



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**“Μοντελοποίηση αποτίμησης πλημμυρικού κινδύνου με χρήση γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων”**



**ΜΑΡΑΓΚΟΣ ΣΩΤΗΡΗΣ**

**ΑΜ : 0812058**

**Επιβλέποντες Καθηγητές: Δρ. Βασιλειάδης Λάμπρος & Καθ. Μυλόπουλος Νικήτας**

**ΒΟΛΟΣ 2019**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αποτίμηση πλημμυρικού κινδύνου αποτελεί πλέον μία απαραίτητη αλλά και απαιτητική διαδικασία, αφού χρειάζονται πολλά δεδομένα, που πολλές φορές δεν είναι διαθέσιμα. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2007/60/EK για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, αποδεικνύει την ανάγκη ύπαρξης αξιόπιστων χαρτών επικινδυνότητας σε επαρχιακή-τοπική κλίμακα. Σ' αυτήν τη διπλωματική εργασία ακολουθήθηκε η μεθοδολογία για την αξιολόγηση τρωτότητας και την κατάρτιση των Χαρτών Κινδύνου Πλημμύρας, η οποία έχει ως στόχο την αξιολόγηση του πλημμυρικού κινδύνου μέσα στις περιοχές κατάκλισης, που προκύπτουν από την υδραυλική ανάλυση για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς, χρησιμοποιώντας ως δεδομένα τα βάθη και την ταχύτητα ροής της πλημμύρας. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε στη περιοχή της Γερμασόγειας, ωστόσο το εργαλείο το οποίο δημιουργήθηκε μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε από τις 19 δυνητικά επικίνδυνες περιοχές για πλημμύρες της Κύπρου, αρκεί να υπάρχουν τα απαραίτητα δεδομένα. Για την εφαρμογή της μεθοδολογίας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS 10.4 (ESRI).

Η παραπάνω διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η υπόδειξη του θέματος έγινε από τον Δρ. Βασιλειάδη Λάμπρο, ο οποίος ήταν και ο επιβλέπων καθηγητής της διπλωματικής μου εργασίας. Πρώτα από όλα, λοιπόν, θέλω να ευχαριστήσω τον Δρ. Βασιλειάδη Λάμπρο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντας μου τη παραπάνω διπλωματική εργασία και για την πολύτιμη βοήθειά του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Δρ. Λασπίδου Χρυσή και τον Δρ. Μυλόπουλο Νικήτα, για τις γνώσεις τις οποίες μου έχουν μεταδώσει κατά την διάρκεια των σπουδών μου και για την αποδοχή της πρόσκλησης ώστε να αποτελέσουν μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής/εξεταστικής επιτροπής. Πολλές ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στη διεύθυνση και το προσωπικό του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων της Κύπρου και του Κτηματολογίου Κύπρου για την παροχή δεδομένων, τα οποία ήταν απαραίτητα για την εκπλήρωση της διπλωματικής εργασίας. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ αξίζουν οι γονείς μου, που με στηρίζουν ηθικά και οικονομικά όλα αυτά τα χρόνια, δίνοντάς μου κουράγιο να προχωρώ για να πετύχω το στόχο μου.



## Περιεχόμενα

|   |    |
|---|----|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....  | 1  |
| 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....   | 1  |
| 1.2 ΟΔΗΓΙΑ 2007/60/ΕΚ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ..... | 2  |
| 1.3 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....   | 3  |
| 2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ .....   | 5  |
| 2.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ.....  | 5  |
| 2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ.....   | 5  |
| 2.3 ΠΡΟΛΗΨΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ.....  | 6  |
| 2.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ.....   | 7  |
| 2.5 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ .....  | 8  |
| 2.6 ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ .....  | 10 |
| 2.7 ΚΙΝΔΥΝΟΣ, ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ, ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ.....                                  | 12 |
| 2.8 ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ.....   | 16 |
| 2.9 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ .....   | 17 |
| 2.10 ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ.....  | 18 |
| 2.11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....  | 20 |
| 3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ .....   | 23 |
| 3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....   | 23 |
| 3.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ .....  | 24 |
| 3.3 ΧΩΡΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ .....   | 25 |
| 3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑ, ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ, ΑΝΑΚΑΜΨΗ.....                                    | 26 |
| 4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ .....  | 29 |
| 4.1 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....   | 29 |
| 4.2 ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ .....   | 29 |
| 4.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΟΥ ΣΟΒΑΡΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ (ΠΔΣΚΠ) .....                        | 30 |
| 4.4 ΠΟΤΑΜΟΣ ΓΕΡΜΑΣΟΓΕΙΑΣ.....   | 33 |
| 4.5 ΦΡΑΓΜΑ ΓΕΡΜΑΣΟΓΕΙΑΣ.....  | 37 |
| 5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....  | 39 |
| 5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....   | 39 |
| 5.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ .....  | 42 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.3 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ .....  | 51  |
| 5.4 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ.....  | 73  |
| 5.5 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ..... | 82  |
| 5.6 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ .....   | 96  |
| 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....  | 117 |
| 7. ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ .....  | 119 |
| 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....  | 120 |
| 9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....  | 123 |
| 9.1 ΧΑΡΤΕΣ .....   | 123 |
| 9.2 ΠΟΣΟΣΤΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΙΘΑΝΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΗΣ.....                                 | 183 |
| 9.3 ΚΩΔΙΚΑΣ ΡΥΘΜΟΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....   | 189 |

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

|  |    |
|--|----|
| Σχήμα 1: Κατανομή πλημμυρών στην Ευρώπη, με βάση το χρόνο και τον είδος τους (Paprotny, 2018) .....  | 10 |
| Σχήμα 2: : Ορισμοί φυσικών πλημμυρικών περιοχών (Andjelkovic, 2001).....   | 10 |
| Σχήμα 3: Βασικά χαρακτηριστικά ενός ολοκληρωμένου αστικού αποχετευτικού συστήματος (Dawson RJ, 2008).....  | 11 |
| Σχήμα 4: Δείκτες που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση τρωτότητας πλημμύρας (Messner, 2006). ...   | 13 |
| Σχήμα 5: Παραδείγματα του τρόπου με τον οποίο ο κίνδυνος, η τρωτότητα και η επικινδυνότητα συνδέονται (Cova, 1999) .....                                     | 14 |
| Σχήμα 6: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας, χάρτης τρωτότητας πλημμύρας, χάρτης κινδύνου πλημμύρας (Tingsanchali, 2012 ) .....                                | 15 |
| Σχήμα 7: Φάσεις μοντελοποίησης πλυμυρικών συνθηκών (Πιστρίκα, 2010).....   | 18 |
| Σχήμα 8: Ενέργειες που μπορούν να πραγματοποιηθούν στα ΓΣΠ (Βασιλειάδης, 2018).....  | 23 |
| Σχήμα 9: Διαχείριση εκτάκτων περιστατικών και παραδείγματα φάσεων όπου χρησιμοποιούνται τα ΓΣΠ (Godschalk, 1991) .....                                       | 26 |
| Σχήμα 10: ΓΣΠ για διαχείριση καταστροφών (Johnson, 2000).....  | 28 |
| Σχήμα 11: Περιοχές δυνητικού σοβαρού πλημμυρικού κινδύνου στη Λεμεσό.....  | 29 |
| Σχήμα 12: Μεθοδολογία προσδιορισμού περιοχών για τις οποίες υπάρχουν ή μπορεί να υπάρξουν σοβαροί κίνδυνοι πλημμύρας (Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων). .....        | 31 |
| Σχήμα 13: Χάρτης Κύπρου με τις 19 περιοχές δυνητικού σοβαρού πλημμυρικού κινδύνου.....   | 33 |
| Σχήμα 14: Η ζώνη προστασίας (Δα2), οι οικιστικές ζώνες (Κα6 κ.α.) και οι τουριστικές ζώνες (Τ1α1 κ.α.) οι οποίες γειτνιάζουν με τον ποταμό Γερμασόγειας..... | 35 |
| Σχήμα 15: Ο ποταμός Γερμασόγειας και η γύρω περιοχή.....   | 36 |
| Σχήμα 16: Κάνναβος 500x500 και 300x300.....  | 40 |
| Σχήμα 17: Κάνναβος 100x100 και 30x30.....  | 40 |
| Σχήμα 18: Μοντέλο για αποτίμηση πλημμυρικού κινδύνου στο ArcGIS 10.4. ....   | 42 |
| Σχήμα 19: ΨΜΕ από δορυφόρο ASTER χωρικής ανάλυσης 30 μέτρων.....   | 43 |

|  |    |
|--|----|
| Σχήμα 20: ΨΜΕ γύρω από το ποταμό Γερμασόγειας από το κτηματολόγιο Κύπρου χωρικής ανάλυσης Ιμέτρου. ....  | 44 |
| Σχήμα 21: Όρια πλημμυρικής περοχής στο ποταμό Γερμασόγειας για T=500, 100, 20 αντίστοιχα. ....   | 45 |
| Σχήμα 22: Διατομές του υδραυλικού μοντέλου. ....   | 46 |
| Σχήμα 23: Χρήσεις γης στη πλυμμυρική περιοχή για T=500. ....   | 47 |
| Σχήμα 24: Ποσοστά χρήσεων γης στην πλημμυρική περιοχή για T=500. ....  | 47 |
| Σχήμα 25: Χρήσεις γης στη πλυμμυρική περιοχή για T=100. ....   | 48 |
| Σχήμα 26: Ποσοστά χρήσεων γης στην πλημμυρική περιοχή για T =100. ....   | 48 |
| Σχήμα 27: Χρήσεις γης στη πλυμμυρική περιοχή για T=20. ....  | 49 |
| Σχήμα 28: Ποσοστά χρήσεων γης στην πλημμυρική περιοχή για T=20. ....   | 49 |
| Σχήμα 29: Οδικές διαβάσεις που επηρεάζονται για T=500. ....  | 50 |
| Σχήμα 30: Μετατροπή διανυσματικού σε ψηφιδωτό και ορισμός δεικτών σε περιβάλλον modelbuilder του ArcGIS. ....                                      | 52 |
| Σχήμα 31: Διαδικασία για καθορισμό δεικτών τον οδικών διαβάσεων σε περιβάλλον modelbuilder στο ArcGIS. ....  | 53 |
| Σχήμα 32: : Πεδίο "expression" στο εργαλείο "select" για επιλογή περιόδου επαναφοράς. ....   | 53 |
| Σχήμα 33: Διαδικασία για καθορισμό δεικτών τρωτότητας στις πολεοδομικές ζώνες σε περιβάλλον modelbuilder στο ArcGIS. ....                          | 54 |
| Σχήμα 34: Πεδίο "template extent" στο εργαλείο "create fishnet", όπου γίνεται η επιλογή των ορίων πάνω στα οποία δημιουργείται ο κάνναβος. ....    | 55 |
| Σχήμα 35: Καθορισμός διαστάσεων του κελιού στο εργαλείο "create fishnet". ....   | 57 |
| Σχήμα 36: Εξαγωγή πολυγώνων με δείκτη τρωτότητας 250, μέσω του εργαλείου "extract by attributes". ....   | 57 |
| Σχήμα 37: Μέρος της διαδικασίας εξαγωγής των πολυγώνων ανάλογα με το δείκτη τρωτότητας. ....   | 58 |
| Σχήμα 38: Διαδικασία εύρεσης νέου δείκτη τρωτότητας. ....  | 59 |
| Σχήμα 39: Μέθοδος για αντικατάσταση του αποτελέσματος "null" με τη τιμή "0", μέσω της python στον εργαλείο "calculate field". ....                 | 59 |
| Σχήμα 40: Διαδικασία για δημιουργία ψηφιδωτού αρχείου για οικονομικό δείκτη τρωτότητας 250. .  | 60 |
| Σχήμα 41: Χάρτης με ενημερωμένους δείκτες οικονομικής τρωτότητας, για αρχικό δείκτη 250 σε κάνναβο 30μ x 30μ. ....                                 | 60 |
| Σχήμα 42: Αποκοπή των σημείων ενδιαφέροντος και των οδικών διαβάσεων που εμπίπτουν στην πλημμυρική περιοχή της Γερμασόγειας. ....                  | 61 |
| Σχήμα 43: Διαδικασία εύρεσης νέου δείκτη τρωτότητας. ....  | 62 |
| Σχήμα 44: Ψηφιδωτά αρχεία με τους νέους δείκτες τρωτότητας για σημειακές επιπτώσεις. ....  | 62 |
| Σχήμα 45: Πρόσθεση των ψηφιδωτών αρχείων που φέρουν τον δείκτη τρωτότητας για κάθε κατηγορία με τη βοήθεια του εργαλείου "raster calculator". .... | 63 |
| Σχήμα 46: Χάρτης μέγιστης δυνητικής επίπτωσης σε κάθε κελί για T=500 και κάνναβο 30μ x 30μ. .  | 64 |
| Σχήμα 47: Χάρτης μέγιστης δυνητικής επίπτωσης σε κάθε κελί για T=100 και κάνναβο 30μ x 30μ. .  | 65 |
| Σχήμα 48: Χάρτης μέγιστης δυνητικής επίπτωσης σε κάθε κελί για T=20 και κάνναβο 30μ x 30μ. ....  | 66 |
| Σχήμα 49: Διαδικασία ταξινόμησης των τιμών του αρχείου "summary_rst". ....   | 67 |
| Σχήμα 50: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=500 και κάνναβο 30μ x 30μ. ....                             | 68 |
| Σχήμα 51: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=500, καννάβου 30μ x 30μ. ....                                   | 69 |
| Σχήμα 52: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=100 και κάνναβο 30μ x 30μ. ....                             | 70 |

|  |     |
|--|-----|
| Σχήμα 53: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=100, καννάβου 30μ x 30μ. ....                             | 71  |
| Σχήμα 54: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=20 και καννάβο 30μ x 30μ. ....                        | 72  |
| Σχήμα 55: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=20, καννάβου 30μ x 30μ. ....                              | 73  |
| Σχήμα 56: Επιλογή της ΠΔΣΚΠ της Γερμσόγειας μέσω του εργαλείου "select" .....  | 74  |
| Σχήμα 57: Επιλογή περιόδου επαναφοράς και οι αντίστοιχες μέγιστες στάθμες νερού. ....  | 74  |
| Σχήμα 58: Αρχική επεξεργασία των διατομών του υδραυλικού μοντέλου. ....  | 74  |
| Σχήμα 59: Προετοιμασία δεδομένων ώστε να εισαχθούν στο εργαλείο "IDW". ....  | 75  |
| Σχήμα 60: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=500 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 1μ. ....   | 76  |
| Σχήμα 61: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=500 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 1μ. ....   | 77  |
| Σχήμα 62: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=20 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 1μ. ....  | 78  |
| Σχήμα 63: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=500 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 30μ. ....  | 79  |
| Σχήμα 64: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=100 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 30μ. ....  | 80  |
| Σχήμα 65: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=20 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 30μ. ....   | 81  |
| Σχήμα 66: Χάρτης βαθμών επιρροής για $V < 0.5$ για T=500. ....   | 83  |
| Σχήμα 67: Χάρτης βαθμών επιρροής για $0.5 < V < 2$ για T=500. ....   | 84  |
| Σχήμα 68: Χάρτης βαθμών επιρροής για $2 < V < 4$ για T=500. ....   | 85  |
| Σχήμα 69: Χάρτης βαθμών επιρροής για $V > 4$ για T=500. ....   | 86  |
| Σχήμα 70: Χάρτης βαθμών επιρροής για $V < 0.5$ για T=100. ....   | 87  |
| Σχήμα 71: Χάρτης βαθμών επιρροής για $0.5 < V < 2$ για T=100. ....   | 88  |
| Σχήμα 72: Χάρτης βαθμών επιρροής για $2 < V < 4$ για T=100. ....   | 89  |
| Σχήμα 73: Χάρτης βαθμών επιρροής για $V > 4$ για T=100. ....   | 90  |
| Σχήμα 74: Χάρτης βαθμών επιρροής για $V < 0.5$ για T=20. ....  | 91  |
| Σχήμα 75: Χάρτης βαθμών επιρροής για $0.5 < V < 2$ για T=20. ....  | 92  |
| Σχήμα 76: Χάρτης βαθμών επιρροής για $2 < V < 4$ για T=20. ....  | 93  |
| Σχήμα 77: Χάρτης βαθμών επιρροής για $V > 4$ για T=20. ....  | 94  |
| Σχήμα 78: Δημιουργία σεναρίων και προσδιορισμός βαθμού επιρροής με τη χρήση του εργαλείου "raster calculator" .....                          | 95  |
| Σχήμα 79: Προσδιορισμός βαθμού επιρροής σε κάθε κελί με το εργαλείο "zonal statistics". ....   | 96  |
| Σχήμα 80: Μοντελοποίηση εξίσωσης $risk = vulnerability \times hazard$ στο εργαλείο "raster calculator", για ταχύτητα ροής $2 < V < 4$ . .... | 96  |
| Σχήμα 81: Πολλαπλασιασμός των τιμών του αρχείου "summary_rstr" με τους βαθμούς επιρροής των κελιών μέσω του "raster calculator". ....        | 97  |
| Σχήμα 82: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , T=500 και καννάβο 30μ x 30μ. ....   | 98  |
| Σχήμα 83: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $V < 0.5$ , T=500 και καννάβο 30μ x 30μ. ....                               | 99  |
| Σχήμα 84: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , T=500 και καννάβο 30μ x 30μ. ....                                     | 99  |
| Σχήμα 85: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $0.5 < V < 2$ , T=500 και καννάβο 30μ x 30μ. ....                           | 100 |
| Σχήμα 86: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , T=500 και καννάβο 30μ x 30μ. ....                                       | 101 |



|  |     |
|--|-----|
| Σχήμα 87: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $2 < V < 4$ , $T=500$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .          | 102 |
| Σχήμα 88: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T=500$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .                        | 102 |
| Σχήμα 89: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $V > 4$ , $T=500$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .              | 103 |
| Σχήμα 90: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , $T=100$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .                      | 104 |
| Σχήμα 91: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $V < 0.5$ , $T=100$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .            | 105 |
| Σχήμα 92: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , $T=100$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .                  | 105 |
| Σχήμα 93: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $0.5 < V < 2$ , $T=100$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .        | 106 |
| Σχήμα 94: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , $T=100$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .                    | 107 |
| Σχήμα 95: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $2 < V < 4$ , $T=100$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .          | 108 |
| Σχήμα 96: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T=100$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .                        | 108 |
| Σχήμα 97: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $V > 4$ , $T=100$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .              | 109 |
| Σχήμα 98: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , $T=20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .                       | 110 |
| Σχήμα 99: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $V < 0.5$ , $T=20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .             | 111 |
| Σχήμα 100: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , $T=20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .                  | 111 |
| Σχήμα 101: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $0.5 < V < 2$ , $T=20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .        | 112 |
| Σχήμα 102: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , $T=20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .                    | 113 |
| Σχήμα 103: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $2 < V < 4$ , $T=20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .          | 114 |
| Σχήμα 104: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T=20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .                        | 114 |
| Σχήμα 105: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για $V > 4$ , $T=20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .              | 115 |
| Σχήμα 106: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για $T=500$ και κάρναβο $500\mu \times 500\mu$ . | 123 |
| Σχήμα 107: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για $T=100$ και κάρναβο $500\mu \times 500\mu$ . | 124 |
| Σχήμα 108: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για $T=20$ και κάρναβο $500\mu \times 500\mu$ .  | 125 |
| Σχήμα 109: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για $T=500$ και κάρναβο $300\mu \times 300\mu$ . | 126 |
| Σχήμα 110: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για $T=100$ και κάρναβο $300\mu \times 300\mu$ . | 127 |

|   |     |
|---|-----|
| Σχήμα 111: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=20 και κάρναβο 300μ x 300μ. ....  | 128 |
| Σχήμα 112: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=500 και κάρναβο 100μ x 100μ. .... | 129 |
| Σχήμα 113: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=100 και κάρναβο 100μ x 100μ. .... | 130 |
| Σχήμα 114: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=20 και κάρναβο 100μ x 100μ. ....  | 131 |
| Σχήμα 115: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=500 και κάρναβο 10μ x 10μ. ....   | 132 |
| Σχήμα 116: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=100 και κάρναβο 10μ x 10μ. ....   | 133 |
| Σχήμα 117: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=20 και κάρναβο 10μ x 10μ. ....    | 134 |
| Σχήμα 118: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , T=500 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....                   | 135 |
| Σχήμα 119: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , T=500 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....               | 136 |
| Σχήμα 120: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , T=500 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....                 | 137 |
| Σχήμα 121: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , T=500 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....                     | 138 |
| Σχήμα 122: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , T=100 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....                   | 139 |
| Σχήμα 123: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , T=100 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....               | 140 |
| Σχήμα 124: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , T=100 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....                 | 141 |
| Σχήμα 125: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , T=100 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....                     | 142 |
| Σχήμα 126: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , T=20 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....                    | 143 |
| Σχήμα 127: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , T=20 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....                | 144 |
| Σχήμα 128: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , T=20 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....                  | 145 |
| Σχήμα 129: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , T=20 και κάρναβο 500μ x 500μ. ....                      | 146 |
| Σχήμα 130: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , T=500 και κάρναβο 300μ x 300μ. ....                   | 147 |
| Σχήμα 131: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , T=500 και κάρναβο 300μ x 300μ. ....               | 148 |
| Σχήμα 132: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , T=500 και κάρναβο 300μ x 300μ. ....                 | 149 |
| Σχήμα 133: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , T=500 και κάρναβο 300μ x 300μ. ....                     | 150 |

|  |     |
|--|-----|
| Σχήμα 134: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , $T = 100$ και κάρναβο $300\mu \times 300\mu$ .     | 151 |
| Σχήμα 135: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , $T = 100$ και κάρναβο $300\mu \times 300\mu$ . | 152 |
| Σχήμα 136: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , $T = 100$ και κάρναβο $300\mu \times 300\mu$ .   | 153 |
| Σχήμα 137: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T = 100$ και κάρναβο $300\mu \times 300\mu$ .       | 154 |
| Σχήμα 138: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , $T = 20$ και κάρναβο $300\mu \times 300\mu$ .      | 155 |
| Σχήμα 139: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , $T = 20$ και κάρναβο $300\mu \times 300\mu$ .  | 156 |
| Σχήμα 140: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , $T = 20$ και κάρναβο $300\mu \times 300\mu$ .    | 157 |
| Σχήμα 141: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T = 20$ και κάρναβο $300\mu \times 300\mu$ .        | 158 |
| Σχήμα 142: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , $T = 500$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ .     | 159 |
| Σχήμα 143: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , $T = 500$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ . | 160 |
| Σχήμα 144: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , $T = 500$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ .   | 161 |
| Σχήμα 145: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T = 500$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ .       | 162 |
| Σχήμα 146: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , $T = 100$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ .     | 163 |
| Σχήμα 147: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , $T = 100$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ . | 164 |
| Σχήμα 148: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , $T = 100$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ .   | 165 |
| Σχήμα 149: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T = 100$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ .       | 166 |
| Σχήμα 150: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , $T = 20$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ .      | 167 |
| Σχήμα 151: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , $T = 20$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ .  | 168 |
| Σχήμα 152: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , $T = 20$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ .    | 169 |
| Σχήμα 153: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T = 20$ και κάρναβο $100\mu \times 100\mu$ .        | 170 |
| Σχήμα 154: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , $T = 500$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .       | 171 |
| Σχήμα 155: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , $T = 500$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .   | 172 |
| Σχήμα 156: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , $T = 500$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .     | 173 |

|  |     |
|--|-----|
| Σχήμα 157: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T = 500$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....                  | 174 |
| Σχήμα 158: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , $T = 100$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....                | 175 |
| Σχήμα 159: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , $T = 100$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....            | 176 |
| Σχήμα 160: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , $T = 100$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....              | 177 |
| Σχήμα 161: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T = 100$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....                  | 178 |
| Σχήμα 162: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V < 0.5$ , $T = 20$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....                 | 179 |
| Σχήμα 163: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $0.5 < V < 2$ , $T = 20$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....             | 180 |
| Σχήμα 164: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $2 < V < 4$ , $T = 20$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....               | 181 |
| Σχήμα 165: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για $V > 4$ , $T = 20$ και κάρναβο $10\mu \times 10\mu$ .                            | 182 |
| Σχήμα 166: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 500$ , κάρναβου $500\mu \times 500\mu$ .<br>..... | 183 |
| Σχήμα 167: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 500$ , κάρναβου $300\mu \times 300\mu$ .<br>..... | 183 |
| Σχήμα 168: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 500$ , κάρναβου $100\mu \times 100\mu$ .<br>..... | 184 |
| Σχήμα 169: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 500$ , κάρναβου $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....   | 184 |
| Σχήμα 170: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 100$ , κάρναβου $500\mu \times 500\mu$ .<br>..... | 185 |
| Σχήμα 171: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 100$ , κάρναβου $300\mu \times 300\mu$ .<br>..... | 185 |
| Σχήμα 172: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 100$ , κάρναβου $100\mu \times 100\mu$ .<br>..... | 186 |
| Σχήμα 173: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 100$ , κάρναβου $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....   | 186 |
| Σχήμα 174: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 20$ , κάρναβου $500\mu \times 500\mu$ .<br>.....  | 187 |
| Σχήμα 175: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 20$ , κάρναβου $300\mu \times 300\mu$ .<br>.....  | 187 |
| Σχήμα 176: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 20$ , κάρναβου $100\mu \times 100\mu$ .<br>.....  | 188 |
| Σχήμα 177: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για $T = 20$ , κάρναβου $10\mu \times 10\mu$ .<br>.....    | 188 |

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

|   |     |
|---|-----|
| Πίνακας 1: Οι 19 περιοχές δυνητικού σοβαρού κινδύνου πλημμύρας .....  | 33  |
| Πίνακας 2: Στοιχεία φράγματος Γερμασόγειας .....  | 37  |
| Πίνακας 3: Ποσότητες νερού στα μεγάλα φράγματα, όπως καταγράφηκαν από το ΤΑΥ στις 2/8/19. 38  |     |
| Πίνακας 4: Δείκτες πληθυσμιακής τρωτότητας για ενδιαφέρον σημεία. ....  | 51  |
| Πίνακας 5: Δείκτες πληθυσμιακής τρωτότητας για ενδιαφέρον σημεία. ....  | 51  |
| Πίνακας 6: Μέρος του πίνακα στο εργαλείο "reclassify" για ορισμό δεικτών πληθυσμιακής τρωτότητας.....   | 52  |
| Πίνακας 7: Μέρος πίνακα στο εργαλείο "reclassify" για ορισμό δεικτών πολιτιστικής τρωτότητας..  | 52  |
| Πίνακας 8: Δείκτες οικονομικής τρωτότητας για οδικές διαβάσεις. ....  | 53  |
| Πίνακας 9: Δείκτες πληθυσμιακής και οικονομικής τρωτότητας για τις πολεοδομικές ζώνες.....  | 54  |
| Πίνακας 10: Πίνακας ιδιοτήτων που δημιουργείται από το εργαλείο "create fishnet" για διαστάσεις κελιών 500μ x500μ. ....   | 56  |
| Πίνακας 11: Αποτελέσματα του "tabulate intersection" για οικονομική τρωτότητα δείκτη 250 με κάναβο 500μ x 500μ και η επιπλέον στήλη ("p_eko250) με τους νέους δείκτες τρωτότητας..... | 59  |
| Πίνακας 12: Μέρος του πίνακα ιδιοτήτων του αρχείου fishnet500x500_SpatialJoin2(4). ....   | 62  |
| Πίνακας 13: Κατηγορία κινδύνου βάση της μέγιστης πιθανής επίπτωσης στο εκάστοτε κελί.....   | 67  |
| Πίνακας 14: Αποτίμηση της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=500, καννάβου 30μ x 30μ. ....   | 68  |
| Πίνακας 15: Αποτίμηση της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=100, καννάβου 30μ x 30μ. ....   | 70  |
| Πίνακας 16: Αποτίμηση της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=20, καννάβου 30μ x 30μ. ....  | 72  |
| Πίνακας 17: Κατηγορίες επικινδυνότητας της πλημμύρας ανάλογα με τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του βάθους (d) και της ταχύτητας (v). ....  | 82  |
| Πίνακας 18: Βαθμός επιρροής επικινδυνότητας της πλημμύρας.....  | 82  |
| Πίνακας 19: Κατηγορίες κινδύνου ανάλογα με τη συνολική πιθανή επίπτωση πλημμύρας. ....  | 97  |
| Πίνακας 20: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $V < 0.5$ , T=500 και κάναβο 30μ x 30μ. ....  | 98  |
| Πίνακας 21: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $0.5 < V < 2$ , T=500 και κάναβο 30μ x 30μ .....  | 100 |
| Πίνακας 22: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $2 < V < 4$ , T=500 και κάναβο 30μ x 30μ. ....  | 101 |
| Πίνακας 23: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $V > 4$ , T=500 και κάναβο 30μ x 30μ. ....  | 103 |
| Πίνακας 24: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $V < 0.5$ , T=100 και κάναβο 30μ x 30μ. ....  | 104 |
| Πίνακας 25: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $0.5 < V < 2$ , T=100 και κάναβο 30μ x 30μ. ....  | 106 |
| Πίνακας 26: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $2 < V < 4$ , T=100 και κάναβο 30μ x 30μ. ....  | 107 |
| Πίνακας 27: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $V > 4$ , T=100 και κάναβο 30μ x 30μ. ....  | 109 |

|   |     |
|---|-----|
| Πίνακας 28: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $V < 0.5$ , $T = 20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .....     | 110 |
| Πίνακας 29: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $0.5 < V < 2$ , $T = 20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ ..... | 112 |
| Πίνακας 30: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $2 < V < 4$ , $T = 20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .....   | 113 |
| Πίνακας 31: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για $V > 4$ , $T = 20$ και κάρναβο $30\mu \times 30\mu$ .....       | 115 |
| Πίνακας 32: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από πλημμύρα .....  | 118 |

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Οι φυσικοί κίνδυνοι αντιπροσωπεύουν τη πιθανότητα αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπων και ακραίων φυσικών γεγονότων. Εξ' ορισμού, οι φυσικοί κίνδυνοι αποτελούν απειλή για την κοινωνία. Ο κίνδυνος υπάρχει γιατί οι άνθρωποι και οι δραστηριότητες τους είναι συνεχώς εκτεθειμένοι στα στοιχεία της φύσης, όπως για παράδειγμα δημιουργώντας περιουσίες σε πλημμυρικές περιοχές, καλλιεργώντας σε πλαγίες ενεργών ηφαιστειών ή κτίζοντας κατοικίες σε παράκτιες ζώνες που είναι επιρρεπείς σε τυφώνες (Burrell, 2017). Οι φυσικές καταστροφές είναι καταστροφικά γεγονότα που προκαλούνται από φυσικούς κινδύνους, επιφέροντας τραυματισμούς και ζημιές. Οι καταστροφές εξουδετερώνουν τους τοπικούς πόρους και απαιτούν σημαντική υποστήριξη εκτός της τοπικής κοινότητας (Andjelkovic, 2001).

Οι πλημμύρες είναι ο πιο κοινός φυσικός κίνδυνος παγκοσμίως. Αυτό οφείλεται κυρίως στην τεράστια γεωγραφική κατανομή των πλημμυρικών περιοχών και των παράκτιων περιοχών χαμηλού υψομέτρου (Natural Disaster Assosiation). Με τον όρο πλημμύρα, αναφερόμαστε στις περιστάσεις όπου οι εδαφικές περιοχές που υπό κανονικές συνθήκες είναι στεγνές, κατακλύζονται από ποσότητες νερού.

Σύμφωνα με τη βάση δεδομένων φυσικών καταστροφών (CRED and UNISDR, 2019), οι πλημμύρες συνέχισαν να είναι ο φυσικός κίνδυνος, ο οποίος επηρεάζει το μεγαλύτερο αριθμό ανθρώπων για το 2018 (35.4 εκατομμύρια άνθρωποι). Για το προαναφερόμενο έτος, προκλήθηκαν 2859 θάνατοι παγκοσμίως από πλημμύρα.

Τα ισχυρά αυτά φυσικά φαινόμενα δημιούργησαν την ανάγκη διαχείρισης, αξιολόγησης και αντιμετώπισης των κινδύνων πλημμύρας από τις διεθνείς κοινότητες, με σκοπό τη μείωση των ζημιών και των απωλειών. Στα πλαίσια της ανάγκης αυτής η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την Οδηγία 2007/60/EK για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε γι' αυτήν την διπλωματική εργασία, βασίζεται στην Οδηγία 2007/60/EK και έχει ως σκοπό την αξιολόγηση του πλημμυρικού κινδύνου στην περιοχή της Γερμασόγειας, στην επαρχία Λεμεσού.

## 1.2 ΟΔΗΓΙΑ 2007/60/ΕΚ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Η Οδηγία 2007/60/ΕΚ για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου εκδόθηκε στις 23 Οκτωβρίου 2007 και τέθηκε σε ισχύ στις 26 Νοεμβρίου 2007. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνωρίζει ότι μερικές από τις δυνητικές ζημιές μιας πλημμύρας είναι οι απώλειες ζωής, η αναγκαστική μετακίνηση πληθυσμού, η οικολογική καταστροφή, με όλα αυτά να έχουν ως επακόλουθο ένα σοβαρό οικονομικό πλήγμα στην κοινότητα. Επίσης, οι πλημμύρες είναι φυσικά φαινόμενα τα οποία δεν μπορούν να προβλεφτούν σε μεγάλο βαθμό και ενισχύονται, μέσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα (όπως αύξηση των οικισμών στις πλημμυρικές περιοχές και αλλαγή της χρήση γης) αλλά και την αλλαγή του κλίματος, με αποτέλεσμα οι συνέπειες τους να προβλέπονται καταστροφικές.

Η οδηγία αυτή, έχει ως στόχο τη δημιουργία ενός θεσμικού πλαισίου για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας το οποίο θα έχει τη δυνατότητα να μειώσει τις αρνητικές συνέπειες μιας πλημμύρας στον άνθρωπο, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και την οικονομική δραστηριότητα.

Σύμφωνα με την οδηγία 2007/60/ΕΚ, ως πλημμύρα ορίζουμε τη προσωρινή κάλυψη του εδάφους από νερό το οποίο, υπό φυσιολογικές συνθήκες, δεν καλύπτεται από νερό. Τα κράτη μέλη οφείλουν να ακολουθήσουν τα επόμενα στάδια:

**ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ:** Να προσδιοριστούν οι περιοχές στις οποίες υπάρχουν δυνητικοί σοβαροί κίνδυνοι πλημμύρας, μέσω της προκαταρκτικής αξιολόγηση κινδύνου πλημμύρας. Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού ή τμήμα διεθνούς περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού που βρίσκεται στην επικράτειά τους.

**ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΤΑΔΙΟ:** Δημιουργία χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας και κινδύνου πλημμύρας σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας. Στους χάρτες επικινδυνότητας της πλημμύρας πρέπει να φαίνονται οι περιοχές που θα μπορούσαν να πλημμυρήσουν σε περίπτωση πλημμύρας με χαμηλή πιθανότητα, με μέση πιθανότητα και με υψηλή πιθανότητα ανάλογα με τη περίπτωση. Ακόμα, στους χάρτες επικινδυνότητας πρέπει να παρουσιάζονται στοιχεία όπως η έκταση της πλημμύρας, το βάθος του νερού και η ταχύτητα ροής. Άλλα είδη



πληροφοριών που πρέπει να φαίνονται σ' αυτούς τους χάρτες είναι: ένας ενδεικτικός αριθμός των κατοικιών που ενδέχεται να πληγούν, οικονομική δραστηριότητα που ενδέχεται να πληγεί και η πιθανή ζημιά στο περιβάλλον.

**ΤΡΙΤΟ ΣΤΑΔΙΟ:** Κατάρτιση σχεδίων διαχείρισης κινδύνων πλημμύρας για τις περιοχές όπου υπάρχουν σοβαροί δυνητικοί κίνδυνοι πλημμύρας, οι οποίες αναγνωρίστηκαν στο δεύτερο στάδιο. Τα σχέδια αυτά επικεντρώνονται σε τρία θεματικά πεδία: πρόληψη, προστασία και ετοιμότητα. Στόχος τους είναι να μελετήσουν την αποκατάσταση των πλημμυρικών περιοχών, τα προληπτικά μέτρα και την μείωση των ζημιών στην υγεία και τη ζωή των ανθρώπων, στο περιβάλλον, στην πολιτιστική κληρονομιά, στην οικονομική δραστηριότητα και στις υποδομές σε περίπτωση πλημμύρας. Έχοντας υπόψη τους περιβαλλοντικούς στόχους που τέθηκαν υπό την οδηγία 2000/60/ΕΚ, σε συνδυασμό με την οδηγία 2007/60/ΕΚ, αποτελούν ολοκληρωμένα διαχείριση των λεκανών απορροής ποταμών. Τα στοιχεία των σχεδίων διαχείρισης κινδύνων πλημμύρας πρέπει να αναθεωρούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα έτσι ώστε να παραμένουν επίκαιρα.

Γενικά, στόχος είναι η μείωση του σημαντικού κινδύνου πλημμύρας σε όλη την Ευρώπη. Οι αλλαγές που πραγματοποιούνται στις πλημμυρικές περιοχές, αυξάνουν τον κίνδυνο πλημμύρας, καθιστώντας τα παλιότερα διορθωτικά μέτρα αναποτελεσματικά. Μια ανασκόπηση των σχεδίων διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας, δείχνουν ότι λύσεις που έχουν ως κεντρικό άξονα τη φύση, περιλαμβάνοντας φυσικά μέτρα διατήρησης του νερού και επιτρέποντας περισσότερο χώρο για τη διάδοσή του, κερδίζουν όλο και περισσότερο έδαφος. (EEA, 2018)

### **1.3 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η εργασία περιλαμβάνει την παρούσα εισαγωγή (Κεφάλαιο 1) και ακόμα 8 κεφάλαια.

Στο Κεφάλαιο 2 αναπτύσσεται το θεωρητικό υπόβαθρο μέσω συνοπτικής βιβλιογραφικής αναφοράς. Αρχικά, γίνεται θεωρητική ανάλυση της πλημμύρας, διαχωρίζονται οι διάφορες κατηγορίες της και αναφέρονται οι τρόποι πρόληψης και διαχείρισης της πλημμύρας. Στη συνέχεια αναλύεται ο ρόλος της κλιματικής αλλαγής, ορίζονται οι πλημμυρικές περιοχές καθώς και οι έννοιες κίνδυνος, επικινδυνότητα και τρωτότητα πλημμύρας. Ακολουθεί η ανάλυση των πλημμυρικών ζημιών, έπειτα παρουσιάζονται διάφορες πτυχές της πλημμύρας, γίνεται επεξήγηση του πλημμυρικού μοντέλου και τέλος γίνεται βιβλιογραφική αναφορά σχετικά με προγενέστερες έρευνες.

Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται συσχέτιση μεταξύ των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και των πλημμυρών.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η περιοχή υπό μελέτη. Συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στο κλίμα της Κύπρου και οι περιοχές δυνητικού σοβαρού κινδύνου πλημμύρας. Επιπλέον, περιγράφονται τα χαρακτηριστικά του ποταμού και του φράγματος της Γερμασόγειας.

Στο Κεφάλαιο 5 αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, τα βήματα που πραγματοποιήθηκαν στο ArcGIS καθώς και τα αποτελέσματα.

Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα.

Στο Κεφάλαιο 7 διευκρινίζονται οι αβεβαιότητες της εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 8 παρουσιάζεται η βιβλιογραφία.

Στο Κεφάλαιο 9 παρατίθενται τα παραρτήματα.

## 2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

### 2.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Ως πλημμύρα ορίζουμε την υπερχειλίση των φυσιολογικών ορίων ενός ποταμού ή άλλου σώματος νερού ή τη συσσώρευση νερού σε περιοχές, που υπό κανονικές συνθήκες δεν είναι βυθισμένες (IPCC, 2012). Οι πλημμύρες είναι μια φυσική και όχι ασυνήθιστη διαδικασία που σχετίζεται με τη δυναμική του ποταμού (EEA, 2016). Καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας, ο άνθρωπος καταπατά και εκμεταλλεύεται τη φύση στο έπακρο. Αυτή η στάση του, προκαλεί ανυπέρβλητα προβλήματα που μέχρι και σήμερα καταστρέφουν με ραγδαίους ρυθμούς το περιβάλλον και κατά συνέπεια την ίδια του τη ζωή (Andjelkovic, 2001). Σε ολόκληρη την Ευρώπη, οι πλημμύρες έχουν επηρεάσει την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες (EEA, 2016). Οι πλημμύρες συνδέονται με μερικά ακραία φυσικά φαινόμενα που συμβαίνουν σε μια γεωγραφική περιοχή γνωστή ως λεκάνη απορροής. Ως λεκάνη απορροής ορίζουμε την περιοχή της επιφάνειας της γης που περικλείεται από τον υδροκρίτη, δηλαδή τη νοητή γραμμή που συνδέει τα ψηλότερα σημεία των υψωμάτων της επιφάνειας του εδάφους και διαχωρίζει τη ροή των όμβριων υδάτων. Η βασική αιτία πλημμύρας στις λεκάνες απορροής είναι η έντονη βροχόπτωση, ή η βροχόπτωση σε συνδυασμό με το λιώσιμο των χιονιών, ενώ έπεται η ανάπτυξη ροών πλημμυρών που υπερβαίνουν την χωρητικότητα των φυσικών υδατορευμάτων. Άλλα αίτια των πλημμυρών σύμφωνα με τον Andjelkovic (2001) είναι:

- υπερβολικά υψηλή στάθμη νερού λόγω φυσικών ή ανθρωπογενών εμποδίων στη πορεία που ακολουθεί η ροή της πλημμύρας όπως γέφυρες και αποχετευτικοί αγωγοί,
- αστοχία φράγματος,
- κομμάτια πάγου, τα οποία αιωρούνται στην επιφάνεια του ποταμού και μπορούν να εκτρέψουν την πορεία του,
- αποδάσωση της λεκάνης απορροής.

### 2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

A) Ποτάμια πλημμύρα: συμβαίνει όταν ένας ποταμός υπερχειλίσει. Αυτό συμβαίνει κυρίως από τα μεγάλα ύψη βροχόπτωσης κατά τους χειμερινούς και τους ανοιξιάτικους μήνες, σε συνδυασμό με το λιώσιμο του χιονιού. Άλλα αίτια που μπορούν να οδηγήσουν σε

υπερχείλιση είναι η στένωση του ποταμού ή η αστοχία αντιπλημμυρικών αναχωμάτων κατά μήκος του ποταμού.

Β) Παράκτιες πλημμύρες: δημιουργούνται από έντονες καταιγίδες, ισχυρούς ανέμους ή και από τσουνάμι, τα οποία προκαλούν απότομη άνοδο στη στάθμη της θάλασσας, κατά μήκος της παραθαλάσσιας ακτογραμμής.

Γ) Αστικές πλημμύρες: καθώς η αστικοποίηση αυξάνει την απορροή, δύο έως έξι φορές περισσότερο απ' ό τι σε φυσικό έδαφος.

Δ) Στιγμαϊές πλημμύρες: μπορούν να συμβούν μέσα σε λίγα λεπτά ή ώρες, αποτέλεσμα της υπερβολικής βροχόπτωσης, αστοχίας φράγματος ή την ξαφνική έκλυση μεγάλης ποσότητας νερού (Jeyaseelan, 2003).

### **2.3 ΠΡΟΛΗΨΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ**

Η πρόληψη του κινδύνου πλημμύρας και των πλημμυρικών απωλειών περιλαμβάνει διάφορες πτυχές που πρέπει να θεωρηθούν ως συστατικά μέρη ενός ενιαίου συστήματος πρόληψης. Οι πλημμύρες αποτελούν μέρος του φυσικού κύκλου του ύδατος, ωστόσο η ανθρωπότητα έχει βρει τρόπους να παρέμβει.

Αυτή η ανθρώπινη παρέμβαση, έχει ως αποτέλεσμα τον επηρεασμό του κλίματος, το οποίο οδηγεί σε συχνότερες και πιο έντονες βροχοπτώσεις. Η παρέμβαση αυτή προκαλεί την αλλαγή της ικανότητας διείσδυσης του νερού στο έδαφος, λόγω των αδιάβροχων επιφανειών, των συμπαγών εδαφών, της διατήρησης του νερού στην τοποθεσία που πέφτει καθώς και την αλλαγή κατεύθυνσης του νερού σε ποταμούς, λίμνες ή προς τη θάλασσα μέσω των αποχετεύσεων. Οι πλημμύρες συμβαίνουν όταν το έδαφος, μια λίμνη ή ένας ποταμός δεν μπορεί να απορροφήσει άλλο νερό. Το νερό στη συνέχεια στέκεται ή ρέει σε περιοχές που είναι συνήθως ξηρές. Οι πλημμύρες μπορούν να επηρεαστούν από μέτρα όπως η διατήρηση του νερού σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους (πχ. λεκάνες συγκράτησης, δεξαμενές) ή από την κατεύθυνση των υδάτων με αναχώματα εντός μιας προκαθορισμένης περιοχής. Όλα αυτά τα μέτρα βασίζονται σ' αυτό που ονομάζουμε πλημμύρα σχεδιασμού, δηλαδή ένα σχετικά υψηλό επίπεδο πλημμύρας που χρησιμοποιείται ως βάση, για το σχεδιασμό μέτρων προστασίας. Οι απώλειες λόγω της πλημμύρας συμβαίνουν όταν οι άνθρωποι και τα αγαθά τους πλήττονται από αυτή. Σε τέτοιες περιπτώσεις η υγρασία, η βρωμιά και η διάβρωση παίζουν σημαντικό ρόλο. Οι προφυλάξεις που μπορούν να ληφθούν ώστε να αποτραπεί ο επηρεασμός του ανθρώπου καθώς και των υαρχόντων του από το νερό είναι:

- η αναθεώρηση των κανονισμών χρήσης γης όπως η απαγόρευση κατοικήσιμων περιοχών σε περιοχές ευάλωτες σε πλημμύρες,
- η θέσπιση διαρθρωτικών μέτρων όπως η κατασκευή υπερυψωμένων δομών και αδιάβροχων υπογείων και κτιρίων,
- αλλαγή της διαχείρισης των αγαθών, δηλαδή αποφυγή εγκατάστασης αντικειμένων μεγάλης αξίας που είναι ευαίσθητα στα ύδατα, στα χαμηλότερα τμήματα των κτιρίων,
- η λήψη κατάλληλων μέτρων σε περίπτωση επικείμενης πλημμύρας (π.χ. εκκαθάριση απειλούμενων μερών κτιρίων) (Kron, 2007)

## 2.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

Στο επίκεντρο του σχεδιασμού διαχείρισης βρίσκονται ο προσδιορισμός των προβλημάτων, ευκαιριών, περιορισμών και στόχων, η καθιέρωση πολιτικών και προτεραιοτήτων που να διέπουν την συνολική προσπάθεια και τέλος, η ανάπτυξη κριτηρίων και προτύπων για την αξιολόγηση των επιδόσεων των συστημάτων στο πλαίσιο μελλοντικών σεναρίων ανάπτυξης. Οι στόχοι της διαχείρισης των πλημμυρών είναι συγκεκριμένα τελικά αποτελέσματα, που πρέπει να επιτευχθούν σε ένα προκαθορισμένο χρόνο. Αυτά είναι:

- μείωση της έκθεσης των ανθρώπων και των περιουσιακών στοιχείων σε κινδύνους πλημμύρας,
- μείωση του υφιστάμενου επιπέδου ζημιών από πλημμύρες,
- ελαχιστοποίηση της διάβρωσης του εδάφους και προβλημάτων καθίζησης,
- προστασία της περιβαλλοντικής ποιότητας και της ευημερίας μέσω της μείωσης της ρύπανσης στη λεκάνη απορροής,
- βελτίωση της χρησιμότητας των κατακλυζομένων ζωνών,
- ελαχιστοποίηση της ρύπανσης των υδάτων,
- μείωση των μελλοντικών ρυθμών ροής,
- βελτίωση των συνολικών αστικών ικανοτήτων,
- αναπλήρωση των υπογείων υδάτων,
- υποστήριξη της παροχής οικιακής ύδρευσης,
- συλλογή νερού για άρδευση,
- προστασία της δημόσιας υγείας,
- συλλογή και χρησιμοποίηση των όμβριων υδάτων ως πόρο.

Είναι καθήκον των επαγγελματιών διαχείρισης των πλημμυρών να προτείνουν τα επίπεδα αποδεκτού κινδύνου που βασίζονται σε συγκεκριμένες συνθήκες ξεχωριστά για κάθε τόπο, να ενημερώνουν τους ανθρώπους σχετικά με τον κίνδυνο που υπάρχει στη ζωή τους και να τους βοηθήσουν να κάνουν αποδοχές, βάσει των οποίων θα προταθούν επαρκή μέτρα προστασίας από τις πλημμύρες (Andjelkovic, 2001).

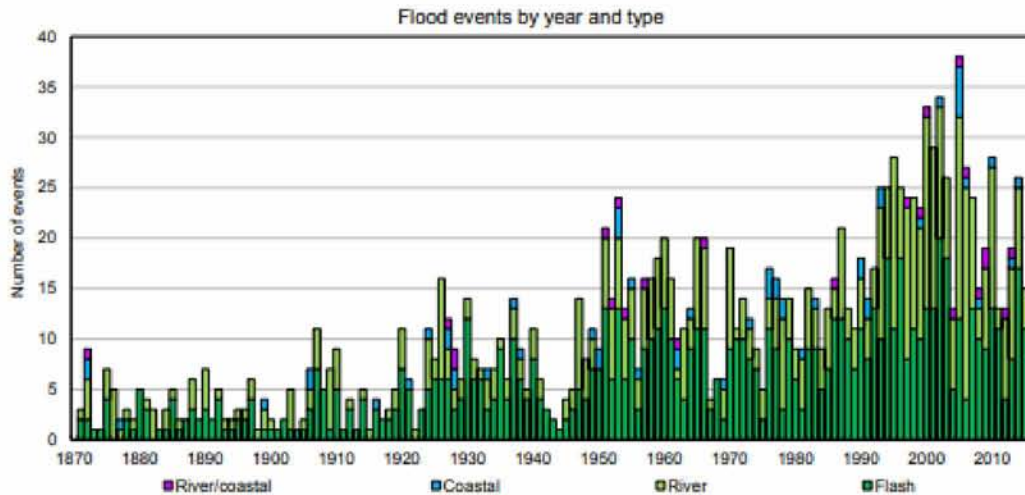
## 2.5 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Μία από τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, είναι η αλλαγή του πλημμυρικού κινδύνου, η οποία με τη σειρά της φέρει επιπτώσεις στην ανθρώπινη ευημερία. Οι μελλοντικές ζημιές από πλημμύρες θα εξαρτηθούν από πολλούς παράγοντες. Μεταξύ των σημαντικότερων παραγόντων είναι ο ρυθμός και ο τρόπος ανάπτυξης των πλημμυρικών περιοχών, ο βαθμός και ο τύπος προστασίας από τις πλημμύρες και η φύση των κλιματικών αλλαγών σε υδρολογικές συνθήκες, στο επίπεδο της θάλασσας και στα κύματα θύελλας. Οι κλιματικές αλλαγές στις υδρολογικές συνθήκες θα επηρεάσουν το μέγεθος, τη συχνότητα και το κόστος των μελλοντικών ακραίων υδρολογικών συμβάντων. Οι υδρολογικές διακυμάνσεις επιβάλλουν διάφορα είδη κόστους στην κοινωνία, συμπεριλαμβανομένου του κόστους κατασκευής και διαχείρισης υποδομών και του οικονομικού και κοινωνικού κόστους των πλημμυρών και της ξηρασίας που μπορεί να συμβούν παρά τις επενδύσεις αυτές (Program, 2000). Επιπλέον, στο μέλλον, οι βροχοπτώσεις υψηλής έντασης αναμένεται να γίνουν συχνότερες λόγω της κλιματικής αλλαγής, που σημαίνει ότι ορισμένες χώρες θα αντιμετωπίσουν αυξημένη ζήτηση για προστασία από τις πλημμύρες (EEA, 2018).

Είναι αδιαμφισβήτητο ότι ένα θερμότερο κλίμα θα οδηγήσει σε υψηλότερη περιεκτικότητα σε υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Το αποτέλεσμα θα είναι όχι μόνο μεγαλύτερες ποσότητες βροχόπτωσης γενικά αλλά και έντονες βροχοπτώσεις σε περιφερειακές ή τοπικές συνθήκες, ειδικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όπως επιβεβαιώθηκαν τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια. Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι αυτό δεν συμβαδίζει με τη γενική τάση προς ξηρά καλοκαίρια σε ορισμένες περιοχές. Πρέπει μάλλον να θεωρηθεί ως ένδειξη μεγαλύτερης μεταβλητότητας της κατακρημνίσεως και συνεπώς πιο συχνών ακραίων συμβάντων τόσο στο άνω όσο και στο κάτω άκρο της κλίμακας κατανομής έντασης. Παρόλο που θα υπάρξει λιγότερη βροχή το καλοκαίρι, θα είναι περισσότερο συγκεντρωμένη σε ορισμένο χρονικό διάστημα και έτσι αυξάνεται η πιθανότητα να εμφανιστούν περισσότερες πλημμύρες. Οι απώλειες οφείλονται σε αυτά τα ακραία

φαινόμενα και όχι μεταβολή των μέσων τιμών. Ταυτόχρονα, οι τάσεις που παρατηρήθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς και οι πρότυποι υπολογισμοί των μελλοντικών κλιματικών σεναρίων, μας οδηγούν στο να περιμένουμε πολύ πιο ήπιους και βροχερούς χειμώνες σε πολλές περιοχές. Αυτό θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στον κίνδυνο πλημμύρας, επειδή οι βροχοπτώσεις θα έχουν τη μορφή βροχής παρά χιονιού. Χωρίς το ρυθμιστικό ρόλο που παρέχει το χιόνι, η βροχόπτωση καταλήγει κατευθείαν σε ποτάμια και ρέματα. Η επίδραση αυτή μεγαλώνει από το γεγονός ότι το χειμώνα, όταν το επίπεδο εξάτμισης είναι χαμηλό, το χώμα είναι συχνά σχεδόν πλήρως κορεσμένο και έτσι η επιφάνεια λειτουργεί ως μια φυσική αδιαπέραστη στρώση. Επιπλέον, επί 30 περίπου χρόνια, η Ευρώπη έχει δει μια αύξηση σε καιρικά φαινόμενα, όπως πολύ βροχερά συστήματα χαμηλής πίεσης που συχνά προκαλούν πλημμύρες.

