



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Η πλημμύρα της 9/10/2006 στο
Μελισουργό Θεσσαλονίκης, μια
φυσικογεωγραφική προσέγγιση

Διπλωματική εργασία

[Επιλογή ημερομηνίας]

Παπαδοπούλου Στεφανία Α.Ε.Μ.3761

Υπεύθυνος καθηγητής: Βουβαλίδης Κ





Περιεχόμενα

Εισαγωγή..... κεφάλαιο 1

Μορφολογικά στοιχεία..... κεφάλαιο 2

Γεωλογικά στοιχεία..... κεφάλαιο 3

Ποτάμια πλημμύρες..... κεφάλαιο 4

Μεθοδολογία..... κεφάλαιο 5

Ανάλυση υδρογραφικών στοιχείων..... κεφάλαιο 6

Το πλημμυρικό επεισόδιο της 9/10/2006.....κεφάλαιο 7

Εκτελεσθέντα έργα προστασίας..... κεφάλαιο 8

Συμπεράσματα..... κεφάλαιο 9

Βιβλιογραφία.....κεφάλαιο 10

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με αφορμή τις μεγάλες πλημμύρες που έπληξαν το νομό Θεσσαλονίκης στις αρχές του Οκτωβρίου του 2006. Οι καταστροφές που προέκυψαν ήταν μεγάλες, ιδιαίτερα στο χωριό Μελισσουργός όπου τα νερά της πλημμύρας έφθασαν μέχρι τα σπίτια που βρίσκονται στη χαμηλή ζώνη του χωριού.

Η περιοχή της μελέτης υπάγεται στο δήμο της Απολλωνίας, όπου βρίσκεται ανατολικά της Θεσσαλονίκης, νότια της λίμνης Βόλβης και ανήκει στη Μυγδονία λεκάνη. Η λεκάνη απορροής του Μελισσουργού αποτελείται από σκληρά πετρώματα, γνευσίους και γρανίτες, πετρώματα αδιαπέρατα στην κατείσδυση του νερού με αποτέλεσμα να ευνοείται η επιφανειακή απορροή.

Με την ανάλυση των υδρογραφικών στοιχείων στην περιοχή του Μελισσουργού βρέθηκε ότι η λεκάνη απορροής χωρίζεται σε δύο επιμέρους υπολεκάνες, που αποστραγγίζονται από δύο κύριους κλάδους υδρογραφικού δικτύου 5ης και 6ης τάξης. Η συμβολή των δύο αυτών χειμάρρων βρίσκεται 500m ανατολικά του χωριού. Στα κατώτερα σημεία της λεκάνης, εξ αιτίας των νεοτεκτονικών δράσεων που έλαβαν χώρα στην ευρύτερη περιοχή και με τη βοήθεια της επιγενετικής δράσης του υδρογραφικού δικτύου, δημιουργήθηκε πάνω στο σκληρό υπόβαθρο ένα στενό φαράγγι 1800m.

Το ημερήσιο ύψος της βροχής, σύμφωνα με τα στοιχεία του κοντινότερου μετεωρολογικού σταθμού κοντά στο χωριό Μελισσουργός, ήταν 50mm ύψος βροχής. Ο μεγάλος αυτός όγκος νερού, που στο σύνολο του έρεε επιφανειακά συγκεντρώθηκε απότομα στη συμβολή των δύο χειμάρρων που βρίσκεται στην αρχή του φαραγγιού, το οποίο λειτούργησε σαν λαιμός φιάλης. Η μικρή διατομή των στενών δεν μπόρεσε να διοχετεύσει το νερό έξω από τη λεκάνη του Μελισσουργού με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας προσωρινής λίμνης. Η λίμνη αυτή κατέκλυσε το χαμηλό ανάγλυφο της περιοχής και πλημμύρισε το χαμηλό τμήμα του χωριού.

Το φαινόμενο αυτό εντάσσεται στις φυσικές καταστροφές και δεν οφείλεται σε ανθρώπινη παρέμβαση. Σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων η πλημμύρα αυτή χαρακτηρίζεται ως πλημμύρα 50ετίας.



Για την αποφυγή παρόμοιων φαινομένων στο μέλλον η τοπική αρχή προχώρησε στην κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων. Τα έργα αυτά κόστισαν 400.000€ και είναι υπό την αιγίδα της νομαρχίας Θεσσαλονίκης. Μετά από μελέτη των μηχανικών της νομαρχίας ξεκίνησε η διάνοιξη της κοίτης του χειμάρρου καθώς και των στενών, στην αρχή του φαραγγιού.

Σαν πρόληψη από τέτοιου είδους φαινόμενα συνίσταται η δημιουργία αντιπλημμυρικών χαρτών σε κάθε δήμο ώστε να χαρτογραφούνται οι επικίνδυνες ζώνες πλημμύρας σε κάθε οικισμό.

κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Το πλημμυρικό επεισόδιο έλαβε χώρα στις 9 Οκτωβρίου του 2006 στο χωριό Μελισσουργός.

Η περιοχή μελέτης υπάγεται στο Νομό Θεσσαλονίκης. Βρίσκεται στην κεντρική Μακεδονία και βρέχεται από τον Θερμαϊκό κόλπο στα δυτικά και τον Στρυμονικό κόλπο στα ανατολικά. Στο κεντρικό-βόρειο τμήμα του νομού υπάρχει η κοιλάδα της Μυγδονίας με τη Λίμνη Κορώνεια (ή Λίμνη Αγίου Βασιλείου ή Λίμνη Λαγκαδά) και λίγο ανατολικότερα τη Λίμνη Βόλβη που είναι η δεύτερη μεγαλύτερη στην Ελλάδα. Τα βουνά βρίσκονται στο κεντρικό και βόρειο τμήμα του νομού. Στα βουνά περιλαμβάνονται ο Χορτιάτης στα κεντροδυτικά του νομού, ο Βερτίσκοι στα βόρεια και τμήμα από τα Κερδύλια στα βορειοανατολικά. Γειτονικά είναι ο Νομός Ημαθίας στα νοτιοδυτικά, ο Νομός Πέλλας στα δυτικά, ο Νομός Κιλκίς στα βόρεια, ο Νομός Σερρών στα ανατολικά και ο Νομός Χαλκιδικής στα νότια.





Ο Μελισσουργός υπάγεται στο δήμο της Απολλωνίας και βρίσκεται 56 km ανατολικά της Θεσσαλονίκης και νότια της λίμνης Βόλβης. Βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα του νομού και αποτελείται από πέντε δημοτικά διαμερίσματα. Βορειοανατολικά του Μελισσουργού βρίσκεται το Στρατιωτικό όρος και βόρεια ο Χολομώντας.

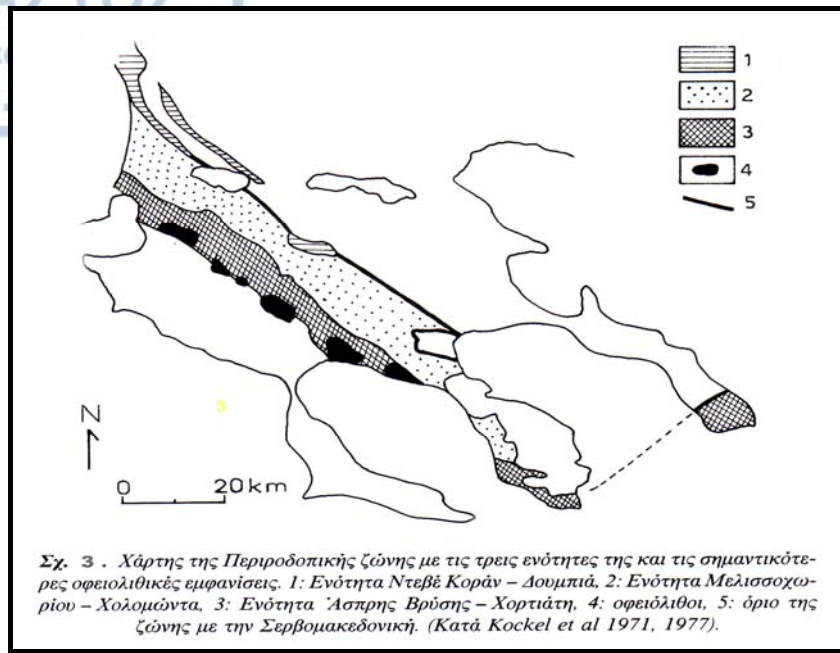
Κεφάλαιο 3

Γεωλογικά στοιχεία

Η ευρύτερη περιοχή του Δήμου Απολλωνίας ανήκει γεωτεκτονικά στην Περιροδοπική ζώνη και ένα μικρό κομμάτι της στη Σερβομακεδονική.

