

## Εκτίμηση πλημμυρικής επικινδυνότητας και η χρήση της στον φυσικό και αστικό σχεδιασμό. Παράδειγμα εφαρμογής η πεδιάδα Τρικάλων – Καλαμπάκας.

ΜΠΑΘΡΕΛΛΟΣ Γ.<sup>1</sup>, ΣΚΥΛΟΔΗΜΟΥ Χ.<sup>1</sup> ΚΑΙ ΚΑΚΑΛΙΚΑ Π.<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Floods are part of the geomorphologic cycle during the landscape formation. The flooding events may become dangerous when affect the human activities. Hence, a certain methodology to assess the flooding risk for the basin of Trikala - Kalambaka is presented above, and a flood hazard map has been produced. The method used for the definition of locations prone to flooding combines the study of the relief with the mechanical composition of the soil. In this paper, the towns and settlements that are vulnerable to future flooding events. In this way, the contribution of geology to the urban and natural planning is of outmost importance.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι πλημμύρες αποτελούν ένα τμήμα του γεωμορφολογικού κύκλου κατά τη διαμόρφωση του τοπογραφικού αναγλύφου. Τα πλημμυρικά φαινόμενα γίνονται επικίνδυνα όταν επηρεάζουν τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Για το λόγο αυτό για στην πεδιάδα Τρικάλων – Καλαμπάκας παρουσιάζεται ένας τρόπος εργασίας για την εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας. Αντίστοιχα, σχεδιάστηκε ο χάρτης πλημμυρικής επικινδυνότητας. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό των ευάλωτων σε πλημμύρες θέσεις είναι συνδυασμός της μελέτης του μορφολογικού αναγλύφου και της μηχανικής σύστασης του εδάφους. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται επίσης οι πόλεις και οι οικισμοί που είναι πιθανό να πληγούν και στο μέλλον από πλημμυρικά φαινόμενα. Έτσι καταδεικνύεται η αναγκαιότητα της ανάδειξης του ρόλου της γεωλογίας στο χωροταξικό σχεδιασμό.

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η πλημμυρική επικινδυνότητα του πεδινού τμήματος του Νομού Τρικάλων (σχήμα 1). Το τμήμα αυτό ονομάζεται πεδιάδα Τρικάλων – Καλαμπάκας. Η πεδιάδα αναπτύσσεται αρχικά με μια γενικευμένη διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ και ύστερα, μετά την πόλη των Τρικάλων, στρέφεται και η διεύθυνσή της γίνεται Α – Δ. Η διεύθυνση αυτή ακολουθεί τη γενική διάταξη των ορέων από τα οποία περιστοιχίζεται (Κόζιακας, Χάσια, Αντιχάσια, Ίταμος). Η πεδιάδα διαρρέετα από τον Πηνειό ποταμό και δομείται γεωλογικά από Τεταρτογενείς αποθέσεις. Τροφοδοτείται με

υλικό από τους παραποτάμους του Πηνειού ποταμού, Μαλακασιώτη, Καστανιώτη, Ίωνα, Ληθαίο, Ανάποδο, Πορταϊκό και άλλους μικρότερους. Η περιοχή, η οποία μελετήθηκε, αρχίζει βόρεια από το σημείο που συμβάλουν ο Μαλακασιώτης, ο Καστανιώτης και ο Ίωνας σχηματίζοντας τον Πηνειό ποταμό (βορειοδυτικά της πόλης της Καλαμπάκας) και φτάνει έως την φυσική παλαιά συμβολή του Πηνειού ποταμού με τον Ληθαίο.

### FLOOD RISK ASSESSMENT AND ITS USAGE IN NATURAL AND URBAN PLANNING. THE CASE STUDY OF THE PLAIN OF TRIKALA – KALAMBAKA.

<sup>1</sup> Department of Geography - Climatology, Faculty of Geology and Geo-environment, School of Sciences, National and Kapodistrian University of Athens, 15784, University Campus, Zografou, Athens, g bathrellos@geol.uoa.gr, hskilodimou@euof.uoa.gr

<sup>2</sup> University Research Institute of "Urban Environment and Human Resources", Panteion University of Athens, 14<sup>th</sup> Aristotelous str., 17671, Kallithea, Athens, panagiota@panteion.gr



Σχήμα 1: Η περιοχή μελέτης

## 2. ΠΑΛΑΙΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

Το πεδινό τμήμα της λεκάνης απορροής του Πηνειού και των παραποτάμων του μασιζόταν παλαιότερα από το έντονο πρόβλημα των πλημμυρών, χωρίς να έχει εξαλειφθεί αυτό εντελώς και σήμερα, ύστερα από τα πολλά εγχειροβελτιωτικά έργα, τα οποία σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν.

Σε πολλά ιστορικά κείμενα καταγράφονται και αναφέρονται πολλές πλημμύρες των ποταμών Πηνειού και Ληθαίου. Οι πλημμύρες αυτές κατά την εκδήλωσή τους προκαλούσαν πάρα πολλές καταστροφές στις περιουσίες των κατοίκων (καταστήματα, πλινθόκιστα σπήλια-κτίσματα, καλλιέργειες, κλπ), στα δημόσια έργα (πετρόκτιστες και ξύλινες γέφυρες, δρόμους, κλπ) και απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και στο ζωικό κεφάλαιο.

Αποκορύφωμα αυτών των ιστορικών πλημμυρών ήταν η πλημμύρα της 5<sup>ης</sup> Ιουνίου 1907, κατά την οποία καταστράφηκε το μεγαλύτερο μέρος της πόλης των Τρικάλων και παρόλες τις διαφορετικές και αντικρουόμενες αναφορές για τα θύματα (που κάποιες τα ανεβάζουν πάνω από 500) και τις ζημιές, είναι σίγουρο ότι συνολικά περισσότερα από 100 άτομα πνίγηκαν σε αυτή και πάνω από 1200 σπίτια και μαγαζιά καταστράφηκαν (Μπαθρέλλος 2005).

