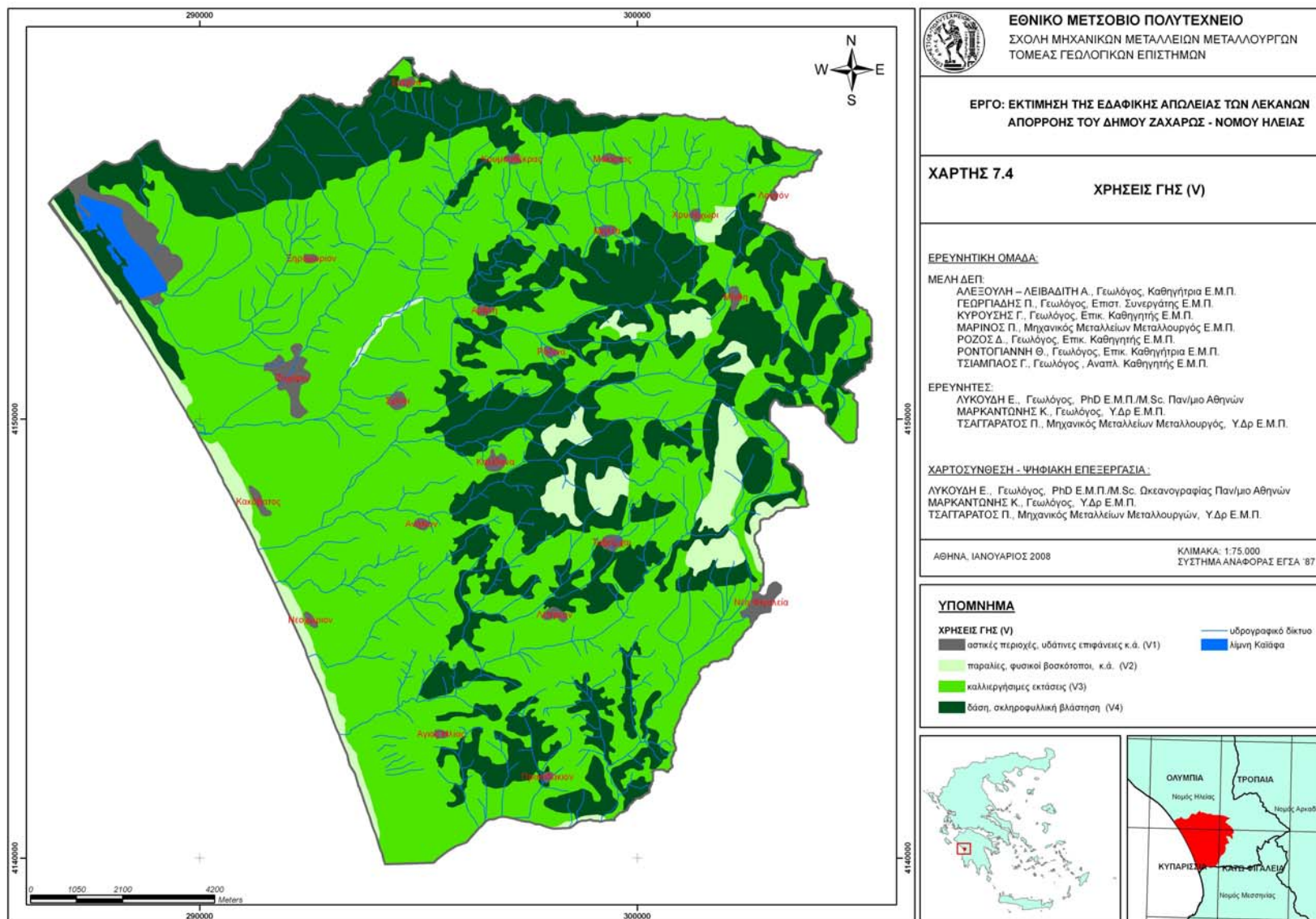
Χάρτης 7-3. Χάρτης υψής υδρογραφικού δικτύου (Υ)

7.3.4 Χάρτης χρήσεων γης (V)

Στην προσπάθεια δημιουργίας ενός μοντέλου προσομοίωσης των συνθηκών που επικρατούσαν έως και πριν από τις πυρκαγιές, προστέθηκε ένας ακόμα παράγοντας αυτός των Χρήσεων Γης, οπότε κατασκευάστηκε ο **"Χάρτης χρήσεων γης (V)"** (Χάρτης 7.4), χρησιμοποιώντας στοιχεία κυρίως από το CORINE (2006) (Χάρτης 6-1), αλλά και από υπαίθριες παρατηρήσεις της ερευνητικής ομάδας.

Η προστασία που παρέχει η φυτοκάλυψη, η οποία είναι ανταγωνιστική της διάβρωσης εξαρτάται από τον τύπο της βλάστησης. Τη μεγαλύτερη προστασία παρέχουν τα πυκνά δάση, και οι πυκνοί θάμνοι. Ανεπαρκή προστασία παρέχουν οι διάφορες καλλιέργειες, ενώ τελείως απροστάτευτες είναι οι περιοχές χωρίς φυτοκάλυψη. Επομένως στον χάρτη αυτόν διακρίθηκαν τρεις ομάδες φυτοκάλυψης:

- φυσικοί βοσκότοποι και χωρίς βλάστηση περιοχές (V1),
- ελιές και διάφορες καλλιέργειες (V2) και,
- δάση και σκληροφυλική βλάστηση (V3).

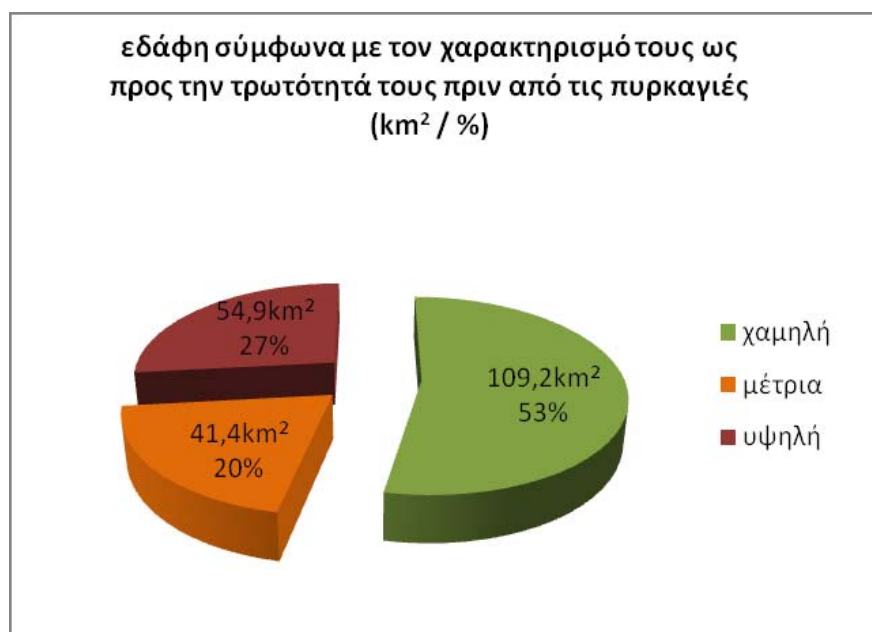


Χάρτης 7-4. Χάρτης χρήσεων γης (V).

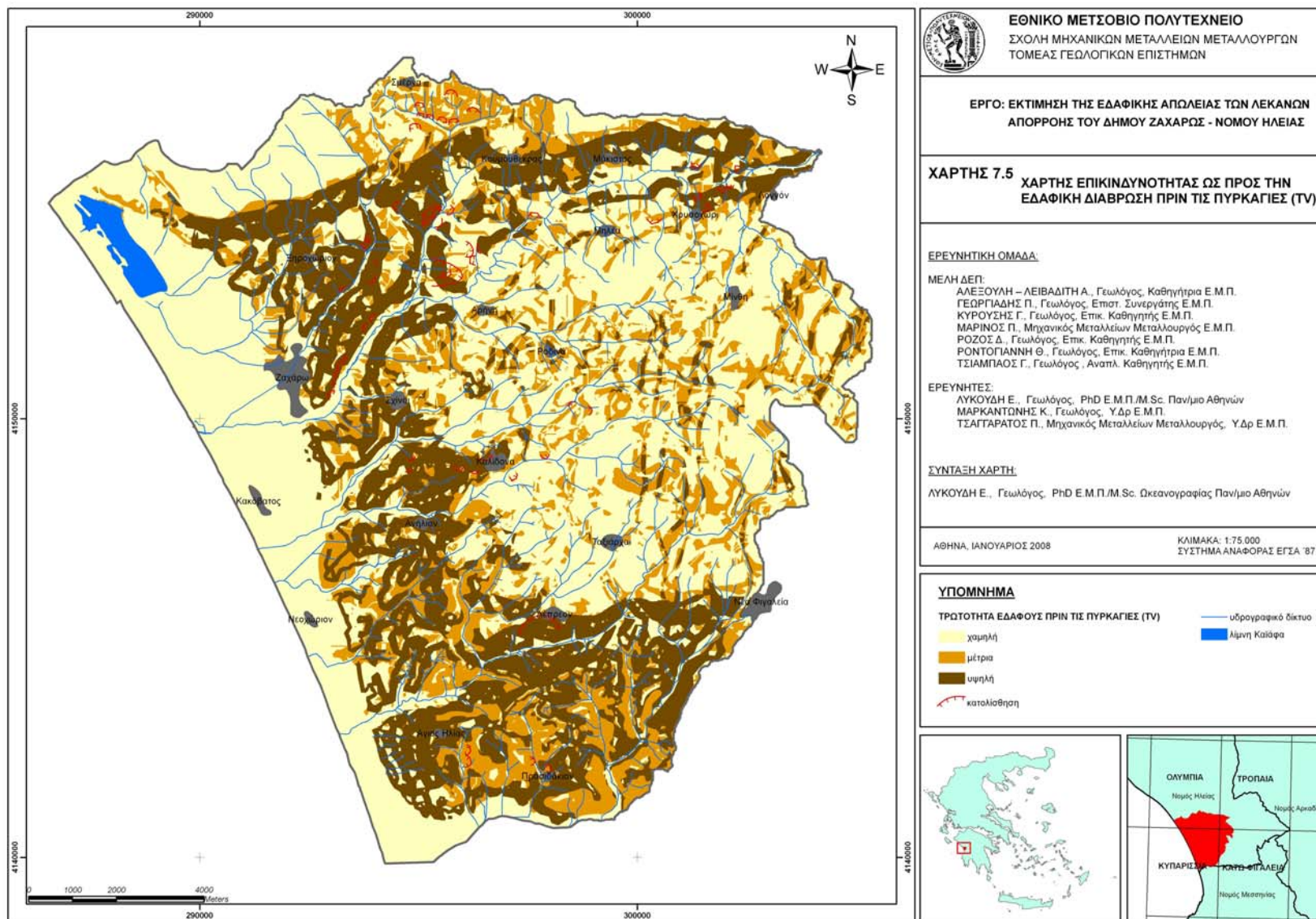
7.3.5 Χάρτης επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση πριν τις πυρκαγιές (TV)