Η Περιροδοπική εκτείνεται ως ζώνη πλάτους 10-20 km, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ στη δυτική πλευρά της Σερβομακεδονικής. Από τα Ελληνογιουγκοσλαβικά σύνορα η ζώνη επεκτείνεται προς τα ΝΑ στη λίμνη Λαγκαδά, τον κορμό της Χαλκιδικής και τη χερσόνησο της Σιθωνίας όπου κάμπτεται προς τα ΒΑ και με διεύθυνση ΝΔ – ΒΑ περνάει από την άκρη της χερσονήσου του Άθω και προεκτείνεται υποθαλάσσια προς το νησί της Σαμοθράκης και την περιοχή Αλεξανδρούπολης-Έβρου. Όταν καθιερώθηκε στον Ελληνικό χώρο η Περιροδοπική ζώνη ορίσθηκε από τους Kauffman et al (1976) να περιλάβει τις τρεις ενότητες πετρωμάτων του δυτικού περιθωρίου της Σερβομακεδονικής με τα Αλπικά ιζήματα.

Η κύρια παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική σημασία της Περιροδοπικής ζώνης είναι ότι αποτελούσε στη διάρκεια του Ιουρασικού την ηπειρωτική κατωφέρεια της ηπειρωτικής Ελληνικής ενδοχώρας και κυρίως της Σερβομακεδονικής μάζας, η οποία κατωφέρεια κατέληγε σε μια βαθιά αύλακα, περιφερειακά της ηπειρωτικής μάζας.



Λιθοστρωματογραφία

Οι τρεις βασικές ενότητες που συγκροτούν την Περιοδοπική ζώνη, με γενική διάταξη των σχηματισμών τους ΒΔ-ΝΑ, είναι από τα ανατολικά προς τα δυτικά:

1. Η ενότητα Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά
2. Η ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα
3. Η ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη

Οι σχηματισμοί που συγκροτούν τις ενότητες περιγράφονται παρακάτω.

1. Ενότητα Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά

Περιλαμβάνει στη βάση της ένα σχηματισμό μετακλαστικών ιζημάτων (μεταψαμμίτες, χαλαζίτες, χαλαζιακούς σχιστόλιθους και μετα-κροκαλοπαγή) ηλικίας Περμίου που είναι γνωστός με το τοπικό όνομα 'σχηματισμός Εξαμιλίου.

Πάνω από το σχηματισμό Εξαμιλίου βρίσκεται μια ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά Περμίου-Κάτω Τριαδικού. Η ιζηματογένεση συνεχίζεται προς τα πάνω με την απόθεση μιας ανθρακικής νηριτικής σειράς από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους ηλικίας Μέσου Τριαδικού – Μέσου Ιουρασικού.

2. Ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα

Ο κατώτερος σχηματισμός της ενότητας αποτελείται από μάρμαρα και ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους Μέσου –Άνω Τριαδικού. Προς τα ανώτερα στρώματα ο σχηματισμός γίνεται καθαρά φυλλιτικός. Ο ανώτερος σχηματισμός της ενότητας ηλικίας Κάτω – Μέσου Ιουρασικού , είναι ένας σχηματισμός φλύσχη.

3.Ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτάτη

Τα κατώτερα τμήματα της ενότητας είναι Περμοτριάδικής ηλικίας μετακλαστικά και νηριτικά ιζήματα, ο ανώτερος ορίζοντας αποτελείται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας, όπου παρεμβάλλονται μεταμορφωμένα πετρώματα όξινης μαγματικής προέλευσης.

Στη συνέχεια της εμφανίζεται μια παχιά σειρά φυλλιτών ηλικίας Τριαδικού – Κάτω Τριαδικού.

Η Σερβομακεδονική ζώνη οριοθετείται δυτικά του Στρυμώνα από τα σύνορα μέχρι και την Χαλκιδική. Σύμφωνα με τα μοντέλα των λιθοσφαιρικών πλακών θεωρείται ηπειρωτική μάζα, τμήμα της Λαυρασίας μαζί με τη μάζα της Ρίλα – Ροδόπης.

Το κρυσταλλοσχιτώδες της Σερβομακεδονικής διαιρείται σε δύο ενότητες :

1.Σειρά Κερδυλλίων:

Αποτελείται από εναλλαγές μαρμάρου και βιοτιτικού γνευσίου. Η γενική μεταμόρφωση των πετρωμάτων έγινε σε συνθήκες κορδιεριτικής – αμφιβολιτικής φάσης.



Συνίσταται από μια ακολουθία γνευσίων, μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων και λεπτών στρωμάτων μαρμάρων, ενώ στους ανώτερους ορίζοντες επικρατούν μεταγάββροι, μεταδιαβάσες και αμφιβολίτες, που προήλθαν από μεταμόρφωση βασικών πυριγενών. Η μεταμόρφωση των πετρωμάτων πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες αλμανδικής – αμφιβολιτικής φάσης.

Κεφάλαιο 4

Ποτάμεις πλημμύρες

Τι είναι οι πλημμύρες

Οι πλημμύρες υπήρχαν ανέκαθεν και θα εξακολουθήσουν να υπάρχουν γιατί είναι φυσικά φαινόμενα. Στην πλειονότητά τους είναι μέρος των κλιματολογικών συνθηκών που επηρεάζονται από τη γεωλογία και τη γεωμορφολογία μιας περιοχής, δηλαδή το ανάγλυφο, την υδροπερατότητα των πετρολογικών σχηματισμών, καθώς και από την υδρολογία και τις συνθήκες βλάστησης μιας περιοχής.

Ένας ορισμός που μπορεί να δοθεί για τις πλημμύρες είναι:

Η παροδική κατάκλιση μιας περιοχής από νερό ως αποτέλεσμα ισχυρών βροχοπτώσεων, λόγω λιωσίματος χιονιού, υποχώρησης φραγμάτων, συσσώρευση σκουπιδιών-μπαζών στις κοίτες των ρεμάτων και των ποταμών.



Εντάσσονται στις φυσικές καταστροφές. Μια φυσική καταστροφή είναι ένα γεγονός ασυνήθιστου μεγέθους που ο άνθρωπος δεν το αναμένει και δεν μπορεί να το ελέγξει. Ένας φυσικός κίνδυνος μπορεί να εξελιχθεί σε φυσική καταστροφή όταν προκαλεί την καταστροφή ιδιοκτησιών ή τον τραυματισμό και τον θάνατο ανθρώπων. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τους φυσικούς κινδύνους γιατί οι ανθρώπινες δραστηριότητες αυξάνουν τη συχνότητα εμφάνισής τους, το μέγεθος και τη σφοδρότητά τους. Για παράδειγμα ένα κτήριο πάνω σε μία ασταθή πλαγιά προσθέτει βάρος στην πλαγιά και θα αυξήσει την πιθανότητα της κατάρρευσης της πλαγιάς.

Πως συμβαίνουν οι πλημμύρες

Οι πλημμύρες είναι μια προσωρινή κάλυψη του εδάφους από το νερό:

A) ως αποτέλεσμα της διαφυγής του νερού, τρεχούμενου ή λιμνάζοντος, από τους χώρους που το συγκρατούσαν.

B) ως αποτέλεσμα ισχυρών κατακρημνίσεων.

Στην πρώτη περίπτωση η πλημμύρα προκαλείται από καταιγίδες, κατολισθήσεις, σεισμούς, τσουνάμι, κατάρρευση φυσικών ή τεχνητών φραγμάτων, κ.α.

Στη δεύτερη περίπτωση οι λόγοι είναι διαφορετικοί: εκτεταμένες βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις και το λιώσιμο των χιονών.



Οι φυσικές πλημμύρες προκύπτουν από την τυχαία συνύπαρξη αρκετών μετεωρολογικών παραγόντων. Διαιρούνται σε δύο γενικές κατηγορίες:

- Τις ανοιξιάτικες πλημμύρες που προκαλούνται από το λιώσιμο του χιονιού ή την κατάρρευση των φραγμάτων πάγου στα ποτάμια.
- Τις πλημμύρες που προκαλούνται από δυνατές και απότομες βροχές.