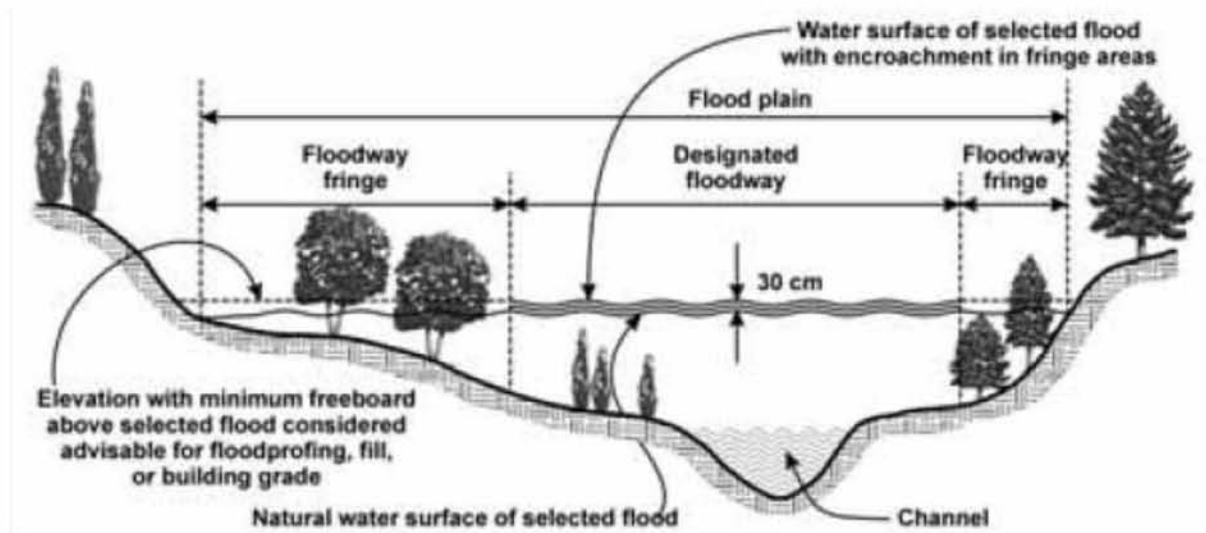
Τα απομονωμένα ακραία γεγονότα δεν είναι κάτι καινούργιο, γεγονός το οποίο μαρτυρούν τα πολυάριθμα ψηλά σημάδια νερού στα ιστορικά κτίρια. Κατά συνέπεια, ακόμη και τέτοιες εξαιρετικές πλημμύρες όπως αυτές που κατέκλεισαν την κεντρική Ευρώπη το καλοκαίρι του 2002 δεν μπορούν να αναφερθούν ως απόδειξη της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Από την άλλη πλευρά, οι ενδείξεις ότι οι κλιματικές συνθήκες έχουν ήδη αλλάξει σημαντικά είναι τόσο ισχυρές και αδιαμφισβήτητες ώστε κανένας αμερόληπτος παρατηρητής δεν μπορεί να τις αρνηθεί. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα έχουν αυξηθεί σε συχνότητα και ένταση ή συμβαίνουν πλέον συχνότερα σε εποχές που είναι άτυπες για αυτά. Η εξέλιξη αυτή οφείλεται, τουλάχιστον εν μέρει, σε ανθρώπινους παράγοντες, που έχουν ως αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη και είναι πιθανό να συνεχιστεί και ακόμη και να επιταχυνθεί στο μέλλον. Το κράτος, οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, ο πληθυσμός και ο ασφαλιστικός κλάδος πρέπει να συμφωνούν με το γεγονός ότι θα υπάρξουν συχνότερα και πιο καταστροφικά γεγονότα και γενικά μεγαλύτερες απώλειες (Kron, 2007).



Σχήμα 1: Κατανομή πλημμυρών στην Ευρώπη, με βάση το χρόνο και τον είδος τους (Paprotny, 2018)

## 2.6 ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Οι πλημμυρικές περιοχές, είναι οι περιοχές γύρω από υδάτινα ρεύματα, οι οποίες καλύπτονται με νερό μόνο σε περίπτωση πλημμύρας. Οι φυσικές πλημμυρικές εκτάσεις έχουν μεγάλη οικολογική αξία, αφού φιλτράρουν, αποθηκεύουν νερό και υποστηρίζουν μια ευρεία ποικιλία χλωρίδας και άγριας πανίδας. (EEA, 2018)



Σχήμα 2: : Ορισμοί φυσικών πλημμυρικών περιοχών (Andjelkovic, 2001)

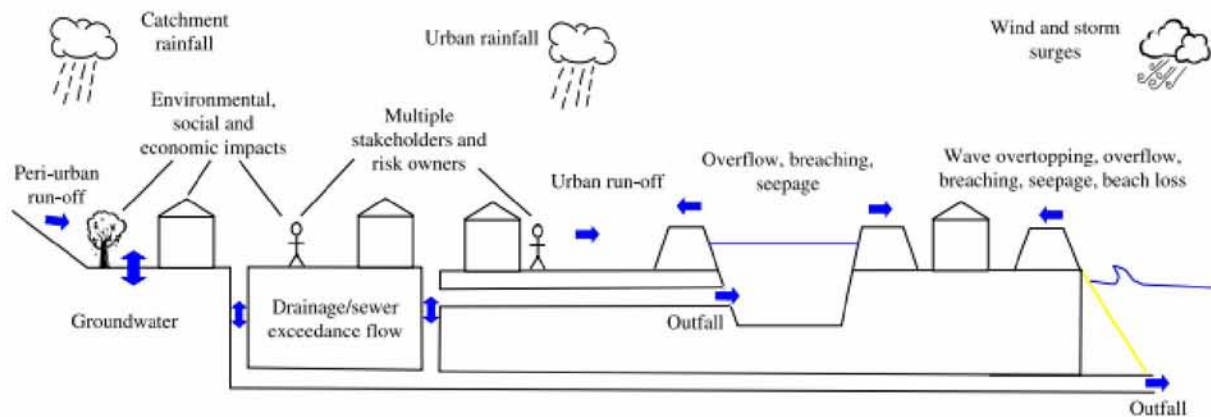
Ακόμα, είναι σημαντικές για τους υδάτινους πόρους, αφού παρέχουν φυσική προστασία από τις πλημμύρες και τη διάβρωση, συμβάλλουν στη διατήρηση της υψηλής ποιότητας των υδάτων και στη διατήρηση των αποθεμάτων των υπόγειων υδάτων. Κάποια ειδικά τμήματα των φυσικών πλημμυρικών περιοχών ονομάζονται υδροβιότοποι, η σημαντικότητα των



οποίων στις πλημμύρες και τη διαχείριση της ρύπανσης αυξάνεται σταθερά (Andjelkovic, 2001). Οι πλημμυρικές περιοχές έχουν σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, καθώς τροποποιούν τον όγκο που διέρχεται σε ένα ποταμό και προστατεύουν τις κοινωνίες και τις οικονομικές δραστηριότητες από ζημιές (EEA, 2016).

Οι τεχνητές πλημμυρικές περιοχές, οι οποίες δημιουργούνται από φυσικές πλημμυρικές περιοχές μέσω της αστικοποίησης, που βρίσκονται κατά μήκος των αστικών κολπίσκων, δεν είναι εύκολο να αναγνωριστούν σε αστικό περιβάλλον. Η αστική απορροή δεν ρέει πάντοτε κάθετα στις γραμμές περιγράμματος του φυσικού εδάφους λόγω πολλών αντικειμένων και εγκαταστάσεων υποδομής που συνιστούν αστικό περιβάλλον.

Η αστικοποίηση μιας φυσικής πλημμυρικής περιοχής αυξάνει την ευαισθησία των γειτονικής γης στις πλημμύρες. Οι λεωφόροι των πόλεων, οι δευτερεύουσες κυκλοφοριακές αρτηρίες, οι πλευρικοί δρόμοι και τα πάρκα, συνήθως σε συνδυασμό με υπόγεια κατοικιών και άλλα χαμηλά σημεία ξηράς, αναλαμβάνουν το καθήκον εκκένωσης των υπερβολικών ποσοτήτων όμβριων υδάτων. Επομένως, μόλις οριστεί ο σχεδιασμός του δρόμου από τους πολεοδόμους, οι επιλογές που είναι ανοιχτές στους σχεδιαστές αποστράγγισης μειώνονται σημαντικά (Andjelkovic, 2001).



Σχήμα 3: Βασικά χαρακτηριστικά ενός ολοκληρωμένου αστικού αποχετευτικού συστήματος (Dawson RJ, 2008).

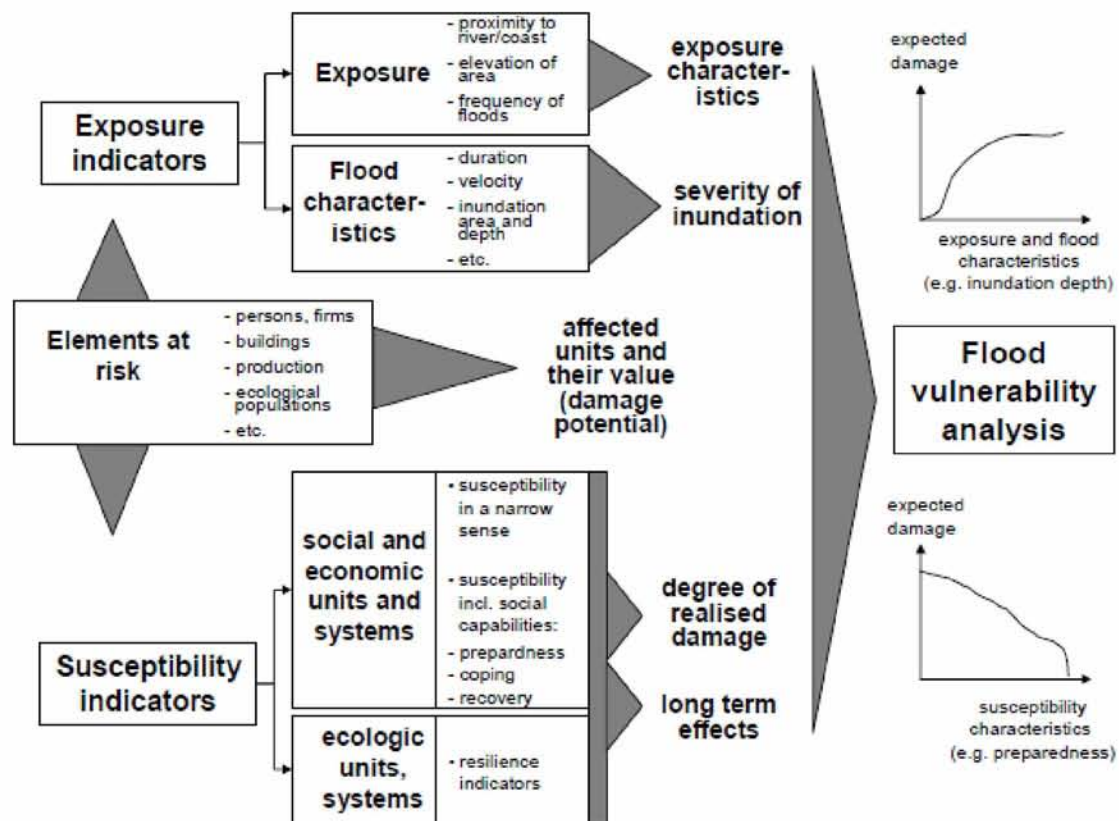
Σύμφωνα με εκτιμήσεις, το 70-90% των πλημμυρικών περιοχών της Ευρώπης υποβαθμίζεται οικολογικά λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ιδίως εκείνων που λαμβάνουν χώρα από τη δεκαετία του 1950. Πολλές από τις μεγάλες πόλεις της Ευρώπης βρίσκονται σε πλημμυρικές περιοχές, στις οποίες η γεωργία συνδέεται με περίπου το 60% των δραστηριοτήτων χρήσης γης. Παρόλο που φιλοξενούν πολλαπλά προστατευόμενα είδη και οικοτόπους, πλέον φιλοξενούν και το 15% του πληθυσμού της Ευρώπης. Στην Αυστρία,

την Ολλανδία, τη Σλοβακία και τη Σλοβενία, ο αριθμός αυτός υπερβαίνει το 25%. Οι πλημμυρικές περιοχές της Ευρώπης κάλυπταν κάποτε ευρείες εκτάσεις κατά μήκος των ευρωπαϊκών ποταμών και είχαν μεγάλη οικολογική σημασία. Αρκετές από αυτές εκκαθαρίστηκαν για σκοπούς γεωργίας και κάποιες άλλαξαν εντελώς λόγω της αστικοποίησης και των αντιπλημμυρικών έργων, με αποτέλεσμα να απομείνουν μόνο κάποια τμήματα τους. Παρά τα περιορισμένα ομοιογενή χωρικά δεδομένα σχετικά με την έκταση και την ποιότητα των εναπομεινάντων πλημμυρικών περιοχών της Ευρώπης, υπάρχουν σαφή παραδείγματα που αποδεικνύουν ότι η οικολογική σημασία δεν εξαρτάται μόνο από τη χρήση γης και την ποιότητα του νερού, αλλά και από τις υδρολογικές συνθήκες και τη συνδεσιμότητα ανάμεσα στο υδάτινο σώμα και την πλημμυρική περιοχή (EEA, 2016).

## **2.7 ΚΙΝΔΥΝΟΣ, ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ, ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ**

Ορισμοί:

- Κίνδυνος Πλημμύρας: «ο συνδυασμός της πιθανότητας να λάβει χώρα πλημμύρα και των δυνητικών αρνητικών συνεπειών για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες, που συνδέονται με αυτή την πλημμύρα».
- Επικινδυνότητα πλημμύρας: «δυνατότητα εμφάνισης πλημμύρας σε συγκεκριμένο χώρο (ποσοτικοποιούμενη μέσω του βάθους νερού, της ταχύτητας ροής ή άλλου χαρακτηριστικού υδρολογικού ή υδραυλικού μεγέθους) που αντιστοιχεί σε δεδομένη πιθανότητα υπέρβασης».
- Τρωτότητα πλημμύρας: « οι συνθήκες που καθορίζονται από φυσικούς, κοινωνικούς, οικονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες, οι οποίοι αυξάνουν την ευαισθησία μιας κοινότητας στην επίδραση των κινδύνων.» (Tingsanchali, 2012 ).

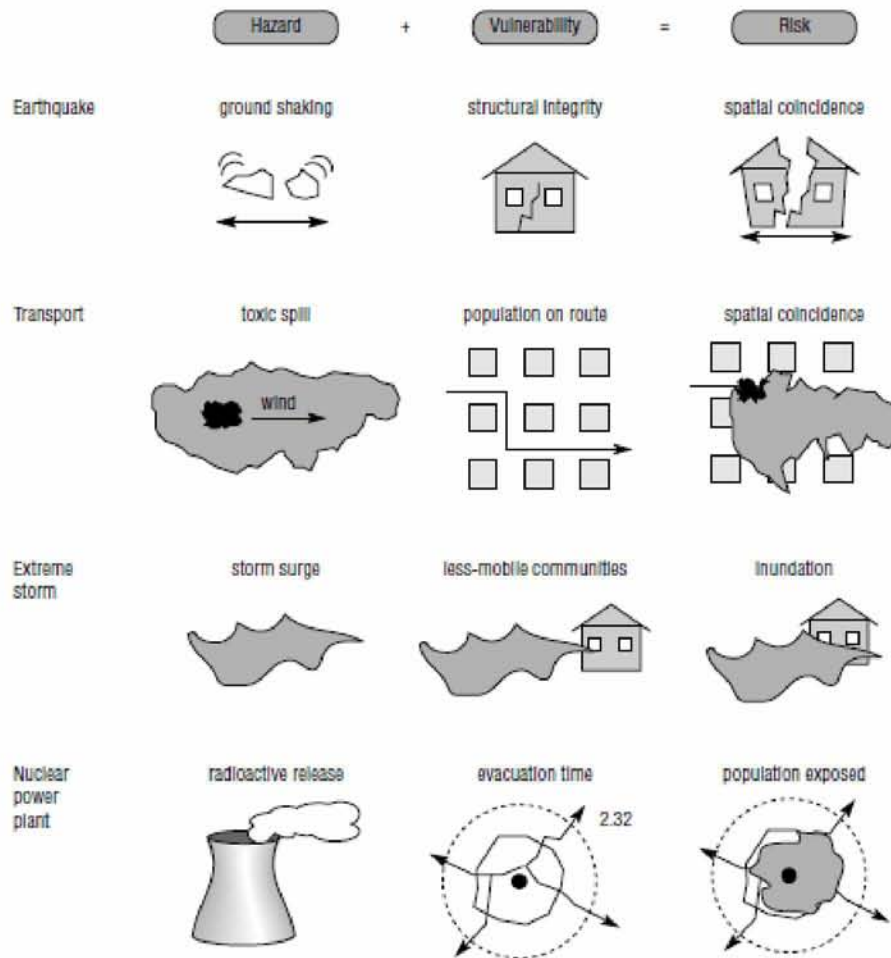


Σχήμα 4: Δείκτες που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση τρωτότητας πλημμύρας (Messner, 2006).

Οι πλημμύρες προκαλούνται από φυσικούς παράγοντες ή από συνδυασμό φυσικών και ανθρώπινων παραγόντων. Ο κίνδυνος είναι πιθανότητα απώλειας και μπορεί να εκφραστεί ως: ΚΙΝΔΥΝΟΣ = ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΟΤΗΤΑ x ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ

#### Εξίσωση 1

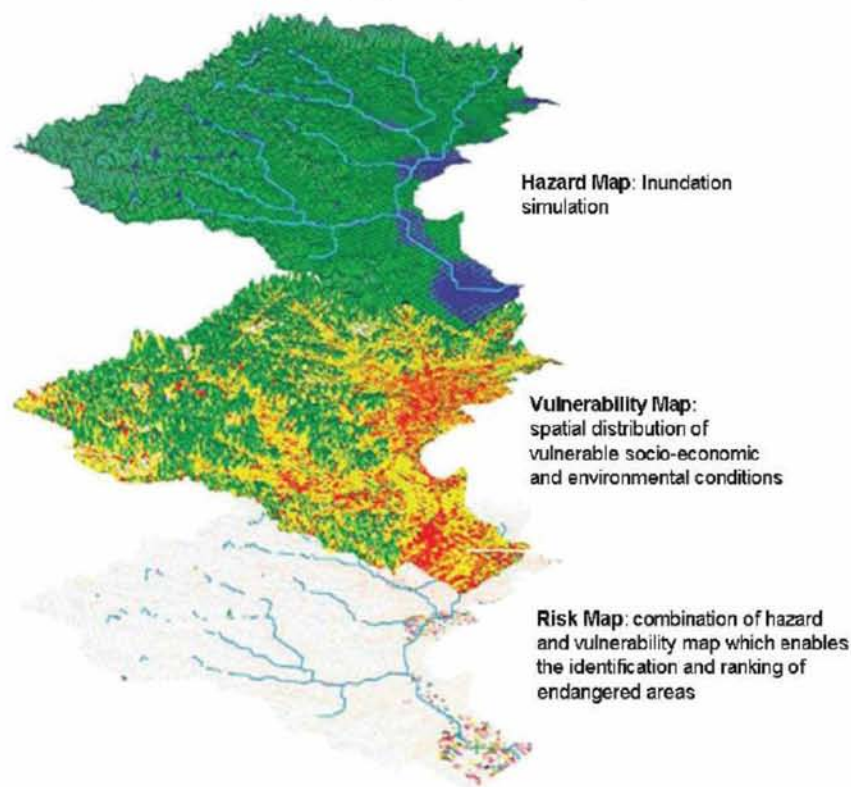
Η επικινδυνότητα της πλημμύρας εξαρτάται από τα σχετικά μεγέθη της πλημμύρας, όπως το βάθος της, τη ταχύτητα και η διάρκεια. Όταν οι πλημμύρες προσβάλλουν τους ανθρώπους και τις υποδομές, τότε η τρωτότητα των ανθρώπων και των υποδομών είναι καθοριστική για το βαθμό των ζημιών (Tingsanchali, 2012). Η τρωτότητα αυξάνεται και μειώνεται με το χρόνο και αναλόγως με την περίσταση, γι' αυτό αντιμετωπίζεται ως μια μεταβαλλόμενη διαδικασία. Από την άλλη πλευρά, ο κίνδυνος είναι η πιθανότητα ενός ζημιογόνου γεγονότος ορισμένου μεγέθους, σε ένα συγκεκριμένο μέρος και μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επομένως, ο υπολογιζόμενος κίνδυνος είναι στατικός ενώ η τρωτότητα είναι δυναμική. (Andjelkovic, 2001)



Σχήμα 5: Παραδείγματα του τρόπου με τον οποίο ο κίνδυνος, η τρωτότητα και η επικινδυνότητα συνδέονται (Cova, 1999)

Κάθε κοινότητα, πρέπει να συμφωνήσει για το επίπεδο του αποδεκτού κινδύνου πλημμύρας, το οποίο περιγράφεται από την πιθανότητα (πιθανότητα εμφάνισης) ότι μια πλημμύρα θα συμβεί σε ένα δεδομένο έτος. Ωστόσο, ο προσδιορισμός της πιθανότητας, που συνήθως ορίζεται ως διάστημα επανάληψης ή περιόδου επαναφοράς, δεν προσδιορίζει το χρονικό διάστημα μεταξύ των πλημμυρών, το οποίο καθιστά δυνατή μια πλημμύρα δεδομένου μεγέθους να εμφανιστεί σε διαδοχικά έτη. Για λόγους απλότητας, πολλές αρχές υιοθετούν έναν ομοιόμορφο κίνδυνο πλημμύρας, όπως πλημμύρες 1 στα 20 έτη. Σε άλλες περιπτώσεις, οι υπεύθυνες αρχές μπορούν να υιοθετήσουν την υψηλότερη καταγεγραμμένη πλημμύρα ως κατάλληλο πρότυπο. Εξαιτίας οικονομικών λόγων, οι πιο πολλές αναπτυσσόμενες χώρες και οι πόλεις τους ενδέχεται να προτιμούν να επιλέξουν βραχυπρόθεσμα χαμηλότερα πρότυπα πλημμυρών και να αυξήσουν το πρότυπο στο μέλλον καθώς διατίθενται πρόσθετοι οικονομικοί πόροι. Το πρώτο βήμα στην εκτίμηση της επικινδυνότητας πλημμύρας υπολογίζει τους πιθανούς μελλοντικούς ρυθμούς απορροής και τα συναφή χαρακτηριστικά

(βάθη υδάτων, ταχύτητες κ.λπ.) βάσει των χαρακτηριστικών βροχοπτώσεων, της τοπογραφίας, των υδρολογικών χαρακτηριστικών του εδάφους, του τρόπου χρήσης της γης και της μορφολογίας των φυσικών και τεχνητών υδάτινων σωμάτων. Η πιο σημαντική προϋπόθεση για κάθε επιτυχημένη αξιολόγηση της επικινδυνότητας πλημμυρών είναι η συστηματική, ολοκληρωμένη και χωρίς λάθη απόκτηση δεδομένων πριν και μετά την αστικοποίηση. Οι χάρτες επικινδυνότητας πρέπει να παρουσιάζονται με τρόπο κατανοητό, με όλες τις πληγείσες περιοχές. Ένας χάρτης κινδύνου πλημμύρας, έχει άμεσες οικονομικές επιπτώσεις, καθώς προκαλεί αναθεώρηση όλων των χαρτών σχεδιασμού για την περιοχή. Από την μία πλευρά, μπορεί να μειώσει την αξία της ιδιοκτησίας στις περιοχές πλημμύρας και μπορεί να σταματήσει την ανάπτυξη. Από την άλλη πλευρά, ένας τέτοιος χάρτης δίνει ώθηση στην κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων, προειδοποιεί μελλοντικούς ιδιοκτήτες γης και ιδιοκτησίας για πιθανές μελλοντικές συνέπειες σε περίπτωση πλημμύρας και παρέχει νέες ιδέες ανάπτυξης στις τοπικές αρχές σχεδιασμού (Andjelkovic, 2001).



Σχήμα 6: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας, χάρτης τρωτότητας πλημμύρας, χάρτης κινδύνου πλημμύρας (Tingsanchali, 2012 )

Ο κίνδυνος σε κάθε δεδομένο τόπο, είναι μηδενικός εάν δεν υπάρχει πιθανότητα να υπάρξει πλημμύρα ή αν δεν υπάρχουν αξίες εκεί. Μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με κατάλληλα μέτρα

σχεδιασμένα για την πρόληψη των πλημμυρών και απωλειών. Παρόλα αυτά πάντα θα υπάρχει ένας εναπομένον κίνδυνος (Kron, 2007).

## 2.8 ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ

Οι πλημμυρικές ζημιές αναφέρονται σε όλα τα είδη ζημιών τα οποία προκαλούνται από τις πλημμύρες. Περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα αρνητικών επιπτώσεων: στους ανθρώπους, την υγεία τους, τις περιουσίες τους, τις δημόσιες υποδομές, τη πολιτιστική κληρονομιά, τα οικολογικά συστήματα και τη βιομηχανική παραγωγή. Οι ζημιές μπορεί να διαχωριστούν σε εκείνες οι οποίες έχουν νομισματική αξία και σε άλλες χωρίς νομισματική αξία, όπως ανθρώπινες ζωές ή εκτάσεις οικοσυστημάτων τα οποία έχουν μολυνθεί. Ακόμα μία κατηγοριοποίηση που μπορούν να δεχτούν οι πλημμυρικές ζημιές, είναι οι άμεσες και έμμεσες πλημμυρικές ζημιές. Με τον όρο άμεση πλημμυρική ζημιά, εννοούνται οι ζημιές οι οποίες προκύπτουν μετά από την άμεση φυσική επαφή του νερού της πλημμύρας με τους ανθρώπους, τα υπάρχοντά τους και το περιβάλλον. Κάποια παραδείγματα της άμεσης πλημμυρικής ζημιάς είναι ζημιές σε κτίρια, απώλειες καλλιεργειών, απώλειες ζωής, άμεσες επιπτώσεις στην υγεία και μόλυνση των οικολογικών συστημάτων. Από την άλλη πλευρά, με τον όρο έμμεση πλημμυρική ζημιά, εννοείτε η ζημιά η οποία προκαλείται σε μεταγενέστερο στάδιο από την πλημμύρα. Αυτού του είδους η ζημιά, δεν επηρεάζει μόνο της πλημμυρισμένες περιοχές, αλλά μία ευρύτερη περιοχή. Ένα κλασσικό παράδειγμα είναι η πτώση της οικονομίας λόγω των κατεστραμμένων εγκαταστάσεων ή η αδυναμία των τηλεπικοινωνιών να λειτουργήσουν σωστά. Άλλα παραδείγματα είναι η καθυστέρηση που παρατηρείται γενικά στις μεταφορές λόγω των πλημμυρισμένων οδών και αλλαγή στην αξία της γης και των ακινήτων που βρίσκονται μέσα στις πλημμυρικές περιοχές. (S.N., 2007).

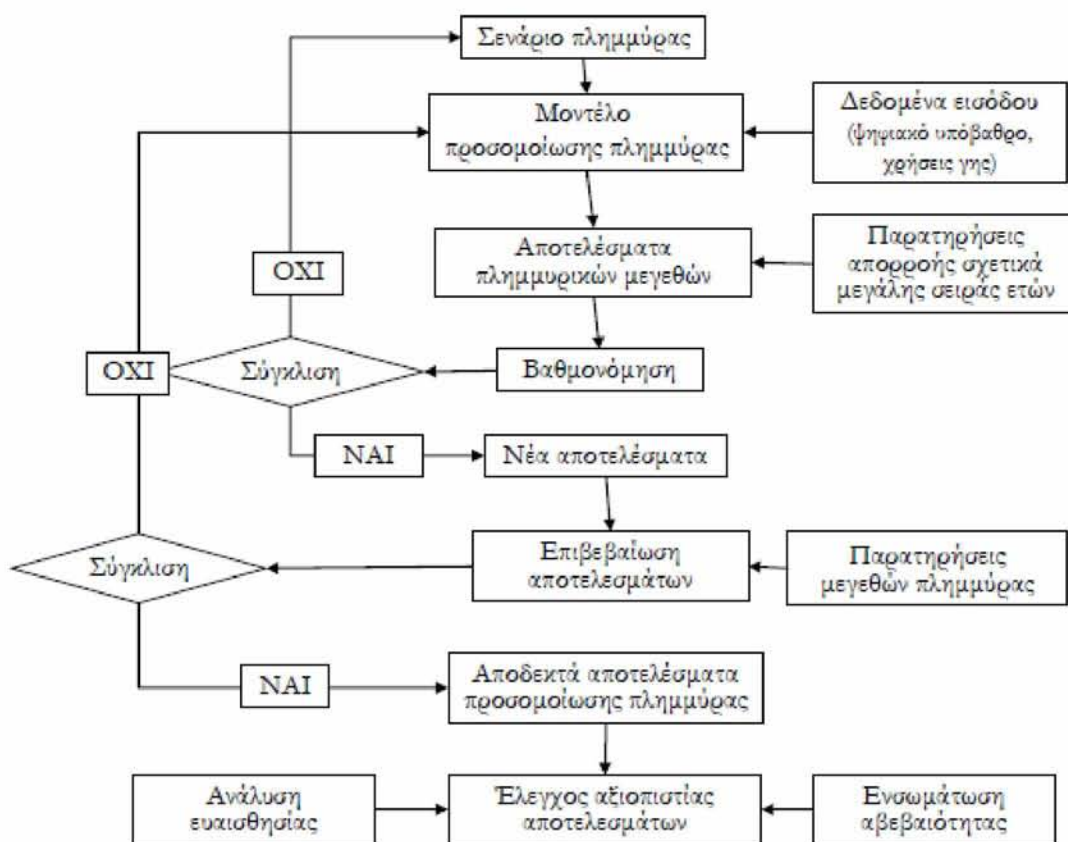
Υπάρχουν δύο είδη αποτιμώμενης πλημμυρικής ζημιάς, η πραγματική και η δυνητική ζημιά. Η πραγματική ζημιά, αφορά την εκτίμηση της ζημιάς η οποία πραγματοποιείται μετά από μία πλημμύρα, έτσι ώστε να αποζημιωθούν οι πληγέντες. Η δυνητική ζημιά μιας περιοχής, αναφέρεται στην μέγιστη ζημιά που μπορεί να προκληθεί λόγω μιας πλημμύρας. Η πραγματική και η δυνητική ζημιά μπορεί να όμοιες, μπορεί όμως και να διαφέρουν σημαντικά. (Messner, 2006)

## 2.9 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Οι πλημμύρες έχουν διάφορες πτυχές, όπως η κλιματική, η κοινωνική, η οικονομική, το θεσμικό πλαίσιο και η τεχνική, οι οποίες αντιμετωπίζονται διαφορετικά για αγροτικές και για αστικές συνθήκες. Η κλιματική πτυχή της πλημμύρας ασχολείται με τις κλιματικές συνθήκες οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε πλημμύρες. Σε αστικές συνθήκες, οι μικρής διάρκειας και έντονες βροχοπτώσεις αποδείχτηκαν εξίσου κρίσιμες όσο και οι βροχοπτώσεις μακράς διάρκειας. Ωστόσο σε αγροτικές συνθήκες, οι μακράς διάρκειας βροχές σε μια περιοχή οι οποίες μπορεί να συνοδεύονται και από το λιώσιμο του χιονιού σε μία λεκάνη απορροής ποταμού, έχουν μεγαλύτερη επιρροή παρά οι μικρής διάρκειας βροχοπτώσεις. Η κοινωνική πτυχή των πλημμυρών, ασχολείται με τον τρόπο που οι πλημμύρες συμβαίνουν σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Στις αστικές περιοχές, μπορεί κανείς να διαπραγματευτεί την ένταση και τη συχνότητα της διατάραξης της δημόσιας ζωής και της κυκλοφορίας, ενώ σε αγροτικές περιοχές συνήθως προκαλείται καταστροφή, αν και υπήρχαν πολλές καταστάσεις στις οποίες οι πλημμύρες στις αστικές περιοχές είχαν καταστροφικές συνέπειες. Ωστόσο, οι πλημμύρες δεν πρέπει πάντα να συνδέονται με καταστροφικές συνέπειες. Η οικονομική πτυχή της πλημμύρας, ασχολείται με τα θέματα χρηματοδότησης για τη βελτίωση, τη λειτουργία και τη συντήρηση των συστημάτων προστασίας από τις πλημμύρες. Το τοπικό δίκτυο αποστράγγισης όμβριων υδάτων και η προστασία από πλημμύρα, συνήθως χρηματοδοτείται από τοπικά έσοδα, όπως η τοπική φορολογία, τα τέλη εξυπηρέτησης ή τέλη χρέωσης του χρήστη, που εισπράττεται με βάση τη χρήση της γης, ενώ η περιφερειακή προστασία γίνεται ως επί το πλείστον μέσω της γενικής φορολογίας. Το θεσμικό πλαίσιο των πλημμυρών, ασχολείται με το ρόλο των κυβερνήσεων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Σε τοπικές συνθήκες, όλες οι σημαντικές αποφάσεις λαμβάνονται από την τοπική κυβέρνηση, ιδρύματα ή εταιρείες που σχετίζονται με το νερό, ενώ σε περιφερειακά ζητήματα η κυβέρνηση και τα υπουργεία αναλαμβάνουν την ευθύνη. Παρατηρείται επίσης, αύξηση της συμμετοχής των μη κυβερνητικών οργανισμών. Η τεχνική πλευρά της πλημμύρας, ασχολείται με τις έννοιες και τα έργα που συνήθως εφαρμόζονται στην προστασία από πλημμύρα (Andjelkovic, 2001).

## 2.10 ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Με τον όρο πλημμυρικό μοντέλο εννοούμε τη δημιουργία ενός μοντέλου, το οποίο είναι κατάλληλο για την εκτίμηση των επικείμενων άμεσων ζημιών λόγω μιας πλημμύρας σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Η εκτίμηση που γίνεται είναι βάση σεναρίου και δεν συνδέεται με πραγματικό γεγονός, αφού η αναμενόμενη ζημιά αναφέρεται στη μέγιστη θεωρητικά ζημιά που θα προξενήσει μία πλημμύρα. Ακολούθως φαίνονται οι φάσεις στις οποίες βασίζεται η μοντελοποίηση:



Σχήμα 7: Φάσεις μοντελοποίησης πλημμυρικών συνθηκών (Πιστρίκα, 2010)

Για να γίνει ευκολότερα κατανοητή η πιο πάνω διαδικασία πρέπει να ορίσουμε κάποια πλημμυρικά μεγέθη:

Βάθος πλημμύρας: είναι η υψομετρική διαφορά μεταξύ του φυσικού εδάφους και της στάθμης πλημμύρας. Για τη μοντελοποίηση χρησιμοποιούμε τη προσομοιωμένη στάθμη πλημμύρας.



Σενάρια πλημμύρας: σε πολλές περιπτώσεις, υπάρχει έλλειψη στοιχείων σχετικά με τις παρατηρήσεις απορροής, γι' αυτό και αποτελεί επιτακτική ανάγκη η μοντελοποίηση βροχόπτωσης – απορροής στην οποία πραγματοποιείται ανάλυση συχνότητας. Όπως προτείνεται από την οδηγία 2007/60/ΕΚ, πρέπει να επιλέγονται τουλάχιστον τρία σενάρια πλημμύρας τα οποία να αντιστοιχούν σε χαμηλή, μέτρια και μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης μίας πλημμύρας. Χρησιμοποιούμε τους ακόλουθους συμβολισμούς:

- T: Περίοδος Επαναφοράς
- $P = 1/T$ : πιθανότητα υπέρβασης του φαινομένου
- $1-P = 1-1/T$  : Πιθανότητα μη υπέρβασης του φαινομένου

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία, χαρακτηρίζει τα σενάρια πλημμύρας ανάλογα με την συχνότητα εμφάνισης:

- υψηλής συχνότητας όταν  $0.1 < P < 0.2$ ,
- μέτριας συχνότητας όταν  $0.01 < P < 0.02$ ,
- χαμηλής συχνότητας όταν  $0.001 < P < 0.002$ .

Οι τοπικές αρχές είναι αυτές που λαμβάνουν την απόφαση για την τελική επιλογή της περιόδου επαναφοράς ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες.

Ένα απαραίτητο μέρος του πλημμυρικού μοντέλου είναι τα δεδομένα εισόδου τα οποία αποτελούνται κυρίως από δύο κομμάτια, το ψηφιακό μοντέλο εδάφους και το ψηφιακό χάρτη χρήσεων γης. Είναι απαραίτητα στοιχεία έτσι ώστε κάθε μοντελοποιημένη πλημμύρα να μπορεί να προσαρμοστεί σε συγκεκριμένη περιοχή. Ως «ψηφιακό μοντέλο εδάφους (ΨΜΕ)» ορίζεται το σύνολο των προσδιορισμένων σημείων που περιγράφει αυστηρώς την επιφάνεια του εδάφους και δεν περιλαμβάνει στην περιγραφή αυτή τα φυσικά ή τεχνητά υπερκείμενα στοιχεία, π.χ. βλάστηση, κτίσματα, έργα υποδομής κ.τ.λ. (Kraus, 2003). Αφού δεν περιλαμβάνει τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν, γίνεται αντιληπτό ότι εφόσον εμποδίζουν την απορροή του νερού πρέπει με κάποιο τρόπο να εισαχθούν στο μοντέλο και αυτό επιτυγχάνεται μέσω του συντελεστή τραχύτητας κατά την προσομοίωση της πλημμύρας. Ο ψηφιακός χάρτης χρήσεων γης, ο οποίος αποτελείται ψηφιοποιημένα πολύγωνα χρήσεων διαιρεμένα σε κατηγορίες που ενδιαφέρουν για ανάλυση πλυμμηρικής ζημιάς, δημιουργείται εφόσον έχουμε δεδομένο το ψηφιακό ορθοφωτο-μωσαϊκό, δηλαδή το ψηφιακό χάρτη σε συγκεκριμένη κλίμακα και σε εικονιστική μορφή, από ειδικούς της φωτοερμηνείας.

## 2.11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Οι M.D. Su et al (2005), χρησιμοποίησαν το λογισμικό GIS (γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών) για την αξιολόγηση των πλημμυρικών ζημιών στη πόλη Shih-Jr του Ταϊβάν. Χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες σχετικά με τη χρήση της γης και δημιουργήθηκαν ζώνες μέσω πλέγματος, για πιο ρεαλιστική απεικόνιση χώρου και καλύτερη διανομή των οικονομικών δραστηριοτήτων. Η πιθανότητα υπέρβασης της καμπύλης απωλειών πλημμύρας, χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση των ζημιών ενός γεγονότος πλημμύρας.

Οι Mateeul Haq et al (2012), ανέπτυξαν τεχνικές για τη χαρτογράφηση της έκτασης πλημμυρών και την εκτίμηση ζημιών από πλημμύρες, οι οποίες μπορούν να χρησιμεύσουν ως κατευθυντήρια γραμμή για τις λειτουργίες τηλεπισκόπησης (RS) και γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, της παρακολούθησης και διαχείρισης καταστροφών από πλημμύρες. Η μελέτη έγινε στην επαρχία Sindh στο Πακιστάν, όπου λήφθηκαν εικόνες από τις πλατφόρμες AQUA και TERRA και χρησιμοποιήθηκαν ως κύρια πληροφορία για την εκτίμηση των ζημιών με τη βοήθεια εργαλείων ανάλυσης GIS. Οι MdMonirul Islam & Kimiteru Sado (2000), αξιολόγησαν τον κίνδυνο πλημμύρας θεωρώντας σημαντικότερους παράγοντες το βάθος και την συχνότητα της πλημμύρας. Συνδυάστηκαν διάφοροι θεματικοί χάρτες όπως φυσιογραφικός, γεωλογικός, χρήσεις γης και υψομετρικός για την αξιολόγηση του κινδύνου πλημμύρας που πραγματοποιήθηκε το 1988. Τέλος δημιουργήθηκαν χάρτες επικινδυνότητας και χάρτες κινδύνου για το Μπαγκλαντές.

Ο Biswajeet Pradhan (2009), χρησιμοποίησε ένα στατιστικό μοντέλο και το GIS για την ανάπτυξη πλημμυρικού χάρτη στη λεκάνη απορροής του ποταμού Kelantan στη Μαλαισία. Αξιολογήθηκαν παράγοντες που σχετίζονται με τη τρωτότητα της πλημμύρας μέσω μίας χωρικής βάσης η οποία περιελάμβανε δεδομένα όπως τοπογραφικό χάρτη, γεωλογικό χάρτη, υδρολογικό χάρτη, δεδομένα GPS, χάρτες κάλυψης γης, ψηφιακά μοντέλα εδάφους και δεδομένα βροχόπτωσης. Δόθηκαν δείκτες τρωτότητας για κάθε παράγοντα και έτσι δημιουργήθηκαν χάρτες τρωτότητας πλημμύρας. Επιπλέον, έγινε ανάλυση πλημμυρικού κινδύνου χρησιμοποιώντας το ΨΜΕ, την απόσταση από τη ζώνη κινδύνου, το χάρτη χρήσεων γης και τα υλικά αγαθά τα οποία εκτίθενται στον κίνδυνο.

Οι Julie Gwilliam et al (2007), πρότειναν μια μεθοδολογία για την εκτίμηση του κινδύνου ζημιάς στα κτίρια λόγω υδρολογικών και γεωλογικών κινδύνων, η οποία αφορά το κόστος της ζημιάς. Αυτό υπολογίστηκε από τα δεδομένα, που συλλέχθηκαν με τεχνικές χαρτογράφησης GIS και αφορούν τα τρία στοιχεία κινδύνου: έκθεση, επικινδυνότητα και τρωτότητα. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε μία περιοχή του Ηνωμένου Βασιλείου.



### 3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

#### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (ΓΣΠ) είναι πληροφοριακά συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως από κάθε είδους οργανισμούς, για την συλλογή, διαχείριση και ανάλυση δεδομένων για ένα συγκεκριμένο γεωγραφικό χώρο. Έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν διάφορους τύπους πληροφοριών σε οπτικοποιημένους χάρτες και να αναλύουν χωρικά δεδομένα, με αποτέλεσμα ο χρήστης να έχει την δυνατότητα να εξαγάγει χρήσιμα συμπεράσματα και να πάρει πιο έξυπνες αποφάσεις. Μερικά παραδείγματα από πηγές πληροφοριών οι οποίες εισάγονται σε αυτά τα συστήματα είναι οι τοπογραφικοί χάρτες, οι δορυφορικοί χάρτες, το κτηματολόγιο, τα σχέδια πόλεων, τα χωροταξικά σχέδια, τα πληθυσμιακά δεδομένα, οι χρήσεις γης, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι των οδών, τα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης, τα στοιχεία και οι φωτογραφίες των παραδοσιακών κτιρίων, οι παλαιοί χάρτες αρχείου, και τα ιστορικά στοιχεία ανά περιοχή.



Σχήμα 8: Ενέργειες που μπορούν να πραγματοποιηθούν στα ΓΣΠ (Βασιλειάδης, 2018)

Μερικές από τις πιο σημαντικές εφαρμογές τους είναι οι εξής:

- εντοπισμός προβλημάτων με την καθοδήγηση της γεωγραφίας, καθώς μέσα από τη χαρτογράφηση αποκαλύπτονται γεωγραφικά μοτίβα,
- πρόβλεψη κυκλοφορίας, όπως και ενδεχόμενα αποτελέσματα σε περίπτωση αλλαγής της χρήσης γης,
- παρακολούθηση αλλαγών χωρικών δεδομένων στη γη, όπως η έκταση της υποχώρησης των παγετώνων,
- καθορισμός προτεραιοτήτων βάσει χωρικής ανάλυσης, όπως ο εντοπισμός των περιοχών με την μεγαλύτερη εγκληματικότητα έτσι ώστε να αποσταλούν οι υπεύθυνοι ασφαλείας σε αυτές τις περιοχές,
- διαχείριση και αντίδραση σε φυσικές καταστροφές, όπως πλημμύρες, κυκλώνες, καταιγίδες κ.α., αφού απεικονίζει σε πραγματικό χρόνο την κατάσταση που επικρατεί,
- κατανόηση και εντοπισμός των τάσεων μέσω χαρτών, που μπορεί να μην αποκαλύπτονται τόσο εύκολα σε ένα υπολογιστικό χαρτί, όπως η αύξηση ή η μείωση της απασχόλησης.

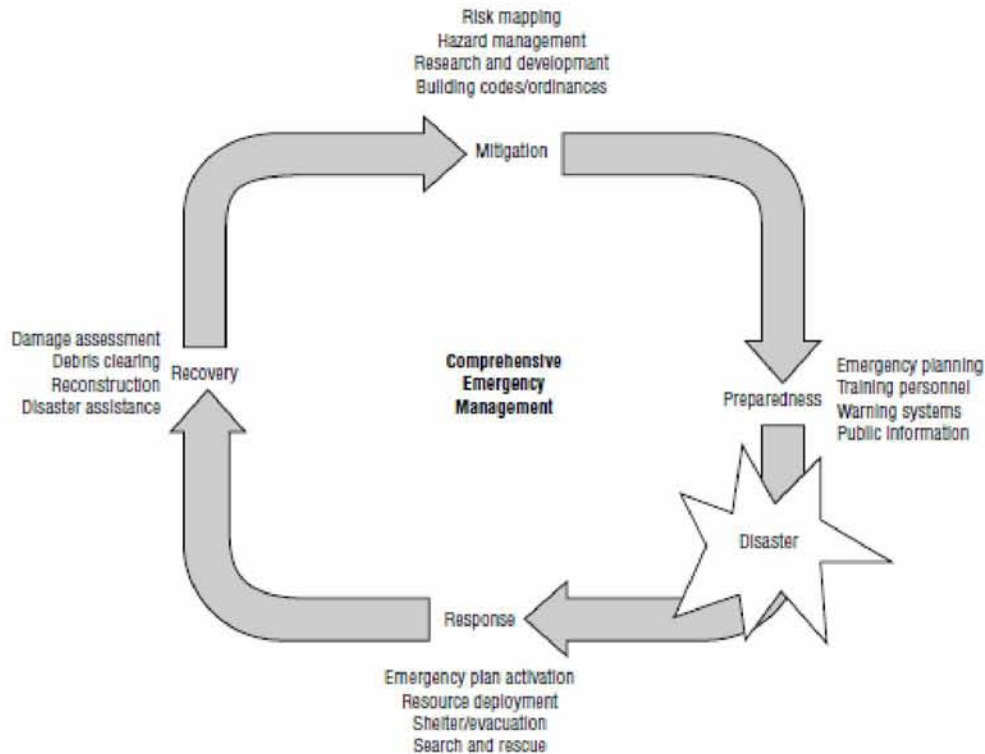
### 3.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

Τα υδρολογικά μοντέλα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση και την πρόβλεψη του κινδύνου πλημμύρας. Απαιτούν πολλούς τύπους δεδομένων ως εισροές, όπως η χρήση της γης, ο τύπος εδάφους, η υγρασία του εδάφους, η ροή του ποταμού, η ποσότητα και η ένταση βροχόπτωσης, ο χαρακτηρισμός του χιονιού, το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (ΨΜΕ) και τα στατικά δεδομένα όπως το μέγεθος λεκάνης αποστράγγισης. Οι προβλέψεις μοντέλων της πιθανής έκτασης πλημμυρών μπορούν να βοηθήσουν τους διαχειριστές έκτακτης ανάγκης να αναπτύξουν σχέδια έκτακτης ανάγκης πολύ πριν από ένα πραγματικό συμβάν, προκειμένου να υπάρξει γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη αντίδραση. Οι γρήγορες εξελίξεις στην τεχνολογία των υπολογιστών και στα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΓΣΠ), συμβάλλουν στην επεξεργασία των παρατηρήσεων της τηλεπισκόπησης (RS) από δορυφόρους σε χωρική μορφή χαρτών - τη χωρική απεικόνιση των πληροφοριών των φυσικών πόρων (Jeyaseelan, 2003)

### 3.3 ΧΩΡΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Κατά την αντιμετώπιση των ακραίων γεγονότων, πολλά από τα κρίσιμα προβλήματα που προκύπτουν είναι χωρικά. Αν ένας αναλυτής αξιολογεί τον πιθανό αντίκτυπο ενός κινδύνου ή ένας υπεύθυνος έκτακτης ανάγκης εντοπίζει τις καλύτερες οδούς εκκένωσης κατά τη διάρκεια μίας καταστροφής, ή ένας πολιτικός μηχανικός σχεδιάζει μια ανοικοδόμηση μετά από μια καταστροφή, όλα αυτά τα άτομα αντιμετωπίζουν υποχρεώσεις με ισχυρό χωροταξικό στοιχείο. Για το λόγο αυτό, ο γεωγραφικός χώρος είναι πολύ σημαντικός στην επίλυση πολλών προβλημάτων που προκύπτουν στο πλαίσιο της διαχείρισης έκτακτης ανάγκης. Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών σχεδιάστηκαν για να στηρίξουν τη γεωγραφική έρευνα και τη λήψη χωρικών αποφάσεων (Cova, 1999). Οι καταστροφές, όπως οι πυρκαγιές, το τσουνάμι, οι πλημμύρες, οι σεισμοί, οι τυφώνες, οι επιδημίες, η διασπορά χημικών σύννεφων και οι πετρελαιοκηλίδες, μπορούν να μοντελοποιηθούν και να προβληθούν στο περιβάλλον των ΓΣΠ. Έτσι, η σωστή προσέγγιση στο ΓΣΠ μπορεί κάνει τις καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης πιο προβλέψιμες και μπορεί να προετοιμάσει την κοινότητα κατάλληλα (Johnson, 2000).

### 3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑ, ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ, ΑΝΑΚΑΜΨΗ



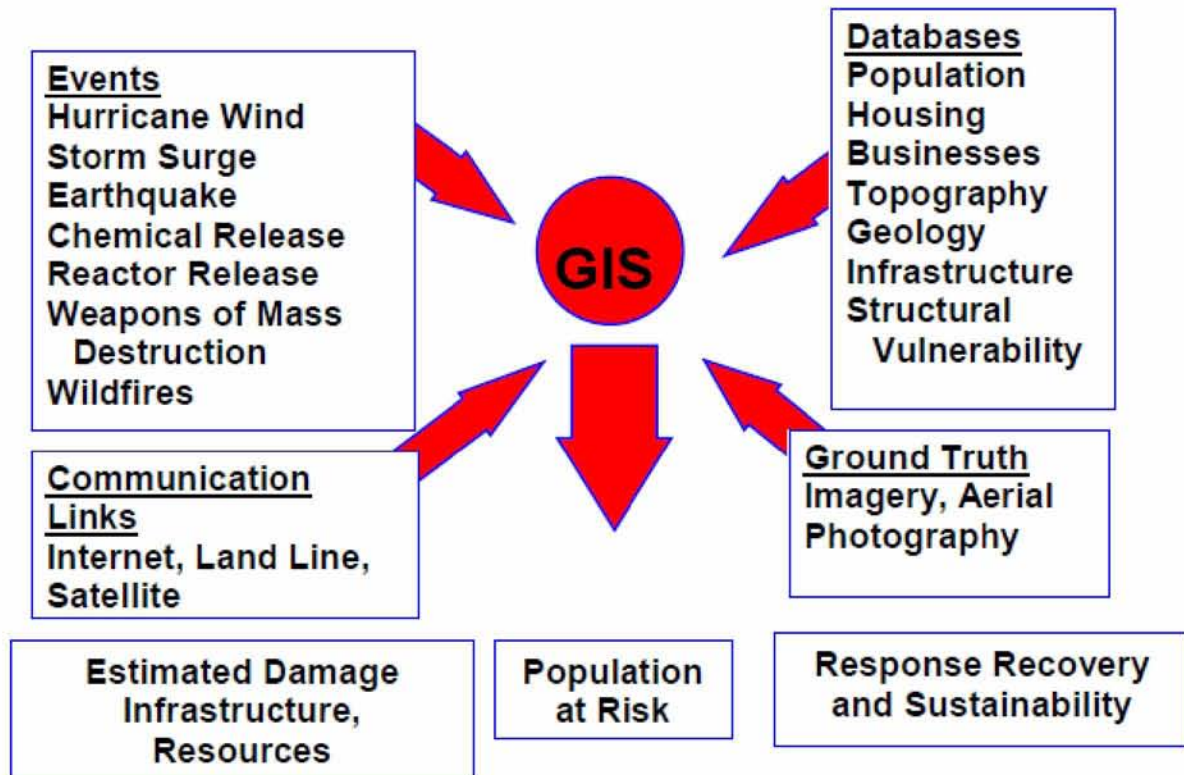
Σχήμα 9: Διαχείριση εκτάκτων περιστατικών και παραδείγματα φάσεων όπου χρησιμοποιούνται τα ΓΣΠ (Godschalk, 1991)

Πριν συμβεί κάποια καταστροφή ή μία κατάσταση εκτάκτου ανάγκης, οι υπεύθυνοι χρησιμοποιώντας τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, έχουν την δυνατότητα να εντοπίσουν τους κινδύνους και να αξιολογήσουν πιθανές τους συνέπειες. Όταν οι κίνδυνοι συνδυάζονται με χωρικά δεδομένα (όπως δρόμοι, αγωγοί, κτίρια, κατοικημένες περιοχές και άλλα), τότε μπορούν να ξεκινήσουν οι διεργασίες για μετριασμό, ετοιμότητα, ανταπόκριση και πιθανές ανάγκες ανάκαμψης. Ακόμα, μετά από ένα τέτοιο συνδυασμό, οι αξίες οι οποίες εκτίθενται στον κίνδυνο, μπορούν να εμφανιστούν γρήγορα και αποτελεσματικά στο ΓΣΠ. Για να μπορέσει να εφαρμοστεί ένα σχέδιο σε περίπτωση κινδύνου ή καταστροφής, πρέπει να γίνει πλήρης ανάλυση και σχεδιασμός. Σ' αυτό το σημείο, η διεργασία γίνεται ευκολότερη με τη χρήση των γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων μέσω της παραγωγής χαρτών σε υπολογιστές, στους οποίους φαίνονται οι κατάλληλοι συνδυασμοί χωρικών δεδομένων. Το ΓΣΠ έχει την δυνατότητα να προσδιορίσει την πιθανή πορεία μιας πλημμύρας βάση των τοπογραφικών στοιχείων μιας περιοχής και αυτή η δυνατότητα του δίνει το πλεονέκτημα να



εντοπίζει γρήγορα τις καταστάσεις στις οποίες ελλοχεύουν σοβαροί κίνδυνοι και έτσι να λαμβάνονται τα απαραίτητα προστατευτικά μέτρα. Η επόμενη φάση στην οποία το ΓΣΠ προσφέρει σημαντικά, είναι η φάση της ετοιμότητας και περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που προετοιμάζουν για πραγματικές έκτακτες καταστάσεις. Το ΓΣΠ μπορεί να δώσει την απάντηση σε διάφορα ερωτήματα, όπως το πώς θα ενημερωθούν οι κάτοικοι, αν μπορεί το οδικό δίκτυο να αντέξει τον κυκλοφοριακό φόρτο που θα προκληθεί λόγω μιας έκτακτης ανάγκης, ποιος θα είναι ο αριθμός των εκτοπισμένων, πώς θα συντηρηθούν αυτοί και άλλα. Ακόμα μπορεί να απεικονίσει σε πραγματικό χρόνο ένα συνδυασμό πληροφοριών από μετεωρολογικούς σταθμούς, στάθμες δεξαμενών και φραγμάτων, σεισμικές δονήσεις και να τα παρουσιάσει στο διαδίκτυο, κρατώντας έτσι τον κόσμο ενήμερο για την κατάσταση που επικρατεί οποιαδήποτε στιγμή. Ακολουθώντας τον κύκλο, συναντούμε την φάση της αντίδρασης. Σ' αυτή τη φάση το ΓΣΠ μπορεί να επιλέξει τις καταλληλότερες μονάδες ταχείας επέμβασης βάση της θέσης τους, έτσι ώστε να είναι οι ταχύτερες που μπορούν να φτάσουν στο σημείο το οποίο έχει πληγεί. Καθώς αποστέλλεται η βοήθεια, το ΓΣΠ έχει τη δυνατότητα να παρέχει λεπτομερές πληροφορίες στις μονάδες ταχείας επέμβασης για την κατάσταση που επικρατεί κερδίζοντας έτσι πολύτιμο χρόνο. Επιπρόσθετα, υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης είναι πολλές και όχι μόνο μία. Εδώ το ΓΣΠ μπορεί να εμφανίσει τις τρέχουσες τοποθεσίες των μονάδων ταχείας επέμβασης κρατώντας έτσι την επιχείρηση συντονισμένη. Τελευταία φάση είναι η φάση της ανάκαμψης, η οποία ξεκινάει με το πέρας της κατάστασης εκτάκτου ανάγκης και μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη: βραχυπρόθεσμη ανάκαμψη και μακροπρόθεσμη ανάκαμψη. Η πρώτη έχει ως στόχο να αποκαταστήσει τις υπηρεσίες και τα συστήματα τα οποία έχουν ζωτική σημασία, όπως την παροχή νερού, τροφίμων, καταφύγιο στους πληγέντες, ιατρική περίθαλψη αλλά και ηλεκτρικών υπηρεσιών. Τα ΓΣΠ και το Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης (GPS) μπορούν να συνδράμουν έτσι ώστε να εντοπιστούν όλες οι ζημιές και βλάβες και να ταξινομήσουν τις ενέργειες που πρέπει να ακολουθηθούν. Ακόμα το ΓΣΠ μπορεί να παρουσιάσει την συνολική κατάσταση της τρέχουσας ζημιάς και βάση αυτού μπορούν να παρθούν σημαντικές αποφάσεις όπως πόσες προμήθειες ή πόσα καταφύγια χρειάζονται και αν είναι σε εύκαιρες θέσεις. Αφού η όλη διαδικασία γίνεται σε πραγματικό χρόνο, οι βάσεις δεδομένων ανανεώνονται και έτσι μπορεί να γίνεται ανακατανομή των εργασιών βάση των αναγκών. Το δεύτερο μέρος, δηλαδή τη μακροπρόθεσμη αποκατάσταση, έχει ως στόχο την επαναφορά όλων των υπηρεσιών στην κατάσταση που βρίσκονταν προηγουμένως ή σε ακόμα καλύτερη και έχει διάρκεια αρκετά χρόνια. Κάποια παραδείγματα είναι η αντικατάσταση κατοικιών, συστημάτων ύδρευσης, γεφυρών, νοσοκομείων και άλλα. Ο

ρόλος που έχει το ΓΣΠ σε αυτή τη φάση, είναι η συνεχής παρακολούθηση της προόδου που σημειώνεται και παράλληλα η σωστή ιεράρχηση των προτεραιοτήτων. Το τελευταίο είναι πολύ σημαντικό γιατί τα κεφάλαια που χορηγούνται για την αποκατάσταση της περιοχής χρειάζονται σωστή διαχείριση, αφού το κόστος μπορεί να ανέρχεται στα εκατομμύρια (Johnson, 2000).