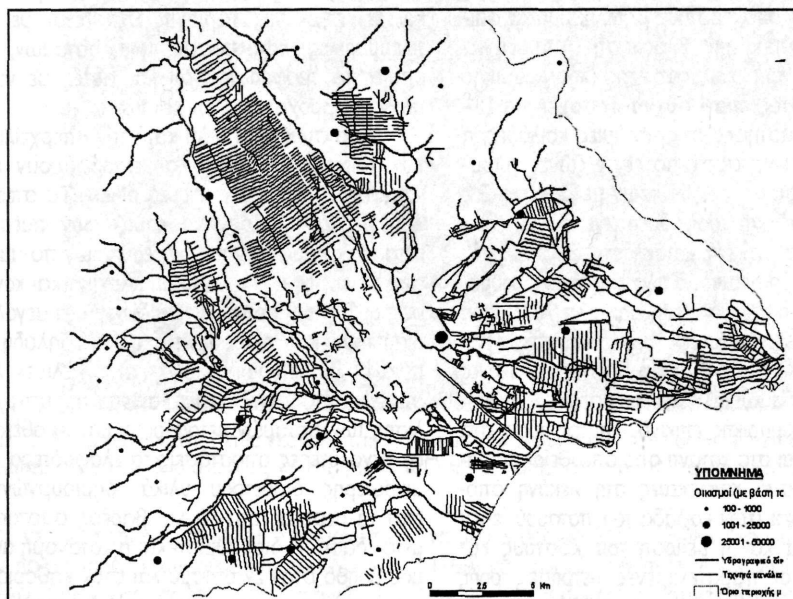
Όπως αναφέρει ο Θ. Τριανταφύλλου (1976): «...η πλημμύρα εκείνη έμεινε ιστορική. Από τότε, άλλη τέτοια καταστρεπτική πλημμύρα δεν σημειώθηκε. Πάντοτε όμως κάθε φθινόπωρο, με τα δυνατά πρωτοβρόχια, και κάθε άνοιξη, όταν έλειωναν τα χιόνια και ξεσπούσαν καταιγίδες και νεροποντές, τα νερά του Ληθαίου θύμωσαν, ξεχείλιζαν αφρισμένα και τότε παρέσερναν γέφυρες και πότε κατέκλυζαν εκτάσεις στις συνοικίες .....»

## 3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Τα τελευταία χρόνια μια σειρά μεγάλων τεχνικών έργων έχουν πραγματοποιηθεί στον Πηνειό ποταμό σε όλη τη Θεσσαλία (Ψιλοβίκος 1991). Αντίστοιχα και στην πεδιάδα Τρικάλων – Καλαμπάκας σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν σειρά εγχειροβελτιωτικών έργων. Αυτά τα εγχειροβελτιωτικά και αποστραγγιστικά έργα περιλαμβάνουν κατασκευή αρδευτικών καναλιών, φραγμάτων, λιμνο-δεξαμενή στο Λογγά, εκτροπές των κοιτών του Ληθαίου κλπ (σχήμα 2). Παρόλα αυτά τα έργα και σύμφωνα με ετήσιες εκθέσεις της Διεύθυνσης Εγγείων Βελτιώσεων της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Τρικάλων, ύστερα από επιτόπιες καταγραφές, σημαντικότερα προβλήματα από πλημμύρες αντιμετωπίζει ο Νομός Τρικάλων κάθε χρόνο, με οξύ-

τερο πρόβλημα να αντιμετωπίζουν οι περιοχές των οικισμών Ζάρκου, Πηνειάδας, Κεραμιδίου, Φαρκαδόνας, Κλοκωτού, Γριζάνου, Γεωργανάδων, Μεγάλων Καλυβίων, Δενδροχωρίου, Βαλτινού, Φήκης και Παραποτάμου.

Για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο να γίνει εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας της περιοχής. Με βάση τα αποτελέσματα της εκτίμησης είναι δυνατόν να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν τα κατάλληλα συμπληρωματικά εγχειοβελτιωτικά έργα.



Σχήμα 2: Χάρτης των εγχειοβελτιωτικών έργων (καναλιών) στην πεδιάδα Τρικάλων – Καλαμπάκας (Μπαθρέλλος 2005)

### 3.1 Μεθοδολογία

Η εκδήλωση ενός πλημμυρικού φαινομένου είναι αποτέλεσμα της συνδυαστικής δράσης πολλών παραμέτρων – παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί σχετίζονται με τον όγκο και τη ραγδικότητα των βροχοπτώσεων, την εδαφική κατείδυση, την παροχή και την επιφανειακή απορροή του υδρογραφικού δικτύου, τη μορφολογία και πολλούς άλλους παράγοντες.

Για την εκτίμηση των φυσικών κινδύνων από πλημμύρες και την πρόληψη των καταστροφών, καθώς και τον εντοπισμό και τον καθορισμό των ευάλωτων θέσεων στα πλημμυρικά φαινόμενα, έχουν διατυπωθεί διάφορες μεθοδολογικές προσεγγίσεις του προβλήματος αυτού.

Η εκτίμηση των φυσικών κινδύνων από πλημμύρες και ο σχεδιασμός χαρτών πλημμυρικής επικινδυνότητας για μια ιδιαίτερη λεκάνη

αποστράγγισης μπορεί να αποβεί δύσκολος και δαπανηρός. Γενικά, οι χάρτες αυτοί, παράγονται από ανάλυση των δεδομένων ροής του ρεύματος με βάση αρχές υδρολογίας, από αξιόπιστους σταθμούς με αρκετά χρόνια καταγραφής. Παρόλα αυτά, τα δεδομένα ροής δεν είναι διαθέσιμα σε πολλές περιπτώσεις, ειδικά όταν πρόκειται για μικρά ρεύματα, και έτσι είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές πηγές δεδομένων για να εκτιμηθεί η πλημμυρική επικινδυνότητα. Οι πλημμύρες μπορούν να χαρτογραφηθούν από αεροφωτογραφίες οι οποίες λήφθηκαν κατά τη διάρκεια πλημμυρών ή μπορούν να υπολογιστούν από την υψηλή στάθμη του νερού και από τις αποθέσεις των πλημμυρικών γεγονότων στην λεκάνη κατάκλυσης, οι οποίες μετρήθηκαν στην ύπαιθρο μετά την υποχώρηση του νερού.