Πολλά όμως πλημμυρικά φαινόμενα οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα και ειδικότερα στις παρεμβάσεις πάνω στις φυσικές διεργασίες. Έτσι λοιπόν έχουν μεταβληθεί πλήρως οι συνθήκες απορροής των νερών της βροχής, αλλά και στις οδούς που αυτό 'έμαθε' να κινείται εδώ και εκατομμύρια χρόνια πάνω στην επιφάνεια της γης και από εκεί μέσα στο έδαφος και στον παράκτιο χώρο. Ως κύριες αιτίες των πλημμυρικών φαινομένων θεωρούνται η αστικοποίηση, οι γεωργικές πρακτικές και η αποδάσωση.

Αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της ανθρώπινης ζωής από την απαρχή της αγροτικής επανάστασης, τότε που ο άνθρωπος εγκαταστάθηκε μόνιμα στις όχθες μεγάλων ποταμών, Στην Ευρώπη ισχυρές πλημμύρες συμβαίνουν σχεδόν κάθε δεκαετία. Το χειμώνα του 1994-1995 επηρέασαν την Ιταλία, τη Γερμανία, το Βέλγιο, τη Γαλλία και την Ολλανδία.

Ποια είναι η επίδραση των πλημμύρων στη ζωή μας

- Απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και σε περιουσίες
- Μόλυνση των πηγών πόσιμου νερού
- Ζημιές στα οδικά δίκτυα
- Απώλεια βιομηχανικής, αγροτικής και δασικής παραγωγικότητας καθώς και τουριστικών πόρων λόγω των ζημιών στη γη ή στις εγκαταστάσεις ή στην καταστροφή του συγκοινωνιακού συστήματος.
- Μείωση της τιμής των περιοχών που απειλούνται από πλημμύρες.
- Μέτρα για την αποφυγή ή μείωση επιπρόσθετων ζημιών από πλημμύρες.
- Μείωση της παραγωγικότητας ανθρώπων και ζώων λόγω τραυματισμού, θανάτου, ή ψυχολογικών τραυμάτων.

-



Πως αντιμετωπίζει η επιστήμη τις πλημμύρες

- Πρόβλεψη σε περιοχές επιρρεπείς στις πλημμύρες με τη χρήση διάφορων μεθόδων.
- Κατασκευή έργων υποδομής όπως φράγματα και διάφορα αντιπλημμυρικά έργα..
- Σχεδίαση υποδομών και οικιστικών περιοχών σε μέρη που δεν κινδυνεύουν από πλημμύρες.
- Δημιουργία συστημάτων ειδοποίησης.
- Αναδάσωση.
- Βελτίωση της υδραυλικής χωρητικότητας των κοιτών των ποταμών.
- Ενημέρωση και εκπαίδευση του κοινού για την αντιμετώπισή τους.

Η πρόβλεψη των πλημμύρων και η έγκαιρη προειδοποίηση είναι βασική προϋπόθεση για την ελαχιστοποίηση των καταστροφών που προκαλούνται από πλημμύρες. Τα συστήματα πρόβλεψης έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούν τις τελευταίες εξελίξεις στην παρακολούθηση, στην επικοινωνία και στην τεχνολογία των υπολογιστών. Βασίζονται κυρίως στις προβλέψεις των κατακρημνίσεων και σε μοντέλα ποταμών, των κοιλάδων και της ροής του νερού. Οι πλημμύρες μπορούν να μειωθούν με συνδυασμένες βελτιώσεις στην πρόβλεψη και στην διαχείριση των ποτάμιων συστημάτων. Επιπρόσθετα οι αρχές θα πρέπει να διαθέτουν τις απαραίτητες πληροφορίες και να προειδοποιούν για επικείμενες αρχές.

Μεθοδολογία

Για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, την ανάλυσή τους και τη διεξαγωγή ορθών συμπερασμάτων, ακολούθησε επιτόπια έρευνα πεδίου.

Πρώτος σταθμός για τη συλλογή πληροφοριών και την ανάλυση του φαινομένου ήταν το ίδιο το χωριό, ο Μελισουργός. Τα νερά της πλημμύρας έφθασαν μέχρι την κεντρική ζώνη, πλατεία, του χωριού. Οι καταστροφές έγιναν στη χαμηλή ζώνη του χωριού όπου σπίτια και δρόμοι είχαν μετατραπεί σε πεδίο πλημμυρικών αποθέσεων και φερτών υλικών.

Στη συνέχεια, η έρευνα μετατοπίστηκε στο σημείο συμβολής των δύο χειμάρρων, Βαρβάρας και Παλιουριές, όπου έχει αναπτυχθεί ένα παρόχθιο δάσος πλατανιών. Στο παρόχθιο αυτό δάσος, το οποίο βρίσκεται μέσα στη λεκάνη απορροής της υπό μελέτη περιοχής, διαπιστώνεται το ύψος του νερού που συσσωρεύτηκε στην είσοδο του στενού φαράγγιού. Το νερό λοιπόν, σε αυτό το σημείο έφτασε στα 7m και αυτό τεκμηριώνεται από τα φερτά υλικά που βρέθηκαν πάνω στα δέντρα εξ αιτίας των ορμητικών νερών. Στην κοίτη του χειμάρρου, δίπλα από το δάσος, παρατηρείται η διαβρωτική δράση του νερού. Το έδαφος και η βλάστηση στην περιοχή γύρω από την κοίτη έχουν παρασυρθεί και αποκαλύπτεται το σκληρό γρανιτικό υπόβαθρο, πάνω στο οποίο έχει δημιουργηθεί το φαράγγι. Ο σχηματισμός του φαράγγιού οφείλεται σε δύο δράσεις:

1. Στην ανύψωση της περιοχής κατά το νεογενές
2. Στη δράση του επιγενετικού δικτύου του υδρογραφικού δικτύου.

Αυτό σημαίνει ότι καθώς ανυψωνόταν η περιοχή ο δρόμος του νερού δεν άλλαξε πορεία, με αποτέλεσμα την κατά βάθος διάβρωση. Όταν το νερό έφθασε στο υπόβαθρο της περιοχής, εξ αιτίας της μικρής υροπερατότητας του γρανίτη, σχημάτισε το στενό φαράγγι της περιοχής.

Στο σημείο αυτό πάρθηκαν μετρήσεις της κοίτης και της διατομής των στενών. Σε όλη τη λεκάνη απορροής της περιοχής είχαν αποτεθεί πλημμυρικές αποθέσεις. Παρακάτω παρατίθεται φωτογραφία από μέρος της λεκάνης απορροής που είναι σκεπασμένη από πλημμυρικές αποθέσεις.



Εικόνα 1 πλημμυρικές αποθέσεις

Βάσει των στοιχείων στην έρευνα πεδίου η πλημμύρα δεν οφείλεται σε ανθρώπινη παρέμβαση στο περιβάλλον. Το χαμηλότερο τμήμα του χωριού είναι κτισμένο σχεδόν μέσα στο πλημμυρικό πεδίο της λεκάνης απορροής, περιοχή επικίνδυνη για πλημμύρες, και για αυτό το λόγο και πλημμύρισε. Η ισχυρή βροχόπτωση των προηγούμενων ημερών συγκέντρωσε μεγάλη ποσότητα νερού στην αρχή του στενού φαραγγιού, το οποίο λειτούργησε σα λαιμός φιάλης.

Για να την αποτροπή τέτοιων φαινομένων στο μέλλον είναι αναγκαίο να γίνουν αντιπλημμυρικά έργα καθώς και χάρτες επικινδυνότητας για πλημμύρες. Οι χάρτες αυτοί χαρτογραφούν τις επικίνδυνες ζώνες για πλημμύρα σε κάθε περιοχή ούτως ώστε η τοπική αρχή να γνωρίζει και να μπορεί να ενημερώνει τους δημότες της για πιθανά ασφαλή σημεία ανοικοδόμησης. Τα αντιπλημμυρικά έργα που πρέπει να γίνουν στην περιοχή είναι διάνοιξη των στενών και της κοίτης του χειμάρρου, όπως επίσης και δημιουργία υδρορροών και αναχωμάτων στα κατάντη του χωριού για τη διοχέτευση του νερού προς το χείμαρρο.

