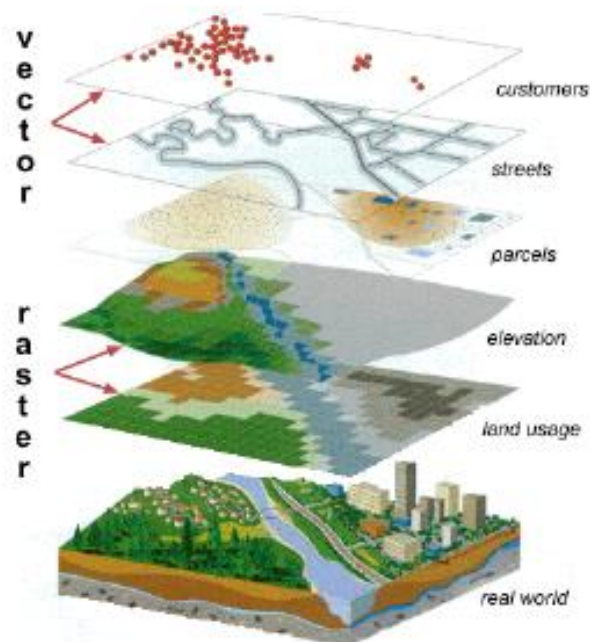


«ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΛΑΚΚΟΥ.»



Διπλωματική εργασία: Καραμπουτζάκης Φώτιος

Επιβλέπων καθηγητής: Διαμαντής Κωνσταντίνος

Αθήνα, Νοέμβριος 2016

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Καραμπουτζάκης Φώκος, του Αθανασίου Διοικητής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε.

του Α.Ε.Ι Πειραιά Τ.Τ, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρώσει εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18. παρ.5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού».

Ο Δηλών



Ημερομηνία

22/2/2017

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής αυτής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή κ. Διαμαντή Κωνσταντίνο για την βοήθεια και την εμπιστοσύνη, για τον σημαντικό χρόνο που μου αφιέρωσε και τις πολύτιμες πληροφορίες που μου μετέδωσε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της γιατί χωρίς την βοήθεια του δεν θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την ηθική υποστήριξή τους, κατά τη διάρκεια αυτού του μακρινού και επίπονου δρόμου.

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
<b>1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ</b>	
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ GIS	3
1.2 ΧΩΡΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	4
1.3 ΨΗΦΙΔΩΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	6
1.4 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ARCGIS	7
1.5 ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ	9
<b>2 ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</b>	10
<b>3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ</b>	11
<b>4 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>	13
4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	13
4.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	14
4.3 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	18
4.4 ΓΕΩΛΟΓΙΑ	20
4.5 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	24
<b>5 ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ</b>	27
5.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	27
5.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	28
5.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	29
5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	36
<b>6 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ</b>	37
6.1 ΓΕΝΙΚΑ	37
6.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ	39
6.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ	40
6.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	44
<b>7 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ</b>	45
7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	45
7.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	45
7.3 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	48
7.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	49
7.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	51
<b>8 ΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ</b>	52
8.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	52
8.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	53
8.3 ΤΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	54
8.4 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ	56
8.5 ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ - ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΩΝ	57
8.6 ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΩΝ	59
8.7 ΕΓΓΥΤΗΤΑ ΣΕ ΡΗΓΜΑΤΑ	62
8.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	64
<b>9 ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ</b>	65



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία, έχει ως αντικείμενο την εκτίμηση επικινδυνότητας ορισμένων φυσικών φαινομένων (σεισμοί, κατολισθήσεις, πλημμύρες και πυρκαγιές) στην λεκάνη του Λάκκου. Έγινε μια προσπάθεια προσδιορισμού των επικίνδυνων θέσεων και των ενδεχόμενων καταστροφών από κάποιο συμβάν. Για το σκοπό αυτό έγινε χρήση του ARCGIS της ESRI (Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφορίας, ΓΣΠ). Το τελευταίο χαρακτηρίζεται ως ένα από τα ταχέως ανερχόμενα «εργαλεία» χωρικής ανάλυσης των τελευταίων χρόνων, σε ολοένα και μεγαλύτερο αριθμό επιστημονικών πεδίων.

Η παρούσα μελέτη δεν εξαντλεί το θέμα, αλλά μπορεί να δώσει κάποιες κατευθυντήριες γραμμές για περαιτέρω έρευνα στις επικίνδυνες θέσεις που επισημαίνει. Επίσης τα αποτελέσματα της δεν μπορούν να θεωρηθούν απόλυτα, δηλαδή η πραγματική επικινδυνότητα μπορεί να διαφέρει σε κάποιο βαθμό. Αυτό συμβαίνει γιατί τα φυσικά φαινόμενα εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες και δεν ήταν δυνατόν να βρεθούν στοιχεία για όλους αυτούς.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια εκτίμησης των ενδεχόμενων επιπτώσεων από διάφορους φυσικούς κινδύνους για την λεκάνη του Λάκκου. Η λεκάνη βρίσκεται στον νομό Πιερίας και απέχει περίπου 5 Km από την Κατερίνη. Οι φυσικοί κίνδυνοι που εξετάστηκαν είναι πυρκαγιές, κατολισθήσεις, πλημμύρες και σεισμοί. Αρχικά εντοπίστηκαν οι περιοχές με την μεγαλύτερη επικινδυνότητα, δηλαδή οι θέσεις όπου το κάθε φαινόμενο μπορεί να εμφανιστεί στο μεγαλύτερο βαθμό.

Στις περιπτώσεις των πυρκαγιών και κατολισθήσεων η εκτίμηση επικινδυνότητας έγινε βάση της μεθόδου των βαθμονομήσεων γραμμικού συνδυασμού (weighted linear combination - WLC) και του ιστορικού. Πρόκειται για μια ημιποσοτική μέθοδο ανάλυσης κινδύνου και βασίζεται στην σχετική σπουδαιότητα των παραγόντων που προκαλούν το φαινόμενο βασισμένη σε παρατηρήσεις πεδίου. Στις περιπτώσεις των σεισμών και πλημμυρών η εκτίμηση έγινε με βάση ποιοτικά κριτήρια και το ιστορικό. Οι επικίνδυνες θέσεις που προσδιορίστηκαν συγκρίθηκαν με τις περιοχές όπου έχουμε ανθρώπινη παρουσία (κατοικίες, καλλιεργήσιμες εκτάσεις, δρόμοι κα.) ώστε να εξαχθεί ο τελικός κίνδυνος.

## ABSTRACT

In the present report is estimated the potential impacts from various natural hazards at the basin of Lakkou. The basin is located in the prefecture of Pieria and is about 5 Km away from Katerini. The examined natural hazards are fires, landslides, floods and earthquakes.

Initially, identified the areas with the greatest risk, ie the positions where each phenomenon can occur to the greatest extent.

Fire and landslide risk assessment was based on the method of weighted linear combination (WLC) and the history. WLC is a semi-quantitative risk analysis method which is and based on the relative importance of the factors that cause this phenomenon based on field observations. In the cases of earthquakes and floods assessment was based on qualitative criteria and history. The Hazardous locations which identified were compared with the areas where we have human presence (Residential, farmland, roads etc.) to extract the final risk.

# ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΛΑΚΚΟΥ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στην ζωή του ανθρώπου γίνονται όλο και μεγαλύτερες. Αυτό οφείλεται στην ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού και στην καταπάτηση του φυσικού περιβάλλοντος χωρίς να υπάρχει κάποιος σχεδιασμός. Επίσης υπάρχει μικρή εμπειρία στην μελέτη φαινομένων που λαμβάνουν χώρα σε μεγάλα χρονικά δαστήματα ( $10^3$  -  $10^9$  χρόνια).

Όσον αφορά την πρόβλεψη έχει σημειωθεί πρόοδος, αλλά κάποια φαινόμενα δεν μπορούν να προβλεφθούν (όπως οι σεισμοί) ή εκδηλώνονται πολύ γρήγορα και η προειδοποίηση δεν μπορεί να είναι έγκαιρη. Για να αντιμετωπιστούν οι φυσικές καταστροφές δεν επαρκεί η επιστημονική μελέτη τους, θα πρέπει ο κάθε πολίτης να εκπαιδευτεί για να διαχειρίζεται την κάθε περίπτωση.

Η θέση της Ελλάδας είναι αρκετά επικίνδυνη όσον αφορά την εκδήλωση καταστροφικών φαινομένων. Ανήκει στις 6 πιο σεισμογενείς χώρες του κόσμου, υπάρχουν πολλές μικρές λεκάνες απορροής που μπορούν να δώσουν ταχυπλημμύρες και το κλίμα και η βλάστηση ευνοούν τις πυρκαγιές. Οι συνθήκες αυτές σε συνδυασμό με την ελλειπή ή την χαλαρή εφαρμοζόμενη νομοθεσία καθιστούν την Ελλάδα ιδιαίτερα ευάλωτη στις φυσικές καταστροφές.

## 1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

### 1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ GIS

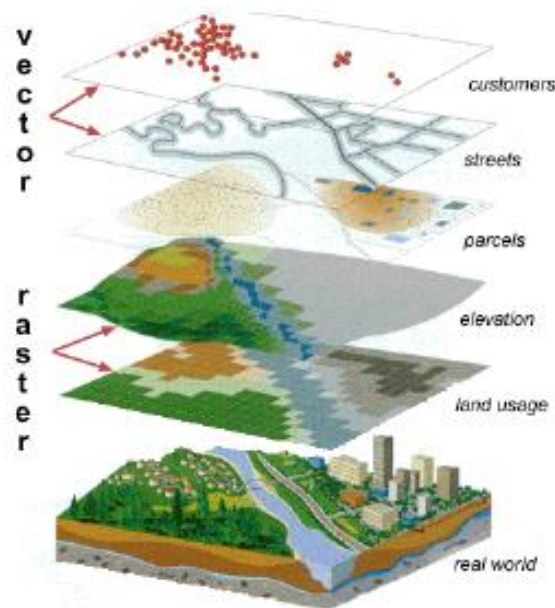
Τα Γ.Σ.Π. (γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, gis) αποτελούν ένα δυναμικό εργαλείο διαχείρισης της πληροφορίας, είτε αυτή περιγράφει μια ιδιότητα, είτε ορίζει την θέση στον χώρο. Παρέχουν την δυνατότητα στον χρήστη να συλλέξει, να διαχειριστεί, να αποθηκεύσει, να επεξεργαστεί, να αναλύσει και τέλος να απεικονίσει συνδυαστικά πολλά επίπεδα πληροφορίας.

Σημαντικό χαρακτηριστικό των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών είναι η ευρεία χρήση των επιπέδων πληροφορίας - layers (εικ.1) (Sanchez-Lozano et al., 2013).

Είναι ένα υπολογιστικό σύστημα ικανό, για την ενσωμάτωση, αποθήκευση, διόρθωση, ανάλυση και απεικόνιση γεωαναφερμένων πληροφοριών.

Τα ΓΣΠ προσφέρουν την δυνατότητα προσομοίωσης του πραγματικού κόσμου σε δισδιάστατα και τρισδιάστατα μοντέλα απεικόνισης Αυτό επιτυγχάνεται με μαθηματικούς αλγόριθμους.





**Εικόνα 1** Η αρχή της υπέρθεσης των πληροφοριακών επιπέδων στα ΓΣΠ.

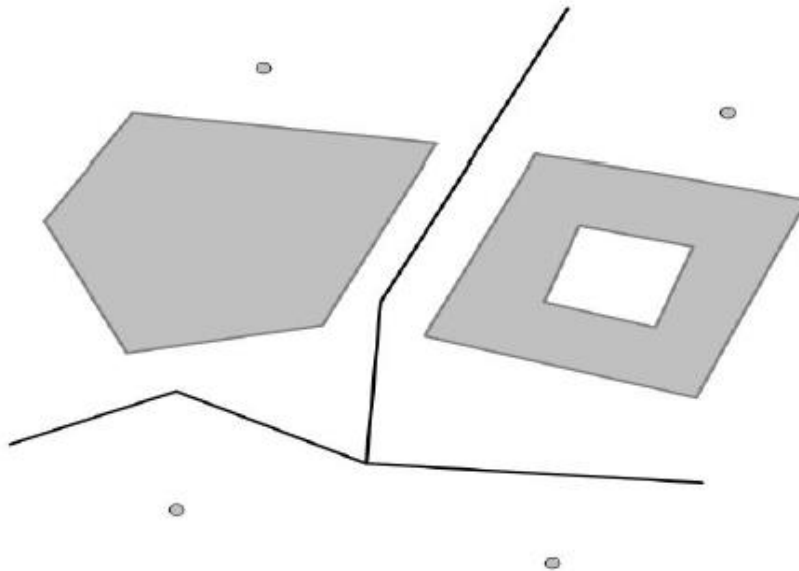
Ενδεικτικά, μερικές από τις πλέον κοινές εφαρμογές των GIS είναι οι παρακάτω:

- Περιβαλλοντική Διαχείριση (Environmental Management)
- Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης
- Πολεοδομία και Χωροταξία
- Κατασκευές έργων μεγάλης κλίμακας (π.χ.οδοποιία κ.α.)
- Διαχείριση Δικτύων Κοινής Ωφελείας (AM/FM)
- Κτηματολόγιο και Κτηματογραφήσεις
- Τοπογραφία, Γεωδαισία και Υδρογραφία
- Γεωλογία και Υδρογεωλογία
- Δίκτυα Μεταφορών και Επικοινωνιών
- Αυτόματη Πλοήγηση

## 1.2 ΧΩΡΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα δεδομένα που εισάγονται στο ΓΣΠ αποτελούνται από χωρικές και περιγραφικές πληροφορίες. Οι χωρικές πληροφορίες αφορούν κατά κύριο λόγο το ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο στο οποίο βασίζεται το ΓΣΠ. Οι ψηφιακοί χάρτες μπορούν να προκύψουν με διάφορους τρόπους, όπως π.χ. από επίγειες τοπογραφικές ή κτηματολογικές εργασίες, ψηφιοποίηση υπαρχόντων χαρτών κλπ. Οι περιγραφικές πληροφορίες συλλέγονται από υπάρχοντα ηλεκτρονικά ή συμβατικά αρχεία, εκθέσεις, συζητήσεις ή και από τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων'

Ανάλογα με τις διαστάσεις τους στο χώρο, τα χωρικά δεδομένα διακρίνονται σε σημειακά (όπως, τα επίκεντρα σεισμών, οι πόλεις, τα ηφαίστεια, οι γεωτρήσεις κ.α.), γραμμικά (όπως δρόμοι, υδρογραφικό δίκτυο, ρήγματα κ.α.), πολυγωνικά (όπως υδρογραφικές λεκάνες, γεωλογικές ενότητες κ.α.) (εικ.2) και ογκομετρικά, (όπως χάρτης κλίσεων εδαφών. Τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρίστανται με δύο βασικές δομές: την διανυσματική δομή και τη ψηφιδωτή δομή. Σε όλα τα ΓΣΠ οι δύο δομές αποδίδονται ταυτόχρονα σε κοινές απεικονίσεις ενώ πολλά λογισμικά ΓΣΠ προσφέρουν την δυνατότητα μετάβασης από τη μία δομή στην άλλη.



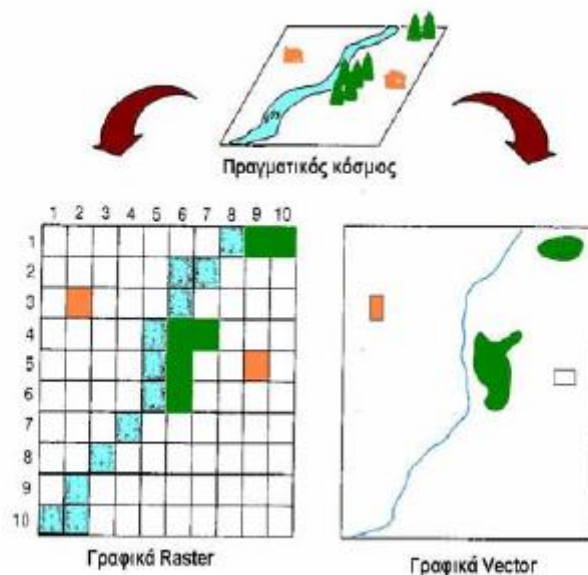
**Εικόνα 2** Οι τρεις βασικοί τύποι γεωμετριών: Γραμμή, σημείο, πολύγωνο.

Αν και τα περισσότερα συστήματα συλλογής γεωγραφικών δεδομένων υποστηρίζουν την ταυτόχρονη εισαγωγή των περιγραφικών δεδομένων, έχει αποδειχτεί ότι είναι πιο παραγωγικό οι διαδικασίες αυτές να εκτελούνται χωριστά. Η συλλογή των περιγραφικών δεδομένων δεν απαιτεί εξειδίκευση ενώ μπορεί να εκτελεστεί και με μαζικό τρόπο. Στις περισσότερες περιπτώσεις έχει να κάνει με την απλή πληκτρολόγηση στοιχείων σε πίνακες βάσεων δεδομένων ή σε λογισμικά όπως στο excel. (Δ. Τσολάκης, 2013)

### **1.3 ΨΗΦΙΔΩΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ**

Η ψηφιδωτή δομή δεδομένων χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που το χωρικό φαινόμενο που αποτυπώνεται χαρακτηρίζεται ως συνεχής μεταβλητή (π.χ. το υψόμετρο του εδάφους, η κατανομή του θορύβου). Η επιφάνεια του χάρτη καλύπτεται από ένα ορθογωνικό κάναβο (εικ.3) και τα γραφικά δεδομένα εμφανίζονται, προσδιορίζονται και αποθηκεύονται με τη χρήση ενός μαθηματικού πίνακα ορθογωνικών κελιών (εικονοστοιχείων, ψηφίδων, pixels) τα οποία ορίζονται

με ένα μοναδικό ζεύγος συντεταγμένων που αναφέρεται είτε στο κέντρο, είτε σε κάποια γωνία τους. Η ανάλυση του προκύπτοντος χάρτη εξαρτάται αποκλειστικά από το μέγεθος του εικονοστοιχείου που χρησιμοποιείται. Όσο περισσότερο πυκνός είναι ο κάνναβος, όσο δηλαδή η ανάλυση είναι υψηλότερη, τόσο λεπτομερέστερη είναι η απεικόνιση των γραφικών. (Ι. Κ. Καπαγερίδης, 2006)



**Εικόνα 3** Απεικόνιση ψηφιδωτού και διανυσματικού μοντέλου.

Προκειμένου, να εισαχθούν ψηφιδωτού τύπου δεδομένα σε ένα G.I.S. πρέπει πρώτα να μετατραπούν από αναλογική σε ψηφιακή μορφή (π.χ. υπάρχοντες αναλογικοί χάρτες). Η μετατροπή αυτή γίνεται μέσω σαρωτών (scanners) στην ανάλυση που επιθυμεί ο χρήστης (Βαϊόπουλος κ.ά., 2002). Στη συνέχεια, αφού το σαρωμένο αρχείο εισαχθεί εντός του G.I.S., θα πρέπει να τοποθετηθεί στη σωστή του θέση στο χώρο, δηλαδή να αποκτήσει συντεταγμένες και να οριστεί το σύστημα συντεταγμένων (γεωγραφικές (λ,φ) ή καρτεσιανές (x,y) συντεταγμένες), στο οποίο ανήκουν οι συντεταγμένες που δόθηκαν. Η διαδικασία αυτή καλείται γεωαναφορά και αποτελεί σημαντικό αρχικό στάδιο στην ψηφιοποίηση αναλογικού χάρτη.

Στη διανυσματική (vector) μορφή γραφικών έχουμε σημεία, γραμμές και πολύγωνα στα οποία αποδίδονται περιγραφικά χαρακτηριστικά. Η θέση ενός σημείου προκύπτει από τις συντεταγμένες του x, y ως προς ένα σύστημα αναφοράς. Η καταχώριση μιας οντότητας με μεγάλο μήκος και μικρό πλάτος, πχ. ένας αγωγός νερού, γίνεται με τη μορφή μιας τεθλασμένης γραμμής, όπου κάθε κορυφή της εκφράζεται από τις συντεταγμένες της. Μια επιφάνεια με συγκεκριμένα όρια, όπως πχ. ένα οικόπεδο, εισάγεται ως πολύγωνο που ορίζεται από τις συντεταγμένες των κορυφών του και τις γραμμές ορίων μεταξύ των κορυφών με απαραίτητη συνθήκη ότι η πρώτη και η τελευταία κορυφή συμπίπτουν, δηλαδή το πολύγωνο είναι κλειστό. (Ι. Κ. Καπαγερίδης, 2006).

## 1.4 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ARCGIS

Το ArcGis αποτελείται από επιμέρους τμήματα (Modules) που είναι το ArcMap ArcCatalog, ArcScene, ArcGlobe κλπ. Το καθένα από αυτά αφορά σε συγκεκριμένες δραστηριότητες και πλην του ArcCatalog διαθέτουν διαφορετικό τρόπο στη διαχείριση της χωρικής πληροφορίας, ενώ δύνανται να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Το κάθε Module περιλαμβάνει εργαλεία – εφαρμογές με τα οποία επιτυγχάνεται η χωρική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων. Τα βασικότερα αυτών είναι τα κοινά εργαλεία (standard tools) για την διαχείριση των δεδομένων (επιλογή στοιχείων, σμίκρυνση χαρτών, μετακίνηση του χάρτη στο χώρο κτλ.), το Editor για την ψηφιοποίηση των δεδομένων, το Georeferencing για τη γεωαναφορά των δεδομένων (συνήθως χαρτών ή εικόνων) σε μορφή αξιοποιήσιμη από το πρόγραμμα.

Το ArcMap είναι η εφαρμογή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία, τροποποίηση, ανάλυση και παρουσίαση των γεωγραφικών δεδομένων. Στο περιβάλλον λειτουργίας του ArcMap υπάρχει μια περιοχή εμφάνισης των χωρικών δεδομένων (map display), και μια περιοχή διαχείρισης του υπομνήματος (Table Of Content) στην οποία παρατίθενται τα ονόματα και τα σύμβολα των δεδομένων. Επίσης περιέχονται διάφορες μπάρες εργαλείων και μενού επιλογών. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να μετακινηθούν σύμφωνα με τις προτιμήσεις του χρήστη. Στο ArcMap κάθε εργασία αποθηκεύεται σε ένα αρχείο το οποίο καλείται map document (.mxd). Διπλό κλικ σε ένα αρχείο .mxd προκαλεί αυτόματη εκκίνηση του ArcMap.

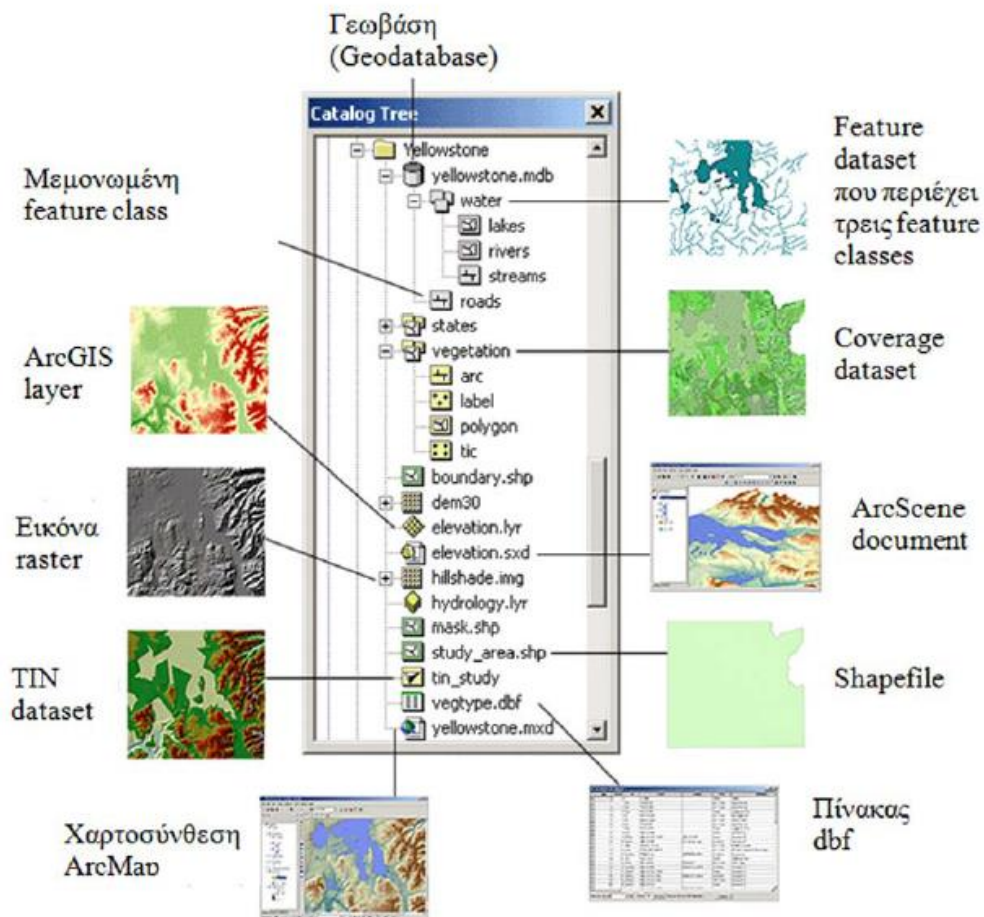
Το ArcToolbox ενώ μπορεί να θεωρηθεί ως Module του προγράμματος πρακτικά είναι ενσωματωμένο στα προηγούμενα και περιλαμβάνει μια ευρεία γκάμα από εργαλεία χωρικής ανάλυσης, επεξεργασίας, μετατροπής, μέτρησης και στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων (εικ.4).



Εικόνα 4 Συλλογή εργαλείων ArcToolbox.

Η εφαρμογή ArcCatalog χρησιμοποιείται για την πλοήγηση και τη διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων. Με το ArcCatalog παρέχεται η δυνατότητα προσπέλασης και προεπισκόπησης δεδομένων αποθηκευμένων στο τοπικό υπολογιστικό σύστημα, σε δίκτυο, ή ακόμα και στο διαδίκτυο. Επίσης υποστηρίζεται η άμεση πρόσβαση σε χάρτες και δεδομένα. Με την εφαρμογή ArcCatalog υλοποιείται η οργάνωση της βάσης γεωγραφικών δεδομένων. Για την πρόσβαση σε δεδομένα μέσω του ArcCatalog υλοποιούνται συνδέσεις (connections) με την εφαρμογή του CatalogeTree που είναι παρόμοιο με το Windows Explorer. Μετά την εύρεση των δεδομένων μπορεί να γίνει προεπισκόπηση τους (preview) ή ακόμη άμεση μεταφορά τους (drag and drop) στην εφαρμογή ArcMap για εμφάνιση-χαρτογραφική απόδοση και ανάλυση (εικ. 5). Επίσης η εφαρμογή ArcCatalog περιλαμβάνει εργαλεία για τις παρακάτω ενέργειες: (Η. Φρέντζος, 2010)

- Αναζήτηση χωρικών δεδομένων.
- Επισκόπηση χωρικών δεδομένων (γεωμετρικών και περιγραφικών).
- Καταγραφή, επισκόπηση και διαχείριση μεταδεδομένων.
- Εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων σε άλλες γεωγραφικές δομές.
- Δημιουργία και διαχείριση γεωβάσεων.



Εικόνα 5 Ο κατάλογος δεδομένων του ArcCatalog.

## 1.5 ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους θεωρείται κάθε «ψηφιακή αναπαράσταση της συνεχούς μεταβολής του αναγλύφου στο χώρο». Ο όρος DEM είναι πιο ειδικός και αναφέρεται μόνο στη ψηφιακή αναπαράσταση του ανάγλυφου, ενώ ο όρος DTM είναι γενικότερος και χρησιμοποιείται επίσης και για οποιαδήποτε άλλη αναπαράσταση ενός χαρακτηριστικού συνεχούς μεταβολής στο χώρο.

Σε αντίθεση με τους τοπογραφικούς χάρτες στο Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους η πληροφορία αποθηκεύεται σε μορφή κανάβου (raster), δηλαδή ο χάρτης διαιρείται κανονικά σε ορθογώνια εικονοστοιχεία και θα αποθηκεύει την ανύψωση κάθε εικονοστοιχείου. Από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους προκύπτει ο χάρτης κλίσεων γης, προσανατολισμού και καμπυλότητας. Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους είναι γκριζες εικόνες κλίμακας όπου οι τιμές του κάθε εικονοστοιχείου (pixel) είναι πραγματικοί αριθμοί υψόμετρου. Τα εικονοστοιχεία συντονίζονται επίσης στο παγκόσμιο σύστημα συντεταγμένων, ή σε άλλα συστήματα συντεταγμένων, όπως αυτό που χρησιμοποιούμε στην Ελλάδα, το ΕΓΣΑ '87 (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987).