Προσεκτική μελέτη των εδαφών και της βλάστησης μπορεί επίσης να βοηθήσει στην εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας. Τα εδάφη στις λεκάνες κατάκλισης είναι συχνά διαφορετικά από τα εδάφη στα ανάντι, και, με ευνοϊκές συνθήκες, συγκεκριμένα εδάφη μπορούν να συσχετιστούν με πλημμυρικά φαινόμενα. Ο τύπος της βλάστησης μπορεί να διευκολύνει την εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας, γιατί συχνά υπάρχει μια ζώνωση της βλάστησης στις ποτάμιες κοιλάδες, η οποία μπορεί να συσχετιστεί με ζώνες πλημμύρας. Κάποιοι τύποι δέντρων με ρηχές ρίζες απαιτούν άφθονη τροφοδοσία νερού και επωφελούνται από συχνή κατάκλιση. Συνήθως, τα δέντρα αυτά βρίσκονται δίπλα στις όχθες ρευμάτων, τα οποία συχνά πλημμυρίζουν. Άλλα είδη δέντρων περιορίζονται σε καλής αποστράγγισης εδάφη, χωρίς συχνές ή παρατεταμένες πλημμύρες. Τα κύρια πλεονεκτήματα της εκτίμησης της πλημμυρικής επικινδυνότητας τόσο στα ανάντι όσο και στα κατόπι από απευθείας παρατήρησης ή από κατασκευές στη λεκάνη αποστράγγισης και στην κοιλάδα του ποταμού, είναι η αξιοπιστία και η μείωση του κόστους και αυτό γιατί οι παρατεταμένες μετρήσεις ροής κοστίζουν περισσότερο και, σε πολλές περιπτώσεις, είναι ανέφικτες (ΛΕΚΚΑΣ, 2000).

Στις αστικές περιοχές, η ακρίβεια της χαρτογράφησης της πλημμυρικής επικινδυνότητας, η οποία βασίζεται εξολοκλήρου σε δεδομένα ροής ρευμάτων είναι αμφισβητήσιμη. Ένας βελτιωμένος χάρτης μπορεί να παραχθεί, υποθέτοντας την ύπαρξη αστικών συνθηκών με προϋπολογισμένο το ποσοστό των αδιαπέρατων επιφανειών. Έτσι, ένας θεωρητικός χάρτης, μπορεί να παραχθεί για παράδειγμα για πλημμύρες με περίοδο επανάληψης 100 χρόνια (ΛΕΚΚΑΣ, 2000).

Για την εκτίμηση των φυσικών κινδύνων από πλημμύρες και τον σχεδιασμό χαρτών πλημμυρικής επικινδυνότητας, στην συγκεκριμένη εργασία, χρησιμοποιήθηκε η μελέτη της μορφολογίας και της μηχανικής σύστασης του εδάφους της λεκάνης κατάκλισης. Μελετώντας τη σύσταση του εδάφους είναι εύκολο να εντοπίσουμε τα σημεία του πεδινού τμήματος της περιοχής μελέτης, τα οποία πλημμυρίζουν και συγκερατούν ποσότητες νερών σε περιπτώσεις υπερχειλίσης των ποταμών ή ραγδαίας βροχόπτωσης.

Γενικά οι μεγάλες εμφανίσεις των εδαφών μέσης και βαριάς σύστασης οφείλονται κύρια στις πλημμυρικές εξάρσεις των ποταμών και δευτερευόντως στην ύπαρξη παλαιών ελών στην περιοχή μελέτης. Αξιοσημείωτο είναι ότι και η τροφοδότηση των παλαιών ελών, βάλτων και τελμάτων της περιοχής συνδέεται με τις πλημμυρικές καταστάσεις των ποταμών, οι οποίες τα τροφοδοτούσαν και αυτές με νερό πλην των βροχοπτώσεων και των πηγών.

Αυτό συμβαίνει διότι κατά την υπερχειλίση των ποταμών, τα νερά συμπαρασύρουν και μεταφέρουν μαζί τους στερεά υλικά. Τα στερεά αυτά υλικά αρχίζουν να καθιζάνουν αμέσως μετά την απομάκρυνση των νερών των ποταμών από τις κοίτες των τελευταίων. Αρχικά και κοντά στις όχθες των ποταμών καθιζάνουν τα μεγάλης διαμέτρου και χονδρόκοκα υλικά, δηλαδή οι μεγάλοι διαμέτρου κροκάλες και οι χάλικες. Στη συνέχεια της πορείας τους τα νερά της υπερχειλίσης των ποταμών μεταφέρουν και αποθέτουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις τα ελαφρότερα και μικρότερης διαμέτρου υλικά, δημιουργώντας έτσι τα μεσαία αρχικά και βαρέα σύστασης μετά εδάφη. Η διαβάθμιση και η κατανομή αυτή μας βοηθά στον εντοπισμό και στον καθορισμό των σημείων τα οποία πλημμυρίζουν και στα οποία συγκεντρώνονται νερά.