Σχήμα 10: ΓΣΠ για διαχείριση καταστροφών (Johnson, 2000)

## 4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 4.1 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας επιλέχθηκε η περιοχή της Γερμασόγειας στην επαρχία Λεμεσού, (περιοχή με κωδικό 14 στο σχήμα 11) για την οποία πραγματοποιήθηκε αποτίμηση πλημμυρικού κινδύνου με τη χρήση γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων και συγκεκριμένα του λογισμικού ArcGIS, βάση της Οδηγίας 2007/60/EK και δημιουργήθηκαν χάρτες πλημμυρικής επικινδυνότητας και πλυμμηρικού κινδύνου.



Σχήμα 11: Περιοχές δυνητικού σοβαρού πλημμυρικού κινδύνου στη Λεμεσό

### 4.2 ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

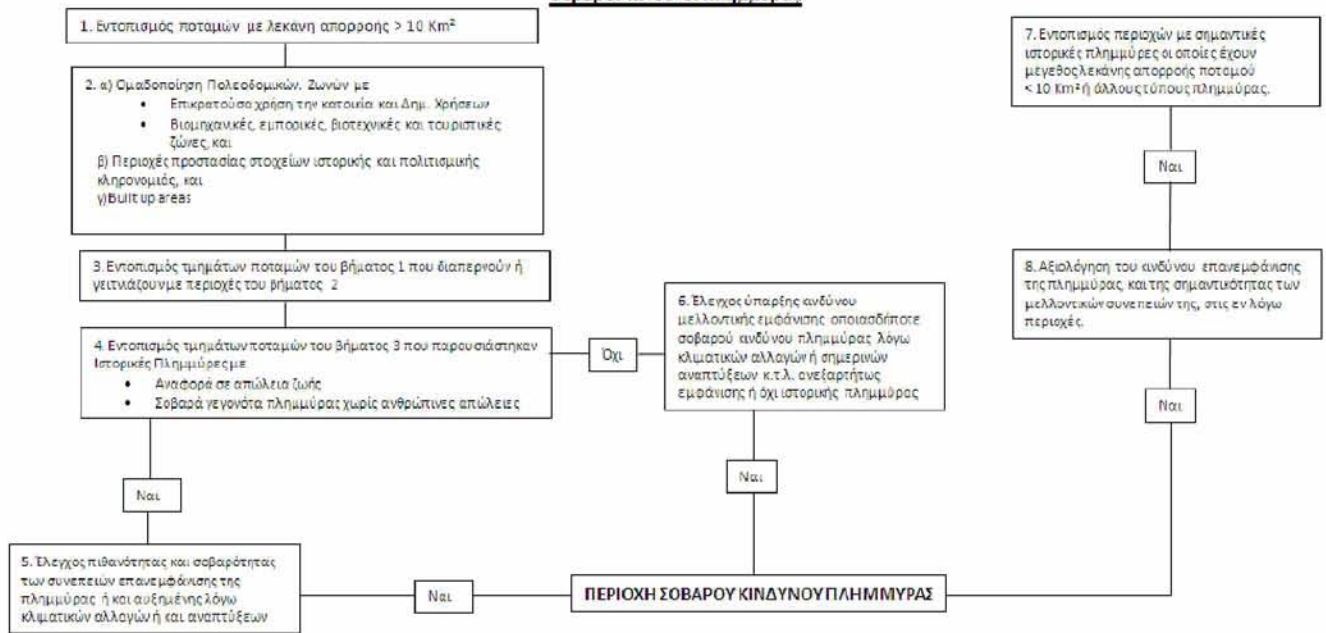
Η Κύπρος βρίσκεται στην ανατολική Μεσόγειο με γεωγραφικό πλάτος  $35^{\circ}$  και γεωγραφικό μήκος  $33^{\circ}$  και έχει έκταση 9,254 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Επομένως επικρατεί το μεσογειακό κλίμα με τα βασικά του χαρακτηριστικά να είναι τα ζεστά και ταυτόχρονα ξηρά καλοκαίρια τα οποία έχουν διάρκεια από τα μέσα Μαΐου μέχρι μέσα Σεπτεμβρίου, βροχερός αλλά ήπιος χειμώνας από μέσα Νοεμβρίου μέχρι μέσα Μαρτίου και τις δύο εποχές

φθινόπωρο – άνοιξη που λειτουργούν σαν γέφυρες. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η βροχόπτωση είναι πολύ χαμηλή, με τη μέση τιμή να μην ξεπερνά το 5% της μέσης ολικής βροχόπτωσης ολόκληρου του χρόνου, αφού η Κύπρος βρίσκεται κάτω από την επίδραση του εποχιακού χαμηλού βαρομετρικού. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ειδικά τους μήνες Δεκέμβρη, Γενάρη, Φλεβάρη η συνολική μέση βροχόπτωση αντιστοιχεί στο 60% της βροχόπτωσης ολόκληρου του χρόνου, καθώς η Κύπρος επηρεάζεται από το συχνό πέρασμα μικρών υφέσεων και μετώπων που διαρκούν συνήθως από μια μέχρι τρεις μέρες κάθε φορά. Οι σημαντικότεροι παράγοντες στη δημιουργία των τοπικών φαινομένων είναι η οροσειρά του Τροόδους, η οροσειρά του Πενταδάκτυλου σε μικρότερο βαθμό και η θάλασσα που περιβάλλει το νησί. Όσον αφορά τη μέση βροχόπτωση για ολόκληρη τη Κύπρο είναι περίπου 480 χιλιοστόμετρα το χρόνο. Σημαντικός είναι ο ρόλος του ανάγλυφου του εδάφους στην κατανομή των βροχοπτώσεων, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την οροσειρά του Τροόδους, στην κορυφή του οποίου τα χιλιοστόμετρα είναι περισσότερο από τα διπλάσια παρά στους πρόποδες της οροσειράς. Οι χιονοπτώσεις συμβαίνουν κάθε χειμώνα σε περιοχές της οροσειράς του Τροόδους με υψόμετρο πάνω από 1,000 μέτρα, με το ύψος του χιονιού να θεωρείται σημαντικό μόνο τους πιο ψυχρούς μήνες του χρόνου. Οι καταιγίδες συμβαίνουν κατά μέσο όρο σε 4 μέχρι 5 μέρες σε κάθε μήνα από τον Οκτώβρη μέχρι το Γενάρη και σε 2 μέχρι 3 μέρες σε κάθε μήνα από το Φλεβάρη μέχρι το Μάη. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν οι τάσεις της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα και στις αρχές του 21<sup>ου</sup>, αφού παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται πτωτική τάση στη βροχόπτωση και ανοδική στη θερμοκρασία. Η πτωτική τάση που παρατηρείται στη βροχόπτωση έχει μέσο ρυθμό πτώσης ένα χιλιοστόμετρο το χρόνο.

### **4.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΟΥ ΣΟΒΑΡΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ (ΠΔΣΚΠ)**

Σύμφωνα με την έκθεση προσδιορισμού περιοχών για τις οποίες υπάρχουν ή μπορεί να υπάρξουν δυνητικοί σοβαροί κίνδυνοι πλημμύρας η οποία πραγματοποιήθηκε το 2011 από την εταιρία I.A.CO Environmental & Water Consultants Ltd, υπάρχουν 19 περιοχές σοβαρού δυνητικού κινδύνου στην ελεύθερη Κύπρο. Η διαδικασία με την οποία έγινε η επιλογή των περιοχών φαίνεται στο σχήμα 12 περιληπτικά:

**Προσδιορισμός περιοχών για τις οποίες υπάρχουν ή μπορεί να υπάρξουν  
σοβαροί κίνδυνοι πλημμύρας**



**Σχήμα 12: Μεθοδολογία προσδιορισμού περιοχών για τις οποίες υπάρχουν ή μπορεί να υπάρξουν σοβαροί κίνδυνοι πλημμύρας (Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων).**

Το αποτέλεσμα, είναι ο προσδιορισμός των 19 δυνητικών περιοχών όπως φαίνεται στο πίνακα 1:

| ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΟΥ ΣΟΒΑΡΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ (ΠΔΣΚΠ) |          |   |                    |                |
|---|----------|---|--------------------|----------------|
| ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ                                      | Επαρχία  | Όνομα Περιοχής                                | Όνομα Ποταμού      | Κύριος Ποταμός |
| 1   | ΛΕΥΚΩΣΙΑ | Από το Πολιτικό μέχρι και Δήμο Λευκωσίας      | Πεδιαίος           | Πεδιαίος       |
| 2   | ΛΕΥΚΩΣΙΑ | Έγκωμη, Άγιος Δομέτιος                        | Κλήμος             | Πεδιαίος       |
| 3   | ΛΕΥΚΩΣΙΑ | Στρόβολος και Βιομηχανική περιοχή των Λατσιών | Καλόγερος          | Πεδιαίος       |
| 4   | ΛΕΥΚΩΣΙΑ | Κοκκινοτριμιθιά                               | Παραπόταμος Μέρικα | Σερράχης       |

|    |            |  |   |                                      |
|----|------------|--|---|--------------------------------------|
| 5  | ΛΕΥΚΩΣΙΑ   | Παλιομέτοχο και Άγιοι Τριμιθιάς                            | Μερίκας και Παραπόταμοι Κούτης και Κατούρης | Σερράχης                             |
| 18 | ΛΕΥΚΩΣΙΑ   | Αστρομερίτης   | Κομίτης                                     | Σερράχης                             |
| 8  | ΛΕΥΚΩΣΙΑ   | Νήσου, Πέρα Χωριό και Δάλι                                 | Γιαλιάς                                     | Γιαλιάς                              |
| 6  | ΛΕΥΚΩΣΙΑ   | Βιομηχανική Περιοχή Δαλιού                                 | Αλμυρός - Άλυκος                            | Γιαλιάς                              |
| 15 | ΛΕΜΕΣΟΣ    | Μέσα Γειτονιά, Αγ. Αθανάσιος και Ανατολική περιοχή Λεμεσού | Ποταμός Βαθιάς και Παραπόταμος Βαθιά        | Ποταμός Βαθιάς και Παραπόταμος Βαθιά |
| 16 | ΛΕΜΕΣΟΣ    | Πολεμίδα, Λεμεσός (4 Αγ. Αντώνιος και Καρνάγιο)            | Νέα και παλιά κοίτη ποταμού Γαρούλλη        | Γαρούλλη                             |
| 14 | ΛΕΜΕΣΟΣ    | Γερμασόγεια  | Ποταμός της Γερμασόγειας                    | Γερμασόγειας                         |
| 17 | ΛΕΜΕΣΟΣ    | Ύψωνας   | Αργάκι του Μαρκέτου - Ύψωνας                | Αργάκι του Μαρκέτου                  |
| 12 | ΠΑΦΟΣ      | Μεσόγη, Πάφος, Χλώρακας                                    | Κοσιηνάς                                    | Κοσιηνάς                             |
| 13 | ΠΑΦΟΣ      | Πόλη της Πάφου   | Λιμνάρκα                                    | Λιμνάρκα                             |
| 19 | ΠΑΦΟΣ      | Πόλη της Πάφου   | Αργάκι του Βασιλικού στην Πάφο              | Αργάκι του Βασιλικού                 |
| 7  | ΑΜΜΟΧΩΣΤΟΣ | Παραλίμνι  | Ποταμός εισροής Λίμνης Παραλιμνίου          | Ποταμός εισροής Λίμνης Παραλιμνίου   |
| 9  | ΛΑΡΝΑΚΑ    | Ορμήδεια   | Ποταμός Ορμήδειας                           | Ορμήδειας                            |

|    |         |                         |   |                    |
|----|---------|-------------------------|---|--------------------|
| 10 | ΛΑΡΝΑΚΑ | Αραδίππου -<br>Λιβάδεια | Αρχάγγελος -<br>Καμίτσης και<br>Παραπόταμος | Αραδίππου          |
| 11 | ΛΑΡΝΑΚΑ | Καμάρες<br>Λάρνακας     | Ποταμός<br>Καμάρων                          | Ποταμός<br>Καμάρων |

Πίνακας 1: Οι 19 περιοχές δυνητικού σοβαρού κινδύνου πλημμύρας.

Το σχήμα 13 δείχνει τη γεωγραφική θέση των περιοχών αυτών:



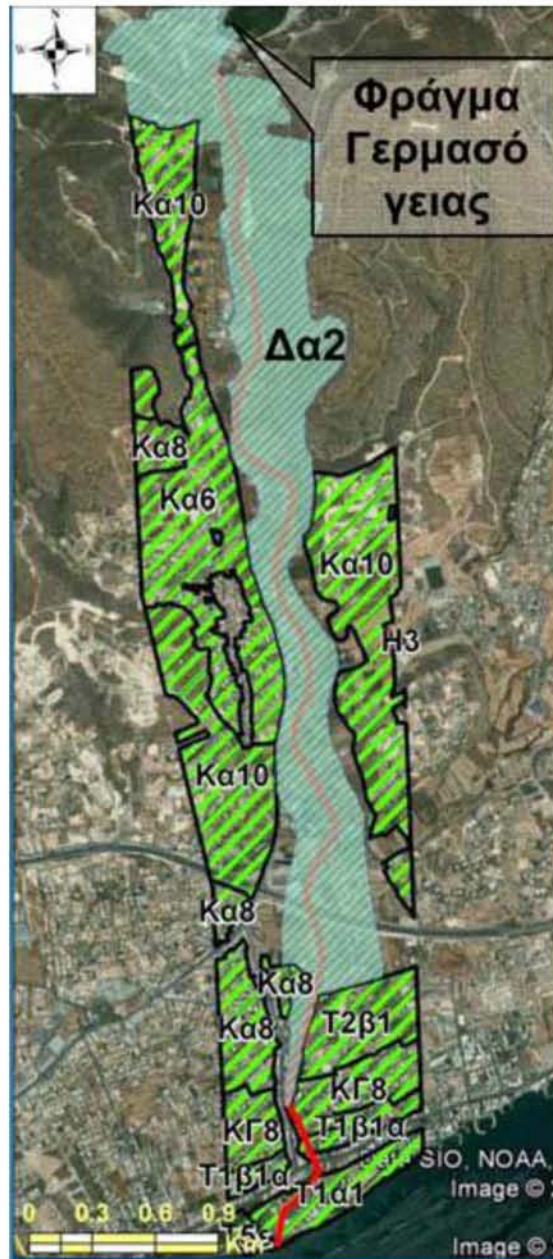
Σχήμα 13: Χάρτης Κύπρου με τις 19 περιοχές δυνητικού σοβαρού πλημμυρικού κινδύνου

#### 4.4 ΠΟΤΑΜΟΣ ΓΕΡΜΑΣΟΓΕΙΑΣ

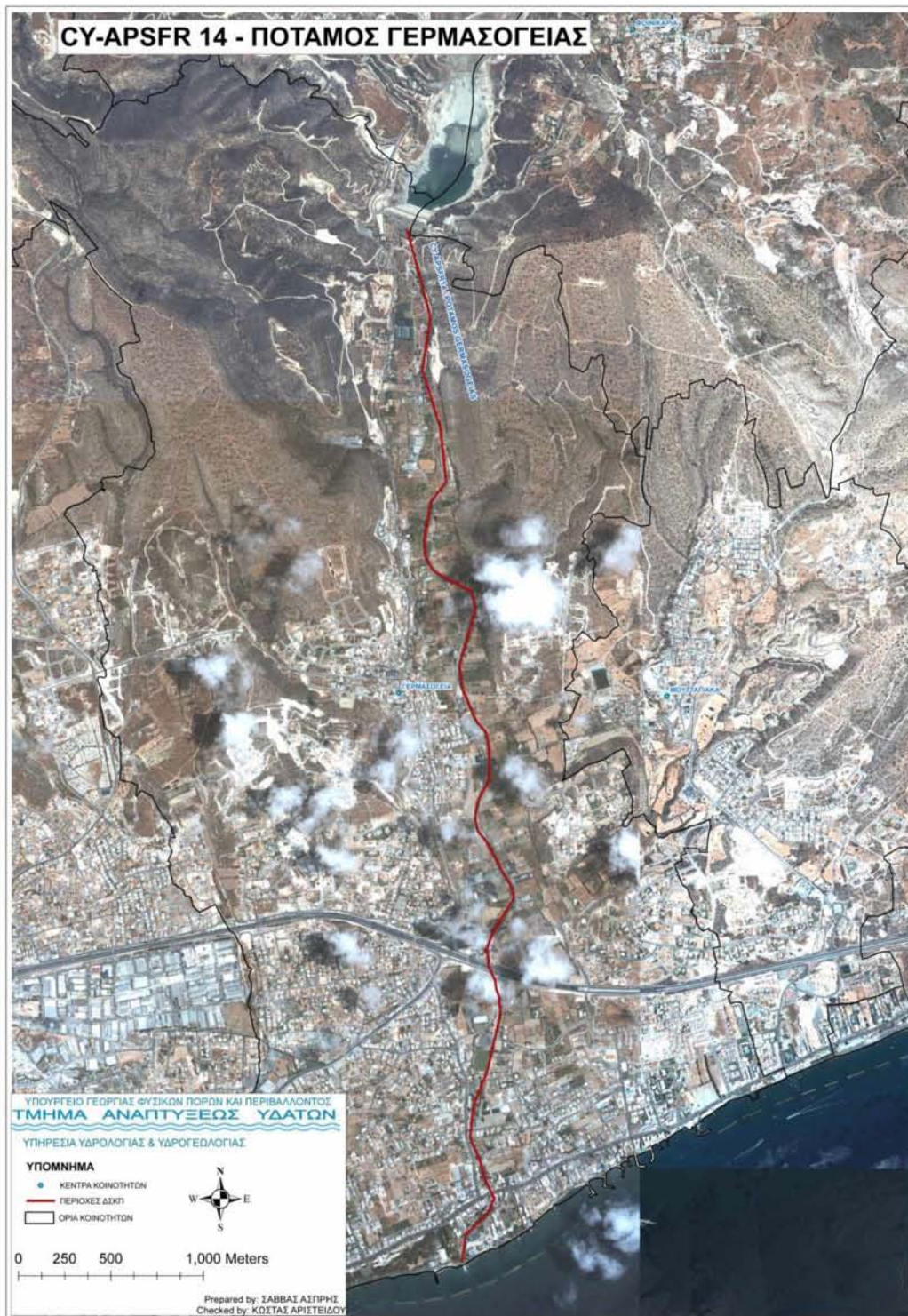
Όπως προαναφέραμε, η υπό μελέτη περιοχή που επιλέχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, είναι η περιοχή της Γερμασόγειας, καθώς ο ποταμός της Γερμασόγειας βρίσκεται κατάντη του ομώνυμου φράγματος, το οποίο παρότι λειτουργεί ως ανασταλτικός παράγοντας πλημμυρών, κατά τις περιόδους που είναι πλήρες ή σχεδόν πλήρες, υπάρχει σοβαρός κίνδυνος πλημμύρας. Επιπρόσθετα, ο ποταμός δέχεται ροές από υπερχειλίσεις, εισροές από

μικρούς παραποτάμους και από τοπικές βροχοπτώσεις . Έχει μήκος 6,1 χιλιομέτρων κατάντη του φράγματος με πορεία προς τη θάλασσα. Κατά τη πορεία αυτή, στο μεγαλύτερο του τμήμα η κοίτη καλύπτεται από ζώνη προστασίας Δα2 (Σχήμα 14) μέσου πλάτους 375 m μέχρι 800 m από την παραλία που βρίσκεται η Τουριστική, η Οικιστική και η Ζώνη Εμπορικών και άλλων λειτουργιών. Μέσα στην πλημμυρική περιοχή του ποταμού υπάρχει ο υδροφόρας ο οποίος εμπλουτίζεται τεχνικά με αποδεσμεύσεις από το φράγμα και το νερό χρησιμοποιείται για σκοπούς ύδρευσης για την περιοχή Γερμασόγειας - Αμαθούντας και τη Λεμεσό. Τελευταία παρατηρείται μία ανοδική τάση για αστικοποίηση της πλημμυρικής περιοχής του ποταμού και υπάρχουν σχέδια για χρησιμοποίηση γης εντός της ζώνης προστασίας έτσι ώστε να δημιουργηθούν εκτάσεις για δημόσια χρήση.





Σχήμα 14: Η ζώνη προστασίας (Δα2), οι οικιστικές ζώνες (Κα6 κ.α.) και οι τουριστικές ζώνες (Τ1α1 κ.α.) οι οποίες γειτνιάζουν με τον ποταμό Γερμασόγειας.



Σχήμα 15: Ο ποταμός Γερμασόγειας και η γύρω περιοχή.

## 4.5 ΦΡΑΓΜΑ ΓΕΡΜΑΣΟΓΕΙΑΣ

Η παρουσία του φράγματος της Γερμασόγειας κρίνεται σημαντική, αφού ο ποταμός βρίσκεται κατάντη του φράγματος και ενδεχόμενη υπερχειλίση του ή στην χειρότερη περίπτωση αστοχίας του φράγματος, θα προκαλούσαν ανάλογη πλημμύρα στη περιοχή.

Για την ασφάλεια των φραγμάτων στη Κύπρο, αναλαμβάνει την ευθύνη το Τμήμα Αναπτύξεων Υδάτων (ΤΑΥ) έτσι ώστε να εφαρμόζεται ο Νόμος Περί Ενιαίας Διαχείρισης Υδάτων σε συνδυασμό με τις πρόνοιες των αντίστοιχων κανονισμών. Τα πιο σημαντικά σημεία που προκύπτουν από τον πιο πάνω συνδυασμό είναι τα εξής:

- ορίζουν ποιοι ταμιευτήρες χαρακτηρίζονται ως «μεγάλοι υπερυψωμένοι»,
- ορίζουν ποιος είναι ο διαχειριστής του κάθε ταμιευτήρα,
- καθορίζουν το αρχείο που πρέπει να διατηρείται για κάθε ταμιευτήρα,
- καθορίζουν τα απαραίτητα προσόντα των πολιτικών μηχανικών οι οποίοι θα πρέπει σε συστηματική βάση να επιβλέπουν και να διασφαλίζουν την ασφαλή λειτουργία των μεγάλων ταμιευτήρων,
- καθορίζουν τα προσόντα των πολιτικών μηχανικών οι οποίοι δύναται να μελετήσουν εκ νέου, να μεγεθύνουν ή να μετατρέψουν μεγάλο υπερυψωμένο ταμιευτήρα,
- καθορίζουν τον τρόπο επίβλεψης και επιθεώρησης των μεγάλων ταμιευτήρων καθώς επίσης και το περιεχόμενο των σχετικών εκθέσεων που πρέπει να ετοιμάζονται με το πέρας της επίβλεψης ή/και της επιθεώρησης.

Το φράγμα της Γερμασόγειας έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

| ΌΝΟΜΑ       | ΕΤΟΣ | ΠΟΤΑΜΟΣ     | ΤΥΠΟΣ    | ΥΨΟΣ (Μ) | ΧΩΡΙΤΗΚΟΤΗΤΑ (Μ3) |
|-------------|------|-------------|----------|----------|-------------------|
| Γερμασόγεια | 1968 | Γερμασόγεια | Χωμάτινο | 49       | 13 500 000        |

Πίνακας 2: Στοιχεία φράγματος Γερμασόγειας

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η διακύμανση της πληρότητας των φραγμάτων που παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια. Στο πίνακα 3 παρουσιάζονται οι ποσότητες νερού στα μεγάλα φράγματα όπως καταγράφηκαν από το ΤΑΥ.

| Φράγματα             | Χαρητι-<br>κότητα<br>Ε.Κ.Μ | Εισοδή<br>Νερού           |                              | Αποθηκευμένη Ποσότητα |                     |                     |                     | Μείωση<br>Ποσότητα |             |
|----------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|
|                      |                            | Τελετ.<br>24ώρου<br>Ε.Κ.Μ | Συνολική<br>Από 1/10<br>2018 | Σημερινή              |                     | Αντίστοιχη Περισινή |                     | 2018               |             |
|                      |                            |                           |                              | Ε.Κ.Μ.                | Πληρό-<br>τητα<br>% | Ε.Κ.Μ               | Πληρό-<br>τητα<br>% | Ε.Κ.Μ              | Ημερομ.     |
| <b>ΝΟΤΙΟΣ ΛΓΩΓΟΣ</b> |                            |                           |                              |                       |                     |                     |                     |                    |             |
| Κούρης               | 115.000                    | 0.489                     | 33.359                       | <b>56.745</b>         | 49.3                | 16.461              | 14.3                | 20.025             | 6/3         |
| Καλαβασός            | 17.100                     | 0.170                     | 7.255                        | <b>10.852</b>         | 63.5                | 1.560               | 9.1                 | 3.089              | 11/6        |
| Λεύκαρα              | 13.850                     | 0.232                     | 4.030                        | <b>4.729</b>          | 34.1                | 1.793               | 12.9                | 1.909              | 14/6        |
| Διπόταμος            | 15.500                     | 0.278                     | 4.125                        | <b>5.866</b>          | 37.8                | 2.864               | 18.5                | 3.015              | 2/3         |
| Γερμασόγεια          | 13.500                     | 0.000                     | 13.477                       | <b>13.500</b>         | 100.0               | 1.205               | 8.9                 | 1.469              | 9/3         |
| Αρμίνου              | 4.300                      | 0.336                     | 20.086                       | <b>1.774</b>          | 41.3                | 1.822               | 42.4                | 3.636              | 15/5        |
| Πολεμίδα             | 3.400                      | 0.000                     | 3.057                        | <b>3.400</b>          | 100.0               | 0.797               | 23.4                | 0.956              | 1/4         |
| Αχνα                 | 6.800                      | 0.000                     | 0.000                        | <b>1.636</b>          | 24.1                | 1.320               | 19.4                | 1.320              | 1/4         |
| <b>ΟΛΙΚΟ</b>         | <b>189.450</b>             | <b>1.505</b>              | <b>85.389</b>                | <b>98.502</b>         | <b>52.0</b>         | <b>27.822</b>       | <b>14.7</b>         | <b>32.715</b>      | <b>10/4</b> |
| <b>ΠΑΦΟΣ</b>         |                            |                           |                              |                       |                     |                     |                     |                    |             |
| Ασπρόκρεμμος         | 52.375                     | 0.174                     | 33.908                       | 41.412                | 79.1                | 13.199              | 25.2                | 15.301             | 16/3        |
| Κανναβιού            | 17.168                     | 0.053                     | 9.269                        | 9.586                 | 55.8                | 4.802               | 28.0                | 5.380              | 3/4         |
| Μαυροκόλυμπος        | 2.180                      | 0.000                     | 0.778                        | 2.180                 | 100.0               | 0.973               | 44.6                | 1.501              | 17/4        |
| <b>ΟΛΙΚΟ</b>         | <b>71.723</b>              | <b>0.227</b>              | <b>43.955</b>                | <b>53.178</b>         | <b>74.1</b>         | <b>18.974</b>       | <b>26.5</b>         | <b>22.015</b>      | <b>16/3</b> |
| <b>ΧΡΥΣΟΧΟΥ</b>      |                            |                           |                              |                       |                     |                     |                     |                    |             |
| Ευρέτου              | 24.000                     | 0.020                     | 11.039                       | 17.150                | 71.5                | 9.331               | 38.9                | 10.423             | 12/4        |
| Αργάκα               | 0.990                      | 0.000                     | 0.811                        | 0.990                 | 100.0               | 0.990               | 100.0               | 0.990              | 29/1-4/5    |
| Παμός                | 0.860                      | 0.000                     | 0.627                        | 0.860                 | 100.0               | 0.848               | 98.6                | 0.860              | 14/2-19/4   |
| Αγία Μαρίνα          | 0.298                      | 0.000                     | 0.246                        | 0.298                 | 100.0               | 0.164               | 55.0                | 0.284              | 11/5        |
| <b>ΟΛΙΚΟ</b>         | <b>26.148</b>              | <b>0.020</b>              | <b>12.723</b>                | <b>19.298</b>         | <b>73.8</b>         | <b>11.333</b>       | <b>43.3</b>         | <b>12.538</b>      | <b>12/4</b> |
| <b>ΔΕΥΚΩΣΙΑ</b>      |                            |                           |                              |                       |                     |                     |                     |                    |             |
| Βυζακιά              | 1.690                      | 0.026                     | 1.325                        | 1.385                 | 82.0                | 0.114               | 6.7                 | 0.289              | 1/4         |
| Ξυλιάτος             | 1.430                      | 0.000                     | 1.207                        | 1.430                 | 100.0               | 0.510               | 35.7                | 0.768              | 2/4         |
| Καλοπαναγιώτης       | 0.363                      | 0.000                     | 0.532                        | 0.363                 | 100.0               | 0.363               | 100.0               | 0.363              | 23/1-2/7    |
| <b>ΟΛΙΚΟ</b>         | <b>3.483</b>               | <b>0.026</b>              | <b>3.064</b>                 | <b>3.178</b>          | <b>91.2</b>         | <b>0.987</b>        | <b>28.3</b>         | <b>1.420</b>       | <b>2/4</b>  |
| <b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ</b> | <b>290.804</b>             | <b>1.778</b>              | <b>145.131</b>               | <b>174.156</b>        | <b>59.9%</b>        | <b>59.116</b>       | <b>20.3%</b>        | <b>68.617</b>      | <b>4/4</b>  |

Πίνακας 3: Ποσότητες νερού στα μεγάλα φράγματα, όπως καταγράφηκαν από το ΤΑΥ στις 2/8/19.

Φέτος το φράγμα της Γερμασόγειας έφτασε στο 100% της πληρότητας του με αποτέλεσμα να υπερχειλίσει, ποσοστό που παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση σε σχέση με το 8.9% της πληρότητας την αντίστοιχη περσινή περίοδο. Η διαφορά μέσα σε ένα χρόνο είναι τεράστια και η μέση βροχόπτωση μπορεί να είναι απρόβλεπτη.

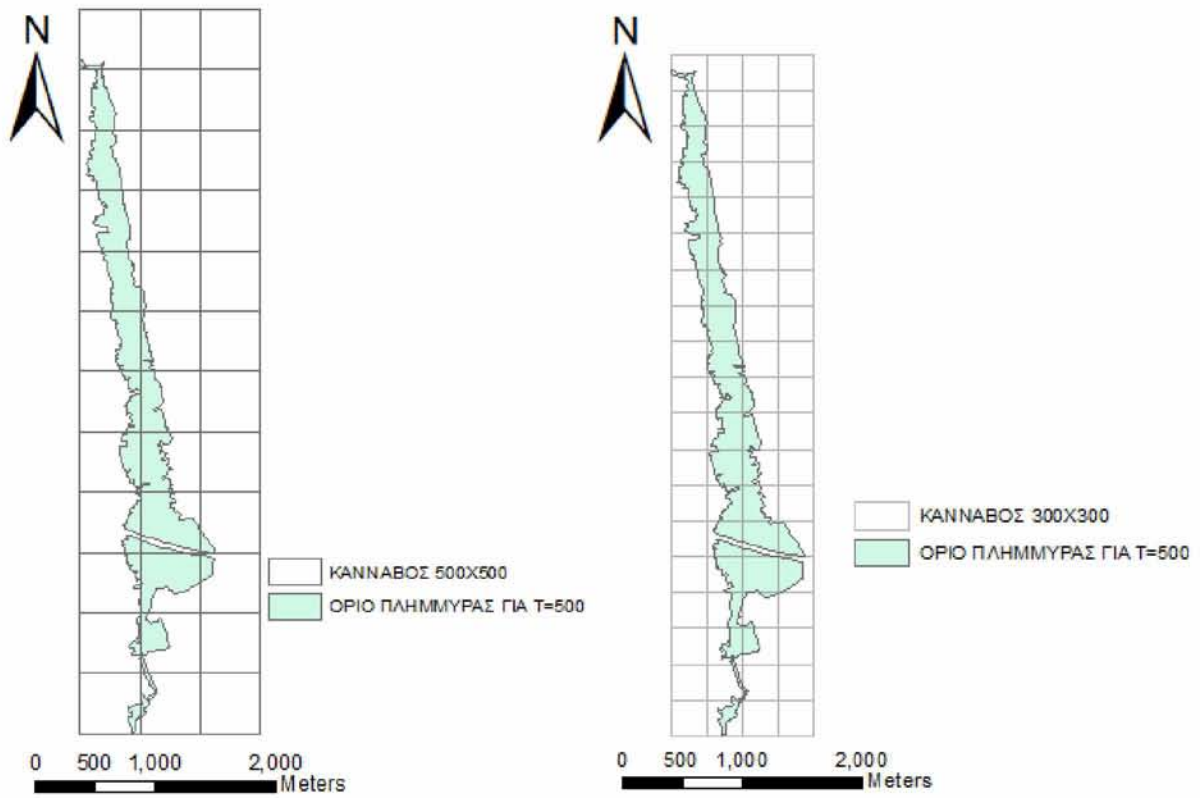
## 5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 5.1 ΓΕΝΙΚΑ

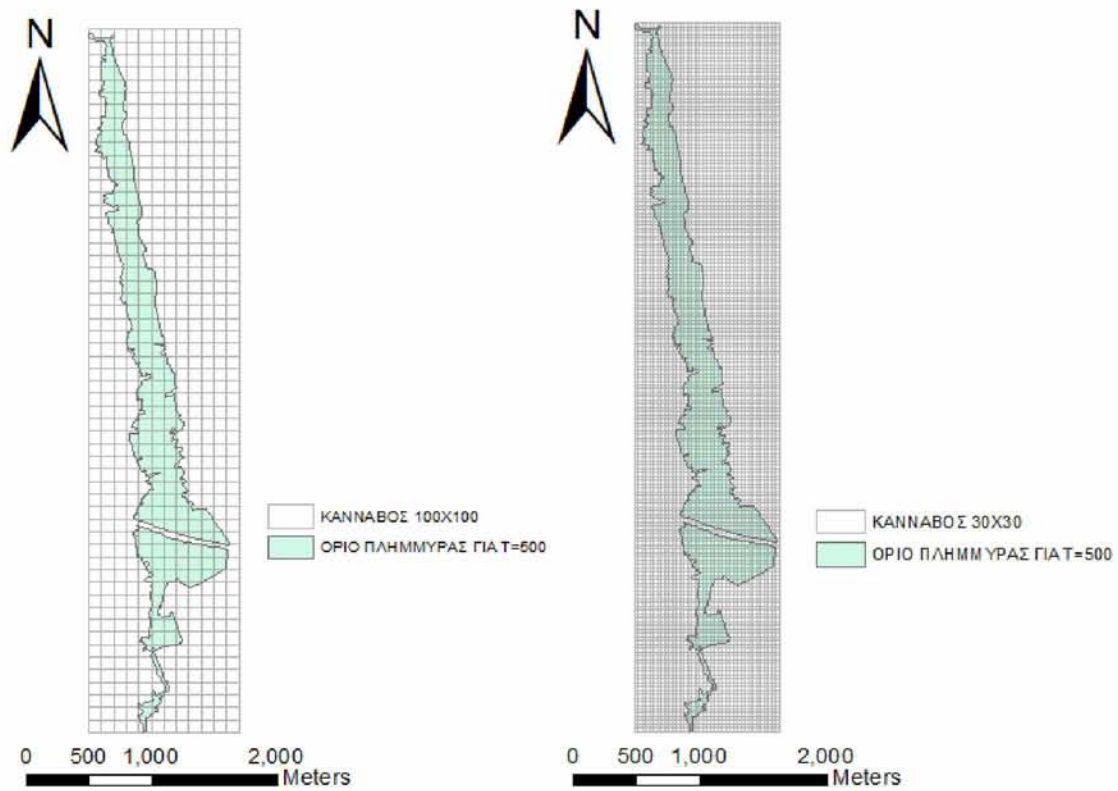
Η αποτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου στις κατακλυζόμενες ΠΔΣΚΠ, αποτελεί τον κύριο στόχο της ανάλυσης. Για την εκπλήρωση του στόχου αυτού, χρησιμοποιήθηκε η «Μεθοδολογία για την αξιολόγηση τρωτότητας και την κατάρτιση των Χαρτών Κινδύνου Πλημμύρας» η οποία βασίζεται στην Οδηγία 2007/60/ΕΚ εμπλουτισμένη από τις προτάσεις των Αναδόχων των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας. Οι περίοδοι επαναφοράς που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι ακόλουθες:

- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης  $T=20$  χρόνια
- πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης  $T=100$  χρόνια
- πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης  $T=500$  χρόνια

Συλλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν έξι διαφορετικά αρχεία για τα δεδομένα εισόδου τα οποία παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 5.2. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, δημιουργήθηκε τετραγωνικός κάνναβος (500m x 500m) χρησιμοποιώντας το εργαλείο «create fishnet», ο οποίος οριοθετήθηκε πάνω στην έκταση της ΠΔΣΚΠ, θεωρώντας ότι οι συνθήκες πλημμύρας είναι σταθερές στο εσωτερικό κάθε κελιού. Ωστόσο, υποθέσαμε ότι με αυτό τον τρόπο χάνετε αρκετή από τη ποιότητα της ανάλυσης, αφού οι συνθήκες μπορεί να μην είναι ομοιόμορφες μέσα σε  $0.25 \text{ χμ}^2$ , γι' αυτό πραγματοποιήθηκαν επιπρόσθετες δοκιμές με καννάβους  $10\mu \times 10\mu$ ,  $30\mu \times 30\mu$ ,  $100\mu \times 100\mu$ ,  $300\mu \times 300\mu$  και  $500\mu \times 500\mu$ .



Σχήμα 16: Κάνναβος 500x500 και 300x300



Σχήμα 17: Κάνναβος 100x100 και 30x30.

Στη συνέχεια έγινε αποτίμηση των μέγιστων δυνητικών επιπτώσεων από πλημμύρα σε κάθε κελί με βάση ένα σύστημα δεικτών οι οποίοι αντικατοπτρίζουν τη σημασία των επιπτώσεων στη κοινωνία. Στον υπολογισμό των μέγιστων δυνητικών επιπτώσεων, δεν λαμβάνουμε υπόψη τις περιόδους επαναφοράς αλλά υποθέτουμε σοβαρή πλημμύρα βάθους >2μέτρων για όλη την έκταση της πλημμυρικής περιοχής. Για τη πιο πάνω διαδικασία, ορίστηκαν 5 κατηγορίες τρωτότητας:

- Πολύ χαμηλή: < 50
- Χαμηλή: 50 - 125
- Μέτρια: 125 - 200
- Σημαντική: 200 - 400
- Πολύ σημαντική: >400

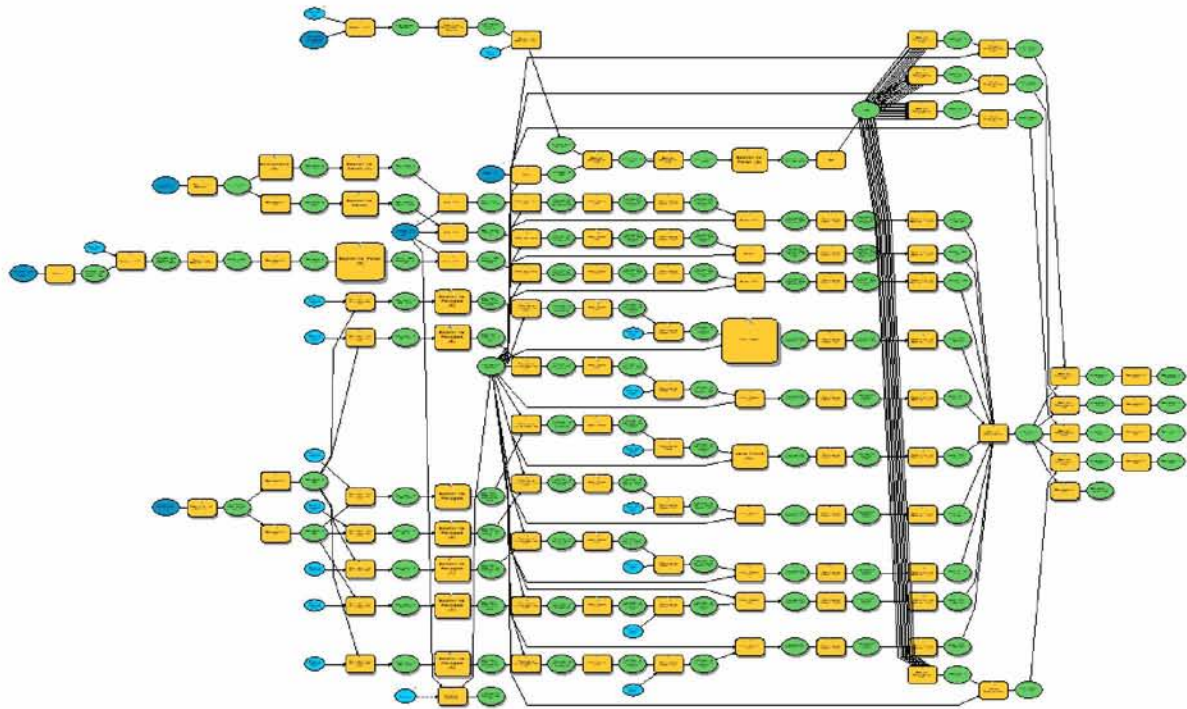
Συγκεκριμένα, έγινε αξιολόγηση στα πιο κάτω:

- Πληθυσμιακή τρωτότητα (ΕκΑ): σχετίζεται με την ασφάλεια των πολιτών οι οποίοι βρίσκονται σε αστικές και εξωαστικές συγκεντρώσεις. Επεκτείνεται πέρα από την ανθρώπινη ζωή, αφού συγκαταλέγει ένα σύνολο κοινωφελών υποδομών οι οποίες μπορεί να πληγούν σοβαρά σε περίπτωση πλημμύρας και αφορούν άμεσα τη κοινωνία, όπως είναι νοσοκομεία, κλινικές, κέντρα υγείας, νηπιαγωγεία, σχολεία, πανεπιστήμια και υποδομές του μηχανισμού πολιτικής προστασίας.
- Οικονομική τρωτότητα (ΕκΟ): αφορά την αξία κινητών και ακίνητων ιδιοκτησιών σε διάφορες περιοχές, καθώς και δραστηριότητες σε διάφορους τομείς όπως αγροτικός, τουριστικός και βιομηχανικός. Περιλαμβάνει επίσης το πεδίο των μεταφορών, το οποίο παρουσιάζεται ιδιαίτερα ευαίσθητο στις πλημμύρες.
- Πολιτιστική τρωτότητα (ΕκΠο): αφορά τα μνημεία παγκόσμιας, εθνικής και περιφερειακής σημασίας που είναι πιθανό να επηρεαστούν από ένα φαινόμενο πλημμύρας.

Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε περίπτωση αναφέρονται στο κεφάλαιο 5.3.

Ακολούθως, με δεδομένες της διατομές του υδραυλικού μοντέλου που έχουν ως πληροφορία το μέγιστο βάθος πλημμύρας για κάθε μία από της περιόδους επαναφοράς, εξήχθησαν τα βάθη πλημμύρας για την αντίστοιχη περίοδο επαναφοράς με το εργαλείο IDW (inverse distance weighting). Για την δημιουργία των χαρτών επικινδυνότητας, σχηματίστηκαν τέσσερα σενάρια με υποτιθέμενη τη ταχύτητα ροής ( $v < 0.5\text{m/s}$ ,  $0.5\text{m/s} < v < 2.0\text{m/s}$ ,  $2.0\text{m/s}$

$v < 4.0\text{m/s}$ ,  $v > 4.0\text{m/s}$  όπου  $v$  ταχύτητα ροής) και σε συσχέτιση με τα βάθη πλημμύρας ολοκληρώθηκαν οι χάρτες. Τέλος, από το συνδυασμό του χάρτη των μέγιστων δυνητικών επιπτώσεων και του χάρτη επικινδυνότητας της πλημμύρας δημιουργείται ο χάρτης πλημμυρικού κινδύνου. Η πιο πάνω διαδικασία πραγματοποιήθηκε και μοντελοποιήθηκε στο λογισμικό ArcGIS 10.4 έτσι ώστε όταν προσδιορίζονται τα δεδομένα εισόδου να εκτελείται αυτόματα.



Σχήμα 18: Μοντέλο για αποτίμηση πλημμυρικού κινδύνου στο ArcGIS 10.4.

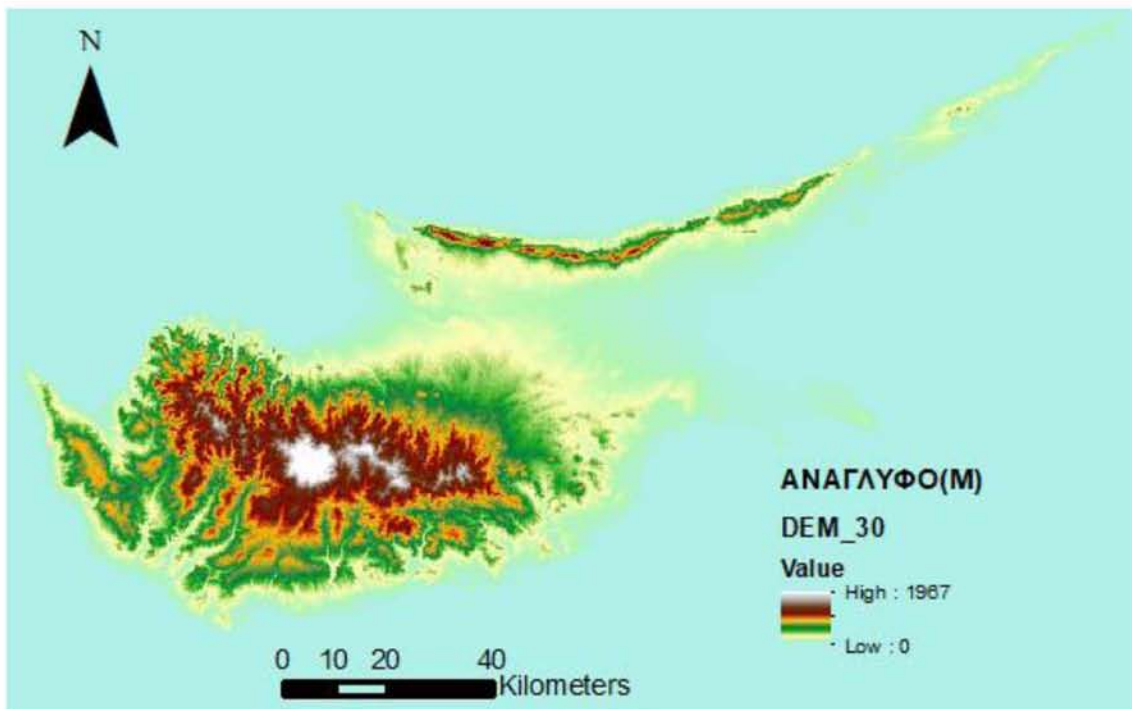
## 5.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

Το πρώτο και πιο καθοριστικό στάδιο σε μία εργασία υδρολογικής φύσεως, είναι η εύρεση υλικού και δεδομένων τα οποία θα τεθούν υπό επεξεργασία στη συνέχεια. Η συλλογή τους μπορεί να είναι χρονοβόρα και μερικές φορές αδύνατη, αφού δεν είναι όλα τα στοιχεία που χρειάζονται σε μία τέτοια μελέτη διαθέσιμα. Όπως αναφέραμε πιο πάνω, ως δεδομένα εισόδου στο μοντέλο που δημιουργήθηκε, χρησιμοποιήθηκαν έξι διαφορετικά αρχεία και είναι τα ακόλουθα:

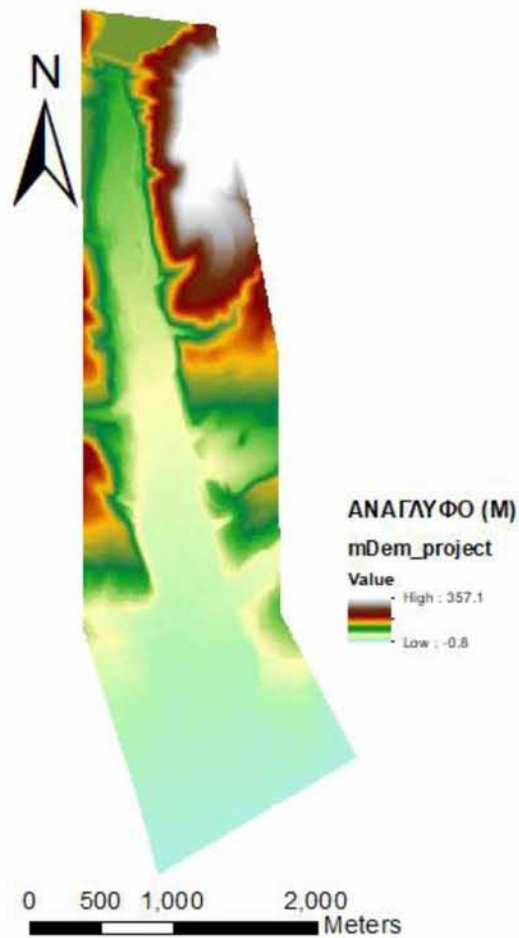


### 1) Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους:

Χρησιμοποιήθηκαν δύο ΨΜΕ για την διπλωματική εργασία, το πρώτο έχει χωρική ανάλυση 30 μέτρων από το δορυφόρο ASTER και είναι δωρεάν. Επειδή όμως μία ανάλυση 30 μέτρων πολύ πιθανό να είχε υψηλά ποσοστά αβεβαιότητας, ζητήθηκε από το κτηματολόγιο Κύπρου, ΨΜΕ στην καλύτερη δυνατή ανάλυση και έτσι παραχωρήθηκε έναντι ενός ποσού ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 1 μέτρου για περιορισμένη περιοχή, η οποία όμως ήταν αρκετή ώστε να καλύψει τη ΠΔΣΚΠ της Γερμασόγειας.



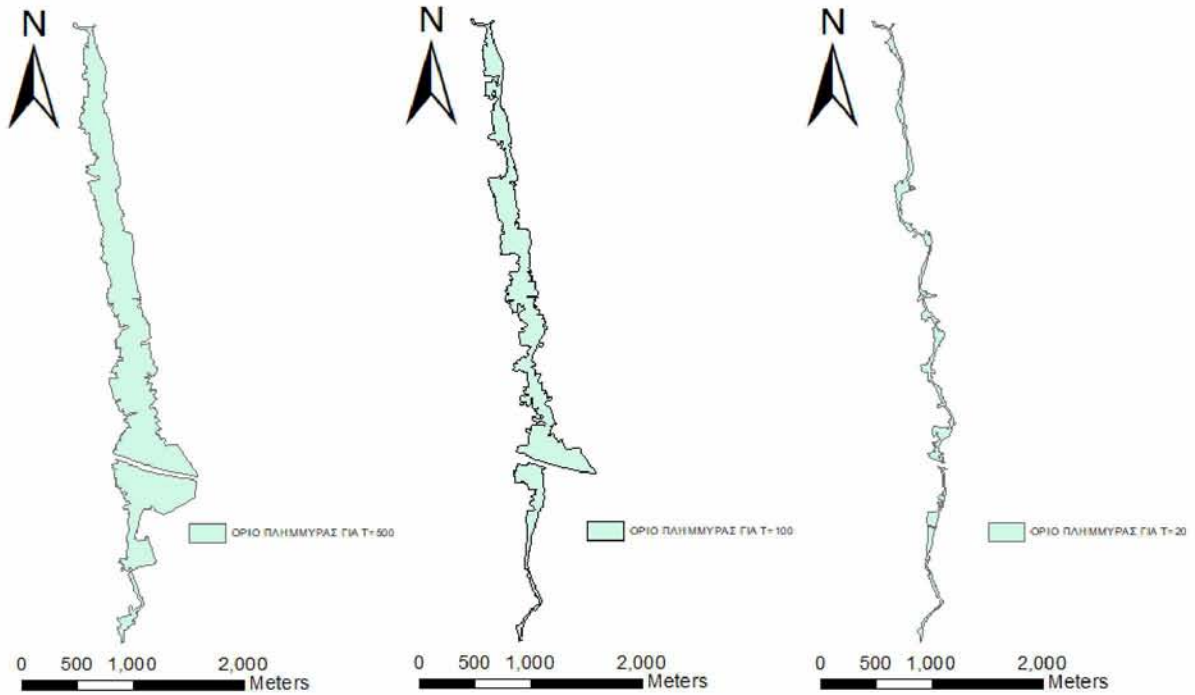
Σχήμα 19: ΨΜΕ από δορυφόρο ASTER χωρικής ανάλυσης 30 μέτρων.



Σχήμα 20: ΨΜΕ γύρω από το ποταμό Γερμασόγειας από το κτηματολόγιο Κύπρου χωρικής ανάλυσης 1μέτρου.

## 2) Όρια πλημμυρικών περιοχών:

Για τα όρια πλημμυρικών περιοχών χρησιμοποιήθηκαν αρχεία τύπου shapefile τα οποία παραλήφθηκαν από το ΤΑΥ. Αποτελούνται από πολύγωνα τα οποία οριοθετούν την πλημμυρική περιοχή με πιθανότητα 1 στα 20, 1 στα 100, 1 στα 500 έτη. Έχουν εμβαδόν  $219260.359433\text{m}^2$ ,  $790358.627269\text{m}^2$  και  $1368013.821879\text{m}^2$  αντίστοιχα.



Σχήμα 21: Όρια πλημμυρικής περοχής στο ποταμό Γερμασόγειας για T=500, 100, 20 αντίστοιχα.