Από την επίσκεψη της υπό μελέτη περιοχής συλλέχθηκε φωτογραφικό υλικό και έγιναν μετρήσεις για εργαστηριακή ανάλυση

Τα στοιχεία και το φωτογραφικό υλικό, τα οποία συλλέχτηκαν στην περιοχή μελέτης, αναλύθηκαν ώστε να διεξαχθούν έγκυρα αποτελέσματα. Οι μετρήσεις που έγιναν στις διαστάσεις της κοίτης και των στενών καταγράφηκαν από όργανα laser, ενώ οι υψομετρικές μετρήσεις και ο προσδιορισμός των τοποθεσιών έγιναν με όργανα μέτρησης gps.



Εικόνα 3 όργανο gps



Εικόνα 2 όργανο laser

Για την ανάλυση των υδρομετρικών και μορφολογικών παραμέτρων του υδρογραφικού δικτύου και της λεκάνης απορροής χρησιμοποιήθηκε λογισμικό GIS. Το GIS είναι ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών το οποίο απανθάνιζει, αποθηκεύει, αναλύει, διαχειρίζεται και παρουσιάζει δεδομένα τα οποία είναι συνδεδεμένα με μία περιοχή. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε πολλές επιστήμες όπως γεωγραφία, ναυσιπλοΐα, χαρτογραφία, κ.α.. Στην παρούσα μελέτη η ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου, της λεκάνης απορροής και των χαρτών έγινε με το GIS σύστημα MapInfo.

Ανάλυση υδρογραφικού δικτύου

Υδρογραφικό Δίκτυο:

Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που δεν κατεισδύουν στο έδαφος και δεν εξατμίζονται αποτελούν μαζί με το νερό των πηγών το επιφανειακό νερό. Το νερό της βροχής μετά την πτώση του στο έδαφος ρέει προς τα κατάντη εξαιτίας της βαρύτητας, με τη μορφή επιφανειακού μανδύα, ευμετάβλητου συνήθως πάχους και ακανόνιστης ροής. Σύντομα όμως οργανώνεται μέσα σε ένα δίκτυο ρυακιών, χειμάρρων και ποταμών, δημιουργώντας ένα δίκτυο επιφανειακής αποστράγγισης, το οποίο ονομάζεται **υδρογραφικό δίκτυο**.

Μορφές υδρογραφικού δικτύου:

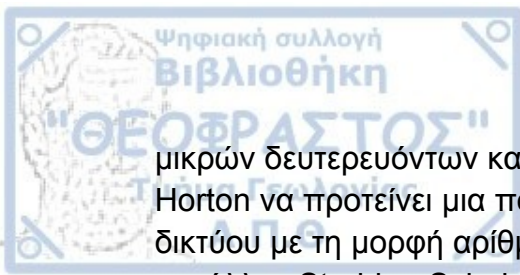
Η μορφή την οποία θα λάβει ένα υδρογραφικό δίκτυο εξαρτάται από τη γεωλογική κατασκευή της περιοχής και τις κλιματικές συνθήκες.

Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότερες μορφές υδρογραφικών δικτύων:

- Δενδριτική μορφή
- Παράλληλη μορφή
- Ορθογώνια μορφή
- Κλιμακωτή μορφή
- Ακτινωτή μορφή

Αρίθμηση υδρογραφικού δικτύου:

Για την ποσοτική ανάλυση ενός υδρογραφικού δικτύου πρέπει να καθοριστεί κάποια σχέση μεταξύ των κλάδων του. Η ύπαρξη μεγάλων κεντρικών κλάδων,



μικρών δευτερευόντων και ακόμα μικρότερων πρωτευόντων οδήγησε το Horton να προτείνει μια ποσοτική έκφραση της ανάπτυξης ενός υδρογραφικού δικτύου με τη μορφή αρίθμησης των κλάδων του. Στη συνέχεια ακολούθησαν και άλλοι, Strahler, Scheidegger, Sheve, Milton and Olier, Wolderberg και Javis.

Η σωστή αρίθμηση ενός υδρογραφικού δικτύου είναι πολύ σημαντική, καθώς μέσω αυτής υπολογίζονται διάφορες μορφομετρικές παράμετροι τόσο των δικτύων όσο και των υδρολογικών λεκανών τους.

Λεκάνη Απορροής:

Ως λεκάνη απορροής ενός χειμάρρου νοείται η περιοχή εκείνη, η οποία αποστραγγίζει τα συστήματα των ρεμάτων που αποτελούν το χείμαρρο, δηλαδή τη ζώνη εκείνη της οποίας τα ύδατα συγκεντρώνονται στα χαμηλότερα σημεία για να σχηματίσουν το χείμαρρο.

Κάθε ρέμα φέρει τη δική του λεκάνη απορροής.

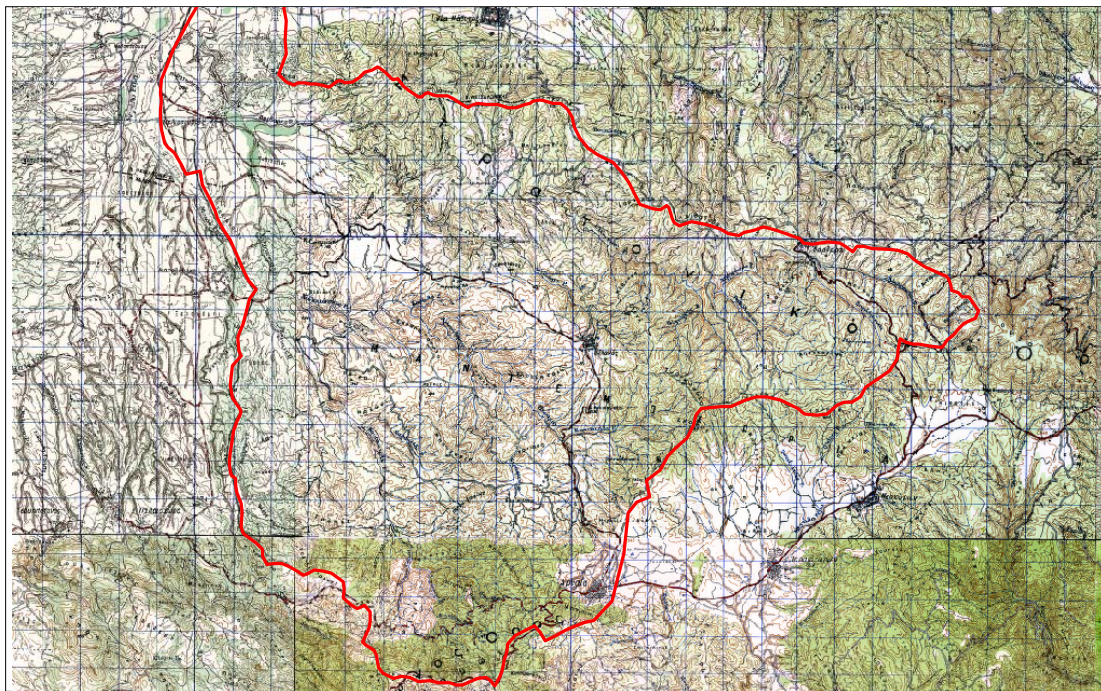
Η λεκάνη απορροής, ως σύστημα μετασχηματισμού των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων σε απορροή, παρουσιάζει ορισμένα ειδικά φυσικά γνωρίσματα που επηρεάζουν σημαντικά, τόσο τη διαδικασία του μετασχηματισμού όσο και το τελικό της αποτέλεσμα, δηλαδή το υδρογράφημα της απορροής. Τα γνωρίσματα αυτά ονομάζονται φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής και μπορούν να καταταγούν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

- Μορφολογικά χαρακτηριστικά (μορφή, ανάγλυφο, υδρογραφικό δίκτυο)
- Εδαφολογικά χαρακτηριστικά (μηχανικές ιδιότητες, χημική σύσταση)
- Φυτοκάλυψη (είδη χλωρίδας και χωρική διάταξή της).