### 3.2 Κατασκευή χαρτών μηχανικής σύστασης του εδάφους της λεκάνης κατάκλισης

Το μέγεθος των στερεών ανόργανων υλικών ποικίλει από αρκετά μεγάλο, όπως πέτρες και χαλίκια, έως πολύ μικρό, όπως κόκκοι ευδιάκριτοι μόνο με τη χρήση μικροσκοπίου. Τα στερεά υλικά του εδάφους κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθός τους ανεξάρτητα από τη χημική και ορυκτολογική σύστασή τους. Τα υλικά αυτά διακρίνονται στους λίθους (με τεμαχίδια διαμέτρου μεγαλύτερης των 20 χιλιοστών), στους χάλικες (με τεμαχίδια διαμέτρου μεταξύ των 2 και των 20 χιλιοστών) και τη λεπτή γη (με τεμαχίδια διαμέτρου μικρότερης των 2 χιλιοστών) (φωτογραφία 1). Η λεπτή γη ενός εδάφους στην πραγματικότητα δεν αποτελείται μόνο από ένα μηχανικό κλάσμα, αλλά από μίγμα κάποιου συγκεκριμένου ποσοστού

καθ' ενός από τα τρία κλάσματα της άμμου, της ιλύος και της αργίλου. Οι δυνατοί συνδυασμοί της ποσοστιαίας κατά βάρος, συμμετοχής των τριών κλασμάτων έχουν ομαδοποιηθεί σε συγκεκριμένες κατηγορίες, τις κλάσεις μηχανικής

συστάσεως, στις οποίες και τελικώς κατατάσσονται τα εδάφη (μετά τον προσδιορισμό της επί τοις εκατό περιεκτικότητας τους σε άμμο, ιλύ και άργιλο) (Καλύβας 2003).



Φωτ. 1: Εδαφικός ορίζοντας από εκσκαφή στη πόλη των Τρικάλων, στον οποίο φαίνονται επιχώσεις (Α) στον ανώτερο ορίζοντα, δύο στρώσεις λεπτής γης (Β & Γ) και μια ανάμικτη στρώση χαλικών και λεπτής γης (Δ).

Οι αστικές περιοχές, αλλά και η πλειονότητα των πολυπληθέστερων οικισμών του Νομού Τρικάλων, βρίσκονται σήμερα στην πεδινή περιοχή του άξονα Τρικάλων – Καλαμπάκας – Φαρκαδόνας. Στο κεφάλαιο αυτό μελετήθηκε το εδαφικό κάλυμμα της περιοχής αυτής. Στο πεδινό τμήμα της περιοχής μελέτης, όπως έχει προαναφερθεί, εμφανίζονται Τεταρτογενείς αποθέσεις. Έτσι όπως γίνεται αντιληπτό είναι σημαντική η έρευνα του επιφανειακού αυτού τμήματος της γης, το οποίο φιλοξενεί την οικιστική υποδομή του ανθρώπου, αλλά και το μεγαλύτερο ποσοστό από το σύνολο των δραστηριοτήτων του. Άλλωστε είναι γνωστό το παγκόσμιο ενδιαφέρον των γεωλόγων για τις Τεταρτογενείς αποθέσεις.

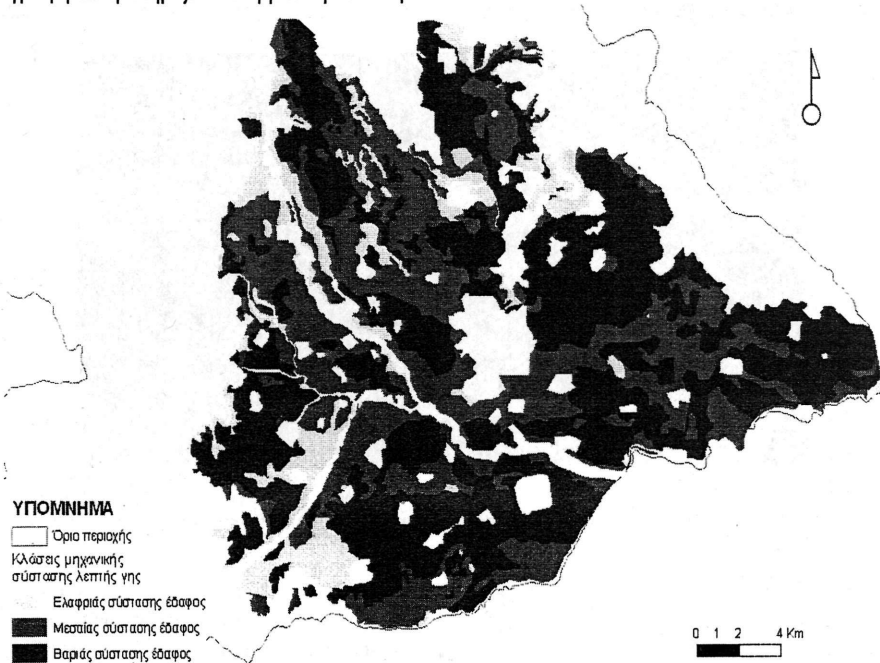
Με βάση τα πρωτογενή στοιχεία, που προέρχονται από το Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (Ι.Χ.Τ.Ε.Λ.) του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.), τους χάρτες Κλάσεων Εδαφών, κλίμακας 1:50.000, φύλλα «Τρίκαλα», «Καλαμπάκα», «Μουζάκι» και «Καρδίτσα», έκδοσης 1999 του Ι.Χ.Τ.Ε.Λ., το «Σχέδιο δράσης των ευαίσθητων περιοχών της Θεσσαλίας, σύμφω-

να με την οδηγία 91/676/ΕΟΚ» (Καρυώτης *et al.* 1999) και την «Ομαδοποίηση εδαφικών κλάσεων για τις ανάγκες του συνταχθέντος σχεδίου δράσης νιτρορύπανσης της Θεσσαλίας» (Καρυώτης *et al.* 2001), έγινε κατάταξη των εδαφών της περιοχής μελέτης σε τρεις εδαφικές κλάσεις ελαφριάς, μέτριας και βαριάς σύστασης και αποτυπώθηκαν στο χάρτη του σχήματος 3.