### 3) Διατομές υδραυλικού μοντέλου και ανώτατη στάθμη νερού:

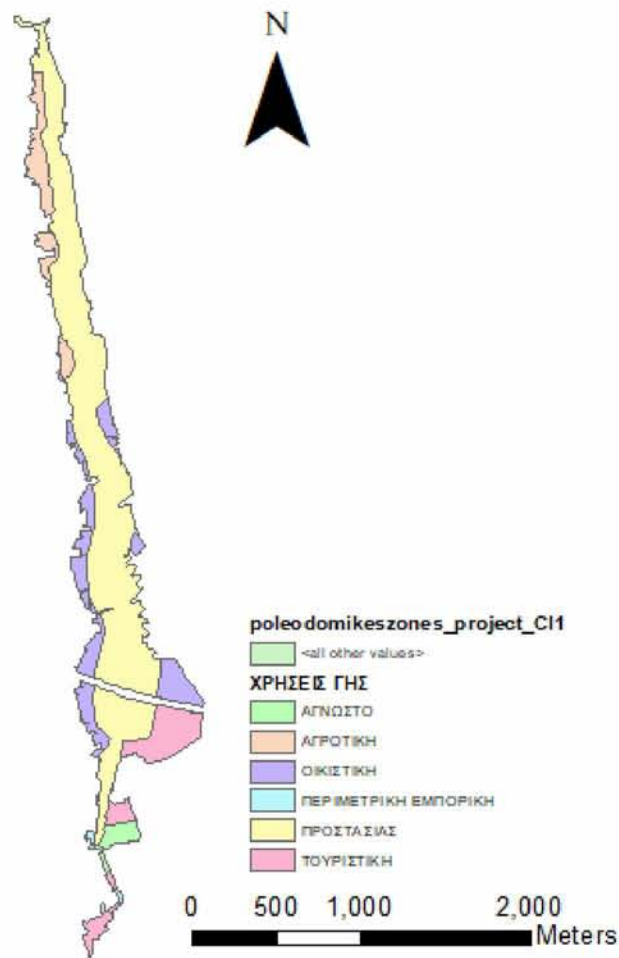
Τα αρχεία αυτά προστέθηκαν από την υπηρεσία «Add Data from ArcGIS Online» και παρουσιάζουν την ανώτατη στάθμη νερού στις διατομές για τις προαναφερόμενες περιόδους επαναφοράς όπως αυτά προέκυψαν από την ανάλυση υδραυλικού μοντέλου. Οι διατομές αυτές, δημιουργήθηκαν στο λογισμικό HEC-RAS από την κοινοπραξία PRISMA CONSULTING ENGINEERS S.A. – T.C. GEOMATIC Ltd – OFEK AERIAL PHOTOGRAPHY (1987) Ltd. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για να εξαχθούν τα βάθη ροής στη πλυμμηρική περιοχή, καθώς δεν υπήρχαν σε μορφή η οποία να μπορεί να επεξεργαστεί έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα εισόδου και να επεξεργαστούν στη συνέχεια.



Σχήμα 22: Διατομές του υδραυλικού μοντέλου.

#### 4) Χάρτης χρήσεων γης:

Όπως οι διατομές υδραυλικού μοντέλου έτσι και αυτό το αρχείο προστέθηκε μέσω της υπηρεσίας «Add Data from ArcGIS Online». Παρέχει χρήσιμες πληροφορίες όπως οι πολεοδομικές ζώνες και οι χρήσεις γης μέσα στην πλημμυρική περιοχή.

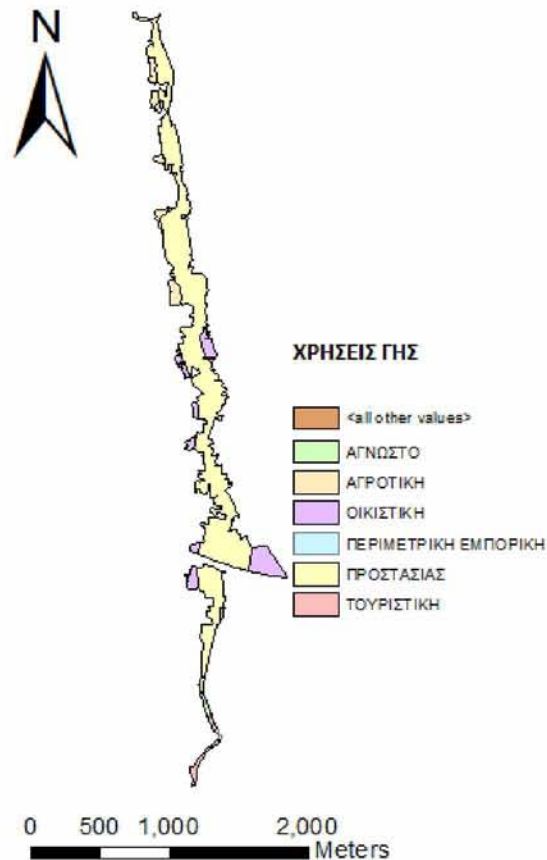


Σχήμα 23: Χρήσεις γης στη πλομμυρική περιοχή για T=500.

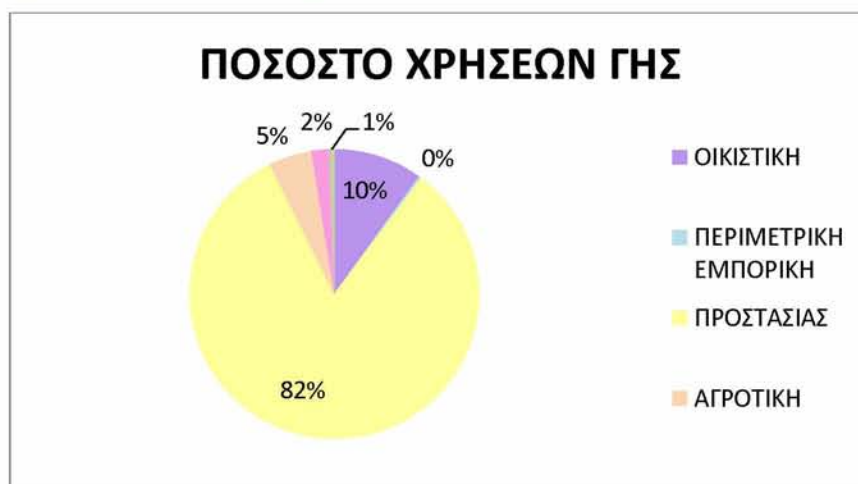


Σχήμα 24: Ποσοστά χρήσεων γης στην πλομμυρική περιοχή για T=500.

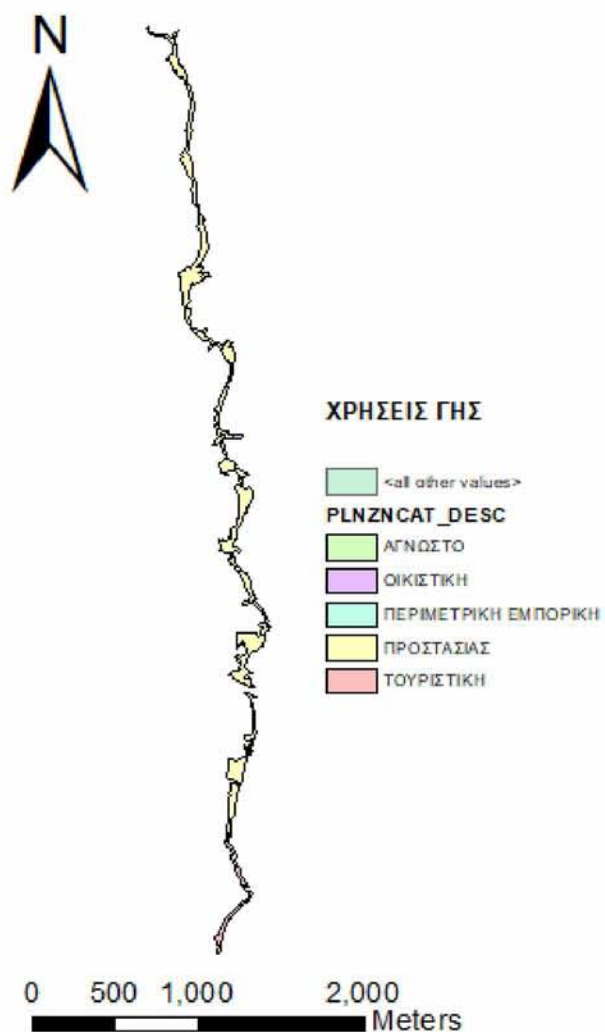
Όπως φαίνεται στο πιο πάνω γράφημα, η περισσότερη από τη μισή έκταση της περιοχής, ανήκει στη ζώνη προστασίας η οποία υπάρχει γύρω από το ποτάμι. Ακολουθούν με ποσοστά 14% η οικιστική περιοχή, 10% η τουριστική και 7.5% αγροτική. Στις τελευταίες δύο θέσεις βλέπουμε να υπάρχει μία περιοχή με άγνωστο περιεχόμενο σε ποσοστό 2% και μία πολύ μικρή μερίδα μόλις 0.6% εμπορικής ζώνης.



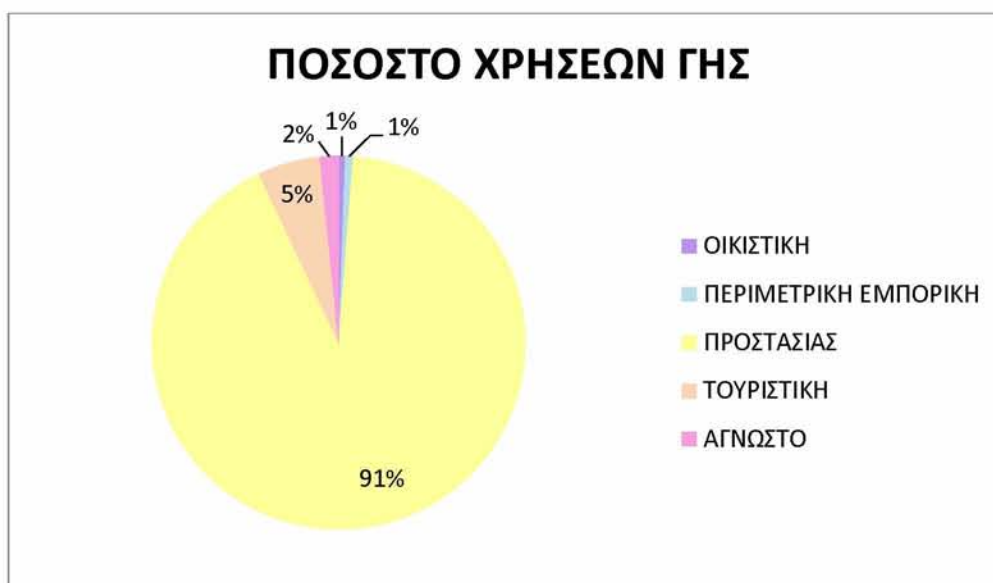
Σχήμα 25: Χρήσεις γης στη πλυμμυρική περιοχή για T=100.



Σχήμα 26: Ποσοστά χρήσεων γης στην πλυμμυρική περιοχή για T=100.



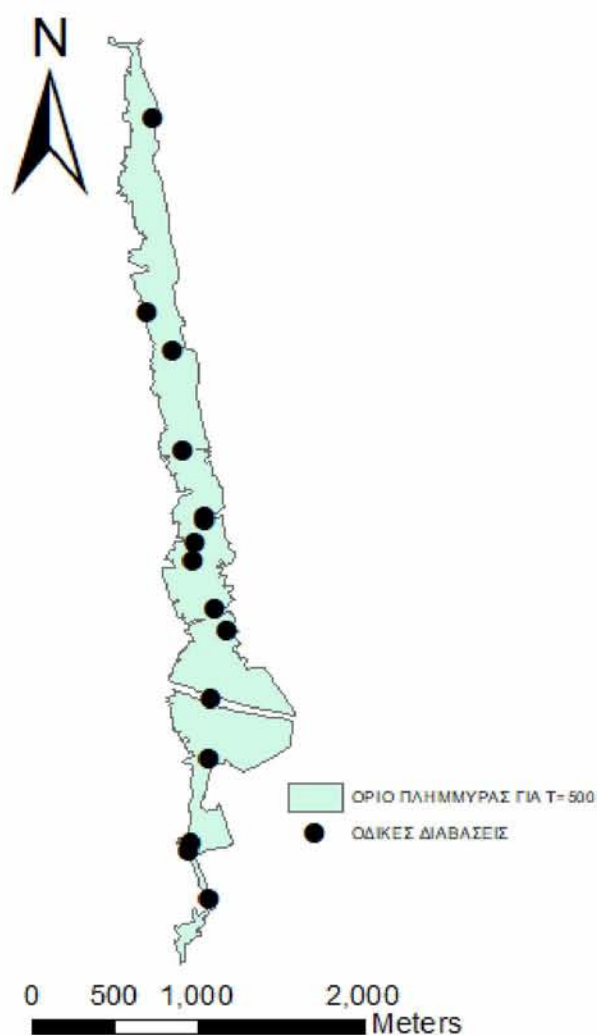
Σχήμα 27: Χρήσεις γης στη πλημμυρική περιοχή για T=20.



Σχήμα 28: Ποσοστά χρήσεων γης στην πλημμυρική περιοχή για T=20.

### 5) Οδικές διαβάσεις:

Με πηγή το ArcGIS online όπως και τα προηγούμενα δύο, το αρχείο των οδικών διαβάσεων, εμφανίζει σημεία που εκφράζουν οχετούς/γέφυρες ή αναχώματα/αναβαθμούς, τα οποία επηρεάζονται από πλημμύρα για τις περιόδους επαναφοράς στις οποίες εργαζόμαστε.



Σχήμα 29: Οδικές διαβάσεις που επηρεάζονται για T=500.

Σημεία ενδιαφέροντος:

Το τελευταίο αρχείο που χρησιμοποιήθηκε ως δεδομένο εισόδου, περιέχει σημεία τα οποία αφορούν τα ακόλουθα σε παγκύπρια κλίμακα: υπηρεσίες εξυπηρέτησης πολιτών, κλινικές, νοσοκομεία, πολιτιστικά κέντρα, αστυνομικούς σταθμούς, πυροσβεστικούς σταθμούς, ιστορικά μνημεία, μουσεία και μνημεία της UNESCO, τα οποία ωστόσο, όπως φάνηκε στους



χάρτες κανένα από αυτά τα σημεία δεν εμπίπτει στην πλυμμηρική περιοχή της Γερμασόγειας. Αν όμως γίνει ανάλυση σε κάποια άλλη πλημμυρική περιοχή, τα στοιχεία θα είναι χρήσιμα.

### 5.3 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Ως πρώτη διεργασία που πρέπει να πραγματοποιηθεί για την δημιουργία του χάρτη τρωτότητας, είναι η πρωτογενής επεξεργασία των δεδομένων εισόδου έτσι ώστε να τα φέρουμε στη μορφή που χρειάζεται για να δοθούν οι δείκτες τρωτότητας. Γι' αυτό το σκοπό χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία:

- “point to raster” για τα ενδιαφέρον σημεία, οδικές διαβάσεις,
- ”feature to raster” για τις πολεοδομικές ζώνες.

Έτσι τα δεδομένα μας από διανυσματικά μετατράπηκαν σε ψηφιδωτά και προετοιμάστηκαν για το εργαλείο “reclassify” με το οποίο ορίζουμε τους δείκτες για κάθε κατηγορία.

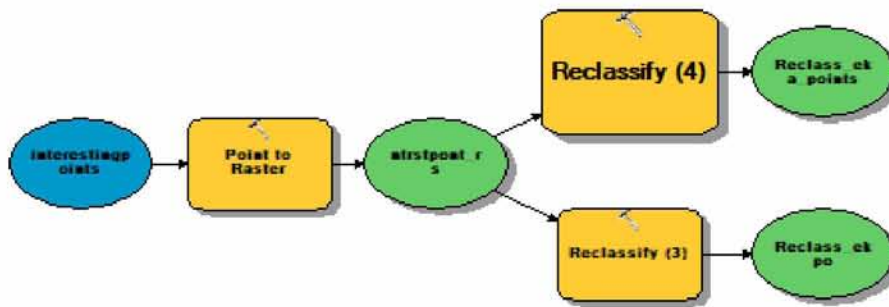
- Ενδιαφέρον σημεία: χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο reclassify δύο φορές, μία για την πληθυσμιακή τρωτότητα και μία για τη πολιτιστική.

| Δείκτες πληθυσμιακής τρωτότητας για ενδιαφέρον σημεία |     |
|---|-----|
| Νοσοκομεία  | 250 |
| Κλινικές  | 150 |
| Δημόσια κοινοτικά ιατρεία                             | 150 |
| Αστυνομικοί σταθμοί                                   | 250 |
| Πυροσβεστικοί σταθμοί                                 | 250 |

Πίνακας 4: Δείκτες πληθυσμιακής τρωτότητας για ενδιαφέρον σημεία.

| Δείκτες πολιτιστικής τρωτότητας για ενδιαφέρον σημεία |     |
|---|-----|
| Μνημεία UNESCO  | 150 |
| Μουσεία   | 50  |
| Μνημεία   | 50  |
| Ιστορικά μνημεία                                      | 50  |
| Πολιτιστικά κέντρα                                    | 50  |

Πίνακας 5: Δείκτες πληθυσμιακής τρωτότητας για ενδιαφέρον σημεία.



Σχήμα 30: Μετατροπή διανυσματικού σε ψηφιδωτό και ορισμός δεικτών σε περιβάλλον modelbuilder του ArcGIS.

Οι πίνακες 6 και 7, είναι μέρη του πίνακα που υπάρχει στο περιβάλλον εργασίας του εργαλείου “reclassify”, με τον οποίο ορίζονται οι δείκτες πληθυσμιακής και πολιτιστικής τρωτότητας αντίστοιχα. Η στήλη “old values” αντιπροσωπεύει τα σημεία ενδιαφέροντος με αριθμούς, ενώ η στήλη “New values” αντιπροσωπεύει τους αντίστοιχους δείκτες τρωτότητας.

| Old values | New values |
|------------|------------|
| 1          | 0          |
| 2          | 0          |
| 3          | 150        |
| 4          | 0          |
| 5          | 250        |
| 6          | 0          |
| 7          | 250        |
| 8          | 0          |

Πίνακας 6: Μέρος του πίνακα στο εργαλείο “reclassify” για ορισμό δεικτών πληθυσμιακής τρωτότητας.

| Old values | New values |
|------------|------------|
| 1          | 50         |
| 2          | 50         |
| 3          | 0          |
| 4          | 0          |
| 5          | 0          |
| 6          | 50         |
| 7          | 0          |
| 8          | 150        |

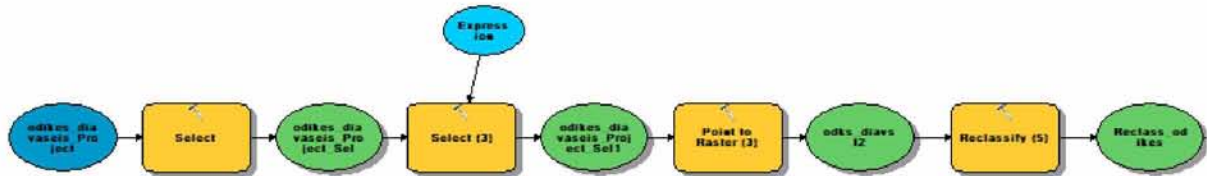
Πίνακας 7: Μέρος πίνακα στο εργαλείο “reclassify” για ορισμό δεικτών πολιτιστικής τρωτότητας.

- Οδικές διαβάσεις: αρχικά χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο “select” δύο φορές διαδοχικά, τη πρώτη για να επιλέξει την κατηγορία γέφυρες/οχετοί και τη δεύτερη έτσι ώστε να μπορεί να επιλέξει ο χρήστης για ποια περίοδο επαναφοράς αναφέρεται και να επιλέγονται οι οδικές διαβάσεις που επηρεάζονται για τη συγκεκριμένη

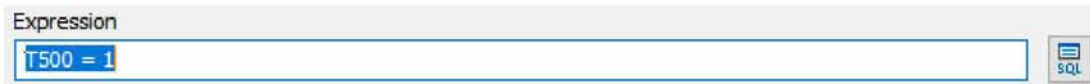
περίοδο επαναφοράς. Συμπεριλαμβάνεται στη κατηγορία της οικονομικής τρωτότητας έτσι το “reclassify” χρησιμοποιήθηκε μία φορά.

|   |     |
|---|-----|
| Δείκτες οικονομικής τρωτότητας για οδικές διαβάσεις |     |
| Γέφυρες/Οχετοί                                      | 100 |

Πίνακας 8: Δείκτες οικονομικής τρωτότητας για οδικές διαβάσεις.



Σχήμα 31: Διαδικασία για καθορισμό δεικτών των οδικών διαβάσεων σε περιβάλλον modelbuilder στο ArcGIS.



Σχήμα 32: : Πεδίο "expression" στο εργαλείο "select" για επιλογή περιόδου επαναφοράς.

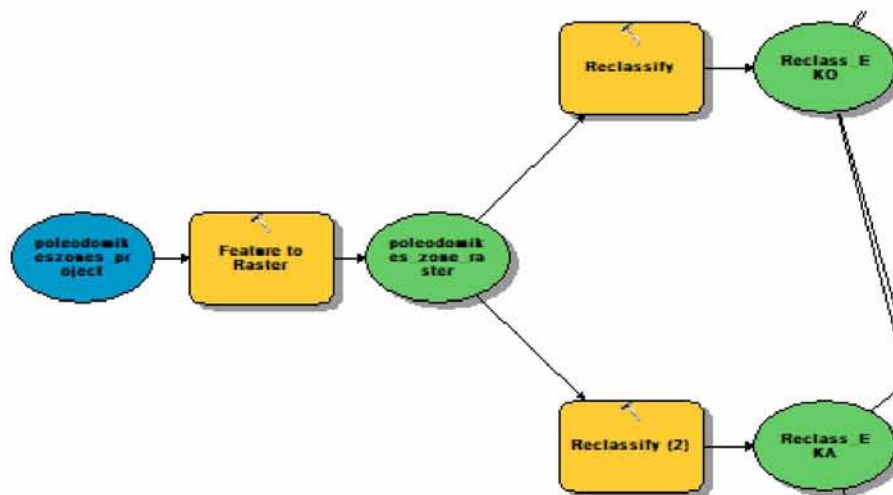
Με την έκφραση  $T500 = 1$ , επιλέγονται οι οδοί οι οποίοι πλημμυρίζουν για περίοδο επαναφοράς 500 ετών. Αν θέλουμε να επιλέξουμε οδούς που πλημμυρίζουν για περίοδο επαναφοράς 100 έτη ή 20 έτη, γράφουμε  $T100 = 1$  ή  $T20 = 1$  αντίστοιχα.

- Πολεοδομικές ζώνες: χρησιμοποιήθηκε το “reclassify” δύο φορές για όλες τις ζώνες αφού είναι πολύ πιθανόν η ίδια ζώνη να έχει διαφορετικό δείκτη για πληθυσμιακή τρωτότητα και για οικονομική τρωτότητα.

| ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΗ ΖΩΝΗ  | ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ | ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ |
|-------------------|----------------------|---------------------|
| ΑΓΝΩΣΤΗ           | 0                    | 0                   |
| ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ         | 250                  | 100                 |
| ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ/ΓΡΑΦΕΙΑ | 250                  | 100                 |
| ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΔΟΜΗΣΗΣ  | 250                  | 100                 |
| ΑΣΤΙΚΗ ΕΜΟΡΙΚΗ    | 0                    | 0                   |
| ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ       | 0                    | 0                   |

|                        |     |     |
|------------------------|-----|-----|
| ΕΜΠΟΡΙΚΗ               |     |     |
| ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ            | 0   | 250 |
| ΒΙΟΤΕΧΝΙΚΗ             | 0   | 50  |
| ΒΙΟΤΕΧΝΙΚΗ/ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ   | 250 | 100 |
| ΑΓΡΟΤΙΚΗ               | 0   | 100 |
| ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ           | 0   | 50  |
| ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ             | 0   | 0   |
| ΆΛΛΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ | 150 | 0   |
| ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ             | 0   | 250 |
| ΛΙΜΑΝΙΑ                | 0   | 0   |
| ΑΝΕΥ ΖΩΝΗΣ             | 0   | 0   |
| ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ    | 0   | 250 |

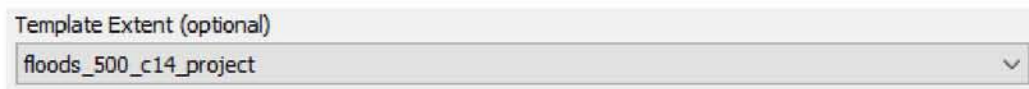
Πίνακας 9: Δείκτες πληθυσμιακής και οικονομικής τρωτότητας για τις πολεοδομικές ζώνες.



Σχήμα 33: Διαδικασία για καθορισμό δεικτών τρωτότητας στις πολεοδομικές ζώνες σε περιβάλλον modelbuilder στο ArcGIS.

Σημειώνεται ότι δόθηκαν δείκτες τρωτότητας σε όλα τα δεδομένα ανεξαρτήτως του αν βρίσκονται στην πλημμυρική περιοχή της Γερμασόγειας.

Εδώ κάνει σημαντική την παρουσία του το δεύτερο δεδομένο εισόδου, δηλαδή τα πλημμυρικά όρια. Αυτό το αρχείο shapefile που περιέχει πολύγωνα, θέτει ακριβώς τα όρια της περιοχής μελέτης, πάνω στην οποία δημιουργείται κάνναβος με το εργαλείο “create fishnet”, τα κελιά του οποίου θα αναπαριστούν τη κατηγορία τρωτότητας, επικινδυνότητας και κινδύνου της πλημμύρας.



Σχήμα 34: Πεδίο "template extent" στο εργαλείο "create fishnet", όπου γίνεται η επιλογή των ορίων πάνω στα οποία δημιουργείται ο κάνναβος.

Επίσης, σημαντικός για τη συνέχεια είναι ο πίνακας ιδιοτήτων του καννάβου (πίνακας 10) που δημιουργείται και περιέχει όλα τα κελιά που σχηματίστηκαν, το καθένα με το δικό του κωδικό (OID).

|   | OID * | Shape * | Shape_Length | Shape_Area    |
|---|-------|---------|--------------|---------------|
| ▶ | 1     | Polygon | 2000         | 249999.999999 |
|   | 2     | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 3     | Polygon | 2000         | 249999.999999 |
|   | 4     | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 5     | Polygon | 2000         | 250000.000002 |
|   | 6     | Polygon | 2000         | 250000.000001 |
|   | 7     | Polygon | 2000         | 249999.999998 |
|   | 8     | Polygon | 2000         | 249999.999999 |
|   | 9     | Polygon | 2000         | 249999.999998 |
|   | 10    | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 11    | Polygon | 2000         | 250000.000002 |
|   | 12    | Polygon | 2000         | 250000.000001 |
|   | 13    | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 14    | Polygon | 2000         | 250000.000002 |
|   | 15    | Polygon | 2000         | 250000.000001 |
|   | 16    | Polygon | 2000         | 249999.999999 |
|   | 17    | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 18    | Polygon | 2000         | 249999.999999 |
|   | 19    | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 20    | Polygon | 2000         | 250000.000002 |
|   | 21    | Polygon | 2000         | 250000.000001 |
|   | 22    | Polygon | 2000         | 249999.999999 |
|   | 23    | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 24    | Polygon | 2000         | 249999.999999 |
|   | 25    | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 26    | Polygon | 2000         | 250000.000001 |
|   | 27    | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 28    | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 29    | Polygon | 2000         | 250000.000002 |
|   | 30    | Polygon | 2000         | 250000.000001 |
|   | 31    | Polygon | 2000         | 249999.999999 |
|   | 32    | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 33    | Polygon | 2000         | 249999.999999 |
|   | 34    | Polygon | 2000         | 250000        |
|   | 35    | Polygon | 2000         | 250000.000002 |
|   | 36    | Polygon | 2000         | 250000.000001 |

Πίνακας 10: Πίνακας ιδιοτήτων που δημιουργείται από το εργαλείο “create fishnet” για διαστάσεις κελιών 500μ x500μ.

Η περιοχή που περικλείεται σε κάθε κελί, θεωρείται ότι έχει σταθερές συνθήκες πλημμύρας, έτσι όσο πιο μικρή είναι η έκταση του κάθε κελιού, τόσο πιο ακριβής είναι η ανάλυση μας. Οι διαστάσεις επιλέγονται μέσω των πεδίων “cell size width” και “cell size height” που ανήκουν στο εργαλείο “create fishnet”.

|                  |    |
|------------------|----|
| Cell Size Width  | 30 |
| Cell Size Height | 30 |

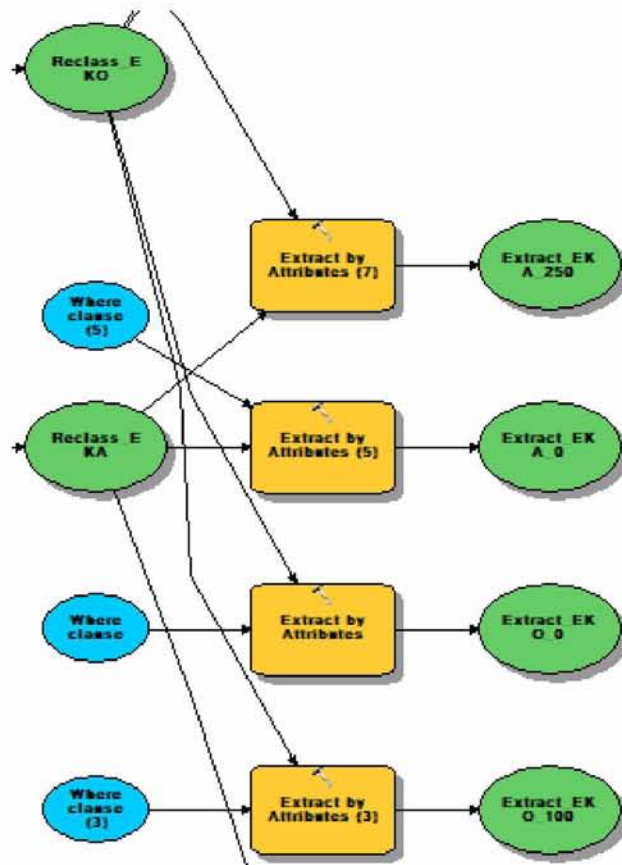
Σχήμα 35: Καθορισμός διαστάσεων του κελιού στο εργαλείο "create fishnet".

Αρχικά δημιουργήθηκαν κελιά 500μ x 500μ όπως προτείνεται από τη μεθοδολογία. Όταν όμως ολοκληρώθηκε το μοντέλο και αξιολογήθηκαν τα αποτελέσματα, κρίθηκε αναγκαία η δημιουργία μικρότερων κελιών για μεγαλύτερη ακρίβεια. Ιδανικότερες διαστάσεις κελιών βάσει της σχέσης ακρίβειας και χρόνου εκτέλεσης του μοντέλου, κρίθηκαν οι διαστάσεις 30μ x 30μ.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, για την αξιολόγηση της μέγιστης επίπτωσης σε εκτατικές χρήσεις πρέπει να ληφθεί υπόψη η επιφάνεια που καλύπτει μία συγκεκριμένη χρήση μέσα στο κελί. Για να επιτευχθεί το παραπάνω ακολουθήθηκε μία σειρά από εντολές οι οποίες αναλύονται στη συνέχεια. Καταρχάς χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο "extract by attributes", το οποίο εξήγαγε τα πολύγωνα που αντιστοιχούν σε κάθε δείκτη και για τις δύο εντολές "reclassify".

|                  |
|------------------|
| Where clause (7) |
| Value = 250      |

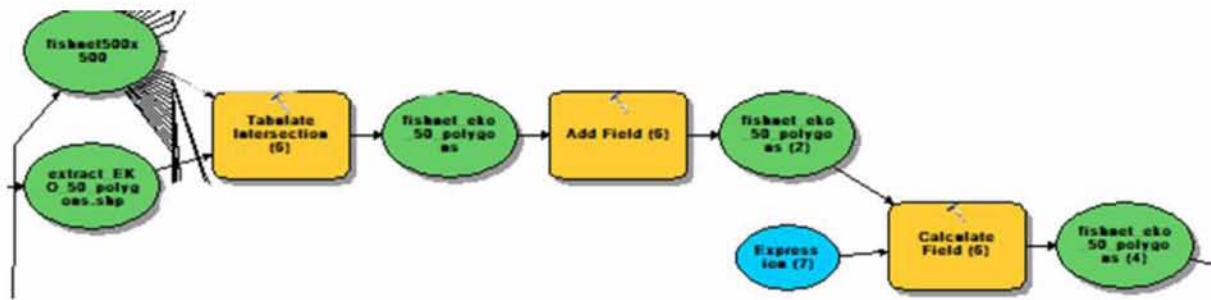
Σχήμα 36: Εξαγωγή πολυγώνων με δείκτη τρωτότητας 250, μέσω του εργαλείου "extract by attributes".



Σχήμα 37: Μέρος της διαδικασίας εξαγωγής των πολύγων ανάλογα με το δείκτη τρωτότητας.

Τα εξαγόμενα πολύγωνα μετατράπηκαν από ψηφιδωτά σε διανυσματικά έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο εργαλείο “tabulate intersection”, το οποίο διασταυρώνει τον κάνναβο που δημιουργήσαμε (“fishnet500x500”) προηγουμένως μαζί με τα εξαγόμενα πολύγωνα και ως αποτέλεσμα έχουμε ένα πίνακα, ο οποίος εμφανίζει το εμβαδόν και το ποσοστό που καλύπτουν τα πολύγωνα μέσα σε κάθε κελί. Με το εργαλείο “add field” προσθέτουμε μία καινούργια στήλη στον πίνακα που δημιουργήθηκε, όπου σ’αυτήν διαιρούμε το ποσοστό (στήλη “percentage”) δια 100 και το πολλαπλασιάζουμε με τον αντίστοιχο δείκτη τρωτότητας μέσω του εργαλείου “calculate field”. Μ’αυτό τον τρόπο έχουμε ένα νέο δείκτη τρωτότητας, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την έκταση που καταλαμβάνει το πολύγωνο μέσα στο κελί.





Σχήμα 38: Διαδικασία εύρεσης νέου δείκτη τρωτότητας.

|   | OBJECTID * | OID | AREA        | PERCENTAGE | p_eko250 |
|---|------------|-----|-------------|------------|----------|
| ▶ | 1          | 1   | 13355.86414 | 5.342346   | 13       |
|   | 2          | 2   | 8686.570648 | 3.474628   | 9        |
|   | 3          | 5   | 17726.80620 | 7.090722   | 18       |
|   | 4          | 8   | 73514.47451 | 29.40579   | 74       |
|   | 5          | 9   | 18512.16783 | 7.404867   | 19       |
|   | 6          | 11  | 27.692419   | 0.011077   | 0        |

Πίνακας 11: Αποτελέσματα του “tabulate intersection” για οικονομική τρωτότητα δείκτη 250 με κάρναβο 500μ x 500μ και η επιπλέον στήλη (“p\_eko250) με τους νέους δείκτες τρωτότητας.

Έπειτα, έγινε ένωση του πίνακα που δημιουργήθηκε από το εργαλείο “create fishnet” μαζί με την στήλη που περιέχει τους νέους δείκτες, μέσω του “join field” έτσι ώστε ο κάθε καινούργιος δείκτης να τοποθετηθεί στο κελί που του αντιστοιχεί. Στα κελιά όπου δεν αντιστοιχεί οποιοσδήποτε δείκτης, εμφανιζόταν το αποτέλεσμα “null” το οποίο δεν είναι επιθυμητό και έτσι αντικαταστάθηκε από την τιμή 0 μέσω ενός μικρού κώδικα “python” ο οποίος γράφτηκε στο εργαλείο “calculate field”.

Field Name  
p\_eka250

Expression  
updateValue( !p\_eka250! )

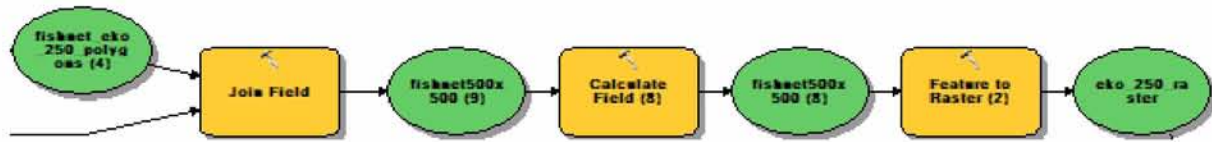
Expression Type (optional)  
PYTHON

Code Block (optional)

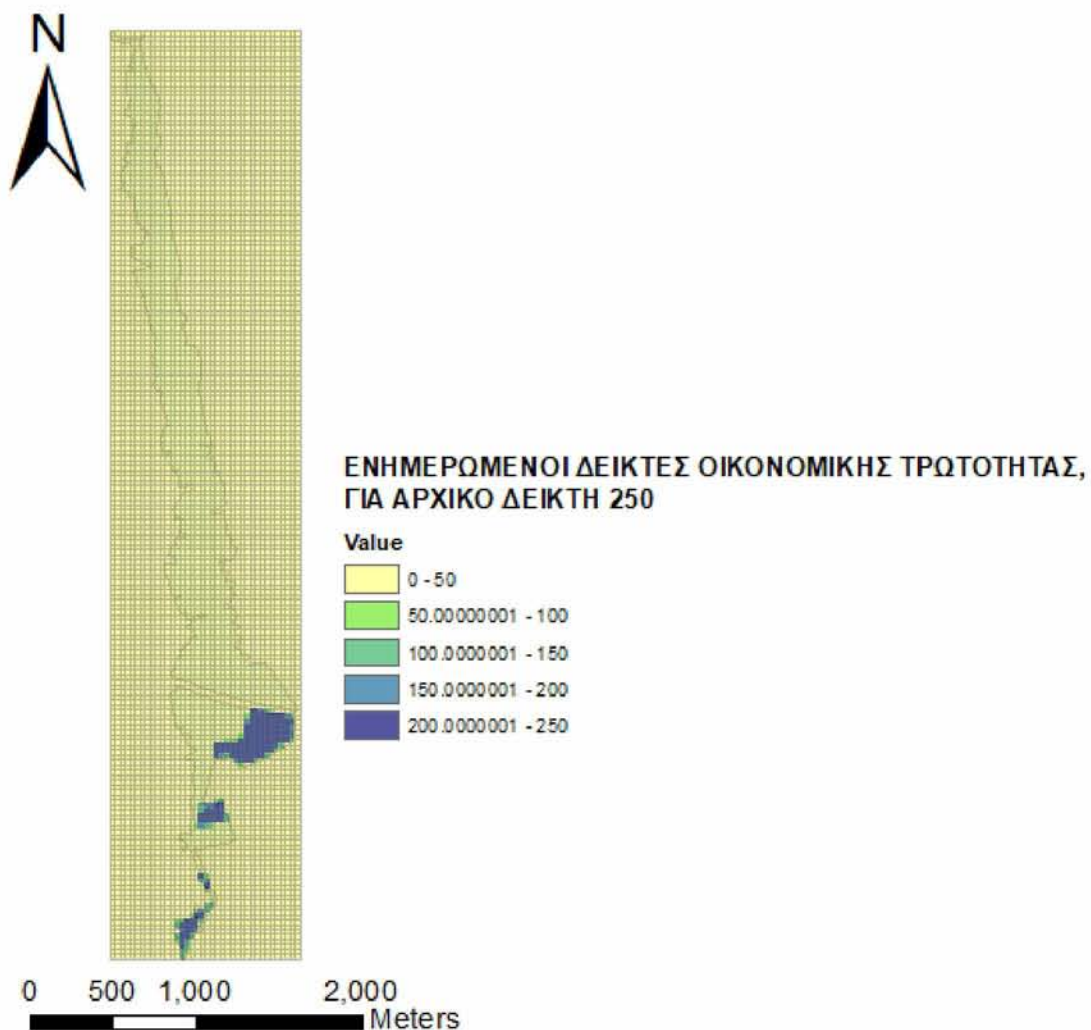
```
def updateValue(value):
    if value == None:
        return '0'
    else: return value
```

Σχήμα 39: Μέθοδος για αντικατάσταση του αποτελέσματος “null” με τη τιμή “0”, μέσω της python στον εργαλείο “calculate field”.

Τέλος το διανυσματικό αρχείο μετατράπηκε σε ψηφιδωτό βάση της στήλης με τους νέους δείκτες τρωτότητας, για να είναι έτοιμο να χρησιμοποιηθεί στο “raster calculator”, εργαλείο το οποίο θα προσθέσει όλα τα επιμέρους ψηφιδωτά αρχεία με τις καινούργιες τιμές τρωτότητας, αποδίδοντας έτσι τον τελικό χάρτη τρωτότητας.



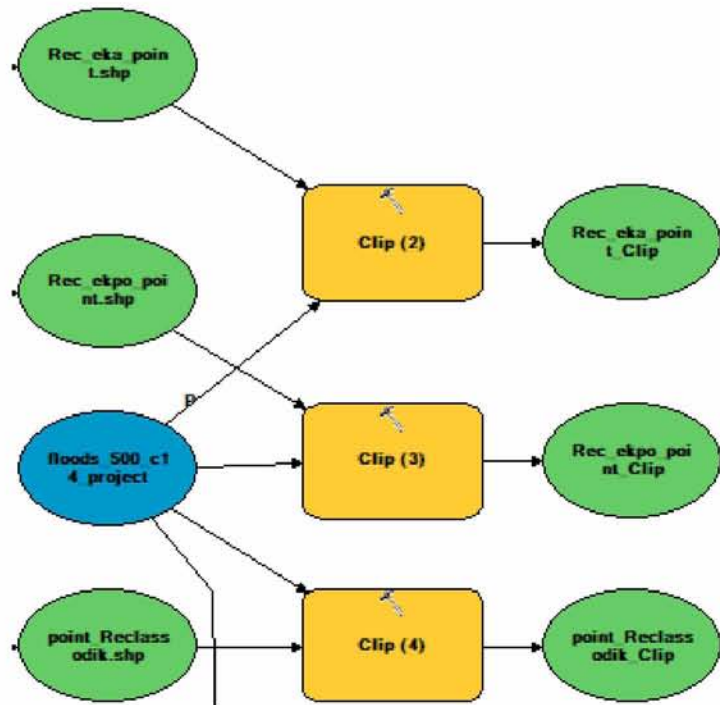
Σχήμα 40: Διαδικασία για δημιουργία ψηφιδωτού αρχείου για οικονομικό δείκτη τρωτότητας 250.



Σχήμα 41: Χάρτης με ενημερωμένους δείκτες οικονομικής τρωτότητας, για αρχικό δείκτη 250 σε κάρναβο 30μ x 30μ

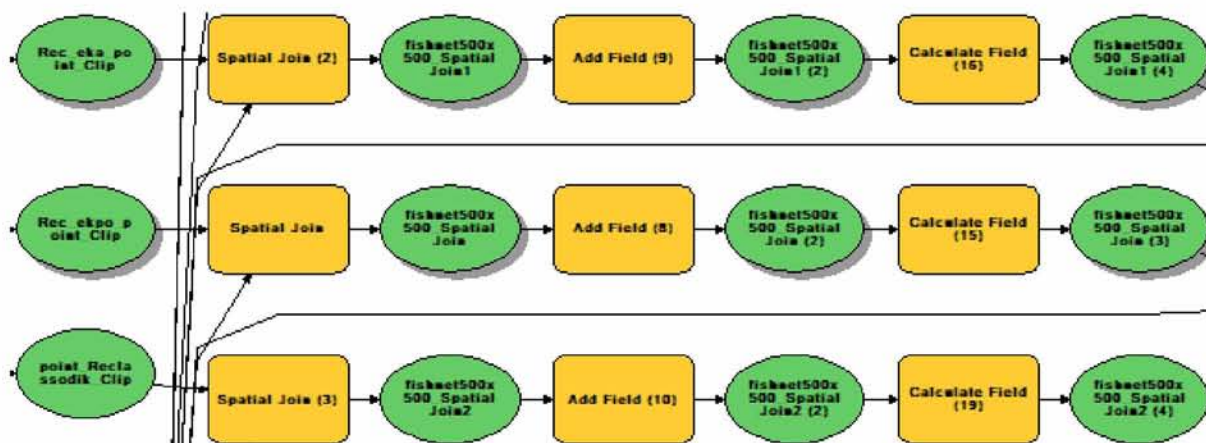
Τα προηγούμενα βήματα είναι διαφορετικά στις περιπτώσεις, όπου αντί για εκτατικές χρήσεις έχουμε σημειακές χρήσεις. Όπως συμβαίνει για παράδειγμα με τα σημεία ενδιαφέροντος και τις οδικές διαβάσεις. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία, για την αξιολόγηση της σημειακής μέγιστης επίπτωσης, ο δείκτης πολλαπλασιάζεται με τον αριθμό των

αντίστοιχων εγκαταστάσεων στο εκάστοτε κελί. Αρχικά, έγινε χρήση του εργαλείου “clip”, για να αποκοπούν τα σημεία τα οποία εμπίπτουν μέσα στην πλημμυρική περιοχή της Γερμασόγειας.



Σχήμα 42: Αποκοπή των σημείων ενδιαφέροντος και των οδικών διαβάσεων που εμπίπτουν στην πλημμυρική περιοχή της Γερμασόγειας.

Ακολούθως, εφαρμόστηκε το εργαλείο “spatial join”, το οποίο συνδέει τον κάνναβο, μαζί με τα σημεία που έχουμε, βάση της χωρικής τους σχέσης. Ο πίνακας ιδιοτήτων του αρχείου που δημιουργείται (πίνακας 12), περιέχει πληροφορίες όπως το δείκτη τρωτότητας των σημείων που υπάρχουν στο κάθε κελί (στήλη “grid\_code”) και πόσες φορές υπάρχει στο κελί (στήλη “join\_count”). Συνεπώς, για την εύρεση της μέγιστης δυνητικής επίπτωσης δημιουργείται ακόμα μία στήλη (“final\_value” για σημεία ενδιαφέροντος και “final\_odiko” για οδικές διαβάσεις), στην οποία πολλαπλασιάζεται ο δείκτης τρωτότητας του σημείου με τον αριθμό των αντίστοιχων σημείων που υπάρχουν στο κελί.

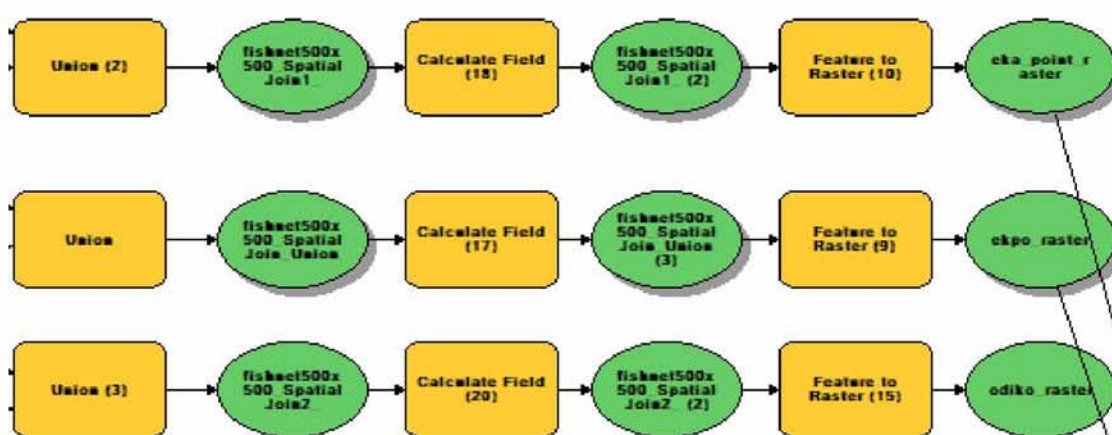


Σχήμα 43: Διαδικασία εύρεσης νέου δείκτη τρωτότητας.

| OID * | Shape * | Join_Count | TARGET_FID | pointid | grid_code | Shape_Length | Shape_Area | FINAL_ODIKO |
|-------|---------|------------|------------|---------|-----------|--------------|------------|-------------|
| 43    | Polygon | 1          | 43         | 187     | 100       | 400          | 10000      | 100         |
| 77    | Polygon | 1          | 77         | 184     | 100       | 400          | 10000      | 100         |

Πίνακας 12: Μέρος του πίνακα ιδιοτήτων του αρχείου fishnet500x500\_SpatialJoin2(4).

Με το εργαλείο “union” γίνεται συγχώνευση του αρχικού μας καννάβου με τα αρχεία που δημιουργήσαμε στο προηγούμενο βήμα. Στη συνέχεια προετοιμάζουμε το αρχείο για το “raster calculator”: αντικαθιστούμε τις τιμές “null” με τιμή 0 όπως προηγουμένως και δημιουργούμε ψηφιδωτό αρχείο βάση της τελευταίας στήλης, η οποία περιέχει τις καινούργιες τιμές τρωτότητας.



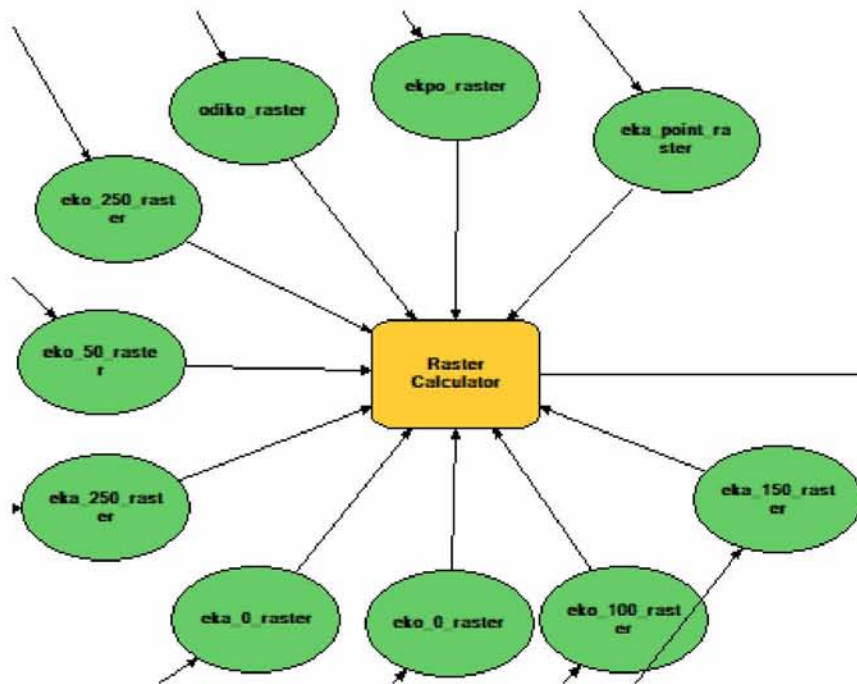
Σχήμα 44: Ψηφιδωτά αρχεία με τους νέους δείκτες τρωτότητας για σημειακές επιπτώσεις.

Αφού δημιουργήσαμε όλα τα επιμέρους ψηφιδωτά αρχεία, στα οποία αντιστοιχεί ένας δείκτης τρωτότητας σύμφωνα με την κατηγορία τρωτότητας που ανήκουν, τα συνδέουμε με

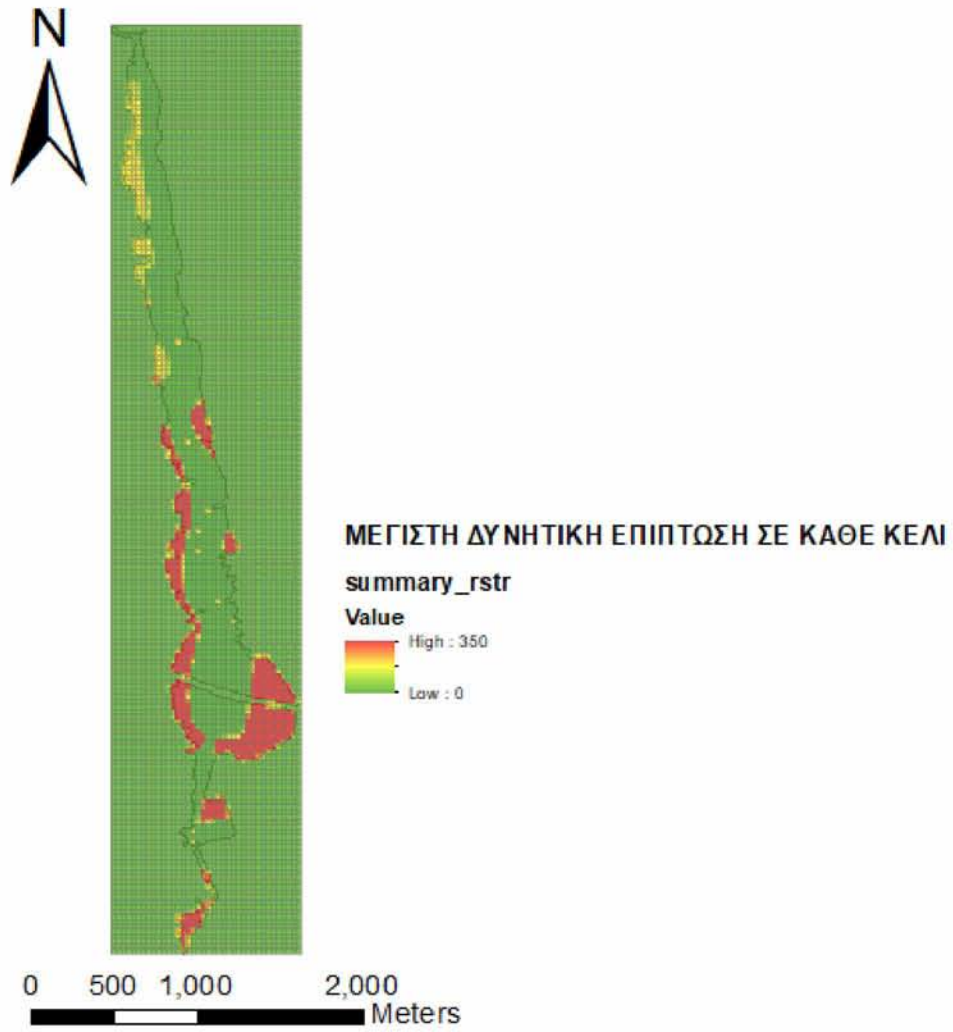
το "raster calculator", το οποίο προσθέτει τους δείκτες σε κάθε κελί, με αποτέλεσμα να έχουμε τον χάρτη με τις μέγιστες δυνατικές επιπτώσεις σύμφωνα με την σχέση:

$$E_k = E_{kA} + E_{kO} + E_{kΠo}$$

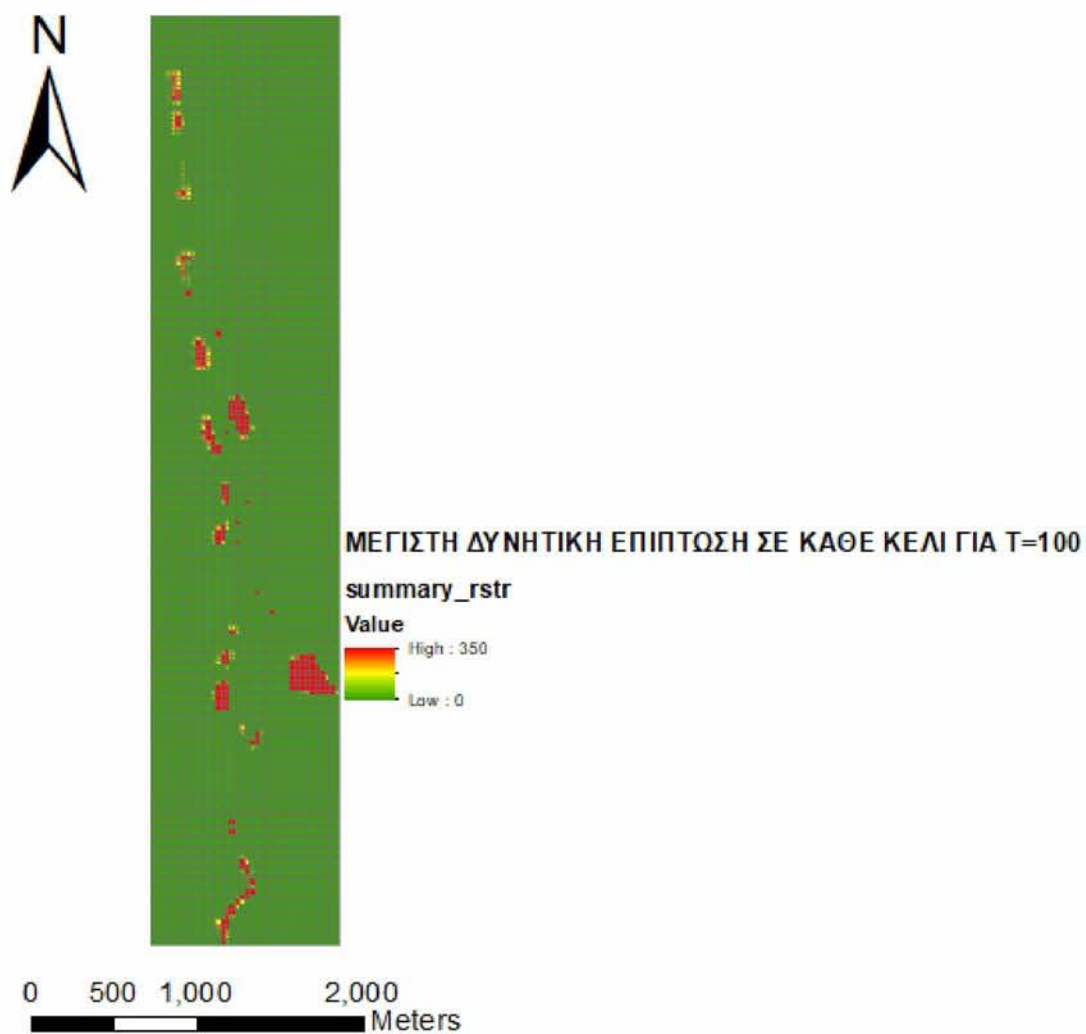
Εξίσωση 2: αποτίμηση της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από πλημμύρα «Eκ» σε κάθε κελί.



