

## Η πλημμύρα στο Μελισουργό Θεσσαλονίκης, Οκτώβριος 2006. Μια φυσικογεωγραφική προσέγγιση.

ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ Κ., ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ Κ., ΜΟΥΡΤΖΙΟΣ Π., ΝΙΚΟΛΑΪΔΟΥ Μ.,  
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ Σ., ΣΤΑΥΡΙΑΝΟΥ Κ.

### ABSTRACT

The present project was realized due to the recent floods that took place at the beginning of October 2006, in the area of the Prefecture of Thessaloniki. Noteworthy are the catastrophies that happened to the village Melissourgos, where the floodplain reached the houses locating in the lower zone of the village and human lives were endangered.

The studied area belongs to the Municipality of N. Apollonia and is located eastwards of the Thessaloniki and southwards of the Volvi Lake. The land-mass of the Melissourgos drainage basin is mainly consisted of granites and gneiss, having very low values of infiltration and therefore the overland flow is favored.

The drainage basin and network analysis showed that the Melissourgos hydrological basin is divided into two elongated major sub-basins. These basins with an area of 108.4 km<sup>2</sup> and 74.03 km<sup>2</sup> are drained by two main branches of the network, 6<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> order respectively. The confluence of these two branches is located 500m eastwards of the Melissourgos village forming a depositional floodplain with a riverside forest. Two hundred meters northwards the fluvial action of the river created straits on the granitic basement, as a result of the epigenetic action of the drainage network. The epigenesis was activated from the successive tectonic events that formed Mygdonia basin. The very low rates of the granite erodibility prevent the lateral erosion and shaped a narrow canyon 1800m long.

Thus, the large volume of surface water increased dramatically the river discharge in the junction of the two main network branches. In addition, the small intersection of the canyon's bed hampered the quick discharge of the water and created a temporary lake with a depth of approximately 8 m. This lake overwhelmed the low relief of the area and the lower part of the village inundated.

Finally, it must be mentioned that Melissourgos flood is enlisted to the category of natural hazards that are not caused by failure of human constructions or any anthropogenic interference. Thus, similar events will happen again in the future since the section of the canyon is not attainable to change due to the hard rocks inside where it is formed.

Keywords: flood, floodplain, natural hazards, Melissourgos, Thessaloniki

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με αφορμή τις πρόσφατες πλημμύρες που έπληξαν το Νομό Θεσσαλονίκης στις αρχές Οκτωβρίου 2006. Αξιοσημείωτες είναι οι καταστροφές που προκλήθηκαν στο χωριό Μελισουργός, όπου το πλημμυρικό πεδίο έφτασε μέχρι τα σπίτια που βρίσκονται στη χαμηλή ζώνη του χωριού και κινδύνευσαν ανθρώπινες ζωές.

**THE FLOOD EVENT OF THE MELISSOURGOS VILLAGE, THESSALONIKI PERFECTURE, OCTOBER 2006. A GEOMORPHOLOGICAL APPROACH.**

Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Α.Π.Θ., [vouval@geo.auth.gr](mailto:vouval@geo.auth.gr), [albanaki@geo.auth.gr](mailto:albanaki@geo.auth.gr), [panosm@geo.auth.gr](mailto:panosm@geo.auth.gr)

Η περιοχή μελέτης υπάγεται στο Δήμο Ν. Απολλωνίας και βρίσκεται ανατολικά της Θεσσαλονίκης, νοτιώς της λίμνης Βόλβης. Η λεκάνη απορροής του Μελισσουργού αποτελείται από ανθεκτικά στη διάβρωση πετρώματα του υποβάθρου, κυρίως γρανίτες και γνεύσιους, τα οποία παρουσιάζουν ελάχιστες τιμές κατείσδυσης με αποτέλεσμα να ευνοείται η επιφανειακή απορροή.

Η μελέτη της υδρολογικής λεκάνης και του υδρογραφικού δικτύου στα ανάπη του χωριού Μελισσουργός έδειξε ότι η συνολικής έκτασης (201,5 km<sup>2</sup>) λεκάνη χωρίζεται σε δύο επιμέρους υπολεκάνες έκτασης (108,4 km<sup>2</sup> και 74,03 km<sup>2</sup>), που αποστραγγίζονται από δύο κύριους κλάδους υδρογραφικού δικτύου 5ης και 6ης τάξης αντίστοιχα. Η συμβολή των δύο αυτών κλάδων γίνεται 500 μέτρα ανατολικά του χωριού Μελισσουργός διαμορφώνοντας ένα πεδίο πλημμυρικών αποθέσεων με ανάπτυξη παρόχθιου δάσους. Στο κατάντι τμήμα της λεκάνης βορείως του χωριού η επιγενετική δράση του υδρογραφικού δικτύου, η οποία δραστηριοποιήθηκε από τα επάλληλα τεκτονικά γεγονότα που διαμόρφωσαν τη Μυγδονία λεκάνη, έχει δημιουργήσει στενά πάνω σε γρανίτες του υποβάθρου. Η μεγάλη ανθεκτικότητα των γρανιτών δημιούργησε ένα στενό φαράγγι μήκους 1800 m.