## 2 ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ως φυσική καταστροφή ορίζεται ένα γεγονός που έχει δημιουργήσει σημαντικές απώλειες που σχετίζονται με τον ίδιο τον άνθρωπο και την ιδιοκτησία του. Έτσι αν κάποιος συμβάν, όπως σεισμός, γίνει σε μια περιοχή όπου δεν έχει εγκατασταθεί ο άνθρωπος δεν μπορεί να εκληφθεί ως καταστροφή. Στις ανεπτυγμένες χώρες οι απώλειες είναι κυρίως υλικές λόγω του συσσωρευμένου πλούτου και των ασφαλιστικών μέτρων που έχουν ληφθεί ενώ οι ανθρώπινες απώλειες περιορίζονται, σε κάποιο βαθμό τουλάχιστον, από προληπτικά μέτρα. Αντίθετα στις αναπτυσσόμενες χώρες οι απώλειες αφορούν κυρίως ανθρώπινες ζωές.

Τα πιο αξιόπιστα δεδομένα όσον αφορά τις απώλειες προέρχονται από τις ασφαλιστικές εταιρίες. Η μεγαλύτερη και πιο αξιόπιστη βάση δεδομένων για μαζικές καταστροφές έχει αναπτυχθεί από την αντασφαλιστική Munich Re (EM-DAT) (Peter Hoeppe, 2015) σε συνεργασία με τον WHO και την κυβέρνηση του Βελγίου. Για να καταγραφεί ένα γεγονός στην βάση πρέπει να ισχύει τουλάχιστον ένα από τα παρακάτω 1) να έχουν σκοτωθεί περισσότεροι από 10 άνθρωποι, 2) να έχουν τραυματιστεί περισσότεροι από 200 και 3) να έχει κληθεί διεθνής βοήθεια. Σύμφωνα με την βάση δεδομένων της EM-DAT, στο διάστημα 1928 – 2015, στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί 84 συμβάντα, μεταξύ των οποίων καταιγίδες, πλημμύρες, πυρκαγιές, ακραίες θερμοκρασίες, σεισμοί και ξηρασίες. Σύμφωνα με τον πίνακα 1 τα περισσότερα συμβάντα αφορούν τους σεισμούς αλλά το πιο θανατηφόρο καταστροφικό γεγονός είναι οι ακραίες θερμοκρασίες και κυρίως οι υψηλές θερμοκρασίες.

**Πίνακας 1** Καταστροφικά γεγονότα στην Ελλάδα την περίοδο 1928-2015.( EM-DAT)

<b>ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟ ΓΕΓΟΝΟΣ</b>	<b>ΣΥΜΒΑΝΤΑ</b>	<b>ΘΑΝΑΤΟΙ</b>	<b>ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΘΑΝΑΤΩΝ ΑΝΑ ΣΥΜΒΑΝ</b>
<i>Σεισμοί</i>	26	1007	38,7
<i>Πλημμύρες</i>	23	85	3,7
<i>Πυρκαγιές</i>	13	106	8,1
<i>Καταιγίδες</i>	8	121	15,1
<i>Ακραίες θερμοκρασίες</i>	7	1129	161,2
<i>Ξηρασίες</i>	1	0	0

Γενικά οι επιπτώσεις από τις φυσικές καταστροφές είναι διάφορες και περιλαμβάνουν:

- Ανθρώπινες ζωές - τραυματισμοί
- Φυσικές παράλληλες επιπτώσεις (κατολισθήσεις, απώλεια υδάτινων πόρων κλπ)
- Επιπτώσεις σε κλάδους της οικονομίας (Π.χ τουρισμός)
- Επιπτώσεις σε υποδομές (δίκτυα μεταφορών, επικοινωνιών, ενέργειας κλπ)
- Απώλειες κινητής/ακίνητης περιουσίας (νοικοκυριών- επιχειρήσεων)
- Απώλειες αποθεμάτων και εισοδημάτων (νοικοκυριών- επιχειρήσεων)
- Κόστος αποκατάστασης

### 3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Ο αναμενόμενος βαθμός απωλειών (θάνατοι, ζημιές κλπ) μετά από την εμφάνιση ενός φυσικού φαινομένου, ορίζεται ως κίνδυνος ( R ). Ο κίνδυνος εξαρτάται από 3 παράγοντες:

1. από το μέγεθος έντασης του φυσικού φαινομένου (επικινδυνότητα) (H)
2. από τις ανθρώπινες ζωές και περιουσίες που διακυβεύονται (τρωτότητα) (V)
3. από τον βαθμό ετοιμότητας.

Ο κίνδυνος είναι ανάλογος της επικινδυνότητας και της τρωτότητας και δυσανάλογος του βαθμού ετοιμότητας.

Στην συγκεκριμένη μελέτη έγινε μια προσπάθεια προσδιορισμού του κινδύνου για τις παρακάτω φυσικές καταστροφές: κατολισθήσεις, πυρκαγιές, πλημμύρες και σεισμούς. Αρχικά έγινε συνεκτίμηση διαφόρων παραμέτρων που επηρεάζουν το κάθε φυσικό φαινόμενο και του ιστορικού ώστε να προσδιοριστεί η επικινδυνότητα του κάθε φυσικού φαινομένου. Στην συνέχεια εντοπίζονται οι θέσεις όπου υπάρχει ανθρώπινη δραστηριότητα ώστε να εκτιμηθεί τι διακυβεύεται. Όσον αφορά τον βαθμό ετοιμότητας δεν βρέθηκαν στοιχεία και δεν συνυπολογίστηκε.

Στις περιπτώσεις των πυρκαγιών και κατολισθήσεων η εκτίμηση επικινδυνότητας έγινε βάση της μεθόδου των βαθμονομήσεων γραμμικού συνδυασμού (weighted linear combination - WLC). Πρόκειται για μια ημιποσοτική μέθοδο ανάλυσης κινδύνου και βασίζεται στην σχετική σπουδαιότητα των παραγόντων που προκαλούν το φαινόμενο βασισμένη σε παρατηρήσεις πεδίου (Saha et al, 2002). Σύμφωνα με την μέθοδο βαθμονομούνται οι οντότητες του κάθε παράγοντα (βαθμός) έτσι ώστε η οντότητα με την μεγαλύτερη σπουδαιότητα να έχει την υψηλότερη τιμή. Επίσης δόθηκαν τιμές στο κάθε παράγοντα ανάλογα με την σπουδαιότητα του (βαρύτητα παράγοντα). Τα θεματικά επίπεδα του κάθε παράγοντα είναι σε μορφή raster και με το εργαλείο raster calculator συνδυάζονται μεταξύ τους σύμφωνα με την σχέση:

**LHI = Σ Βαρύτητα Παραγόντων \* Βαθμός** για να εξαχθεί ο τελικός χάρτης επικινδυνότητας. Οι τιμές που δόθηκαν βασίζονται σε ανάλογες μελέτες που έχουν γίνει με κάποιες διορθώσεις, ύστερα από δοκιμές που έγιναν, ώστε να προκύψει ένα αποδεκτό μοντέλο. Τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου είναι εν μέρει υποκειμενικά, αλλά σε τοπικές μελέτες αποδεικνύονται χρήσιμα (Kouli et al, 2010).

Η εκτίμηση της πλημμυρικής και της σεισμικής επικινδυνότητας έγινε με ποιοτικά κριτήρια. Σε αυτή την μέθοδο εμπεριέχεται αρκετή υποκειμενικότητα αλλά μπορεί να μας βοηθήσει να εντοπίσουμε περιοχές που χρήζουν περισσότερης έρευνας.

Για την εκπόνηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω φύλλα και ψηφιακά δεδομένα:

- geodata.gov.gr (όρια νομών, οικισμοί, Natura 2000)
- Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων για τα σεισμογενή ρήγματα – EDSF European Database of Seismogenic Faults
- Σεισμικά επίκεντρα σεισμών Mw>4.5 (Παπαζάχος, 1999)



- Χρήσεις γης, CORINE 2000
- ΓΥΣ, φύλλα Κολινδρός και Κατερίνη
- ΙΓΜΕ, φύλλα Κολινδρός και Κατερίνη

Οι εργασίες που έγιναν με βάση τους χάρτες ήταν:

- Γεωαναφορά χαρτών στο σύστημα ΕΓΣΑ '87
- Ψηφιοποίηση Υδρογραφικού Δικτύου
- Ψηφιακή χάραξη των Υδροκριτών
- Ψηφιοποίηση τριγωνομετρικών και υψομετρικών σημείων
- Ψηφιοποίηση Γεωλογικών Σχηματισμών και Ρηγμάτων

Αρχικά γεωαναφέρθηκαν οι χάρτες με την επιλογή add control points και στην συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν. Τα στοιχεία που έχουμε να ψηφιοποιήσουμε είναι οι ισουψείς, τα τριγωνομετρικά, τα τοπωνύμια, και τα γεωλογικά στοιχεία της περιοχής. Για την πραγματοποίηση της ψηφιοποίησης δημιουργήσαμε layers, δηλαδή διαφορετικά επίπεδα τα οποία όλα μαζί δημιουργούν μια εικόνα, μια σύνθεση από διαφορετικές εικόνες.

Από τα παραπάνω παράχθηκαν το ψηφιακό μοντέλο εδάφους και οι χάρτες κλίσεων, προσανατολισμού πρηνών, γεωλογικός, υδρολογικός, χρήσεων γης.

Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιείται το ArcGis 9.3 της ESRI. Η απεικόνιση και ανάλυση των δεδομένων έγινε στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87 (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987) το οποίο και προσαρμόζεται καλύτερα στο γεωειδές που καλύπτει τον Ελλαδικό Χώρο. Το ΕΓΣΑ 87 παρέχει ένα ενιαίο και μοναδικό σύστημα συντεταγμένων για την ελληνική επικράτεια και είναι απόλυτα συμβατό με το Παγκόσμιο Σύστημα WGS 84 που χρησιμοποιείται τόσο από το GPS όσο και από διαδικτυακές εφαρμογές με χαρακτηριστικότερη το Google Earth.

## **4 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

### **4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στον νομό Πιερίας και απέχει περίπου 5 Km από την Κατερίνη. Η λεκάνη έχει επιμήκη ανάπτυξη με προσανατολισμό από ΒΔ προς ΝΑ. Η έκταση της είναι περίπου 69 τ.χλμ. και η περίμετρος της 48 Km (χαρτ. 1) .

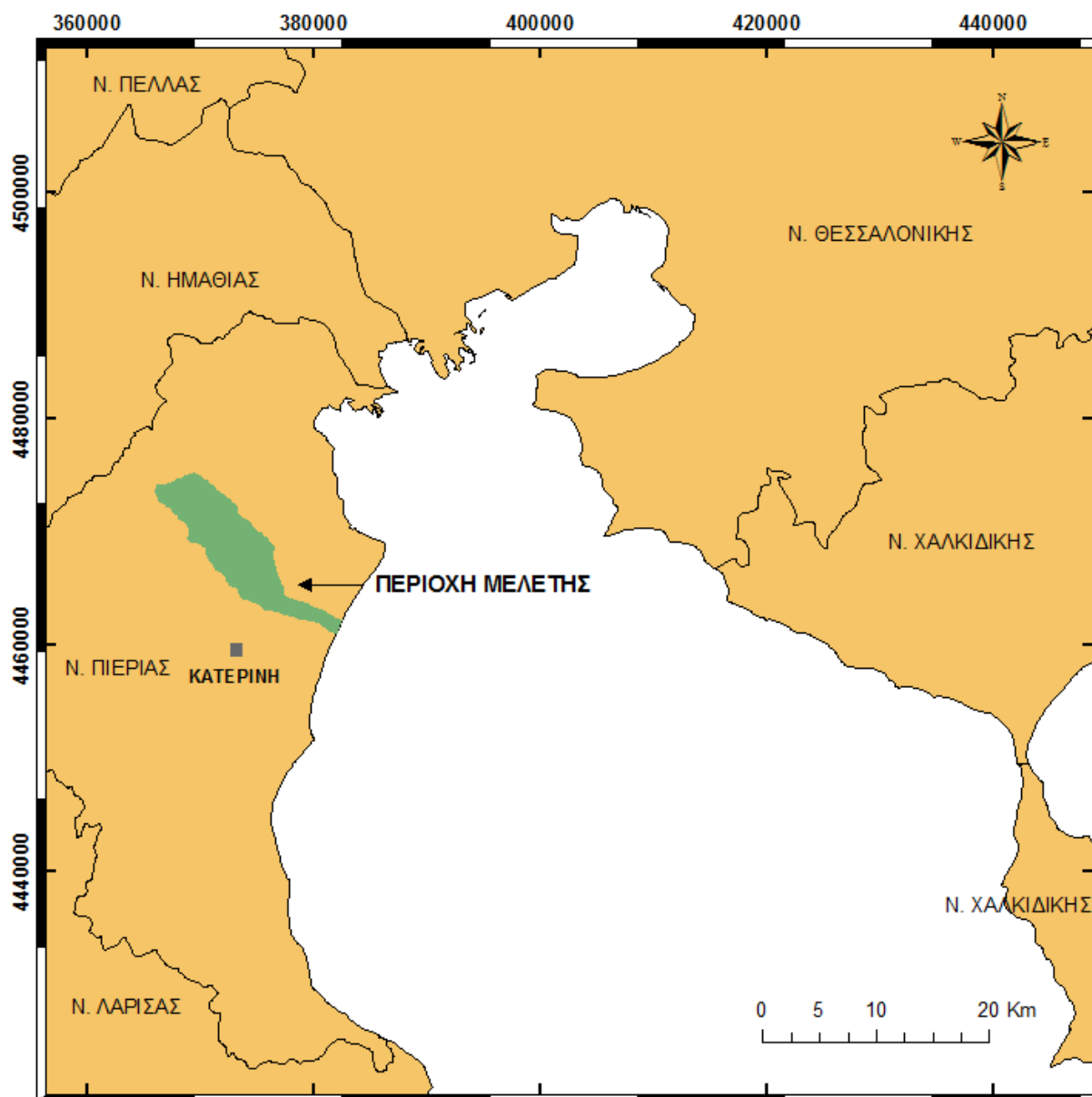
Οι οικισμοί της περιοχής μελέτης ανήκουν στον Δήμο Κατερινής και ο μεγαλύτερος είναι ο Κορινός με 3500 κατοίκους περίπου, οι υπόλοιποι οικισμοί έχουν από 400 ως 650 κατοίκους περίπου (πιν.2). Οι περισσότεροι οικισμοί βρίσκονται μέχρι 150 m υψόμετρο.

**Πίνακας 2** Απογραφή πληθυσμού 2011 (ΕΛΣΤΑΤ).

Δήμος Κατερίνης			
Δημοτική ενότητα Ελαφίνας		Δημοτική ενότητα Κορινού	
Τρίλοφος	512	Κορινός	3484
Δημοτική ενότητα Πύδνας		Κάτω Άγιος Ιωάννης	606
Παλαιοσάνη	444	Κούκκος	333
		Νέα τραπεζούς	426
		Σεβαστή	656

Η Δ.Ε. Ελαφίνας έχει ορεινό – ημιορεινό ανάγλυφο και για αυτό η βασική απασχόληση των κατοίκων προσανατολίζεται σε αγροτικές δραστηριότητες (καπνά, σιτηρά, καλαμπόκια) και κτηνοτροφία. Το 74% περίπου του πληθυσμού απασχολείται στον πρωτογενή τομέα παραγωγής. Στην Δ.Ε. Πύδνας η γεωργία (καλλιέργεια καπνού, σιτηρών και ελιάς) και δευτερευόντως η κτηνοτροφία αποτελούν τις κυριότερες ασχολίες των κατοίκων. Το 61% του πληθυσμού απασχολείται στον πρωτογενή τομέα, ενώ ο τριτογενής τομέας εμφανίζεται πιο περιορισμένος. Στην Δ.Ε. Κορινού η οικονομία προσανατολίζεται κατά κύριο λόγο στις αγροτικές δραστηριότητες, καθώς η περιοχή αποτελείται από εκτεταμένες πεδινές εκτάσεις που προσφέρονται για καλλιέργεια (καπνά, βερίκοκα, ροδάκινα). Συγκεκριμένα, το 40,2% των απασχολούμενων δραστηριοποιούνται στον πρωτογενή τομέα, το 32,2% στο τριτογενή τομέα και το 18,8% στο δευτερογενή. (ΥΠΕΚΑ)

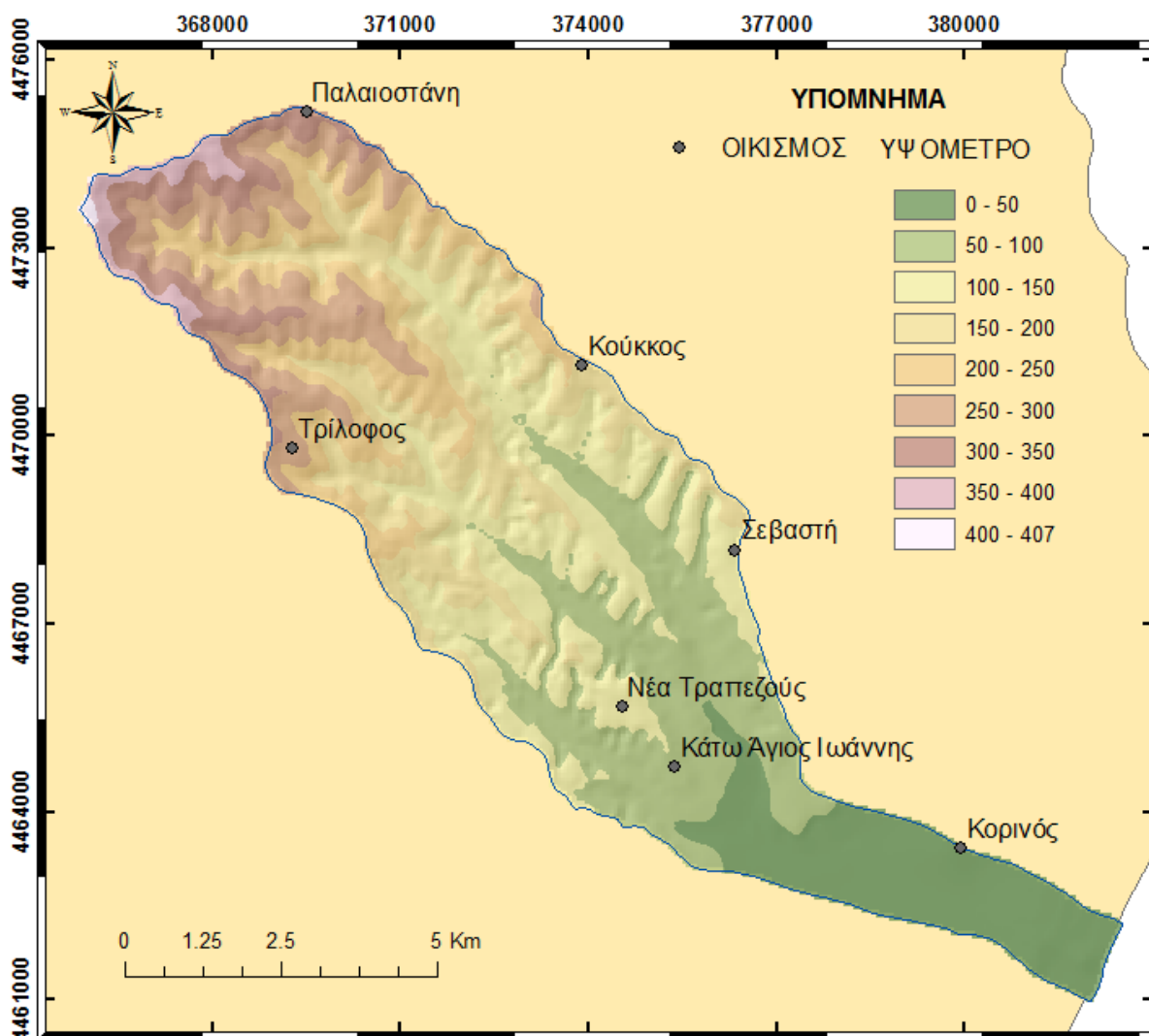
Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως η οικονομία της περιοχής βασίζεται στον πρωτογενή τομέα και ιδιαίτερα στις αγροτικές δραστηριότητες.



Χάρτης 1 Περιοχή μελέτης.

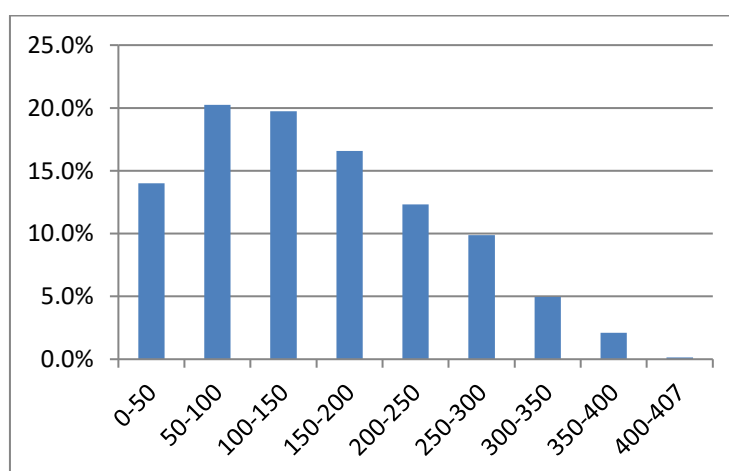
#### 4.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Το υψόμετρο στην περιοχή κυμαίνεται από 0 ως 407 m και η μέση τιμή είναι περίπου 151m (χαρτ.2).

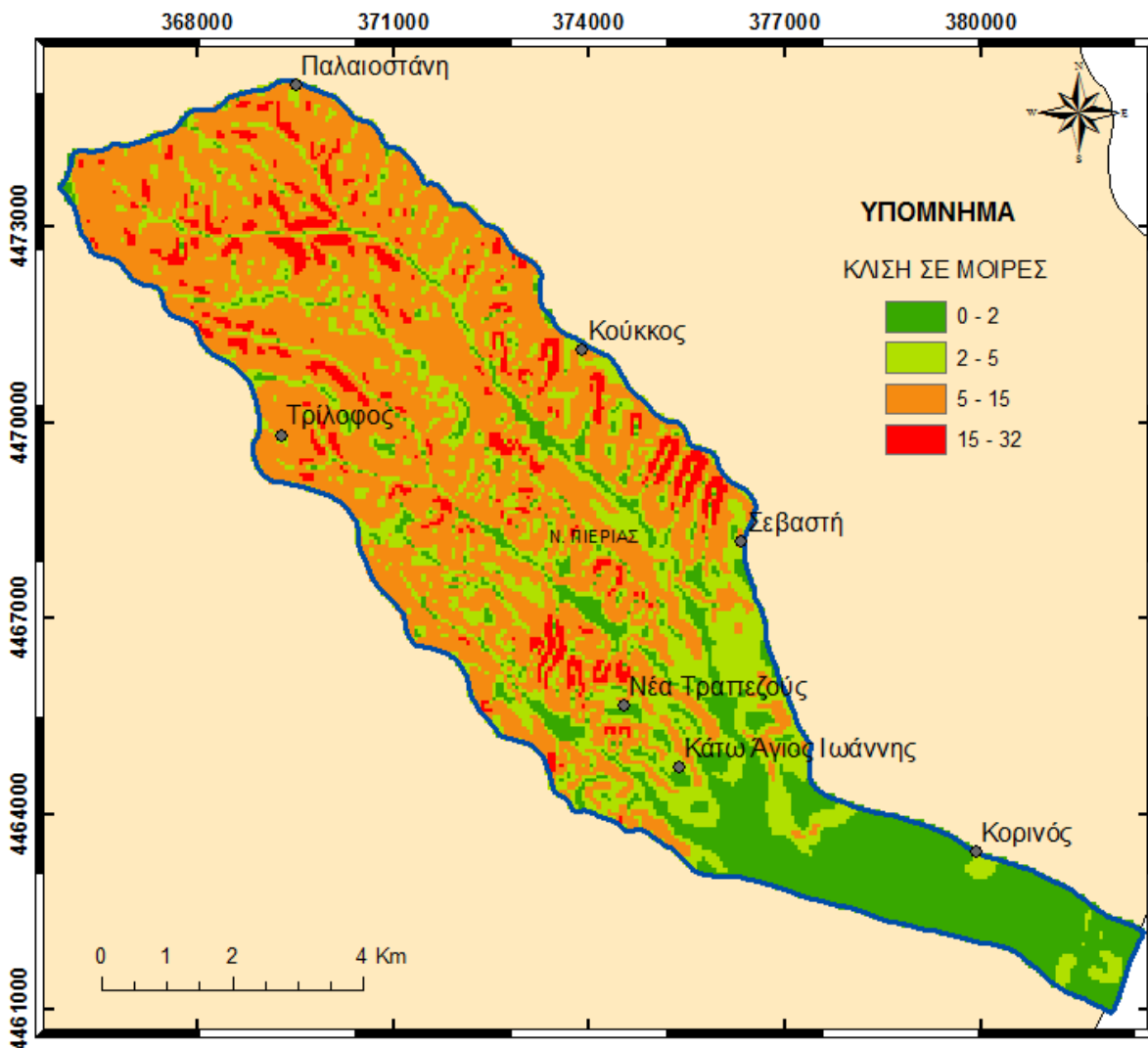


**Χάρτης 2** Γεωμορφολογικός χάρτης – κατανομή οικισμών.

Σύμφωνα με τον Δίκαι (1989) το ανάγλυφο ως 150m θεωρείται πεδινό και από 150 ως 407 θεωρείται λοφώδες. Στο γρ. 1 φαίνεται η κατανομή των υψομέτρων.



**Γράφημα 1** Κατανομή έκτασης υψομετρικών ζωνών.



Χάρτης

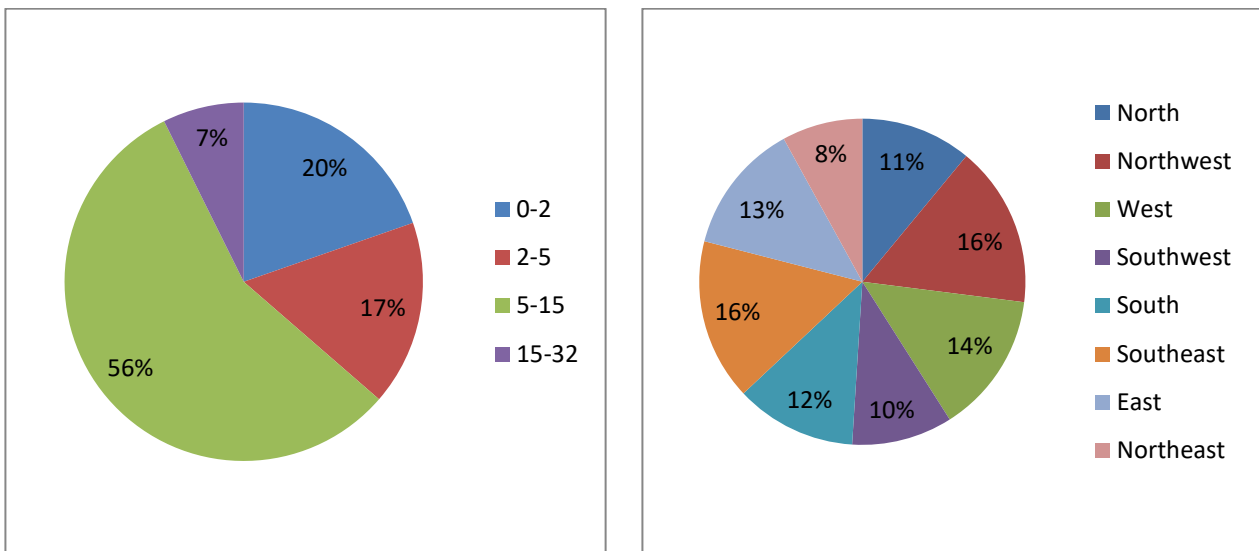
### 3 Χάρτης κλίσεων γης.

Σύμφωνα με τον Demek (1972) οι κλίσεις μπορεί να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- ✓ Κλίση  $0^{\circ} - 2^{\circ}$  : επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (πλημμυρικά πεδία, επιφάνειες επιπέδωσης, αναβαθμίδες).
- ✓ Κλίση  $2^{\circ} - 5^{\circ}$  : ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (πρόποδες κοιλάδων, περιοχές τελικών μοραίνων, κλιτύες θινών).
- ✓ Κλίση  $5^{\circ} - 15^{\circ}$  : ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (κλιτύες κοιλάδων, τεκτονικές αναβαθμίδες).
- ✓ Κλίση  $15^{\circ} - 35^{\circ}$  : απότομο ( $15^{\circ} - 25^{\circ}$ ) έως εξαιρετικά απότομο ( $25^{\circ} - 35^{\circ}$ ) ανάγλυφο (κλιτύες κοιλάδων μεσαίων ορέων).