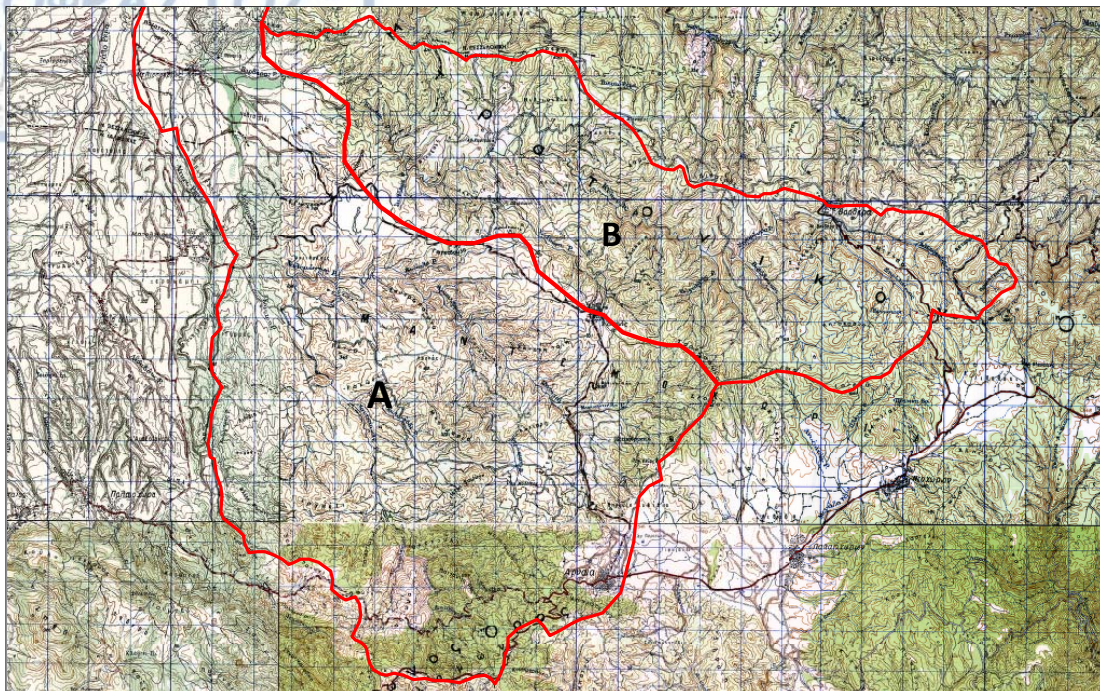
-

Η ψηφιοποίηση και η ανάλυση των μετρήσεων έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η λεκάνη απορροής της περιοχής, όπως φαίνεται και στους χάρτες, έχει στρογγυλό σχήμα, που σημαίνει ότι τα επιφανειακά νερά δεν καθυστερούν να μετακινηθούν από τη μία άκρη της στην άλλη. Έτσι, κατά τη διάρκεια του φαινομένου της πλημμύρας, μεγάλος όγκος νερού κινήθηκε ταχύτητα προς τα στενά, όπου έπαιξαν το ρόλο του λαιμού φιάλης, με αποτέλεσμα να συσσωρευτεί μεγάλη ποσότητα νερού. Έχει εμβαδόν 187.2 km^2 και χωρίζεται σε δύο υπολεκάνες.

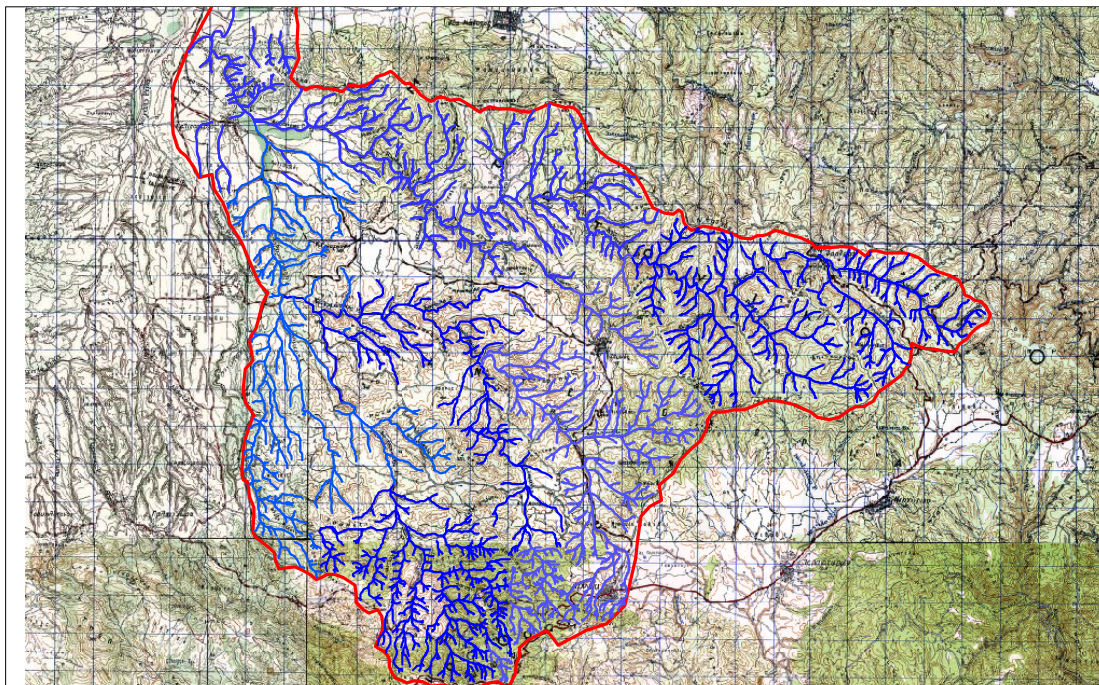


χάρτης 1 υδρογραφική λεκάνη



χάρτης 2 απεικόνιση υπολεκανών

Το υδρογραφικό δίκτυο που αποστραγγίζει την περιοχή είναι δενδρικής μορφής με μήκος ρεμάτων 574 km και αριθμό κλάδων 1289.



χάρτης 3 απεικόνιση υδρογραφικού δικτύου

Αριθμήθηκε κατά Straller και έδωσε τα εξής στοιχεία για τους κλάδους:

1^{ης} τάξης : 691

2^{ης} τάξης : 225

3^{ης} τάξης : 45

4^{ης} τάξης : 13

5^{ης} τάξης : 3

6^{ης} τάξης : 1

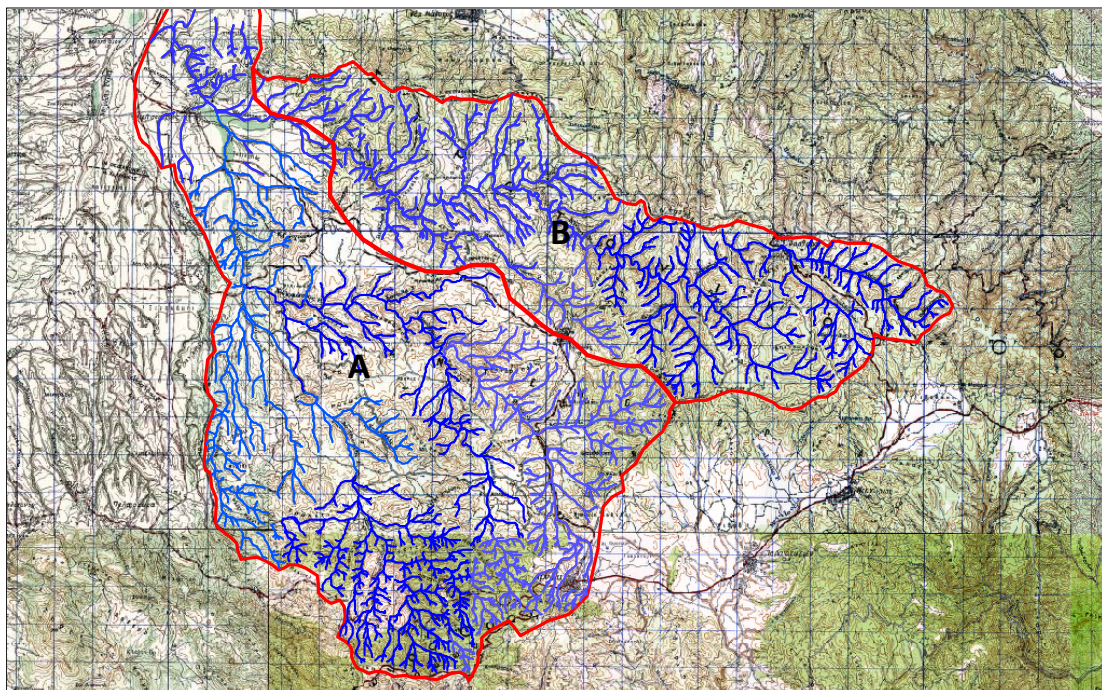
Τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά των δύο υπολεκανών υπολογίστηκαν ως εξής:

Για την υπολεκάνη Α:

Η υπολεκάνη Α έχει εμβαδόν 108.4 km^2 και συνολικό μήκος ρεμάτων 354.9 km . Η υδρογραφική της πυκνότητα υπολογίστηκε σε 3.27 km^{-1} , ενώ η υδρογραφική της συχνότητα σε 7.92 km^{-2} .