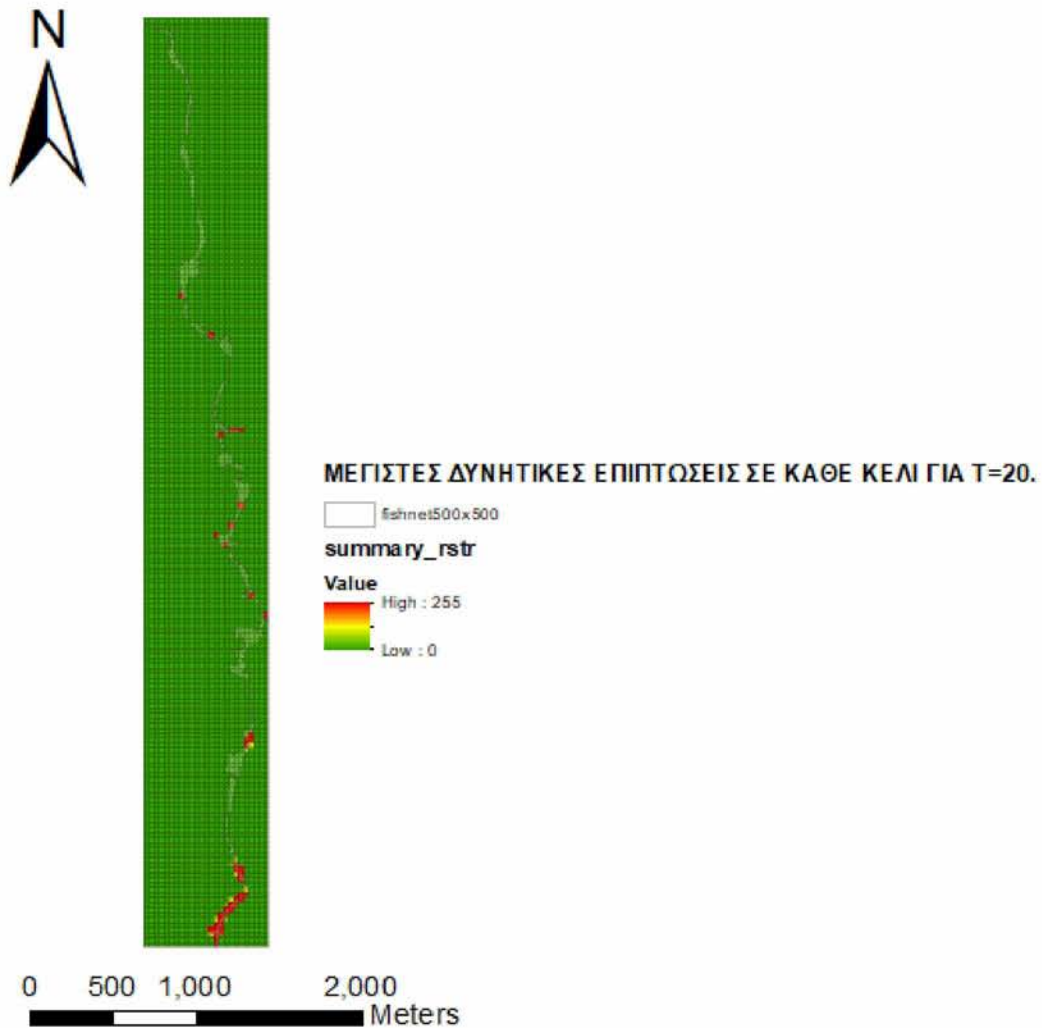
Σχήμα 45: Πρόσθεση των ψηφιδωτών αρχείων που φέρουν τον δείκτη τρωτότητας για κάθε κατηγορία με τη βοήθεια του εργαλείου "raster calculator".



Σχήμα 46: Χάρτης μέγιστης δυνατικής επίπτωσης σε κάθε κελί για  $T=500$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



Σχήμα 47: Χάρτης μέγιστης δυναμικής επίπτωσης σε κάθε κελί για  $T=100$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



Σχήμα 48: Χάρτης μέγιστης δυνατικής επίπτωσης σε κάθε κελί για T=20 και κάρναβο 30μ x 30μ.

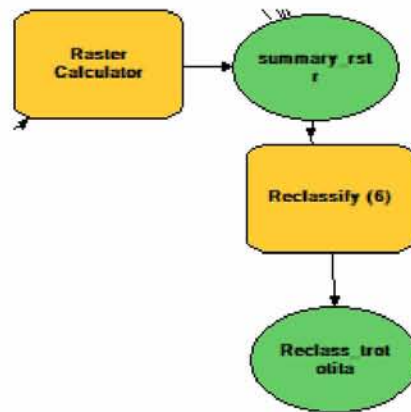
Παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή δυνατικών επιπτώσεων για T= 500 και T=100 ισούται με 350, ενώ για T=20 ισούται με 255. Αυτό συμβαίνει διότι η κατακλυζόμενη περιοχή για T=20 είναι πολύ μικρότερη από τις άλλες δύο και καλύπτεται κυρίως από τη ζώνη προστασίας (91%).

Το κάθε κελί του αρχείου που δημιουργήθηκε (summary\_rstr), έχει τη δική του χαρακτηριστική τιμή «Εκ» και με το “reclassify” γίνεται η παρακάτω ταξινόμηση όπως προτείνεται από τη μεθοδολογία:



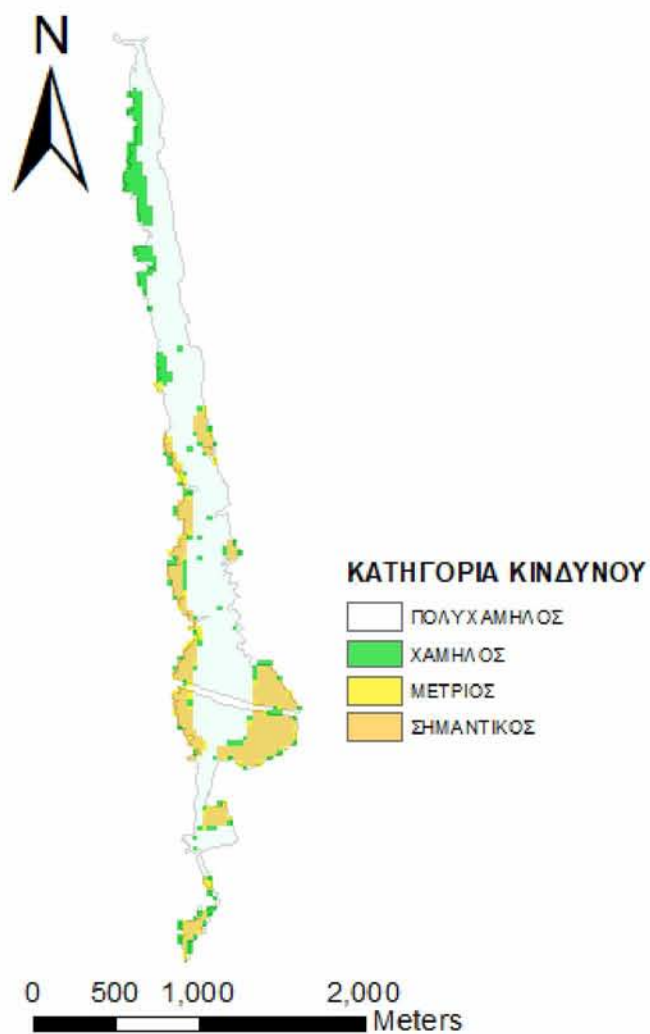
| Πιθανή μέγιστη επίπτωση | Κατηγορία κινδύνου |
|-------------------------|--------------------|
| <50                     | πολύ χαμηλός       |
| 50-125                  | χαμηλός            |
| 125-200                 | μέτριος            |
| 200-400                 | υψηλός             |
| >400                    | πολύ υψηλός        |

Πίνακας 13: Κατηγορία κινδύνου βάση της μέγιστης πιθανής επίπτωσης στο εκάστοτε κελί.



Σχήμα 49: Διαδικασία ταξινόμησης των τιμών του αρχείου "summary\_rst"

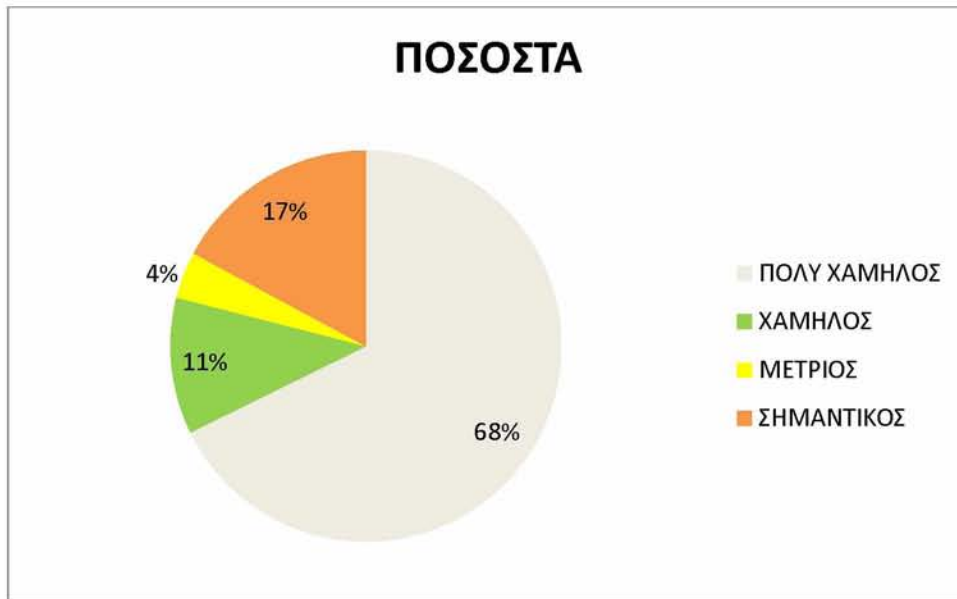
Μ' αυτό τον τρόπο έχουμε τον τελικό χάρτη μέγιστης δυνητικής επίπτωσης από πλημμύρα.



Σχήμα 50: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=500 και κάρναβο 30μ x 30μ.

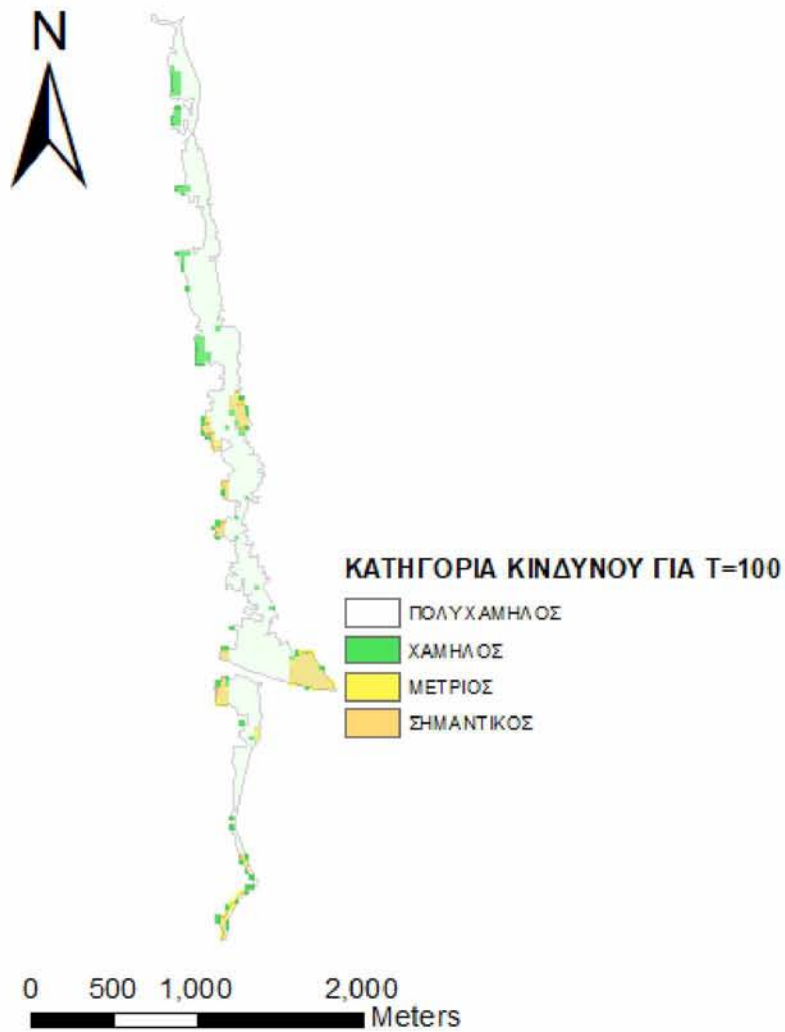
| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 1268          | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 211           | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 72            | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 321           | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 14: Αποτίμηση της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=500, κάρναβου 30μ x 30μ.



Σχήμα 51: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=500, καννάβου 30μ x 30μ.

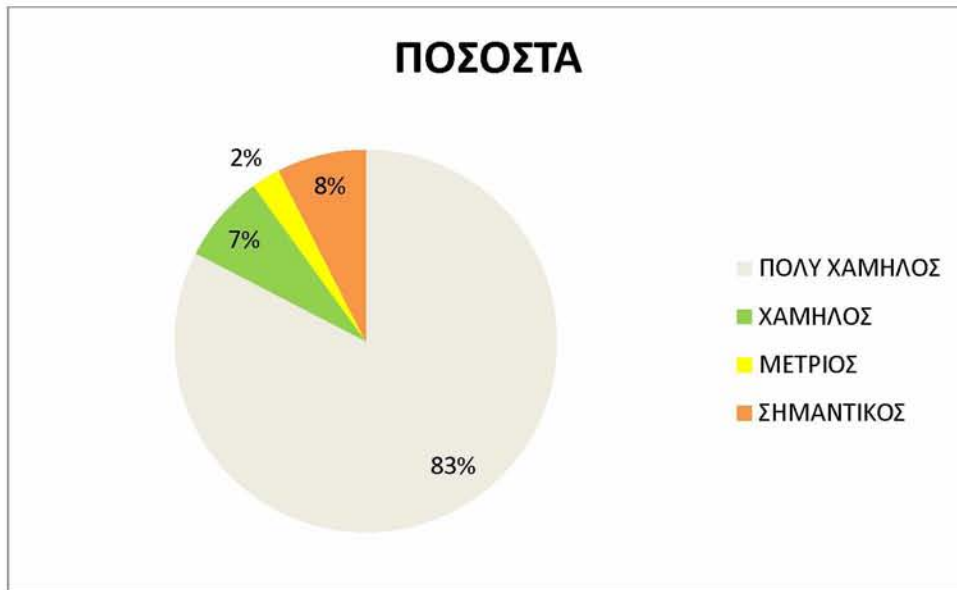
Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, το 79% της κατακλυζόμενης περιοχής ανήκει στη πολύ χαμηλή έως χαμηλή κατηγορία κινδύνου, ποσοστό το οποίο οφείλεται κυρίως στη ζώνη προστασίας γύρω από το ποταμό Γερμασόγειας. Ο πολύ σημαντικός κίνδυνος είναι μηδενικός, ενώ ο μέτριος και ο σημαντικός ανέρχονται σε ποσοστό 21%, κυρίως λόγω της οικιστικής και τουριστικής ζώνης οι οποίες επηρεάζονται αρκετά σε περίπτωση πλημμύρας.



Σχήμα 52: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=100 και κάρναβο 30μ x 30μ.

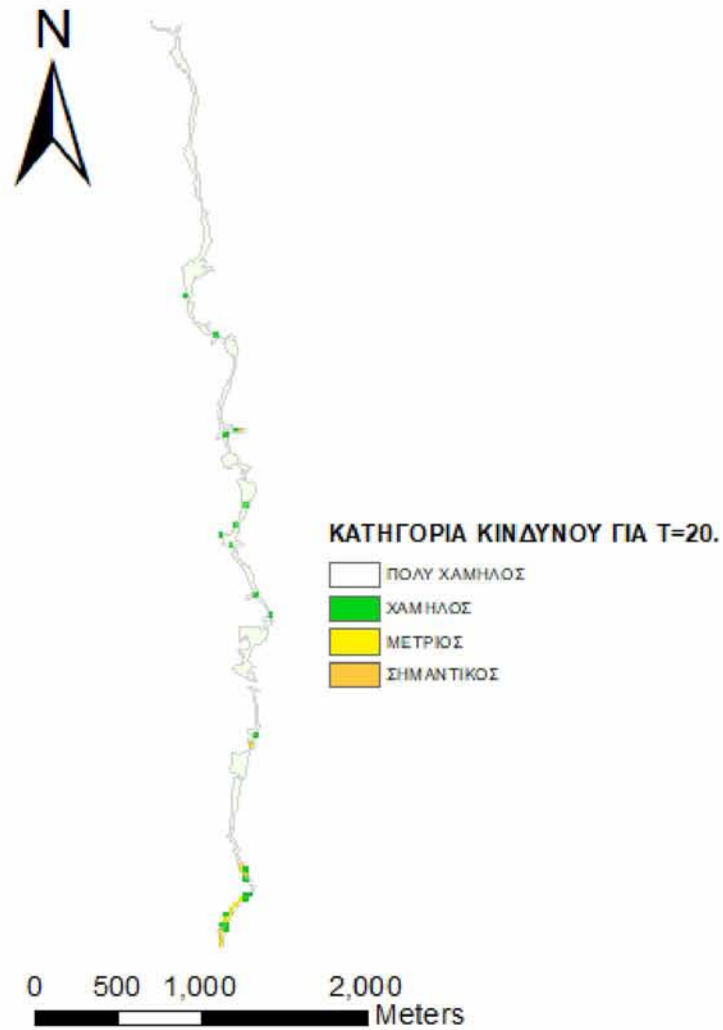
| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 1011          | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 91            | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 30            | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 92            | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 15: Αποτίμηση της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=100, κάρναβου 30μ x 30μ.



Σχήμα 53: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=100, καννάβου 30μ x 30μ.

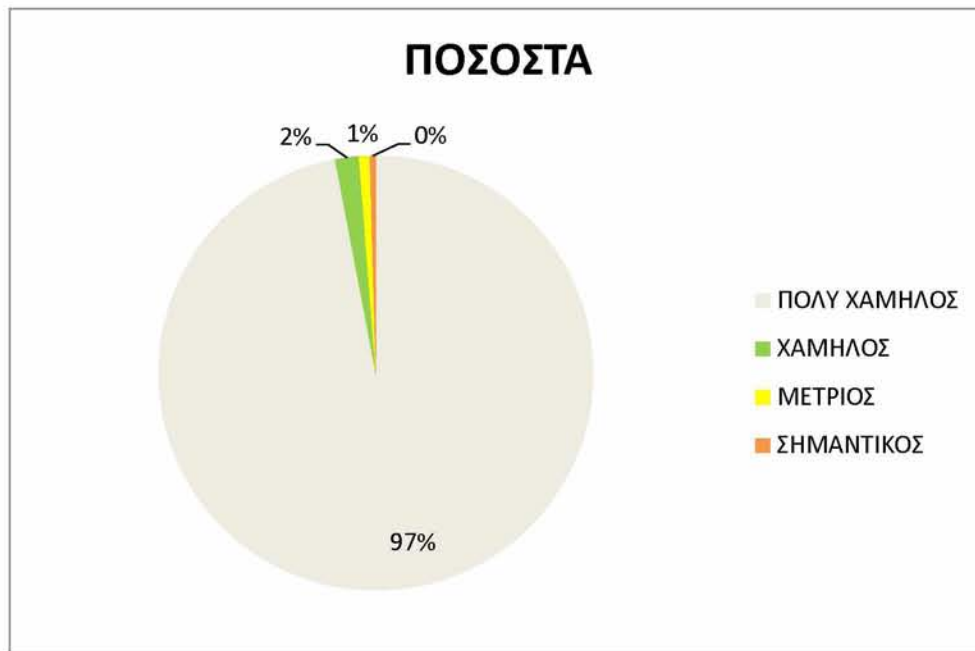
Για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη, σημειώνεται άνοδος στο άθροισμα του ποσοστού του πολύ χαμηλού και χαμηλού κινδύνου σε σχέση με τη περίοδο επαναφοράς T=500, το οποίο φτάνει στο 90%. Το υπόλοιπο 10% ανήκει στο μέτριο(2%) έως σημαντικό κίνδυνο(8%). Εφόσον η πλημμυρική περιοχή γίνεται πιο μικρή αλλά συνεχίζει να καλύπτει την ίδια έκταση ζώνης προστασίας, είναι φυσικό να αυξάνονται τα ποσοστά του πολύ χαμηλού κινδύνου.



Σχήμα 54: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=20 και κανάβο 30μ x 30μ.

| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 1099          | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 20            | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 9             | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 5             | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 16: Αποτίμηση της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=20, κανάβου 30μ x 30μ.



Σχήμα 55: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=20, καννάβου 30μ x 30μ.

Η αύξηση του πολύ χαμηλού κινδύνου συνεχίζεται στο ίδιο μοτίβο, φτάνοντας στο 97% για περίοδο επαναφοράς T=20 έτη. Αφού το πιο πάνω αποτέλεσμα αναφέρεται στη μέγιστη δυνητική επίπτωση, οι επιπτώσεις που υπολογίζονται για τα τέσσερα σενάρια ταχυτήτων ροής, αναμένονται πολύ μικρές έως μηδενικές.

#### 5.4 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

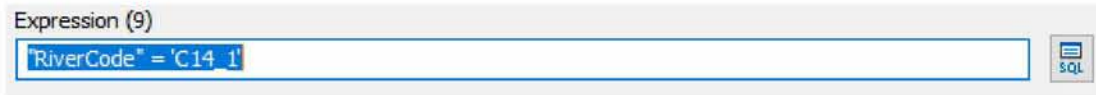
Η συνήθης μέθοδος παραγωγής των χαρτών επικινδυνότητας πλημμύρας, είναι η δημιουργία υδραυλικού μοντέλου με τη βοήθεια του λογισμικού HEC-RAS και η εισαγωγή των αποτελεσμάτων του μέσω των εργαλείων του HEC-GEORAS στο περιβάλλον του ArcGIS. Τα αποτελέσματα αφορούν το όριο την έκταση της πλημμύρας, τα βάθη της πλημμύρας και τις διατομές του υδραυλικού μοντέλου σε χαρακτηριστικές θέσεις με αναγραφή της ανώτατης στάθμης ύδατος σε κάθε διατομή.

Αφού τα βάθη πλημμύρας δεν ήταν δυνατό να εξασφαλιστούν κατά τη συλλογή δεδομένων, υπολογίστηκαν με βάση την ανώτατη στάθμη νερού σε κάθε διατομή.

Για τον υπολογισμό της επικινδυνότητας της πλημμύρας χρησιμοποιήθηκαν δύο από τα δεδομένα εισόδου:

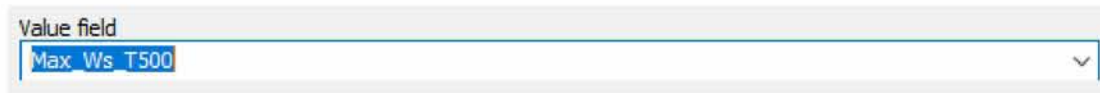
- 1) Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους
- 2) Οι διατομές υδραυλικού μοντέλου και ανώτατη στάθμη νερού

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο “select”, έτσι ώστε να επιλέγει ο χρήστης σε ποια ΠΑΣΚΠ θα εργαστεί. Ο κωδικός για την περιοχή της Γερμασόγειας στη στήλη “River” του αρχείου “diatomes\_ydraυλικου\_model\_project” είναι “C14\_1” και αυτόν αναγράφουμε στην επιλογή “expression(9)” έτσι ώστε να επιλεγεί η περιοχή.

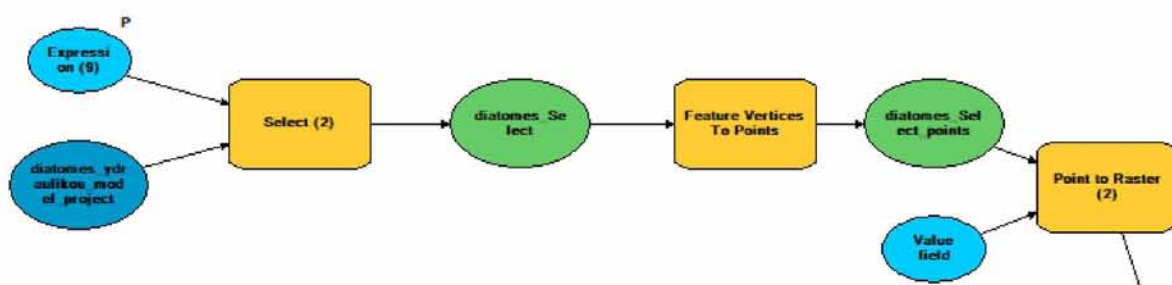


Σχήμα 56: Επιλογή της ΠΑΣΚΠ της Γερμασόγειας μέσω του εργαλείου “select”.

Με το εργαλείο “feature vertices to points” μετατρέπουμε τις διατομές του υδραυλικού μοντέλου από γραμμές σε σημεία, τα οποία κάνουμε ψηφιδωτά. Κατά την μεταβολή τους σε ψηφιδωτά, μπορούμε να επιλέξουμε σε ποια περίοδο επαναφοράς αναφερόμαστε μέσω του πεδίου “value field”, βάση της οποίας θα επιλεγούν και οι κατάλληλες μέγιστες στάθμες νερού. Έτσι δημιουργείται το αρχείο “dtms\_pnts\_rst”.



Σχήμα 57: Επιλογή περιόδου επαναφοράς και οι αντίστοιχες μέγιστες στάθμες νερού.

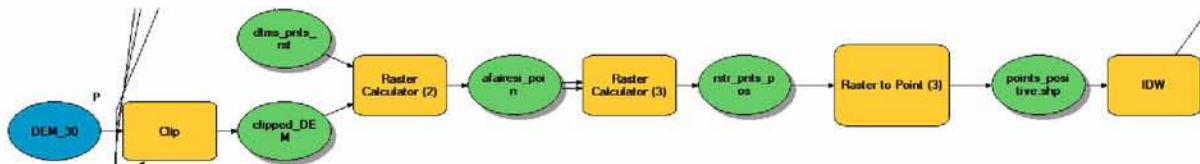


Σχήμα 58: Αρχική επεξεργασία των διατομών του υδραυλικού μοντέλου.

Στο σημείο αυτό, προστίθεται το ΨΜΕ ως δεδομένο εισαγωγής, το οποίο αποκόπτεται για την περιοχή που εξετάζουμε μέσω του εργαλείου “clip”. Το ΨΜΕ είναι η ψηφιακή αναπαράσταση του υψομέτρου της επιφάνειας της γης, ενώ ο αριθμός που αναγράφεται στις στήλες της μέγιστης στάθμης νερού είναι το απόλυτο υψόμετρο σε μέτρα πάνω από την μέση

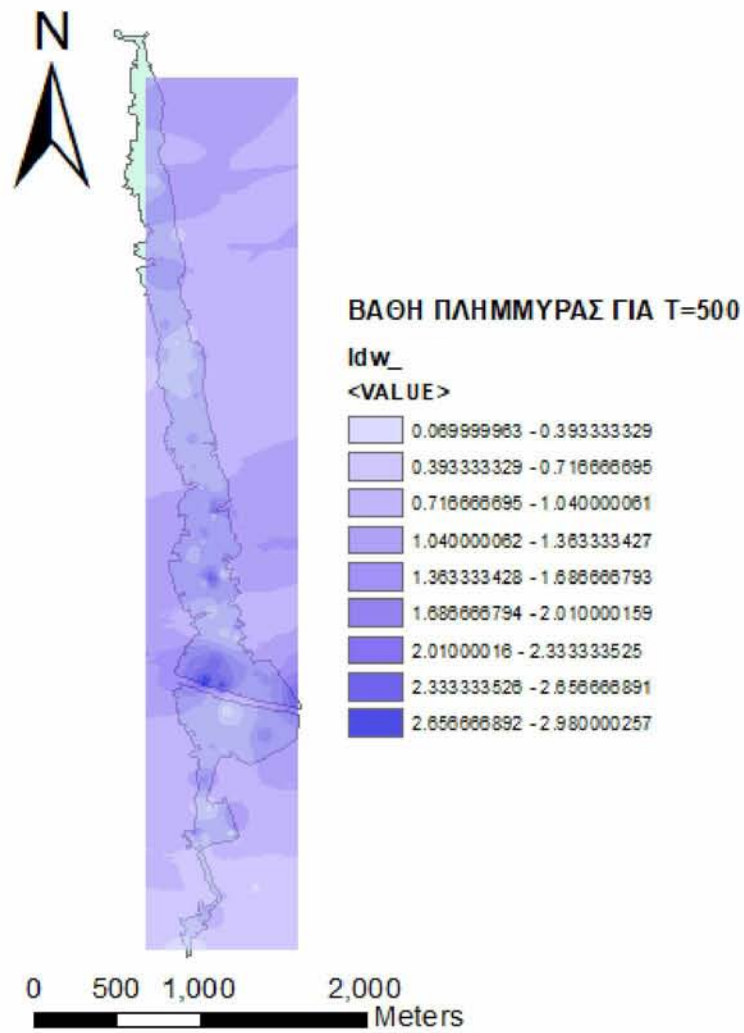


στάθμη της θάλασσας. Συνεπώς για να υπολογίσουμε το βάθος της πλημμύρας σε κάθε δεδομένο σημείο, αφαιρούμε το αποκομμένο ΨΜΕ (clipped\_DEM) από τη μέγιστη στάθμη πλημμύρας “dtms\_pnts\_rst” χρησιμοποιώντας το εργαλείο “raster calculator” και έτσι παράγεται το αρχείο (afairesi\_poin). Με το ίδιο εργαλείο, απαλείφτηκαν οι αρνητικοί αριθμοί που προέκυψαν από την αφαίρεση, αφού προκύπτει ότι το ΨΜΕ έχει μεγαλύτερες τιμές και ως εκ τούτου δεν υπάρχει πλημμύρα στα σημεία αυτά. Το αρχείο που προέκυψε (rstr\_pnts\_pos) μετατράπηκε από ψηφιδωτό σε διανυσματικό (points\_positive.shp) προκειμένου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο εργαλείο “IDW (Inverse Distance Weighted)”. Το συγκεκριμένο εργαλείο, δέχεται ως πληροφορία εισόδου μόνο σημειακά δεδομένα, όπου οι τιμές τους ορίζονται στο πεδίο “Z value field”. Έτσι, με τη μέθοδο της αντίστροφης σταθμισμένης απόστασης και για σημειακές τιμές το “points\_positive.shp”, προσδιορίζονται οι τιμές για την υπόλοιπη περιοχή.

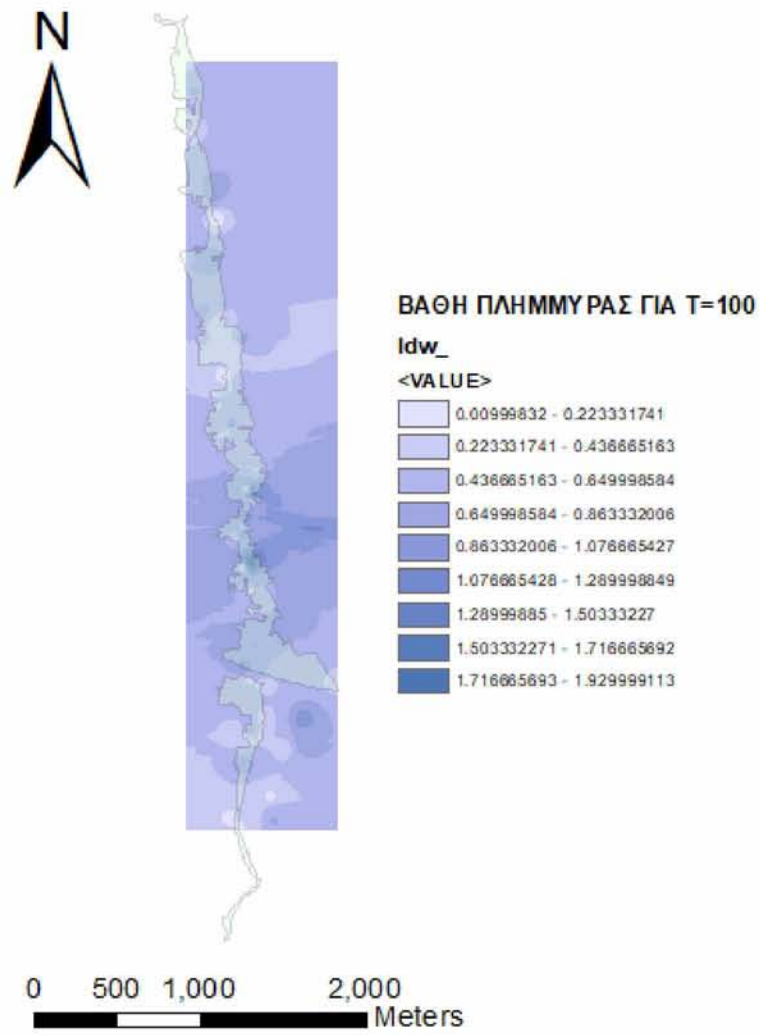


Σχήμα 59: Προετοιμασία δεδομένων ώστε να εισαχθούν στο εργαλείο "IDW".

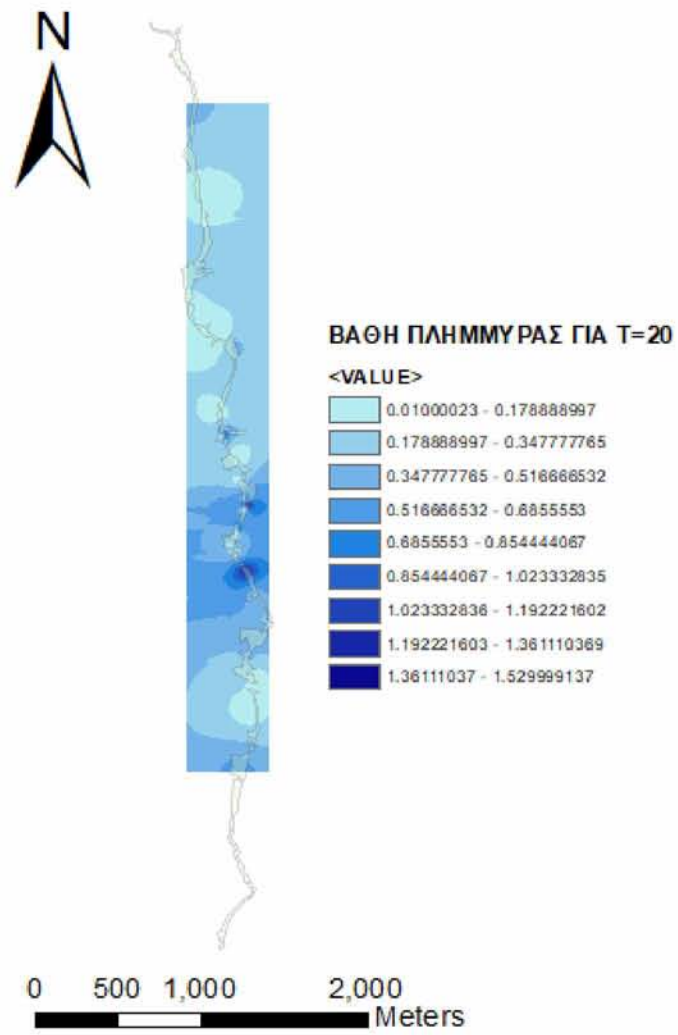
Έτσι δημιουργείται ο χάρτης επικινδυνότητας:



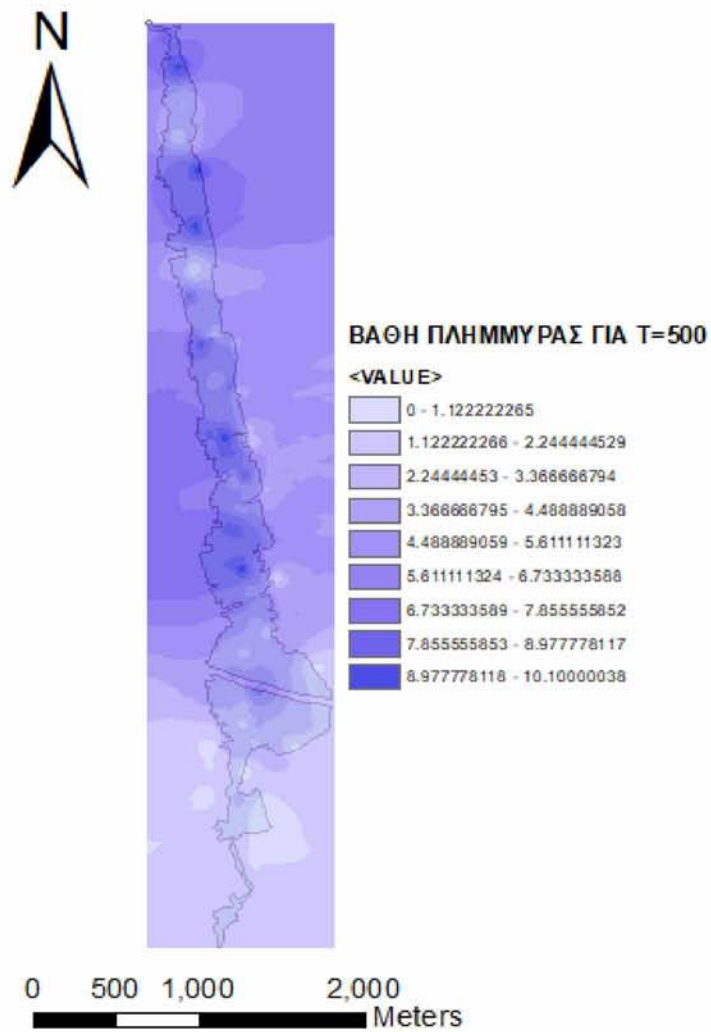
Σχήμα 60: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=500 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 1μ.



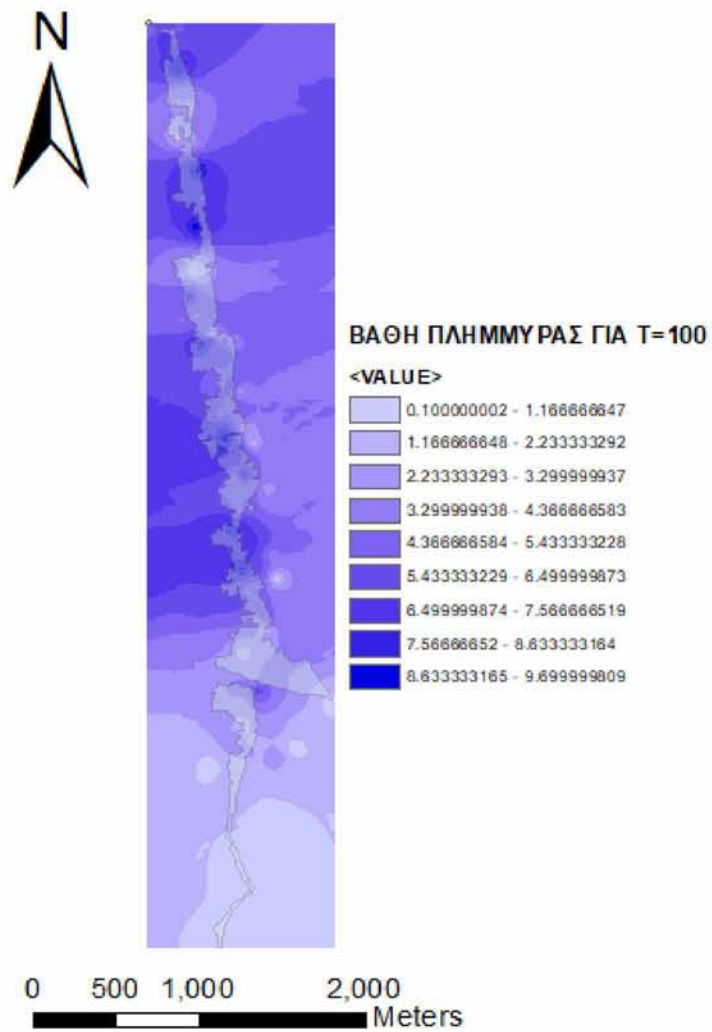
Σχήμα 61: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=500 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 1μ.



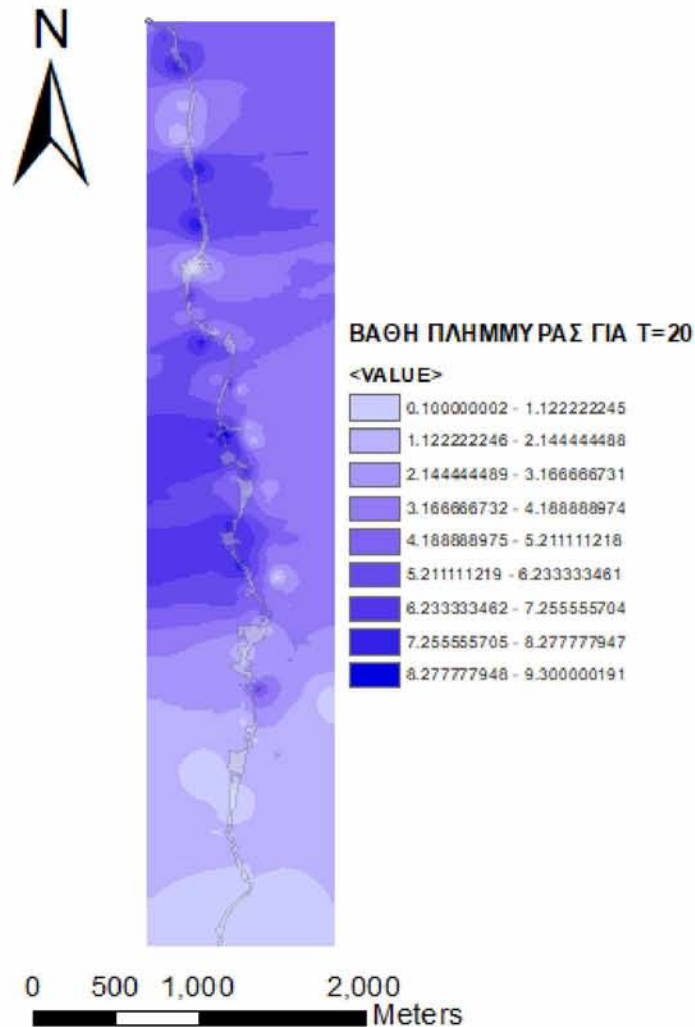
Σχήμα 62: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=20 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 1μ.



Σχήμα 63: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=500 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 30μ.



Σχήμα 64: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=100 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 30μ.



Σχήμα 65: Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας για T=20 και ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 30μ.

- Για ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 1 μέτρου:

Από το χάρτη επικινδυνότητας προκύπτει ότι το μέγιστο βάθος πλημμύρας για περίοδο επαναφοράς 500 έτη είναι σχεδόν 3 μέτρα, για περίοδο επαναφοράς 100 έτη περίπου δύο μέτρα και για περίοδο επαναφοράς 20 έτη είναι 1.5 μέτρα.

- Για ΨΜΕ χωρικής ανάλυσης 30 μέτρων:

Τα μέγιστα βάθη πλημμύρας για τις τρεις περιόδους επαναφοράς κυμαίνονται από 9.3 μέχρι 10.1 μέτρα, αποτελέσματα με μεγάλη απόκλιση από το ΨΜΕ 1 μέτρου.

Τονίζεται ότι η διαδικασία εξαγωγής των χαρτών επικινδυνότητας, δεν επηρεάζεται από το κάρναβο τον οποίο δημιουργήσαμε, έτσι είναι ο ίδιος για οποιαδήποτε διάσταση κελιών επιλέξουμε.

## 5.5 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, λαμβάνονται υπόψη τα δύο βασικά υδραυλικά χαρακτηριστικά της πλημμύρας, δηλαδή το βάθος και τη ταχύτητα ροής. Η λογική στην οποία βασίζεται η μεθοδολογία, είναι η διεθνής εμπειρία αλλά και πρακτική, για τον προσδιορισμό της έντασης και το πώς επηρεάζει το μέγεθος των ζημιών. Το κριτήριο το οποίο χρησιμοποιήθηκε, περιγράφεται στους αμέσως επόμενους πίνακες:

| ΒΑΘΟΣ d (m)   | Ταχύτητα ροής v (m/sec) |               |               |         |
|---------------|-------------------------|---------------|---------------|---------|
|               | v < 0,5                 | 0,5 < v < 2,0 | 2,0 < v < 4,0 | v > 4,0 |
| d < 0,2       | VL                      | VL            | VL            | L       |
| 0,2 < d < 0,5 | L                       | L             | M             | M       |
| 0,5 < d < 1,0 | L                       | M             | H             | H       |
| 1,0 < d < 1,5 | M                       | M             | H             | VH      |
| 1,5 < d < 2   | H                       | H             | VH            | VH      |
| d > 2         | VH                      | VH            | VH            | VH      |

Πίνακας 17: Κατηγορίες επικινδυνότητας της πλημμύρας ανάλογα με τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του βάθους (d) και της ταχύτητας (v).

| Κλάση Επικινδυνότητας Πλημμύρας | Βαθμός Επιρροής Score BA(T) |
|---------------------------------|-----------------------------|
| VL - Πολύ Χαμηλός               | 0,2                         |
| L - Χαμηλός                     | 0,4                         |
| M - Μέτριος                     | 0,6                         |
| H - Υψηλός                      | 0,8                         |
| VH - Πολύ Υψηλός                | 1,0                         |

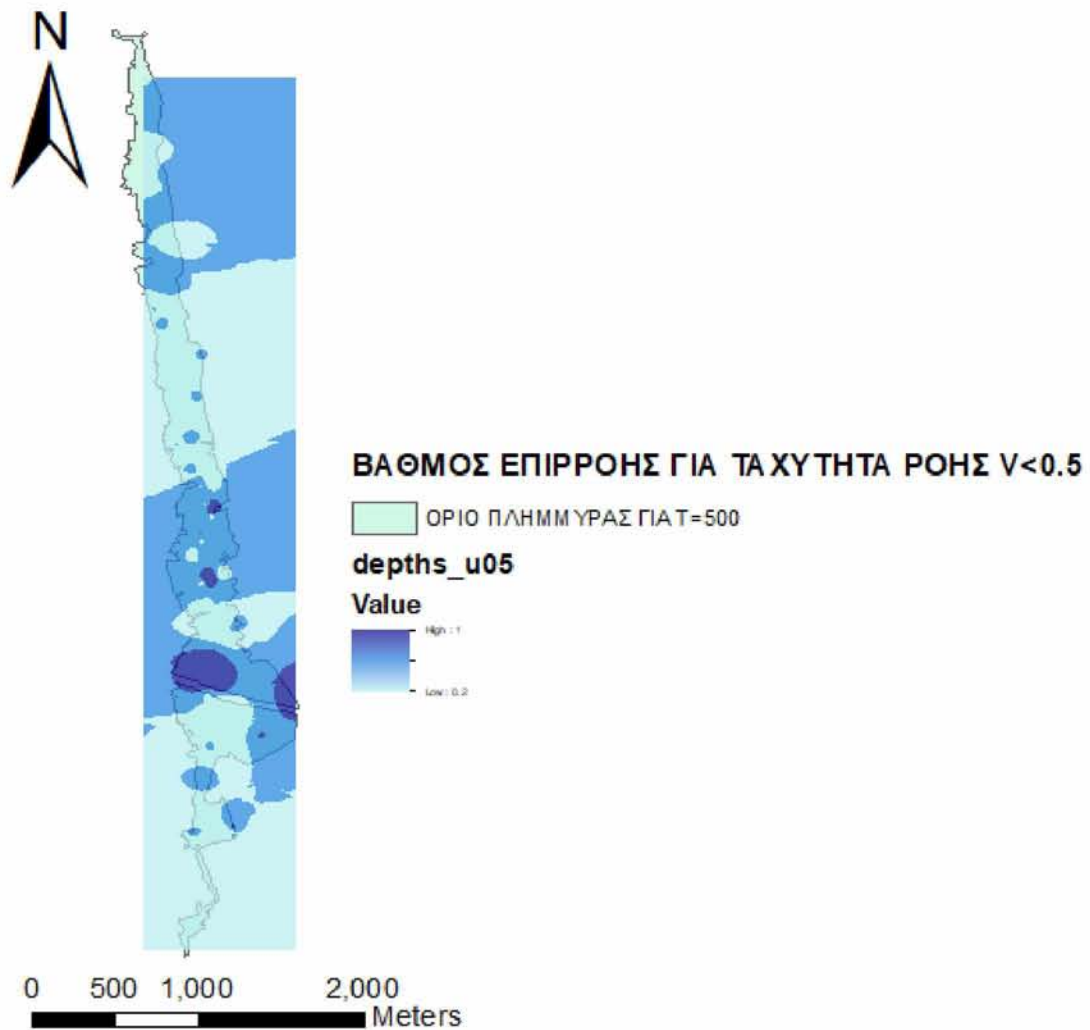
Πίνακας 18: Βαθμός επιρροής επικινδυνότητας της πλημμύρας.

Εφόσον δεν έχουμε ως δεδομένο εισόδου τη ταχύτητα ροής, δημιουργήθηκαν τέσσερα σενάρια, έτσι ώστε να καλύπτουν όλες τις κλάσεις ταχύτητας ροής, οι οποίες υπάρχουν στο κριτήριο. Για το σκοπό αυτό, έγινε χρήση του εργαλείου “raster calculator” τέσσερις φορές,

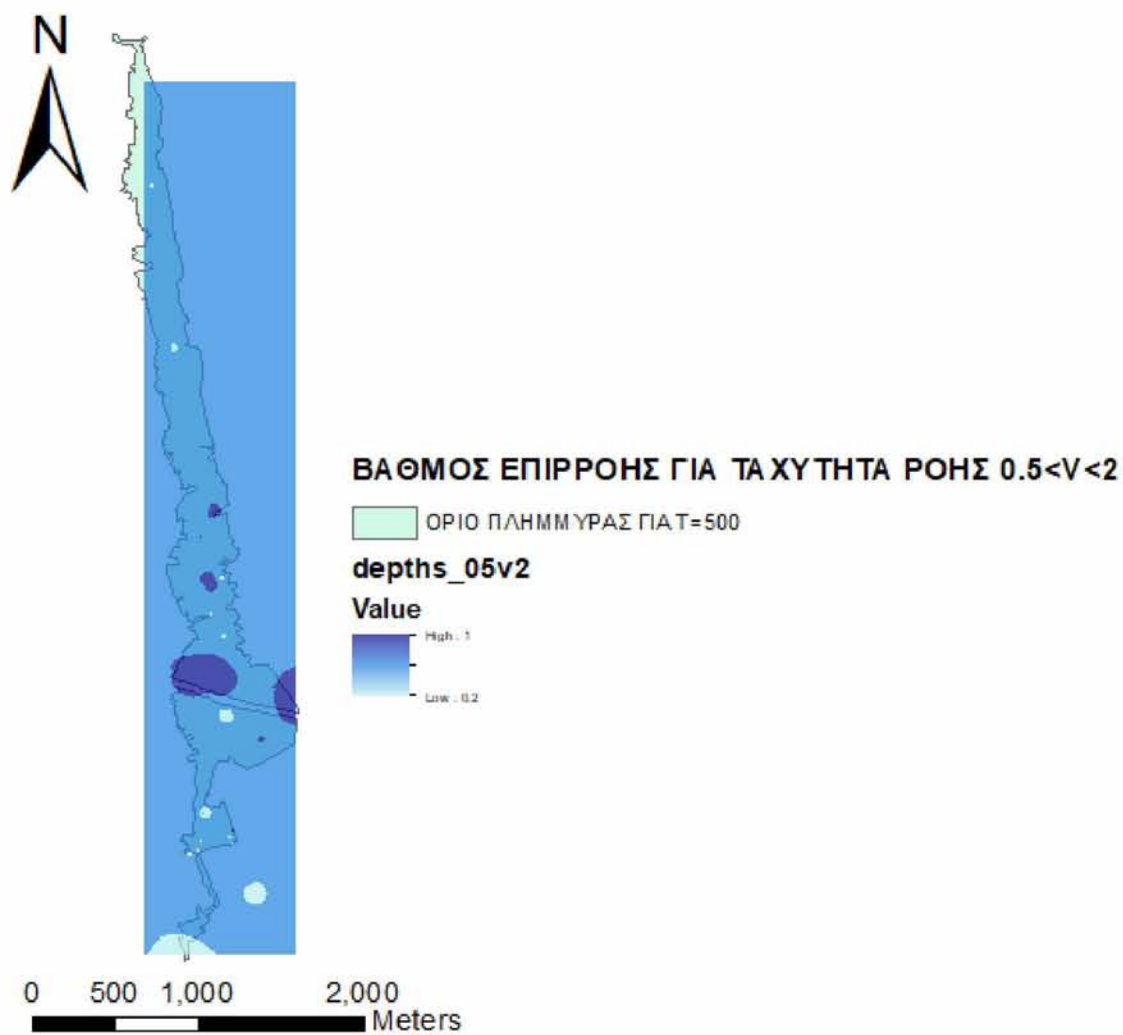


μία για κάθε σενάριο, προσδίδοντας έτσι τους καθορισμένους βαθμούς επιρροής. Δημιουργήθηκαν έτσι τα τέσσερα ψηφιδωτά αρχεία:

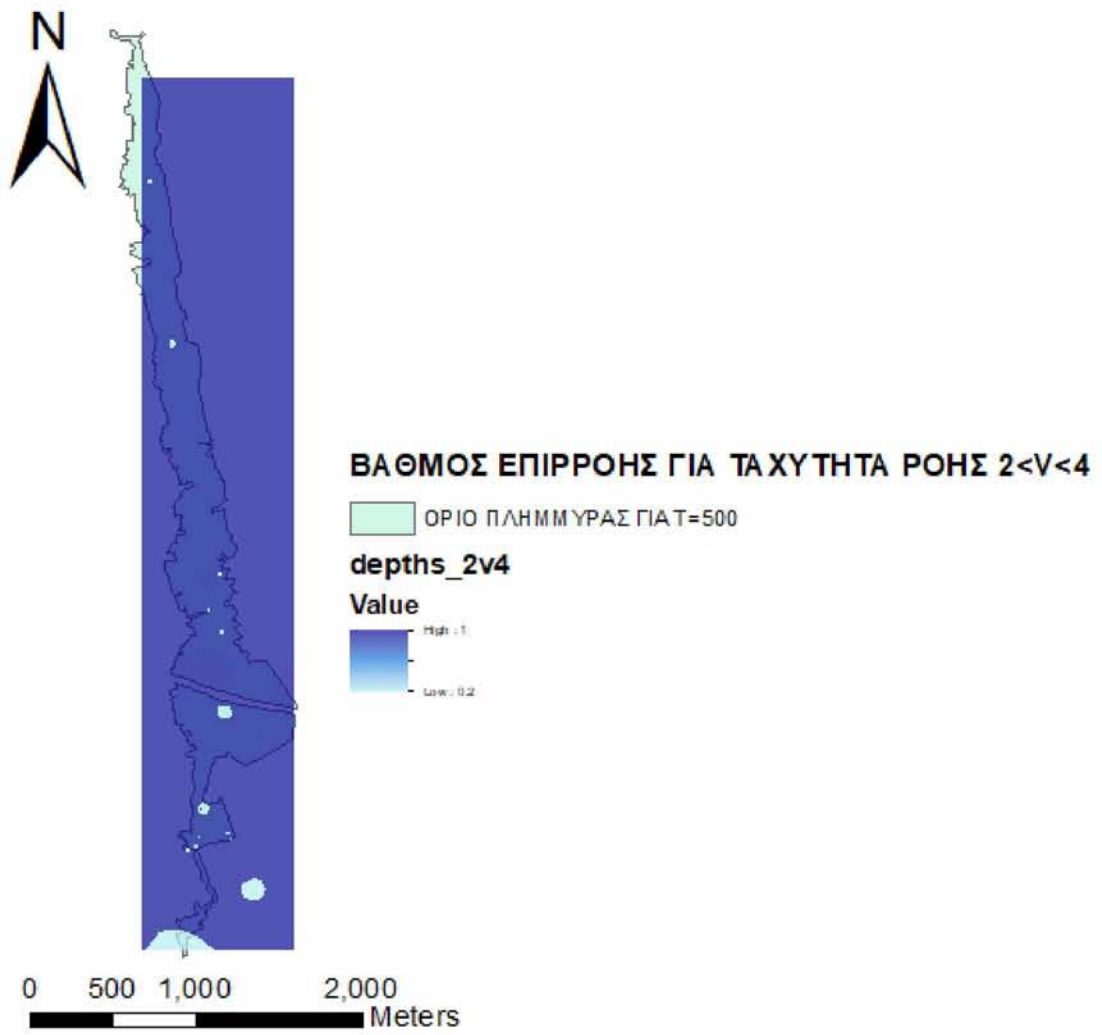
- Depths\_u05 για ταχύτητα ροής  $V < 0.5$ ,
- Depths\_05v2 για ταχύτητα ροής  $0.5 < V < 2$ ,
- Depths\_2v4 για ταχύτητα ροής  $2 < V < 4$ ,
- Depths\_4v για ταχύτητα ροής  $V > 4$ .