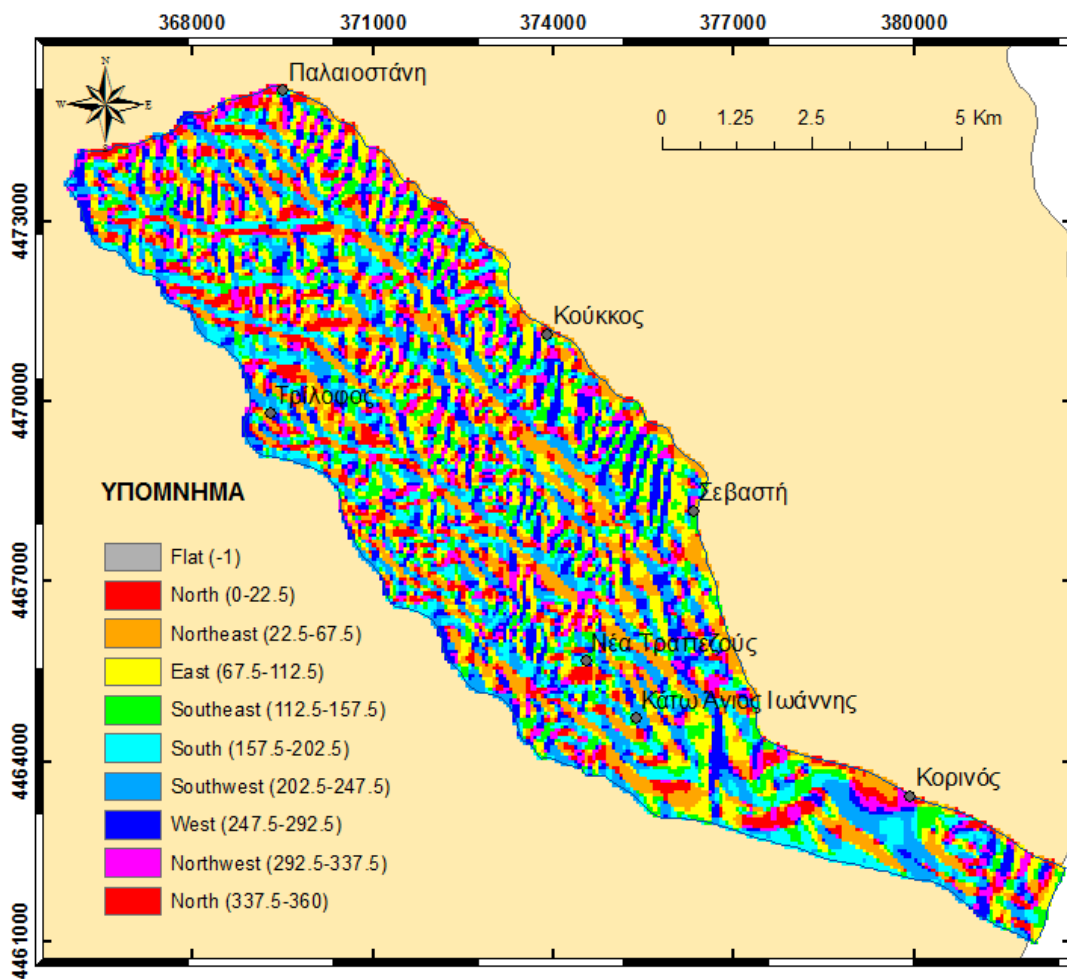
Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται πως από το 50% καταλαμβάνεται από κλίσεις μεταξύ  $5^{\circ}$  και  $15^{\circ}$ .

Η μέση κλίση της περιοχής είναι περίπου 13% (χαρτ.3).



**Γράφημα 2** Κατανομή κλίσεων και προσανατολισμών στην περιοχή μελέτης.

Από το παραπάνω γράφημα φαίνεται πως κυριαρχούν οι προσανατολισμοί ΒΔ και ΝΑ ,οι οποίοι συμπίπτουν με τον προσανατολισμό της λεκάνης, χωρίς να υπάρχει μεγάλη διαφορά από τους υπόλοιπους. Στον χάρτη 4 βλέπουμε την κατανομή των προσανατολισμών



**Χάρτης 4** Κατανομή προσανατολισμού πρανών.

### 4.3 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

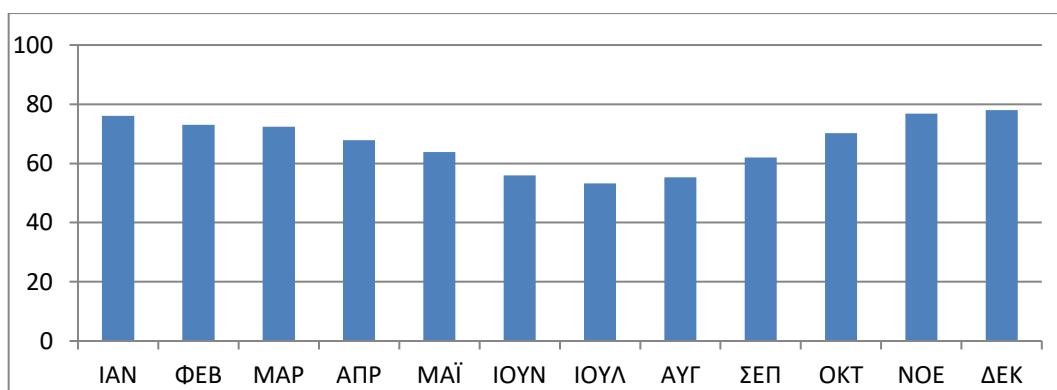
Ο κοντινότερος σταθμός για τον οποίο βρέθηκαν στοιχεία είναι της ΕΜΥ στην Θεσσαλονίκη με στοιχεία γεωγραφικό μήκος (Lon) 22° 58' 17" , γεωγραφικό πλάτος (Lat) 40° 31' 38" και βρίσκεται σε υψόμετρο 1.68μ. Τα δεδομένα που παρατίθεται παρακάτω αφορούν την περίοδο 1959-1997.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 449 mm και οι υψηλότερες βροχοπτώσεις παρατηρούνται τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται τους μήνες Ιούλιος, Αυγούστος (γραφ. 4) όπου έχουμε και την χαμηλότερη σχετική υγρασία (πιν. 3).

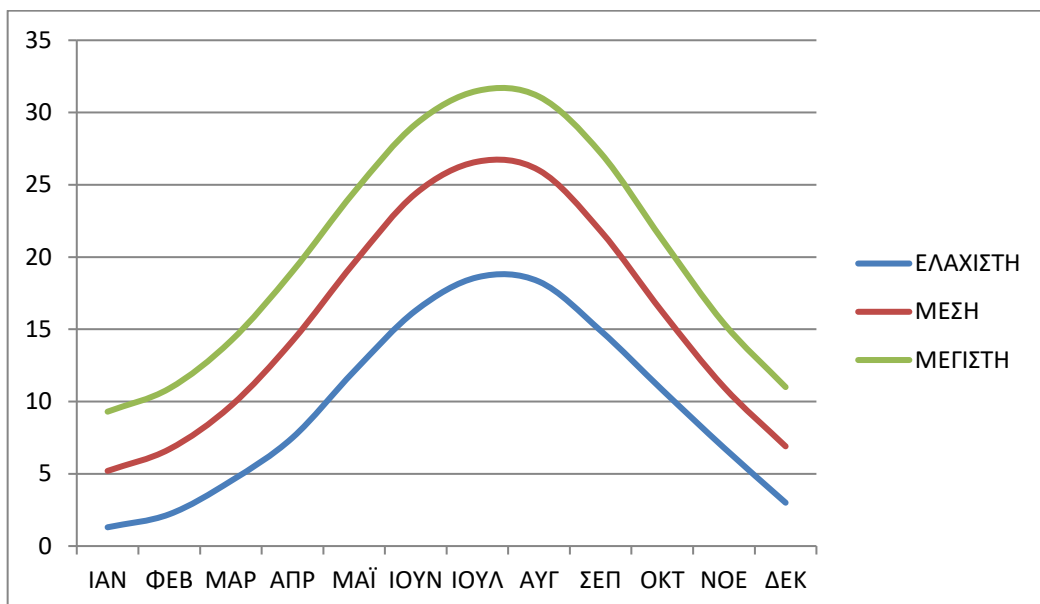
**Πίνακας 3** Κλιματολογικά στοιχεία από τον σταθμό της ΕΜΥ στην Θεσσαλονίκη (περίοδος 1959-1997)

	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ			ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ
	ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ	%	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
ΙΑΝ	1.3	5.2	9.3	76.1	36.8
ΦΕΒ	2.2	6.7	10.9	73	38
ΜΑΡ	4.5	9.7	14.2	72.4	40.6
ΑΠΡ	7.5	14.2	19	67.8	37.5
ΜΑΪ	12.1	19.6	24.5	63.8	44.4
ΙΟΥΝ	16.3	24.4	29.2	55.9	29.6
ΙΟΥΛ	18.6	26.6	31.5	53.2	23.9
ΑΥΓ	18.3	26	31.1	55.3	20.4
ΣΕΠ	14.9	21.8	27.2	62	27.4
ΟΚΤ	10.8	16.2	21.2	70.2	40.8
ΝΟΕ	6.8	11	15.4	76.8	54.4
ΔΕΚ	3	6.9	11	78	54.9

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται πως κατανέμεται η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία στην διάρκεια του έτους.



**Γράφημα 3** Κατανομή σχετικής υγρασίας στην διάρκεια του έτους. (Μέσες τιμές μετεωρολογικός σταθμός Θεσσαλονίκης 1959-1997)



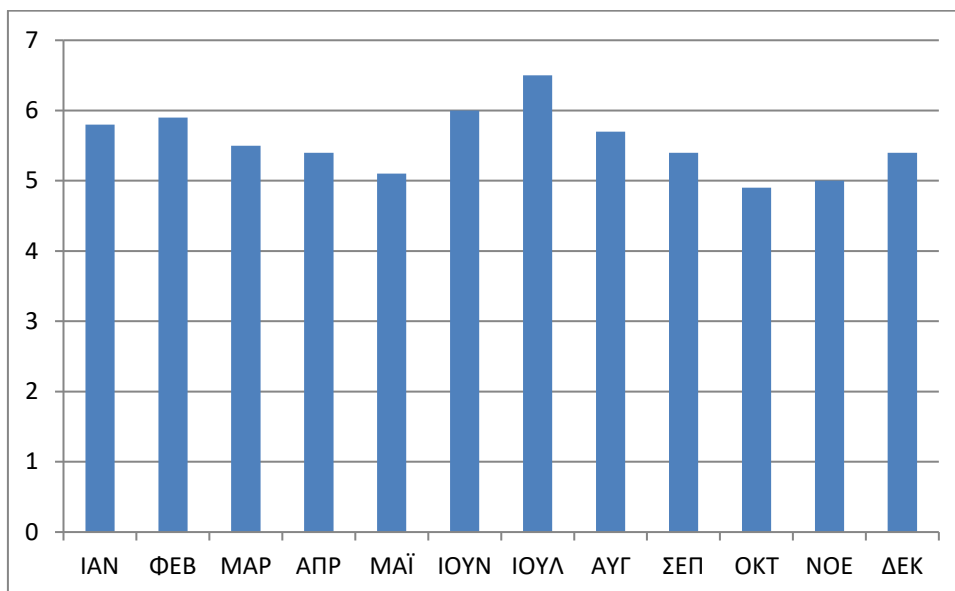
**Γράφημα 4** Κατανομή θερμοκρασιών στην διάρκεια του έτους. (Μέσες τιμές μετεωρολογικός σταθμός Θεσσαλονίκης 1959-1997)

Η επικρατέστερη διεύθυνση ανέμου είναι η ΒΔ (πιν. 4) και η μεγαλύτερη ένταση ανέμου εμφανίζεται τον Ιούνιο και τον Ιούλιο (γραφ. 5).

**Πίνακας 4** Διεύθυνση και ένταση ανέμου από τον σταθμό της ΕΜΥ στην Θεσσαλονίκη (περίοδος 1959-1997)

	ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ Δ/ΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΝΤΑΣΗ ΑΝΕΜΟΥ (Kt)
ΙΑΝ	ΒΔ	5.8
ΦΕΒ	ΒΔ	5.9
ΜΑΡ	ΒΔ	5.5
ΑΠΡ	ΒΔ	5.4
ΜΑΪ	ΒΔ	5.1
ΙΟΥΝ	ΒΔ	6
ΙΟΥΛ	ΒΔ	6.5
ΑΥΓ	Ν	5.7
ΣΕΠ	ΒΔ	5.4
ΟΚΤ	ΒΔ	4.9
ΝΟΕ	ΒΔ	5
ΔΕΚ	ΒΔ	5.4





**Γράφημα 5** Κατανομή μέσης έντασης ανέμου (σε κόμβους) στην διάρκεια του έτους. Μέσες τιμές μετεωρολογικός σταθμός Θεσσαλονίκης 1959-1997)

#### 4.4 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Σύμφωνα με τα φύλλα του ΙΓΜΕ Κατερίνη και Κολινδρός στην λεκάνη συναντάμε τους παρακάτω σχηματισμούς:

#### ΟΛΟΚΑΙΝΟ

**1 Αποθέσεις τεναγών:** άργιλοι, άμμοι και πηλοί. Το χρώμα των αποθέσεων αυτών είναι μαύρο εξ' αιτίας της οργανικής ύλης που περιέχουν προερχόμενη από ελώδη φυτά.

**2 Αποθέσεις από αργίλους, πηλούς και πηλούχους** αργίλους χρώματος γκριζομαύρου εξ' αιτίας των οργανικών ουσιών. Η περιοχή αυτή βρίσκεται στο τελικό στάδιο της αφαλμύρωσης και ανάλογα με την εποχή του χρόνου καλύπτεται από εφήμερα ή και μόνιμα τέλματα με ελώδη φυτά.

**3 Προσχωματικά υλικά χειμάρων:** ασύνδετα υλικά από άμμους, κροκάλες, λεπτομερή αργιλοαμμώδη και πηλοαμμώδη υλικά. Το πάχος των αποθέσεων αυτών υπερβαίνει τα 60 μ. (περιοχή Κατερίνης).

**4 Πλευρικά κορήματα** από κροκάλες και πηλούς που προέρχονται από την αποσάθρωση και εξαλλοίωση των νεογενών σχηματισμών, γενικά ασύνδετα. περατα

**5 Αδρομερή υλικά από κροκαλολατύπες και άμμους** στις κοίτες των χειμάρων και υλικά χειμαρρωδών αναβαθμιδών με μικρό πάχος.

#### 6 Κώνοι κορημάτων

#### ΝΕΟΓΕΝΕΣ

## **Μειόκαινο**

**7 Ψαμμίτες και άργιλοι περιοχής Σεβαστής-Κίτρου:** Ψαμμίτες λεπτο-χονδρόκοκκοι υπόλευκου χρώματος σε πάγκους των 3-4 μέτρων (παλαιότερα χρησιμοποιούνταν για δομικά υλικά) σε εναλλαγές με αργίλους. Μέσα στις αργίλους απαντούν ενστρώσεις μικρού πάχους από αμμούχα υλικά: έχουν γκριζοκάστανο χρώμα, που είναι χαρακτηριστικό για την περιοχή και φέρουν μαργαϊκά συγκρίματα. Οι σχηματισμοί αυτοί πλευρικά μεταβαίνουν στους σχηματισμούς Αλωνίων-Σφενδάμης και προς τα πάνω στους καστανόχρωμους σχηματισμούς Μακρύγυαλου-Μεθώνης.

Πάχος: περίπου 600 μ.

**8 Άργιλοι, μάργες, ψαμμίτες και άμμοι:** λεπτόκοκκες ή μεσόκοκκες αργιλούχοι άμμοι, σε εναλλαγές με κιτρινόφαιους ψαμμίτες και πρασινότεφρες αργίλους και μάργες. Σε πολλές θέσεις παρατηρούνται πάγκοι αρενιτικών ασβεστολίθων και πάγκοι ή φακοειδείς ενστρώσεις κροκαλοπαγών, με κροκάλες χαλαζία, μεταμορφωμένων και ηφαιστειακών πετρωμάτων.

Τοπικά επικρατούν **9 άργιλοι** σε εναλλαγές με μεσόκοκκες άμμους, πηλούχους άμμους και απολιθωματοφόρους αργιλομάργες και μικρές παρεμβολές μαργαϊκών ασβεστολίθων. Το χρώμα τους είναι τεφρό, πρασινό και υποκύανο. αδιαπέρατα

Πάχος: άνω των 700 m.

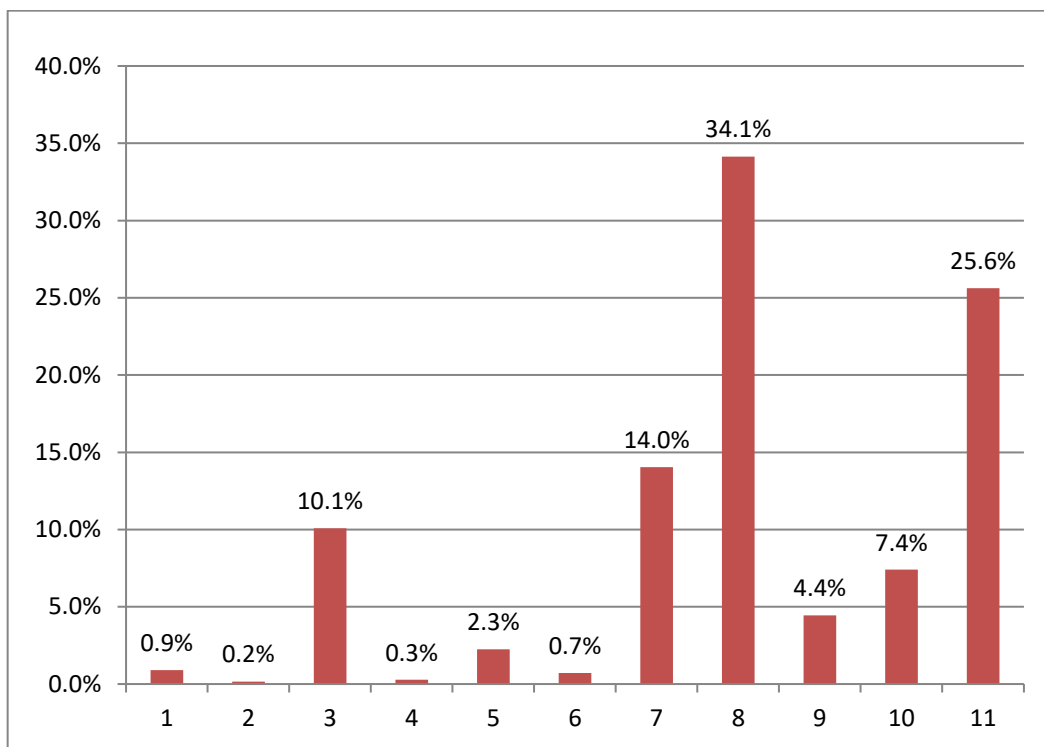
**10 Δελταϊκά ιζήματα:** αποτελούνται από μη συνεκτικά κροκαλοπαγή, με αποστρογγυλωμένες και πεπλατυσμένες κροκάλες, διαμέτρου ως 30 cm. Φέρουν ενστρώσεις ψαμμιτών και κατά τόπους λιγνιτών. Ηλικία: Πόντιο

Πάχος άνω των 100 m.

**11 Ψαμμίτες, άργιλοι:** ως επί το πλείστον χαλαρά ιζήματα από τεφροπράσινες αργίλους με παρεμβολές άμμων και πάγκους ψαμμιτών μεγάλου πάχους. Στη λεκάνη Μοσχοπόταμου στα πρώτα 100 m της εμφάνισης αυτής, παρατηρείται μια ερυθρωπή αργιλική ένστρωση πάχους 4-5 m. Το πάχος των ψαμμιτικών παγκων κυμαίνεται μεταξύ 15 cm και 3 m. Οι άμμοι είναι αδρόκοκκες και ελαφρώς συνδεδεμένες.

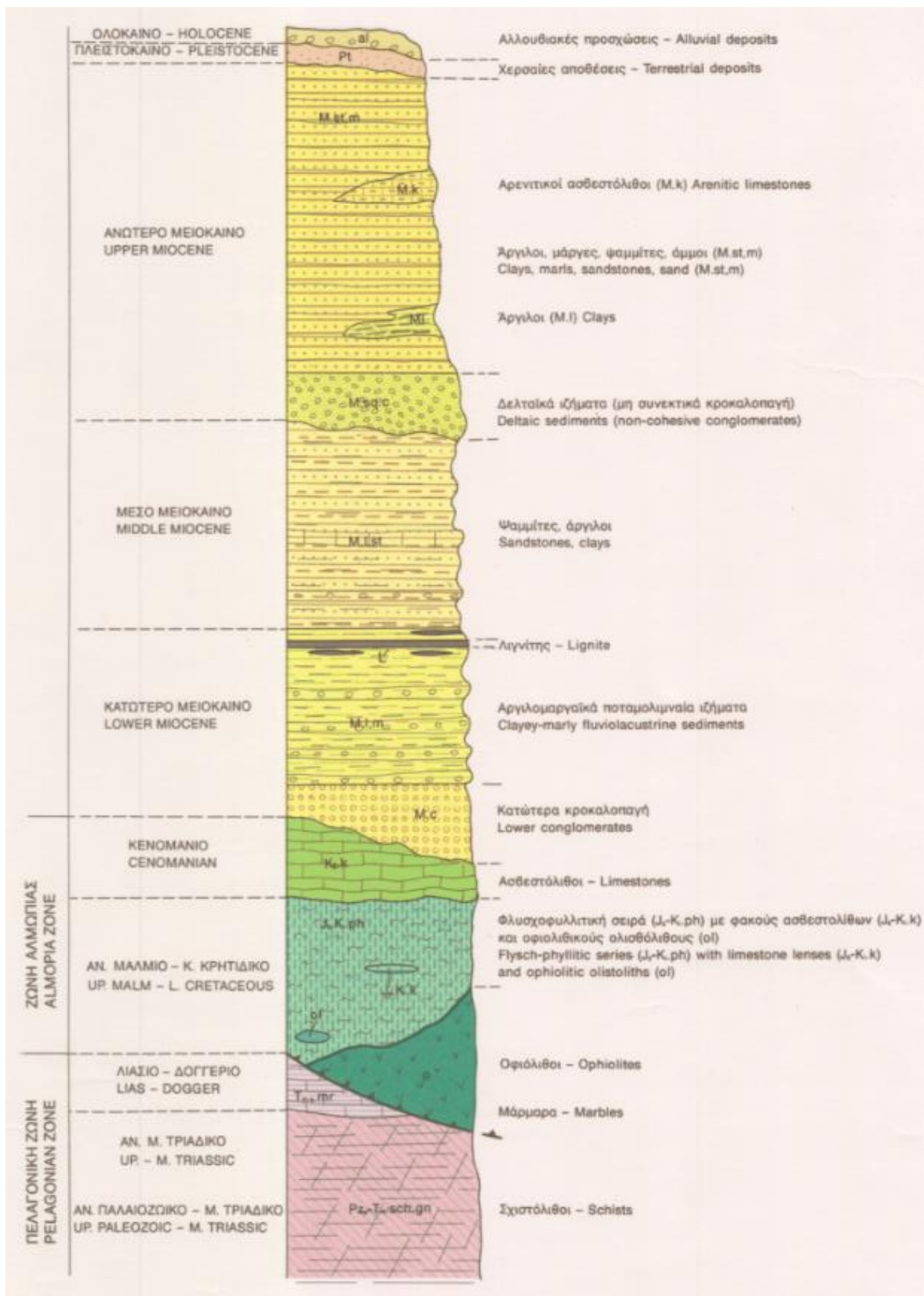
Πάχος: 350-500m.

Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται πως την μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνει ο σχηματισμός 8 (άργιλοι, μάργες, ψαμμίτες και άμμοι) και ακολουθεί ο σχηματισμός 11.

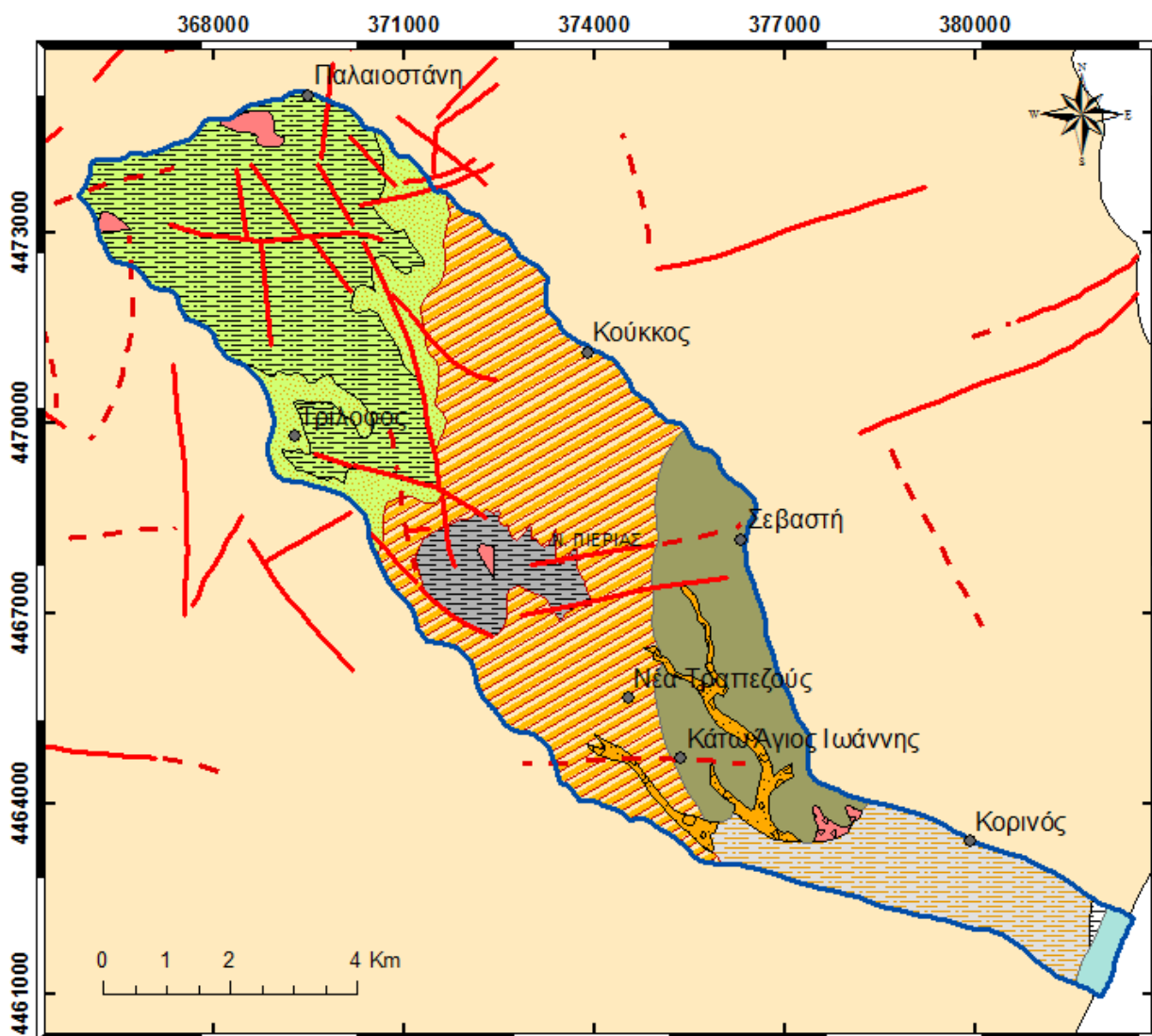


**Γράφημα 6** Κατανομή γεωλογικών σχηματισμών στην περιοχή μελέτης.

Στον χάρτ. 5 φαίνεται η κατανομή των σχηματισμών από τα γεωλογικά φύλλα Κολινδρός και Κατερίνη και στην εικ.6 βλέπουμε την αλληλουχία των σχηματισμών από την στρωματογραφική στήλη του γεωλογικού φύλλου Κολινδρός.



Εικόνα 6 Στρωματογραφική στήλη της περιοχής μελέτης από το γεωλογικό φύλλο Κολινδρός.



#### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΟΛΟΚΑΙΝΟ			ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ			
	1		3		5	
	2		4		6	
	7		9		11	
	8		10			

**Χάρτης 5** Γεωλογικός χάρτης της περιοχής. Συντάχθηκε από τα γεωλογικά φύλλα Κατερίνη και Κολινδρός.

#### 4.5 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

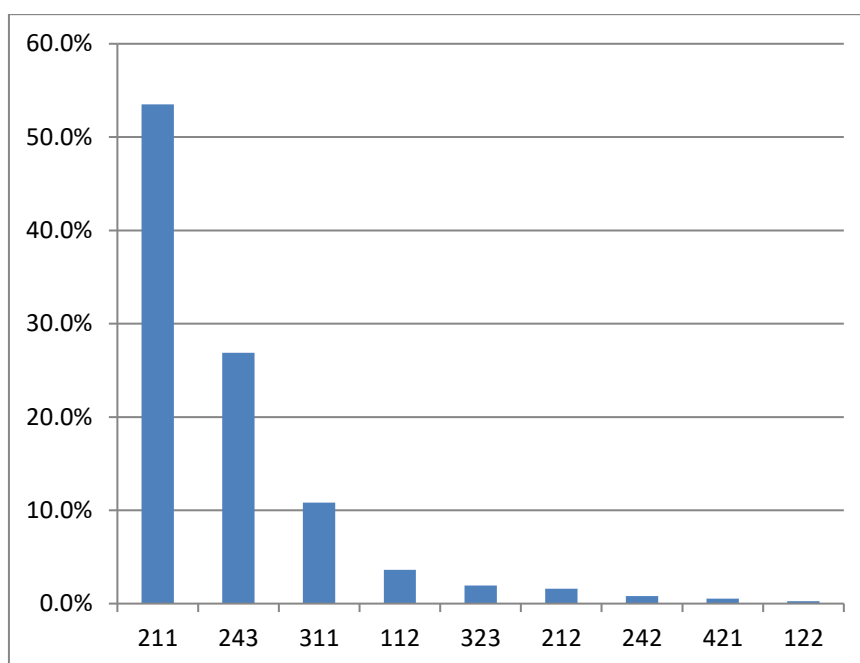
Ο προσδιορισμός των χρήσεων γης έγινε με βάση τον χάρτη κάλυψης γης CORINE 2000 του Ευρωπαϊκού Οργανισμού περιβάλλοντος (χαρτ. 6). Ο χάρτης είναι επίσημα αναγνωρισμένος από τα ευρωπαϊκά κράτη και αποτελεί δημόσιο δεδομένο. Η ελάχιστη μονάδα χαρτογράφησης είναι ορισμένη στα 25 εκτάρια. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η ταξινόμηση των διάφορων χρήσεων γης.

**Πίνακας 5** Χρήσεις γης της περιοχής μελέτης σύμφωνα με το CORINE 2000.

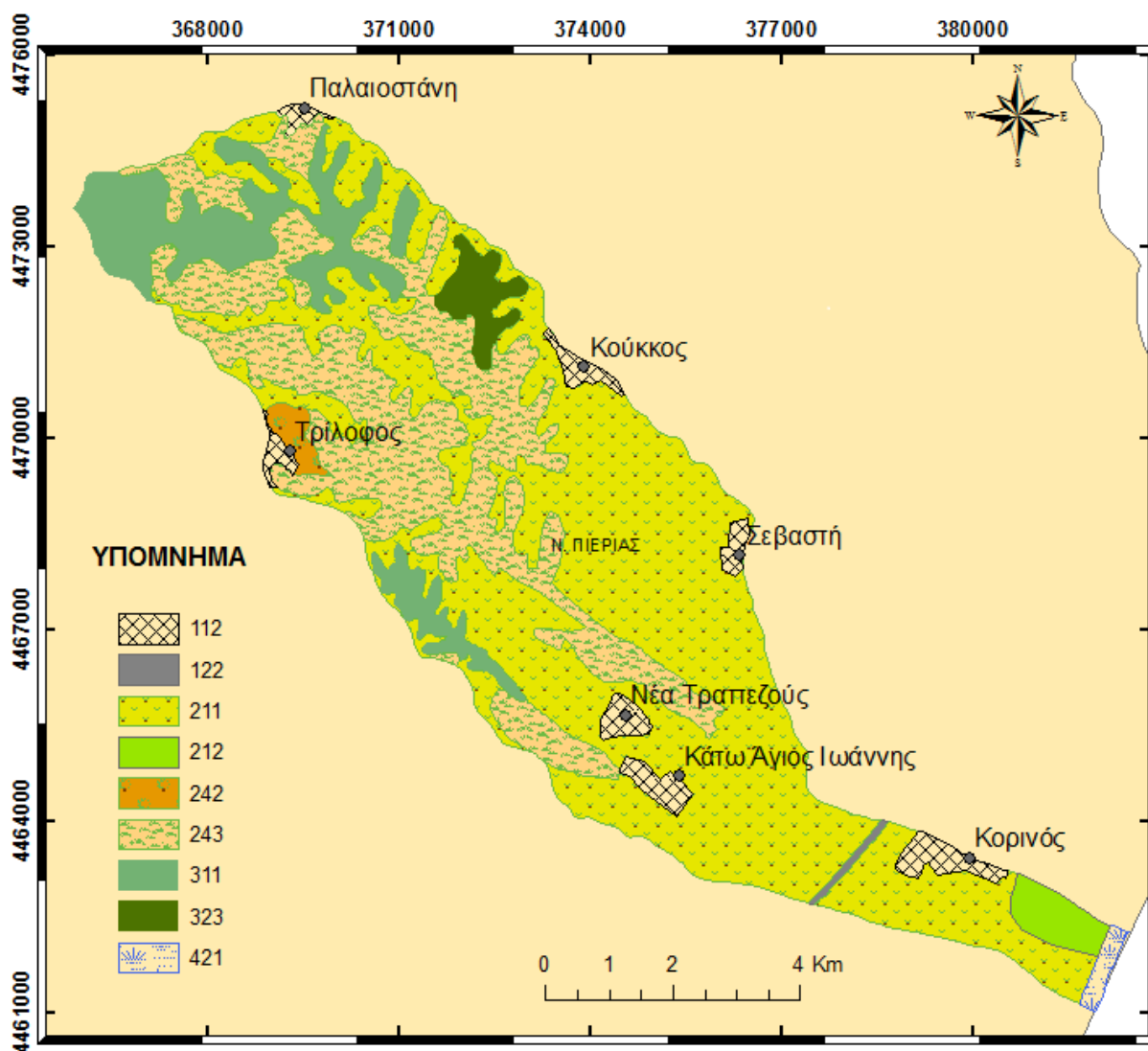
Κωδ.	Χρήση γης	Περιγραφή
112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	Το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης γης καλύπτεται από κτίσματα. Κτίρια, δρόμοι και ζώνες τεχνητών επιφανειών, σε συνδυασμό με ζώνες βλάστησης και γυμνού εδάφους, που καλύπτουν ασυνεχείς, αλλά εκτενείς επιφάνειες.
122	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη	Αυτοκινητόδρομοι, σιδηρόδρομοι, περιλαμβανομένων των συνοδών εγκαταστάσεων (σταθμοί, αποβάθρες, αναχώματα). Ελάχιστο πλάτος για ένταξη στην κατηγορία: 100 μέτρα.
211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	Δημητριακά, όσπρια, καλλιέργειες ζωοτροφών, βολβόφυτα και χέρσο έδαφος. Περιλαμβάνονται ανθοκομικές καλλιέργειες και δενδροκαλλιέργειες (φυτώρια και σπυρώνες), καθώς και οπωροκηπευτικά, είτε σε ανοικτό χωράφι, είτε κάτω από πλαστικό ή γυαλί. Περιλαμβάνονται επίσης καλλιέργειες αρωματικών, φαρμακευτικών και μαγειρικών φυτών. Εξαιρούνται τα μόνιμα λιβάδια.
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη	Καλλιέργειες που ποτίζονται μόνιμα ή περιοδικά, χρησιμοποιώντας μόνιμη υποδομή (αρδευτικά κανάλια, αποστραγγιστικό δίκτυο). Οι περισσότερες από αυτές τις καλλιέργειες δεν θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν χωρίς τεχνητή παροχή νερού. Δεν περιλαμβάνονται τα σποραδικά αρδεύσιμα εδάφη.
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	Μωσαϊκό από μικρά αγροτεμάχια με διάφορες ετήσιες καλλιέργειες, λιβάδια και /ή μόνιμες καλλιέργειες.
243	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	Περιοχές που καλύπτονται κυρίως από τη γεωργία, με διάσπαρτες περιοχές με φυσική βλάστησης
311	Δάσος πλατυφύλλων	Βλάστηση που αποτελείται κυρίως από δέντρα, συμπεριλαμβανομένων υπορόφων με θάμνους

		και άλλη χαμηλή βλάστηση, όπου κυριαρχούν τα πλατύφυλλα είδη. (Εδώ ανήκουν τα δρυοδάση, τα πλατανοδάση, τα δάση Σημύδας, κ.ά.)
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	Θαμνώδης, σκληροφυλλική βλάστηση. Περιλαμβάνει τη μακκία και τα φρύγανα.
421	Παραθαλάσσιοι βάλτοι	Χαμηλές περιοχές με βλάστηση, πάνω από το όριο της πλημμυρίδας, ευάλωτες σε κατακλυσμό από θαλασσινό νερό. Συχνά, κατά τη διαδικασία της πλήρωσης, εποικίζονται σταδιακά από αλόφυτα ( <i>Salicornia</i> sp., <i>Arthrocnemum</i> sp., κ.ά.).

Από το παρακάτω γράφημα πώς την μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνει η μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη.



Γράφημα 7 Κατανομή χρήσεων γης



Χάρτης 6 Χάρτης χρήσεων γης (CORINE 2000)

## 5 ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

### 5.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι περισσότερες φυσικές καταστροφές οφείλονται στις πλημμύρες και μπορεί να προέρχονται από διάφορες αιτίες. Ως πλημμύρα ορίζεται η προσωρινή κατάκλιση του εδάφους από νερό το οποίο, υπό κανονικές συνθήκες, δεν είναι καλυμμένο από νερό. Η έννοια αυτή περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χείμαρρους και υδατορεύματα εφήμερης ροής, υπερχειλίσεις λιμνών, πλημμύρες από υπόγεια ύδατα και πλημμύρες από τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές. Ακόμη, περιλαμβάνει πλημμύρες από καταστροφές μεγάλων υδραυλικών έργων, όπως θραύσεις αναχωμάτων και φραγμάτων. Οι πιο συχνά εμφανιζόμενες πλημμύρες στον Ελληνικό χώρο οφείλονται σε φυσικά αίτια και διακρίνονται σε χερσαίες ή ποτάμιες και σε παράκτιες. Η παρούσα μελέτη εξετάζει τις χερσαίες ή ποτάμιες πλημμύρες, οι οποίες προκαλούνται λόγω ραγδαίων



βροχοπτώσεων-ισχυρών καταιγίδων ή από το ξαφνικό λιώσιμο χιονιού, ή ακόμα και από συνδυασμό των παραπάνω με συνέπεια την μεγάλη αύξηση της απορροής των ποταμών, όπως επίσης και από αστοχία μεγάλων υδραυλικών έργων. Οι χερσαίες ή ποτάμιες πλημμύρες διακρίνονται περαιτέρω σε πλημμύρες που παρουσιάζουν βραδεία εξέλιξη (πλημμύρες πεδίου) και σε πλημμύρες που παρουσιάζουν ταχεία εξέλιξη (ξαφνικές ή αιφνίδιες πλημμύρες). Οι ξαφνικές ή αιφνίδιες πλημμύρες, με κύριο χαρακτηριστικό την ταχεία εξέλιξή τους, είναι το πιο συνηθισμένο είδος πλημμύρας στην Ελλάδα λόγω της ιδιόμορφης γεωμορφολογίας της χώρας μας η οποία συμβάλλει στην ανάπτυξη μεγάλου αριθμού ρεμάτων με μικρές σχετικά λεκάνες απορροής, στις οποίες κυριαρχούν οι έντονες κλίσεις που συντελούν στη γρήγορη αποστράγγισή τους. (ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ, 2015)

Οι επιπτώσεις από τις πλημμύρες μπορούν να διακριθούν σε 3 κατηγορίες:

1. Άμεσες επιπτώσεις: σχετίζονται με σωματικές βλάβες και υλικές ζημιές.
2. Έμμεσες επιπτώσεις: σχετίζονται με απώλειες στα αναμενόμενα κέρδη λόγω διακοπής γεωργικών και επιχειρηματικών δραστηριοτήτων.
3. Κόστος αποκατάστασης: σχετίζεται με την παροχή βοήθειας στους πληγέντες (επισιτιστική βοήθεια, πόσιμο νερό, απόχευση), εκκένωση πληθυσμού.

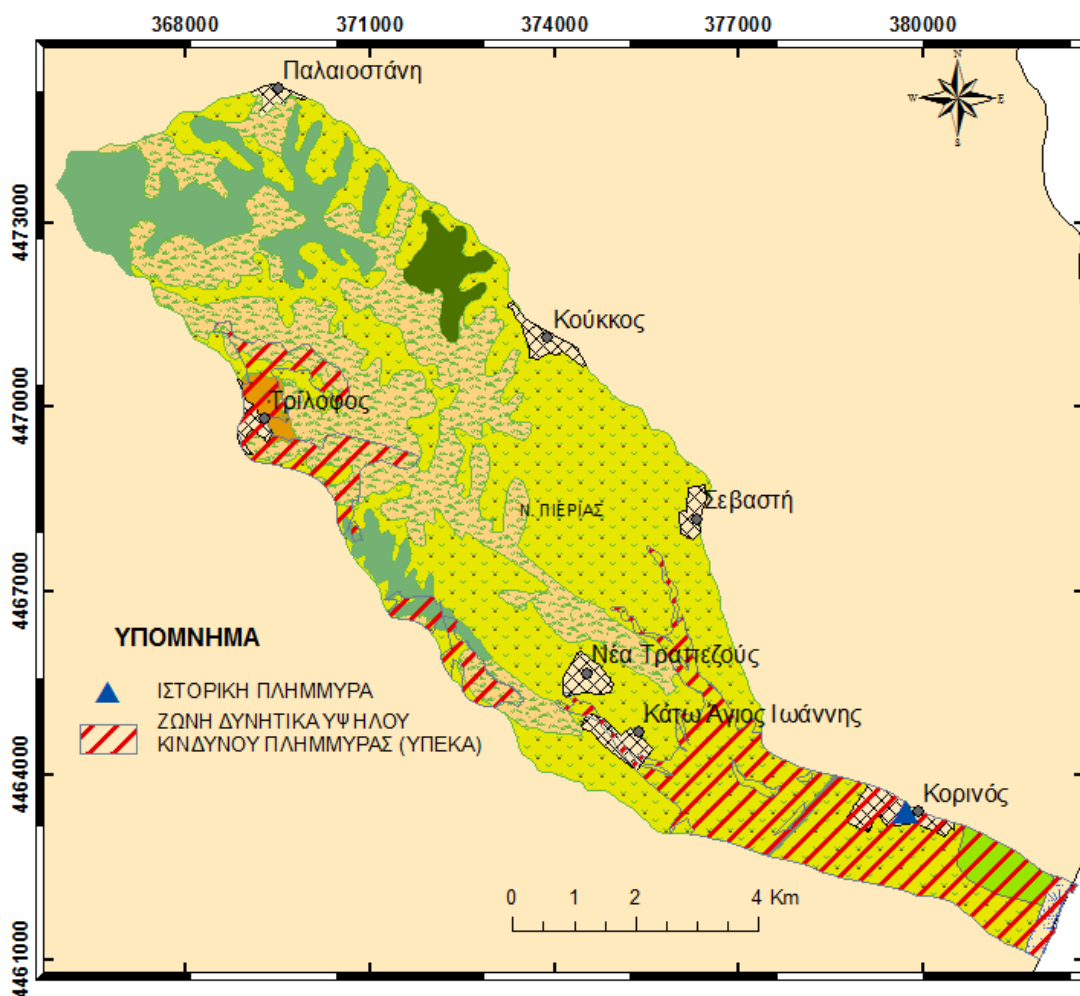
## 5.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

Συνολικά στην Ελλάδα καταγράφηκαν περισσότερες από 500 περιπτώσεις πλημμυρών, από το 1992 έως τις αρχές του 2011. Στην περιοχή μελέτης (σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΚΑ (πιν.6) σε διάστημα 10 ετών από το 1999 ως το 2009 έχουν συμβεί 5 πλημμύρες) στην περιοχή Κορινός (χαρτ.7). Οι ζημιές ήταν οικονομικής φύσεως και αφορούσαν αγροτικές εκτάσεις και ιδιοκτησίες.

**Πίνακας 6** Ιστορικό πλημμυρών στην λεκάνη από 1999 ως το 2009. (ΥΠΕΚΑ)

Ημερομηνία	Περιοχή	Έκταση πλημμύρας (Κm <sup>2</sup> )	Ζημιά
30-01-2009	Κορινός	1.4316	Αγροτικές εκτάσεις
11-12-2008	Κορινός	-	Ιδιοκτησίες
18-6-04	Κορινός	-	Ιδιοκτησίες
2002	Κορινός	-	Ιδιοκτησίες
1999	Κορινός	-	Ιδιοκτησίες

Συμφωνα με τον χάρτη το ΥΠΕΚΑ έχει προσδιορίσει 3 περιοχές υψηλού κινδύνου. Η μεγαλύτερη βρίσκεται εκατέρωθεν του κύριου κλάδου, η δεύτερη βρίσκεται ΒΔ της πρώτης και η 3<sup>η</sup> στην περιοχή του Τρίλοφου.



**Χάρτης 7** Ζώνες δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας και ιστορικές πλημμύρες κατά ΥΠΕΚΑ

### 5.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Η εκτίμηση του πλημμυρικής επικινδυνότητας θα βασιστεί στα παρακάτω ποιοτικά κριτήρια:

- Επιρρεπής σε πλημμυρικό κίνδυνο είναι γενικά οι περιοχές σε πεδιάδες όπου έχουν μικρή κλίση (<2<sup>ο</sup>).
- Το πλημμυρικό πεδίο αποτελείται από μια σειρά στρωμάτων που αποτέθηκαν από κάποιο ποτάμι όταν αυτό περιοδικά πλημμύριζε τις όχθες του. Αυτή η περιοχή περιβάλλει το ποτάμι και είναι σχεδόν επίπεδη (Φουντούλης, 2006). Τέτοιες περιοχές που έχουν πλημμυρίσει ιστορικά μας τις υποδεικνύουν τα αλούβια.
- Η υδροπερατότητα των σχηματισμών εκφράζει το ποσοστό επιφανειακής απορροής/κατεΐσδυσης των κατακρημνισμάτων. Ειδικά όταν τα ύδατα μεταβαίνουν από περατό σε αδιαπέρατο σχηματισμό ευνοείται η εμφάνιση πλημμύρας.
- Σύγκλιση κλάδων: στις περιοχές όπου συγκλίνουν κλάδοι, ειδικά μεγάλης τάξης, ευνοείται η εμφάνιση πλημμυρών.

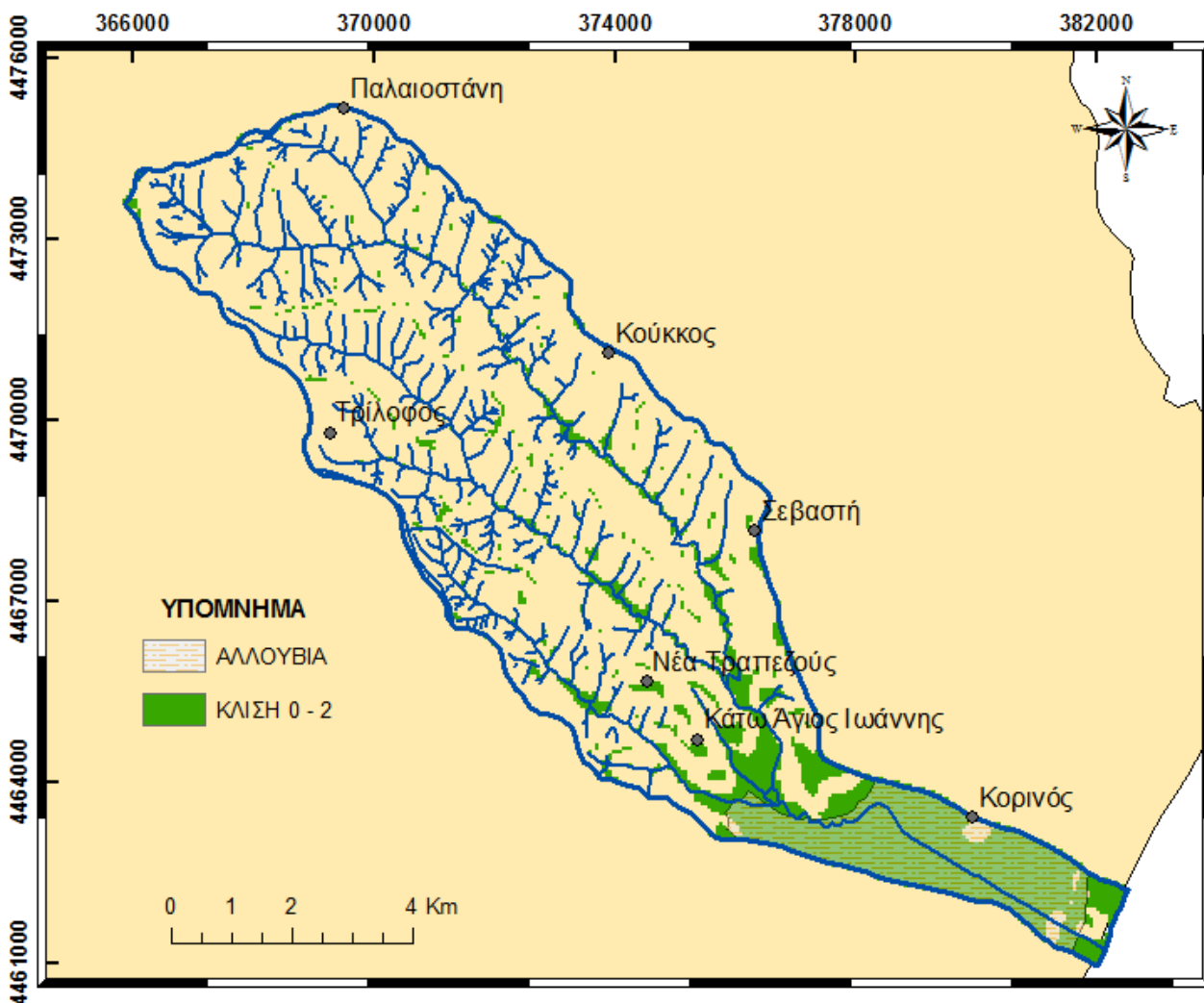
- Χρήσεις γης: Όσο αυξάνεται ο βαθμός τραχύτητας των εδαφών (μειωμένη τιμή Strickler) αυξάνεται η αντίσταση που συναντά το νερό στην κίνηση του με συνέπεια την μείωση της ταχύτητάς του και επομένως και της επικινδυνότητάς του. (Νικολαΐδου Μ. 2009)
- Κατάκτη των σημείων του ρέματος όπου υπάρχει απότομη αλλαγή της δ/σης και της κλίσης της κοίτης ευνοείται η εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων.
- Ιστορικό καταστροφών.
- Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις.
- Το σχήμα της λεκάνης επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την ταχύτητα συγκέντρωσης τις απορροής. Οι στρογγυλόμορφες λεκάνες παρουσιάζουν μεγαλύτερη υδατοπαροχή από τις επιμήκεις, επειδή στις πρώτες το νερό συγκεντρώνεται πιο γρήγορα. (Κωτούλας κ. 1985)

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο κίνδυνος εμφάνισης πλημμύρας ανάλογα με την κλίση του εδάφους.

**Πίνακας 7** Επικινδυνότητα εμφάνισης πλημμύρας ανάλογα με την κλίση

<i>Κλίσεις (%)</i>	<i>Επικινδυνότητα</i>	Στον
<b>0-1</b>	Πολύ μεγάλη	χάρτη 9
<b>1-2.5</b>	Μεγάλη	αντιπαρατίθ
<b>2.5-5</b>	Μέση	εται οι
<b>5-7.5</b>	Μέση - ελάχιστη	περιοχές με
<b>7.5-10</b>	Ελάχιστη	κλίση
<b>&gt;10</b>	Μηδαμινή	μικρότερη

από 2° και οι περιοχές όπου συναντάμε αλλούβια. Οι περιοχές με κλίση < 2° απαντούν διάσπαρτα σε όλη την λεκάνη και την μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνουν εκατέρωθεν του κύριου κλάδου εκεί όπου συναντάμε και τα αλλούβια. Οπότε αυτή η περιοχή θεωρείται η πιο επικίνδυνη.



Χάρτης 8 Αντιπαράθεση περιοχών με κλίση μικρότερη από 2° και αλλουβιακών αποθέσεων.

Ο συντελεστής περατότητας των πετρωμάτων καθορίστηκε με βάση τον πιν.8 και ο χαρακτηρισμός τους ως προς την υδροπερατότητα έγινε με βάση την παρακάτω ταξινόμηση (Σούλιος, 1996).

**περατά** (μεγάλη περατότητα)  $\rightarrow k \geq 10^{-5} \text{ m/sec}$

**ημιπερατά** (μέτρια περατότητα)  $\rightarrow 10^{-5} > k > 10^{-7} \text{ m/sec}$

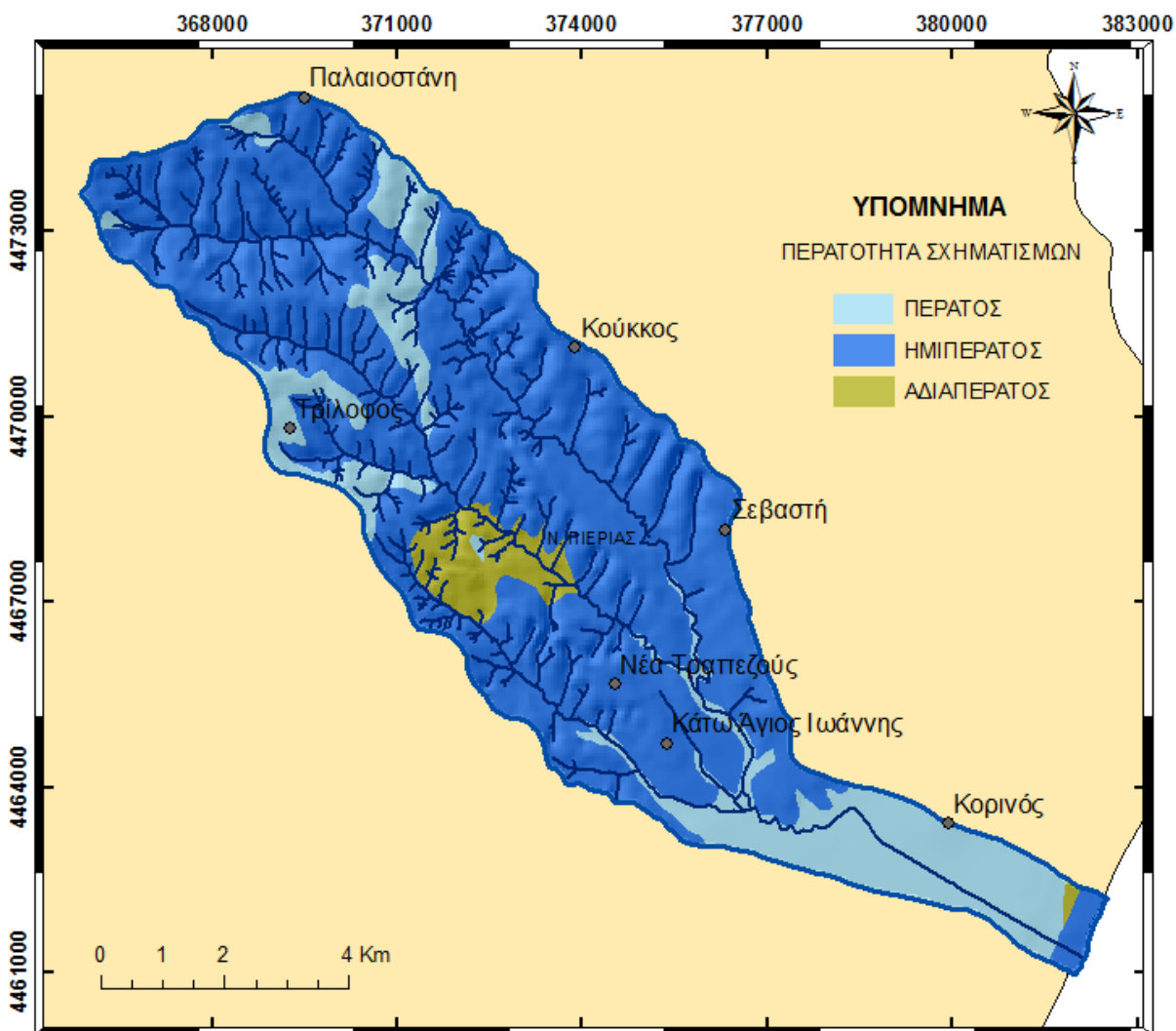
**αδιαπέρατα** (χαμηλή περατότητα)  $\rightarrow k \leq 10^{-7} \text{ m/sec}$

Πίνακας 8 Συντελεστής περατότητας πετρωμάτων (Σούλιος, 1996)

Άργιλος	$10^{-8} - 10^{-10}$
πηλοί	$10^{-6} - 10^{-9}$

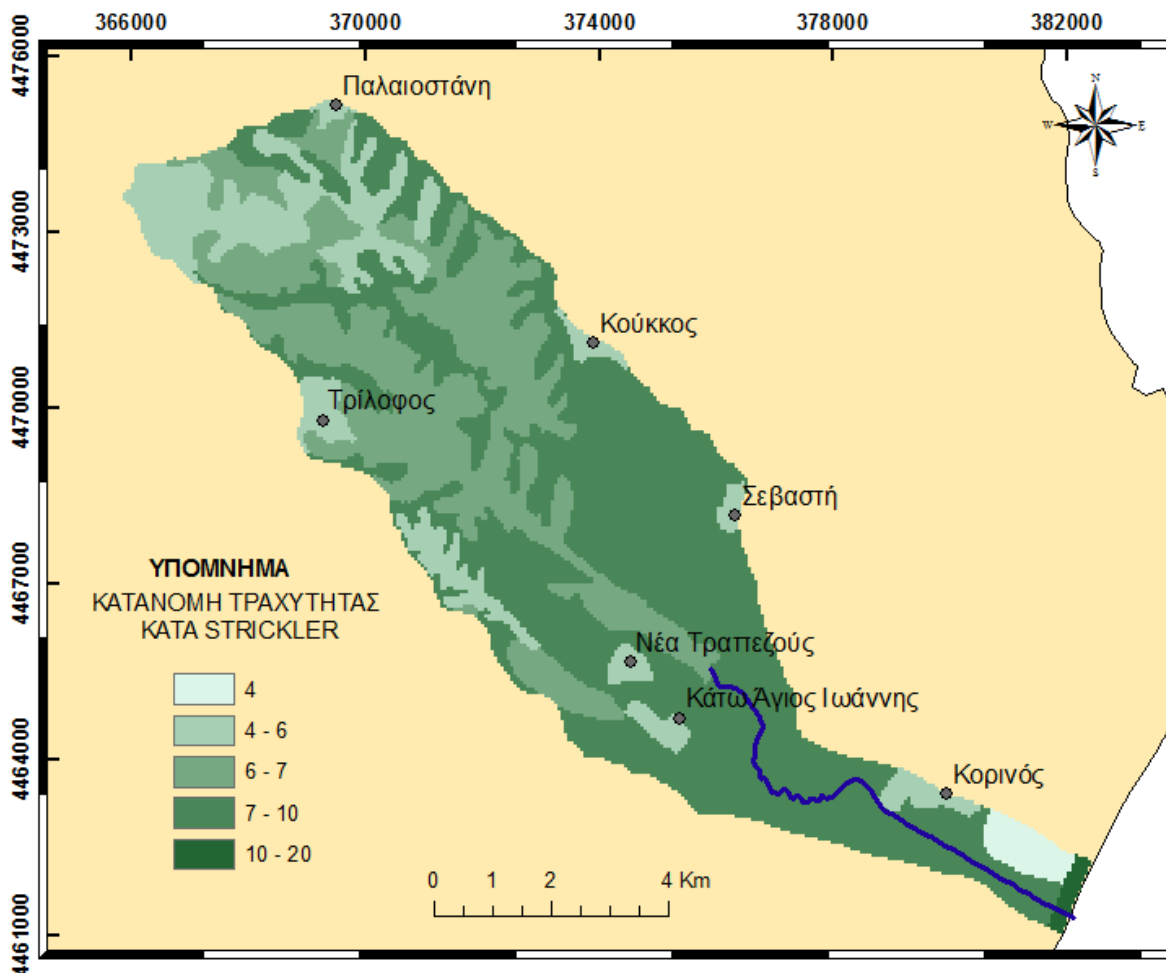
Μάργες	$10^{-6} - 10^{-9}$
Άμμοι-χαλίκια	$10^{-2} - 10^{-3}$
Ψαμμίτης	$10^{-3} - 10^{-5}$
Κροκαλοπαγή	$10^{-4} - 10^{-5}$

Οι σχηματισμοί στους οποίους εναλλάσσονται ψαμμίτες και άργιλοι έχουν χαρακτηριστεί ως ημιπερατοί. Βλέπουμε πως στην περιοχή που προσδιορίστηκε προηγουμένως ως η πιο επικίνδυνη τα πετρώματα είναι περατά (χαρτ. 10).