Η κατάταξη και η αποτύπωση των εδαφών της περιοχής μελέτης, βασισμένη στις παραπάνω πηγές, έγινε για να καταγραφεί η διαβάθμιση του εδαφικού καλύμματος, το οποίο δεν είναι ενιαίο σε όλο το τμήμα της συγκεκριμένης περιοχής. Η διαβάθμιση αυτή είναι χρήσιμη, επικουρούμενη και από άλλα στοιχεία, για να χρησιμοποιηθεί σε γενικές γραμμές τόσο στη μελέτη και την μείωση της ρύπανσης των εδαφών (π.χ. νιτρορύπανση), όσο και στην οργάνωση και το σχεδιασμό των αγροτικών καλλιεργειών. Επίσης η γνώση της διαβάθμισης του εδαφικού καλύμματος είναι χρήσιμη για τον σχεδιασμό της εξάπλωσης του αστικού ιστού και τις θεμελιώσεις των κατασκευών σε αυτόν. Σύμφωνα με την κατάταξη των εδαφών, που απεικονίζεται στο χάρτη του σχήματος 3, ακολουθεί μια περι-

γραφή του εδαφικού καλύμματος της πεδινής περιοχής του νομού Τρικάλων, και συγκεκριμένα της πεδιάδας Τρικάλων - Καλαμπάκας. Η περιγραφή αυτή στηρίζεται στη μελέτη και στην

κατάταξη του εδάφους σε κλάσεις ή κατηγορίες μηχανικής συστάσεως των εδαφών, έως το βάθος του ενάμισι μέτρου.



Σχήμα 3: Συνθετικός χάρτης κατάταξης των εδαφών στη πεδιάδα Τρικάλων - Καλαμπάκας, βασισμένος σε στοιχεία του Ι.Χ.Τ.Ε.Λ. και τους χάρτες Κλάσεων Εδαφών, κλίμακας 1:50.000, φύλλα «Τρίκαλα», «Καλαμπάκα», «Μουζάκι» και «Καρδίτσα», έκδοσης 1999 του Ι.Χ.Τ.Ε.Λ., καθώς και σε παρατηρήσεις κατά την εργασία υπαίθρου (Μπαθρέλλος 2005).

Ελαφριάς σύστασης ή αμμώδη ή χονδρόκοκκα εδάφη εμφανίζονται κύρια κοντά στους πρόποδες των ορέων Ιτάμου, Κόζιακα και Αντιχασίων, καθώς και συνδυαστικά κοντά στις κοίτες των ποταμών Πορταϊκού, Πηγειού, Πάμισου, Αγιαμονιώτη και Ληθαίου. Έτσι μεγάλες εμφανίσεις αμμωδών εδαφών καταγράφηκαν στα νοτιοδυτικά και στα βορειοδυτικά του χάρτη του σχήματος 3, δηλαδή στην συμβολή του Πορταϊκού με τον Πηγειό Ποταμό και κατά μήκος της ροής του Πηγειού, του Ληθαίου και του Αγιαμονιώτη ποταμού.

Μέσης σύστασης ή πηλώδη εδάφη εμφανίζονται διάσπαρατα και σε μεγάλη έκταση σε όλα τα τμήματα της πεδινής περιοχής μεταξύ Τρικάλων - Καλαμπάκας. Κύρια οι εμφανίσεις των

εδαφών αυτών καταγράφονται μεταξύ αυτών της ελαφριάς και εκείνων της βαριάς σύστασης.

Τα βαριάς σύστασης ή αργιλώδη ή λεπτόκοκκα εδάφη καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη έκταση από αυτά που μελετήθηκαν. Μεγάλες εμφανίσεις αυτών των εδαφών παρουσιάζονται στο ανατολικό, στο βορειοανατολικό και το νοτιοδυτικό τμήμα του χάρτη του σχήματος 3. Αξιοσημείωτο είναι οι εμφανίσεις των εδαφών αυτών στο δυτικό και στο βορειοδυτικό τμήμα του χάρτη. Η μεγάλη εμφάνιση των λεπτόκοκκων εδαφών στο βορειοανατολικό και στο ανατολικό τμήμα του χάρτη οφείλεται στην παλαιή ύπαρξη εκτάσεων με έλη, τα οποία προϋπήρχαν στην περιοχή αυτή.

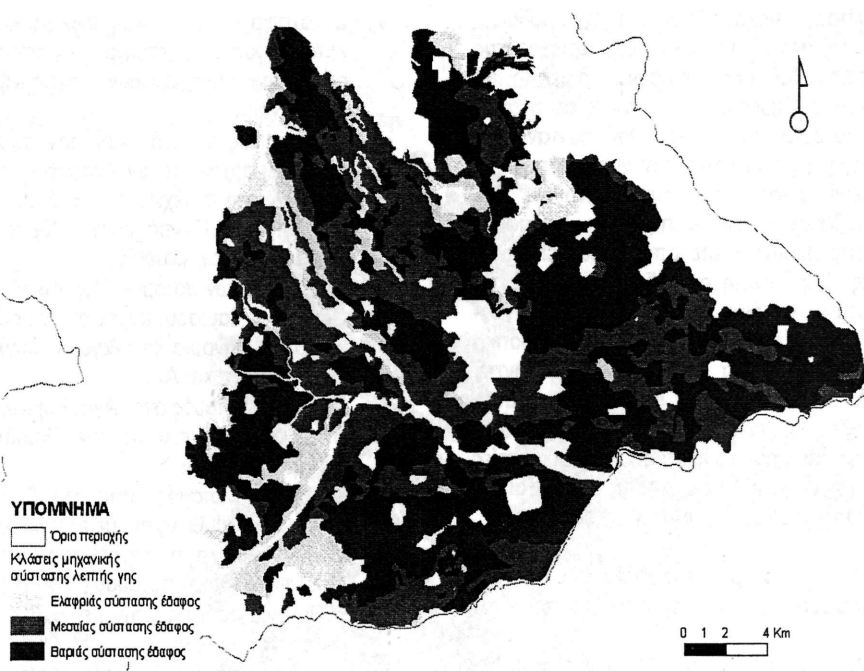
Στον χάρτη του σχήματος 3 το λευκό χρώμα μεταξύ των καταγεγραμμένων χρωματισμέ-