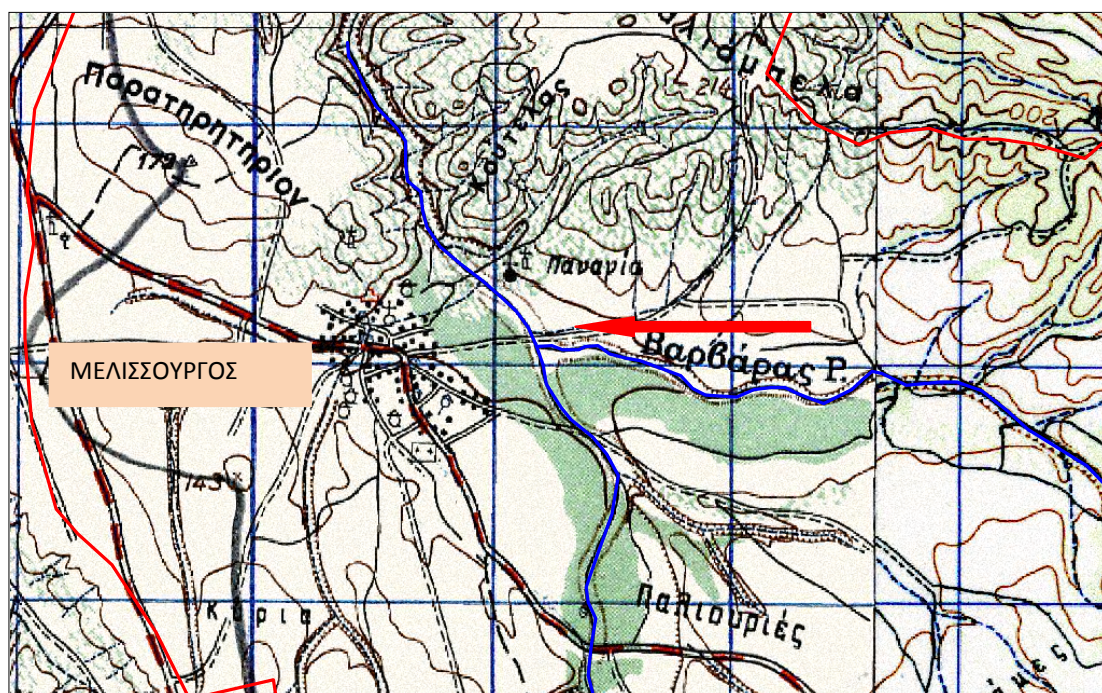
Για την υπολεκάνη Β:

Η υπολεκάνη Β έχει εμβαδόν 74.03 km^2 και συνολικό μήκος ρεμάτων 218.9 km . Η υδρογραφική πυκνότητα υπολογίστηκε σε 2.95 km^{-1} , ενώ η υδρογραφική της συχνότητα σε 4.13 km^{-2} .



χάρτης 4 απεικόνιση υδρογραφικών στοιχείων της περιοχής

Για την καλύτερη κατανόηση του φαινομένου αξίζει να σημειωθεί επάνω στο χάρτη το σημείο τομής των δύο χειμάρρων, Βαρβάρας και Παλιουριές, ώστε να φανεί πόσο κοντά στο Μελισσουργό είναι αυτό.



χάρτης 5 σημείο τομής χειμάρρων

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η πλημμύρα στη χαμηλή ζώνη του χωριού ήταν αναπόφευκτη.

Το πλημμυρικό επεισόδιο της 9^{ης} Οκτωβρίου 2006

Χαρακτηριστικά της πλημμύρας:

Το πλημμυρικό επεισόδιο έλαβε χώρα στις 9 Οκτωβρίου 2006, μετά από δυνατή βροχόπτωση στην περιοχή που ξεκίνησε την 6 Οκτωβρίου 2006. Το ύψος των κατακρημνισμάτων ανήλθε στα 78.8 mm (Μ.Ο), σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας, ενώ το πλημμυρικό πεδίο έφτασε τα 4 km².

Η δυνατή βροχόπτωση σε συνδυασμό με το μεγάλο όγκο νερού που κατηφόριζε στα πεδινά είχε σαν αποτέλεσμα να υπερχειλίσουν οι δύο χείμαρροι που διασχίζουν την περιοχή. Όπως φαίνεται και στο χάρτη το πλημμυρικό πεδίο αποστράγγισε την περιοχή και ο μεγάλος όγκος του νερού που στο σύνολό του έρεε επιφανειακά συγκεντρώθηκε απότομα στη συμβολή των κύριων κλάδων 5^{ης} και 6^{ης} τάξης, η οποία βρίσκεται 500m ανατολικά του οικισμού, στα ανάντη των στενών. Το νερό σαν τρόπο διαφυγής είχε μόνο το φαράγγι, το οποίο, μορφολογικά, είναι στενό και μικρό, με αποτέλεσμα να μην μπορέσει να αποστραγγίσει τον όγκο του νερού και να λειτουργήσει ως 'λαιμός φιάλης'. Εξαιτίας αυτού, το νερό ανακλάστηκε και δημιούργησε μία προσωρινή λίμνη βάθους 8m περίπου.

Ανάλυση πλημμυρικού φαινομένου:

Η περιοχή αποτελείται από τριτογενή και τεταρτογενή ιζημάτα όπως: Αλλουβιακές αποθέσεις, ψαμμίτες και ερυθροστρώματα. Από μεταϊζημάτα, μάρμαρα, φυλλίτες και ασβεστόλιθους του Τριαδικού – Μέσου Ιουρασικού, τα οποία ανήκουν στην ομάδα της Σβούλας, στην ενότητα Μελισσοχωρίου της Περιροδοπτικής ζώνης, από διμαρμαρυγιακούς γνευσίους, διμαρμαρυγιακούς και βιοτιτικούς γρανίτες, μονοκλινικούς και πλαγιокλαστικούς γνευσίους και φλέβες γρανιτών. Αυτοί οι πυριγενείς όγκοι ανήκουν στην ομάδα Βερτίσκου τη Σερβομακεδονικής ζώνης και αποτελούν το παλαιοζωικό υπόβαθρο της περιοχής.