Χάρτης 9 Κατανομή περατότητας σχηματισμών.

Η ταξινόμηση των χρήσεων γης ως προς την τραχύτητα έγινε με βάση τον συντελεστή strickler (πίν.9). Χαμηλές τιμές του συντελεστή αντιστοιχούν σε επιφάνειες μεγάλης τραχύτητας και αντιστρόφως.



**Χάρτης 10** Κατανομή τραχύτητας με βάση τον συντελεστή Strickler.

Στον χάρτη 11 φαίνεται πως εκατέρωθεν του κύριου κλάδου η τραχύτητα είναι μέτρια και είναι υψηλή κοντά στην περιοχή του Κορινού, όπου έχουν σημειωθεί και όλες οι ιστορικές πλημμύρες.

**Πίνακας 9** Συντελεστής τραχύτητας των χρήσεων γης της περιοχής μελέτης.

	Χρήση γης	Συντελεστής τραχύτητας Strickler
112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	5
122	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη	-
211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	8
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη	4

242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	6
243	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	7
311	Δάσος πλατυφύλλων	5
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	7
421	Παραθαλάσσιοι βάλτοι	20

Στην παρακάτω δορυφορική φωτογραφία από το google earth διακρίνονται το σημείο σύγκλισης των δευτερεύοντων κλάδων για το σχηματισμό του κύριου κλάδου και επισημαίνονται ενδεικτικά κάποια από τα σημεία καμπής της κοίτης. Σε αυτά τα σημεία είναι μεγαλύτερος ο κίνδυνος εμφάνισης πλημμύρας.



**Φωτογραφία 1** Δορυφορική φωτογραφία στην οποία διακρίνονται το σημείο σύγκλισης όπου σχηματίζεται ο κύριος κλάδος και διάφορα σημεία καμπής Διακρίνεται ο οικισμός Κορινός στα ανατολικά (Google earth).



**Φωτογραφία 2** Δορυφορική φωτογραφία στην οποία διακρίνεται το σιδηροδρομικό δίκτυο και δρόμος που διέρχονται μέσα από την κοίτη. Διακρίνεται ο οικισμός Κορινός στα ανατολικά. (Google earth)

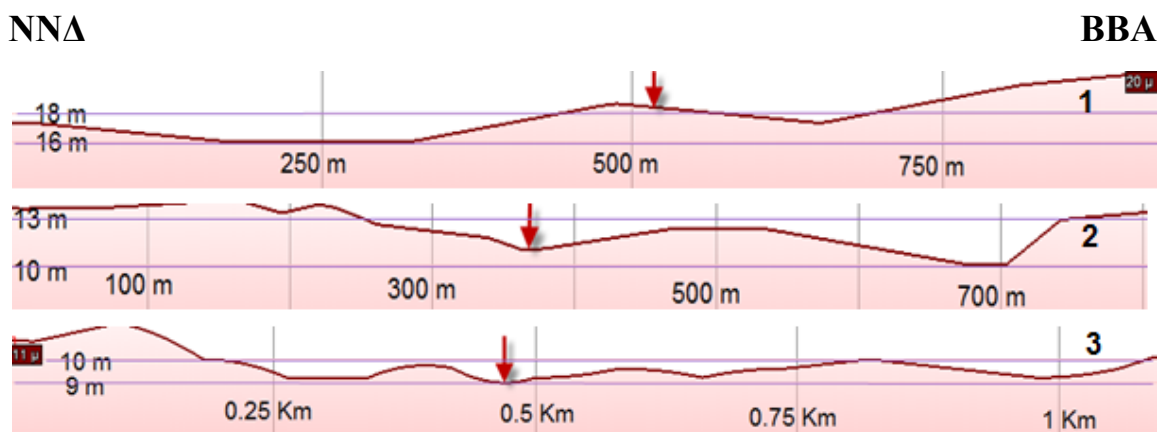
Στην δορυφορική φωτογραφία 2 διακρίνεται το σιδηροδρομικό δίκτυο και δρόμος που διέρχονται μέσα από την κοίτη. Εκτός από το τοπικό οδικό δίκτυο που διέρχεται μέσα από την κοίτη δεν φαίνεται να υπάρχει κάποιο άλλο έργο που να εμποδίζει την ροή του νερού.

Κάθετα στην ροή του ποταμού, στο ύψος του οικισμού Κορινού, δημιουργήθηκαν κάποια τοπογραφικά προφίλ (σχ.1). Αν υποθέσουμε ότι η στάθμη το νερού φτάσει το 1 μέτρο, τότε από την πρώτη τομή φαίνεται πως ΝΝΔ της κοίτης, όπου βρίσκονται καλλιεργήσιμες εκτάσεις, θα δημιουργηθεί πλημμύρα σε μια απόσταση μεγαλύτερη από 500 μέτρα. Στα ΒΒΑ της κοίτης, η πλημμύρα θα φτάσει σε απόσταση περίπου 250 μέτρων και θα είναι μέσα στον οικισμό. Στις υπόλοιπες 2 τομές φαίνεται πως θα πλημμυρίσουν καλλιεργήσιμες εκτάσεις εκατέρωθεν της κοίτης σε μια απόσταση συνολικά περίπου 500 μέτρων, αλλά δεν φαίνεται να επηρεάζονται οικισμοί.





**Φωτογραφία 3** Δορυφορική φωτογραφία στην οποία διακρίνονται οι τομές που έγιναν κάθετα στη κοίτη. (google earth)



**Σχήμα 1** Τοπογραφικά προφίλ κάθετα στην ροή του ποταμού. Το κόκκινο βέλος υποδεικνύει την θέση του ποταμού. Google Earth.

## 5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως ο μεγαλύτερος κίνδυνος εντοπίζεται κατάντη της αρχής του κύριου κλάδου στην υψομετρική ζώνη 0-50m. Σε αυτή την περιοχή συναντάμε αλλούβια και η κλίση του εδάφους είναι μικρότερη από 2°. Κατάντη το σημείου έναρξης του κύριου κλάδου υπάρχουν πολλά σημεία καμψής που ευνοούν την εμφάνιση πλημμύρας. Τα πετρώματα σε αυτή την περιοχή είναι περατά αλλά η τραχύτητα του εδάφους είναι μέτρια εκτός από τον οικισμό

Κορινό όπου είναι μεγάλη, ευνοώντας περισσότερο τις πλημμύρες. Στην περιοχή δεν φαίνεται να έχουν γίνει κάποια τεχνικά έργα που να εμποδίζουν την ροή του νερού. Οι απειλούμενες αγροτικές εκτάσεις εκατέρωθεν του κύριου κλάδου φτάνουν τα 7 Km<sup>2</sup>. Η μεγαλύτερη τρωτότητα εμφανίζεται στην περιοχή του Κορινού που αποτελεί ένα οικισμό 3500 κατοίκων και απειλούνται ιδιοκτησίες. Πιο συγκεκριμένα ο μεγαλύτερος κίνδυνος εμφανίζεται στο τμήμα του οικισμού που γεινιάζει με τον ποταμό, όπου σε περίπτωση ανόδου της στάθμης κατά 1 μέτρο, η πλημμύρα θα εκταθεί σε μια απόσταση 250 μέτρων μέσα στον οικισμό. Επίσης μέσα από την κοίτη διέρχεται το σιδηροδρομικό δίκτυο και δρόμοι, οπότε σε περίπτωση πλημμύρας μπορεί να διακοπεί η κυκλοφορία.

Οι πιο επικίνδυνοι μήνες εμφάνισης του φαινομένου είναι ο Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος όπου έχουμε τις περισσότερες βροχοπτώσεις. Τέλος η ανάπτυξη της λεκάνης είναι επιμήκης οπότε αναμένεται σχετικά μικρή υδατοπαροχή.

## **6 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ**

### **6.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Οι οποιοσδήποτε μετακινήσεις εδαφικών μαζών και πετρωμάτων ασχέτως μορφής, εκτάσεως και γενεσιουργών αιτίων που λαμβάνουν χώρα σε φυσικές επιφάνειες με απότομες κλίσεις και σε πρηνή ορυγμάτων, υπό την επίδραση της βαρύτητας, άλλοτε απότομα με καταστροφικές συνέπειες και άλλοτε με μικρή ταχύτητα, φέρονται με τον γενικό όρο κατολισθήσεις (Ι. Κουμαντάκης 1984). Η κατολίσθηση προκαλείται από τις κινήσεις πρηνών, στα οποία η αστοχία συμβαίνει κατά μια συγκεκριμένη επιφάνεια ή κατά συνδυασμό επιφανειών. (Βολιώτη, 2009)

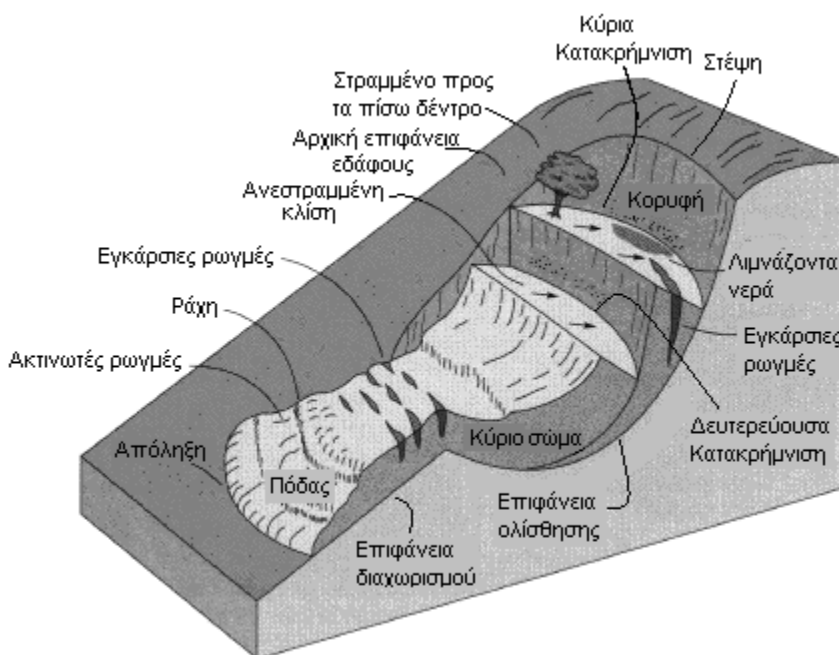
Για την εκδήλωση ενός κατολισθητικού φαινομένου σπάνια είναι ικανή η παρουσία ενός και μόνου παράγοντα. Συνήθως απαιτείται η συνύπαρξη πολλών παραγόντων, που έχουν σχέση τόσο με τις γεωλογικές, γεωτεχνικές και μορφολογικές συνθήκες όσο και με τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες και ανθρώπινες παρεμβάσεις και δραστηριότητες.

Αίτια που συμβάλλουν στην εμφάνιση κατολισθήσεων είναι

- Διαβρωτική ενέργεια του νερού που κυκλοφορεί σε χειμάρους, με αποτέλεσμα να προκαλούνται υποσκαφές και στην συνέχεια μετακινήσεις ασταθών μαζών.
- Στις υποσκαφές ακτών λόγω της δράσης των κυμάτων
- Στις υποσκαφές που προκαλούνται από μετακίνηση παγετώνων
- Στις υποσκαφές που οφείλονται στην δράση των ανέμων, σε περιπτώσεις απότομων πρηνών, όπου χαλαροί σχηματισμοί υπόκεινται συνεκτικών.
- Σε μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες-ρήγματα με σημαντική κατακόρυφη συνιστώσα μετακίνησης. Η αφαίρεση υποστήριξης στην περίπτωση αυτή γίνεται στις βραχώδεις ή εδαφικές μάζες του ρηξιτεμάχους που σχετικά ανυψώθηκε, σε σχέση με το εκατέρωθεν της ρηξιγενούς ζώνης.

- Εξαιτίας υποσκαφών και αφαιρέσεων υλικών, λόγω λατομικών ή μεταλλευτικών δραστηριοτήτων
- Εξαιτίας υποσκαφών για την κατασκευή τεχνικών έργων, όπως οδικών αρτηριών, σιδηροδρομικών γραμμών, θεμελίωσης οικοδομών κ.α.
- Πλευρική πίεση που μπορεί να ασκηθεί από το νερό που βρίσκεται σε ρωγμές όταν ψύχεται και αυξάνεται ο όγκος του ή λόγω διόγκωσης των πετρωμάτων.
- Πρόσθετη φόρτιση λόγω μεταφοράς και απόθεσης υλικών από την βαρύτητα.
- Σε παροδικές γήινες τάσεις που οφείλονται σε σεισμικές κινήσεις ή σε δονήσεις προέρχόμενες από ανθρώπινη δραστηριότητα.
- Αύξηση κλίσης του πρανούς.

Οι τυπικές κατολισθήσεις που προσβάλλουν εδάφη ή πολύ πυκνοδιαρρηγμένα πετρώματα, που η συμπεριφορά τους μοιάζει πολύ με εκείνη των ασύνδετων αδρομερών υλικών, παρουσιάζουν ορισμένα χαρακτηριστικά (εικ. 7). Συγκεκριμένα, πριν από την εκδήλωση της κατολίσθησης εμφανίζονται εφελκυστικές ρωγμές στο πάνω μέρος του πρανούς που πρόκειται να κατολισθήσει. Ε. ΛΕΚΚΑΣ (2000)

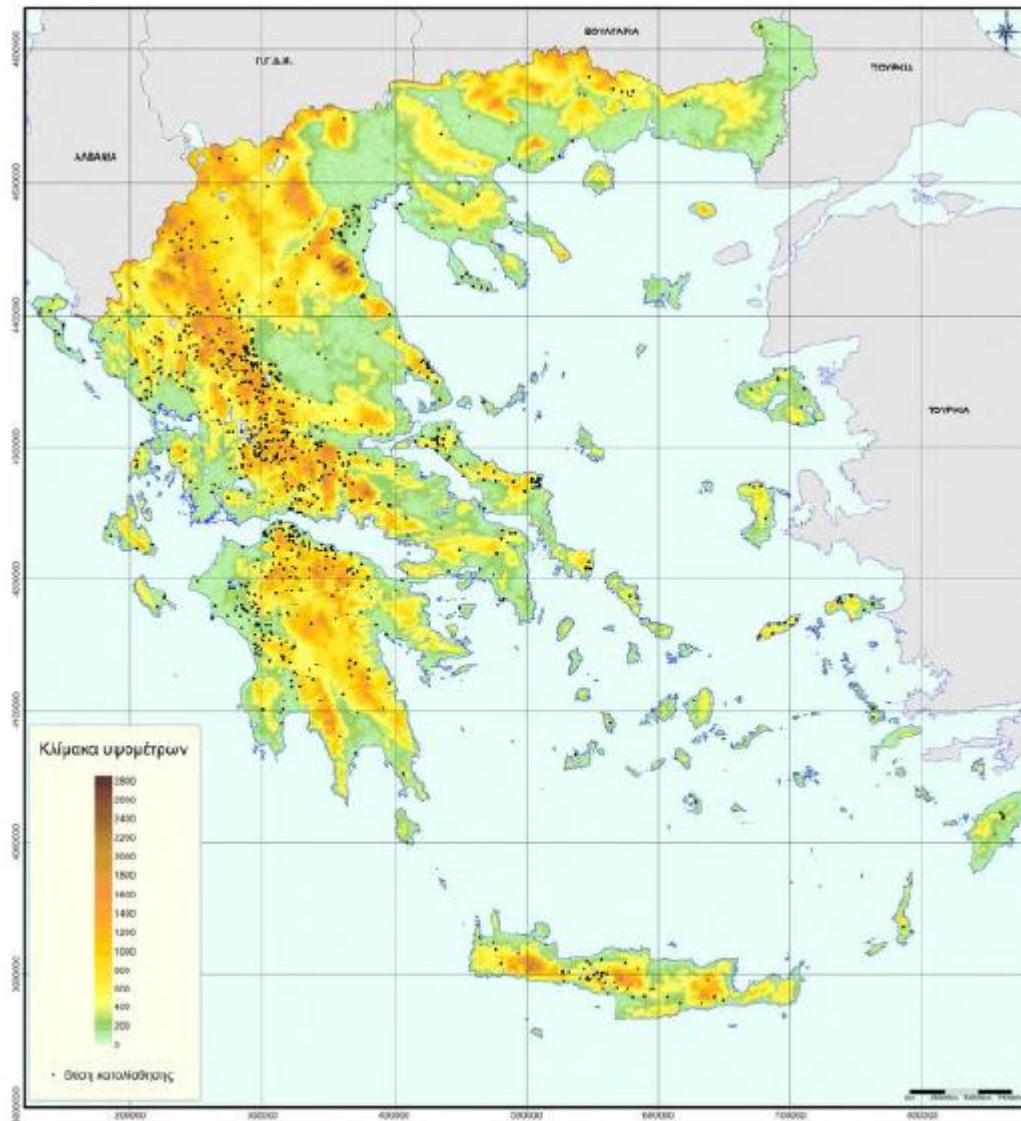


**Εικόνα 7** Ιδεατό σχέδιο και μιας περιστροφικής ολίσθησης (Varnes, 1978).

## 6.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ

Ο Ε. Βασιλειάδης (2010) δημιούργησε μια βάση δεδομένων σύμφωνα με τα διαθέσιμα κατολισθητικά δεδομένα του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) από το 1903 έως το 1998. Ο συνολικός αριθμός των θέσεων των καταγεγραμμένων κατολισθήσεων σε ολόκληρο τον ελλαδικό χώρο ήταν 1.238 και σε 425 απ' αυτές υπήρξαν επαναληπτικά

κατολισθητικά φαινόμενα. Από αυτή την βάση προέκυψε ο χάρτης 12 στον οποίο φαίνονται πως δεν έχει καταγραφεί κάποιο γεγονός στην περιοχή μελέτης.



**Χάρτης 11** Τοπογραφικός χάρτης με τις θέσεις των 1238 κατολισθήσεων στον ελληνικό χώρο. (Ε. Βασιλειάδης, 2010)

### 6.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

Για την εκτίμηση της κατολισθητικής επικινδυνότητας επιλέχτηκαν 9 παράγοντες σύμφωνα με την μελέτη Ladas et al, 2007.

Αυτοί οι παράγοντες είναι 1) η κλίση, 2) η καμπυλότητα επιφανειών, 3) ο προσανατολισμός πρανών 4) οι χρήσει γης, 5) η κατανομή του μέσου ετήσιου ύψος κατακρημνισμάτων (υψόμετρο) 6) εγγύτητα σε ρήγματα 7) απόσταση από ρέματα και 8) απόσταση από κεντρικούς δρόμους και 9) η λιθολογία.

Η τιμή βαρύτητας για κάθε παράγοντα και για τις κλάσεις του κάθε παράγοντα (πιν. 10) έγινε βάση της διαδικασίας της αναλυτικής ιεραρχίας (Saaty, 1980).

Σύμφωνα με τον πρωτότυπο τεχνικογεωλογικό χάρτη της Ελλάδας οι σχηματισμοί μπορούν να διακριθούν σε 3 κατηγορίες:

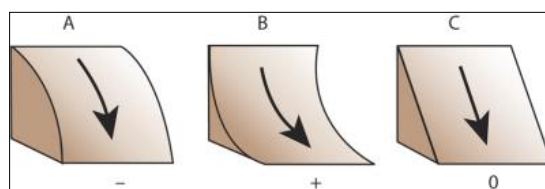
- Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν ολοι οι τεταρτογενείς σχηματισμοί οι οποίοι θεωρούνται χαλαροί ως μέτρια συνεκτικοί. Όσον αφορά τα γεωτεχνικά προβλήματα, οι λεπτομερείς αποθέσεις συνδέονται με καθιζήσεις και διογκώσεις, οι μικτές φάσεις με καθιζήσεις και εδαφικές μετακινήσεις, τα αδρομερή είναι ευαίσθητα σε δυναμική φόρτιση, ενώ σε περιοχές με ήπιες κλίσεις συμπεριφέρονται ικανοποιητικά σε στατική φόρτιση.

Οι Νεογενείς αποθέσεις κατάσσονται σε λεπτομερείς και σε αδρομερείς και μικτών φασεων.

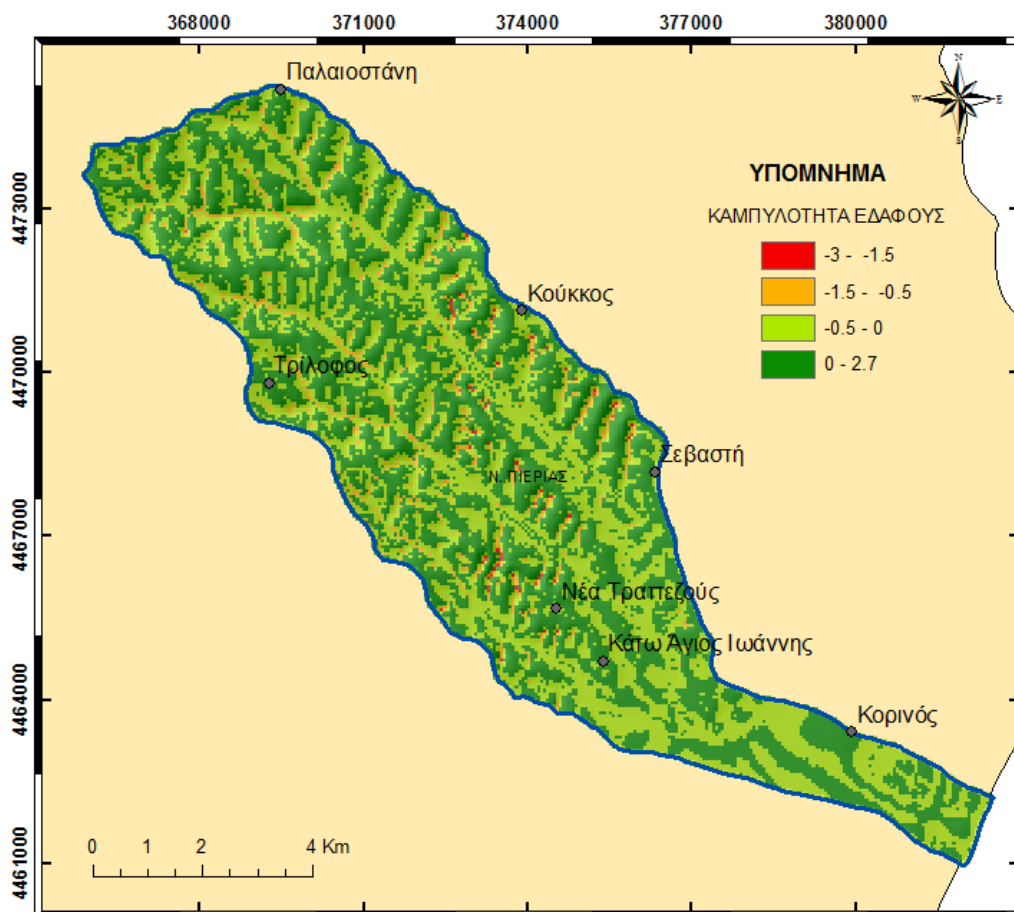
- Οι λεπτομερείς αποθέσεις ευνοούν τη δημιουργία μανδύα αποσάθρωσης, συνήθως σημαντικού πάχους. Παρατηρείται έντονη διάρρηξη των στρωμάτων, ενώ συχνή είναι η εκδήλωση περιστροφικών ή μεταθετικών ολισθήσεων. Τα γεωτεχνικά προβλήματα αναφέρονται σε διαφορικές καθιζήσεις ή/και άλλες αστοχίες στη θεμελίωση των τεχνικών έργων, που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των αργίλων - αργιλομαργών (διογκωσιμότητα - ευαισθησία), τη γεωμετρία των στρωμάτων και το βαθμό διάρρηξης και αποσάθρωσης. Στην κατηγορία αυτή ανηκει ο σχηματισμός 9 άργιλοι.
- Οι υπόλοιποι σχηματισμοί του νεογενούς ανήκουν στις αδρομερείς και μικτές φάσεις. Παρουσιάζουν ανισότροπη μηχανική συμπεριφορά και ταχεία μεταβολή των μηχανικών ιδιοτήτων, τόσο κατά την πλευρική, όσο και κατά την κατακόρυφη ανάπτυξη. Οι λεπτομερείς ορίζοντες δίνουν παχύ μανδύα αποσάθρωσης με συχνή εκδήλωση επιφανειακών θραύσεων και ολισθήσεων. Οι αδρομερέστερες φάσεις παρουσιάζουν κατά θέσεις αποκολλήσεις και καταπτώσεις βραχωδών τεμαχών.