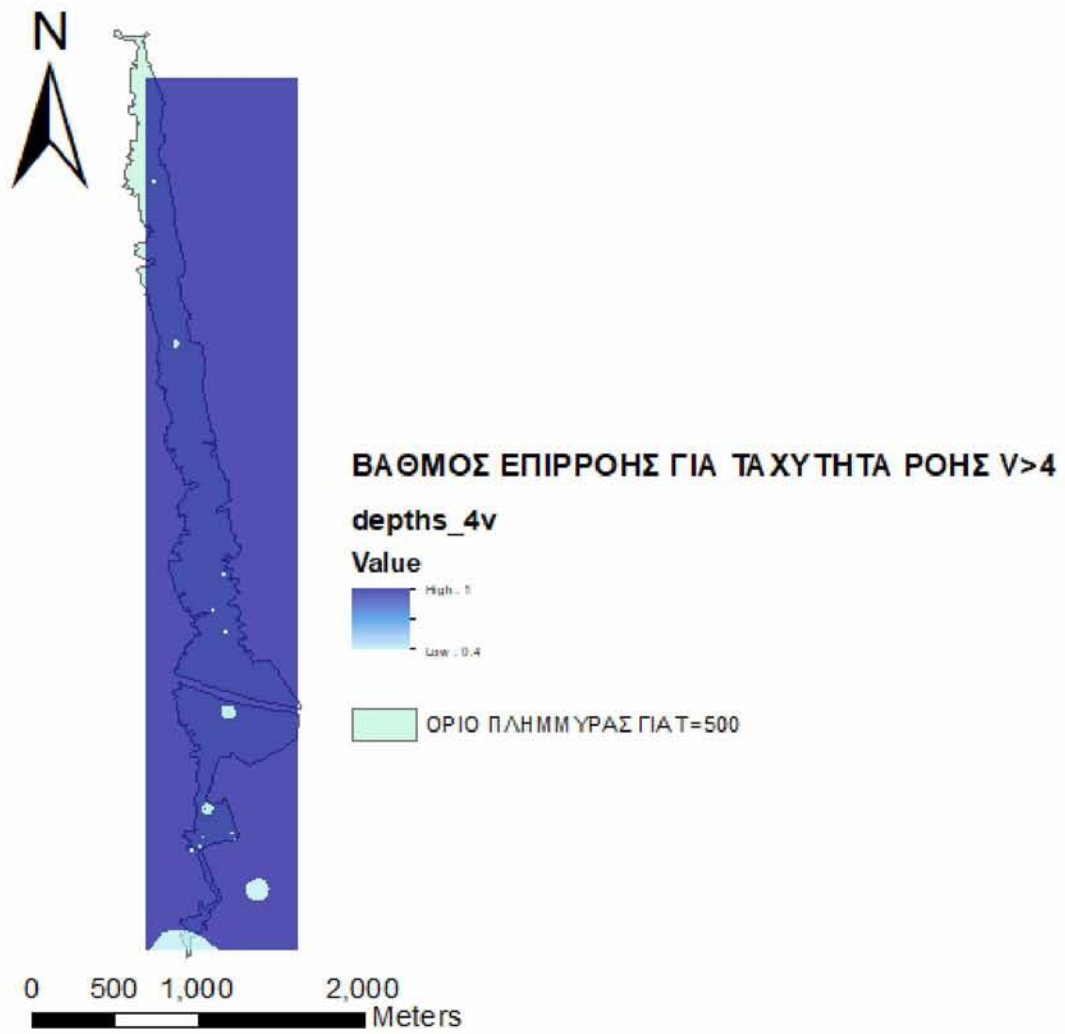
Σχήμα 66: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $V < 0.5$  για  $T=500$ .



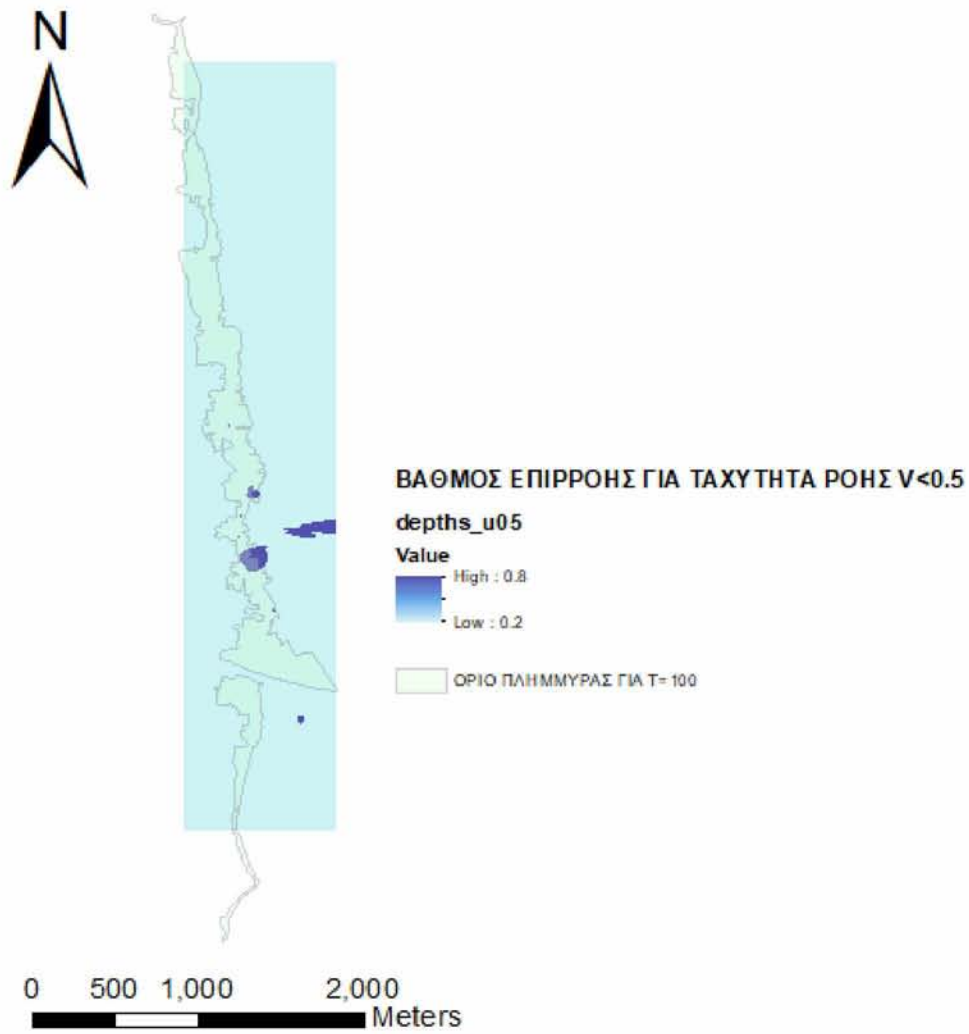
Σχήμα 67: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $0.5 < V < 2$  για T=500.



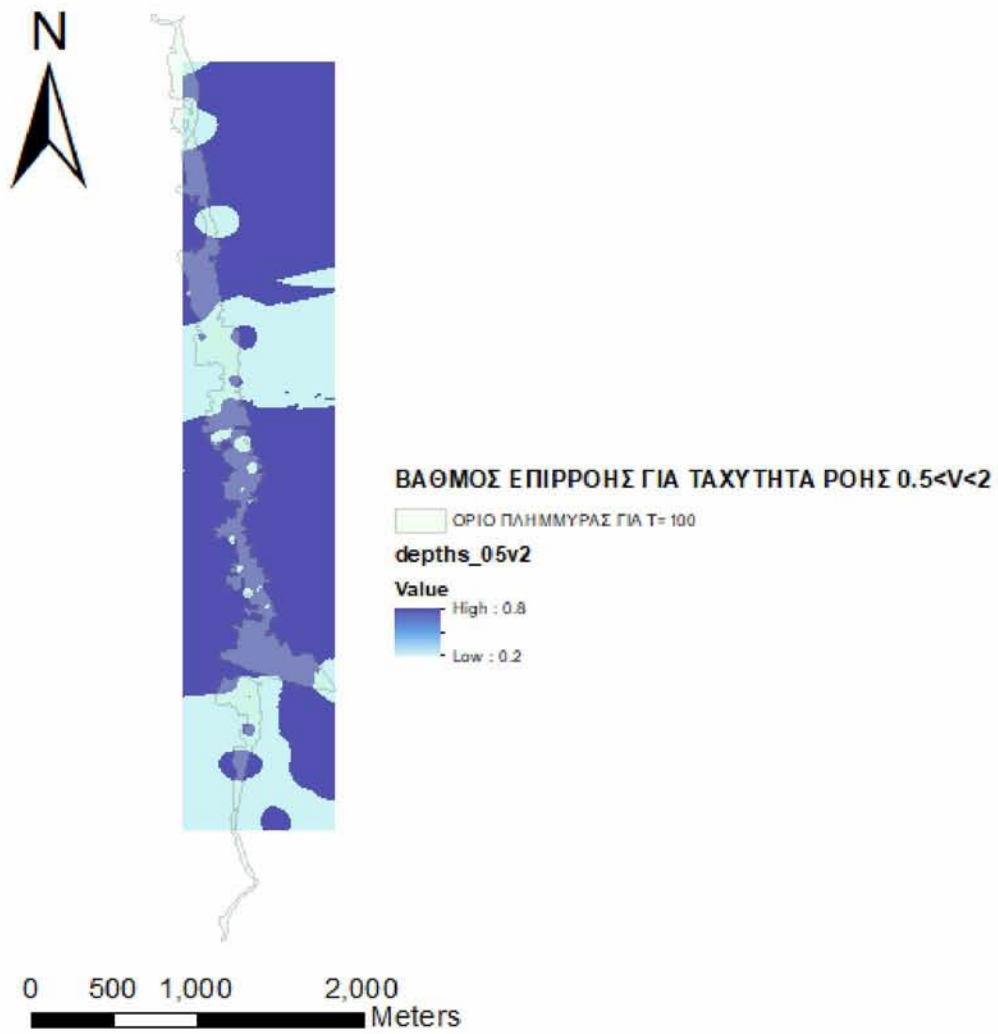
Σχήμα 68: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $2 < V < 4$  για  $T=500$ .



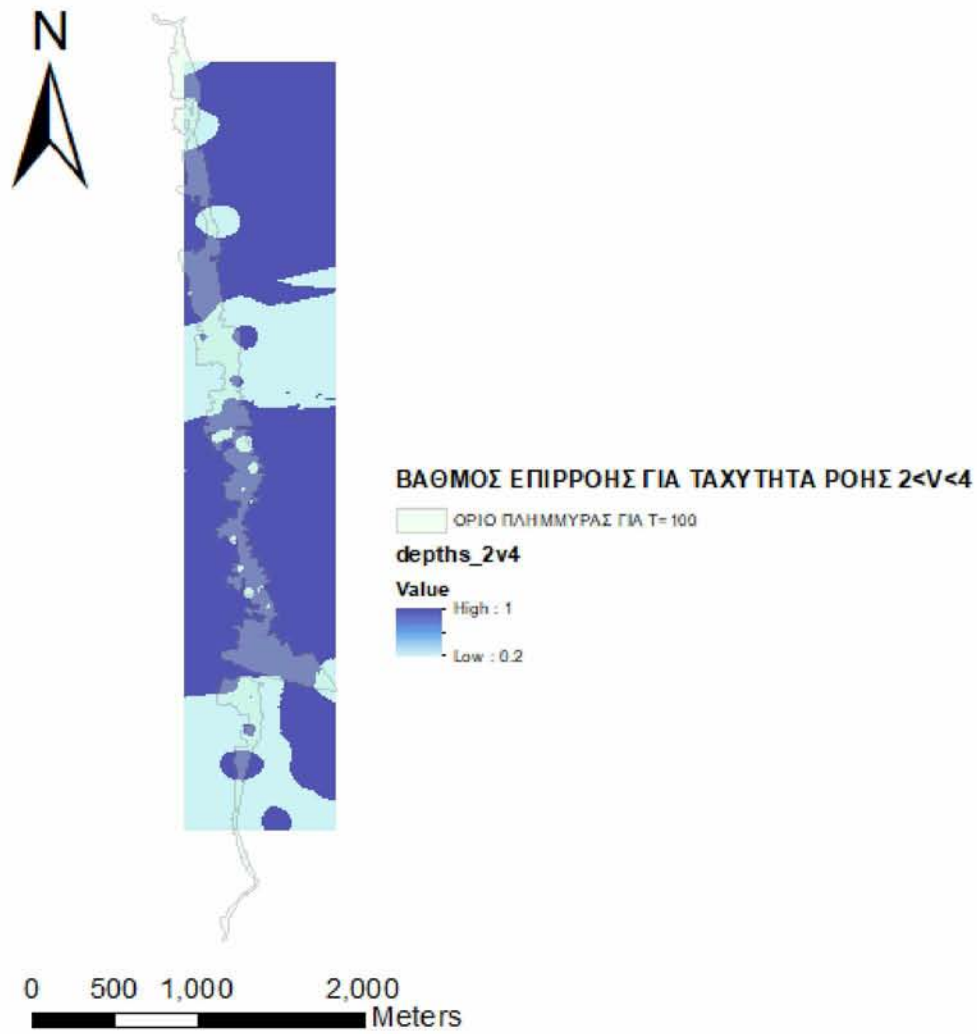
Σχήμα 69: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $V > 4$  για  $T=500$ .



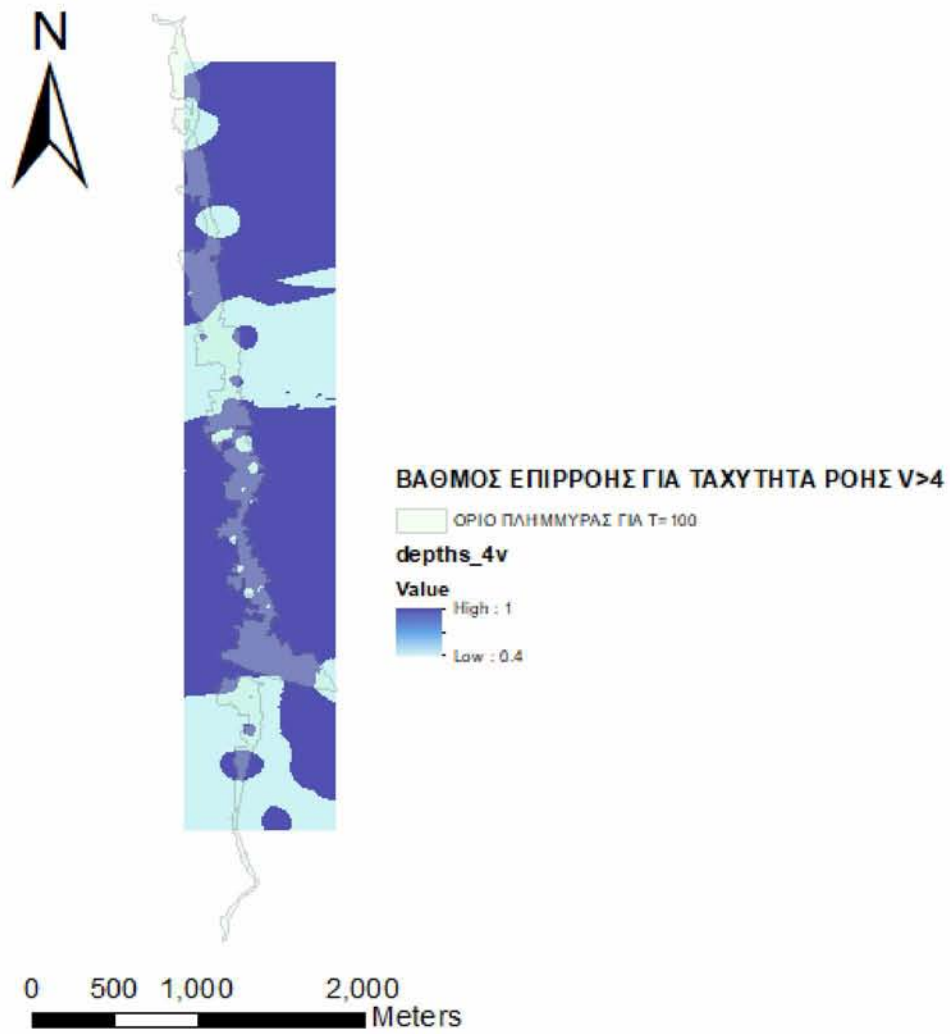
Σχήμα 70: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $V < 0.5$  για  $T=100$ .



Σχήμα 71: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $0.5 < V < 2$  για  $T=100$ .



Σχήμα 72: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $2 < V < 4$  για  $T=100$ .

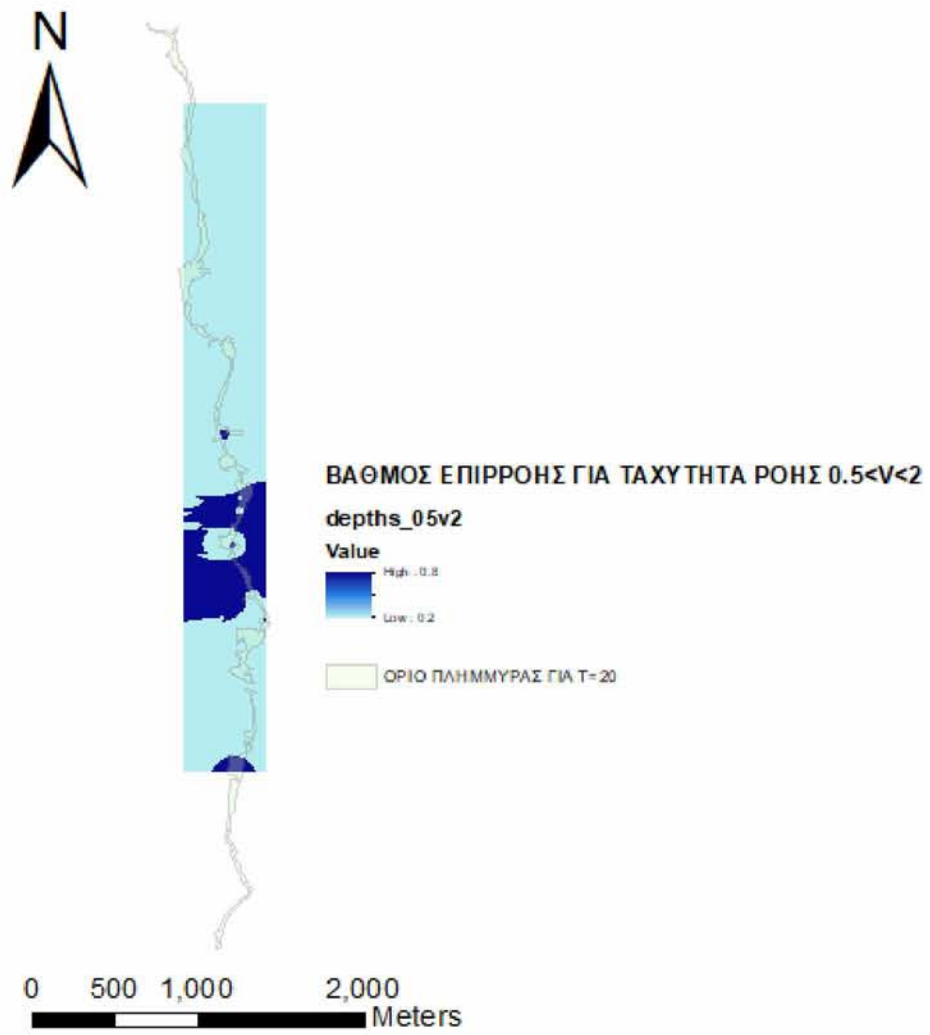


Σχήμα 73: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $V > 4$  για  $T=100$ .





Σχήμα 74: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $V < 0.5$  για  $T=20$ .



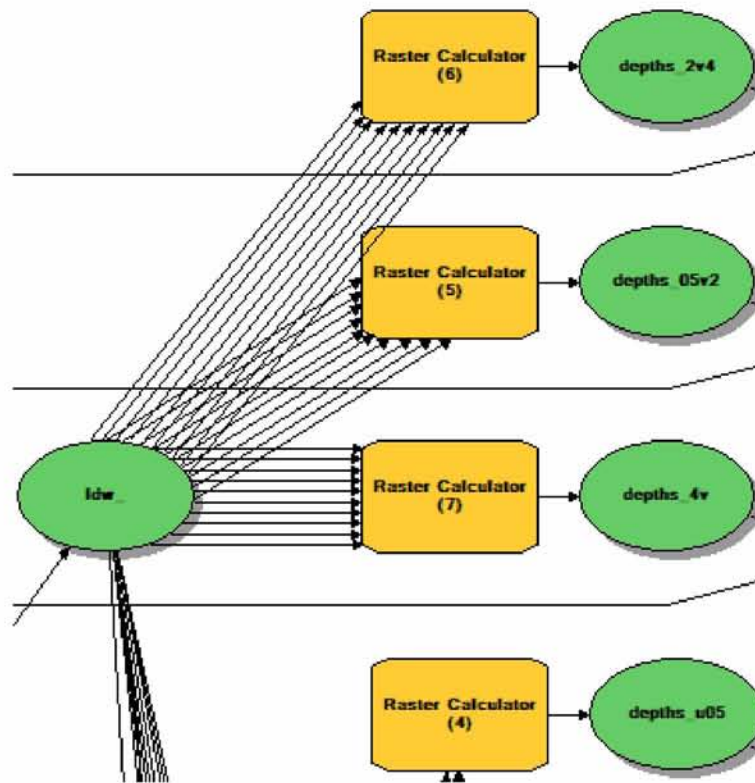
Σχήμα 75: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $0.5 < V < 2$  για  $T=20$ .



Σχήμα 76: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $2 < V < 4$  για  $T=20$ .

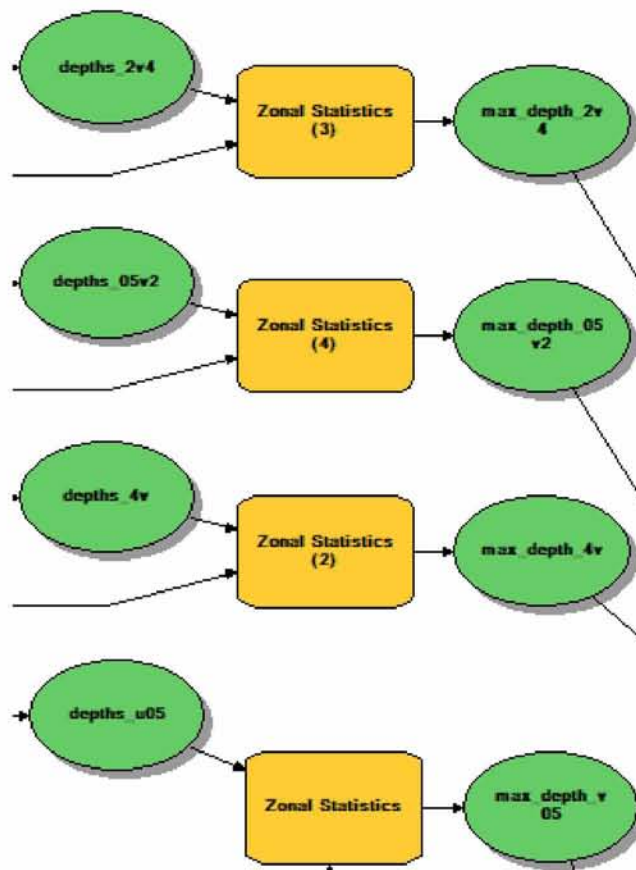


Σχήμα 77: Χάρτης βαθμών επιρροής για  $V > 4$  για  $T=20$ .



Σχήμα 78: Δημιουργία σεναρίων και προσδιορισμός βαθμού επιρροής με τη χρήση του εργαλείου "raster calculator"

Για το καθορισμό του βαθμού επιρροής σε κάθε κελί, επιλέχθηκε η ψηλότερη τιμή βαθμού επιρροής που βρίσκεται στο εσωτερικό του κελιού, για περισσότερη ασφάλεια. Αυτό πραγματοποιήθηκε μέσω του εργαλείου "zonal statistics", συνδυάζοντας το κάνναβο και τα σενάκια ταχύτητας που δημιουργήθηκαν.



Σχήμα 79: Προσδιορισμός βαθμού επιρροής σε κάθε κελί με το εργαλείο "zonal statistics".

## 5.6 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Με τη πιο πάνω διαδικασία, τα δεδομένα ετοιμάστηκαν ώστε να χρησιμοποιηθούν στην εξίσωση:

$$\text{RISK} = \text{VULNERABILITY} \times \text{HAZARD}$$

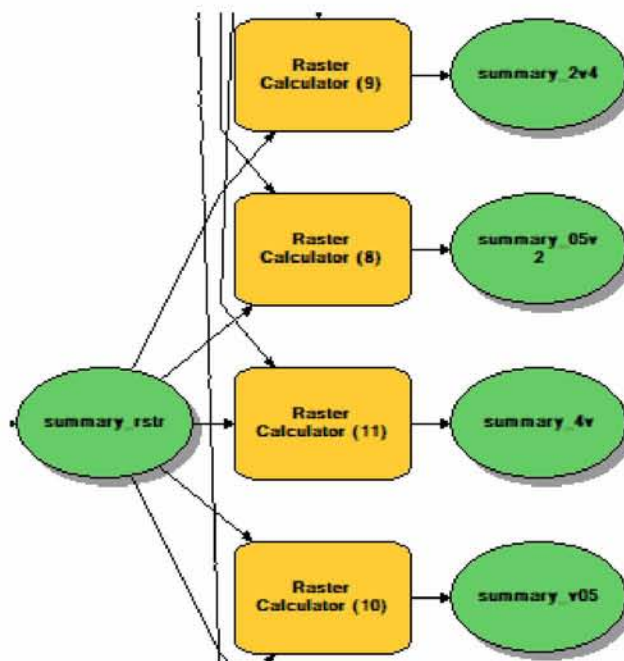
ή

$$\text{ΕΠ}(T) = \text{ΕΚ}(T) \times \text{ΒΑ}(T)$$

Η εξίσωση μοντελοποιήθηκε με το εργαλείο "raster calculator", όπως φαίνεται πιο κάτω για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια.

```
"%summary_rstr%" * "%max_depth_2v4%"
```

Σχήμα 80: Μοντελοποίηση εξίσωσης risk = vulnerability x hazard στο εργαλείο "raster calculator", για ταχύτητα ροής 2<V<4.



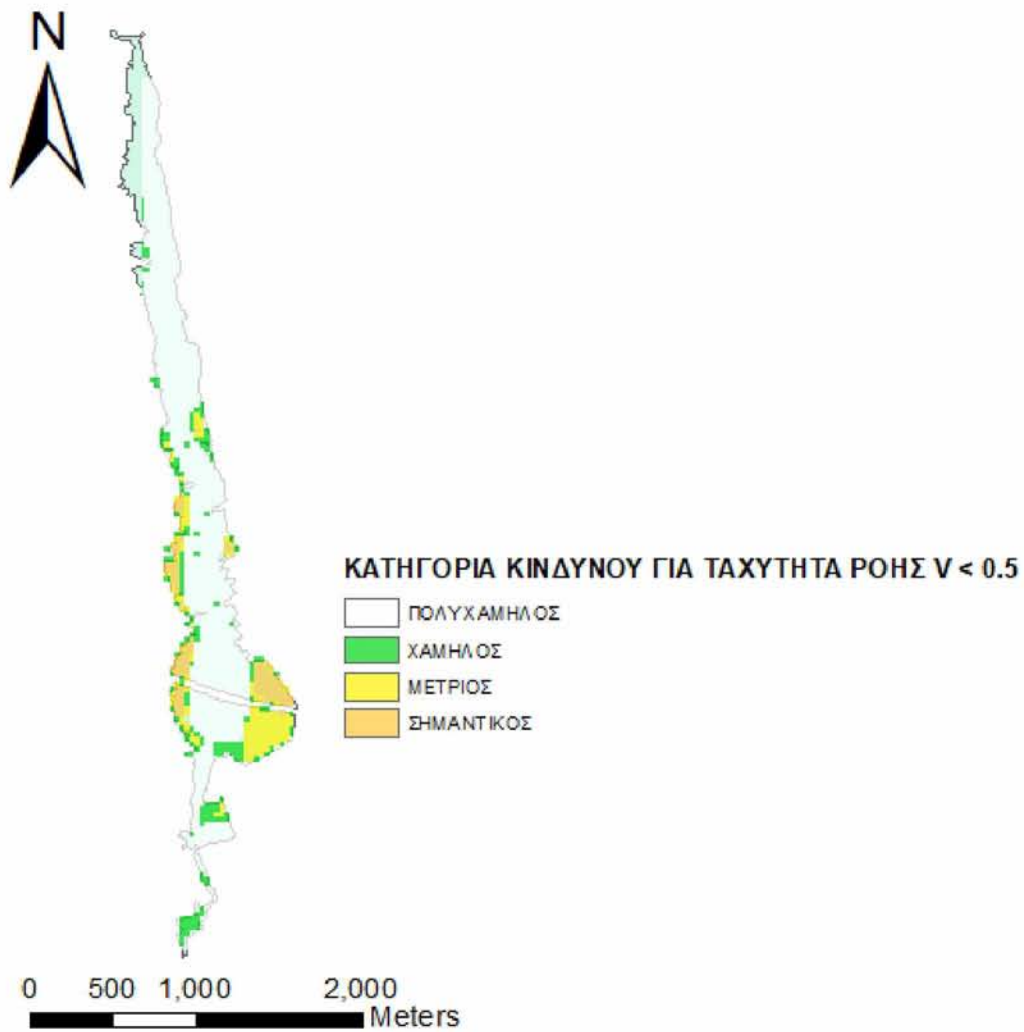
Σχήμα 81: Πολλαπλασιασμός των τιμών του αρχείου "summary\_rstr" με τους βαθμούς επιρροής των κελιών μέσω του "raster calculator".

Τα αρχεία “summary\_v05”, “summary\_05v2”, “summary\_2v4” και “summary\_4v” παρουσιάζουν την τελική τιμή κινδύνου σε κάθε κελί και ανάλογα με την τιμή αυτή γίνεται η αξιολόγηση επιπτώσεων της πλημμύρας σύμφωνα με το πιο κάτω πίνακα:

| Συνολική Πιθανή Επίπτωση Πλημμύρας | Κατηγορία Κινδύνου |
|------------------------------------|--------------------|
| <50                                | πολύ χαμηλός       |
| 50-125                             | χαμηλός            |
| 125-200                            | μέτριος            |
| 200-400                            | υψηλός             |
| >400                               | πολύ υψηλός        |

Πίνακας 19: Κατηγορίες κινδύνου ανάλογα με τη συνολική πιθανή επίπτωση πλημμύρας.

Με το εργαλείο “reclassify” γίνεται ταξινόμηση και δημιουργούνται οι τελικοί χάρτες επίπτωσης πλημμύρας:

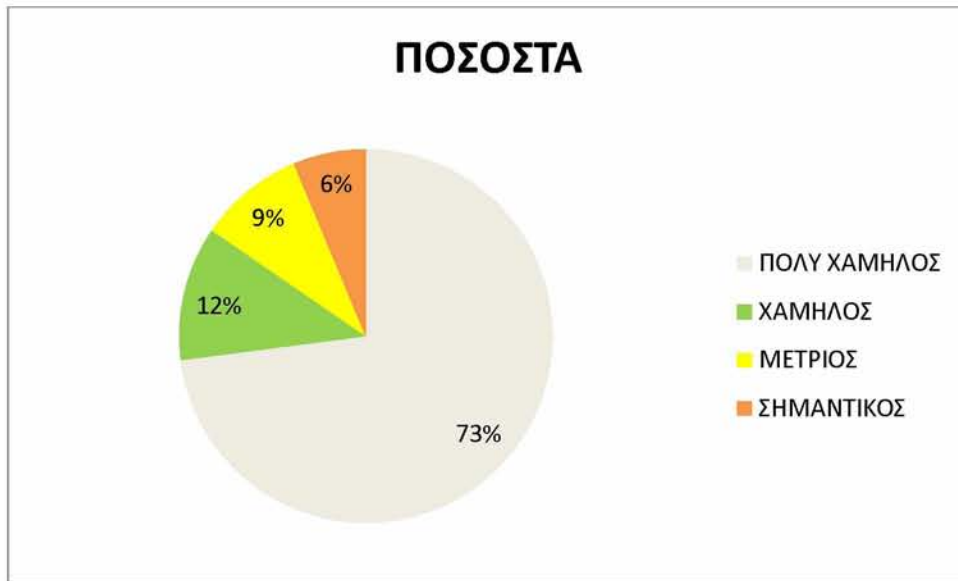


Σχήμα 82: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .

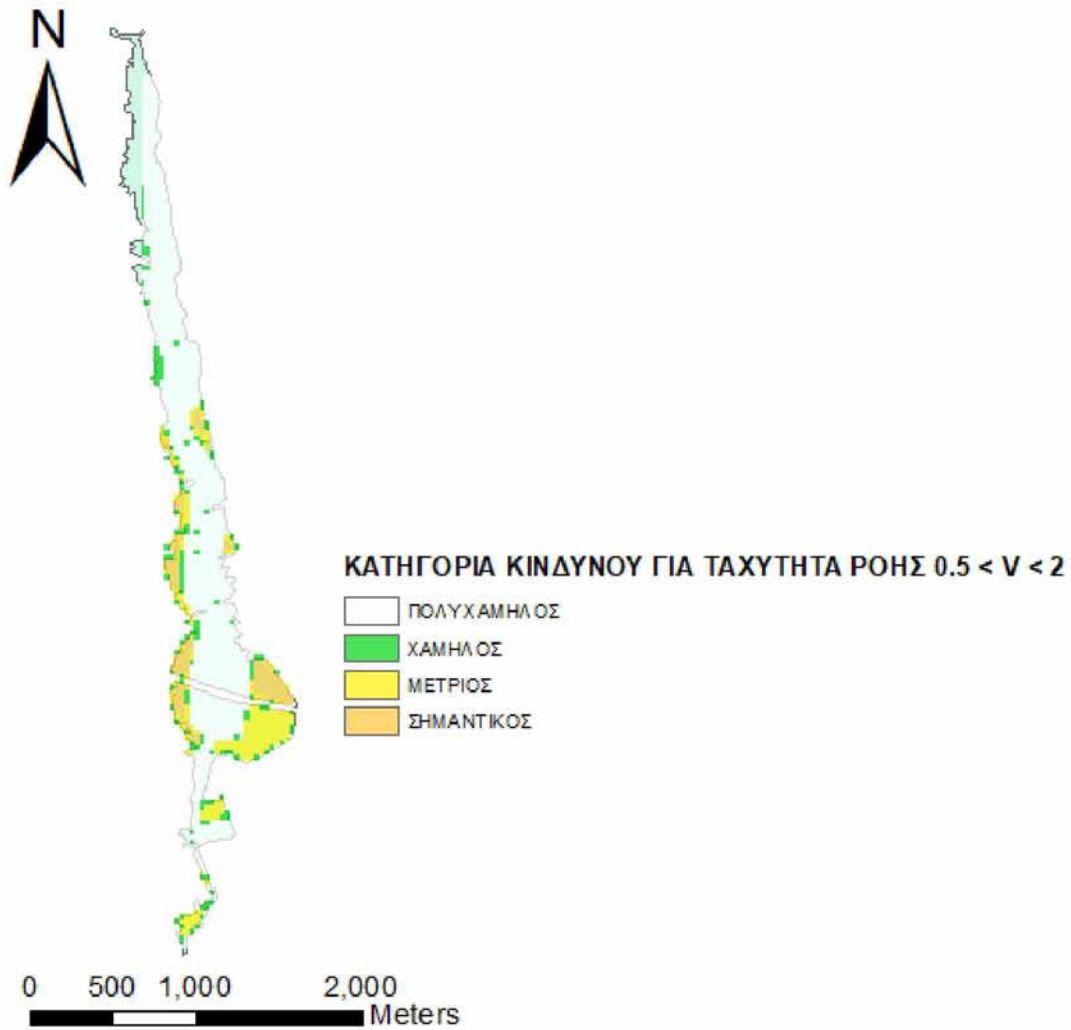
| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 1297          | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 207           | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 162           | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 112           | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 20: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $V < 0.5$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .





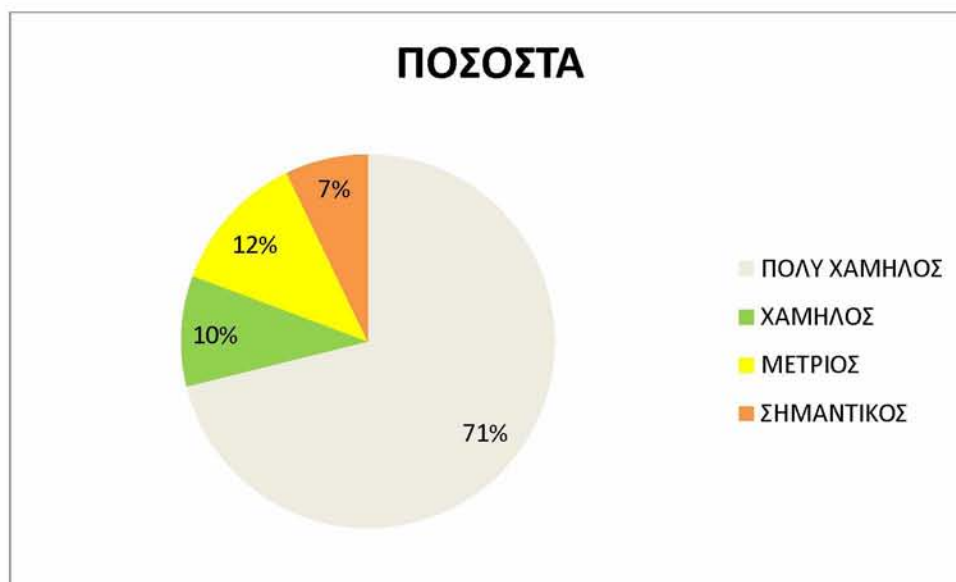
Σχήμα 83: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $V < 0.5$ ,  $T = 500$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



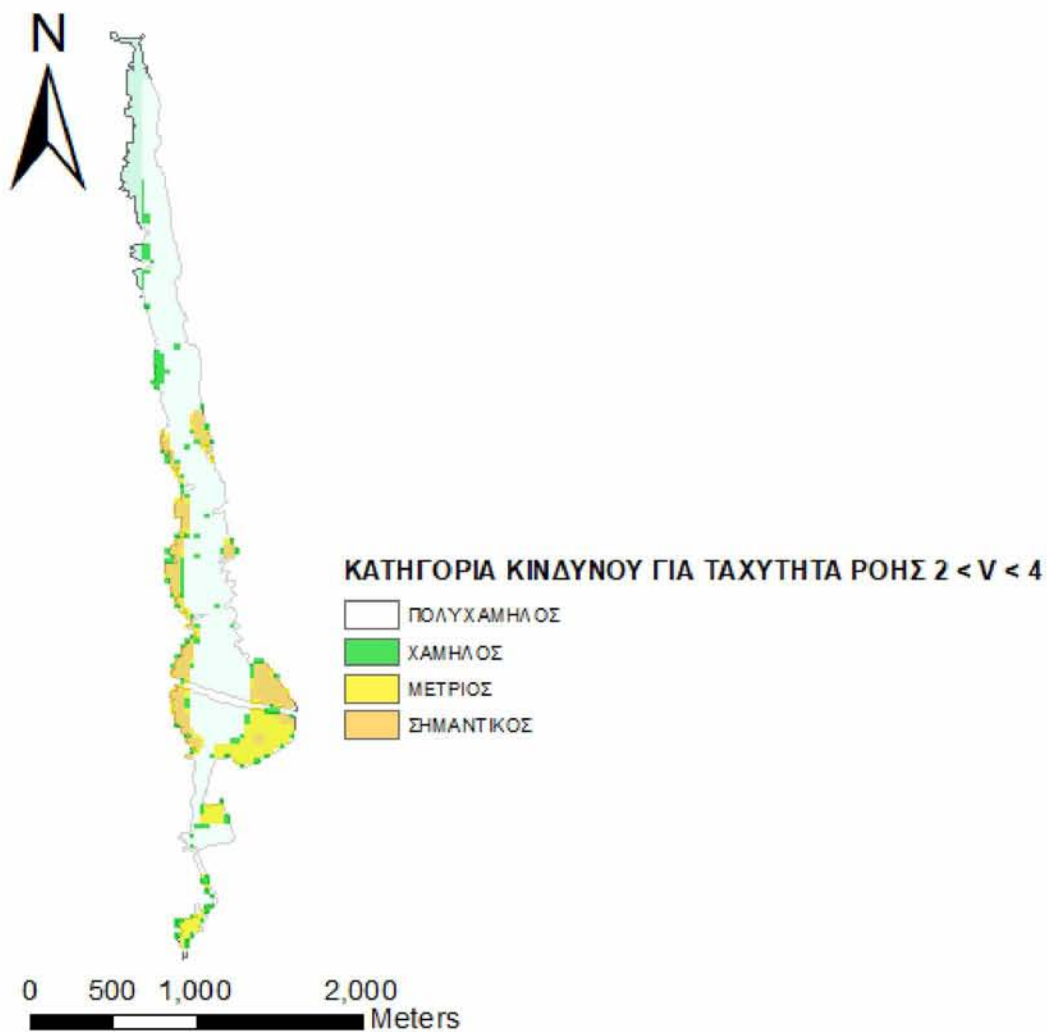
Σχήμα 84: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T = 500$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .

| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 1264          | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 170           | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 216           | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 127           | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 21: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=500$  και κάρναβο 30μ x 30μ



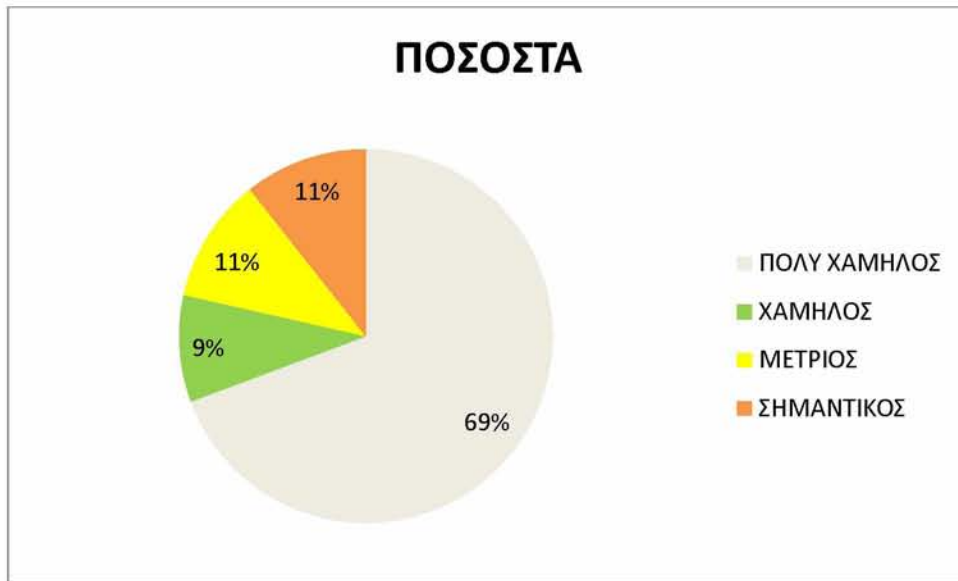
Σχήμα 85: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=500$  και κάρναβο 30μ x 30μ.



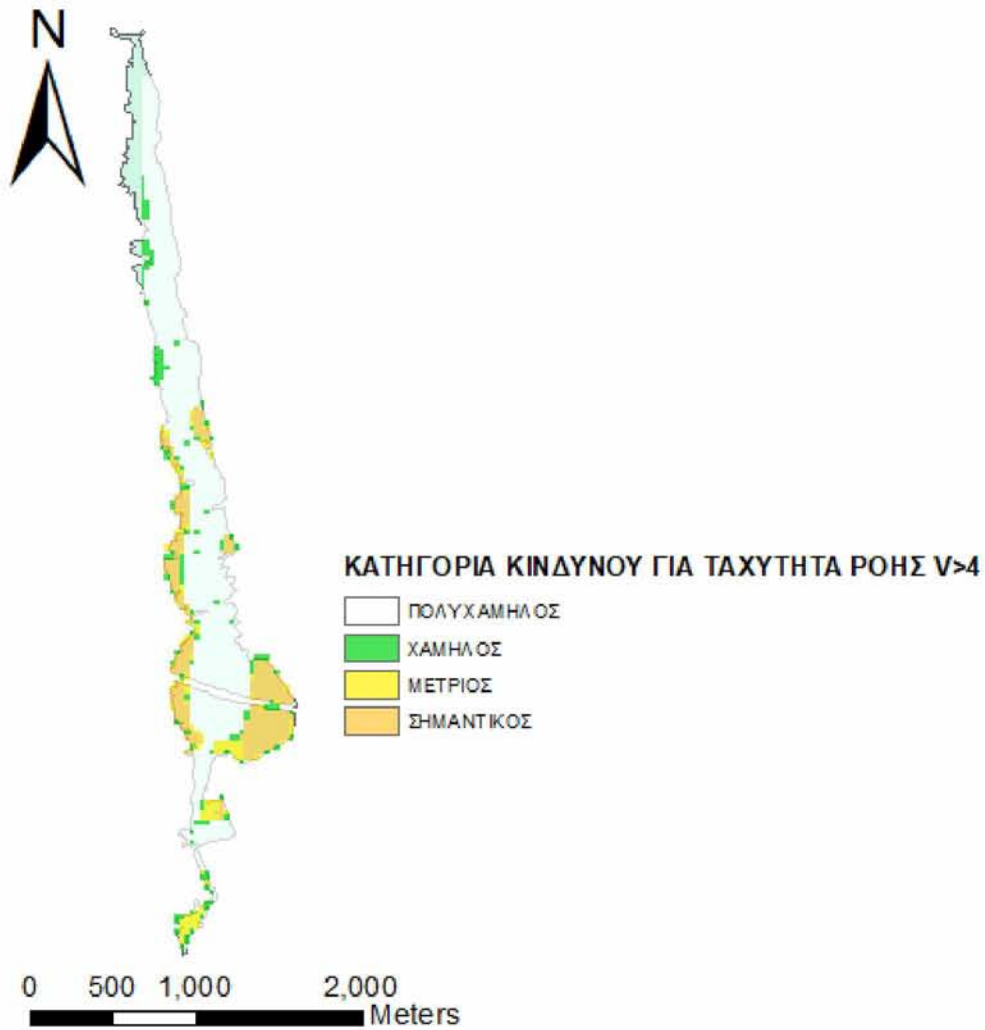
Σχήμα 86: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .

| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 1231          | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 164           | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 192           | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 189           | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 22: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $2 < V < 4$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



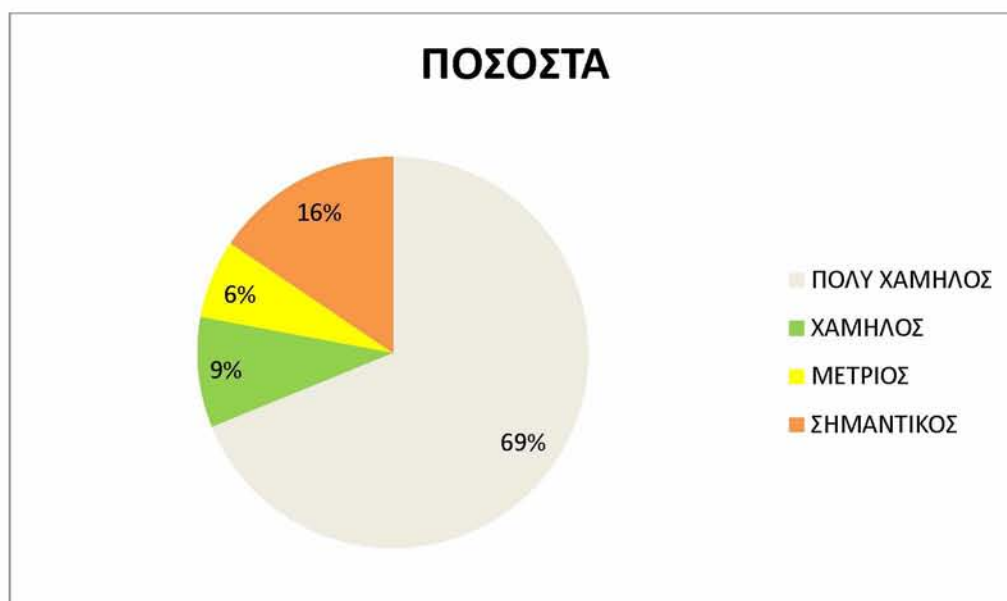
Σχήμα 87: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $2 < V < 4$ ,  $T=500$  και κάναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



Σχήμα 88: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V > 4$ ,  $T=500$  και κάναβο  $30\mu \times 30\mu$ .

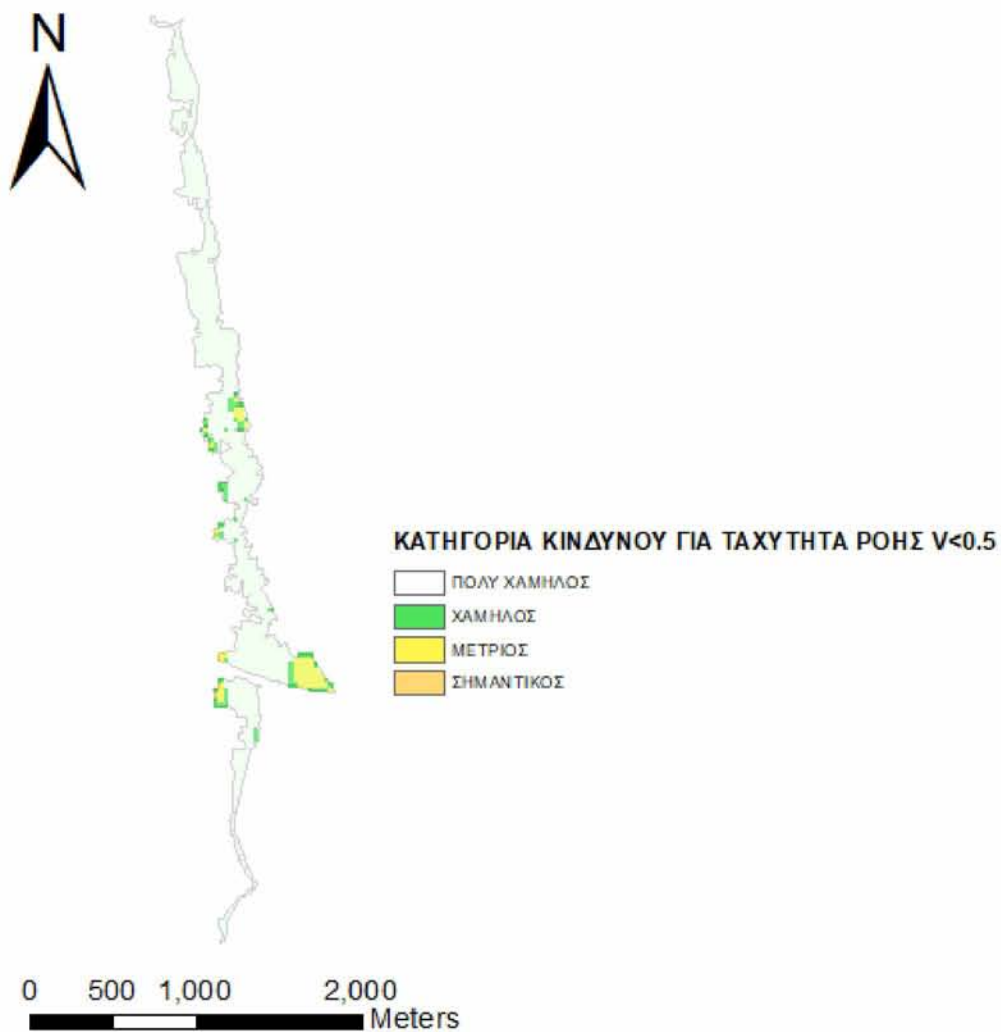
| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 1217          | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 161           | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 118           | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 275           | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 23: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $V > 4$ ,  $T = 500$  και κάρναβο 30μ x 30μ.



Σχήμα 89: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $V > 4$ ,  $T = 500$  και κάρναβο 30μ x 30μ.

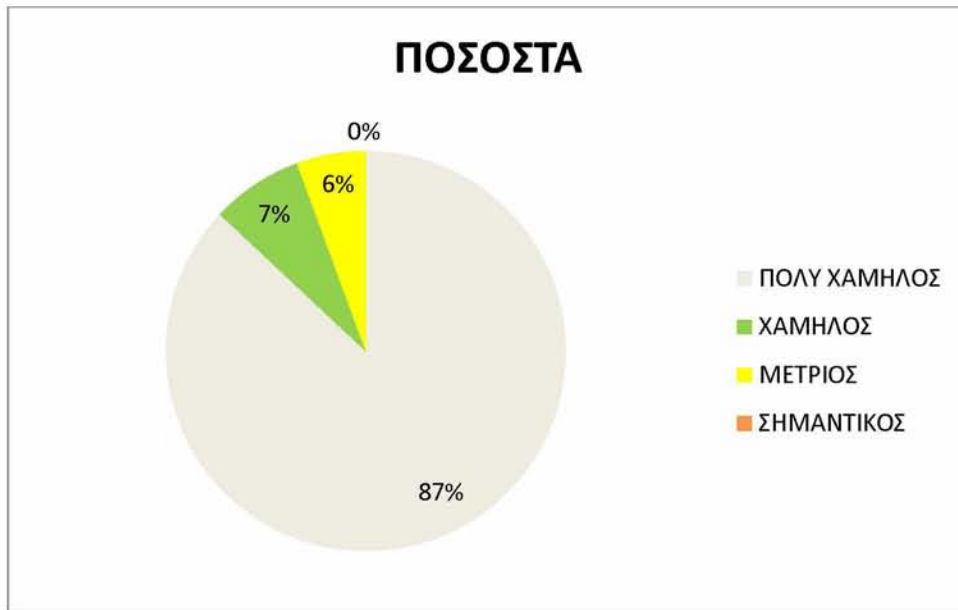
Παρατηρούμε το μέγιστο ποσοστό του σημαντικού κινδύνου είναι 16% για ταχύτητα ροής μεγαλύτερη των 4m/s και το ελάχιστο είναι 6% για ταχύτητα ροής μικρότερη του 0.5m/s, μία διακύμανση δηλαδή 10%. Η διακύμανση για τις υπόλοιπες κατηγορίες είναι 4% για το πολύ χαμηλό κίνδυνο, 3% για χαμηλό και 6% για μέτριο.