Από τη συναξιολόγηση των τεσσάρων θεματικών χαρτών: “χάρτης περιοχών με λιθολογική σύσταση επιρρεπή στη διάβρωση και σε αστοχίες (L)”, “χάρτης των μορφολογικών κλίσεων (S)”, “χάρτης υψής του υδρογραφικού δικτύου (Y)” και “χάρτης χρήσεων γης (V)”, προέκυψε ο **"Χάρτης επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση πριν τις πυρκαγιές (TV)"**, με βάση λιθολογικά-γεωμορφολογικά κριτήρια σε συνδυασμό με στοιχεία χρήσεων γης (Χάρτης 7.5). Ο συνδυασμός των ιδιοτήτων των επιμέρους θεματικών χαρτών, οδηγεί στην διάκριση τριών περιοχών (χαμηλή, μέτρια, υψηλή), όπως φαίνεται στο Χάρτη 7.5. Στο

Σχήμα 7-1 παρουσιάζεται η έκταση των εδαφών με χαμηλή 109,2 km² (53%), μέτρια 41,4 km² (20%), και υψηλή τρωτότητα 54,9 km² (27%), πριν από τις πυρκαγιές του Αυγούστου.



Σχήμα 7-1. Εδάφη σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό τους ως προς την τρωτότητά τους πριν τις πυρκαγιές σε km² και επί τοις %.



Χάρτης 7-5. Χάρτης επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση πριν τις πυρκαγιές (TV).

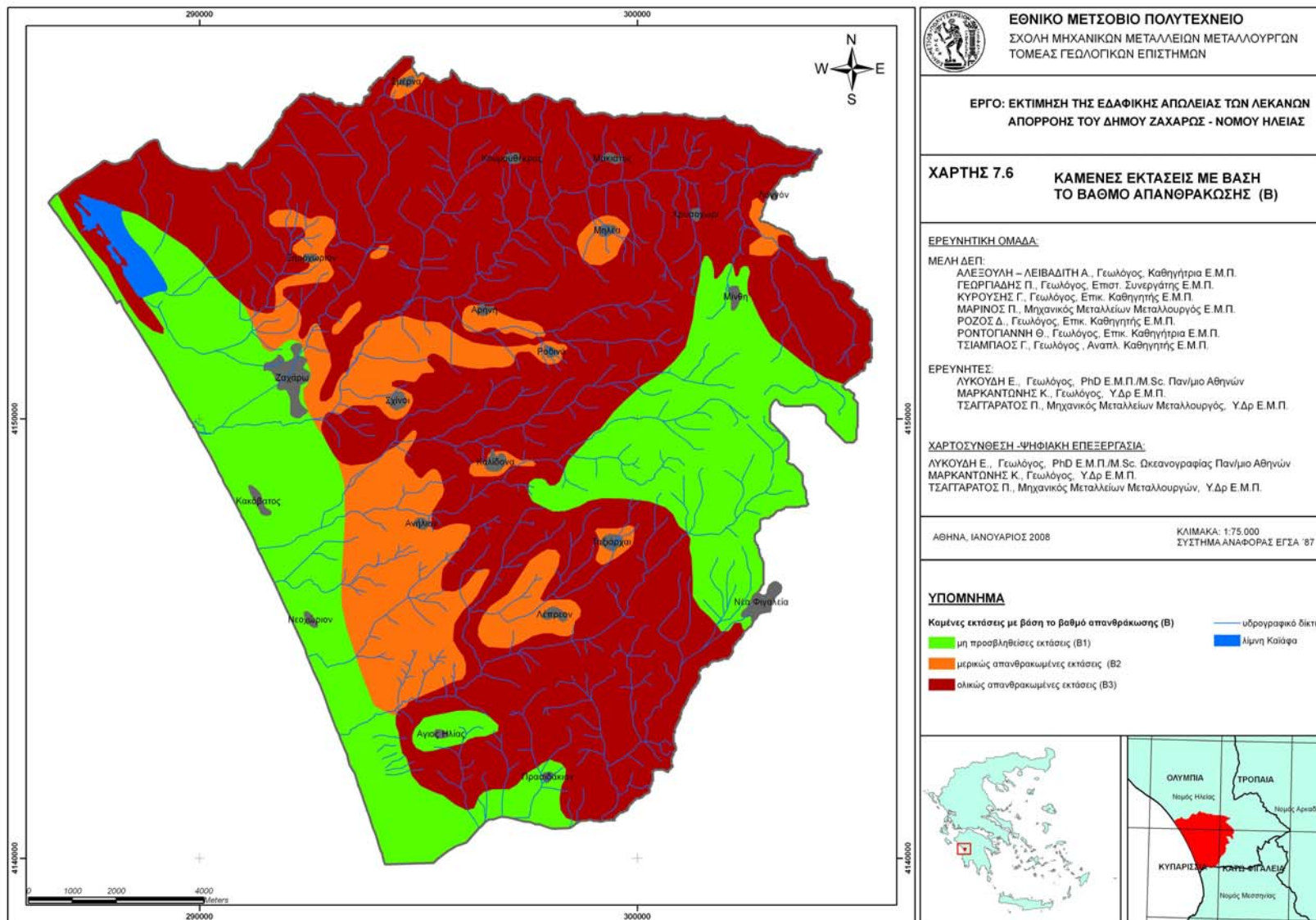
7.3.6 Χάρτης επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση μετά τις πυρκαγιές (TB)

Στη συνέχεια προστέθηκε στο μοντέλο προσομοίωσης ακόμα μία παράμετρος αυτή των καμένων εκτάσεων, για να δημιουργηθούν οι συνθήκες που επικρατούν σήμερα στην περιοχή μετά τις πυρκαγιές του Αυγούστου. Επομένως συναξιολογήθηκε στο μοντέλο προσομοίωσης ένας ακόμα θεματικός χάρτης αυτός των **"Καμένων εκτάσεων με βάση το βαθμό απανθράκωσης (B)"**. Ο χάρτης αυτός προέκυψε από υπαίθρια χαρτογράφηση της ερευνητικής ομάδας, των καμένων εκτάσεων (Χάρτης 7.6) και διακρίθηκε σε τρεις ομάδες:

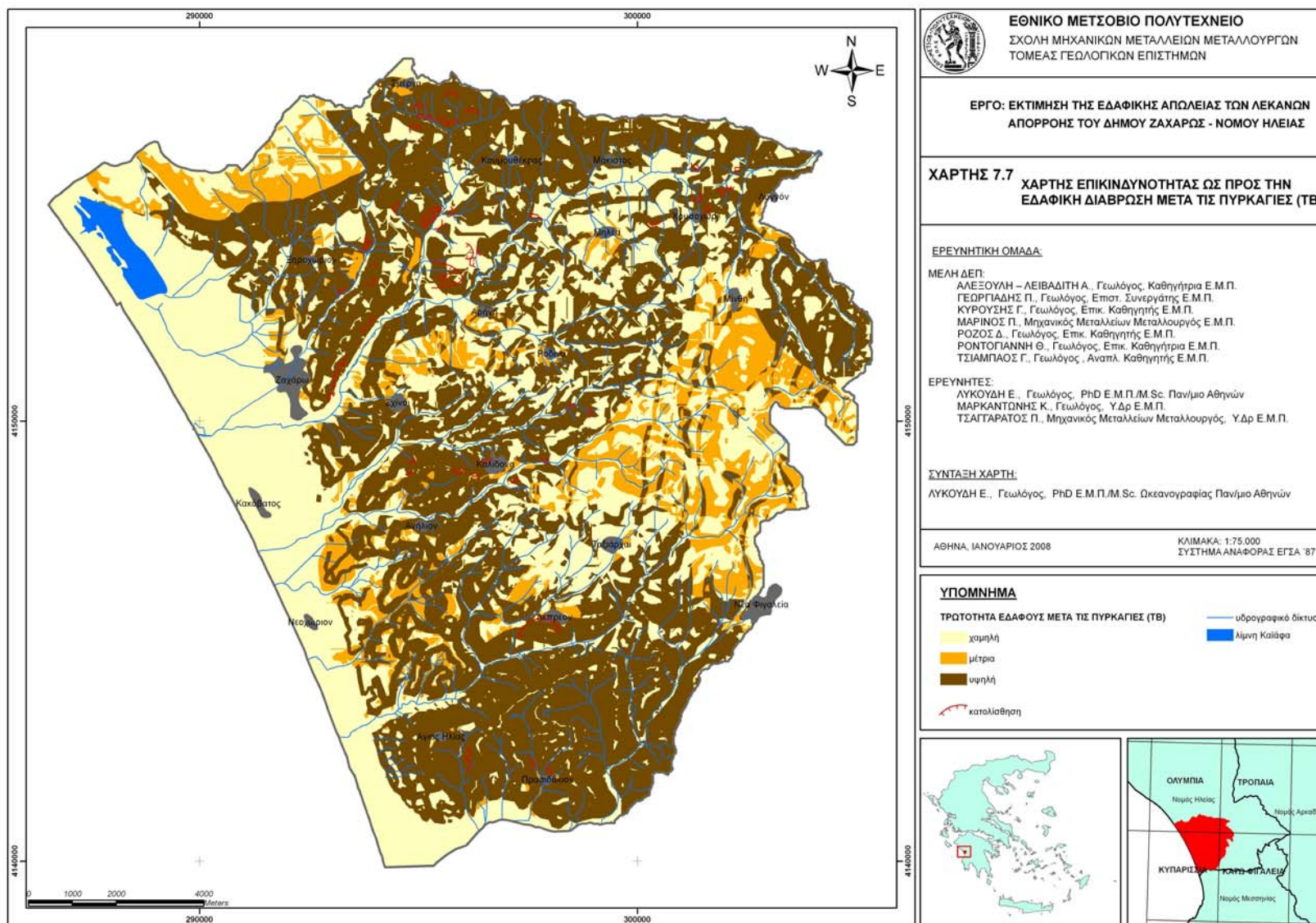
- ο μη προσβληθείσες εκτάσεις (B1)
- ο μερικώς απανθρακωμένες εκτάσεις (B2)
- ο ολικώς απανθρακωμένες εκτάσεις (B3)

Επομένως για τον **"Χάρτη επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση μετά τις πυρκαγιές (TB)"**, συναξιολογήθηκαν οι τέσσαρις ακόλουθοι θεματικοί χάρτες: ο "Χάρτη περιοχών με λιθολογική σύσταση επιρρεπή στη διάβρωση και σε αστοχίες (L)", ο "Χάρτης των μορφολογικών κλίσεων (S)" ο "Χάρτης υφής του υδρογραφικού δικτύου (Y)" και ο "Χάρτης των καμένων εκτάσεων με βάση τον βαθμό απανθράκωσης (B) "

Ο συνδυασμός των ιδιοτήτων των περιοχών των επιμέρους θεματικών χαρτών, οδηγεί στην διάκριση τριών περιοχών, δηλαδή στις περιοχές με χαμηλή, μέτρια και υψηλή τρωτότητα του εδάφους, όπως φαίνεται στο Χάρτη 7.7. Στο Σχήμα 7-2 παρουσιάζεται η έκταση των εδαφών με χαμηλή 83,3 km² (41%), μέτρια 22,90 km² (11%), και υψηλή τρωτότητα 99,20 km² (48%), μετά από τις πυρκαγιές του Αυγούστου.



Χάρτης 7-6. Χάρτης των καμένων εκτάσεων με βάση το βαθμό απανθράκωσης (B).



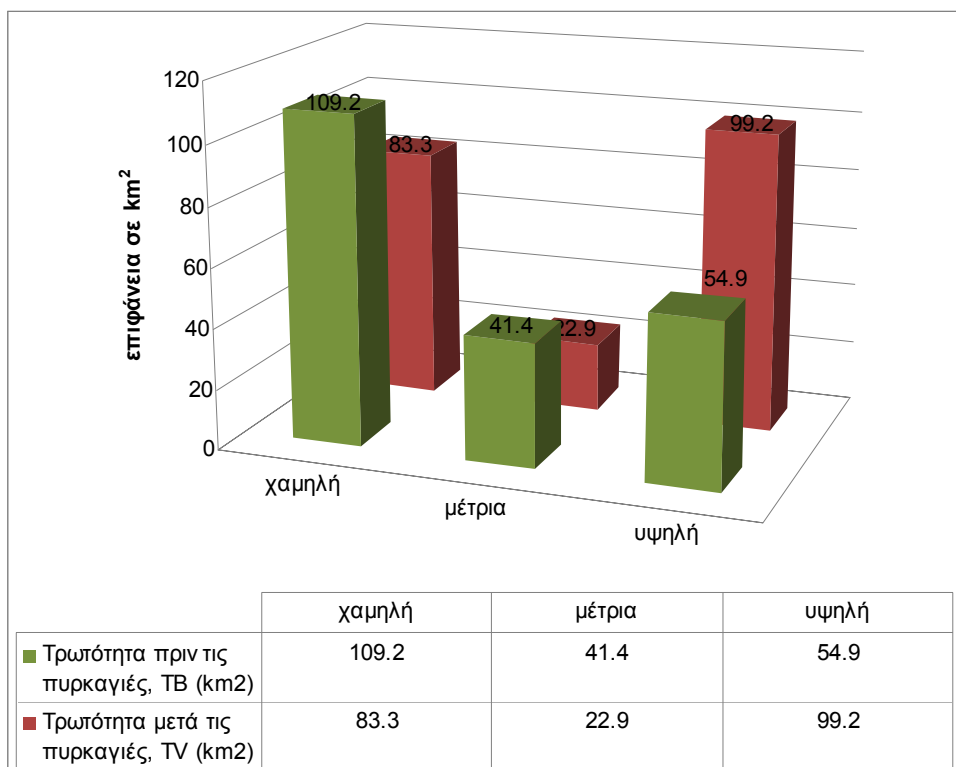
Χάρτης 7-7. Χάρτης επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση μετά τις πυρκαγιές (TB).



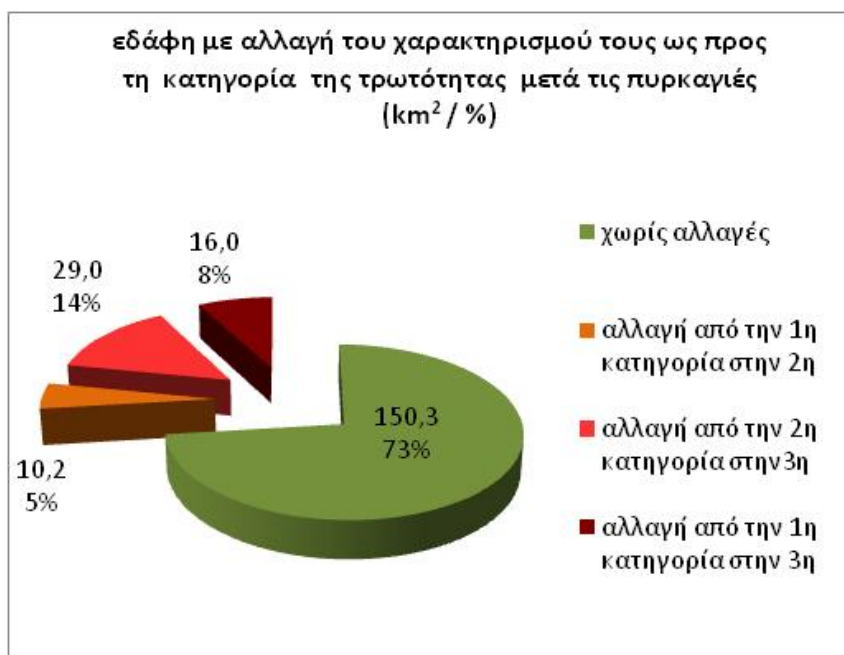
Σχήμα 7-2. Εδάφη σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό τους ως προς την τρωτότητά τους μετά τις πυρκαγιές σε km² και επί τοις %.

Η έκταση, η οποία άλλαξε τον χαρακτηρισμό της ως προς την τρωτότητά της μετά τις πυρκαγιές στη περιοχή έρευνας, είναι 55,2 km² ήτοι το 27% της συνολικής έκτασης του Δήμου Ζαχάρως, ενώ τα 150,3 km² (73%) παρέμειναν στο ίδιο καθεστώς με αυτό που επικρατούσε και πριν από τις πυρκαγιές. Από την έκταση αυτή των 55,2 km² τα 10,10 km² (5%) άλλαξαν κατηγορία από την χαμηλή στην μέτρια, τα 29,0 km² (14%) από την μέτρια στην υψηλή και 16,0 km²(8%) από την χαμηλή στην υψηλή κατηγορία (Σχήμα 7-3, Σχήμα 7-4).