Η καμπυλότητα του εδάφους επιλέχθηκε ως ουσιώδης παράγοντας γιατί επηρεάζει τις συνθήκες απορροής. Μετά από βροχοπτώσεις, το κάλυμμα του εδάφους σε μια κοίλη κλίση μπορεί να περιέχει περισσότερο νερό και αυτό διατηρείται περισσότερο από ότι σε μια κυρτή κλίση. Ως εκ τούτου, οι κοίλες περιοχές έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα για εμφάνιση κατολισθήσεων. (Ladas et al, 2007)

Προσδιορίστηκε ο γενικός τύπος καμπυλότητας από το ψηφιακό ανάγλυφο εδάφους. Όσο μεγαλύτερες είναι οι αρνητικές τιμές τόσο πιο κοίλη είναι η επιφάνεια και τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα εμφάνισης κατολίσθησης. Οι μηδενικές τιμές υποδεικνύουν επίπεδες επιφάνειες και οι θετικές κυρτές (εικ.8)



**Εικόνα 8** Διάφορες μορφές καμπυλότητας.



**Χάρτης 12** Κατανομή καμπυλότητας εδάφους.

Στον παραπάνω χάρτη βλέπουμε πως οι τιμές καμπυλότητας κυμαίνονται κυρίως από -0.5 ως 2.7. Οι χρήσεις γης με βάση την μελέτη Ladas et al, 2007 μπορούν να ταξινομηθούν σε 5 κατηγορίες:

- ✓ Θάμνοι και χορτολιβαδικές εκτάσεις (Σκληροφυλλική βλάστηση)
- ✓ Μικτές περιοχές καλλιεργειών - θάμνων (Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης)
- ✓ Δάση (Δάσος πλατυφύλλων)
- ✓ Καλλιεργούμενες εκτάσεις (Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, Μόνιμα αρδευόμενη γη, Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη )
- ✓ Κατοικημένες περιοχές (Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση)

Η κλίση των πρανών είναι σημαντική παράμετρος στην εξέταση της σταθερότητάς

τους (Saha et al, 2002). Εξάχθηκε από το ΨΜΕ, από την εργαλειοθήκη 3D Analyst και επιλέγοντας Surface Analysis > Slope. Δημιουργήθηκαν 4 κλάσεις. Οι περισσότερες επιφάνειες έχουν κλίση μέχρι 15°.

Ο προσανατολισμός πρανών επηρεάζει έμμεσα την εκκίνηση κατολισθήσεων, επειδή ρυθμίζει την έκθεση στις καιρικές συνθήκες (διάρκεια έκθεσης στον ήλιο, ένταση κατακρημνισμάτων, διατήρηση υγρασίας κ.α.) και ως αποτέλεσμα αυτών και την κάλυψη βλάστησης (Kouli et al, 2010).

Η διάβρωση από ποταμούς και επιφανειακές απορροές είναι εκ των σημαντικότερων παραγόντων που δρουν ως έναυσμα μετακίνησης (triggering factors), ειδικά σε περιοχές με έντονο μορφολογικό ανάγλυφο και πυκνό υδρογραφικό δίκτυο με βαθιές κοιλάδες. Η απόσταση από επιφανειακές απορροές, είναι άρα ένας σημαντικός παράγοντας για τον χαρακτηρισμό ευπαθών περιοχών (Kouli et al, 2010). Δημιουργήθηκαν 2 κλάσεις και το όριο τέθηκε στα 50 m. Οι ίδιες κλάσεις δημιουργήθηκαν και για το οδικό δίκτυο.

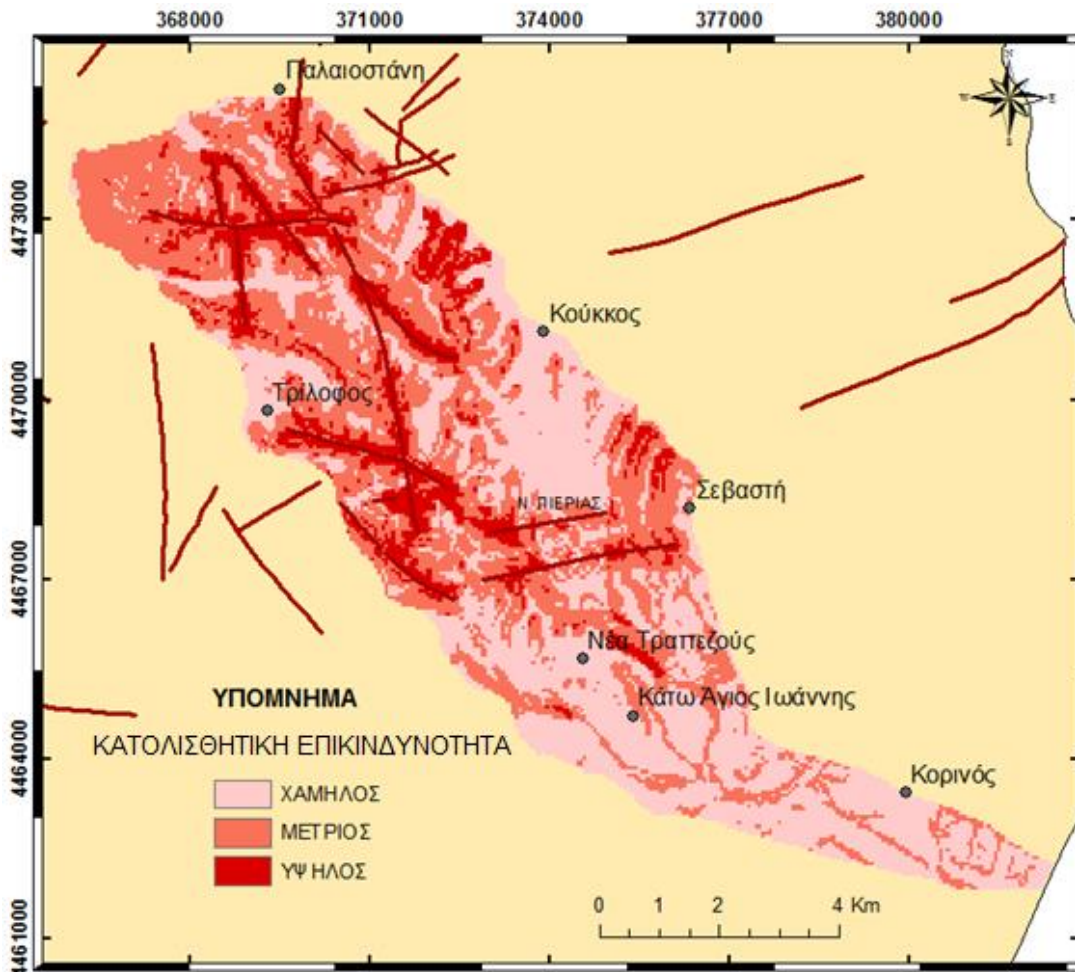
Η έντονη βροχόπτωση χαρακτηρίζεται ως η φυσική διαδικασία που δρα ως ο κυριότερος παράγοντας σαν έναυσμα κατολισθητικών φαινομένων (Kouli et al, 2010). Για την περιοχή μελέτης δεν βρέθηκαν βροχομετρικά δεδομένα και χρησιμοποιήθηκε το υψόμετρο, αφού οι βροχοπτώσεις αυξάνονται με το υψόμετρο.

**Πίνακας 10** Βαθμονόμηση παραμέτρων κατολισθητικής επικινδυνότητας.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ	ΒΑΡΥΤΗΤΑ	ΚΛΑΣΗ	
<b>Λιθολογία</b>	0,269	Τεταρτογενείς σχ.	2
		Νεογενείς λεπτομερείς αποθέσεις	2
		Νεογενείς αδρομερείς μικτές φάσεις	1
<b>Χρήση γης</b>	0,107	Θάμνοι και χορτολιβαδικές εκτάσεις	6
		Μικτές περιοχές καλλιεργειών - θάμνων	4
		Δάση	3
		Καλλιεργούμενες εκτάσεις	2
		Κατοικημένες περιοχές	1
<b>Κλίση εδάφους</b>	0,209	25-32	4
		15-25	3
		5-15	2
		<5	1

<b>Καμπυλότητα επιφανειών</b>	0,055	<-1.5	4
		-1.5 - -0.5	3
		-0.5 - -0	2
		>0	1
<b>Προσανατολισμός πρανών</b>	0,021	Β, ΒΔ	3
		Δ, ΝΔ	2
		Υπόλοιπες δ/νσεις	1
		Επίπεδο	0
<b>Υψόμετρο</b>	0,033	>300 m	3
		150 – 300 m	2
		0 – 150 m	1
<b>Εγγύτητα σε ρήγματα</b>	0,137	<150 m	3
		150 – 300 m	2
		>300 m	1
<b>Απόσταση από κύριο οδικό δίκτυο</b>	0,050	<50 m	1
		>50 m	0
<b>Απόσταση από ρέματα</b>	0,050	<50 m	1
		>50 m	0





**Χάρτης 13** Χάρτης κατολισθητικής επικινδυνότητας

Στον χάρτη 14 βλέπουμε την κατανομή της κατολισθητικής επικινδυνότητας.

## 6.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος εντοπίζεται στο βόρειο τμήμα της λεκάνης κυρίως κατά μήκος των ρηγμάτων όπου έχει αναπτυχθεί το υδρογραφικό δίκτυο, δημιουργώντας πρηνή με μεγάλη κλίση. Γενικά όμως το ανάγλυφο είναι ήπιο και ο κίνδυνος είναι μικρός. Επίσης δεν απειλούνται κατοικημένες περιοχές, αλλά μόνο κάποια σημεία του επαρχιακού κυρίως οδικού δικτύου.

## 7 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

### 7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας πυρκαγιάς είναι αρκετά σύνθετη και προσδιορίζεται από την ευκολία ανάφλεξης, τον ρυθμό εξάπλωσης, την δυσκολία ελέγχου και τις επιπτώσεις.

Η βασικότερη αιτία δασικών πυρκαγιών στη χώρα μας είναι η αμέλεια, από την καύση αγρών και ξερόχορτων, τα τσιγάρα, τις βολές του στρατού, τη ΔΕΗ, τον ΟΣΕ, τους σπινθήρες

μηχανημάτων, τους εργαζόμενους στην ύπαιθρο, τους εκδρομείς, το κάπνισμα μελισσών, την καύση σκουπιδιών. Την κύρια ευθύνη έναρξης πυρκαγιών τη φέρει ο άνθρωπος και σε ένα μεγάλο ποσοστό αυτό γίνεται από πρόθεση (πιν. 11). Οι εμπρησμοί γίνονται κυρίως για την βελτίωση βοσκοτόπων (Μαχαίρας 2002). Επίσης σε περιοχές όπου υπάρχει υψηλή πυκνότητα πληθυσμού και η γη έχει μεγάλη αξία (όπως παράκτια δάση και θαμνώδεις περιοχές σε τουριστικές περιοχές) οι πυρκαγιές οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στον άνθρωπο. (Γ. Ξανθόπουλος κα, 2001)

**Πίνακας 11** Αιτίες έναρξης φωτιάς σε δάση στην Ελλάδα (Markalas et al 1996).

<i>Αιτίες έναρξης φωτιάς 1968 - 1993</i>	<i>Ποσοστό (%)</i>
<b>Αμέλεια</b>	36
<b>Εμπρησμός</b>	29,2
<b>Ατύχημα</b>	3,5
<b>Αστραπές</b>	2,4
<b>Άγνωστη αιτία</b>	28,9

## 7.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

Οι μετεωρολογικές συνθήκες αποτελούν έναν από τους μεγαλύτερους και σπουδαιότερους παράγοντες για την έναρξη, την ένταση και την ταχύτητα εξάπλωσης της φωτιάς.

Οι υψηλές ποσότητες βροχόπτωσης βοηθούν σημαντικά στην διύγρυνση της δασικής βλάστησης, αυξάνοντας έτσι την αντίσταση της στην έναρξη της πυρκαγιάς

Πρέπει να σημειωθεί ότι εκτός από την ποσότητα και τη διάρκεια της βροχόπτωσης, μεγάλη σημασία έχει η εποχή των βροχοπτώσεων, αλλά και οι καιρικές συνθήκες που ακολουθούν την βροχόπτωση. Στην Ελλάδα, τα καλοκαίρια συνήθως συνοδεύονται από ξηρασία και από υψηλές τιμές θερμοκρασίας, γεγονός που ευνοεί πολύ την έναρξη μιας πυρκαγιάς.

Η διάδοση της πυρκαγιάς είναι στενά συνδεδεμένη στη δύναμη του ανέμου που υπάρχει στην επιφάνεια του εδάφους. Η επίδραση του στις πυρκαγιές εξαρτάται από την ταχύτητα και την κατεύθυνση του. Έτσι, με δεδομένο ότι η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει την παροχή του οξυγόνου, οι φλόγες μετακινούνται γρηγορότερα προς τις γειτονικές περιοχές, καθιστώντας αυτές θερμότερες και ξηρότερες. Ταυτόχρονα, η καιγόμενη βιομάζα (καύτρες) μεταφέρεται με τον άνεμο δημιουργώντας ένα πρόσθετο πρόβλημα, καθώς μετατοπίζει την πυρκαγιά σε νέα σημεία, δημιουργώντας έτσι νέα μέτωπα και πυρκαγιές «σημείων» (Smith, K., 2002).

Η κατεύθυνση του ανέμου είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας γιατί καθορίζει την περιεκτικότητα της υγρασίας του αέρα, αλλά και την κατεύθυνση διάδοσης της πυρκαγιάς. Οι ξηροί άνεμοι είναι πιο επικίνδυνοι σε ότι αφορά την έναρξη και τη διάδοση μιας πυρκαγιάς. Η ταχύτητα του ανέμου πολλαπλασιάζει τη ταχύτητα διάδοσης τη πυρκαγιάς.

Οι υψηλές θερμοκρασίες και ιδιαίτερα αυτές που διαρκούν πολύ σε συνδυασμό με τις ξηρές περιόδους του έτους, δημιουργούν πολύ επικίνδυνες συνθήκες για την έναρξη και τη διάδοση των δασικών πυρκαγιών (Καϊλίδης κ.α., 1978). Στην Ελλάδα, η έναρξη των περισσότερων δασικών πυρκαγιών εμφανίζεται κατά τη διάρκεια των ωρών του μεσημεριού, όταν επικρατούν οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες και οι μικρότερες τιμές σχετικής υγρασίας. Έχει παρατηρηθεί ότι στην χώρα μας οι δασικές πυρκαγιές εμφανίζονται κυρίως μεταξύ των θερμοκρασιών 21-30 °C (το 68.5 των πυρκαγιών και το 66.7 των καμένων εκτάσεων ετησίως) με πιο επικίνδυνες τις θερμοκρασίες που υπερβαίνουν τους 25-30 °C. (Καϊλίδης, 1990). Γενικά, παρατηρείται τάση αύξησης της δριμύτητας των πυρκαγιών με τη θερμοκρασία

Η σχετική υγρασία του αέρα είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας επηρεασμού της συχνότητας εμφάνισης των δασικών πυρκαγιών. Όταν η σχετική υγρασία του αέρα είναι μικρότερη από την υγρασία της υπάρχουσας καύσιμης ύλης, τότε ο ατμοσφαιρικός αέρας λειτουργεί ως συλλέκτης υγρασίας που απορροφά ατμούς από όλες τις υγρές επιφάνειες. Στην Ελλάδα παρατηρήθηκε ότι όταν η σχετική υγρασία είναι μεταξύ 31% και 60%, συμβαίνουν το 67,6% των περιστατικών δασικών πυρκαγιών και καίνε αντίστοιχα το 66,4% της καιγόμενης ετήσιας επιφάνειας (Καϊλίδης, 1990).

Το υψόμετρο, οι εδαφικές κλίσεις και οι εκθέσεις αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την εκδήλωση και την εξέλιξη των δασικών πυρκαγιών, καθώς επηρεάζουν την ανάπτυξη της ποώδους και δενδρώδους βλάστησης, αλλά και καθορίζουν το τοποκλίμα (Κ. Τσαγκάρη κ.α., 2011)

Οι περισσότερες πυρκαγιές (47%) εμφανίζονται στη ζώνη 0-300 m, όμως στις υψομετρικές βαθμίδες 300-600 m και 600-900 m έχουν διαχρονικά καταγραφεί οι δριμύτερες. Στην υψομετρική ζώνη 300-600 m εμφανίζεται το 28% των πυρκαγιών, που ευθύνεται για τις περισσότερες καταστροφές (το 39% των καμένων εκτάσεων της χώρας) (Κ. Τσαγκάρη κ.α., 2011).

Σε θέσεις με κλίσεις 20-40% παρουσιάζεται μεγάλος αριθμός πυρκαγιών (37% του συνόλου τους), οι οποίες ευθύνονται για τις περισσότερες καταστροφές (37%).

Η δριμύτητα των περιστατικών φαίνεται να παρουσιάζει μια σαφή αυξητική τάση με την κλίση του εδάφους.

Οι πλαγιές ανάλογα με τον προσανατολισμό τους δεχονται διαφορετική ακτινοβολία και κατ'επέκταση επηρεάζεται ο τύπος βλάστησης και η περιεχόμενη υγρασία. Η δασική ύλη ξηραίνεται γρηγορότερα στις νότιες, νοτιοδυτικές και δυτικές πλαγιές, και πιο αργά στις βόρειες πλαγιές. Η μελέτη των Τσαγκάρη κ.α., 2011 αναφέρει ότι η εδαφική έκθεση δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την εμφάνιση πυρκαγιών αν και οι περισσότερες (23%) εμφανίστηκαν σε νότιας έκθεσης περιοχές.

Η ευφλεκτότητα της βιομάζας των φυτών είναι η κύρια παράμετρος για την αξιολόγηση του κινδύνου πυρκαγιάς. Στην περιοχή μελέτης συναντάμε την παρακάτω φυσική βλάστηση:

Μακκία, πρόκειται για θαμνώνες αειφύλλων-πλατυφύλλων. Αποτελούν χαρακτηριστικό τύπο μεσογειακής βλάστησης και δημιουργούν πυκνές, συχνά αδιαπέραστες συστάδες, με ύψος συνήθως 1-2 μ. Οι θαμνώνες αυτοί δημιουργούνται στα χαμηλά και μέσα υψόμετρα, σε

ασβεστολιθικό κυρίως υπόστρωμα. Χαρακτηριστικά είδη μακκίας είναι το Πουρνάρι (*Quercus coccifera*), ο Σχίνος (*Pistacia lentiscus*), η Κουμαριά (*Arbutus unedo*), η Αγριελιά (*Olea europaea subsp. oleaster*), το Χρυσόξυλο (*Cotinus coggygia*), η Αριά (*Quercus ilex*), η Χαρουπιιά (*Ceratonia siliqua*), η Μυρτιά (*Myrtus communis*), η Δάφνη (*Laurus nobilis*), κ.ά. Το φυλλόστρωμα των αιφύλλων είναι σχετικά λεπτό και επειδή δεν είναι πυκνή βλάστησή τους, ανάμεσά τους φύονται χόρτα που ξεραίνονται το καλοκαίρι. Από τα ξερά χόρτα μαζί με το ξερό φυλλόστρωμα ξεκινούν πυρκαγιές πολύ εύκολα το καλοκαίρι – φθινόπωρο. Δίνουν πυρκαγιές επιφανείας που επεκτείνονται γρήγορα και σβήνονται σχετικά εύκολα, εφόσον δεν φυσάει άνεμος και υπάρχει εύκολη πρόσβαση (Καϊλίδης, 1990).

Οι πυρκαγιές που δημιουργούν τα φρύγανα είναι μικρής ή μέτριας έντασης, λόγω μικρής ποσότητας καιγόμενης ύλης. Αυτοί οι θαμνώνες χρησιμοποιούνται, κατά κύριο λόγο ως βοσκοτόπια μικρών ζώων και κυρίως κασικιών.

Τέλος συναντάμε πλατύφυλλα δάση όπου η ευφλεκτότητα τους όπως αναλύεται παρακάτω θεωρείται μέτρια. Η ευφλεκτότητα δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί επιστημονικά. (Gill and Moore 1996). Στην μελέτη των Xanthopoulos et al, 2012 έγινε μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης των διάφορων δασικών φυτών ανάλογα με την ευφλεκτότητα τους. Τα φυτά κατατάχθηκαν σε 5 κατηγορίες.

1. Πολύ χαμηλή ευφλεκτότητα. Εκδήλωση λίγων πυρκαγιών ακόμα και υπό ακραίες συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία >38 °C, σχετική υγρασία <15%, άνεμος >30 Km/h.
2. Χαμηλή. Οι πυρκαγιές είναι αρκετές σε ακραίες συνθήκες
3. Μέτρια. Μπορούν να εκδηλωθούν αρκετές πυρκαγιές την περίοδο του καλοκαιριού και να παρουσιάσουν πρόβλημα ελέγχου
4. Υψηλή. Οι πυρκαγιές είναι συνήθεις την περίοδο του καλοκαιριού
5. Πολύ υψηλή. Οι πυρκαγιές μπορεί να είναι αρκετές ακόμα και υπό ήπιες συνθήκες

Η δρυς των μακεδονικών δασών (αντιπροσωπεύει τα πλατύφυλλα δάση) βαθμολογήθηκε με 2.3 και η σκληροφυλλική βλάστηση από 2.7 ως 5.

Οι αγροτικές εκτάσεις θεωρείται ότι έχουν μικρότερη ευφλεκτότητα από τα δασικά είδη με την μεγαλύτερη να εμφανίζεται στις περιοχές όπου έχουμε μικτή βλάστηση και μη αρδευόμενες εκτάσεις, όπου η περιεχόμενη υγρασία είναι μικρότερη.

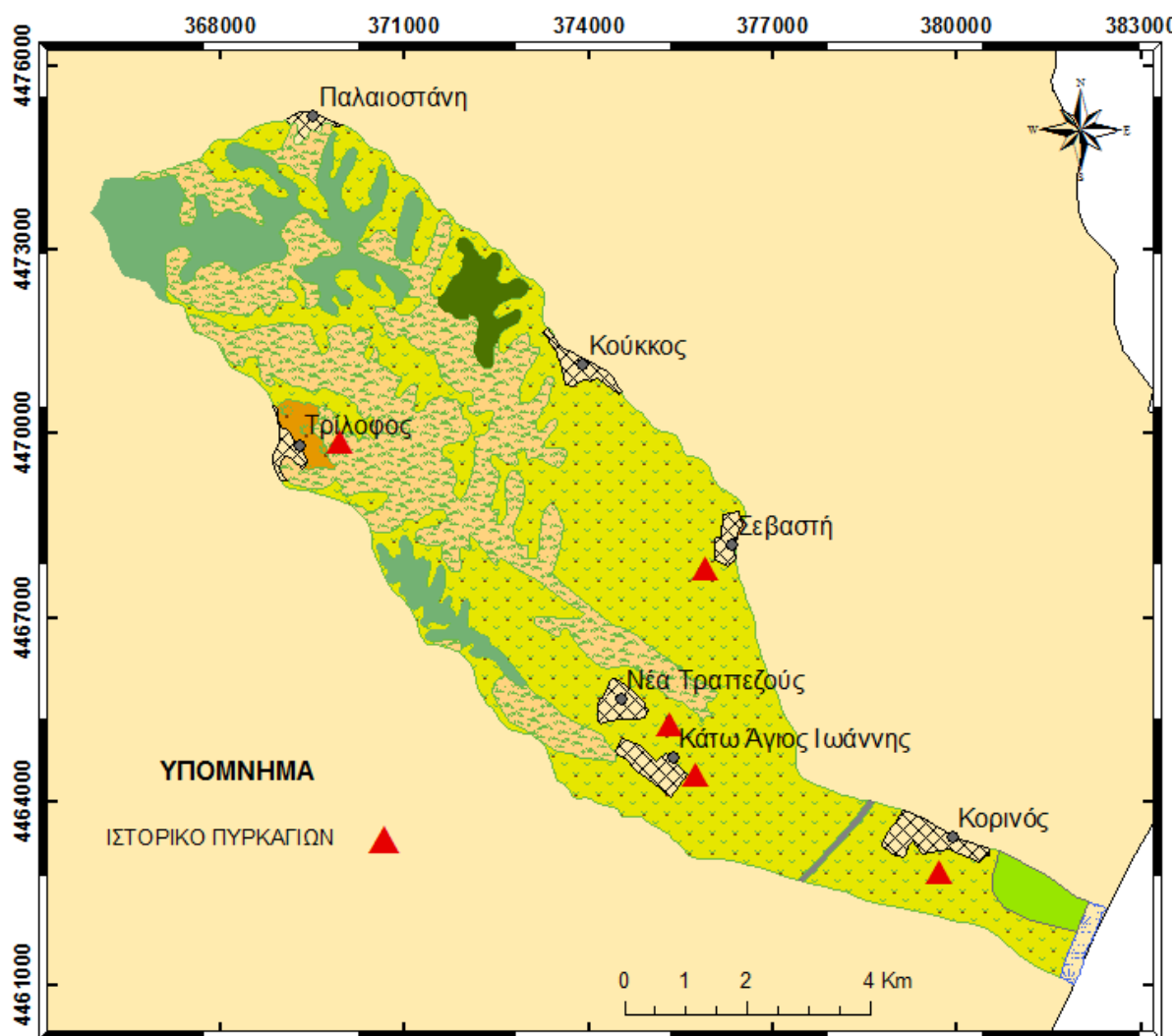
### 7.3 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ

**Πίνακας 12** Πυρκαγιές στην λεκάνη του Λάκκου 1999-2009. ( Πηγή geodata.gov.gr)

Περιοχή				Καμμένες εκτάσεις (εκτίμηση σε στρέμματα)		
	Ημερομηνία Εκδήλωσης	Ώρα Εκδήλωσης	Ώρα Κατάσβεσης	χορτολιβαδικές εκτάσεις	καλλιέργειες	Σκουπιδότοποι
ΚΟΡΙΝΟΥ	9/8/2000	9:30:00	10:45:00	0.1		

ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ	16/9/2000	14:30:00	16:50:00	0.1	
ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ	16/10/2001	15:15:00	17:00:00	5	5
ΤΡΙΛΟΦΟΣ	1/9/2006	0:20:00	6:40:00	2	
ΣΕΒΑΣΤΗ	9/3/2009	13:52:00	15:55:00	5	

Οι πυρκαγιές εκδηλώθηκαν κυρίως μεταξύ της περιόδου Αυγούστου - Οκτωβρίου και συνήθως τις μεσημεριανές ώρες όπου είναι πιο ενοϊκές οι συνθήκες (πιν. 12). Οι εκτάσεις που κάηκαν δεν ήταν μεγάλες (από 0.1 - 10 στρέμματα) και αφορούσαν κυρίως χορτολιβαδικές εκτάσεις (χαρτ. 15). Αν εξαιρέσουμε την πυρκαγιά που εκδηλώθηκε μεσάνυχτα ο μέσος όρος κατάσβεσης ήταν περίπου 2 ώρες. Γενικά φαίνεται ότι εκδηλώθηκαν λόγω αμέλειας εκτός από αυτήν στο Τρίλοφο η οποία σημειώθηκε μετά μεσάνυχτα σε χορτολιβαδική έκταση πιθανά ήταν εμπρησμός λόγω επέκτασης βοσκοτόπων.



Χάρτης 14 Ιστορικό πυρκαγιών, περίοδος 1999-2009. Πηγή geodata.gov.gr

#### 7.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

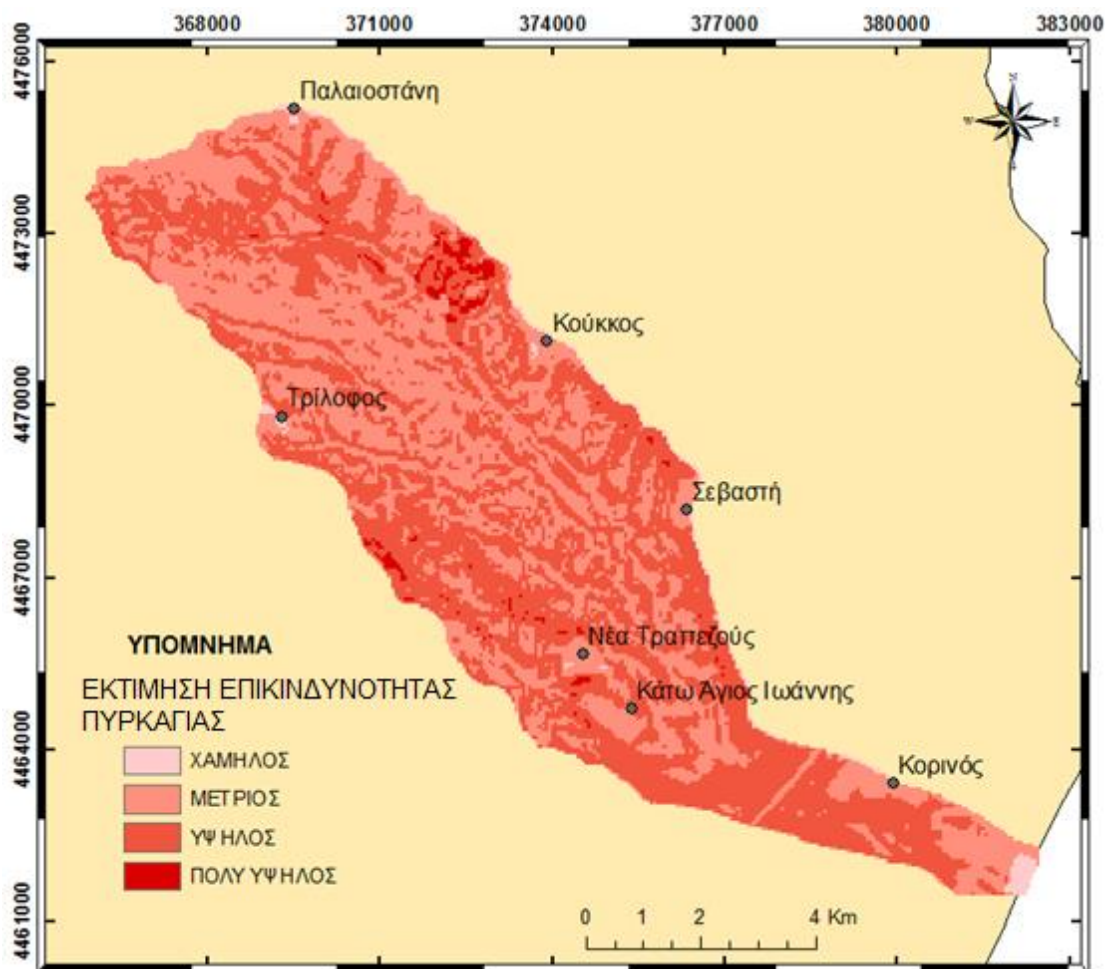
Για τη δημιουργία του χάρτη κινδύνου εφαρμόστηκε η μέθοδος των βαθμονομήσεων γραμμικού συνδυασμού. Η βαθμονόμηση βασίστηκε στις μελέτες 1) Bülent Sağlam et al, 2008 2) XU Dong, 2005 και 3) Fatih Sivrikaya, 2013. Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν είναι ο τύπος βλάστησης βάση των χρήσεων γης, το υψόμετρο, η κλίση και ο προσανατολισμός των πρηνών και η εγγύτητα στο κύριο οδικό δίκτυο. Η βαθμονόμηση των παραγόντων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 13** Βαθμονόμηση παραμέτρων εκτίμησης επικινδυνότητας πυρκαγιάς.