Έτσι ο μεγάλος όγκος του νερού, που στο σύνολό του σχεδόν έρεε επιφανειακά, συγκεντρώθηκε απότομα στην συμβολή των κύριων κλάδων του δικτύου στα ανάπη των στενών, τα οποία λειτούργησαν ως λαιμός φιάλης. Η μικρή διατομή της κοίτης των στενών εμπόδισε τη γρήγορη διέλευση του νερού και δημιούργησε μια προσωρινή λίμνη βάθους 8 μέτρων περίπου, η οποία κατέκλυσε το χαμηλό ανάγλυφο της περιοχής και πλημμύρησε το χαμηλό τμήμα του χωριού.

Η πλημμύρα του Μελισσουργού εντάσσεται στην κατηγορία των φυσικών καταστροφών που δεν οφείλονται σε αστοχία ανθρωπίνων κατασκευών ή παρεμβάσεων στις κοίτες του υδρογραφικού δικτύου. Έτσι στο μέλλον θα ξαναπαρουσιαστούν παρόμοια πλημμυρικά φαινόμενα σε περιπτώσεις αντίστοιχων βροχοπτώσεων και επιφανειακών απορροών, αφού η διατομή των στενών της λεκάνης δεν είναι εφικτό να αλλάξει λόγω πολύ αργών ρυθμών διάβρωσης, εξαιτίας των δυσδιάβρωτων πετρωμάτων μέσα στα οποία διαμορφώνεται.

Λέξεις κλειδιά: πλημμύρα, πλημμυρικό πεδίο, φυσικές καταστροφές Μελισσουργός, Θεσσαλονίκη

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το χωριό Μελισσουργός εντοπίζεται στο Βόρειο Ελλαδικό χώρο στην περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, νότια της λίμνης Βόλβης (σχήμα 1), σε ένα ευρύτερο μορφολογικό βύθισμα γνωστό ως Μυγδονία λεκάνη. Διοικητικά υπάγεται στο Δήμο της Ν. Απολλωνίας και απέχει 56 Km ανατολικά από την πόλη της Θεσσαλονίκης.



Σχήμα 1: Γεωγραφική θέση της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

Η περιοχή μελέτης αποστραγγίζεται από ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο μόνιμης ροής του χειμάρρου Χολομώντα, στον οποίο συμβάλλει και ο χείμαρρος Βαρβάρια, σε ένα πεδινό σχετικά τμήμα, 500 m ανατολικά του χωριού Μελισσουργός. Μετά τη συμβολή η κοίτη διέρχεται από μια στενή κοιλάδα και τελικά εκβάλλει στη νότια όχθη της λίμνης Βόλβης. Η συνολική επιφάνεια της λεκάνης απορροής είναι περίπου 201,5 km<sup>2</sup>.

Τον Οκτώβριο του 2006, σφοδρές βροχοπτώσεις έπληξαν το χωριό με αποτέλεσμα την εκδήλωση πλημμυρικού φαινομένου. Η πλημμύρα αυτή είναι μέλος σειράς εκτεταμένων πλημμυρικών επεισοδίων που, την ίδια εποχή, έπληξαν την ευρύτερη περιοχή στα νότια της λίμνης Βόλβης, προκαλώντας πολυάριθμες υλικές ζημιές.

Η παρούσα εργασία εξετάζει τα ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης α-

πορροής του Μελισσουργού, τα οποία προκάλεσαν την υπερβολική συγκέντρωση πλημμυρικών νερών κοντά στο ομώνυμο χωριό.

## 2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ – ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Από γεωτεκτονική άποψη η περιοχή μελέτης ανήκει στην ελληνική ενδοχώρα και πιο συγκεκριμένα στη Σερβομακεδονική μάζα. Αναλυτικότερα, οι σχηματισμοί που απαντώνται στην περιοχή μελέτης ανήκουν κυρίως στη σειρά του Βερτίσκου και κατά σειρά ηλικίας (πλαισιότεροι προς νεώτεροι) έχουν ως εξής:

Πετρώματα υποβάθρου: μεταμορφωμένα και σχιστώδη ηλικίας Μεσοζωϊκού:

- πλαγιοκλαστικός μικροκλινικός γνεύσιος που εναλλάσσεται στα περιθώρια με μεταϊζημάτα
- παρείσακτες κοίτες, φλέβες και αποφύσεις γρανίτη που διεισδύουν στα μεταϊζημάτα του σχηματισμού Βερτίσκου,
- διμαρμαρυγιακός και βιοιτιτικός γρανίτης
- διμαρμαρυγιακός γνεύσιος του σχηματισμού Βερτίσκου

Μεταϊζηματογενή πετρώματα: ηλικίας Τριαδικού – Ιουρασικού:

- ασβεστόλιθοι ανακρυσταλλωμένοι και μάρμαρα,
- φυλλίτες με μικρές ενστρώσεις χαλαζιτών της ομάδας Σβούλας της ενότητας Μελισσοχωρίου – Χολομώντα

- Ιζημάτα:

- Τεταρογενείς αλλουβιακές αποθέσεις
- Τριτογενείς αποθέσεις ψαμμιτών και ερυθρών αργίλλων (Ψιλοβίκος, 1977, Kockel et al., 1978)