νων κλάσεων μηχανικής σύστασης, υποδηλώνει είτε τις αστικές και οικιστικές περιοχές στις οποίες ήταν δύσκολη έως αδύνατη η μελέτη του εδαφικού καλύμματος, είτε σε κοίτες και αναχώματα ποταμών τα οποία αποτελούνταν από αδρομερή ή φερτά υλικά των αναχωμάτων. Τα αδρομερή υλικά, όπως προαναφέρθηκε δεν περιλαμβάνονται στη λεπτή γη των εδαφών, αλλά αποτελούνται είτε από λίθους είτε από χάλικες. Στην μελέτη αυτή δεν προσμετρώνται τα φερτά υλικά, διότι θα οδηγούσαν σε λανθασμένα αριθμητικά αποτελέσματα και ποιοτικά συμπεράσματα. Στα συγκεκριμένα, άλλωστε, σημεία είναι δύσκολη έως αδύνατη η ανάπτυξη οποιασδήποτε συνήθους ανθρώπινης δραστηριότητας και η ανέγερση κατασκευών, οι οποίες θα εξυπηρετούσαν την ανάπτυξη αυτή, εξαιτίας της ύπαρξης του υδρογραφικού δικτύου.

### 3.3 Καθορισμός των ευάλωτων θέσεων σε πλημμύρες με βάση τη σύσταση του εδάφους

Με τη μέθοδο αυτή καταγράφονται οι θέσεις στις οποίες το έδαφος είναι βαριάς σύστασης και πιστοποιούνται προσεγγιστικά οι πεδινές περιοχές, οι οποίες πλημμυρίζουν. Έτσι στην πεδινή ζώνη γύρω από την πόλη των Τρικάλων, οι ευάλωτες θέσεις σε πλυμμυρικά φαινόμενα είναι:

- η περιοχή της Βασιλικής (θέση 1 του σχήματος 4),
  - η περιοχή μεταξύ της Ράξας και του Ριζώματος (θέση 2), η οποία ήταν και παλαιός βάλτος,
  - η περιοχή της Σωτήρας (θέση 3),
  - η περιοχή της Φιλύρας (θέση 4),
  - η περιοχή του Κεφαλόβρυσου (θέση 5),
  - η περιοχή μεταξύ του Δροσερού και των Μεγάλων Καλυβίων (θέση 6), στην οποία υπήρχαν και αρκετοί παλαιοί βάλτοι,
  - η περιοχή της Αγίας Κυριακής (θέση 7),
  - η περιοχή του Παλαιόπυργου (θέση 8), η οποία ήταν και παλαιός βάλτος, και
  - η περιοχή του Πετρόπορου (θέση 9), η οποία ήταν και παλαιός βάλτος.
- Συνοπτικά λοιπόν, επισημαίνονται και καταγράφονται τα σημεία στα οποία οι ποταμοί υπερχειλίζουν. Τα σημεία αυτά είναι:
  - ο Πορταϊκός ποταμός κατά την συμβολή του αρχικά με τον Ανάποδο ποταμό και στη συνέχεια σε μικρή απόσταση με τον Πηνειό ποταμό (θέσεις Α<sub>1</sub> και Α<sub>2</sub> του σχήματος 4),
  - το τρίγωνο των ποταμών Πορταϊκού – Πηνειού – Παμίσου, κοντά στα χωριά Δροσερό, Λυγαριά και Μεγάλα Καλύβια (θέσεις Α<sub>3</sub> και Α<sub>4</sub>),
  - ο Πηνειός ποταμός στην Αγία Κυριακή στην συμβολή του με τον Πάμισο ποταμό (θέση Β<sub>1</sub>),
  - ο Πηνειός ποταμός νότια του Ριζαρείου στην συμβολή του με το Αγιαμονιώτικο Ρέμα και τη τεχνητή κοίτη (κανάλι) του Ληθαίου ποταμού (θέση Β<sub>2</sub>),
  - ο Πηνειός ποταμός στην περιοχή του Πετρόπορου (θέση Γ),
  - ο Ληθαίος ποταμός βόρεια του Μεγαλοχωρίου και ανατολικά της πόλης των Τρικάλων (θέση Δ<sub>1</sub>),
  - το υδρογραφικό δίκτυο, το οποίο αποστραγγίζει το νότιο τμήμα του όρους των Αντιχασίων στον Παλαιόπυργο και στο Ριζώμα (θέσεις Δ<sub>2</sub> και Ε<sub>2</sub>),
  - ο Ληθαίος ποταμός στην περιοχή νοτιοανατολικά της Ράξας (θέση Ε<sub>1</sub>),
  - ο Πηνειός ή / και ο Ληθαίος ποταμός στην περιοχή ανάμεσα στη Βασιλική και στους Αγίους Αποστόλους (θέση Ζ<sub>1</sub>),
  - ο Πηνειός ποταμός στην περιοχή της Μεγάρχης (θέση Ζ<sub>2</sub>),
  - ο Πηνειός ποταμός στην περιοχή ανάμεσα στο Κεφαλόβρυσο και το Διπόταμο (θέση Η),
  - το υδρογραφικό δίκτυο, το οποίο αποστραγγίζει το ανατολικό τμήμα του Κερκήτιου όρους (Κόζιακα) στην περιοχή ανάμεσα στην Πιαλεία και τη Φιλύρα (θέση ΣΤ).