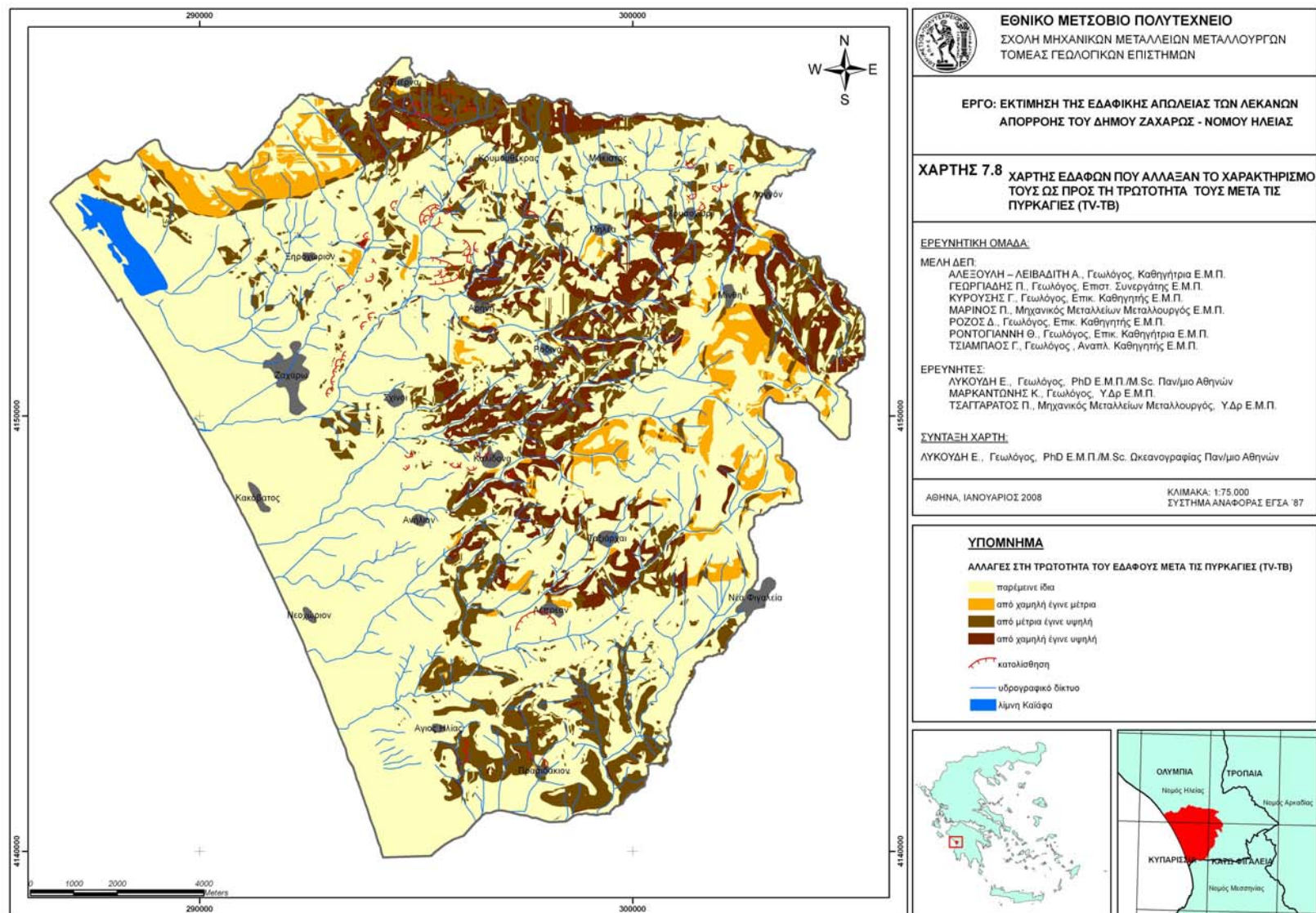
Οι περιοχές που άλλαξαν κατηγορία βρίσκονται κυρίως στο βόρειο (Λάπιθας) κεντρικό (μεταξύ Καλίδονα και Χρυσοχώρι) και νότιο τμήμα (βόρεια κοιλάδα του π.Νέδα) της περιοχής έρευνας, καθώς και στο ανατολικό τμήμα της Μίνθης (Χάρτης 7.8).



Σχήμα 7-3. Εκτάσεις σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό τους ως προς την τρωτότητά τους πριν και μετά τις πυρκαγιές σε km².



Σχήμα 7-4. Συνολικές εκτάσεις που άλλαξαν τον χαρακτηρισμό τους ως προς την τρωτότητα μετά τις πυρκαγιές επί τοις %.



Χάρτης 7-8. Εκτάσεις που άλλαξαν το χαρακτηρισμό τους ως προς την τρωτότητας τους μετά τις πυρκαγιές(TV-TB).

8 ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΜΕΣΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΝ ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ – ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ

Στο κεφάλαιο αυτό κρίθηκε σκόπιμο να δοθεί μια πρώτη εκτίμηση της συμπεριφοράς των άμεσων μέτρων προστασίας που υλοποιήθηκαν στην περιοχή, και τα οποία στην πλειονότητά τους είχαν προταθεί από κλιμάκιο της ομάδας εργασίας Α΄ του ΕΜΠ. Σε γενικές γραμμές τα μέτρα αυτά ήταν:

- ✦ Άμεση οργάνωση, εγκατάσταση και λειτουργία συστήματος εγρήγορσης και έγκαιρης προειδοποίησης για επερχόμενη πλημμύρα, προκειμένου να είναι εφικτή η εκκένωση ευαίσθητων χώρων συνάθροισης κατοίκων.
- ✦ Αντιδιαβρωτικά έργα με κορμοδέματα ή κλαδοπλέγματα,
- ✦ Ανασχετικά ξυλοφράγματα της ροής του νερού στις μισγάγγειες (μικρά ρέματα στις ορεινές ζώνες).
- ✦ Καθαρισμοί και διευρύνσεις κοίτης.
- ✦ Εγκατάσταση “χτενιών” από χαλύβδινα στοιχεία κατάλληλης διατομής στην ανάντη πλευρά γεφυριών.
- ✦ Συνεχής επιθεώρηση και καθαρισμός από τις αρμόδιες τεχνικές υπηρεσίες αυλάκων, τεχνητών οχετών και αγωγών στο οδικό δίκτυο και στους οικιστικούς χώρους της περιοχής.

Αναφορικά με την οργάνωση, εγκατάσταση και λειτουργία συστήματος προειδοποίησης, δεν ήταν δυνατόν να διαπιστωθεί η υλοποίηση και δράση αυτής της πρότασης, καθώς δεν υπάρχουν σχετικά στοιχεία από το Δήμο. Εν τούτοις, η ενεργοποίηση και εγρήγορση όλων των κατοίκων τουλάχιστον αυτό το χειμώνα είναι δεδομένη κι έτσι δεν αναδύονται οι πιθανές αδυναμίες υλοποίησης αυτής της πρότασης.

Τα αντιδιαβρωτικά κορμοδέματα ή κλαδοπλέγματα έχουν αναπτυχθεί στα περισσότερα πρηνή που προ της πυρκαγιάς ήταν καλυμμένα από δασώδη φυτοκάλυψη (Εικόνα 8-1) με υπεράνθρωπες προσπάθειες των ειδικών εργατών στη δράση αυτή και συγκρατούν το εδαφικό κάλυμμα. Ελάχιστα από τα κορμοδέματα δεν λειτουργούν σωστά, καθώς έχουν τοποθετηθεί σε ανώμαλη επιφάνεια χωρίς εξομάλυνση και το νερό μαζί με τα εδαφικά υλικά βρίσκει διέξοδο κάτω από τους κορμούς στα σημεία των εδαφικών υφέσεων.



Εικόνα 8-1. Κορμοδέματα σε ορεινό πρανές με καμένη δασώδη φυτοκάλυψη.

Σημαντική προς την κατεύθυνση της συγκράτησης της στερεοπαροχής στα ρέματα και της ομαλοποίησης της ροής είναι και η συμβολή των ξυλοφραγμάτων (Εικόνα 8-2) καθώς λειτούργησαν άμεσα με τις πρώτες βροχές (Εικόνα 8-3).



Εικόνα 8-2. Διάταξη ξυλοφραγμάτων σε ορεινή ζώνη της περιοχής.



Εικόνα 8-3. Καλή λειτουργία ξυλοφράγματος.

Καθαρισμοί και διευρύνσεις κοίτης έγιναν σε αρκετούς κύριους υδρογραφικούς άξονες (Εικόνα 8-4), κάτι που βοήθησε σημαντικά στην ευχερή κίνηση των νερών της βροχής και των υλικών της στερεοπαροχής προς τις ακτές.



Εικόνα 8-4. Καθαρισμός και διεύρυνση της κοίτης κύριου υδρογραφικού άξονα.

Η Εγκατάσταση “χτενιών” (debris racks) από χαλύβδινα στοιχεία κατάλληλης διατομής στην ανάντη πλευρά γεφυριών (Εικόνα 8-5) απετέλεσε το καλύτερο λει-

τουργικά μέτρο για την προστασία οικιστικών ζωνών με τις πρώτες βροχοπτώσεις, καθώς συγκράτησαν όλα σχεδόν τα ογκώδη υλικά (όπως κλαδιά, υπολείμματα κορμών, στύλων ΔΕΗ και ΟΤΕ, κλπ), που μετέφεραν τα νερά των βροχοπτώσεων αλλά και μέρος της στάχτης και της αργιλοϊλύος (Εικόνα 8-6).