Ο υπολογισμός της επιφάνειας των παραπάνω σχηματισμών στην υπό μελέτη υδρολογική λεκάνη έδειξε ότι κυρίαρχα είναι τα αδιαπέραστα πετρώματα του υποβάθρου, τα οποία ευνοούν την επιφανειακή απορροφή. Αναλυτικότερα, τα ποσοστά των παραπάνω σχηματισμών στη λεκάνη απορροής του Μελισσουργού είναι:

- διμαρμαρυγιακός και βιοιτικός γρανίτης, με ποσοστό 46 %
- διμαρμαρυγιακός γνεύσιος, με ποσοστό 30 %

- Τριτογενείς αποθέσεις (Ψαμμίτες, ερυθρές άργιλοι) με ποσοστό 10 %.

- Όλα τα άλλα πετρώματα απαντώνται σε πολύ μικρό ποσοστό (<5%).

Η Μυγδονία λεκάνη αποτελεί ένα εκτεταμένο και επιμήκες βύθισμα μεταξύ του Γαλλικού ποταμού και του Στρυμονικού κόλπου, που διαχωρίζει τη Χαλκιδική από τον ηπειρωτικό κορμό της Μακεδονίας. Το βύθισμα αυτό διανοίχθηκε από αλληπάλληλα τεκτονικά γεγονότα, τα οποία διαμόρφωσαν τα περιθώρια της λεκάνης, δραστηριοποιώντας κατά φάσεις τις διεργασίες ποτάμιας δράσης (Ψιλοβίκος 1977).

Έτσι, στην περιοχή μελέτης προϋπήρχε ένα αρχικό υδρογραφικό δίκτυο, το οποίο την αποστράγγιζε. Η ποτάμια δράση σταδιακά διέβρωσε το αρχικό ανάγλυφο αποκαλύπτοντας τη γρανιτική δειείδση μέσα στα μεταμορφωμένα πετρώματα της λεκάνης. Στη συνέχεια η τεκτονική, με αλληπάλληλα επεισόδια, διαμόρφωσε τα περιθώρια της Μυγδονίας λεκάνης και επαναδραστηριοποίησε τις ποτάμιες διεργασίες.

Το νέο υδρογραφικό δίκτυο που δημιουργήθηκε από την επιγενετική δράση του ποταμού, συνέχισε να ρέει πάνω στον γρανίτη ακολουθώντας την προυπάρχουσα κοίτη. Έτσι, η κατά βάθος διάβρωση προχώρησε στα σκληρότερα πετρώματα του υποβάθρου (γρανίτες) διαμορφώνοντας μια στενή και βαθιά κοιλάδα.

## 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για να ολοκληρωθεί αυτή η μελέτη πραγματοποιήθηκε εργαστηριακή έρευνα με ψηφιακή ανάλυση των μορφολογικών και υδρογραφικών χαρακτηριστικών της λεκάνης με τη βοήθεια λογισμικού Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκε έρευνα πεδίου αμέσως μετά το πλημμυρικό επεισόδιο.

Για την ψηφιακή ανάλυση των χαρακτηριστικών της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν ο τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:50.000, της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.), καθώς και ο αντίστοιχος γεωλογικός χάρτης αυτού του Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε., 1978). Το λογισμικό που χρησιμοποιή-

ήθηκε για την επεξεργασία των δεδομένων είναι το MapInfo 6.0 και για την ανάλυση του μορφολογικού αναγλύφου το Vertical Mapper 3.1.

Ειδικότερα, για την ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου ψηφιοποιήθηκαν οι κλάδοι του συνολικού υδρογραφικού δικτύου και οι επιμέρους λεκάνες απορροής. Στην συνέχεια, στα ψηφιακά αυτά δεδομένα εφαρμόστηκαν οι νόμοι της υδρογραφικής σύνθεσης (1<sup>ος</sup> και 2<sup>ος</sup> Νόμος Horton)(Horton, 1945). Προσδιορίστηκαν επίσης οι μορφομετρικές παράμετροι της υδρογραφικής πυκνότητας (Du), της υδρογραφικής συχνότητας (Fu), καθώς και της κυκλικότητας (Cu).

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί ψηφιοποιήθηκαν με βάση τον αντίστοιχο γεωλογικό χάρτη. Το προβολικό σύστημα αναφοράς που χρησιμοποιήθηκε κατά την ψηφιοποίηση και επεξεργασία των δεδομένων είναι το Ε.Γ.Σ.Α. '87. Επίσης, για την ανάλυση του μορφολογικού αναγλύφου χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου (DEM).

Κατά την έρευνα πεδίου έγιναν εκτεταμένες μετρήσεις στο πλημμυρικό πεδίο και στη στενή κοιλάδα του Μελισσουργού για να προσδιοριστούν το ύψος της πλημμυρικής στάθμης και η έκταση της ζώνης κατάκλισης. Η αποτύπωση των ορίων της ζώνης κατάκλισης έγινε με διαφορικό GPS Torcon GMS-2 μονής συχνότητας και οι μετρήσεις των αποστάσεων και του ύψους της πλημμύρας έγιναν με Laser αποστασιόμετρο Leika DISTO A5 (Σχήμα 2). Επίσης, προσδιορίστηκαν οι ζώνες και το είδος των επιπτώσεων της πλημμύρας στην ανθρώπινη δραστηριότητα.