Σχήμα 4: Καθορισμός θέσεων, που είναι ευάλωτες σε πλημμύρες, με βάση την κατάταξη των εδαφών, στη περιοχής μελέτης.

#### 4. ΧΑΡΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΦΥΣΙΚΟ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Οι πλημμύρες αποτελούν ένα τμήμα του γεωμορφολογικού κύκλου κατά τη διαμόρφωση του τοπογραφικού αναγλύφου. Τα πλημμυρικά φαινόμενα γίνονται επικίνδυνα όταν επηρεάζουν τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Ο χάρτης πλημμυρικής επικινδυνότητας δημιουργήθηκε με τον συνδυασμό της συνεκτίμησης του μορφολογικού αναγλύφου και της μηχανικής σύστασης του εδάφους. Αρχικά επιλέχθηκαν οι θέσεις οι οποίες κατά τόπους είναι υψομετρικά υποβαθμισμένες και σε αυτές μελετήθηκε συνδυαστικά η μηχανική σύσταση του εδάφους. Έτσι καθορίστηκαν οι χαμηλότερες υψομετρικά θέσεις μιας περιοχής, όπου δημιουργούνται μορφολογικά κοιλώματα και οι οποίες εμφάνιζαν βαρέας σύστασης εδάφους. Οι θέσεις αυτές απεικονίστηκαν σε ειδικό θεματικό χάρτη.

Στο σχήμα 5 παρουσιάζεται ο χάρτης πλημμυρικής επικινδυνότητας σε σχέση με τις πόλεις και τους οικισμούς στην περιοχή μελέτης, ο οποίος δημιουργήθηκε με συνδυασμό του χάρτη πλημμυρικής επικινδυνότητας και του χάρτη των πόλεων και των οικισμών της περιοχής μελέτης. Σε αυτόν φαίνονται ποιες αστικές περιοχές και ποιες οικιστικές μονάδες είναι ευάλωτες στο να πληγούν από πλημμυρικά φαινόμενα.

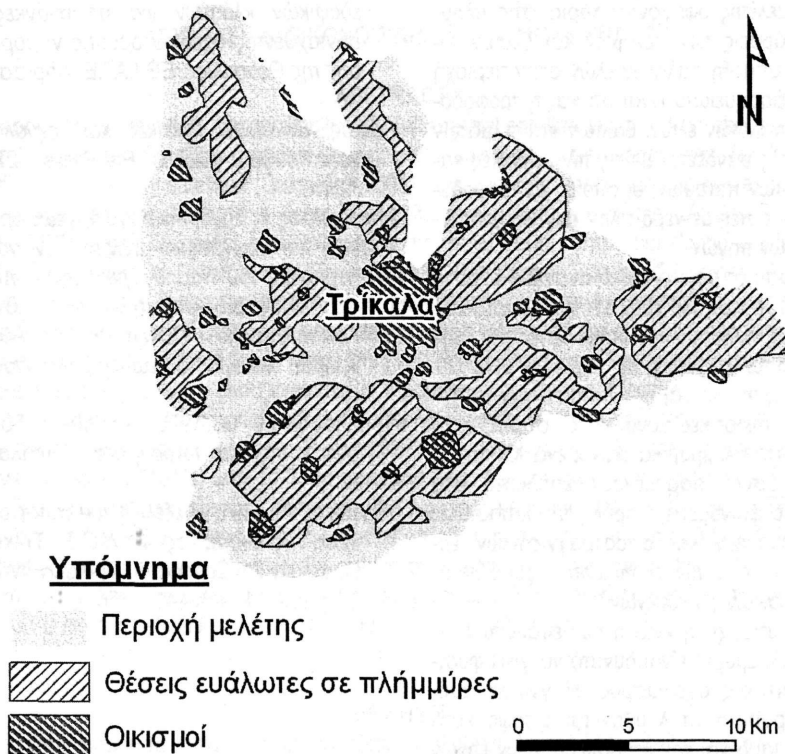
Σύμφωνα με τα δεδομένα του χάρτη του σχήματος 5, τα οποία επιβεβαιώνονται και από ιστορικές αναφορές και καταγραφές, καταγράφηκαν οι επικίνδυνες – ευάλωτες, για να πληγούν από πλημμυρικά φαινόμενα, αστικές περιοχές και οικιστικές μονάδες.

Παρόλη την κατασκευή εκτεταμένου δικτύου εγχειοβελτιωτικών έργων και καναλιών η παρεχόμενη προστασία στις πόλεις και στους οικισμούς είναι για φαινόμενα μικρής ή μεσαίας έκτασης. Σε περιπτώσεις σφοδρής εκδήλωσης ακραίων φαινομένων τα έργα αυτά δεν προστατεύουν επαρκώς τις πόλεις και τους οικισμούς της περιοχής μελέτης και φυσικά έχουν κατα-



γραφεί τέτοιες περιπτώσεις. Σε περιπτώσεις ραγδαίας βροχόπτωσης για μεγάλο χρονικό διάστημα, τότε ανεβαίνει η στάθμη του νερού εντός των διευθετημένων κοιτών των ποταμών και των ρεμάτων, καθώς επίσης και εντός των καναλιών. Στη συνέχεια αυξάνεται η ορμή και η ταχύτητα των νερών με άμεσο αποτέλεσμα την υπερχείλιση των κοιτών και των καναλιών και τη θραύση των προστατευτικών αναχωμάτων.

Έτσι στις περιπτώσεις της σφοδρής εκδήλωσης αυτών των φαινομένων επέρχεται η πλήρωση της λεκάνης κατάκλυσης με μεγάλες ποσότητες υδάτων, τα οποία δεν έχουν συνήθως δίοδο αποστράγγισης. Τελικό αποτέλεσμα είναι να πλημμυρίζει η πεδινή ζώνη και κυρίως οι εντοπισμένες θέσεις, οι οποίες φαίνονται στο χάρτη του σχήματος 5.