Εικόνα 8-5. Χτένια (debris racks) από χαλύβδινα στοιχεία κατάλληλης διατομής στην ανάντη πλευρά γέφυρας.



Εικόνα 8-6. Σημαντικές ποσότητες υλικών που συγκρατήθηκαν από τα χτένια σε μικρό γεφύρι ανάντη της Ζαχάρωσ.

Η δράση αυτού του άμεσου μέτρου ήταν ιδιαίτερα ευεργετική για την πόλη της Ζαχάρως. Η παρουσία τέτοιων χτενιών σε μικρογέφυρες ανάντη της πόλης στο χείμαρρο που τη διασχίζει με εγκιβωτισμένο αγωγό, την προστάτευσαν από σοβαρές πλημμύρες το χειμώνα που πέρασε.

Επιπρόσθετα, από τη Εικόνα 8-6 διαπιστώνεται η ετοιμότητα των αρχών καθώς υπήρξε άμεση αποστολή μηχανημάτων για την απομάκρυνση των συγκεντρωθέντων υλικών, αμέσως μετά από σχετική βροχόπτωση, προκειμένου να αποφευχθούν πλημμύρες στις αγροτικές εκτάσεις πίσω από τα γεφύρια.

Αυτό επιβεβαιώνει την υλοποίηση της τελευταίας πρότασης για συνεχή επιθεώρηση και καθαρισμό από τις αρμόδιες τεχνικές υπηρεσίες αυλάκων, τεχνητών οχετών και αγωγών στο οδικό δίκτυο και στους οικιστικούς χώρους της περιοχής.

Καταγράφοντας τη συμπεριφορά των προταθέντων άμεσων μέτρων σε περιόδους ισχυρών βροχοπτώσεων αυτού του χειμώνα, διαπιστώθηκε η ακόλουθη ιδιομορφία στη συμπεριφορά του κλειστού αγωγού διατομής 6m x 3m που διασχίζει την πόλη της Ζαχάρως επί μήκους 800m, με την παρουσία του Δημοτικού Σχολείου στην περιοχή της εισόδου του και του Λυκείου στην περιοχή της εξόδου του.

Κατά τη διάρκεια μιας ασθενούς βροχόπτωσης, όπου στην είσοδο του εγκιβωτισμένου αγωγού οι ποσότητες του νερού ήταν αμελητέες (Εικόνα 8-7), στην έξοδο του ίδιου οχετού αυτές ήταν σημαντικά αυξημένες (Εικόνα 8-8).



Εικόνα 8-7. Η είσοδος του εγκιβωτισμένου οχετού με τον οποίο ο χείμαρρος Ζαχάρως διασχίζει την πόλη, μετά από ασθενή βροχόπτωση.



Εικόνα 8-8. Η έξοδος του ίδιου οχετού μετά την ίδια βροχόπτωση.

Η σχετική διερεύνηση του φαινομένου, που στην περίπτωση ισχυρών και παρατεταμένων βροχοπτώσεων θα μπορούσε να προκαλέσει πλημμύρες στην περιοχή εξόδου του οχετού, λόγω και τις μικρής διατομής του εκεί (Εικόνα 8-8), με σοβαρές συνέπειες για το εκεί τμήμα της πόλης με το Λύκειο, οδήγησε στη διαπίστωση της παροχέτευσης των ομβρίων όλης της πόλης στον οχετό αυτό.

Πέραν λοιπόν από αυτό που είχε αναφερθεί στην έκθεση των πρόδρομων παρατηρήσεων της ομάδας ‘‘Α’’ του ΕΜΠ, δηλαδή στην άμεση και διεξοδική διερεύνηση κατασκευής παράλληλου αγωγού εξόδου ομβρίων με κατάλληλη διατομή, διαμέσου της οικιστικής περιοχής Ζαχάρως ή περιμετρικά της ζώνης αυτής προτείνεται η παροχέτευση των ομβρίων της πόλης στο μεγάλης διατομής ρέμα που διέρχεται στο νότιο άκρο της οικιστικής ζώνης.

Αυτή η μεταβολή είναι απόλυτα αναγκαία για την προστασία της κατάντη ζώνης από καταστρεπτικές πλημμύρες.

9 ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Οι μεγάλες δασικές πυρκαγιές του καλοκαιριού του 2007, με σοβαρές επιπτώσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της χώρας μας, έπληξαν με ιδιαίτερη σφοδρότητα τις περιοχές του Δήμου Ζαχάρως στο Νομό Ηλείας. Κατά κύριο λόγο κάηκαν δασικές εκτάσεις, αγροτικές καλλιέργειες και κτηνοτροφικές μονάδες, ενώ η καταστροφή επεκτάθηκε και σε κατοικημένες περιοχές, με αποτέλεσμα δυστυχώς την απώλεια και ανθρώπινων ζώων.

Μετά τις πυρκαγιές του Αυγούστου 2007 το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο προσκλήθηκε από τον Δήμο Ζαχάρως για να συμβάλλει στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων από τις πυρκαγιές. Αρχικά επισημάνθηκαν τα άμεσα μέτρα για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων που θα προκαλέσουν οι αυξημένες επιφανειακές απορροές - στερεοπαροχές υλικών από διαβρώσεις και κατολισθητικά φαινόμενα στα εδαφικά καλύμματα, αλλά και στους μαλακούς βραχώδεις σχηματισμούς που συμμετέχουν με μεγάλο ποσοστό επιφανειακής εξάπλωσης στη γεωλογική δομή του Δήμου Ζαχάρως. Στη συνέχεια η συγκεκριμένη Ερευνητική ομάδα που συστάθηκε από το ΕΜΠ διερεύνησε τους γεωπεριβαλλοντικούς παράγοντες που συμβάλλουν στις διεργασίες της εδαφικής απώλειας και συνέταξε τον τελικό σχετικό χάρτη τρωτότητας . Με βάση τα δεδομένα της μελέτης αυτής συμπεραίνονται τα ακόλουθα:

Η περιοχή έρευνας μορφολογικά εντάσσεται στο τεκτονικό βύθισμα της Ζαχάρως, με πολυσύνθετη εξέλιξη λόγω της γειτονίας με την Ιόνια τάφρο. Στη σημερινή μορφή στην περιοχή κυριαρχούν τα υψώματα των ορεινών όγκων Λαπίθας και Μίνθης, ενώ στο δυτικό τμήμα αναπτύσσεται η πεδινή (παράκτια) ζώνη που παρουσιάζει μικρές μορφολογικές εξάρσεις λόγω της παρουσίας των θινών κατά μήκος της ακτής. Κυρίαρχο μορφολογικό στοιχείο αποτελεί η λίμνη του Καϊάφα, βόρεια της πόλης της Ζαχάρως, με τις ιαματικές πηγές της. Έτσι, το ανάγλυφο της περιοχής έρευνας χαρακτηρίζεται ορεινό στο ανατολικό και βόρειο τμήμα της, ημιορεινό έως λοφώδες στην κεντρική ζώνη και πεδινό στη παραλιακή ζώνη, καθώς και στις κοιλάδες των ποταμών. Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής έρευνας χαρακτηρίζεται από ήπιες έως μεγάλες μορφολογικές κλίσεις της τάξης των 12-35%. Μορφολογικές κλίσεις μικρότερες του 12% παρατηρούνται σε ένα σημαντικό τμήμα της περιοχής έρευνας (66,5 km²) και κλίσεις μεγαλύτερες του 35% παρατηρούνται σε μικρότερο τμήμα αυτής.

Τα υδρογραφικά δίκτυα της περιοχής έρευνας είναι σχετικά πυκνά κυρίως στο νότιο (βόρειοι κλάδοι π. Νέδας) και ανατολικό τμήμα της (ρέμα Γκρεμισμένης) και έχουν σύνθετη μορφή. Ο τύπος των υδρογραφικών δικτύων είναι γενικά επιμήκης δενδριτικός αλλά και ορθογώνιος, ενώ παρατηρείται ασυμμετρία στις λεκάνες απορροής, η οποία οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στη νεοτεκτονική δομή της περιοχής. Οι κύριοι κλάδοι των υδρογραφικών δικτύων ελέγχονται από τις νεοτεκτονικές ρηξιγενείς ζώνες και ρήγματα, ενώ η τάξη των περισσότερων υδρογραφικών δικτύων φθάνει την 4^η και 5^η τάξη. Από τις μορφομετρικές παραμέτρους προκύπτει ότι τα γενικά υδρογραφικά δίκτυα μεταφέρουν υψηλό ποσοστό φερτών υλικών ιδίως το. Θολό αλλά και τα ρέματα Σπαρτολάγκαδο, Ξηροχωρίτικο, Ζαχαράϊικο, καθώς και οι βόρειοι κλάδοι του π. Νέδας. Τέλος διαφαίνεται ότι οι λεκάνες έχουν μεγάλη ακόμη δυνατότητα προσφοράς υλικού προς τα κατάντη, εφόσον βρίσκονται σε μη προχωρημένο στάδιο απογύμνωσης, κυρίως στο νότιο τμήμα της περιοχής έρευνας.