<b>Θεματικό επίπεδο</b>	<b>κλάση</b>	<b>βαρύτητα</b>	<b>βαθμός</b>
<b>1. Χρήσεις γης (ευφλεκτότητα βλάστησης)</b>	Σκληροφυλλική βλάστηση	<b>10</b>	5
	Δάσος πλατυφύλλων		4
	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης		3
	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας		3
	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη		3
	Μόνιμα αρδευόμενη γη		2
	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη		1
	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση		1
	Παραθαλάσσιοι βάλτοι		0
<b>2. Υψόμετρο</b>			
	0-100	<b>5</b>	5
	100-200		4
	200-300		2
	300-400		1
<b>3 Κλίση πρηνών</b>			
	15° - 32°	<b>5</b>	3
	5° - 15°		2
	0° - 5°		1

<b>4. Προσανατολισμός πρανών</b>	N, ΝΔ	<b>3</b>	5
	ΝΑ		3
	ΒΑ,ΒΔ, Δ, Α		2
	Β	1	
<b>5. Εγγύτητα στο οδικό δίκτυο</b>	0-100	<b>2</b>	5
	100-200		4
	200-300		2
	300-400		1

Στον παρακάτω χάρτη βλέπουμε την κατανομή της επικινδυνότητας πυρκαγιάς.



Χάρτης 15 Εκτίμηση επικινδυνότητας πυρκαγιάς

## 7.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Ο υψηλότερος κίνδυνος εμφανίζεται ΒΑ του Κούκκου όπου υπάρχει σκληροφυλλική βλάστηση και ΝΔ του Τρίλοφου όπου έχουμε πλατύφυλλα δάση. Μεγαλύτερη βαρύτητα πρέπει να δοθεί στην δεύτερη περιοχή όπου η καύσιμη ύλη είναι περισσότερη. Γενικά σε όλη την περιοχή ο κίνδυνος κυμαίνεται από μέτριος ως υψηλός αλλά η καύσιμη ύλη είναι λίγη και ενδεχόμενη πυρκαγιά αντιμετωπίζεται εύκολα, όπως φαίνεται από το ιστορικό.

Οι πυρκαγιές που εκδηλώνονται στην ζώνη μίξης δασών και οικισμών, μπορούν να είναι πολύ καταστροφικές (C. Lampin-Mailleta et al, 2011). Στην φωτογραφία 4 φαίνεται μια χαρακτηριστική εικόνα των οικισμών της περιοχής. Τα χωριά είναι μικρά, αραιοκατοικημένα και η βλάστηση δεν είναι πυκνή, οπότε φαίνεται πως δεν διατρέχουν σημαντικό κίνδυνο σε περίπτωση πυρκαγιάς κοντά στα όρια τους.



**Φωτογραφία 4** Χαρακτηριστική περιοχή της λεκάνης όπου έχουμε ζώνη μίξης δάσους- οικισμού. Οικισμός Σεβαστή.(Google earth)

## 8 ΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

### 8.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο σεισμικός κίνδυνος (R-seismic risk) αποτελεί εκτιμήσεις της πιθανότητας να συμβούν απώλειες που σχετίζονται με παράγοντες της σεισμικής επικινδυνότητας (ανθρώπινες, κοινωνικές, οικονομικές, τεχνολογικές).



Η σεισμική επικινδυνότητα (H-seismic hazard) περιγράφει το δυναμικό μιας περιοχής για την εκδήλωση επικίνδυνων φυσικών παραγόντων (εδαφική κίνηση, εδαφικές διαρρήξεις, ρευστοποίηση εδάφους, κατολισθήσεις που σχετίζονται με τη γένεση σεισμών.

Η τρωτότητα (V-vulnerability) σχετίζεται με τη σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών και εξαρτάται κυρίως από την ποιότητα και τις αντισεισμικές προδιαγραφές των κατασκευών

## 8.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται περίπου 150 Km Β του ρήγματος της ανατολίας. Η προς τα δυτικά μετατόπιση της ρηξιγενούς ζώνης της Βόρειας Ανατολίας, (τέλος Μειόκαινου-αρχές Πλειόκαινου), παραμόρφωσε τεκτονικά το χώρο του Αιγαίου, κατά μήκος μιας ζώνης παράλληλης με το ίχνος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας, δημιουργώντας τη σημερινή μορφή της Τάφρου του Βορείου Αιγαίου (North Aegean Trough, NAT), η οποία αποτελεί την κύρια μορφολογική και σεισμοτεκτονική (Parazachos et al., 1998, Παπανικόλαου, 2007) δομή (διεύθυνσης ΑΒΑ-ΔΝΔ) του Βορείου Αιγαίου. (χαρτ. 17)

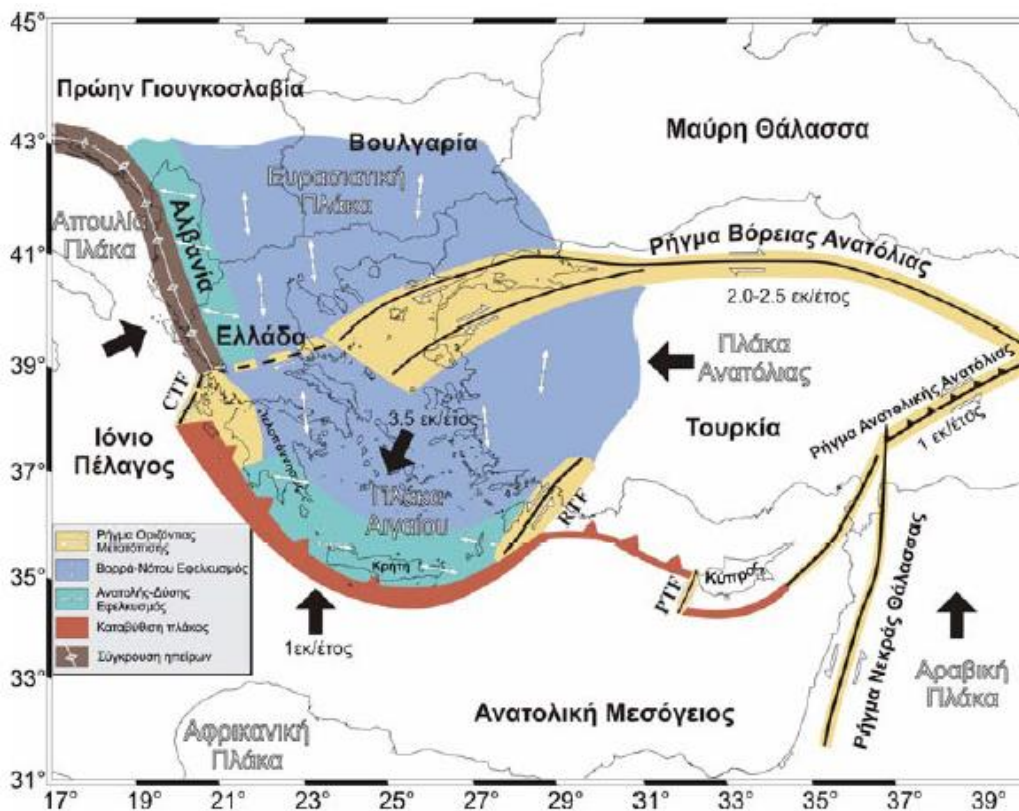
Διεπιστημονικές μελέτες κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχουν δείξει ότι η μικροπλάκα του Αιγαίου υφίσταται σημαντικές λιθοσφαιρικές παραμορφώσεις σε Β-ΒΑ-Ν-ΝΔ κατεύθυνση.

Ο χώρος του Βορείου Αιγαίου και ειδικότερα της Τάφρου, αποτελούν ζώνες, με την υψηλότερη σεισμικότητα στον Ελληνικό χώρο. Στις περιοχές αυτές παρατηρείται συχνή εκδήλωση επιφανειακών σεισμών και σεισμών μεσαίου εστιακού βάθους (McKenzie 1972, Taymaz et al., 1991). Ο έντονος εφελκυσμός που παρατηρείται σε ολόκληρο το Αιγαίο, διαδραματίζοντας το σημαντικότερο ρόλο στη διαμόρφωση των τεκτονικών χαρακτηριστικών της περιοχής, είναι αποτέλεσμα της επίδρασης της κατάδυσης της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από το Αιγαίο (Parazachos and Comninakis, 1971), ενώ η κίνηση προς βορρά της Αραβικής πλάκας, ωθεί τη μικροπλάκα της Ανατολίας προς τα δυτικά, η οποία με τη σειρά της προκαλεί την κίνηση προς τα νοτιοδυτικά του Αιγαίου, σε σχέση με την Ευρασιατική πλάκα (McKenzie, 1972).

Γεωλογικά η παραμόρφωση της περιοχής του Β.Αιγαίου κυριαρχείται από δύο διαδικασίες:

1) τον εφελκυσμό, που επικρατεί στην οπισθότοξη περιοχή του Αιγαίου, με διεύθυνση Βορρά-Νότο και

2) την προς τα δυτικά διάδοση του ρήγματος της βόρειας Ανατολίας, που σχετίζεται με την εξώθηση της μικροπλάκας της Ανατολίας.



**Χάρτης 16** Γενικό γεωδυναμικό και τεκτονικό μοντέλο του ευρύτερου Ελληνικού χώρου (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003.)

### 8.3 ΤΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Στον χάρτη 18 απεικονίζονται τα σεισμικά επίκεντρα που έχουν καταγραφεί σε μια απόσταση περίπου 100 Km από την λεκάνη (σύμφωνα με τον κατάλογο του Παπαζάχου μεταξύ της περιόδου 500 π.χ. – 2009 στον οποίο περιλαμβάνονται σεισμοί μεγαλύτεροι από 4.5 R). Σε αυτό το διάστημα έχουν καταγραφεί 209 σεισμοί έντασης 4.5-4.9 R, 71 σεισμοί έντασης 5-5.9 R, 37 σεισμοί έντασης 6-6.8 R και 2 σεισμοί έντασης 7 R.

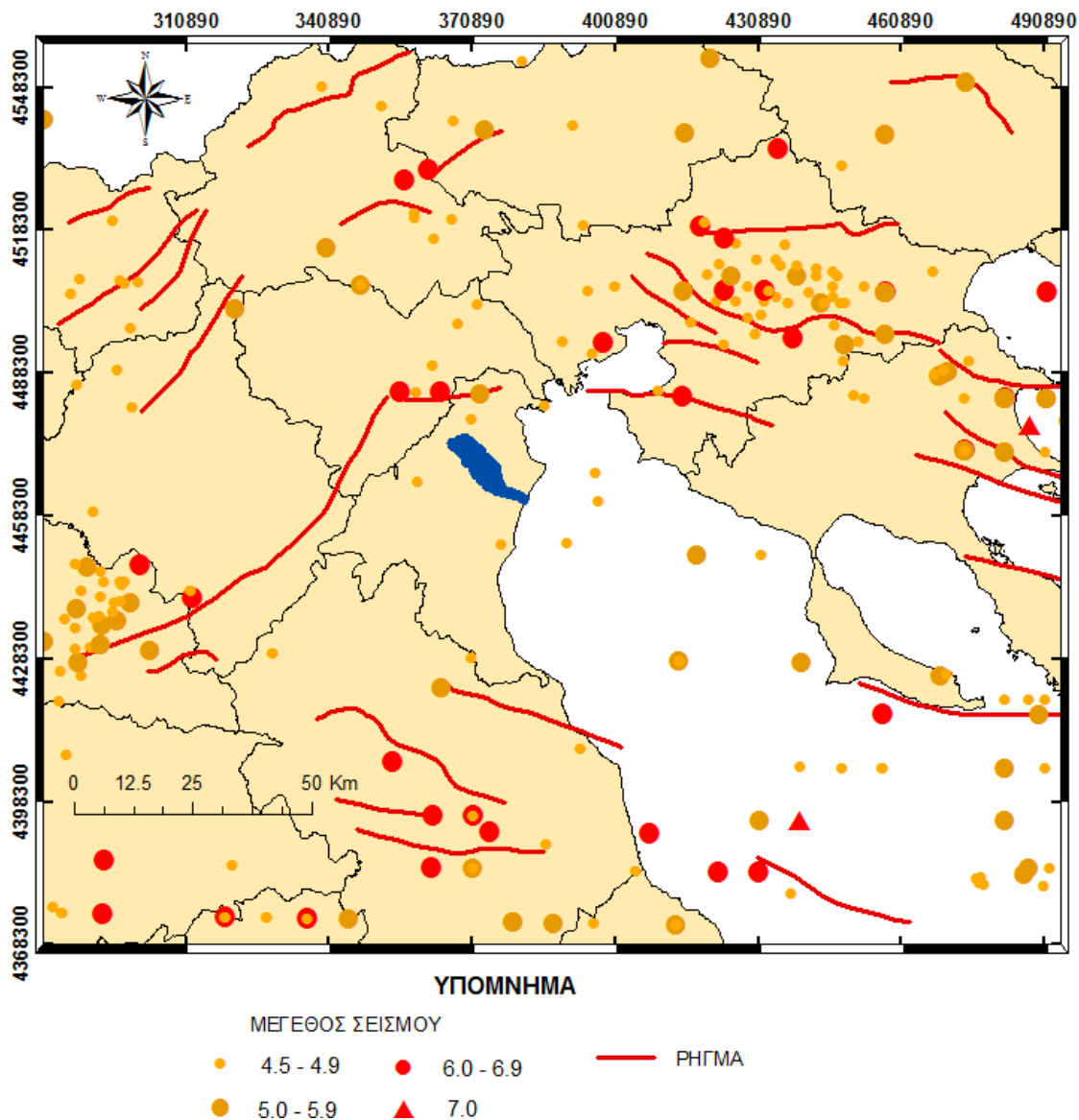
Επίσης απεικονίζονται τα σεισμογενή ρήγματα που μπορούν να δώσουν σεισμούς με μέγεθος  $M_w \geq 5.5$  (Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων για τα σεισμογενή ρήγματα – EDSF European Database of Seismogenic Faults, Basili et al, 2013). Σε απόσταση 10 ως 40 Km από την λεκάνη έχουν σημειωθεί σεισμοί έντασης 6-6.5 R και σε απόσταση 100 Km σεισμοί 7 R.

Οι σεισμοί που προκαλούν βλάβες έχουν τις περισσότερες φορές μέγεθος μεγαλύτερο από 5 βαθμούς της κλίμακας Richter. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι οι επιπτώσεις ενός σεισμού στους ανθρώπους και στις κατασκευές (βλάβες ή μη βλάβες) εξαρτώνται εκτός από το μέγεθος και από άλλους παράγοντες όπως το βάθος της εστίας, τη θέση του επικέντρου, την κατασκευή, το έδαφος θεμελίωσης της κατασκευής, τη γειτνίαση με ενεργά ρήγματα κ.λπ.

Στην παρούσα μελέτη θεωρούμε πως τα ρήγματα είναι ενεργά, αν και από τα υπάρχοντα δεδομένα δεν μπορούμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα. Στην λεκάνη εξετάστηκαν τα

ρήγματα που μπορούν να δώσουν σεισμό  $M_w > 6$ . Το πιθανό  $M$  σεισμού που μπορεί να δώσει κάποιο ρήγμα μπορεί να προσδιοριστεί από το μήκος του, σύμφωνα με τις εξίσωση των wells and Coppersmith:

$M = a + b \cdot \log L$  (1) Όπου  $M$  μέγεθος  $L$  μήκος ρήγματος, για κανονικά ρήγματα  $a = 4.86$   $b = 1.32$ , για ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης  $a = 5.16$   $b = 1.12$



**Χάρτης 17** Κατανομή σεισμικών επικέντρων σε μια απόσταση περίπου 100 Km από την περιοχή Papazachos et al, 2009). Επίσης διακρίνονται τα κύρια σεισμογενή ρήγματα της ευρύτερης περιοχής. (Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων για τα σεισμογενή ρήγματα – EDSF European Database of Seismogenic Faults, Basili et al, 2013).

Στην περιοχή το μεγαλύτερο ρήγμα βρίσκεται δυτικά της λεκάνης και έχει μήκος περίπου 6 Km. Θεωρήθηκε κανονικό όποτε ο μεγαλύτερος σεισμός που μπορεί να δώσει είναι περίπου 5.8 R. Μέσα στην λεκάνη δεν έχει σημειωθεί κάποιος σεισμός και ο πλησιέστερος έχει γίνει βόρεια της λεκάνης με μέγεθος 4.5 R.

## 8.4 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

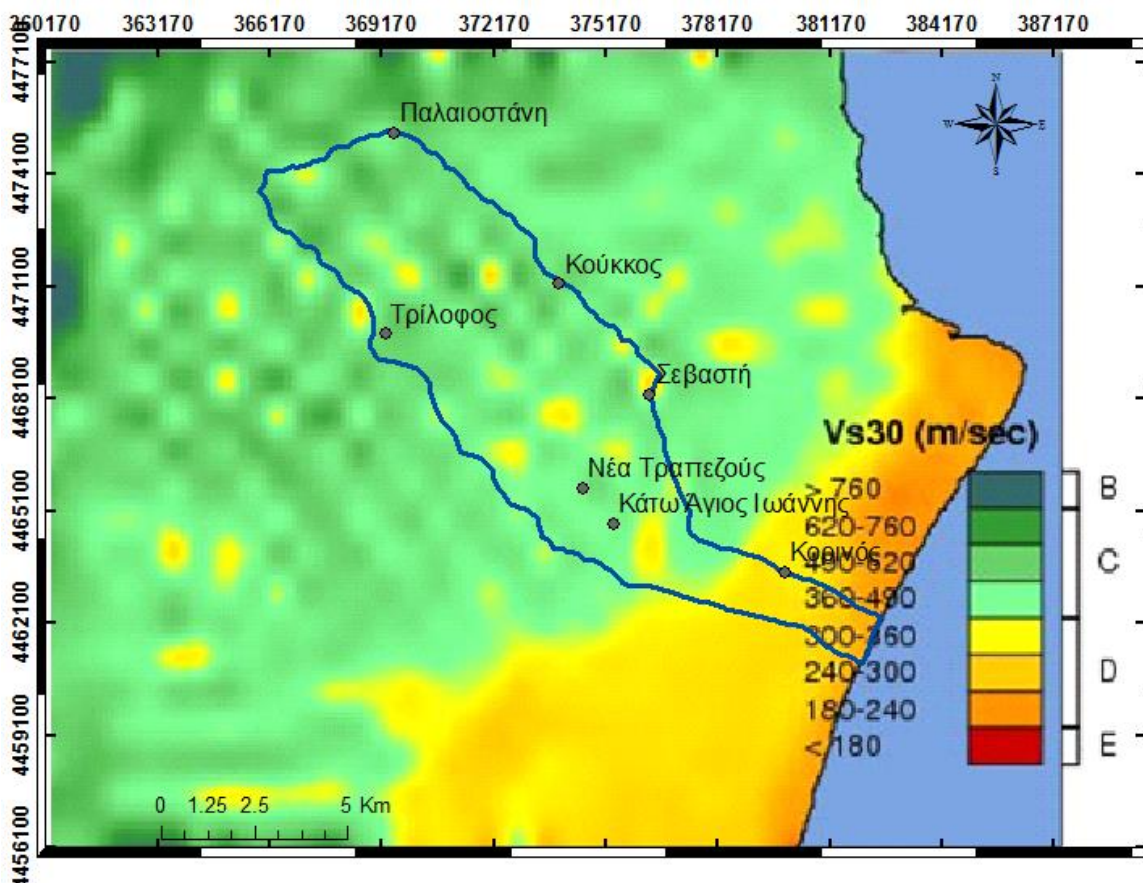
Γενικά την καλύτερη συμπεριφορά σε σεισμικές κινήσεις την παρουσιάζουν τα βραχώδη εδάφη ενώ τη χειρότερη τα κοκκώδη, χαλαρά εδάφη. Για την κατάταξη των σχηματισμών χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα NEHRP (πίνακας 14) σύμφωνα με την οποία διακρίνονται 5 κατηγορίες A, B, C, D, E. Η βασική παράμετρος για την κατάταξη είναι η μέση τιμή της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων στα ανώτατα 30 m από την επιφάνεια ( $V_{s30}$ ).

**Πίνακας 14** Κατηγοροποίηση εδαφών σύμφωνα με τον NEHRP. (University of Utah Seismograph Stations – UUSS)

Κατηγορία εδάφους	Περιγραφή	Μέση διατμητική ταχύτητα στα 30m ή 100 ft (Soil Shear Wave Velocity, $V_s$ )	
		ft/sec	m/sec
A	Hard Rock	$V_s > 5000$	$V_s > 1524$
B	Rock	$2500 < V_s \leq 5000$	$762 < V_s \leq 1524$
C	Very dense soil and soft rock	$1200 < V_s \leq 2500$	$366 < V_s \leq 762$
D	Stiff soil profile	$600 < V_s \leq 1200$	$183 < V_s \leq 366$
E	Soft soil profile	$V_s < 600$	$V_s < 183$

Στην ιστοσελίδα του U.S. Geological Survey (USGS) δίνεται η κατανομή της  $V_{s30}$  για οποιαδήποτε επιθυμητή περιοχή, σε παγκόσμιο επίπεδο.

Από τον παρακάτω χάρτη φαίνεται πως η χειρότερη ποιότητα εδάφους βρίσκεται κοντά στα παράλια όπου συναντάμε μαλακά εδάφη (κατηγορία D), ενώ στο εσωτερικό της λεκάνης συναντάμε κυρίως σκληρά εδάφη (κατηγορία C)



**Χάρτης 18** Κατανομή μέσης ταχύτητας διατμητικών κυμάτων στα ανώτατα 30 m από την επιφάνεια (Vs30). (USGS)

## 8.5 ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ - ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΩΝ

Σύμφωνα με το έτος κατασκευής τα κτίρια διακρίνονται σε α) αυτά που κατασκευάστηκαν πριν το 1960 χωρίς εφαρμογή αντισεισμικού κανονισμού β) κτίρια της περιόδου 1961-1985, όπου εφαρμόστηκε ο πρώτος Α.Κ. του 1959 γ) κτίρια της περιόδου 1985-1992 που κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τον αναθεωρημένο Α.Κ. 1959. δ) Το 1992 θεσπίστηκε ο ΝΕΑΚ, αναθεωρήθηκε το 2000 και το 2003 και αποτελεί ένα από τους αυστηρότερους κανονισμούς παγκοσμίως

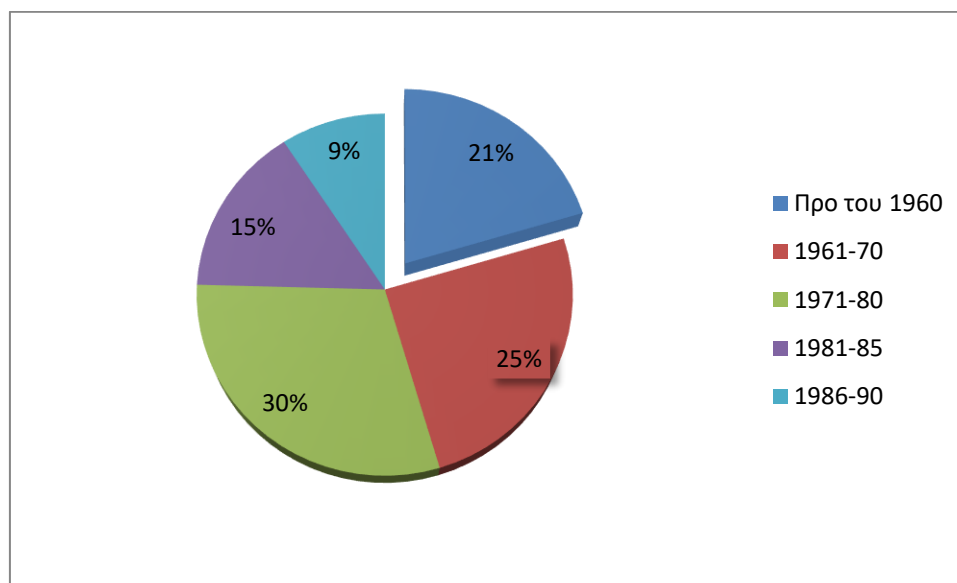
Από την ιστοσελίδα της ΕΛΣΤΑΤ βρέθηκαν στοιχεία για τον αριθμό των κατασκευών και την περίοδο κατασκευής ως το (1990) κτιρίων στον ν. Πιερίας. (Πιν. 15)

**Πίνακας 15** Στατιστικά στοιχεία έτους κατασκευής κτιρίων στον ν. Πιερίας (ΕΛΣΤΑΤ)

Περίοδος Κατασκευής	ΝΟΜΟΣ ΠΙΕΡΙΑΣ
Πρό του 1919	449
1919-45	2380

<b>1946-60</b>	7172
<b>1961-70</b>	12245
<b>1971-80</b>	14697
<b>1981-85</b>	7502
<b>1986-90</b>	4537

Στο 20% των κτιρίων που κατασκευάστηκαν μέχρι το 1990 δεν έχει εφαρμοστεί αντισεισμικός κανονισμός (γραφ. 8). Μπορούμε να θεωρήσουμε πως αυτά τα στοιχεία είναι αντιπροσωπευτικά και για την περιοχή μελέτης.



**Γράφημα 8** Ταξινόμηση οικισμών ανάλογα με τον αντισεισμικό κανονισμό που έχει εφαρμοστεί

Σύμφωνα με το πίνακα 16 στην λεκάνη συναντάμε κτίρια όλων των κατηγοριών. Το κτίριο με την μεγαλύτερη σπουδαιότητα είναι το νοσοκομείο Κορινού και ακολουθούν κτίρια της πρωτοβάθμιας και δευτερόβαθμιας εκπαίδευσης. Τα τελευταία απεικονίζονται στον χάρτη 20 σύμφωνα με στοιχεία από το [geodata.gov.gr](http://geodata.gov.gr).

**Πίνακας 16** Κατηγορίες σπουδαιότητας κτιρίων (ΕΑΚ 2000).

<b>Κατηγορία Σπουδαιότητας</b>	
Σ1	Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, π.χ. αγροτικά οικήματα, υπόστεγα, στάβλοι κλπ.
Σ2	Συνήθη κτίρια κατοικιών και γραφείων, βιομηχανικά κτίρια, ξενοδοχεία κλπ.
Σ3	Εκπαιδευτικά κτίρια, κτίρια δημόσιων συναθροίσεων, αίθουσες αεροδρομίων και γενικώς κτίρια στα οποία ευρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου. Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας (π.χ. κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες) κλπ.
Σ4	Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, όπως κτίρια τηλεπικοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, κτίρια δημόσιων επιτελικών υπηρεσιών. Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας (π.χ. μουσεία κλπ.).

## 8.6 ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΩΝ

Η σεισμική τρωτότητα των κτιρίων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως αντισεισμικός κανονισμός που έχει εφαρμοστεί, αριθμός ορόφων, γειτνίαση με άλλα κτίρια, ένταση σεισμού κ.α

Η ένταση του σεισμού αποτελεί μέτρο των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων και πιο συγκεκριμένα μέτρο των βλαβών της σεισμικής δόνησης στους ανθρώπους και στις τεχνικές κατασκευές. Η ένταση ενός σεισμού είναι διαφορετική από περιοχή σε περιοχή και εξαρτάται από το σεισμικό μέγεθος, από την απόσταση της περιοχής αυτής, από την εστία του σεισμού και εδαφικούς παράγοντες.