Σχήμα 2 Το πλημμυρικό πεδίο του Μελισσουργού

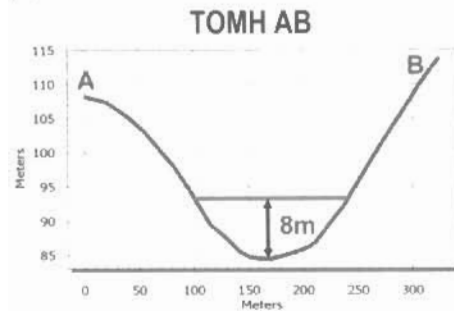
## 4. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΧΝΩΝ ΤΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

Κατά την πλημμύρα της 9ης Οκτωβρίου 2006, στην περιοχή του Μελισσουργού, μέσα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα από την εκδήλωση του πλημμυρικού φαινομένου σχηματίστηκε μια πρόσκαιρη λίμνη, η οποία επικάλυψε το χαμηλότερο τμήμα του οικισμού κατακλύζοντας σημαντικό αριθμό σπιτιών, ανάλογα με το υψόμετρο στο οποίο ήταν κτισμένα, το μεγαλύτερο τμήμα ενός δημοτικού αλσούλιου, αφήνοντας μόνο τις κορυφές των δένδρων εκτός νερού, καθώς και σημαντικές αγροτικές και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις.

Κατά την αποτύπωση πεδίου, μικρό χρονικό διάστημα μετά την πλημμύρα, καταγράφηκαν τα ίχνη που άφησε το πλημμυρικό νερό σε ολόκληρη την έκταση στην οποία επέδρασε. Τα σημάδια ήταν εμφανή και εντυπωσιακά καθώς δεν περιορίστηκαν μόνο στα ίχνη του νερού και της λάσπης στους τοίχους των σπιτιών αλλά βρέθηκαν και αντικείμενα τοποθετημένα σε μεγάλο ύψος επάνω στα κλαδιά μεγάλων δένδρων. Τα αντικείμενα αυτά (κορμοί δένδρων, τμήματα οικοσκευών κ.α.) μεταφέρθηκαν και αγκιστρώθηκαν εκεί, καθώς επέπλεαν στη διάρκεια σχηματισμού της πρόσκαιρης λίμνης. Καταγράφηκαν επίσης διαβρωσιγενή μορφολογικά χαρακτηριστικά στις κλιτύς και στην βάση της κοίτης στη θέση της στενής κοιλάδας, από το υψόμετρο των οποίων υπολογίστηκε το ύψος στο οποίο έφτασε η πλημμύρα. Με όλα τα προηγούμενα ίχνη κατέστη δυνατή η πλήρης αποτύπωση τόσο της μέγιστης έκτασης όσο και του μέγιστου ύψους στο οποίο έφτασαν τα νερά.

Ο μεγάλος όγκος του νερού ρέοντα από Βορά προς Νότο, συγκεντρώθηκε απότομα στο πεδινό τμήμα της λεκάνης, μπροστά από την είσοδο των στενών, βόρεια του χωριού Μελισσοχωρίου. Τα στενά λειτούργησαν ως λαιμός φιάλης (bottle neck). Έτσι, η μικρή διατομή της κοίτης εντός των στενών εμπόδισε τη γρήγορη παροχέτευση του νερού, με αποτέλεσμα την δημιουργία προσωρινής λίμνης βάθους περίπου 8 m πλησίον των στενών και με διαρκώς μικρότερο βάθος προς το χωριό. Η έκταση της λίμνης αυτής υπολογίστηκε περίπου στα 4km<sup>2</sup>.

Στο σχήμα 2 φαίνεται η διατομή της στενής επιγενετικής κοιλάδας, της οποίας το λεπτό εδαφικό κάλυμμα διαβρώθηκε από την πλημμυρικά νερά. Λόγω του σκληρού γρανιτικού υποβάθρου, η διάβρωση δεν μπόρεσε να προχωρήσει



Σχήμα 3: Τομή στα στενά της στενής κοιλάδας.

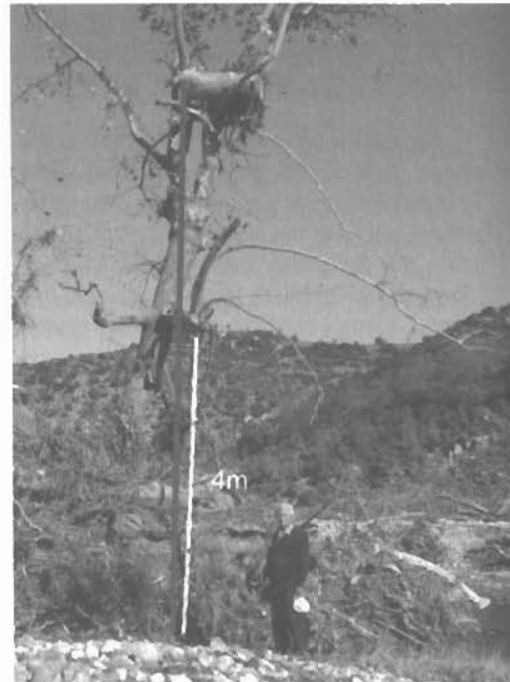


Σχήμα 4: Η κοίτη του ποταμού όπου φαίνεται μέχρι που έφτασε η πλημμυρική στάθμη.