Από πλευράς κλιματολογικών συνθηκών, τα διαθέσιμα δεδομένα των σταθμών Πύργου, Κυπαρισσίας και Ανδρίτσαινας αποκαλύπτουν ότι η περιοχή έρευνας δέχεται σημαντικό ύψος βροχοπτώσεων σε ετήσια βάση, αντίστοιχο με αυτό των δυτικών περιοχών του Ελληνικού χώρου. Στο πεδινό και λοφώδες τμήμα της περιοχής έρευνας, το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι της τάξης των 900mm. Στην ορεινή ζώνη, μέσο ετήσιο ύψος βροχής ξεπερνά τα 1000mm. Η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται στους 17,4⁰C ενώ η μέση ετήσια σχετική υγρασία ανέρχεται σε 69%. Τέλος η επικρατούσα διεύθυνση των ανέμων όλο το χρόνο είναι βορειοδυτική.

Γεωλογικά η περιοχή έρευνας δομείται από αλπικούς και μεταλπικούς σχηματισμούς. Οι πρώτοι ανήκουν στις γεωτεκτονικές ζώνες Πίνδου, Γαβρόβου και Ιονίου (μικρή εμφάνιση στη λίμνη Καϊάφα). Οι σχηματισμοί είναι οι τριαδικοϊουρασιακοί και κρητιδικοί ασβεστόλιθοι, μέλη της σχιστοκερατολιθικής σειράς, ιζημάτα μετάβασης στο φλύσχη και ο φλύσχη. Όσον αφορά στις μεταλπικές αποθέσεις, αυτές με τη μορφή νεογενών ιζημάτων αλλά και τεταρτογενών σχηματισμών, εμφανίζονται κυρίως στις λεκάνες Νέδας και Ζαχάρως, όπου και καταλαμβάνουν τις λοφώδεις και τις πεδινές περιοχές.

Η στενή περιοχή μελέτης περιλαμβάνεται μέσα σε μία μεγάλη νεοτεκτονική μακροδομή (1ης τάξης), αυτή που ονομάστηκε σύνθετη τεκτονική δομή Μεγαλόπολης - Λύκαιου - Μίνθης - Τετράζιου, η οποία δεν αποτελεί ούτε ένα τυπικό τεκτονικό βύθισμα αλλά ούτε και τυπικό σύγκλινο, αφού συνυπάρχουν αυτές οι χαρακτηριστικές τεκτονικές δομές σε οποιαδήποτε κλίμακα. Οι περιθωριακές ρηξιγενείς ζώνες που οριοθετούν τις νεοτεκτονικές μακροδομές δεν είναι παντού εμφα-

νείς, αποτελούνται δε από ρήγματα διαφόρων διευθύνσεων σε "en echelon" διάταξη. Όσον αφορά το άλμα τους, αυτό δεν είναι σταθερό σε όλο τους το μήκος, αλλά συνήθως αυξάνει από τα ανατολικά προς τα δυτικά για τις ρηξιγενείς ζώνες διεύθυνσης Α-Δ, και από τα νότια προς τα βόρεια για τις ρηξιγενείς ζώνες διεύθυνσης Β.ΒΔ/κή-Ν.ΝΑ/κή.

Οι ιζηματογενείς λεκάνες της Ζαχάρως και του π. της Νέδας παρουσιάζουν μία πολυσύνθετη παλαιογεωγραφική εξέλιξη κατά τη διάρκεια του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς, καθώς βρίσκονται πολύ κοντά στη τάφρο του Ιονίου. Το τεκτονικό βύθισμα της Ζαχάρως θα πρέπει να δημιουργήθηκε κάπου στο Ανώτερο Μειόκαινο, ενώ κατά το τέλος του Πλειστοκαίνου ολόκληρη η περιοχή ανυψώνεται και διαβρώνεται η ανώτερη αναβαθμίδα στην ανατολική υπολεκάνη. Η σημερινή εικόνα ολοκληρώνεται κατά το Ολόκαινο με τη δημιουργία των θινών και των αλλουβιακών αποθέσεων πάνω στους προϋπάρχοντες σχηματισμούς. Το τεκτονικό βύθισμα Νέδα λειτουργεί το Ανώτερο Μειόκαινο και πάντως μέχρι το Κατώτερο Πλειστόκαινο. Κατά το τέλος του Πλειστοκαίνου ολόκληρη η περιοχή χερσεύει ενώ η σημερινή εικόνα ολοκληρώνεται κατά το Ολόκαινο με τη δημιουργία των ποτάμιων αναβαθμίδων, των θινών και γενικότερα με τις αλλουβιακές αποθέσεις πάνω στους προϋπάρχοντες σχηματισμούς.

Από υδρογεωλογικής πλευράς οι σχηματισμοί που δομούν την περιοχή έρευνας, κατατάσσονται σε: α) υψηλής υδροπερατότητας, β) χαμηλής έως μέτριας υδροπερατότητας, και γ) πρακτικά υδατοστεγανούς σχηματισμούς, με μικρής δυναμικότητας υπόγεια υδροφορία αναπτύσσεται σε ζώνης έντονης αποσάθρωσης και κερματισμού των ανωτέρω σχηματισμών.

Η τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών καθορίζεται από παράγοντες όπως: η λιθολογική τους σύσταση, η τεκτονική καταπόνηση που έχουν υποστεί, η επιδεκτικότητά τους στις διεργασίες της αποσάθρωσης και διάβρωσης, η δράση του επιφανειακού και υπόγειου νερού κ.α. Στις καμένες από πυρκαγιές εκτάσεις η γεωμηχανική συμπεριφορά των επιμέρους γεωλογικών σχηματισμών υποβαθμίζεται, κυρίως λόγω μεταβολής της δράσης των επιφανειακών νερών αλλά και των αλλαγών στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί παρουσιάζουν γενικά καλή γεωμηχανική συμπεριφορά, με ελάχιστες αστοχίες κυρίως με τη μορφή καταπτώσεων βράχων. Μέτρια έως κακή γεωμηχανική συμπεριφορά παρουσιάζουν οι σχηματισμοί του φλύσχη, με ερπυσμούς, αστοχίες ολίσθησης, κλπ. Τα φαινόμενα αυτά αυξάνονται σε συχνότητα και πυκνότητα στις περιοχές όπου αυτοί παρουσιάζουν παράλληλες κλίσεις με το πρανές (φυσικό ή τεχνικό) και το μέτρο της κλίσης τους είναι μεγάλο. Παρόμοια γεωμηχανική συμπεριφορά με αυτή των σχηματισμών του φλύσχη, παρουσιάζουν και οι κλαστικοί

σηματισμοί και οι σχιστοκερατόλιθοι της ζώνης Πίνδου. Ενδιαφέρον από πλευράς αστοχιών εμφανίζουν οι ζώνες έντονου κερματισμού και αποσάθρωσης όπου εκδηλώνονται κυρίως οι αστοχίες. Κυμαινόμενη γεωμηχανική συμπεριφορά παρουσιάζουν οι πλειο-πλειστοκαινικοί σχηματισμοί την οποία καθορίζουν η ποικίλη λιθολογική σύσταση αυτών, η στρωματογραφική αλληλουχία των επιμέρους λιθολογικών ενοτήτων, η κλίση των στρωμάτων σε σχέση με την κλίση των πρηνών και η τεκτονική τους καταπόνηση. Τα πλευρικά κορήματα έχουν μειωμένα γεωμηχανικά χαρακτηριστικά. Τέλος οι αλλουβιακές αποθέσεις καλύπτουν την πεδινή έκταση του Δήμου Ζαχάρως και για το λόγο αυτό δεν εμφανίζουν φαινόμενα γεωλογικών αστοχιών.

Με βάση την παραπάνω τεχνικογεωλογική συμπεριφορά αλλά και την επιτόπια έρευνα διαπιστώνεται ότι στην περιοχή έρευνας έχει καταγραφεί αριθμός αστοχιών πρηνών μικρής συνήθως έκτασης. Τα αίτια εκδήλωσης των αστοχιών αποτελούν συνδυασμό κατά περίπτωση παραγόντων, όπως η παρουσία γεωλογικών σχηματισμών με μειωμένες τιμές γεωμηχανικών χαρακτηριστικών, η αλληλουχίας γεωλογικών σχηματισμών με διαφορετική γεωμηχανική συμπεριφορά κατά την κατακόρυφο και οριζόντια διάσταση, οι διεργασίες αποσάθρωσης και διάβρωσης, η έντονη τεκτονική καταπόνηση, το σημαντικό ύψος βροχόπτωσης που σημειώνεται στην περιοχή, οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (η αποψίλωση εκτάσεων για την επέκταση καλλιεργειών και η διάνοιξη δρόμων και τέλος η σεισμική δραστηριότητα). Οι αστοχίες εκδηλώνονται με μεγαλύτερη συχνότητα στα νεογενή ιζήματα, στους σχηματισμούς του φλύσχη και στους σχιστοκερατόλιθους της ζώνης Πίνδου. Οι αστοχίες πλήττουν κυρίως αγροτικές εκτάσεις και το οδικό δίκτυο της περιοχής. Σημαντικές κατολισθήσεις που έχουν πλήξει οικιστικές ζώνες στην περιοχή έρευνας, είναι αυτές που έχουν εκδηλωθεί στα χωριά Καλίδονα και Λέπρεο. Στις καμένες εκτάσεις, λόγω μεταβολής της επίδρασης του νερού των βροχοπτώσεων στους γεωλογικούς σχηματισμούς, αναμένεται αύξηση του αριθμού και του μεγέθους των αστοχιών.