Εικόνα 4 τριτογενή και τεταρτογενή ιζήματα



Εικόνα 5 ποτάμιες αποθέσεις της περιοχής



Εικόνα 6 γρανιτικό υπόβαθρο της περιοχής

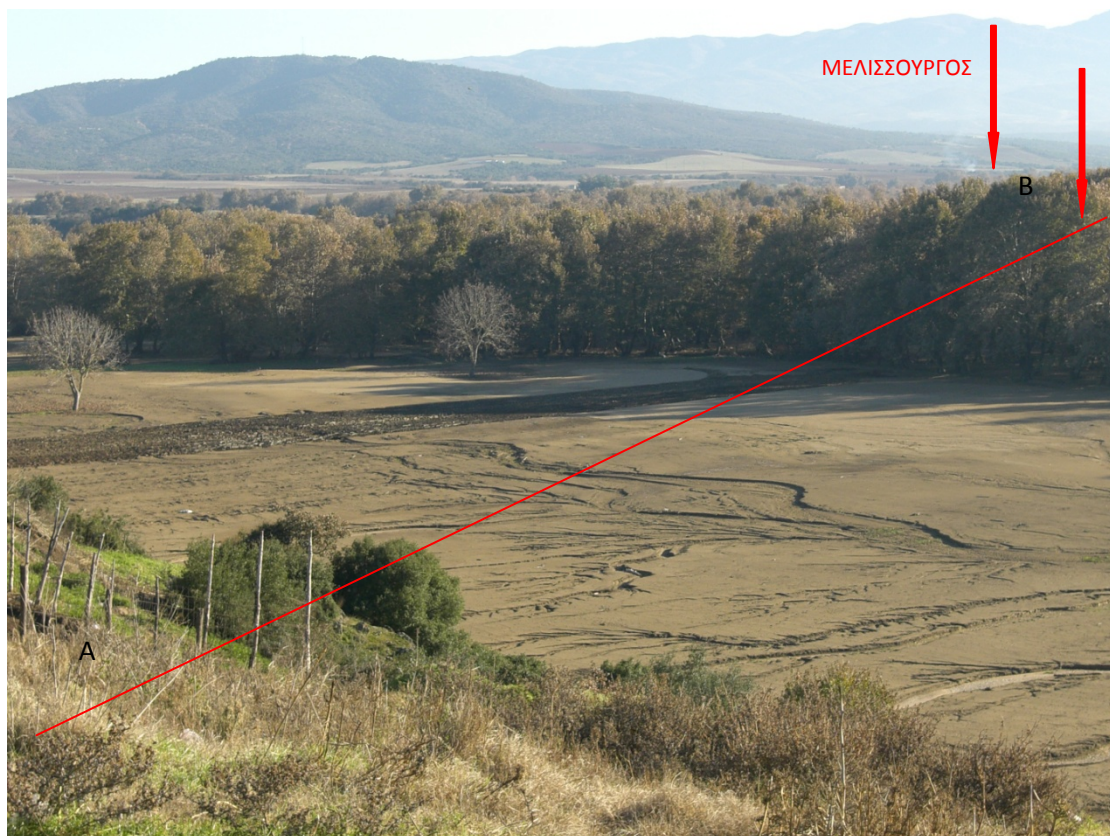


Εικόνα 7 επαφή γρανιτικού υπόβαθρου με ιζήματα

Το υδρογραφικό δίκτυο είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία των κοιτών των ποταμών και των χειμάρρων.

Στην ευρύτερη περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης, κατά το Τεταρτογενές η περιοχή ανυψώθηκε. Το νερό όμως συνέχισε να κινείται στους δρόμους που είχε ανοίξει το παλιότερο υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής εξ αιτίας της επιγενετικής δράσης αυτού. Καθώς το νερό κινείται επάνω στα μαλακά ιζήματα της περιοχής, προκαλεί των κατά βάθος διάβρωση αυτών με αποτέλεσμα την αποκάλυψη του σκληρού γρανιτικού υποβάθρου.

Οι γρανίτες, ως πετρώματα με μικρή υδατοπερατότητα, δεν επιδέχονται κατά πλάτος διεύρυνση, με αποτέλεσμα το νερό να δημιουργήσει πάνω σε αυτούς ένα στενό φαράγγι μήκους 1.800m. Η στενή αυτή η διατομή, 100m περίπου, λειτούργησε σα λαιμός φιάλης και ανάκλασε το μεγάλο όγκο του νερού που έρρεε επιφανειακά εξ αιτίας της δυνατής βροχόπτωσης των προηγούμενων ημερών. Το ανακλώμενο νερό σχημάτισε μία λίμνη περίπου 8 m βάθους, η οποία κατέκλυσε το χαμηλό ανάγλυφο της περιοχής και κατά συνέπεια και του Μελισσουργού, ο οποίος βρίσκεται στο πεδινό τμήμα της περιοχής.



Εικόνα 8 πλημμυρικό πεδίο σε σχέση με την τοποθεσία του Μελισσουργού

Στην περιοχή σύγκλισης των χειμάρρων, μερικά μέτρα πριν το φαράγγι, αναπτύχθηκε δάσος από πλατάνια, το οποίο αποτέλεσε πεδίο πλημμυρικών αποθέσεων και λειτούργησε ως εμπόδιο στην διαφυγή του νερού κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης. Στις παρακάτω φωτογραφίες φαίνεται το ύψος που έφτασε το νερό κατά την πλημμύρα.



Εικόνα 9 ύψος πλημμύρας στο παρόχθιο δάσος



Εικόνα 10 ύψος νερού στο παρόχθιο δάσος



Εικόνα 11 ύψος νερού στο παράχθιο δάσος

Όταν το νερό υποχώρησε αποκαλύφθηκε η διαβρωτική του δράση. Το νερό της πλημμύρας έχει παρασύρει τα υλικά της περιοχής και έχει απογυμνώσει το έδαφος με αποτέλεσμα την αποκάλυψη του μητρικού πετρώματος. Στις παρακάτω φωτογραφίες απεικονίζεται η διαβρωτική δράση του νερού της πλημμύρας.



Εικόνα 12 διαβρωτική δράση νερού



Εικόνα 13 φερτά υλικά εξ αιτίας διαβρωτικής δράσης νερού



Εικόνα 14 διαβρωτική δράση νερού

Το βέλος της φωτογραφίας δείχνει την απογύμνωση του εδάφους στην περιοχή του πλημμυρικού πεδίου και την αποκάλυψη πια του μητρικού πετρώματος. Εξ αιτίας της λιθολογίας του, το μητρικό πέτρωμα, όντας γρανιτικό, λειτούργησε προστατευτικά στην κατά βάθος διάβρωση με αποτέλεσμα να μην υπάρξει αλλοίωση του περιβάλλοντος.

Καθώς προχωρούμε προς το φαράγγι παρατηρείται η στενή διατομή του, η οποία έπαιξε το ρόλο του λαιμού φιάλης όπου ήταν καθοριστικός για της εξέλιξη και το μέγεθος της πλημμύρας. Με επιτόπιες μετρήσεις που έγιναν, υπολογίστηκε ότι το άνοιγμα των στενών είναι 60 μέτρα, άνοιγμα πολύ μικρό, το οποίο συντέλεσε στη δημιουργία προσωρινής λίμνης βάθους περίπου 10 μέτρων στο πλημμυρικό πεδίο.

Στην είσοδο των στενών είχε κατασκευαστεί ένα μικρό φράγμα, το οποίο έκανε ακόμα πιο δύσκολη τη διαφυγή του νερού.



Εικόνα 15 στενή διατομή φαραγγιού

Επιτόπιες παρατηρήσεις στο πλημμυρικό πεδίο του Μελισσουργού :

Το πλημμυρικό πεδίο εισχώρησε στη χαμηλή ζώνη του χωριού με αποτέλεσμα να πλημμυρίσει το χαμηλότερο σημείο αυτού.

Παραθέτονται φωτογραφίες που δείχνουν τις επιδράσεις του πλημμυρικού πεδίου και το μέγεθος της καταστροφής του χωριού.



Εικόνα 16 πλημμυρικές αποθέσεις στο γήπεδο ποδοσφαίρου του χωριού



Εικόνα 17 ύψος πλημμύρας στο γήπεδο ποδοσφαίρου

Σύμφωνα με τις φωτογραφίες το νερό της πλημμύρας μετέτρεψε το γήπεδο ποδοσφαίρου σε λίμνη όπου έφθασε σε ύψος μέχρι το κόκκινο βέλος στη φωτογραφία, περίπου τα 2.5 m.

Καταστροφές στο χωριό Μελισσουργός:

Παρακάτω παρουσιάζονται χαρακτηριστικές φωτογραφίες που υποδηλώνουν το μέγεθος της καταστροφής στο χαμηλότερο σημείο του χωριού



Εικόνα 18 ύψος πλημμύρας σε οίκημα στη χαμηλή ζώνη του χωριού



Εικόνα 19 ύψος πλημμύρας στη χαμηλή ζώνη του χωριού

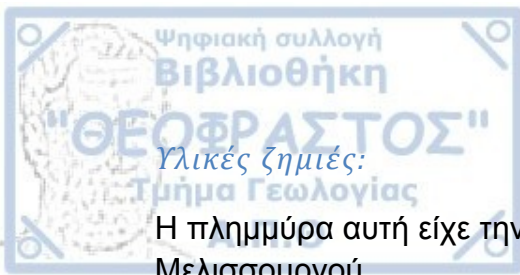


Εικόνα 20 ύψος πλημμύρας σε οίκημα στη χαμηλή ζώνη του χωριού

Στα υψηλότερα σημεία του χωριού η λίμνη αποσφηνώνεται.