σε βάθος παρά το μέγεθος της πλημμύρας. Από το υψόμετρο που έφτασαν τα ίχνη της διάβρωσης του εδαφικού καλύμματος υπολογίστηκε ότι το νερό στην περιοχή των στενών έφτασε σε ύψος 8m από τον πυθμένα και σχημάτισε κοίτη πλάτους 150 m στο ανώτερο τμήμα της (σχήματα 3, 4 & 5). Το ύψος του νερού μέσα σε παρακείμενο δημοτικό αλεύσιλλιο έφτασε τα 7m (σχήμα 6).

Τα αποτελέσματα της πλημμύρας ήταν ιδιαίτερα επώδυνα από άποψη ζημιών, γιατί η νεότερη επέκταση του χωριού Μελισσουργός έγινε προς ανατολικά, δηλαδή προς τις χαμηλότερες ζώνες του πεδινού τμήματος, σε αντίθεση

με το παλαιό τμήμα του χωριού το οποίο είναι κτισμένο σε υψηλότερες θέσεις. Το ύψος του νερού σε πολλά σπίτια στη χαμηλή ζώνη έφτασε τα 3 m, ενώ προχωρώντας προς τις ψηλότερες ζώνες το ύψος του νερού έφτασε τα 0,8 μέτρα. Τα 2/3 των σπιτιών (περίπου 60 κτίσματα) κρίθηκαν ακατάλληλα και σε 53 σπίτια καταστράφηκαν οικοσκευές. Επίσης, πλημμύρισαν



Σχήμα 6: Το ύψος των πλημμυρικών νερών έφτασε τα 7 m στο χαμηλότερο τμήμα του δασυλλίου σχηματίζοντας πρόσκαιρη λίμνη στην οποία επέπλεσαν αντικείμενα.

καλλιεργήσιμες εκτάσεις στο πεδινό τμήμα, καταστράφηκαν αγροτικοί δρόμοι, διακόπηκε η ηλεκτροδότηση λόγω πτώσης των στύλων της ΔΕΗ, δημιουργήθηκαν προβλήματα στα δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης, άρδευσης, πνίγηκαν 400 μικρά και 2 μεγάλα ζώα και καταστράφηκαν 60 κυψέλες μελισσών. Ευτυχώς δεν υπήρξαν ανθρώπινα θύματα.

Σχήμα 5: Πανοραμική άποψη των στενών όπου φαίνεται το ανθεκτικό γρανιτικό υπόβαθρο και σημειώνεται με βέλη η πορεία του νερού.

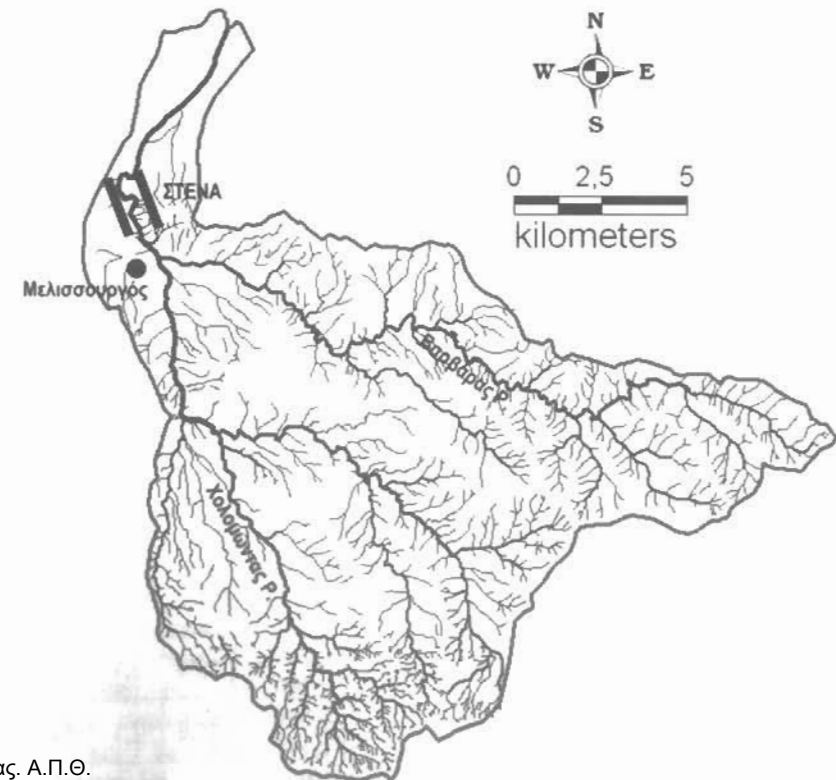


## 5. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

### 5.1 Νόμοι υδρογραφικής σύνθεσης

Το υδρογραφικό δίκτυο στη περιοχή μελέτης (σχήμα 7) έχει δενδρική μορφή. Είναι 6ης τάξης και αποτελείται από τρεις κύριες υπολεκάνες 5ης τάξης (σχήμα 8).