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας ως προς την εδαφική διάβρωση σχηματισμών της περιοχής έρευνας, στήθηκε ένα απλοποιημένο μοντέλο από προηγούμενες έρευνες, με ορισμένες τροποποιήσεις που κρίθηκαν σκόπιμες στη συγκεκριμένη εφαρμογή. Αυτό βασίζεται στην επεξεργασία των χωρικών παραμέτρων της λιθολογίας, γεωμορφολογίας, υδρογραφίας και φυτοκάλυψης, οι οποίες σχετίζονται με την εδαφική διάβρωση είτε άμεσα είτε έμμεσα. Η βροχόπτωση δεν συναξιολογείται στο μοντέλο αφενός διότι παραμένει για ίδια για ολόκληρη την περιοχή έρευνας και αφετέρου συμπεριλαμβάνεται έμμεσα στην υδρογραφική υφή.

Η χρήση του μοντέλου αυτού βοηθά στην εκτίμηση του βαθμού τρωτότητας των σχηματισμών και δίνει την δυνατότητα περιορισμού των οικονομικών και κοινωνικών συνεπειών που προκαλεί η εδαφική διάβρωση στην περιοχή. Ο βαθμός τρωτότητας των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν τη περιοχή έρευνας πριν και μετά από τις πυρκαγιές, προέκυψε από την συναξιολόγηση τεσσάρων μεταβλητών, από τις οποίες εξαρτάται είτε άμεσα είτε έμμεσα η εδαφική διάβρωση και δύνανται να απεικονιστούν χωρικά με τη δημιουργία των εξής θεματικών χαρτών: «χάρτης γεωλογικών σχηματισμών επιδεικτικών στη διάβρωση και σε αστοχίες L», «χάρτης μορφολογικών κλίσεων S», «χάρτης υδρογραφικής υφής Y» και «χάρτης χρήσεων γης V» και «χάρτης καμένων εκτάσεων με βάση το βαθμό απανθράκωσης B» Η έκταση των περιοχών επικινδυνότητας ως προς την τρωτότητα, μετά τις πυρκαγιές του Αυγούστου εμφανίζει αύξηση και στις τρεις κατηγορίες που διακρίθηκαν σε σχέση με αυτήν πριν από τις πυρκαγιές του Αυγούστου. Η έκταση η οποία άλλαξε τον χαρακτηρισμό της ως προς την τρωτότητά της μετά τις πυρκαγιές στη περιοχή έρευνας είναι 55,2 km² ήτοι το 27% της συνολικής έκτασης του Δήμου Ζαχάρως ενώ τα 150,3 km² (73%) παρέμειναν στο ίδιο καθεστώς με αυτό που επικρατούσε και πριν από τις πυρκαγιές. Από την έκταση αυτή των 55,2 km² τα 10,1 km² (5%) άλλαξαν κατηγορία από την χαμηλή στην μέτρια, τα 29,0 km² (14%) από την μέτρια στην υψηλή και 16,0 km² (8%) από την χαμηλή στην υψηλή κατηγορία. Οι περιοχές που άλλαξαν κατηγορία βρίσκονται κυρίως στο βόρειο (Λάπιθας) κεντρικό (μεταξύ Καλίδονα και Χρυσοχώρι) και νότιο τμήμα (βόρεια κοιλάδα του π.Νέδα) της περιοχής έρευνας, καθώς και στο ανατολικό τμήμα της Μίνθης.

10 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aubouin, J., Dercourt, J., (1963). Zone preapulienne zone Ionienne et zone du Gavrovo en Péloponnèse occidentale. Bull. Soc. Geol. France, (7)3 785-794, GRSS6F, 190.

Comninakis, P.E., Papazachos, B.C., (1986). A catalogue of earthquakes in Greece and surrounding area for the period 1901-1985. Publ. Geophys.Lab.Univ. Thessaloniki, 1, 167pp. Thessaloniki.

E.A.K. (2000). ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ. ΥΠΕΘΟ - ΟΑΣΠ, ΑΘΗΝΑ.

Fleury, J.J., (1980). - Les zones de Gavrovo - Tripolitza et du Pinde - Olonos (Grece continental et Péloponnèse du Nord). Evolution d' une plateforme et d' une bassin dans le cadre alpin. Publ. Soc. Geol. Nord, No 4, vol. I.

Galanopoulos, A., (1972). - Plate tectonics in the area of Greece as reflected in the deep focus seismicity. Bull. Geol. Soc. Greece, IX/2, p. 266-285.

Hageman, J., (1977). - Stratigraphy and sedimentary history of the Upper Cenozoic of the Pyrgos area (W. Peloponnesus, Greece). Ann. Geol. Pays Hellen., t. XXVIII, p. 299-333, Athens.

Horton, R., (1945). Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology: Geol. Soc. Amer. Bull., v. 56, p. 275-370, March 1945.

Zarris D., Lykoudi E. and Panagoulia D.(2006). Sediment yield estimations in north-western greece and analysis with hydrological and geomorphologic factors. 11ο Διεθν. Συνεδρ., Δελτ.Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., Αθήνα.

Leopold, L. B., & Langbein, W. B., (1962). The concept of entropy in landscape evolution: U.S.G.S. Prof. Paper 500-A, p. 1-20.

Lykoudi, E., Zarris, D., (2004). The influence of drainage network formation and characteristics over a catchment's sediment yield. River Flow 2004, Second International Conference on Fluvial Hydraulics Department of Hydraulic and Environmental Engineering Girolamo Ippolito, University of Napoli Federico II, Naples, Italy June 23-25 2004.

- Mariolakos, I., (1986). - Beitrage zur morphotektonischen Entwicklung der becken von Ano Messinia, Dorion und Kyparissia (Peloponnes). Salzburger exkursion berichte, Geograph. Studien auf Seriphos, Inst. Geographie, Univ. Salzburg, Heft 10, p.159-184.
- Mariolakos, I., Papanikolaou, D., Lagios, E., (1985). - A neotectonic geodynamicmodel of peloponnesus based on: morphotectonics, repeated gravity measurements and seismicity. Geol. Jb. Band 50, p. 3-17.
- Mariolakos, I., Fountoulis, I., Logos, E., Lozios, S., (1989a). - Surface faulting caused by the Kalamata (Greece) earthquakes (13.9.1986). Tectonophysics, 163, p. 197-203.
- Mariolakos, I., Fountoulis, I., Logos, E., Lozios, S., (1989b). - Methods to study the torsional neotectonic deformation: the case of Kalamata area (SW Peloponnesus, Greece). Proc. 4th Congr. on Regional Crustal Stability and Geological Hazards, IGCP project 250, October 1989, Athens - Kalamata, Edited by Institute of Geomechanics, Chinise Academy of Geological Sciences(CAGS), Beijing, 1991.
- Makropoulos, K., Drakopoulos, J. & Latousakis J., (1989). - A revised and extended earthquake catalogue for Greece since 1900. Geophys. J., 98, 2, p. 391-394.
- Monopolis, D. & Bruneton, A., (1982). - Ionian sea (Western Greece): its structural outline deduced from drilling and geophysical data. Tectonophysics, v. 83, p. 227-242.
- Renz, C., (1955). Die vorneogene Stratigraphie der normal - sedimentären Formationen Griechenlands. Inst. Geol. Subsurf. Res., 637 s., Athen.
- Shreve, L., (1966). Statistical law of stream numbers: Jour. Geol., v. 74, p. 17-37.
- Strahler, A., (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topografhy. Geol. Soc. Amer. Bull., 63, p. 1117-1142.
- Strahler, A., (1954a). Statistical analysis in geomorphic research. Journal of Geology, -62, p. 1-25.
- Strahler, A., (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: Chow, V. (ed.) Handbook of applied hydrology. Section 4-II, p. 39-76. Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- Strahler, A., (1954b). Quantitative geomorphology of erosional landscapes. 19th Intern. Geol. Cong. (Algeries), p. 341-354.

Strahler,A., (1957). Quantitative analysis of Watershed geomorphology. Amer. Geophys. Union Transactions, 38 (6) : p. 913-920.

Strahler,A., (1976). Physical Geography. Quantitative Analysis of Erosional Landforms. New York 1975.

Streif, H., (1977). Geological map of Greece, scale 1/50,000 Olympia sheet. Publ. I.G.M.E., Athens.

Streif, H., (1978). Stratigraphy and tectonics of Late Cenozoic rocks in Western Peloponnessus. In Alps, Apennines, Hellenides, Scient. rep., v. 38, p.501-502, Stuttgart.

Αλεξούλη-Λειβαδίτη, Α., Λειβαδίτης, Γ., Λυκούδη, Ε., (2002). Εκτίμηση της τρωτότητας στη διάβρωση των γεωλογικών σχηματισμών και της παραγωγής φερτών υλών στη Λέσβο. 6ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Θεσσαλονίκη.

Γαλανόπουλος, Α., (1947). Η σεισμικότης της Μεσσηνίας. Ann. Geol. Pays Hellen., I, p. 38-59, Αθήνα.

Γαλανόπουλος, Α., (1955). Σεισμική γεωγραφία της Ελλάδος. Ann. Geol. Pays Hellen., . VI, p. 83-121, Αθήνα.

Γαλανόπουλος, Α., (1981). Οι βλαβεροί σεισμοί και το δυναμικό της Ελλάδος. Ann. Geol. Pays Hellen., XXX/2, p. 647-720, Αθήνα.

Δημόπουλος, Γ. & Μουντράκης, Δ., (1988). Υδρογεωλογική και υδροχημική συμπεριφορά των θερμών πηγών Καϊάφα (Δ. Πελοπόννησος). Πρακτ. 4ου Γεωλ. Επιστ. Συν. της Ελλην. Γεωλ. Ετ., XXIII/3, σελ. 49-60, Αθήνα.