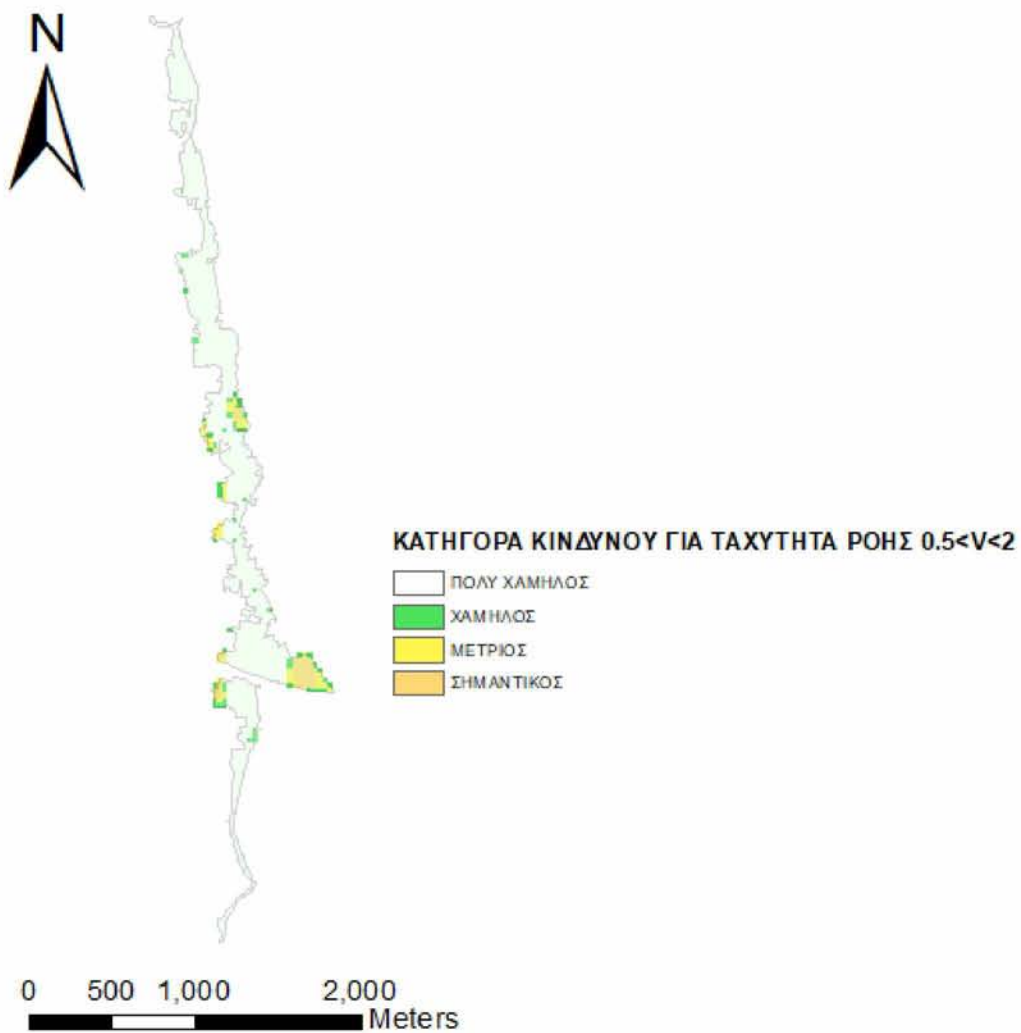
Σχήμα 90: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V<0.5$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .

| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 996           | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 87            | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 64            | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 0             | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 24: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $V<0.5$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



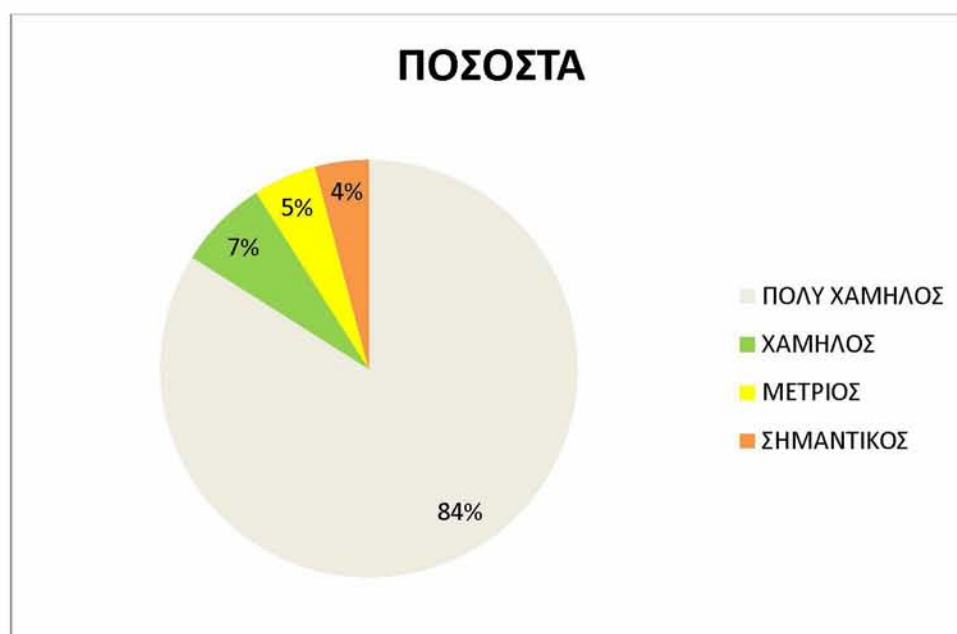
Σχήμα 91: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $V<0.5$ ,  $T=100$  και κάναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



Σχήμα 92: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5<V<2$ ,  $T=100$  και κάναβο  $30\mu \times 30\mu$ .

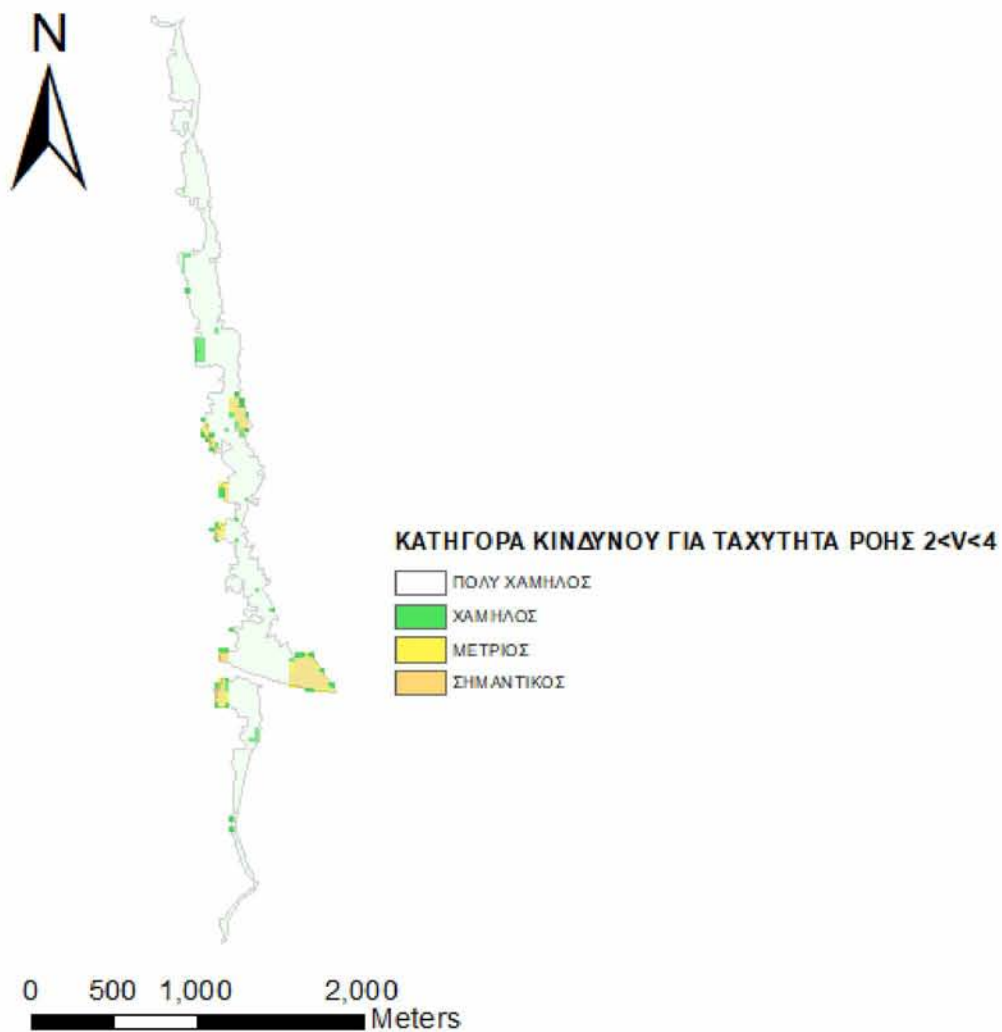
| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 974           | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 81            | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 57            | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 48            | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 25: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



Σχήμα 93: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .

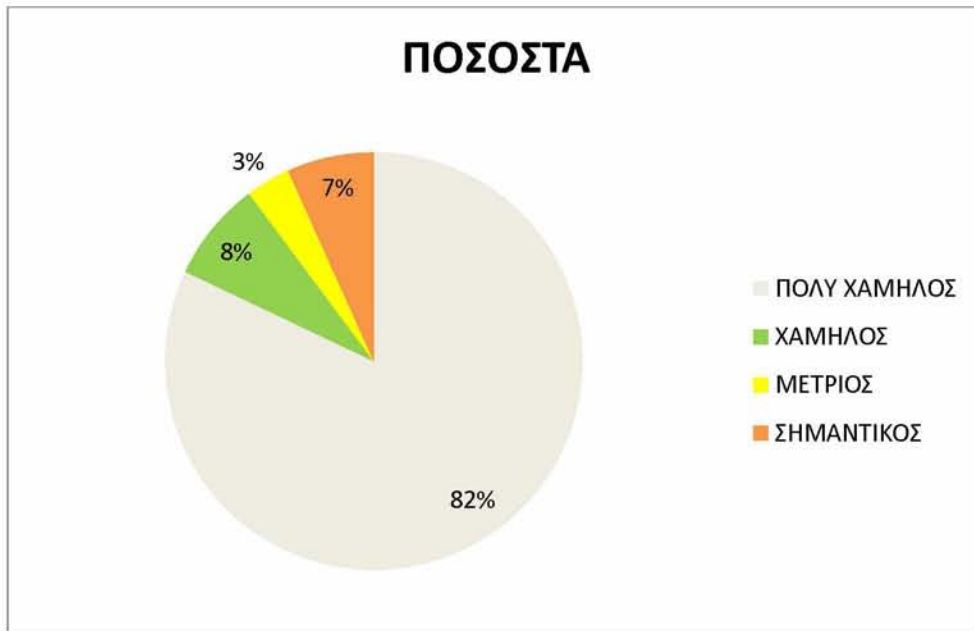




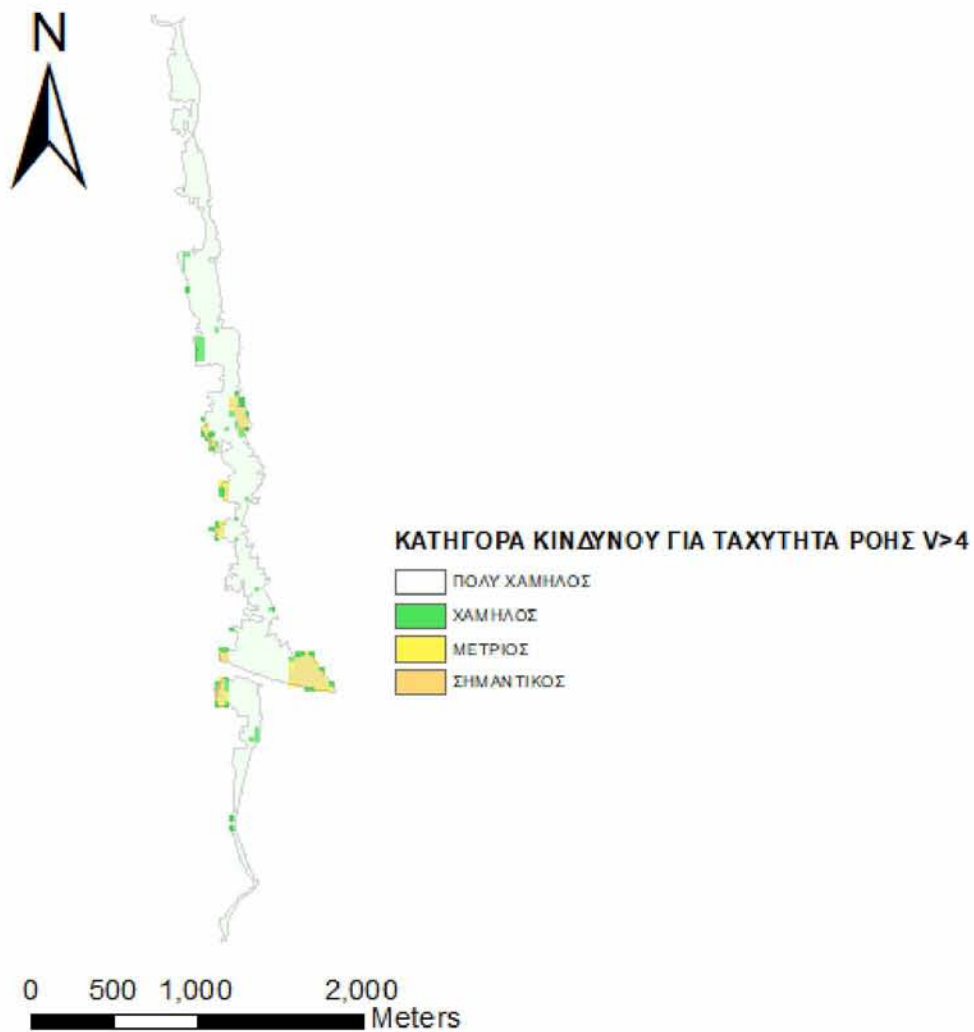
Σχήμα 94: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .

| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 951           | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 90            | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 42            | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 78            | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 26: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $2 < V < 4$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



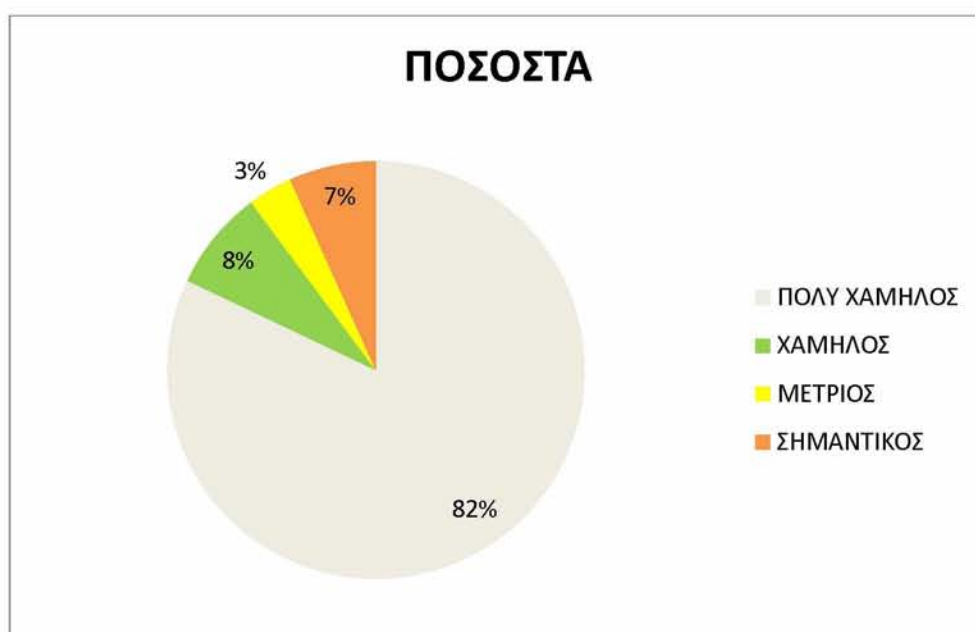
Σχήμα 95: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $2 < V < 4$ ,  $T=100$  και κάναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



Σχήμα 96: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V > 4$ ,  $T=100$  και κάναβο  $30\mu \times 30\mu$ .

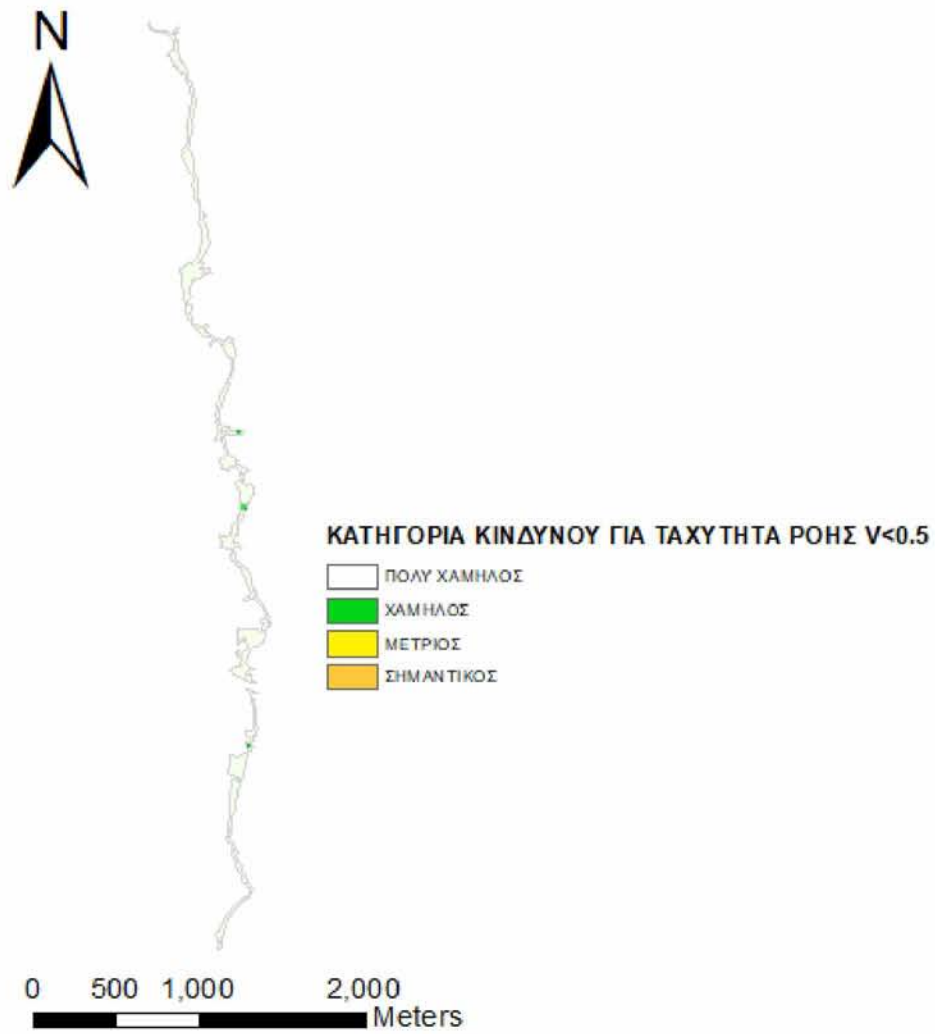
| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 951           | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 90            | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 42            | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 78            | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 27: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $V>4$ ,  $T=100$  και κάρναβο 30μ x 30μ.



Σχήμα 97: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $V>4$ ,  $T=100$  και κάρναβο 30μ x 30μ.

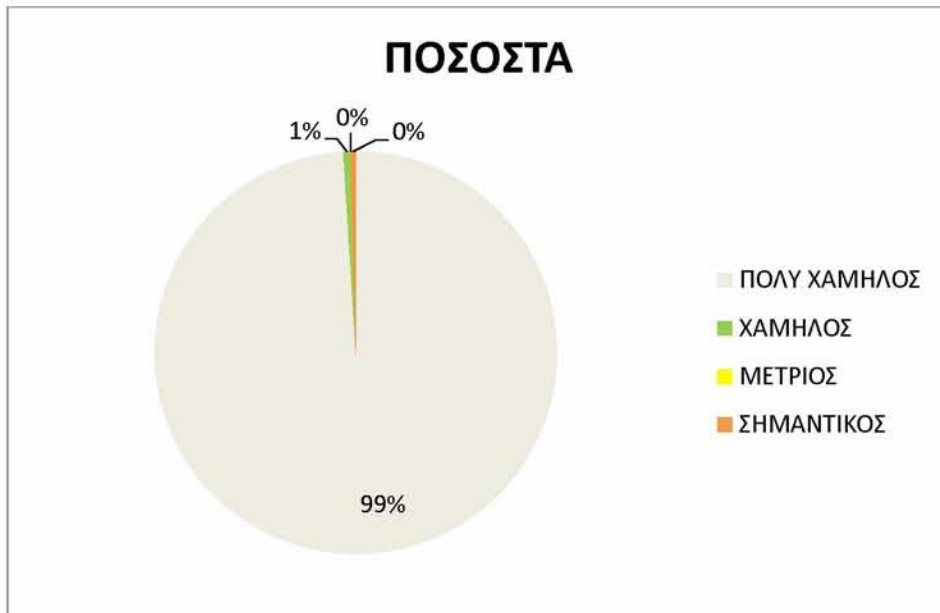
Φαίνεται ότι για περίοδο επαναφοράς  $T=100$  έτη υπάρχει πιο μικρή μεταβολή στο σημαντικό κίνδυνο πλημμύρας. Η μεταβολή αυτή είναι της τάξεως του 7%. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι για ταχύτητα ροής  $V<0.5$  ο σημαντικός κίνδυνος πλημμύρας είναι μηδενικός. Επίσης τα ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων για ταχύτητα ροής  $2<V<4$  και  $V>4$  είναι ίδια, επειδή όπως φαίνεται οι χάρτες βαθμού επιρροής των ταχυτήτων αυτών είναι παρόμοιοι.



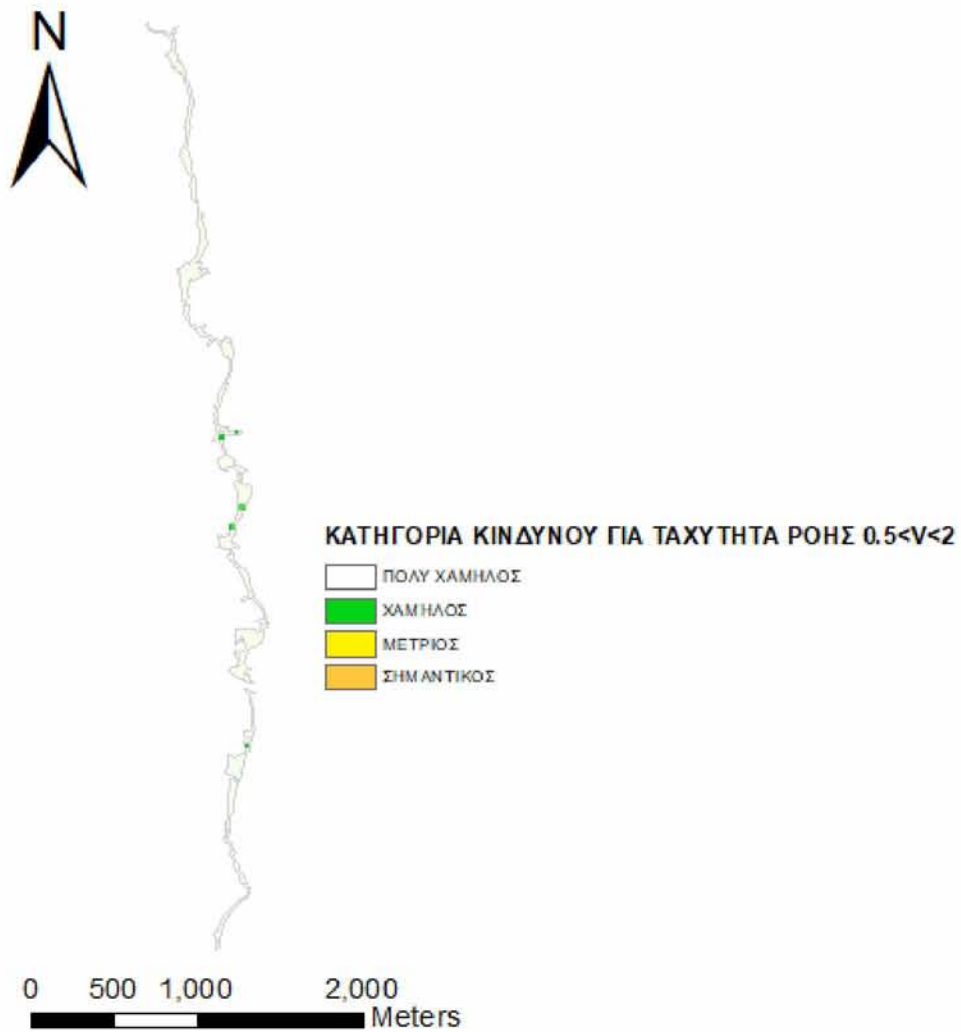
Σχήμα 98: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V<0.5$ ,  $T=20$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$ .

| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 905           | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 3             | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 0             | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 0             | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 28: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $V<0.5$ ,  $T=20$  και κάρναβο  $30\mu \times 30\mu$



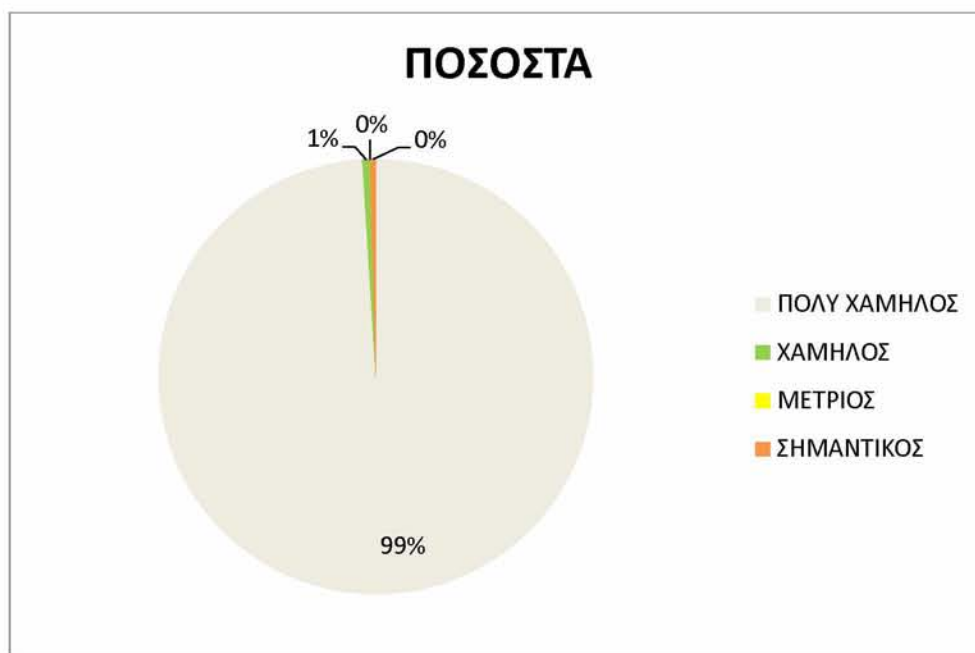
Σχήμα 99: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $V < 0.5$ ,  $T = 20$  και κάρναβο 30μ x 30μ



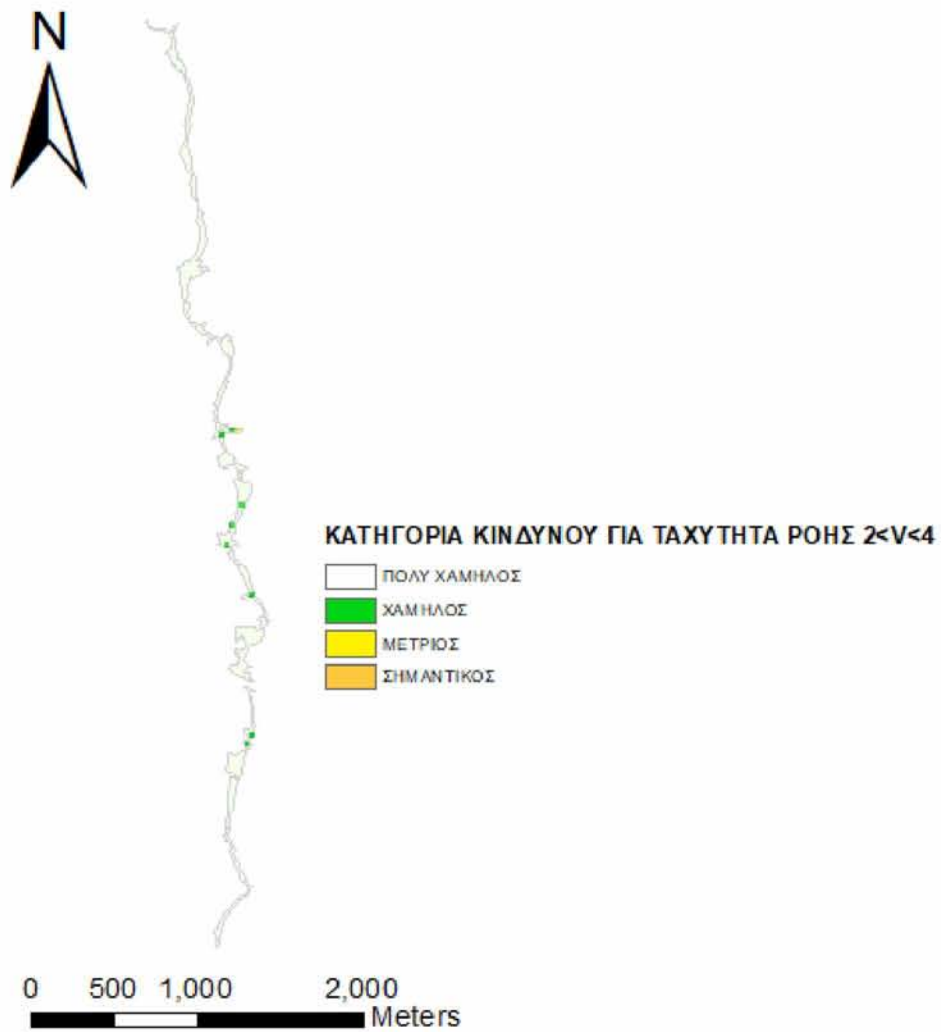
Σχήμα 100: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T = 20$  και κάρναβο 30μ x 30μ.

| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 904           | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 4             | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 0             | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 0             | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 29: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=20$  και κάναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



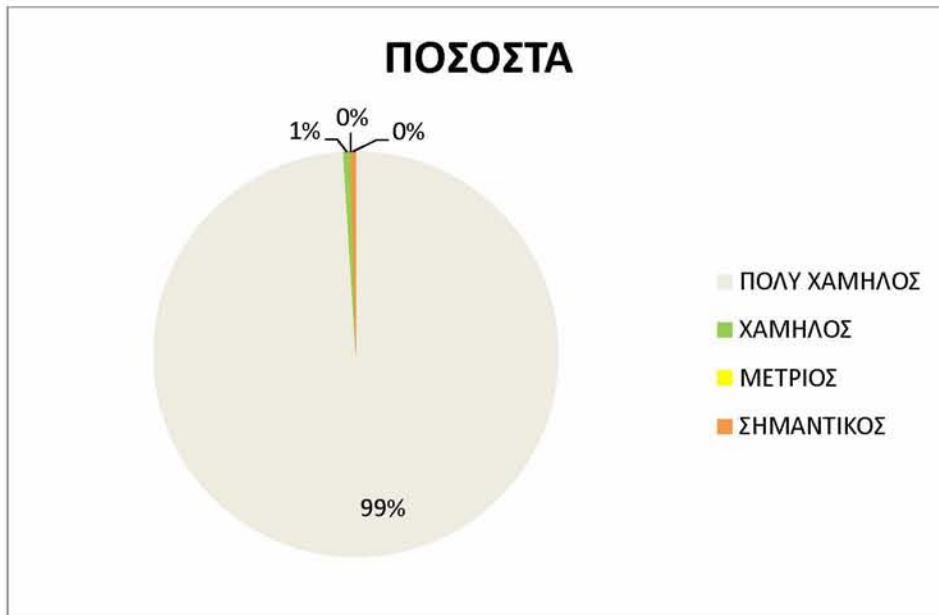
Σχήμα 101: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=20$  και κάναβο  $30\mu \times 30\mu$



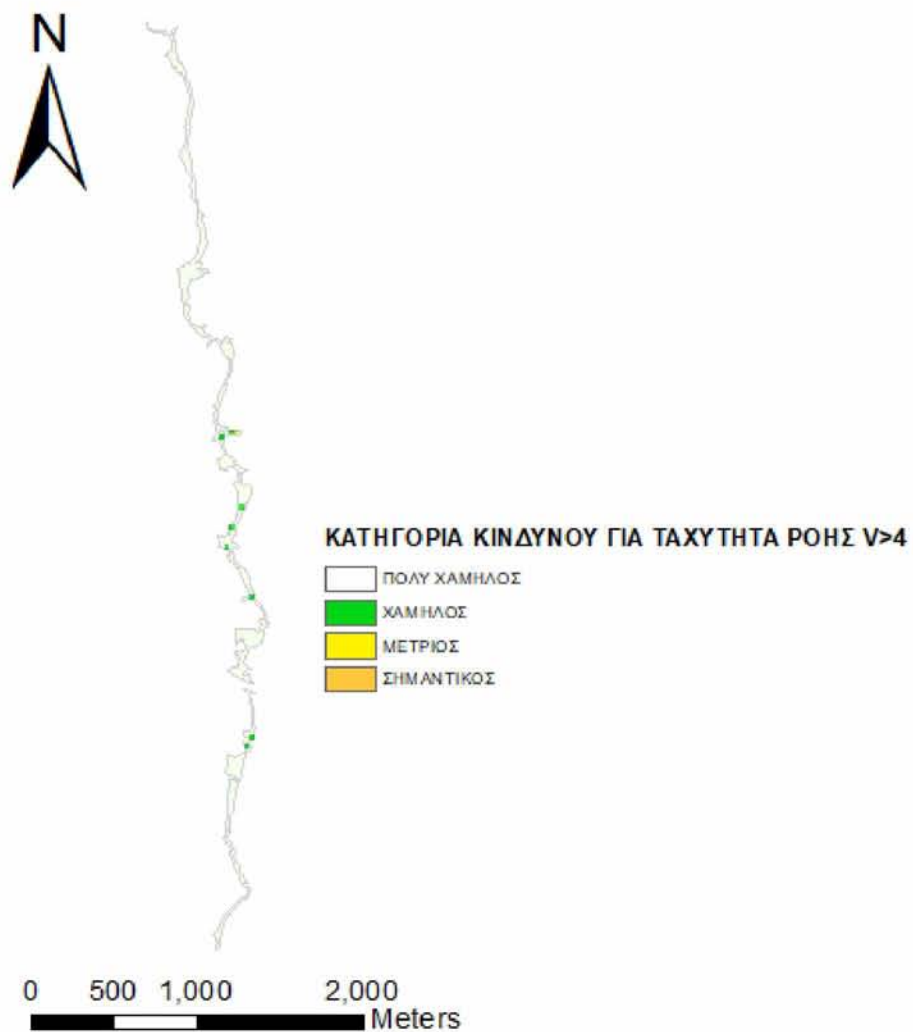
Σχήμα 102: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=20$  και κάρναβο 30μ x 30μ.

| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 902           | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 12            | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 1             | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 0             | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 30: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $2 < V < 4$ ,  $T=20$  και κάρναβο 30μ x 30μ.



Σχήμα 103: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $2 < V < 4$ ,  $T=20$  και κάναβο  $30\mu \times 30\mu$

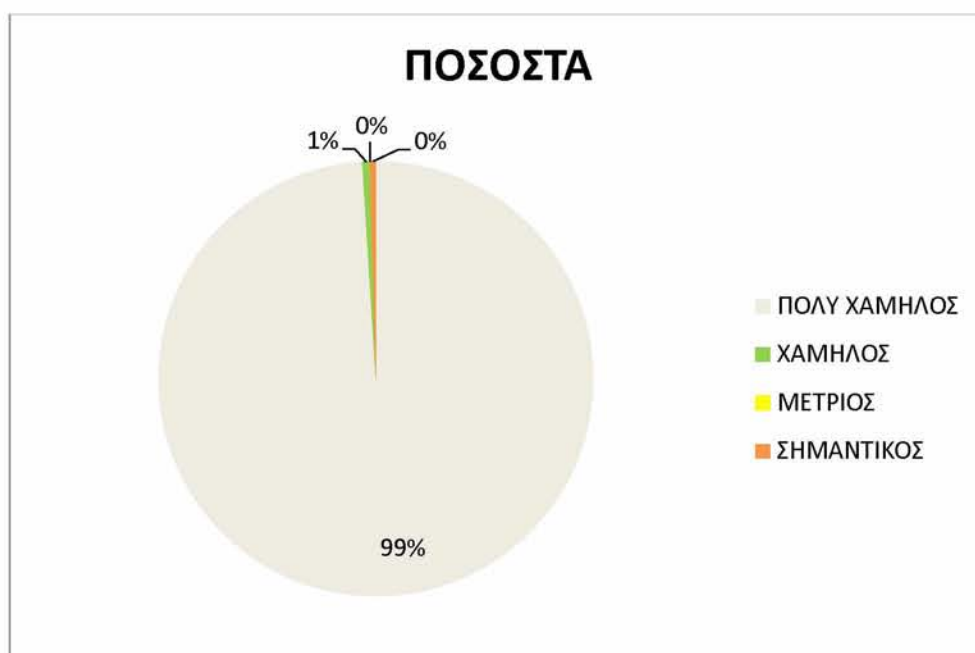


Σχήμα 104: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V > 4$ ,  $T=20$  και κάναβο  $30\mu \times 30\mu$ .



| ΠΛΗΘΟΣ ΚΕΛΙΩΝ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ |
|---------------|--------------------|
| 902           | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ       |
| 12            | ΧΑΜΗΛΟΣ            |
| 1             | ΜΕΤΡΙΟΣ            |
| 0             | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ         |

Πίνακας 31: Αριθμητική συνολική αξιολόγηση επιπτώσεων πλημμύρας για  $V>4$ ,  $T=20$  και κάρναβο 30μ x 30μ.



Σχήμα 105: Ποσοστά συνολικής αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για  $V>4$ ,  $T=20$  και κάρναβο 30μ x 30μ.

Για περίοδο επαναφοράς  $T=20$  έτη, διαπιστώνουμε ότι ο κίνδυνος πλημμύρας είναι σχεδόν εξολοκλήρου πολύ χαμηλός(99%). Οποιοδήποτε από τα τέσσερα σενάρια ταχύτητας και να εξετάσουμε, τα ποσοστά του κινδύνου πλημμύρας παραμένουν τα ίδια, με ελάχιστη διαφορά στον αριθμό κελιών κάθε κατηγορίας. Ο μέτριος και ο σημαντικός κίνδυνος είναι μηδενικοί, ενώ ο χαμηλός κίνδυνος μόλις 1%.



## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως ήταν αναμενόμενο και σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πιο πάνω μελέτης, όσο μεγαλύτερη η ταχύτητα ροής, τόσο μεγαλύτερο και το ποσοστό των σημαντικών επιπτώσεων πλημμύρας και παράλληλα πιο μικρό το ποσοστό χαμηλού κινδύνου πλημμύρας.

Καθώς απομακρυνόμαστε από τη ζώνη προστασίας, εμφανίζονται παράγοντες που είναι τρωτοί στην πλημμύρα. Αφού η πλημμυρική έκταση μειώνεται για πιο μικρές περιόδους επαναφοράς και καλύπτεται το ίδιο ποσοστό ζώνης προστασίας, είναι φυσιολογικό τα ποσοστά χαμηλού κινδύνου να αυξάνονται. Με την αύξηση της περιόδου επαναφοράς, γίνεται πιο μεγάλο το ποσοστό της κατηγορίας σοβαρού κινδύνου. Οι παράγοντες, οι οποίοι έχουν μεγαλύτερη συμβολή στην ύπαρξη σημαντικού κινδύνου πλημμύρας για τη περιοχή της Γερμασόγειας, είναι η οικιστική και η τουριστική ζώνη, ζώνες οι οποίες έχουν υψηλό δείκτη τρωτότητας. Η υψηλότερη δυνητική επίπτωση που υπολογίστηκε για οποιαδήποτε από τις τρεις περιόδους επαναφοράς, έχει βαθμό 350. Συνεπώς, για τη περιοχή μελέτης μας δεν παρουσιάζεται οποιοσδήποτε πολύ σημαντικός κίνδυνος σύμφωνα με τα δεδομένα που είχαμε στη διάθεσή μας, αφού για να υπάρξει χρειάζεται βαθμός >400. Τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται, έχουν καθοριστικό ρόλο στην για την σωστή λειτουργία της μεθόδου, αφού μόνο ένα σημείο με υψηλό δείκτη τρωτότητας, μπορεί να αλλάξει σημαντικά τα αποτελέσματα.

Αξιοσημείωτος παράγοντας για σωστή αποτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου, είναι η χωρική ανάλυση και η ορθότητα των τιμών του ΨΜΕ. Όπως φαίνεται στα σχήματα 63, 64 και 65 τα υπολογισμένα βάθη πλημμύρας είναι εξωπραγματικά και οδηγούν σε λάθος αποτελέσματα, γι' αυτό δεν ενδείκνυται η χρησιμοποίηση του συγκεκριμένου ΨΜΕ σε τέτοιου είδους μελέτες, τουλάχιστον για τη συγκεκριμένη περιοχή.

Τέλος, πολύτιμα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν συγκρίνοντας τα ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από πλημμύρα, για όλες τις περιπτώσεις χωρικής διακριτοποίησης του ΨΜΕ που πραγματοποιήθηκαν. Παρακάτω, παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα:

|                     |                     | Ποσοστά Αποτίμησης Της Μέγιστης Πιθανής Επίπτωσης Από Πλημμύρα |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |
|---------------------|---------------------|--|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|
|                     | ΚΑΝΝΑΒΟΣ (M)        | 500  |     |    | 300 |     |    | 100 |     |    | 30  |     |    | 10  |     |    |
|                     | T (ΕΤΗ)             | 500  | 100 | 20 | 500 | 100 | 20 | 500 | 100 | 20 | 500 | 100 | 20 | 500 | 100 | 20 |
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ | ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟΣ (%)    | 59   | 58  | 68 | 57  | 73  | 80 | 65  | 80  | 92 | 68  | 83  | 97 | 68  | 82  | 98 |
|                     | ΧΑΜΗΛΟΣ (%)         | 18   | 21  | 18 | 31  | 19  | 17 | 19  | 14  | 8  | 11  | 7   | 2  | 9   | 6   | 1  |
|                     | ΜΕΤΡΙΟΣ (%)         | 9  | 17  | 14 | 5   | 5   | 0  | 7   | 3   | 0  | 4   | 2   | 1  | 2   | 2   | 0  |
|                     | ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ (%)      | 0  | 4   | 0  | 7   | 3   | 3  | 9   | 3   | 0  | 17  | 8   | 0  | 21  | 10  | 1  |
|                     | ΠΟΛΥ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ (%) | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  |
|                     |                     |  |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |     |     |    |

Πίνακας 32: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από πλημμύρα.

Ως βέλτιστη λύση για διαστάσεις κελίων, επιλέχθηκε η 30μ x 30μ. Ο λόγος που επιλέχθηκε έναντι των κελιών διαστάσεων 10μ x 10μ, είναι η μικρή διαφορά η οποία υπάρχει στα ποσοστά, όπως φαίνεται στο πιο πάνω πίνακα και ο σχετικά πιο γρήγορος χρόνος εκτέλεσης του μοντέλου, συνεπώς και η γρηγορότερη εξαγωγή αποτελεσμάτων. Εφόσον εντοπιστεί κάποιος πολύ σημαντικός κίνδυνος, ο οποίος θα απαιτούσε να εξεταστεί αναλυτικότερα, θα μπορούσε να προτιμηθεί υψηλότερη ανάλυση, δηλαδή μικρότερα κελιά. Τα κελιά διαστάσεων 500μ x 500μ, 300μ x 300μ και 100μ x 100μ αν και δίνουν γρηγορότερα αποτελέσματα, παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση στα ποσοστά σε σχέση με τα κελιά 30μ x 30μ και 10μ x 10μ. Πιο συγκεκριμένα φαίνεται να εντοπίζουν μειωμένο σημαντικό κίνδυνο, 0% - 9%, έναντι 17% - 21% που υπολογίζεται για κελιά 30μ x 30μ και 10μ x 10μ αντίστοιχα. Αντιθέτως, παρουσιάζουν αυξημένα ποσοστά για χαμηλό και μέτριο κίνδυνο (25%-31% αθροιστικά για T=500) σε σχέση με το 15% και 11% που παρουσιάζονται για κελιά 30μ x 30μ και 10μ x 10μ. Οι παραπάνω αποκλίσεις μπορούν να οδηγήσουν σε λανθασμένα συμπεράσματα, γι' αυτό τα κελιά 500 x 500, 300 x 300 και 100 x 100 δεν προτιμούνται.

## 7. ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ

Για αυτή τη διπλωματική εργασία εντοπίζονται οι εξής αβεβαιότητες:

- Η περιβαλλοντική τρωτότητα δεν λήφθηκε υπόψη, καθώς στην αναζήτηση δεδομένων δεν μπόρεσαν να βρεθούν οι κατάλληλες πληροφορίες σε τέτοια μορφή ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο λογισμικό ArcGIS. Τέτοιες πληροφορίες θα μπορούσαν να είναι βιομηχανικές εγκαταστάσεις IPPC ή Seveso, εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, χώροι διαχείρισης και διάθεσης στερεών αστικών αποβλήτων και προστατευόμενες περιοχές ειδών και οικοτόπων.
- Κατά τη διαδικασία υπολογισμού των βαθών πλημμύρας με το εργαλείο “IDW”, φαίνεται να χάνεται ένα μικρό ποσοστό της πλημμυρικής έκτασης, στο οποίο δεν ορίζονται βάθη πλημμύρας. Αυτό συμβαίνει γιατί το συγκεκριμένο εργαλείο χρησιμοποιεί ως όρια τα πιο απομακρυσμένα σημεία που εισάγουμε ως σημειακά δεδομένα. Είναι προτιμότερο τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της πλημμύρας να υπολογίζονται σε λογισμικά όπως το HEC-RAS.
- Η μέγιστες βροχοπτώσεις και κατά συνέπεια μέγιστες πλημμύρες, έχουν πιθανοτικό χαρακτήρα.
- Η μεθοδολογία δεν περιέχει εποχιακά κριτήρια πλημμύρας.

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andjelkovic, I. ( 2001). *GUIDELINES ON NON-STRUCTURAL MEASURES IN URBAN FLOOD MANAGEMENT*. Paris: UNESCO.
- Burrell, E. M. (2017). *Natural Hazards, Second Edition: Explanation and Integration*. New York: The Guildford Press.
- Cova, T. (1999). GIS in emergency management. Στο T. Cova, *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Applications, and Management* (σ. Chapter: 60). New York: P.A. Longley, M.F. Goodchild, D.J. Maguire, D.W. Rhind.
- CRED and UNISDR. (2019, 1 24). *EM - DAT The international disaster database*. Ανάκτηση 2 5, 2019, από <https://www.emdat.be/publications>
- Daw Su, M. &. (2005). A Grid-Based GIS Approach to Regional Flood Damage Assessment. *Journal of Marine Science and Technology*, σσ. 184-192.
- Dawson RJ, S. L. (2008, October 01 ). Attribution of flood risk in urban. *Journal of Hydroinformatics*, σσ. 275-288.
- EEA. (2016). *Flood risks and environmental vulnerability*. EEA.
- EEA. (2018). *Why should we care about floodplains?* EEA.
- Godschalk. (1991). Disaster mitigation and hazard management. *Drabek T E, Hoetmer G J (eds) Emergency management: principles and practice for local government*.
- Gwilliam, J. &. (2006, January ). Methods for Assessing Risk from Climate Hazards in Urban Areas. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer*.
- IPCC. (2012). *MANAGING THE RISKS OF EXTREME EVENTS AND DISASTERS TO ADVANCE CLIMATE CHANGE ADAPTATION*. Cambridge: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS .
- Jeyaseelan, A. (2003). *DROUGHTS & FLOODS ASSESSMENT AND MONITORING USING REMOTE SENSING AND GIS*. Hyderabad: Crop Inventory and Drought Assessment Division.
- Johnson, R. (2000). *GIS Technology for Disasters and Emergency Management* . Environmental Systems Research Institute, Inc.
- Kraus. (2003). Φωτογραμμετρία. Στο *Τόμος 1: Βασικές έννοιες και Μέθοδοι*. Αθήνα.
- Kron, W. &. (2007). *Flood disasters and climate change: Trends and options - A (re-)insurer's view*. Hamburg: Wissenschaftliche Auswertungen.
- Mateeul Haq, M. A. (2012, December). Techniques of Remote Sensing and GIS for flood monitoring and damage assessment: A case study of Sindh province, Pakistan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, σσ. 135-141.

- Md. Monirul Islam, K. S. (2000, February 28). *Flood hazard assessment in Bangladesh using NOAA AVHRR data with geographical information system*. Ανάκτηση 11 20, 2018, από Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291099-1085%2820000228%2914%3A3%3C605%3A%3AAID-HYP957%3E3.0.CO%3B2-L>
- Messner, M. (2006). Flood damage, vulnerability and risk perception - challenges for flood damage research. *Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures*. Natural Disaster Assosiation. (n.d.). Ανάκτηση 11 5, 2018, από <https://www.n-d-a.org/flooding.php>
- Paprotny, D. M.-N. (2018, Mar 16 ). HANZE: a pan-European database of exposure to natural hazards and damaging historical floods since 1870. *Earth Syst. Sci. Data*, σσ. 565-581.
- Pradhan, B. (2009, January ). Flood susceptible mapping and risk area delineation using logistic regression, GIS and remote sensing. *Journal of Spatial Hydrology.*, σσ. 1-18.
- Program, G. C. (2000). *Water: The Potential Consequences of Climate Variability and Change for the Water Resources of the United States*. U.S.: National Water Assessment Group.
- S.N., J. (2007). *Loss of life estimation in flood risk assessment*. Delft University.
- Tingsanchali, T. (2012 ). *Urban flood disaster management* . Thailand : Elsevier Ltd.
- What is GIS?* (n.d.). Ανάκτηση 10 23, 2018, από <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>
- Βασιλειάδης, Λ. (2018, 10 2). *e-class*. Ανάκτηση 11 2, 2018, από <http://eclass.uth.gr/eclass/modules/document/index.php?course=MHXC176&openDir=/542932b2hKgP>
- Διαχείριση Κινδύνων Πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων/Υ.Π.Ε.Κ.Α.* (n.d.). Ανάκτηση 7 17, 2018, από <http://floods.ypεka.gr/>
- Πιστρίκα, Α. (2010). *Εκτίμηση άμεσης πλημμυρικής ζημιάς*. ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, Αθήνα.
- Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων*. (n.d.). Ανάκτηση 11 5, 2018, από [http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/index\\_gr/index\\_gr?opendocument](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/index_gr/index_gr?opendocument)
- Τμήμα Μετεωρολογίας*. (n.d.). Ανάκτηση 11 29, 2018, από [http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcyclimate\\_gr/DMLcyclimate\\_gr?OpenDocument](http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcyclimate_gr/DMLcyclimate_gr?OpenDocument)



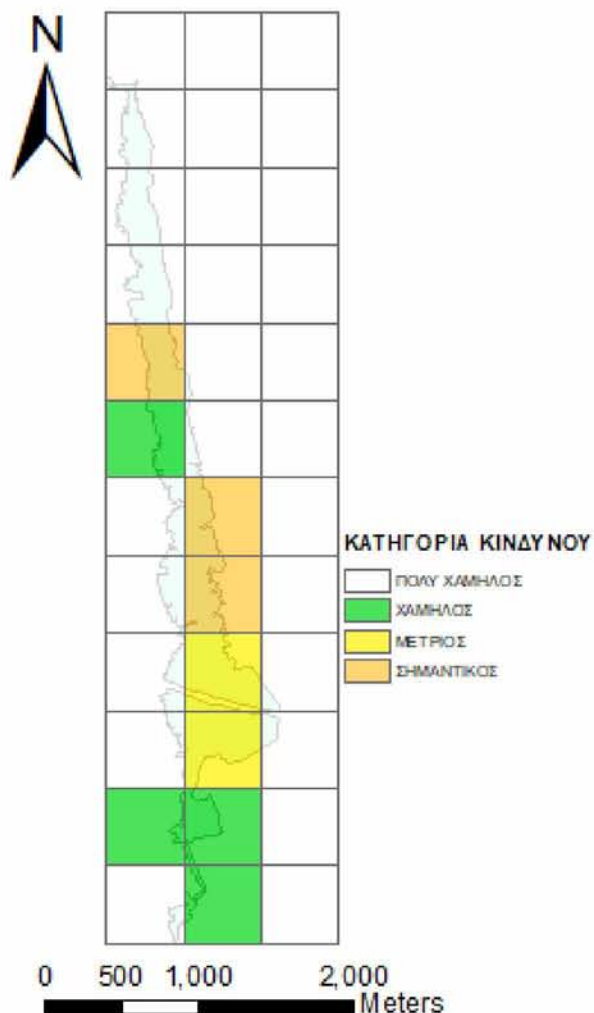


## 9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

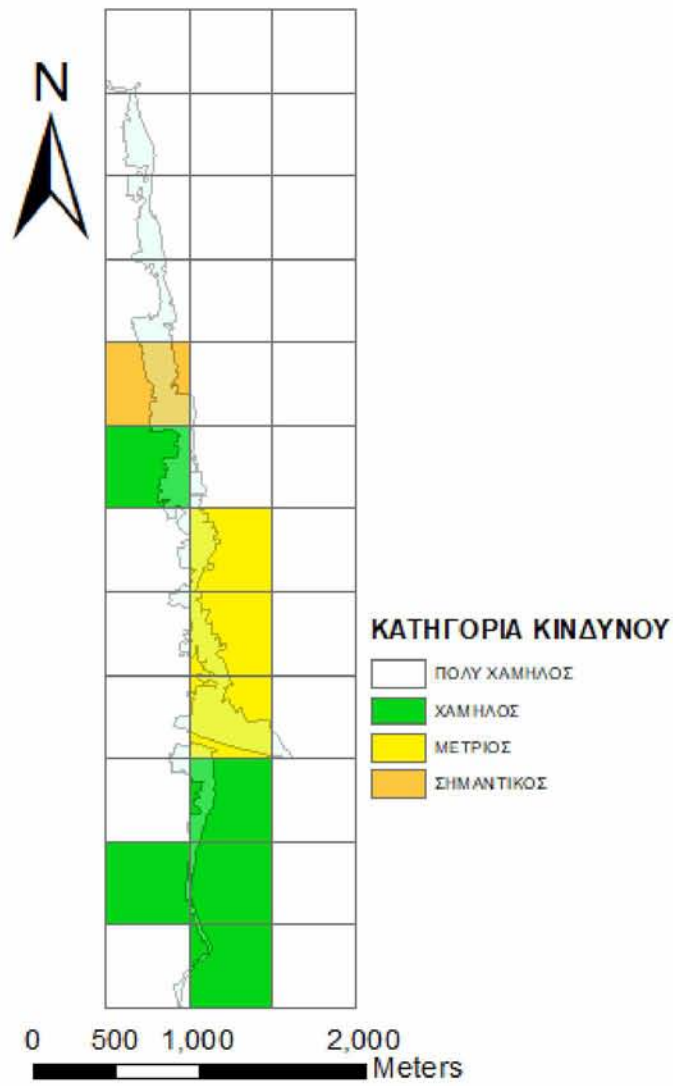
### 9.1 ΧΑΡΤΕΣ

Ακολουθούν οι χάρτες τρωτότητας και αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας για:

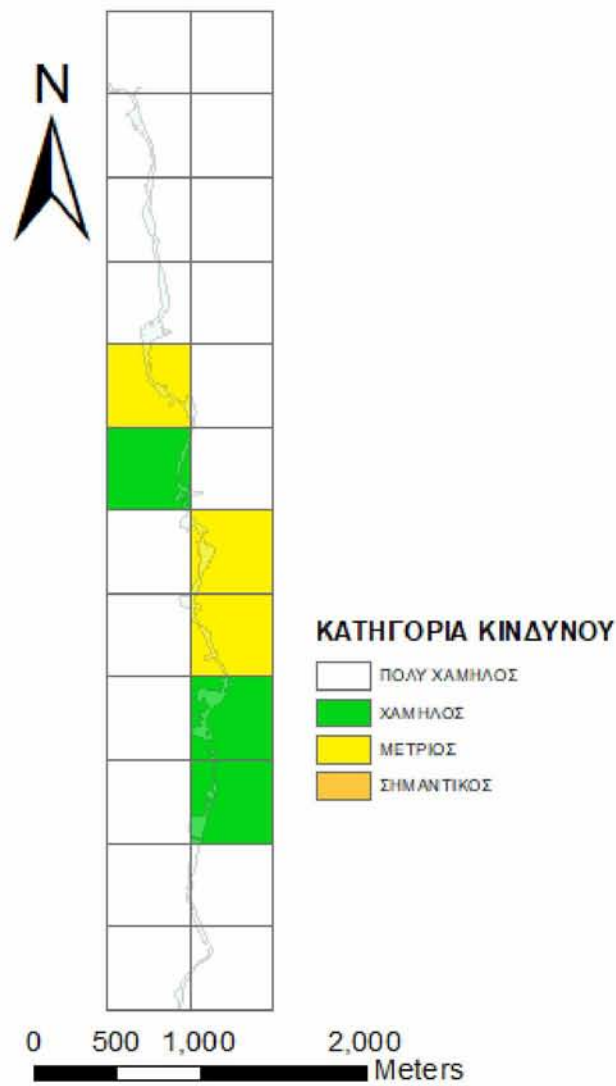
- τα τέσσερα σενάρια ταχύτητας ροής που δημιουργήθηκαν,
- για καννάβους 500x500, 300x300, 100x100 και 10x10,
- περιόδους επαναφοράς  $T=20$ ,  $T=100$  και  $T=500$ .