Η εφαρμογή των νόμων της υδρογραφικής σύνθεσης για τον αριθμό και το μήκος των κλάδων (1ος και 2ος νόμος Horton) μας δίνουν τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Οι τιμές του λόγου διακλάδωσης ( $R_b$ ) για το υδρογραφικό δίκτυο του Μελισσουργός αντιστοιχούν σε τιμές φυσικώς αναπτυσσομένων υδρογραφικών δικτύων (Σωτηριάδης και



Σχήμα 7: Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης.

Πίνακας 1: Σχέση αριθμού κλάδων και μήκους κλάδων (νόμοι Horton) για το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης του Μελισσουργού

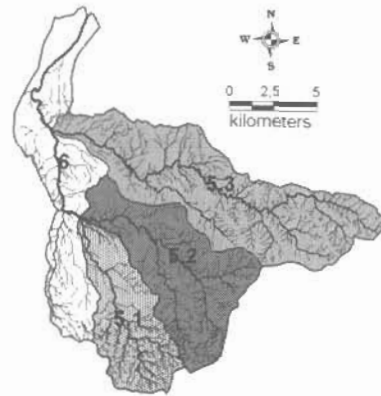
Τάξη	Αρ. Κλάδων (Nu)	Λόγος (Rb)	Μέσος Λόγος (Rb)	Ιδαν. αριθμός κλάδων	Απόκλιση %	Μήκος (Lu)	Λόγος (RL)	Μέσος Λόγος (RL)	Ιδανική τιμή μήκους	Απόκλιση %
1	997			1276	-21	0,32			0,32	0
2	232	4,30		315	-26	0,63	2,96		0,85	-26
3	46	5,04	4,04	78	-41	1,07	2,12	2,65	2,26	-52
4	13	3,54		19	-32	2,26	2,12		5,99	-62
5	3	4,33		4	-25	14,49	4,38		15,88	-8
6	1	3,00		1	0	12,4	1,66		42,08	-70

Ψιλοβίκος, 1984). Αξιοσημείωτη είναι η παρατήρηση ότι στις τιμές του πίνακα, ο πραγματικός αριθμός των κλάδων παρουσιάζει αρνητική απόκλιση από τον ιδανικό. Κάτι τέτοιο υποδηλώνει λιγότερους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου που συμβάλλουν στην αποστράγγιση της λεκάνης. Παράλληλα οι τιμές του λόγου των μηκών (RL) και της απόκλισης από το ιδανικό μήκος δείχνουν δύο (2) επιμήκεις κλάδους 5.1 και 5.2 τάξης που συμβάλλουν σε έναν κατά πολύ κοντύτερο κλάδο 6ης τάξης, οποίος έχει μόλις το 30% του ιδανικού μήκους (70% απόκλιση). Στο κλάδο αυτό της 6ης τάξης συμβάλλει στα κατάντι ένας ακόμη εξαιρετικά επιμήκεις κλάδος 5.3 επιδεινώνοντας το πρόβλημα της πλημμύρας.

## 5.2 Μορφομετρικές παράμετροι

Για την ποσοτική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου, υπολογίστηκαν οι μορφομετρικές παράμετροι της υδρογραφικής πυκνότητας (Du), της υδρογραφικής συχνότητας (Fu) και της κυκλικότητας (Cu) (πίνακας 2), για τις λεκάνες απορροής 5ης και 6ης τάξης.

Η υδρογραφική πυκνότητα παρουσιάζει χαμηλές τιμές σε όλες τις λεκάνες απορροής, ενώ η υδρογραφική συχνότητα, παρόλο που παρουσιάζει φυσιολογικές τιμές, στη λεκάνη 5.1 παρουσιάζεται λίγο αυξημένη. Ο τρόπος με τον οποίο κατανέμονται οι τιμές της υδρογραφικής



Σχήμα 8: Υδρολογικές λεκάνες της περιοχής μελέτης (3 υπολεκάνες 5ης τάξης και 1 λεκάνη 6ης τάξης).

Πίνακας 2: Τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας, συχνότητας και κυκλικότητας για την υδρολογική λεκάνη του Μελισσουργού και τις κύριες υπολεκάνες της.

	Λεκάνη 5.1	Λεκάνη 5.2	Λεκάνη 5.3	Λεκάνη 6
Πυκνότητα (Du) Km <sup>-1</sup>	3,74	3,1	2,96	2,99
Συχνότητα (Fu) Km <sup>-2</sup>	11,6	7,1	5,25	6,41
Κυκλικότητα (Cu)	0,5	0,46	0,38	0,39

πυκνότητας και της υδρογραφικής συχνότητας στην επιφάνεια της λεκάνης, μπορεί να αποδοθεί αφενός στην επίδραση της λιθολογίας και αφετέρου στην κατανομή του αναγλύφου.