Καμπέρης, Ε., (1987). Γεωλογική και πετρελαιογεωλογική μελέτη ΒΔ Πελοποννήσου. Διδακτορική διατριβή, Ε.Μ.Π., Τμήμα Μηχ Μεταλλ.-Μεταλλουργών, Αθήνα.

Κατσαβριάς, Ν., (1979). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, κλίμακα 1/50.000, φύλλο ΤΡΟΠΑΙΑ εκδόσεις ΙΓΜΕ, Αθήνα.

Λαλεχός, Ν., (1974). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, κλίμακα 1/50.000, φύλλο ΚΑΤΩ ΦΙΓΑΛΕΙΑ εκδόσεις ΙΓΜΕ, Αθήνα.

Λυκούδη, Ε., (2004). Διερεύνηση των μηχανισμών παραγωγής και ποσοτικός προσδιορισμός των φερτών υλικών της λεκάνης απορροής του Εύηνου ποταμού. Μεταδιδακτορική έρευνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2004.

Λυκούδη, Ε., Ζαρρής, Δ., Σκαρπέλη, Σ., Λειβαδίτη, Α., (2004). Διερεύνηση καταλληλότητας απλοποιημένου μοντέλου εκτίμησης της εδαφικής απώλειας. Εφαρμογή στη λεκάνη του Π. Ευρώτα. 7ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Μυτιλήνης 2004.

Μαρίνος, Π., Πλέσσας, Σ. και Βαλαδάκη-Πλέσσα, Κ., (1998). Θεματικοί χάρτες σχετικά με την εκτίμηση της επικινδυνότητας έναντι διαβρώσεων και παραγωγής φερτών υλών στην Αττική. Πρακτ. 4ου Πανελ. Γεωγραφ. Συνέδρ. Σελ. 584-616, Αθήνα.

Μαριολάκος, Η., (1975). - Σκέψεις και απόψεις επί ορισμένων προβλημάτων της Γεωλογίας και Τεκτονικής της Πελοποννήσου. Ann. Geol. Pays Hellen., 27, p. 215-313.

Μαριολάκος, Η., Λέκκας, Ε., Δανάμος, Γ., Λόγος, Ε., Φουντούλης, Ι., (1989). - Εδαφικές διαρρήξεις με ταυτόχρονη εκτίναξη νερού και άμμου κατά το σεισμό της 16-10-1988 στη περιοχή Βαρθολομιού (Δυτ. Πελοπόννησος). Πρακτικά Α Επιστ. Συν. Γεωφ. Ελλ., Απρίλιος 1989, Αθήνα, περιλήψεις σ. 65.

Μαριολάκος, Η. & Παπανικολάου, Δ., (1987). - Είδος παραμόρφωσης και σχέση παραμόρφωσης - σεισμικότητας στο Ελληνικό τόξο. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., XIX, σ. 59-76.

Μαριολάκος, Η. & Φουντούλης, Ι., (1991). - Νεοτεκτονικές μακροπτυχές στην περιοχή Φιλιατρών (Δυτ. Μεσσηνία, Πελοπόννησος). Πρακτικά 5ου Γεωλ. Επιστ. Συν. της Ελλ. Γεωλ. Ετ., Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., XXV/3, σ. 19-38.

Μαριολάκος, Η., Σαμπώ, Β., Φουντούλης, Ι., Λόγος, Ε., Λόζιος, Σ., Μερτζάνης, Α., (1987a). - Η πόλγη της Πολιανής. Πρακτικά 1ου Πανελλ. Γεωγρ. Συν. της Ελλ. Γεωγρ. Ετ., τομ. Β, σ. 40-52, Αθήνα.

Μαριολάκος, Η., Σαμπώ, Β., Λόζιος, Σ., Λόγος, Ε., Μερτζάνης, Α., Φουντούλης, Ι., (1987b). - Μορφοτεκτονικές παρατηρήσεις στο τεκτονικό βύθισμα Δίμιοβας Περιβολακίων. Πρακτικά 1ου Πανελλ. Γεωγρ. Συν. της Ελλ. Γεωγρ. Ετ., τομ. Β, σ. 101-118, Αθήνα.

Μητρόπουλος, Δ., Περισοράτης, Κ. & Αγγελόπουλος, Ι., (1982). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, κλίμακα 1/50.000, φύλλο ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ. εκδόσεις ΙΓΜΕ, Αθήνα.

Μιγκίρος Γ. (2005). Διαχείριση Υδατικών Πόρων Νομού Ηλείας. Ερευνητικό Πρόγραμμα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Χρηματοδότηση ΕΛΚΕΔΕ.

ΟΑΣΠ, (1989). Εκπόνηση χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας, Τελική έκθεση. Τομέας Γεωφυσικής Παν/μιου Αθηνών, Τομέας Γεωφυσικής Παν/μιου

Θεσ/νικης, Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αστεροσκοπείου Αθηνών, Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών.

Παπαζάχος, Β. & Παπαζάχος, Κ., (1989). Οι σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτη, 356 σ., Θεσ/νικη.

Φουντούλης, Ι., & Λέκκας, Ε., (1991). Η παρουσία της Ιονίου ενότητας στο όρος Λάπιθας (Κεντροδυτική Πελοπόννησος). 1η Γενική Επιστημονική Συνεδρία 1991 της Ελλ. Γεωλ. Ετ., Μάιος 1991, Ξάνθη, (υπό δημοσίευση, περίληψη στη Γεωενημέρωση τεύχος 12).

Φουντούλης, Ι., (2000). Νεοτεκτονική εξέλιξη της Νοτιοδυτικής Πελοποννήσου, διδακτορική διατριβή, εκδόσεις «ΓΑΙΑ» Παν/μιο Αιθηνών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
(Φωτογραφική τεκμηρίωση)



Εικόνα 1 Μερική άποψη του κατάντη τμήματος της λεκάνης απορροής του Ζαχαραϊκού π. Στο βάθος διακρίνεται η λίμνη Καϊάφα.



A



B

Εικόνα 2(A,B). Απόψεις του όρους Λαπίθα και τμήμα της λεκάνης απορροής του Ζαχαραϊκού ποταμού. Στην εικόνα 3A διακρίνονται ελαιώνες επηρεασμένοι από θερμική ακτινοβολία.



Εικόνα 3. Γενική άποψη του χωριού Καλίδωνα.



Εικόνα 4. Ανατολικά του χωριού Σμέρνα.



Εικόνα 5. Λεκάνη απορροής του π. Νέδα.



Εικόνα 6. Καταστροφικές συνέπειες της φωτιάς στα χωριά Αρτέμιδα και Μάκιστος.



A.



B.

Εικόνα 7. (A & B). Επίδραση της φωτιάς στον εδαφικό μανδύα.



Εικόνα 8. Ολοσχερώς καμένος ελαιώνας σε πρανές του ρέματος Ακίδας.



Εικόνα 9. Χαρακτηριστική εικόνα διαφοροποίησης του βαθμού επίδρασης της φωτιάς σε δασικές και καλλιεργήσιμες εκτάσεις.



Εικόνα 10. Προβλήματα στο οδόστρωμα λόγω φερτών υλικών μετά από έντονη βροχόπτωση. Διαδρομή Σμέρνα – Αρτέμιδα.



Εικόνα 11. Καταπτώσεις βραχωδών μαζών των κροκαλοπαγών στα πρανή του δρόμου προς Άγιο Ηλία.



A



B

Εικόνα 12.(A & B). Ανεξέλεγκτη απόρριψη μπαζών (A) και σκουπιδιών (B) στις καμένες περιοχές.



Εικόνα 13. Έντονο πρόβλημα μεταφοράς προς τα κατόντη φερτών υλικών. μεγάλων διαστάσεων (λατύπες, κροκάλες, χάλικες), μετά τις πυρκαγιές του Αυγούστου.



Εικόνα 14. Υψηλή στερεοπαροχή του ρέματος Άνδρου (λεκάνη απορροής Ακίδα.), μετά τις πυρκαγιές του Αυγούστου.



Εικόνα 15. Ανθρωπογενής επέμβαση στη κοίτη του ρέματος Ακίδα. Διατάραξη της φυσικής ισορροπίας στις κοίτες των ρεμάτων οδηγεί σε φαινόμενα έντονης διάβρωσης, αυξάνοντας τη στερεοπαροχή στο κατάντη τμήμα αυτών.



A.



B.

Εικόνα 16 .A. Αποψη του εγκιβωτισμένου τμήματος του Ζαχαραιϊκού ρέματος το οποίο μετατρέπεται σε κλειστό αγωγό εντός της πόλης της Ζαχάρας. B. Σύστημα προειδοποίησης πλημμύρας.



Εικόνα 17. Εργασίες κατασκευής κορμοδεμάτων έξω από το χωριό Καλίδονα.



Εικόνα 18. Η δύναμη της φύσης



A.

B.

Εικόνα 19. A. Δύσκολες στιγμές για την ομάδα.

B. Παρατηρώντας τις καταστροφικές συνέπειες της πυρκαγιάς...



A.

B.

Εικόνα 20. A. Στη λίμνη Καϊάφα, στους πρόποδες του όρους Λαφοκουμαριάς (Λάπιθας ορ.)

B. Στιγμές χαλάρωσης της ομάδας...



Εικόνα 21. Ηλιοβασίλεμα στη παραλία της Ζαχάρως.