Οι εμπειρικές κλίμακες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της έντασης είναι: η τροποποιημένη 12βάθμια κλίμακα Mercalli (MM, 1931), η 12βάθμια MSK (1964) που προτάθηκε από τους Medvedev, Sponheuer, Karnik και η 8βάθμια JMA (Japanese Meteorological Agency) που χρησιμοποιείται από τους Ιάπωνες. Το 1992 το Συμβούλιο της Ευρώπης υιοθέτησε μία νέα κλίμακα που αποτελεί εξέλιξη της MSK και έχει προσαρμοστεί σε ευρωπαϊκά δεδομένα. Η κλίμακα αυτή είναι η EMS (European Macroseismic Scale). <http://www.oasp.gr>

Στον πίνακα 17 έχει γίνει συσχέτιση μεταξύ της κλίμακας Richter και της κλίμακας Mercalli.

**Πίνακας 17** Ορισμός του επιπέδου των βλαβών κατά την κλίμακα Mercalli-Sieberg και προσεγγιστική συσχέτιση της εντάσεως με το μέγεθος σεισμού της κλίμακας Richter και την εδαφική επιτάχυνση. Α.Ι. Καραμπίνης Α.Κ. Ελευθεριάδου (2006)

Βαθμός Έντασης Mercalli	Βαθμός Μεγέθους Richter	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ	Επιτάχυνση Εδάφους $a$
I		Μη αισθητός, ο σεισμός καταγράφεται μόνο από τους σειсмоγράφους.	
II		Αισθητός από άτομα σε ανάπαυση σε ψηλούς ορόφους.	0.003g
III	0-4.3	Αισθητός σε εσωτερικούς χώρους: κίνηση αναρτημένων αντικειμένων. Ταλάντωση σαν αυτήν που προκαλείται από διέλευση ελαφρού φορηγού. Η διάρκεια μπορεί να εκτιμηθεί.	0.005g 0.007g
IV	4.3-4.8	Αισθητός από πολλούς που βρίσκονται σε σπία και από μερικούς στο ύπαιθρο. Σταματημένα αυτοκίνητα κλυδονίζονται. Τίθενται σε κίνηση κρεμάμενα αντικείμενα. Κρότος παραθύρων, χτύπος στις πόρτες. Ξύλινοι τοίχοι και πλαίσια τρίζουν.	0.01g 0.02g
V		Αισθητός στο ύπαιθρο. Εκτιμάται η διεύθυνση του σεισμού. Άνθρωποι ξυπνούν. Πόρτες αιωρούνται, κάδρα μετακινούνται, μερικά τζάμια σπάζουν. Σποραδικές ρωγμές επιγρισμάτων. Ανατροπή μη ευσταθών αντικειμένων.	0.03g
VI		Οι άνθρωποι περπατούν με αστάθεια. Υαλικά σπάνε, κάδρα πέφτουν. Ήχηση μικρών καμπάνων. Ανατροπή πολυάριθμων μεγάλων αντικειμένων. Πτώση λίγων κεραμιδιών και καπνοδόχων. Ορατή η ταλάντευση δέντρων. Βλάβες λίγες και ελαφρές. Σοβάδες ρηγματώνονται.	0.05g
VII	4.8-6.2	Δύσκολο να σταθείς όρθιος. Επιπλα σπάνε. Ρωγμές στην τοιχοποιία. Ήχηση μεγάλων καμπάνων. Πτώση πολλών κεραμιδιών, καπνοδόχων. Βλάβες μέτριες, πολλές. Μερική καταστροφή λίγων οικοδομών. Πτώση επιγρισμάτων. Ελαφριά ως μέση ζημιά σε καλοχτισμένες κανονικές κατασκευές, σοβαρή ζημιά σε κακοσχεδιασμένες κατασκευές, αμελητέα ζημιά σε κτίρια καλοσχεδιασμένα και καλοκατασκευασμένα.	0.07g 0.1g 0.18g
VIII		Επιρροή στην οδήγηση αυτοκινήτων. Μερική καταστροφή λίγων οικοδομών σε ποσοστό μεγαλύτερο του 25% του ολικού αριθμού των κανονικών οικοδομών. Μεγάλες ζημιές σε κτίρια κακοχτισμένα, πτώση διαχωριστικών τοίχων έξω από το πλαίσιο τους. Ολική καταστροφή λίγων κτιρίων. Τα προκατασκευασμένα μετακινούνται από τα θεμέλια αν δεν εξαρθρωθούν. Μικρές κατολισθήσεις. Ρωγμές στο βρεγμένο έδαφος.	0.3g
IX	6.2-7.3	Γενικός πανικός. Μερική καταστροφή λίγων οικοδομών σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% του ολικού αριθμού των κανονικών οικοδομών. Ολική καταστροφή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 25% του ολικού αριθμού των κτιρίων. Καλοσχεδιασμένες πλαίσιοιές κατασκευές παίρνουν μόνιμες παραμορφώσεις από την κατακόρυφο. Ρωγμές στο έδαφος. Θραύση υπόγειων σωλήνων.	0.5g
X		Μερική καταστροφή όλων των κανονικών οικοδομών. Ολική καταστροφή λίγων κτιρίων σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% του ολικού αριθμού των κτιρίων. Μερικές καλοχτισμένες ξύλινες κατασκευές κατεστραμμένες. Καταστροφή των περισσότερων κτιρίων από τοιχοποιία με τις θεμελιώσεις τους. Κατολισθήσεις. Οι σιδηροτροχιές λυγίζουν ελαφρά. Γέφυρες καταστρέφονται.	0.7g 1g 1.7g
XI	7.3-8.9	Ολική καταστροφή σχεδόν όλων των κτιρίων. Γέφυρες κατεστραμμένες. Μεγάλου εύρους ρήγματα στο έδαφος. Πλήρης αχρήστευση υπόγειων δικτύων. Μεγάλη καταστροφή σιδηροτροχιών. Καθιζήσεις εδάφους και κατολισθήσεις μαλακών εδαφών.	3.0g
XII		Γενική καταστροφή. Κύματα ορατά στην επιφάνεια του εδάφους. Καταστροφή επίπεδων επιφανειών. Κατάρρευση όλων των οικοδομών μέχρι τα θεμέλια. Μεταβάλλεται ο ορίζοντας.	5.0g 6.0g

Επικεντρική ένταση είναι η μέγιστη ένταση του σεισμού και παριστάνεται με το  $I_0$ . Για την Ελλάδα ισχύει η ακόλουθη σχέση μεταξύ της επικεντρικής έντασης και του μεγέθους,  $M$ , του σεισμού (Παπαϊωάννου, 1984):  $I_0 = 1.23 + 1.18M$  (1)

Η διαφορά της έντασης,  $I_i$ , σε απόσταση,  $\Delta_i$ , από το μακροσεισμικό επίκεντρο, από τη μέγιστη ένταση,  $I_0$ , είναι ανεξάρτητη από το μέγεθος του σεισμού. Για την Ελλάδα ισχύει η σχέση  $I_0 - I_i = 5.36 + 4.50 \log(\Delta_i + 17)$  (2)

Στον παρακάτω πίνακα μετρήθηκε η απόσταση των μεγαλύτερων σεισμών που έχουν σημειωθεί στην ευρύτερη περιοχή από το επίκεντρο μέχρι το κέντρο της λεκάνης και προσδιορίστηκε με βάση τις εξισώσεις (1) και (2) η μέγιστη ένταση ( $I_0$ ) που είχαν και η ένταση που είχαν στην περιοχή μελέτης ( $I_i$ ).



**Πίνακας 18** Αναμενόμενη ένταση σεισμών για διάφορες επικεντρικές αποστάσεις

Μέγεθος σεισμού (R)	ένταση I <sub>0</sub>	li	li	li
M		20 Km	35 Km	100 Km
6	8.3	6.6		
6.4	8.8	7.1		
6.5	8.9		6.5	
7	9.5			5.5

Σύμφωνα με τα παραπάνω η ένταση που παρατηρήθηκε στην περιοχή μελέτης κυμαινόταν μεταξύ 5.5 και 7.1. Επίσης το μεγαλύτερο ρήγμα κοντά στην λεκάνη, όπως προαναφέρθηκε απέχει 10 Km από το κέντρο της λεκάνης και η ένταση που μπορεί να δώσει είναι 7. Με βάση αυτά τα στοιχεία οι ζημιές που μπορούν να προκύψουν, από παρόμοιους σεισμούς μελλοντικά, είναι από λίγες ως μέτριες σε καλοχτισμένες κατασκευές, ενώ σε κακοσχεδιασμένες κατασκευές μπορεί να υπάρξουν σοβαρές ζημιές αν η ένταση είναι 7.

Στην μελέτη των Α. Πομόνης κ.α. (2008) έγινε εκτίμηση της πιθανότητας κατάρρευσης κάθε τύπου κτιρίου για τις συνήθεις μακροσεισμικές εντάσεις (VI ως IX) η οποία συνδέεται άμεσα και με τις απώλειες (ανθρώπινες ζωές και οικονομικές).

Από μία ανάλυση των αιτιών θανάτου από σεισμούς την περίοδο 1900-2007 (1.95 εκατομ. θύματα παγκοσμίως) έχει εκτιμηθεί ότι σχεδόν το 70% των θυμάτων έχασαν την ζωή τους από κατάρρευση κτιρίων, ενώ το υπόλοιπο 30% των θυμάτων οφείλεται σε άλλες αιτίες όπως τσουνάμι, κατολισθήσεις, φωτιά μετά από σεισμική δόνηση κ.λπ. (Spence, 2003). Στην Ελλάδα για τα 1405 ανθρώπινα θύματα αυτής της περιόδου, η κατάρρευση κτιρίων ήταν η αιτία για πάνω από 90% των θυμάτων. Τα κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα (Ο/Σ) (που αποτελούν και το μεγαλύτερο μέρος του κτιριακού αποθέματος σε όγκο) είναι εκείνα η κατάρρευση των οποίων έχει προκαλέσει τις περισσότερες ανθρώπινες απώλειες στην χώρα μας κατά τα τελευταία 30 χρόνια (266 θύματα σε 40 περίπου καταρρεύσεις κτιρίων κυρίως από Ο/Σ).

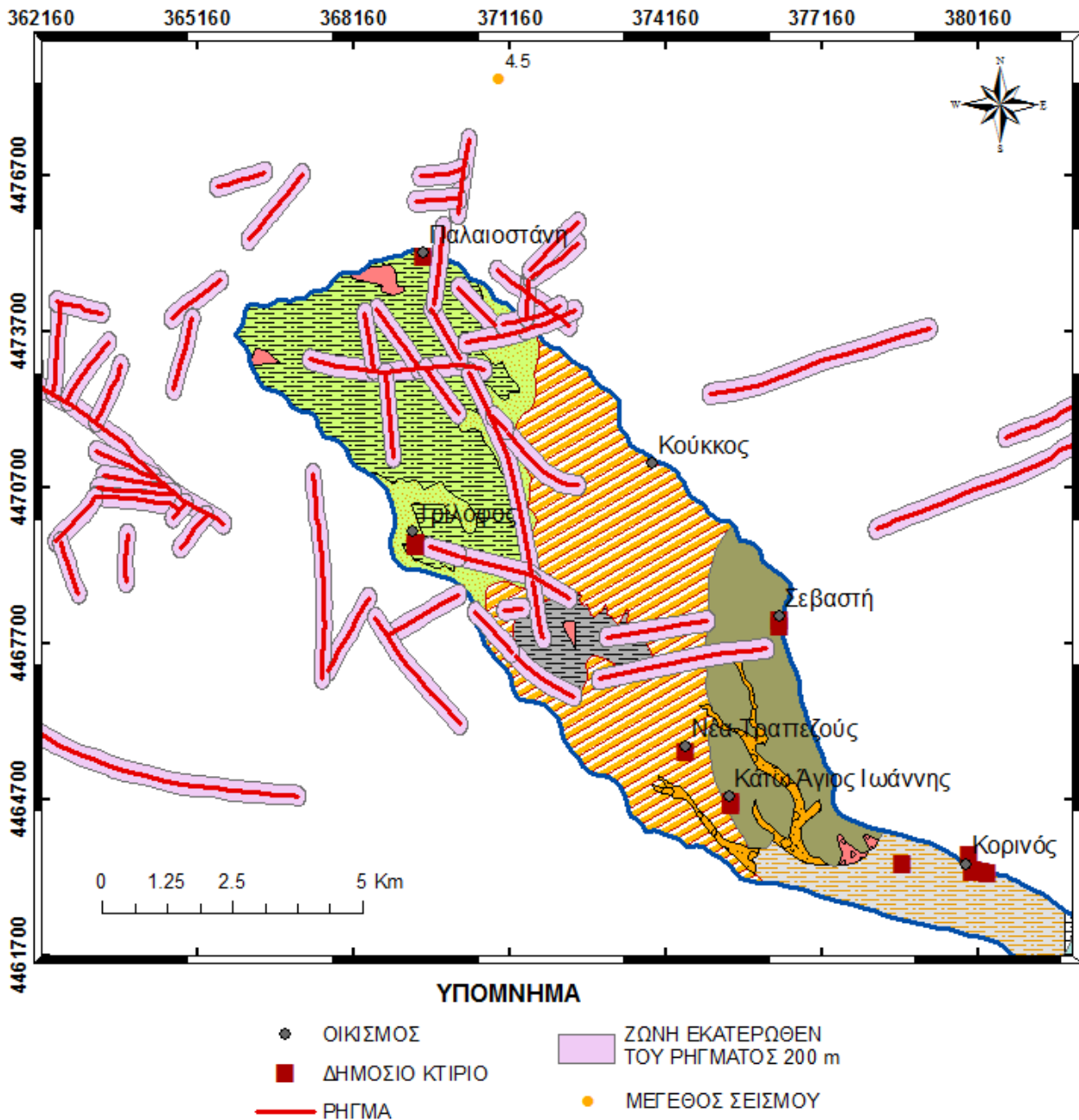
Με βάση τον πίνακα 19 αν η ένταση φτάσει 7 υπάρχει μικρή πιθανότητα κατάρρευσης (**0.17-0.25%**) για κτίρια Ο/Σ που κατασκευάστηκαν πριν το 1961 και **0.03%** για κτίρια από μεταλλικά πλαίσια.

**Πίνακας 19** Πιθανότητες κατάρρευσης και ποσοστά πληθυσμού που ζει σε κάθε τύπο κτιρίου (Πομόνης κ.α., 2008)

Υλικό ή τύπος κατασκευής (σύμφωνα με την WHE)	Περιγραφή του τύπου της κατασκευής	Εκτίμηση της πιθανότητας κατάρρευσης για δεδομένη σεισμική ένταση (%)				Ποσοστό (%) του πληθυσμού που ζει σε κάθε τύπο κτιρίων	
		IX	VIII	VII	VI	αστικές περιοχές	αγροτικές περιοχές
16 (α)	Κτίρια Ο/Σ με πλαίσιακό σύστημα χτισμένα μετά το 1995 (3-7 ορόφων).	0.18	0.00	0.00	0.00	10.8	6.1
16 (β)	Κτίρια Ο/Σ με πλαίσιακό σύστημα χτισμένα την περίοδο 1961-1995 (3-7 ορόφων).	0.35	0.20	0.00	0.00	62.2	18.9
14 (α)	Κτίρια Ο/Σ με πλαίσιακό σύστημα χτισμένα προ του 1961 (3-7 ορόφων)	0.70	0.45	0.17	0.00	7.9	2.0
16 (γ)	Κτίρια Ο/Σ με πλαίσιακό σύστημα χτισμένα μετά το 1995 (1-2 ορόφων)	0.20	0.00	0.00	0.00	2.1	7.1
16 (δ)	Κτίρια Ο/Σ με πλαίσιακό σύστημα χτισμένα την περίοδο 1961-1995 (1-2 ορόφων)	0.40	0.25	0.00	0.00	12.0	22.1
14 (β)	Κτίρια Ο/Σ με πλαίσιακό σύστημα χτισμένα προ του 1961 (1-2 ορόφων)	1.15	0.75	0.25	0.00	1.5	2.3
23	Κτίρια από μεταλλικά πλαίσια (96% χτίστηκαν μετά το 1961, 30% μετά το 1995)	0.50	0.25	0.03	0.00	0.0	0.0
29	Κτίρια από ξύλινα πλαίσια ή ξύλινους κορμούς	0.35	0.20	0.00	0.00	0.1	0.3
1	Κτίρια ΑΦΤ από λιθοδομή ή οπτοπνινοδομή, συνήθως χωρίς τσιμεντοκονίαμα, με ξύλινα δάπεδα (1-2 ορόφων).90% χτισμένα πριν το 1960.	40.00	21.00	7.00	0.00	1.1	20.6
9	Κτίρια ΑΦΤ από τσιμεντόλιθους ή τούβλα με τσιμεντοκονίαμα, συνήθως χτισμένα πριν το 1960, με δάπεδα, πρέκια από Ο/Σ και (1-2 ορόφων)	16.00	7.00	2.50	0.00	2.3	20.6

## 8.7 ΕΓΓΥΗΤΑ ΣΕ ΡΗΓΜΑΤΑ

Στον NEAK 2000 δεν αναφέρεται συγκεκριμένο κριτήριο απόστασης των κατασκευών από τα ενεργά ή πιθανώς ενεργά ρήγματα. Στην Καλιφόρνια επιτρέπεται η κατασκευή κτιρίων σε απόσταση μεγαλύτερη των 20 m από ενεργά ρήγματα. Στον χάρτη 20 έχουν δημιουργηθεί ζώνες 200 m. Όλα τα δημόσια κτίρια (η θέση τους βρέθηκε από το geodata.gov.gr) βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από 200 m από κάποιο ρήγμα και μόνο από τον οικισμό Παλαιοστάνη διέρχεται κάποιο ρήγμα (φωτ. 5).



**Χάρτης 19** Απεικόνιση ζωνών 200 m γύρω από τα ρήγματα

Στην παρακάτω φωτογραφία διακρίνεται το ίχνος του ρήγματος που διέρχεται μέσα από τον οικισμό Παλαιοστάνη. Κάποια κτίσματα βρίσκονται ακριβώς από το ρήγμα.



**Φωτογραφία 5** Δορυφορική φωτογραφία όπου διακρίνεται το ίχνος ρήγματος που διέρχεται μέσα από τον οικισμό Παλαιοσάνη.(Google earth).

## 8.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Σύμφωνα με το ιστορικό στην λεκάνη υπάρχουν μικρά ρήγματα με το μεγαλύτερο να μπορεί να δώσει σεισμό μικρότερο από 6 R. Επίσης σε απόσταση 10-40 Km από την λεκάνη έχουν καταγραφεί σεισμοί μεγέθους 6-6.5 και σε απόσταση 100 Km σεισμοί μεγέθους 7 R. Η αναμενόμενη ένταση αυτών των σεισμών για την περιοχή μελέτης κυμαίνεται μεταξύ 5.5. και 7.1. Σε αυτό το εύρος εντάσεων μπορεί να δημιουργηθούν μικρές ως μέτριες ζημιές σε καλοχτισμένες κατασκευές ενώ σε κακοσχεδιασμένες κατασκευές μπορεί να υπάρξουν σοβαρές ζημιές αν η ένταση είναι 7 (πιν. 17). Σύμφωνα με την μελέτη των Πωγώνης κα 2008, που βασίστηκε σε ελληνικά δεδομένα σε περίπτωση έντασης σεισμού 7, υπάρχει μικρή πιθανότητα κατάρρευσης κτιρίων από Ο/Σ που κατασκευάστηκαν πριν το 1961 (0.17-0.25%).

Σύμφωνα με την κατάταξη των σχηματισμών τα χειρότερα εδάφη θεμελίωσης βρίσκονται στην παραλιακή περιοχή του κορινού όπου έχουμε μαλακά εδάφη. Σε αυτή την περιοχή συναντάμε τα περισσότερα κτίρια με υψηλή σπουδαιότητα (νοσοκομείο και σχολεία). Επίσης φαίνεται ότι όλα τα κτίσματα απέχουν περισσότερο από 200 m από κάποιο ρήγμα, εκτός από την περιοχή της Παλαιοσάνης όπου κάποιο ρήγμα διέρχεται των κτίσματα. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι περίπου στο 20 % των κτισμάτων δεν έχει εφαρμοστεί κάποιος αντισεισμικός κανονισμός θα πρέπει να γίνει πιο λεπτομερής έρευνα.

## 9 ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Σύμφωνα με το ιστορικό και τις καταστροφές που έχουν προκληθεί κρίνεται πως ο σημαντικότερος κίνδυνος για την περιοχή είναι οι πλημμύρες. Η μεγαλύτερη επικινδυνότητα εντοπίζεται εκατέρωθεν του κύριου κλάδου όπου η κλίση του εδάφους είναι μικρότερη από 2<sup>ο</sup> και υπάρχουν αρκετά σημεία όπου αλλάζει απότομα διεύθυνση η κοίτη του ποταμού. Η περιοχή με την μεγαλύτερη τρωτότητα είναι ο οικισμός κορινός όπου ήδη έχουν καταγραφεί 4 πλημμυρικά γεγονότα. Πιο συγκεκριμένα τον μεγαλύτερο κίνδυνο διατρέχει το τμήμα του οικισμού που γειτνιάζει με τον ποταμό κατάντη του σιδηροδρομικού δικτύου. Σε αυτό το τμήμα η τραχύτητα του εδάφους είναι μεγάλη και σε περίπτωση που η στάθμη του νερού ανέλθει κατά 1 μέτρο, η πλημμύρα θα εισχωρήσει κατά 250 μέτρα στον οικισμό. Σύμφωνα με το ιστορικό εκτός από τις περιουσίες κίνδυνο διατρέχουν και οι καλλιέργειες, αφού έχει καταγραφεί πλημμυρικό γεγονός έκτασης 1.5 Km<sup>2</sup>. Στην περιοχή καλλιεργούνται καπνά και αν λάβουμε υπόψιν ότι η οικονομία των κατοίκων βασίζεται κυρίως στις αγροτικές δραστηριότητες ενδεχόμενη πλημμύρα θα είναι σοβαρό πλήγμα. Τέλος υπάρχει κίνδυνος διακοπής της κυκλοφορίας αφού από την περιοχή διέρχεται σιδηροδρομικό και οδικό δίκτυο.

Ακολουθεί ο σεισμικός κίνδυνος αφού στην ευρύτερη περιοχή έχουν καταγραφεί μεγάλοι σεισμοί και όπως υπολογίστηκε η αναμενόμενη ένταση στην λεκάνη κυμαίνεται μεταξύ 5.5 και 7.1. Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα υπάρχει κίνδυνος κατάρρευσης για κτίρια που κατασκευάστηκαν χωρίς αντισεισμικό κανονισμό, πριν το 1961. Πιο συγκεκριμένα, ο κίνδυνος για κτίρια Ο/Σ που αποτελούν και την πλειοψηφία των κτιρίων είναι πολύ μικρός. Σύμφωνα με την κατάταξη των σχηματισμών τα χειρότερα εδάφη θεμελίωσης βρίσκονται παραλιακά όπου έχουμε και τα κτίσματα με την μεγαλύτερη σπουδαιότητα και την μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμού. Επίσης στον οικισμό Παλαιοσάνη κάποιο ρήγμα που διέρχεται από οικισμούς και θα πρέπει να διεξαχθεί μια πιο λεπτομερής έρευνα.

Τρίτος φυσικός κίνδυνος σε βαθμό επικινδυνότητας είναι η πυρκαγιά. Στην περιοχή έχουν καταγραφεί 5 πυρκαγιές μικρής κλίμακας που αφορούν κυρίως χορτολιβαδικές εκτάσεις. Το είδος των πυρκαγιών υποδεικνύει εμπρησμό με σκοπό την επέκταση βοσκοτόπων.

Τέλος η περιοχή δεν φαίνεται να απειλείται από κατολισθήσεις, αφού σύμφωνα με το ιστορικό δεν έχουν σημειωθεί και το ανάγλυφο είναι αρκετά ήπιο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ

ΑΠΘ, ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ (2008) ΈΡΕΥΝΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΝΟΜΟΥ ΠΙΕΡΙΑΣ.

ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΜΠΑΧΛΑΒΑ (2011) ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΟΥΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΙΚΩΝ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΧΩΡΑΣ.

Α. ΠΟΜΟΝΗΣ, Α. ΚΑΠΠΟΣ, Γ. ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ, Φ. ΚΑΡΑΜΠΑΜΠΑ (2008) ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ – ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕ ΤΟ ΔΙΕΘΝΗ ΧΩΡΟ.

Α.Ι. ΚΑΡΑΜΠΙΝΗΣ Α.Κ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ (2006) ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΚΑΙ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΛΙΜΑΚΩΝ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.

ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ-ΝΑΥΣΙΚΑ ΚΑΤΣΕΤΣΙΑΔΟΥ (2011) ΜΕΛΕΤΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΔΗΜΟΣ ΧΑΛΚΙΔΕΩΝ.

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (2015) ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΚΔΗΛΩΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ.

Δ. ΤΣΟΛΑΚΗΣ (2013) ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.

Ε. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ (2010) ΖΩΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΕ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.

Ε. ΛΕΚΚΑΣ (2000) ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ.

Η. ΦΡΕΝΤΖΟΣ (2010) ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ARCGIS.

Ι.Κ. ΚΑΠΑΓΕΡΙΔΗΣ (2006) ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.

Κ.Γ.Π. ΒΟΛΙΩΤΗ (2009) ΖΩΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΛΟΓΩ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΕ ΧΑΡΤΗ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ.

Κ. ΤΣΑΓΚΑΡΗ, Γ. ΚΑΡΕΤΣΟΣ ΚΑΙ Ν. ΠΡΟΥΤΣΟΣ, ΑΘΗΝΑ, (2011) ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (1983-2008).

ΚΩΤΟΥΛΑΣ Κ. (1985). ΔΙΕΥΘΥΤΗΣΕΙΣ ΧΕΙΜΜΑΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.

Α.Π. ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, V. ΜΑΤΕΕΒΑ, Γ. ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ (2001) ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ.

ΝΙΚΟΛΑΪΔΟΥ Μ. (2009). ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΤΗΣ ΟΡΕΙΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΝΟΤΙΩΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΟΛΒΗΣ. ΜΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.

ΣΟΥΛΙΟΣ, Γ.Χ., (1996): ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, Α.Π.Θ., UNIVERSITY STUDIO PRESS, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.

ΥΠΕΚΑ. (2012) ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. ΖΩΝΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ.

ΥΠΕΚΑ (2015) ΜΕΛΕΤΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ ΔΟΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΟΣ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΜΕΧΡΙ 2000 ΚΑΤΟΙΚΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΠΙΕΡΙΑΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΧΑΤΖΗΜΙΧΑΗΛ Π. (2011). Η ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ-ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ-ΚΙΝΔΥΝΟΙ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ Γ.Σ.Π

## **ΔΙΕΘΝΗΣ**

BÜLENT SAĞLAM, ERTUĞRUL BILGILI , BAHAR DINÇ DURMAZ , ALI İHSAN KADIOĞULLARI AND ÖMER KÜÇÜK (2008) SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF FOREST FIRE RISK AND DANGER USING LANDSAT IMAGERY.

ELISABETTA GENOVESE (2006) A METHODOLOGICAL APPROACH TO LAND USE-BASED. FLOOD DAMAGE ASSESSMENT IN URBAN AREAS: PRAGUE CASE STUDY.

FATİH SIVRIKAYA, BÜLENT SAĞLAM, ABDULLAH E. AKAY, NURI BOZALI1 (2013) EVALUATION OF FOREST FIRE RISK WITH GIS.

GAVRIIL XANTHOPOULOS, CARLO CALFAPIETRA AND PAULO FERNANDES (2012) FIRE HAZARD AND FLAMMABILITY OF EUROPEAN FOREST TYPES.

LADAS, FOUNTOULIS , AND MARIOLAKOS (2007) LARGE SCALE LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY MAPPING USING GIS-BASED WEIGHTED LINEAR COMBINATION AND MULTICRITERIA DECISION ANALYSIS – A CASE STUDY IN NORTHERN MESSINIA (SW PELOPONNESUS, GREECE).

LADAS, FOUNTOULIS , AND MARIOLAKOS (2007) USING GIS & MULTICRITERIA DECISION ANALYSIS IN LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY MAPPING -A CASE STUDY IN MESSINIA PREFECTURE AREA (SW PELOPONNESUS, GREECE)

XU DONG, DAI LI-MIN, SHAO GUO-FAN, TANG LEI, WANG HUI (2005) FOREST FIRE RISK ZONE MAPPING FROM SATELLITE IMAGES AND GIS FOR BAIHE FORESTRY BUREAU, JILIN, CHINA.

## **INTERNET**

emy.gr  
geodata.gov.gr  
oasp.gr