Οι τιμές της κυκλικότητας τόσο των επιμέρους λεκανών απορροής δείχνουν τρεις επιμήκεις λεκάνες 5ης τάξης (σχήμα 3) να διαμορφώνουν μια εξίσου επιμήκη υδρολογική λεκάνη 6ης τάξης.

## 6. ΤΟ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΟΥ ΜΕΛΙΣΣΟΥΡΓΟΥ

Οι παράγοντες που έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία του πλημμυρικού επεισοδίου σχετίζονται άμεσα με τη γεωλογία και την γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο της γεωλογίας, η περιοχή αποτελείται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό της από σκληρά πετρώματα του υποβάθρου (γρανίτης, γνεύσιος). Τα πετρώματα αυτά παρουσιάζουν ελάχιστες έως μηδενικές τιμές κατείσδυσης με αποτέλεσμα να ευνοείται η επιφανειακή απορροή.

Ο ρόλος της γεωμορφολογίας υπήρξε επίσης κυρίαρχος στη διαμόρφωση του αποτελέσματος. Ο συνδυασμός της επιγενετικής δράσης του υδρογραφικού δικτύου μετά τα τεκτονικά γεγονότα διαμόρφωσης της περιοχής και η μεγάλη ανθεκτικότητα των γρανιτών συνετέλεσαν στη δημιουργία ενός στενού φαραγγιού, μήκους περίπου 1800m, πάνω στους γρανίτες του υποβάθρου, το οποίο εντοπίζεται στο κατάντι τμήμα της λεκάνης βόρεια του Μελισσουργού. Η ύπαρξη του φαραγγιού αυτού υπήρξε καθοριστική στην εκδήλωση του πλημμυρικού φαινομένου.

Η ανάλυση των κλίσεων της κοίτης του υδρογραφικού δικτύου του Μελισσουργού από το DEM έδειξε ότι η δημιουργία του φαραγγιού μέσα στους γρανίτες επηρέασε όλο το υδρογραφικό δίκτυο. Η μεγάλη κλίση της κοίτης (14 %) στα στενά (σχήμα 9) διαμορφώνει ένα σημείο καμψής (knick point) στην ισοροπία της κοίτης. Έτσι, τόσο στο κατάντι των στενών τμήμα της κοίτης όσο και στο ανάντι διαμορφώνονται σημαντικά μικρότερες τιμές κλίσεων (7 % αντίστοιχα). Ο μορφοτεκτονικός δείκτης SL (Stream Length  $SL = (ΔH/ΔL)L$ ), που χρησιμοποιήθηκε, δείχνει ότι η

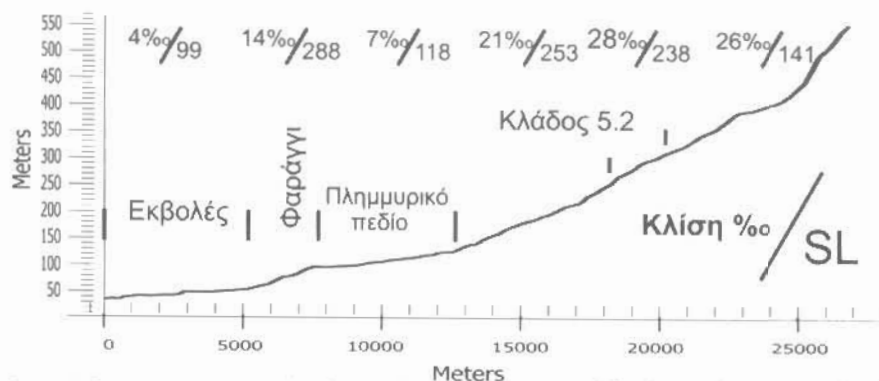
τιμή για το τμήμα του φαραγγιού είναι υπερδιπλάσια των εκατέροθεν τμημάτων. Η τιμή του δείκτη SL συσχετίζεται άμεσα με την ποτάμια ισχύ (Stream power) (Keller & Pinter, 2002). Έτσι η κλίση της επιφάνειας του νερού εξαρτάται γενικά από την κλίση του πυθμένα, και γι αυτό υπάρχει πολύ καλή συσχέτιση μεταξύ του δείκτη και της μέγιστης παροχής της κοίτης χωρίς υπερχειλίση (Keller & Pinter, 2002).

Επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον μας στο πλημμυρικό πεδίο του Μελισσουργού βλέπουμε ότι οι κλίσεις στις κοίτες του υδρογραφικού δικτύου είναι κατά πολύ μικρότερες τόσο από το ανάντι του πεδίου τμήμα της ορεινής λεκάνης όσο και στο κατάντι τμήμα του φαραγγιού. Οι μικρές αυτές κλίσεις περιορίζουν την κατά βάθος διάβρωση και ο λόγος πλάτους/βάθους αυξάνεται. Έτσι, δημιουργείται ένας βρόγχος στην ενεργειακή ισοροπία της κοίτης. Παράλληλα η μικρή διατομή της κοίτης εντός των στενών εμποδίζει τη γρήγορη παροχέτευση των πλημμυρικών νερών προς τα κατάντι και λειτουργεί ως λαιμός φιάλης. Για το λόγο αυτό το ομαλό τμήμα της λεκάνης απορροής ανάντι των στενών κατακλύζεται προσωρινά από τα πλημμυρικά νερά και τις φερτές ύλες (σχήμα 10), οι οποίες δεν μπορούν να μεταφερθούν προς τις εκβολές μέσα σε μια ενεργειακά μεγαλύτερη κοίτη.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η πλημμύρα του Μελισσουργού χαρακτηρίζεται ως ακραίο πλημμυρικό γεγονός (flash flood). Εντάσσεται στην κατηγορία των φυσικών καταστροφών που δεν οφείλονται σε αστοχία ανθρώπινων κατασκευών ή παρεμβάσεων σε κοίτες του υδρογραφικού δικτύου.