Εικόνα 21 ύψος πλημμύρας στην κεντρική ζώνη του χωριού



Η πλημμύρα αυτή είχε την αρνητική επίδραση της στους ανθρώπους του Μελισσουργού.

Οι καταστροφή που προκάλεσε ήταν κυρίως υλικές, αφού καταστράφηκαν οικοσκευές, αλλά και οικονομικές, αφού πλημμύρισαν χωράφια.

Αναλυτικότερα οι υλικές ζημιές σύμφωνα με στοιχεία της τοπικής αυτοδιοίκησης καταγράφονται σε:

- 30 σπίτια κρίθηκαν μη κατοικήσιμα
- Σε 53 νοικοκυριά καταστράφηκαν οικοσκευές
- 150 στρέμματα καλλιεργήσιμων εκτάσεων πλημμύρισαν και καταστράφηκαν
- Χάθηκαν 400 μικρά ζώα, 2 μεγάλα και 60 κυψέλες
- Δημιουργήθηκαν προβλήματα στο αποχετευτικό και ηλεκτρικό δίκτυο με συνεχείς διακοπές ρεύματος
- Καταστράφηκε δημόσια περιουσία όπως δρόμοι και γεφύρια.

Εκτελεσθέντα έργα προστασίας

Μετά τη μεγάλη πλημμύρα και τις καταστροφές που υπέστη ο Μελισσουργός, κρίθηκε αναγκαίο να κατασκευαστούν αντιπλημμυρικά έργα για την αποφυγή παρόμοιων φαινομένων.

Αντιπλημμυρικά έργα είναι τα έργα που αφορούν ή σχετίζονται με:

- ασφαλή αποθήκευση πλημμυρικών όγκων (μακροπρόθεσμη, μεσοπρόθεσμη ή βραχυπρόθεσμη συγκράτηση νερών)
- ασφαλή παροχέτευση πλημμυρικών παροχών (υψηλές ταχύτητες ροής)
- ασφαλή καθοδήγηση πλημμυρικών παροχών (χαμηλές ταχύτητες ροής)

Τα έργα αυτά είναι:

- Φράγματα (έργα συγκράτησης νερού ή αντιπλημμυρικά)
- Υπερχειλιστές – εκχειλιστές
- Έργα αποτόνωσης ενέργειας (μετατροπής – καταστροφής)
- Καθοδηγητικά ή προστατευτικά αναχώματα.

Η τοπική αυτοδιοίκηση του δήμου Απολλωνίας, αμέσως μετά την πλημμύρα της 6/10/2008 ξεκίνησε τις διαδικασίες για τα αντιπλημμυρικά έργα, τα οποία στοίχησαν 400.000 € και δεν έχουν ολοκληρωθεί ακόμα.

Η αποκατάσταση ζημιών από τις πλημμύρες και τα έργα αντιπλημμυρικής προστασίας, που είναι αρμοδιότητα της νομαρχίας Θεσσαλονίκης, εντάχθηκε στο πρόγραμμα της ΣΑΕΠ 2008σύμφωνα με το αρ.104/33-09 έγγραφο της περιφέρειας Κ. Μακεδονίας. Η διεύθυνση τεχνικών υπηρεσιών της νομαρχίας Θεσσαλονίκης συνέταξε μελέτη του έργου : Αποκατάσταση οδοστρώματος επαρχιακής οδού Μελισσουργού – ορίων Ν. Χαλκιδικής, με προϋπολογισμό 870.000 €, η οποία εγκρίθηκε στις 13/06/2009. Η δημοπρασία του έργου έγινε στις 6/10/2009με απόφαση της αρμόδιας νομαρχιακής επιτροπής. Η περάτωση του έργου, σύμφωνα με τα συμβατικά τεύχη της μελέτης προσδιορίζεται σε 12 μήνες από την ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης. Μέσα στο έργο αυτό συμπεριλαμβάνονται και τα αντιπλημμυρικά έργα του χωριού.

Οι εργασίες χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες, οι πρώτες στο χείμαρρο Βαρβάρας και Μελισσουργού (Παλιουριές) και στο έργο κατασκευής γέφυρας που θα ενώνει το τη Ν. Απολλωνία με το Μελισσουργό.

Οι εργασίες που έγιναν στους χείμαρρους αποτελούνται από διάνοιξη της κοίτης και διευθέτηση αυτής, καθώς και κατασκευή πλακόστρωτων οχέων. Παρακάτω παρατίθενται φωτογραφίες με τα έργα προστασίας στο Μελισσουργό.



Εικόνα 22 πλακόστρωτος οχετός- αντιπλημμυρικά έργα Μελισσουργού



Εικόνα 23 πλακόστρωτος οχετός - αντιπλημμυρικά έργα Μελισσουργού



Εικόνα 24 πλακόστρωτος οχετός - αντιπλημμυρικά έργα Μελισσουργού



Εικόνα 25 πλακόστρωτος οχετός - αντιπλημμυρικά έργα



Εικόνα 26 κατασκευή γέφυρας - αντιπλημμυρικά έργα Μελισσουργού



Εικόνα 27 κατασκευή γέφυρας - αντιπλημμυρικά έργα Μελισσουργού



Εικόνα 28 διευθέτηση και διάνοιξη κοίτης χειμάρρου Μελισσουργού



Εικόνα 29 διάνοιξη κοίτης χειμάρρου Μελισσουργού



Εικόνα 30 διάνοιξη στα χείμαρρο Μελισσουργού στα στενά του φαραγγιού

Συμπεράσματα

Η πλημμύρα του Μελισσουργού αποτελεί πλημμύρα πενήνταετίας αφού σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων του χωριού παρόμοιο φαινόμενο είχε συμβεί στο παρελθόν πριν από πενήντα χρόνια περίπου.

Εντάσσεται στις φυσικές καταστροφές και δεν οφείλεται σε παρέμβαση ανθρώπου στον περιβάλλον.

Για την αποφυγή παρόμοιων φαινομένων στο μέλλον κατασκευάστηκαν αντιπλημμυρικά έργα στη στενή διατομή του χειμάρρου. Τα στενά ανοίχθηκαν με τεχνητό τρόπο με σκοπό τη γρήγορη διαφυγή του νερού.

Η αλλοίωση και η ανθρώπινη παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον θα μπορούσε να αποφευχθεί με τη συμβολή της γεωμορφολογίας και τη δημιουργία χαρτών πλημμυρικής επικινδυνότητας.

Η μελέτη και η δημιουργία χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας είναι σωτήριοι για την αποφυγή πλημμυρών σε οικισμούς.

Σε αυτούς τους χάρτες εξετάζονται σενάρια πλημμύρας (ακραίων φαινομένων, μέσης και υψηλής πιθανότητας) και η αντίστοιχη έκτασης πλημμύρας, στάθμη, ταχύτητα νερού. Με αυτόν τον τρόπο χαρτογραφούνται οι επικίνδυνες προς πλημμύρα περιοχές με αποτέλεσμα η κάθε τοπική αρχή να είναι ενημερωμένη και να προχωρεί στα ανάλογα τεχνικά έργα, όπου χρειάζεται.

Η επιστήμη της γεωμορφολογίας, όπως και κάθε επιστήμη, είναι ταγμένη στην υπηρεσία του κοινωνικού συνόλου, για αυτό το λόγο είναι απαραίτητο να γίνονται σωστές μελέτες, οι οποίες να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη από τις τοπικές αυτοδιοικήσεις κάθε περιφέρειας. Έτσι με σωστό προγραμματισμό και σχεδιασμό να περιορίζονται στο ελάχιστο οι καταστροφές από φυσικά φαινόμενα.



Βιβλιογραφία

Βουβαλίδης Κ, Φυσική Γεωγραφία

Θανασούλας Κ, 1981, Γεωηλεκτρικές διασκοπίσεις περιοχής λεκάνης
Μυγδονίας

Μανάτου Μ, Συμβολή στον προσδιορισμό τρισδιάστατου εδαφικού
προσομοιώματος για τη μελέτη της σεισμικής απόκρισης: εφαρμογή στην
ιζηματογενή Μυγδονία Λεκάνη

Μουντάφης Ν.Ι, Πλημμύρες και αντιπλημμυρικά έργα

Μουντράκης Δ, Γεωλογία Ελλάδος

Ψιλοβίκος Α, Ασκήσεις γεωμορφολογίας