Σχήμα 5: Χάρτης πλημμυρικής επικινδυνότητας σε σχέση με τις πόλεις και τους οικισμούς στην περιοχή μελέτης (πεδιάδα Τρικάλων - Καλαμπάκας).

Μελετώντας τον χάρτη αυτό, συμπεραίνουμε ότι σε περιπτώσεις σφοδρής εκδήλωσης ακραίων φαινομένων ευάλωτες στις πλημμύρες είναι οι περιοχές της περιφερειακής ζώνης γύρω από τα Τρίκαλα, των Μεγάλων Καλυβίων, του Παραπόταμου, του Δροσερού, του Παλαιόπυργου, της Βασιλικής και γενικά ενός πολύ μεγάλου τμήματος των πεδινών κοινοτήτων - οικισμών της πεδινής ζώνης των Τρικάλων.

Για την προστασία από τις πλημμύρες κατά την κατασκευή νέων οικημάτων και έργων θα

πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ποιες είναι οι ευάλωτες θέσεις. Κατά τον φυσικό και αστικό σχεδιασμό πρέπει κατά το δυνατό να αποφεύγονται οι θέσεις αυτές και αν αυτό είναι ανέφικτο να λαμβάνονται συγκεκριμένα μέτρα πρόληψης των πλημμυρικών καταστροφών. Τα έργα πρόληψης και προφύλαξης των κατασκευών είναι υπερύψωση αυτών καθώς και η διεύρυνση και η εκβάθυνση των κοιτών και η δημιουργία καναλιών.

Είναι απαραίτητη η λήψη πρόνοιας για τις παλαιές κατασκευές που βρίσκονται στις ευάλωτες θέσεις με το σχεδιασμό και την κατασκευή αντίστοιχων έργων ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι καταστροφών.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι μεγάλες εμφανίσεις των εδαφών μέσης και βαριάς σύστασης στο πεδινό τμήμα της περιοχής μελέτης οφείλονται κύρια στις πλημμυρικές εξάρσεις των ποταμών και δευτερευόντως στην ύπαρξη παλαιών ελών στην περιοχή μελέτης. Αξιοσημείωτο είναι ότι και η τροφοδότηση των παλαιών ελών, βάλτων και τελμάτων της περιοχής συνδέεται με τις πλημμυρικές καταστάσεις των ποταμών, οι οποίες τα τροφοδοτούσαν και αυτές με νερό πλην των βροχοπτώσεων και των πηγών.

Με βάση το μορφολογικό ανάγλυφο και τη μηχανική σύσταση του εδάφους κατασκευάστηκε ο χάρτης πλημμυρικής επικινδυνότητας των πόλεων και των οικισμών της περιοχής μελέτης.

Με χρήση του χάρτη εντοπίστηκαν οι πόλεις και οι οικιστικές μονάδες, οι οποίες είναι ευάλωτες στα πλημμυρικά φαινόμενα. Οι πόλεις και οι οικισμοί παραμένουν ευάλωτες στα πλημμυρικά φαινόμενα, παρόλη την κατασκευή εγγειοβελτιωτικών και αποστραγγιστικών έργων, κύρια κατά την εκδήλωση σφοδρών ακραίων καιρικών φαινομένων.

Όταν υπάρχει η γνώση των ευάλωτων θέσεων σε πλημμύρες είναι δυνατό να γίνει φυσικός και αστικός σχεδιασμός. Η γνώση αυτή είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή νέων έργων και οικοδομών, καθώς επίσης και τη θωράκιση των παλαιών κατασκευών με τα αναγκαία έργα για την πρόληψη από τις συνέπειες των φυσικών καταστροφών.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (Ι.Χ.Τ.Ε.Λ.). 2001. *Χάρτες Κλάσεων Εδαφών, φύλλα «Καλαμπάκα», «Καρδίτσα», «Μουζάκι» και «Τρίκαλα», κλίμακας 1:50.000. Λάρισα.*
- Καλύβας, Δ. 2003. *Εδαφολογία*. Εκδόσεις «Ίων». Αθήνα.

Καρυώτης, Θ., Γιάσογλου, Ν., Κοσμάς, Κ., Πατέρας, Δ., Δαναλάτος, Ν., Πανώρας, Α., Αγγελάκης, Κ. και Παναγόπουλος, Α. 1999. *Σχέδιο δράσης των ευαίσθητων περιοχών της Θεσσαλίας, σύμφωνα με την οδηγία 91/676/ΕΟΚ. ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. Λάρισα.*

Καρυώτης, Θ., Πατέρας, Δ., Παναγόπουλος, Α., Αργυρόπουλος, Γ., Τούλιος, Μ., Γεωργίου, Θ. και Κατσιλούλη, Ε. 2001. *Ομαδοποίηση εδαφικών κλάσεων για τις ανάγκες του συνταχθέντος σχεδίου δράσης νιτρορύπανσης της Θεσσαλίας. ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. Λάρισα.*

Λέκκας, Ε. 2000. *Φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές*. Access Pre-Press, 278 σ. Αθήνα.

Μπαθρέλλος Γ. 2005. *Γεωλογική, γεωμορφολογική και γεωγραφική μελέτη των αστικών περιοχών του Νομού Τρικάλων – Δυτικής Θεσσαλίας*. Διδακτορική διατριβή, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, 567 σ.

Τριανταφύλλου Θ. 1976. *Τα παλιά Τρίκαλα, αναμνήσεις και ιστορήματα*. Τρίκαλα, 254 σ.

Ψιλοβίκος Α. 1991. *Η εξέλιξη του ποταμού Πηνειού της Θεσσαλίας*. Φ.Ι.Λ.Ο.Σ., Τρικαλινά, Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Συμποσίου Τρικαλινών Σπουδών, τομ. 11, σελ. 441 – 456.