Κυρίαρχο ρόλο στη δημιουργία του φαινομένου διαδραμάτισε η μορφολογία της λεκάνης απορροής και η χαμηλής ενέργειας κοίτη του ποταμού στο πλημμυρικό πεδίο του Μελισσουργού. Παράλληλα, η παρουσία στενών μικρής διατομής πριν από την έξοδο του υδρογραφικού δικτύου, στο χαμηλό τμήμα της Μυγδονίας λεκάνης, οδηγεί σε μεγάλη ανύψωση της στάθμης, ώστε να γίνει δυνατή η παροχέτευση αυτών των ακραίων παροχών. Ο συνδυασμός των παραπάνω οδήγησε στη δημιουργία



Σχήμα 9. Επιμήκης μορφολογική τομή της κοίτης του υδρογραφικού δικτύου του Μελισσουργού από τις εκβολές του στη λίμνη Βόλβη έως την υδροκριτική του γραμμή ακολουθώντας τον κλάδο 5.2. Η κοίτη του ποταμού έχει χωριστεί σε τμήματα και έχουν υπολογιστεί η κλίση και ο δείκτης SL.



Σχήμα 10. Πανοραμική φωτογραφία του πλημμυρικού πεδίου του Μελισσουργού όπου φαίνονται οι καλλιεργούμενες εκτάσεις οι οποίες κατακλύστηκαν και στις οποίες έγινε απόθεση φερτών υλών. Στο βάθος βρίσκεται το δημοτικό άλσος στο οποίο μόνο οι κορυφές των δένδρων έμειναν έξω από το νερό της πρόσκαιρης λίμνης που δημιουργήθηκε.

πρόσκαιρης λίμνης, η οποία πλημμύρισε το χαμηλό τμήμα του χωριού. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι στο μέλλον θα ξαναπαρουσιαστούν παρόμοια πλημμυρικά φαινόμενα.

Ως αιτία των εκτεταμένων ζημιών θεωρείται η επέκταση του οικισμού προς τα ανατολικά σε χαμηλότερα τμήματα της λεκάνης. Αποδεικνύεται για άλλη μια φορά ότι οι παλαιοί οικισμοί βρισκόταν σε καλύτερες περιβαλλοντικά θέσεις.

Η τεχνητή διάνοιξη της διατομής των στενών θα έδινε επίσης μία λύση στο πρόβλημα, παράλληλα όμως θα προκαλούσε περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περιοχή λόγω της παρέμβασης στο φυσικό περιβάλλον, γι' αυτό και δεν προτείνεται ως η καταλληλότερη.

Η πλημμύρα του Μελισσουργού είναι ένα ακραίο φαινόμενο, το οποίο, σύμφωνα με μαρτυρίες των κατοίκων της περιοχής, έχει πολύ αργό ρυθμό επανάληψης (οι παλαιοί ενθυμούνται παρόμοιο γεγονός 50 χρόνια πριν). Με

βάση αυτά, και το γεγονός ότι ο Μελισσουργός είναι ένας σχετικά μικρός οικισμός, ενδεχόμενα θα ήταν πιο αποτελεσματικό, αντί να δοθεί δαπανηρή λύση επίλυσης του προβλήματος, να ληφθούν μέτρα για αποφυγή των επιπτώσεων του στους ανθρώπους στο μέλλον, με μετεγκατάσταση των χαμηλών τμημάτων του οικισμού προς υψηλότερες και ασφαλέστερες θέσεις.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Keller and Pinter, 2002. *Active Tectonics, Earthquakes, Uplift, and Landscape*. 2<sup>nd</sup> edition, Prentice-Hall, New Jersey, p.p. 121-124.
- Kockel F., Mollat H., Lalehos N., Fillipakis N., 1978. *Γεωλογικός Χάρτης, Φύλλο Ζαγκλιβέρι, κλίμακας 1:50.000*. Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.), Αθήνα.

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Σωτηριάδης Λ., Ψιλοβίκος Α., 1984: "Ασκήσεις γεωμορφολογίας", Α.Π.Θ. Υπηρεσία δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.

Ψιλοβίκος Α., 1977. *Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης και της λίμνης της Μυγδονίας (Λαγκαδά - Βόλβης)*. Διατριβή επί Διδακτορία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 156σ.

Horton, R.E., 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hydro-physical approach to quantitative morphology, *Geological Society of America Bulletin*, 56, 275-370