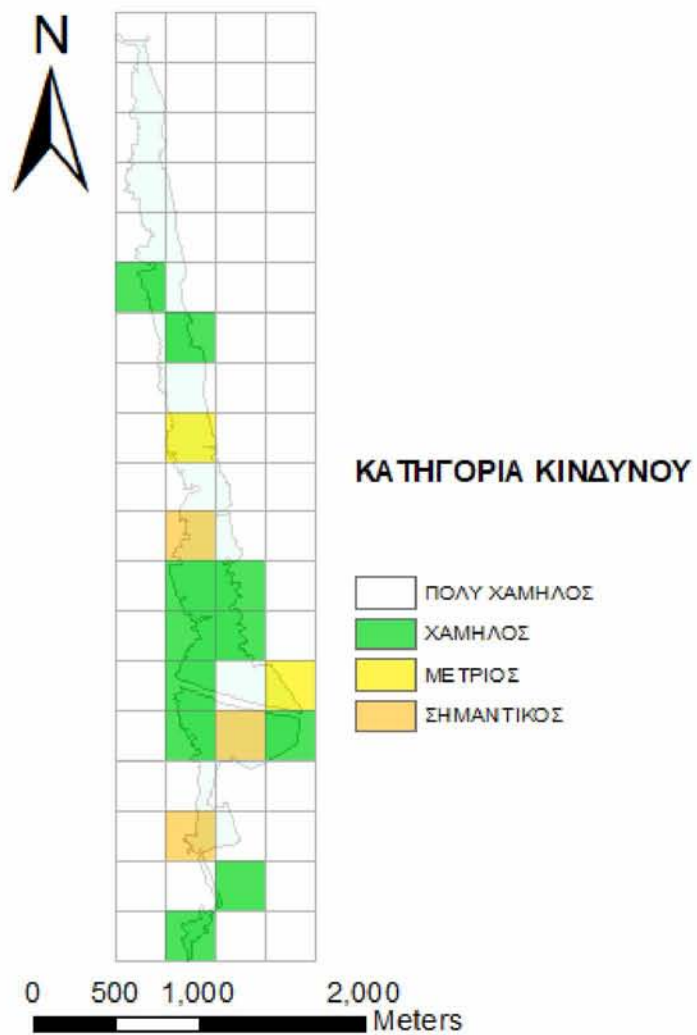
Σχήμα 106: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για  $T=500$  και κάρναβο 500μ x 500μ.



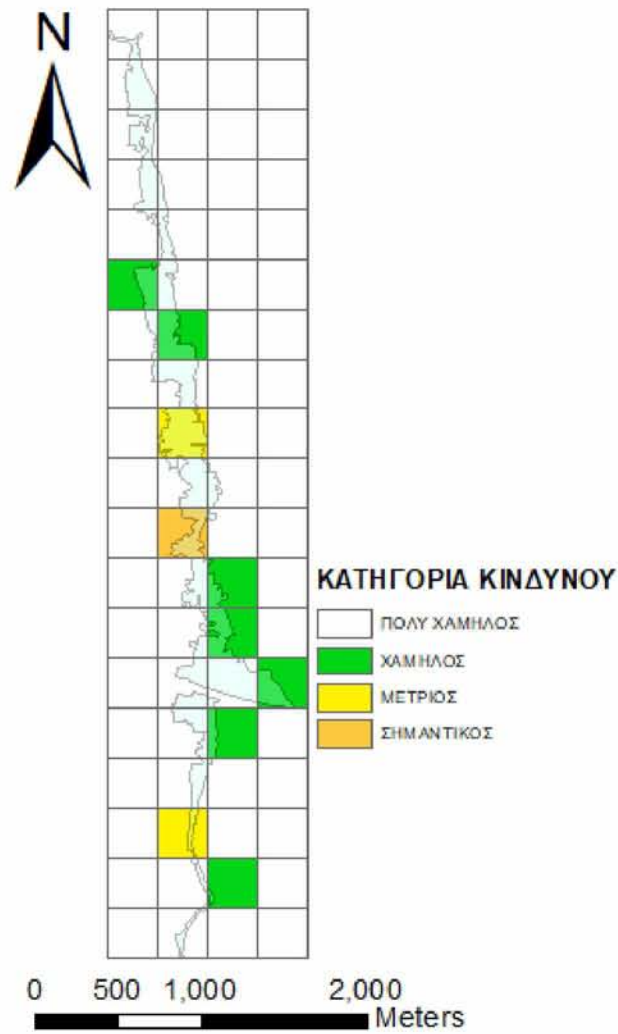
Σχήμα 107: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=100 και κάρναβο 500μ x 500μ.



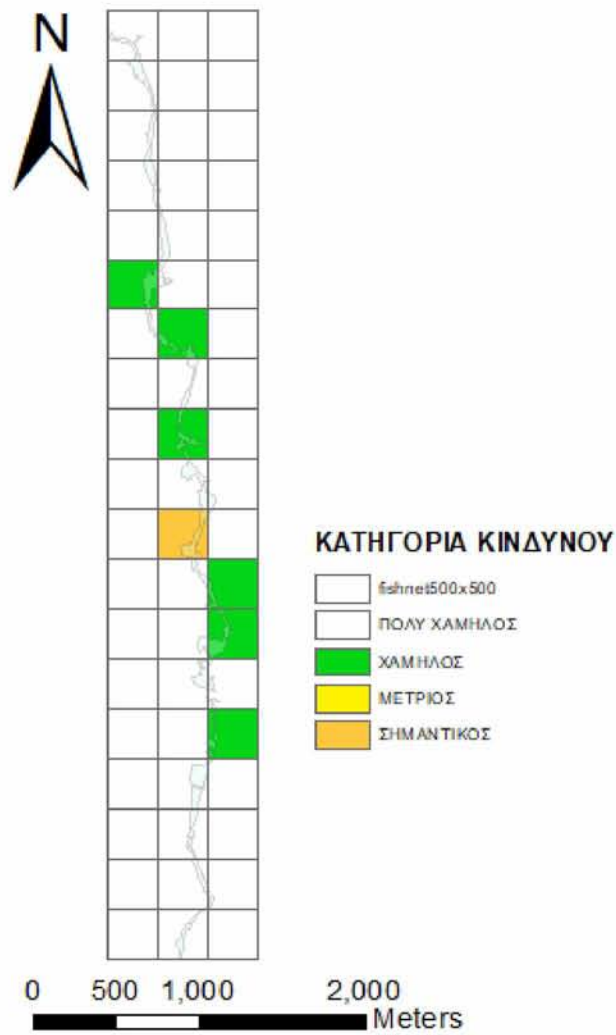
Σχήμα 108: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=20 και κάρναβο 500μ x 500μ.



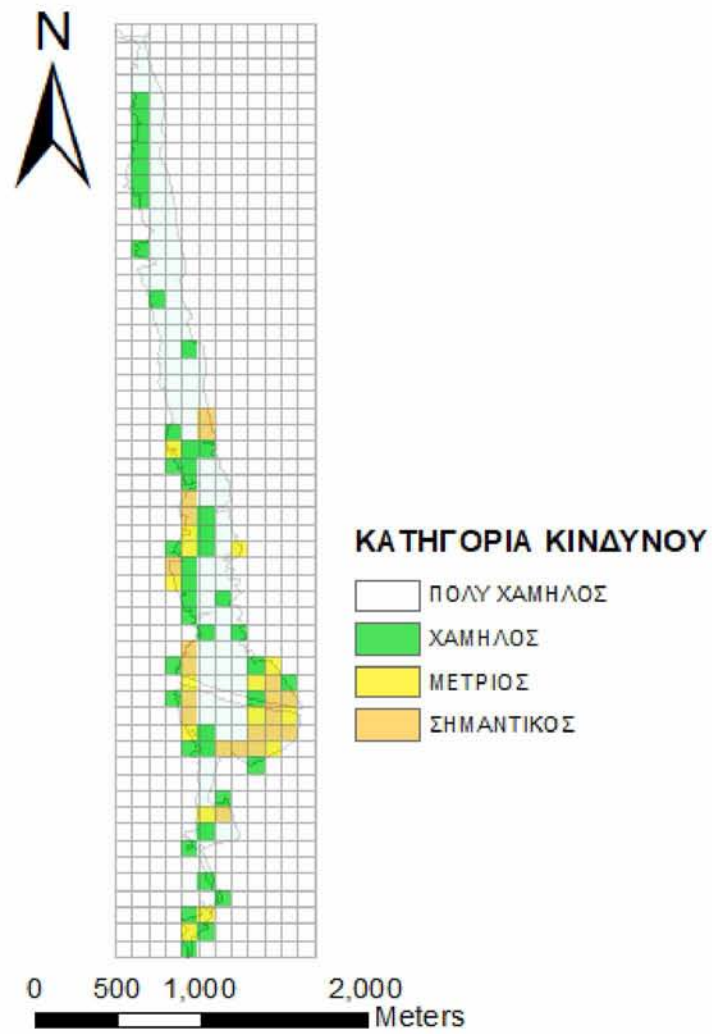
Σχήμα 109: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=500 και κάρναβο 300μ x 300μ.



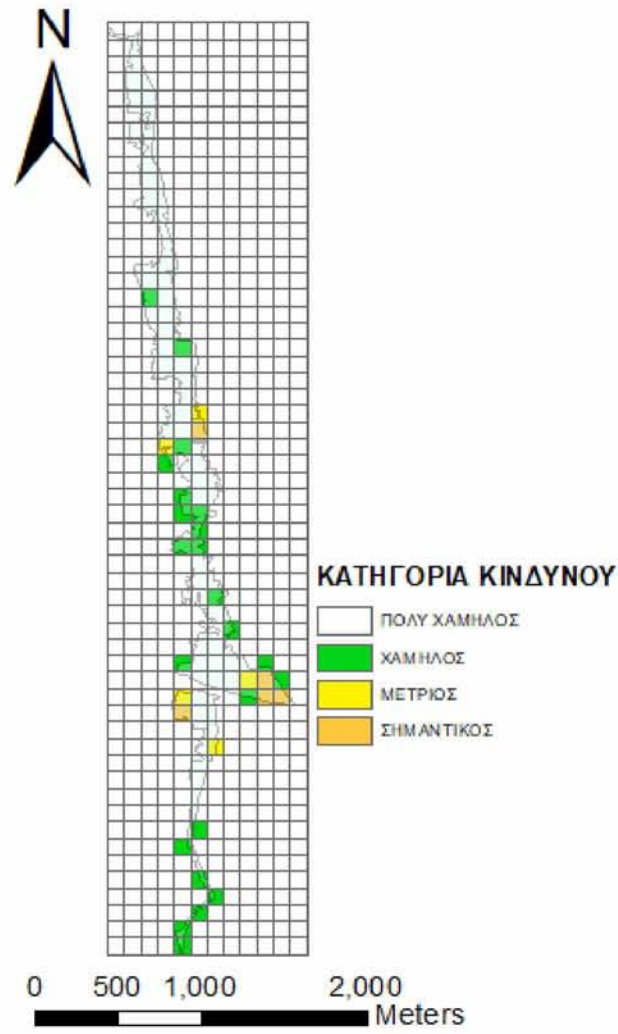
Σχήμα 110: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=100 και κάνναβο 300μ x 300μ.



Σχήμα 111: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για  $T=20$  και κάρναβο  $300\mu \times 300\mu$ .

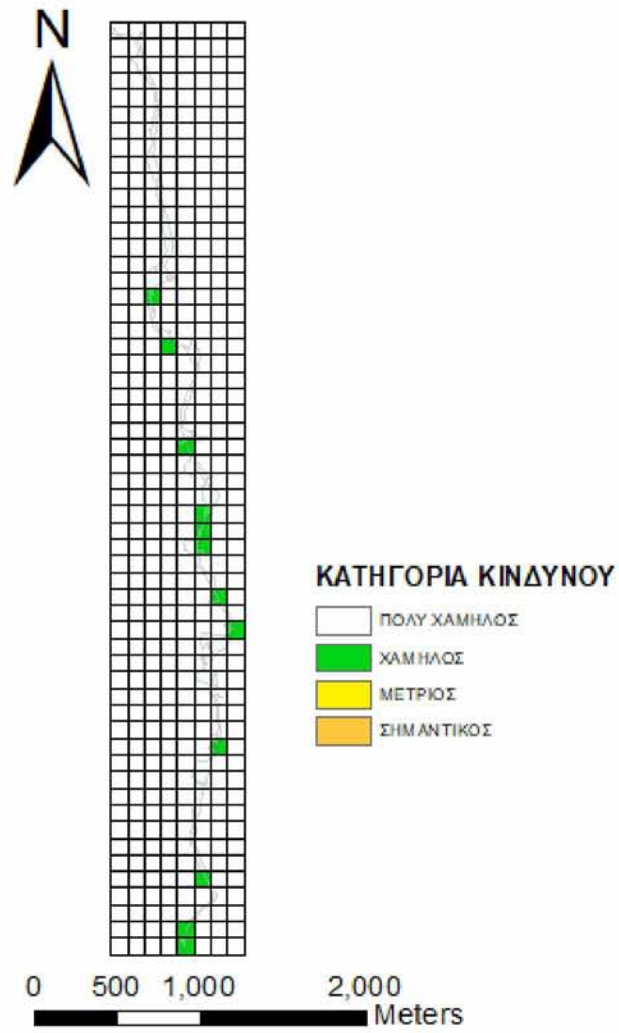


Σχήμα 112: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=500 και κάνναβο 100μ x 100μ.

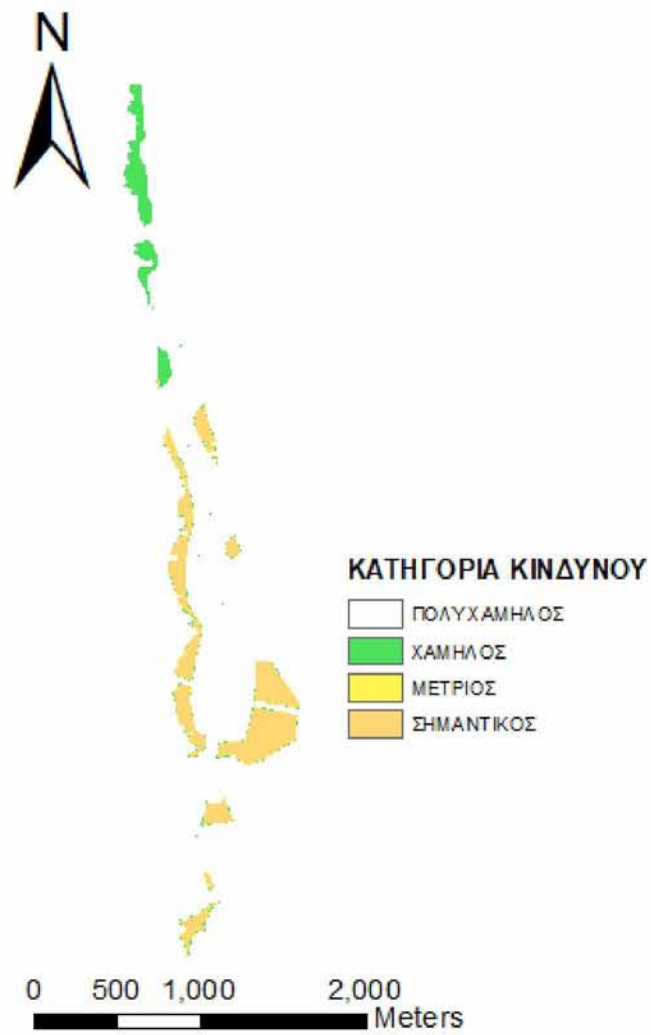


Σχήμα 113: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=100 και κάνναβο 100μ x 100μ.

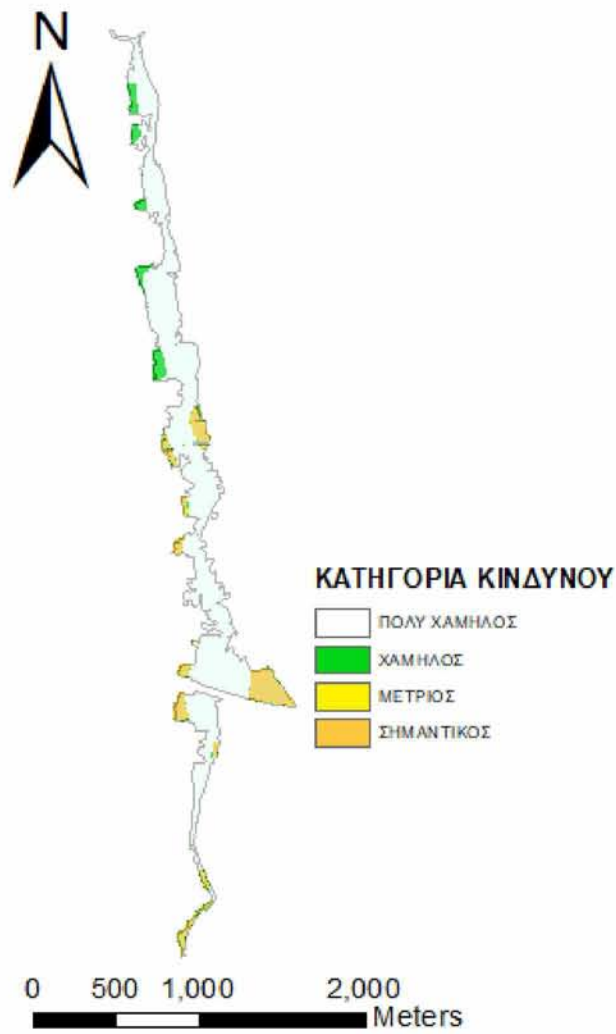




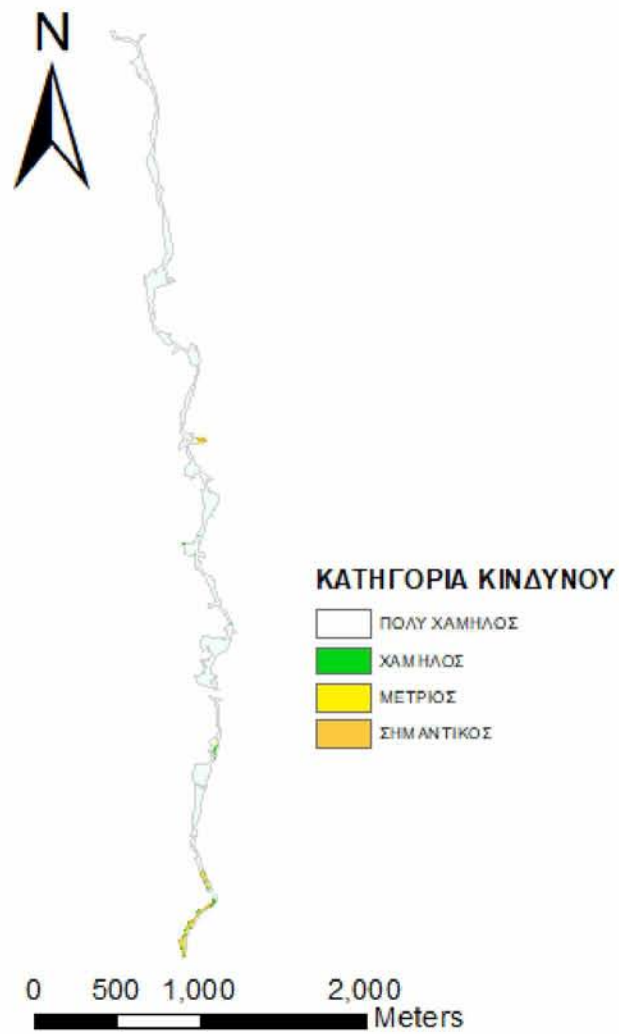
Σχήμα 114: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για  $T=20$  και κάρναβο  $100\mu \times 100\mu$ .



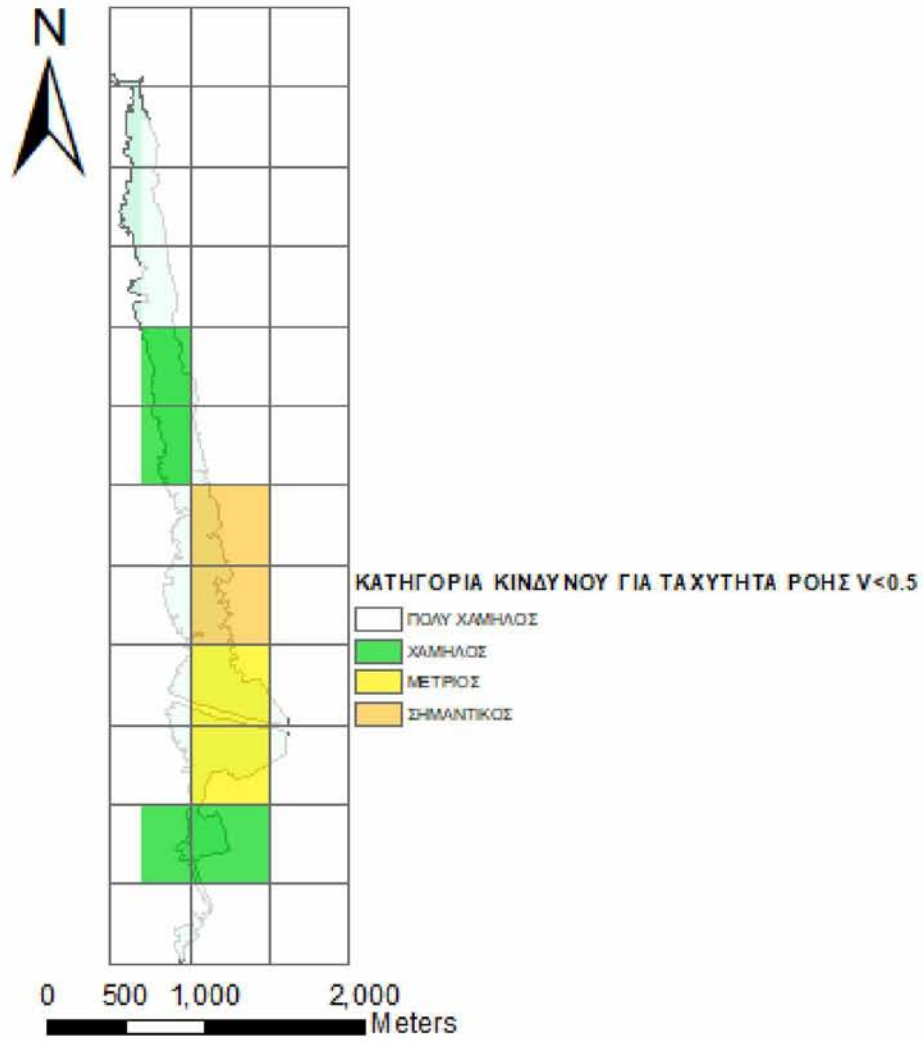
Σχήμα 115: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=500 και κάρναβο 10μ x 10μ.



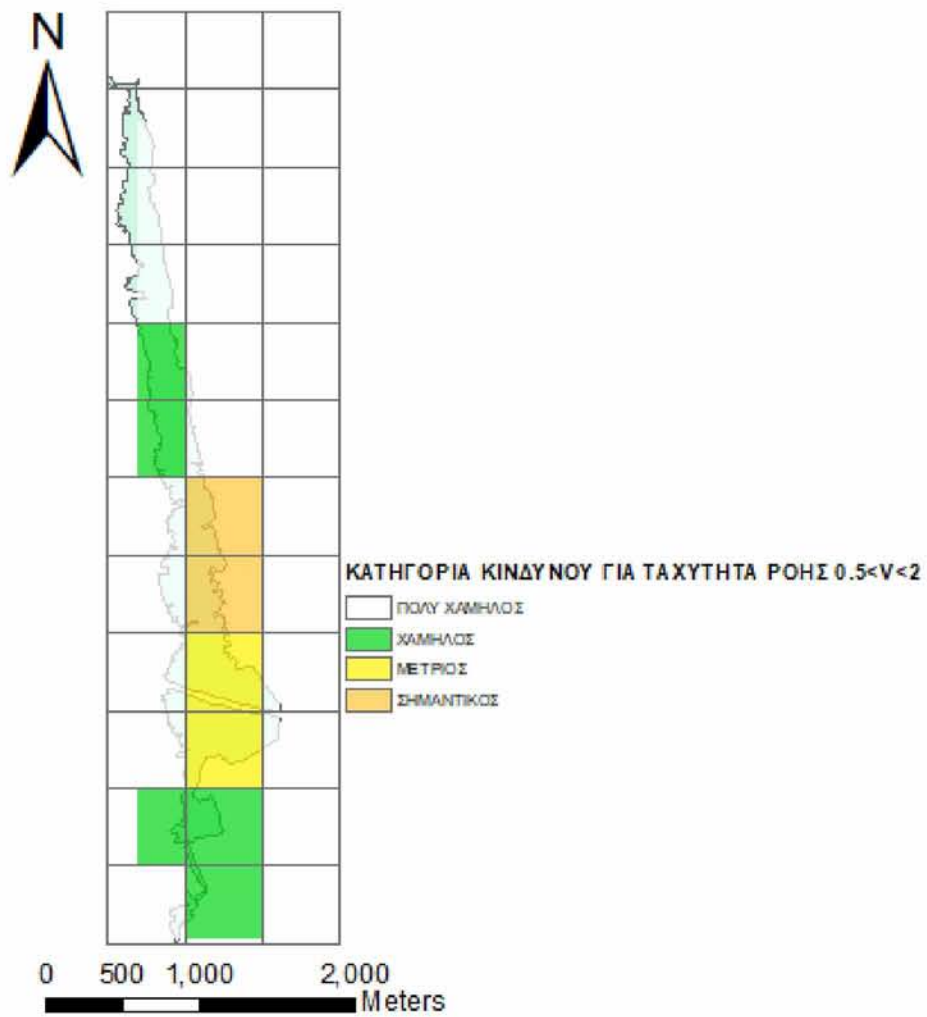
Σχήμα 116: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=100 και κάρναβο 10μ x 10μ.



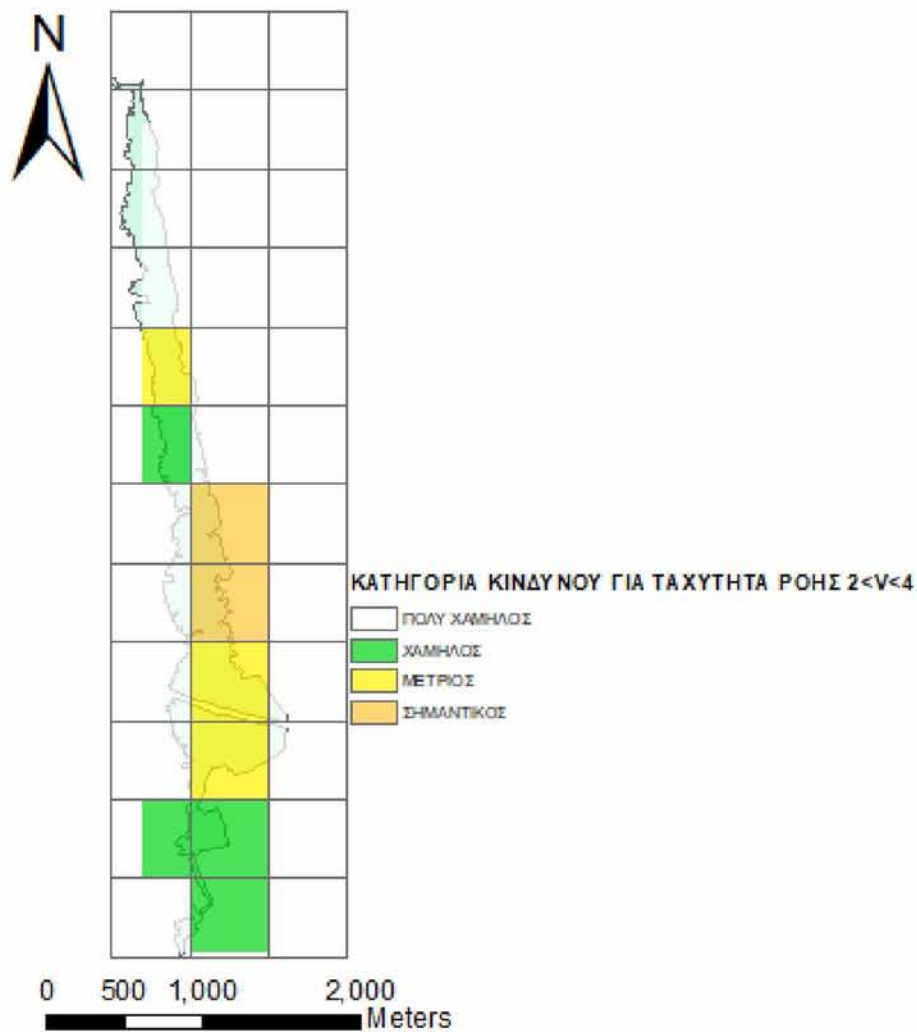
Σχήμα 117: Χάρτης τρωτότητας κινδύνου, χωρισμένος σε 4 κατηγορίες σημαντικότητας, για T=20 και κάρναβο 10μ x 10μ.



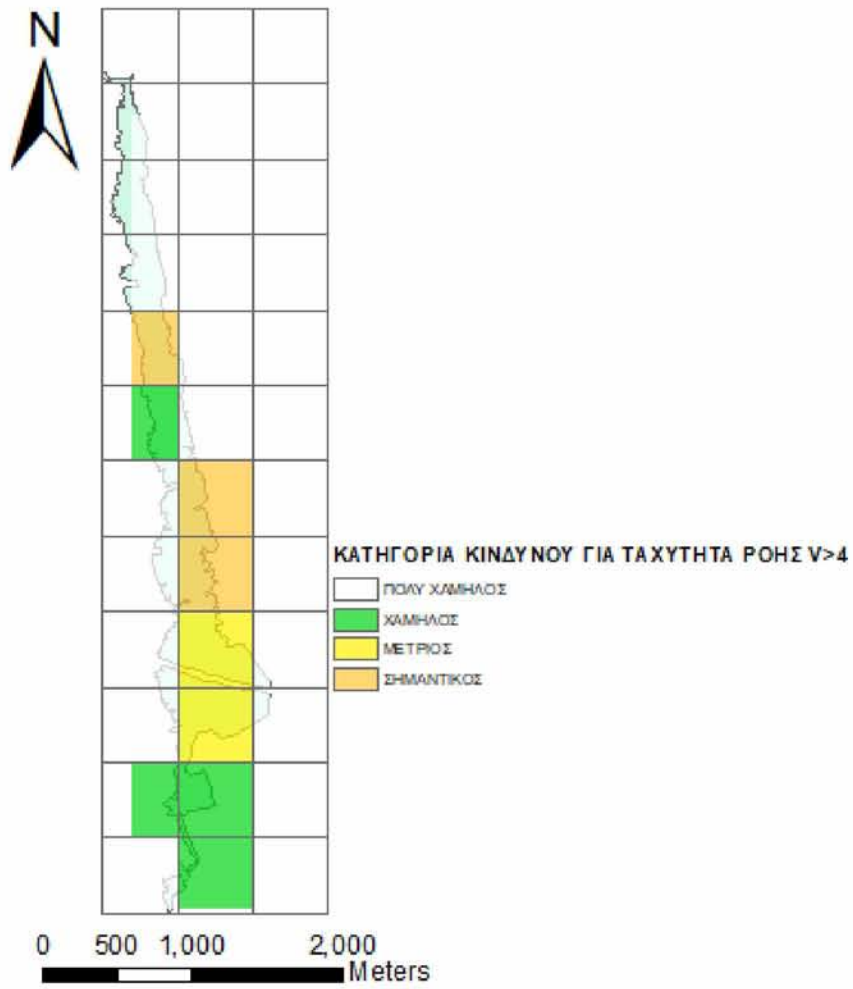
Σχήμα 118: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .



Σχήμα 119: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .

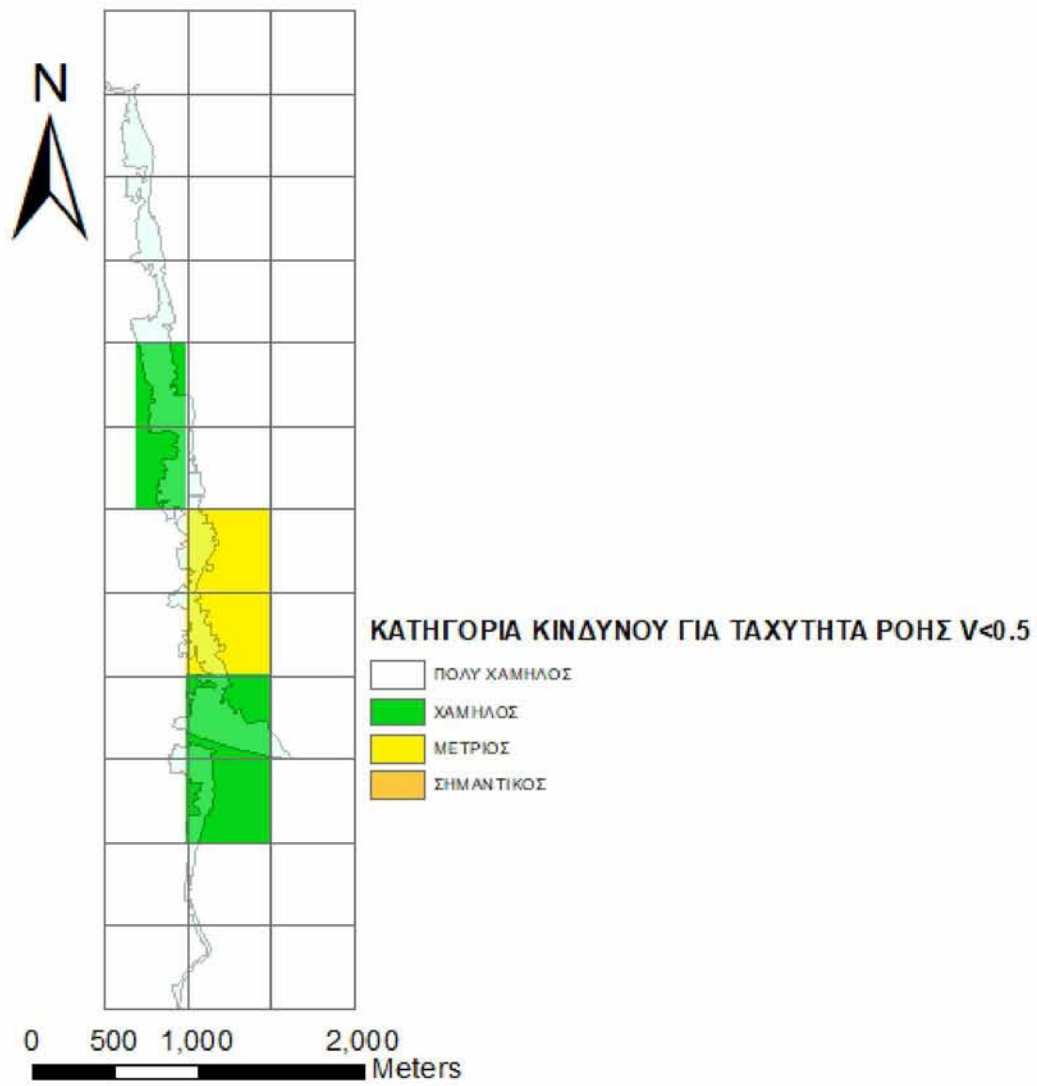


Σχήμα 120: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .

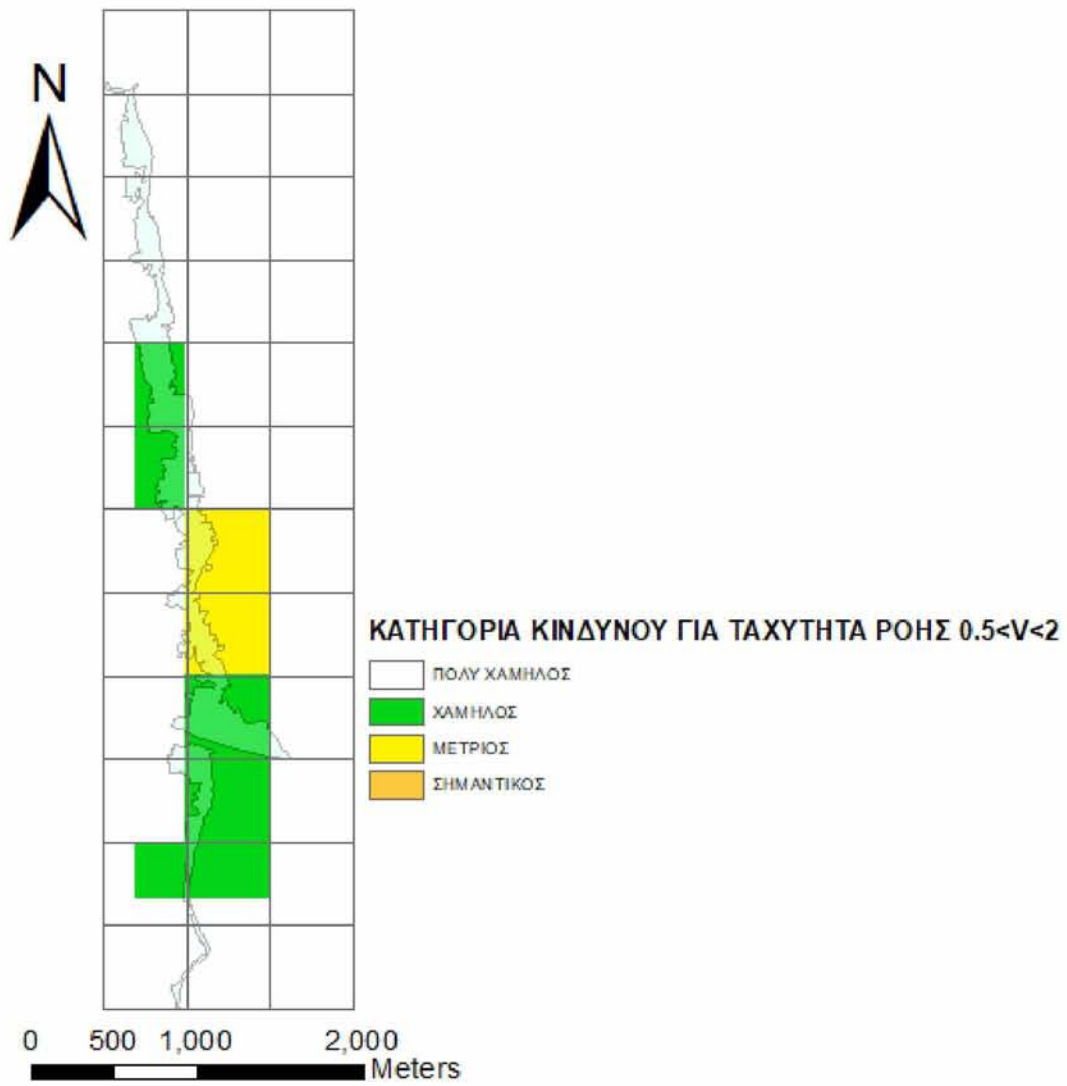


Σχήμα 121: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V>4$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .

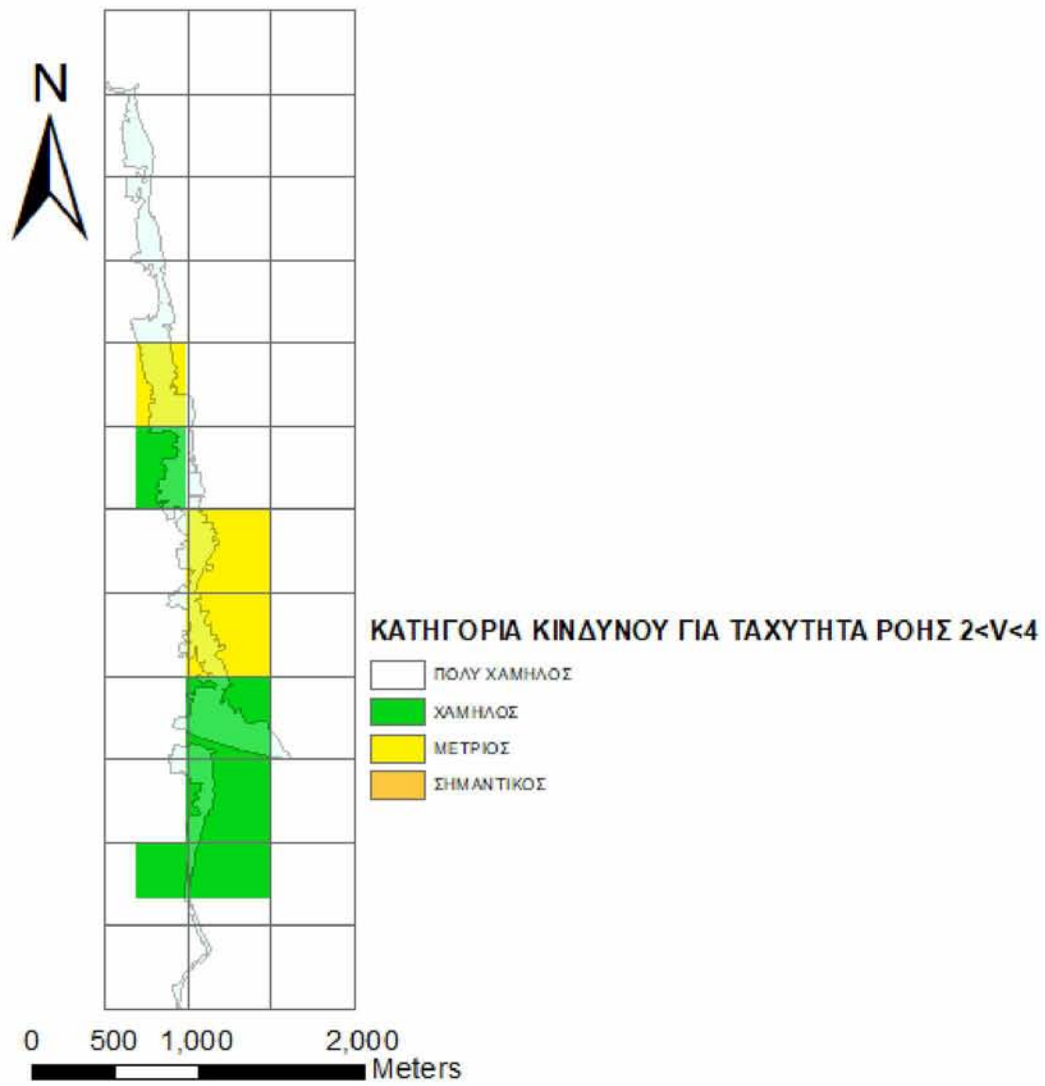




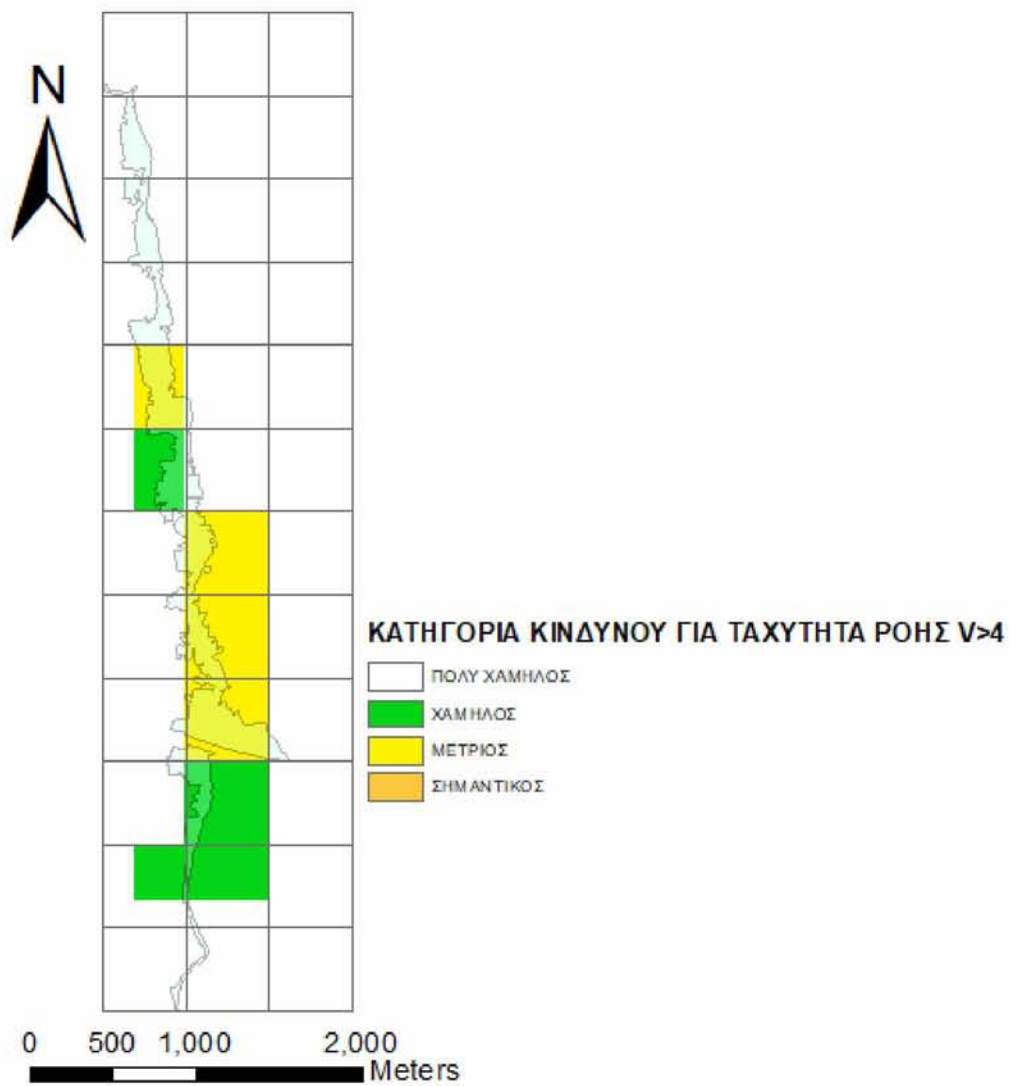
Σχήμα 122: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T = 100$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .



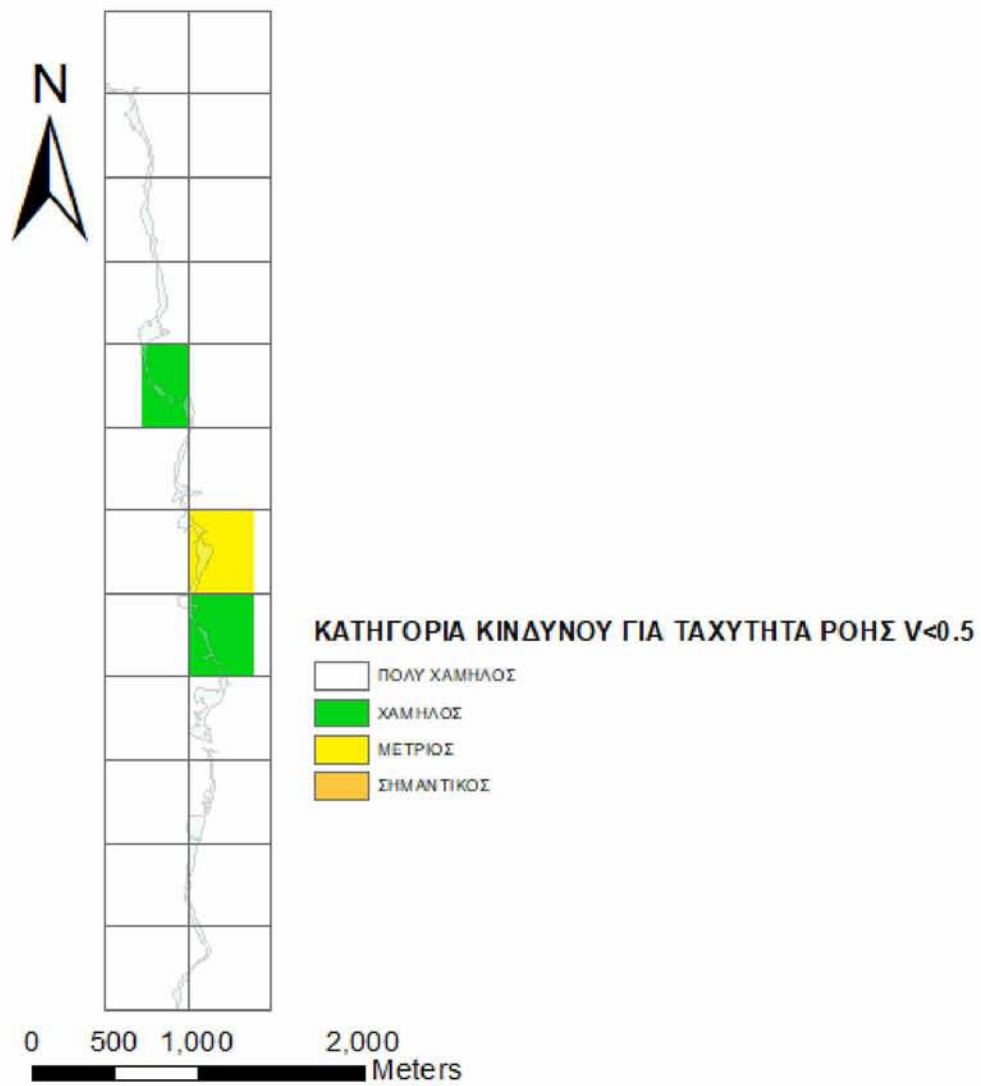
Σχήμα 123: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .



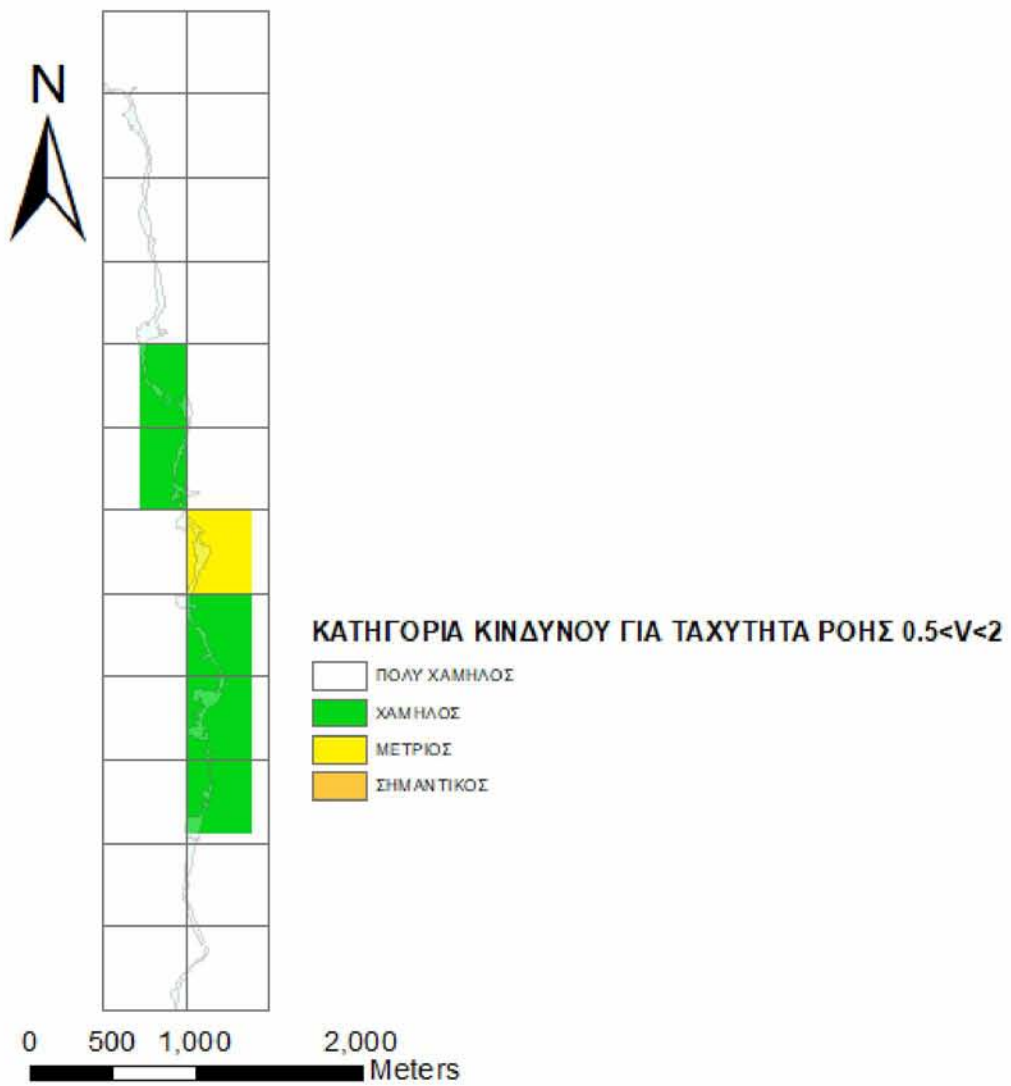
Σχήμα 124: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .



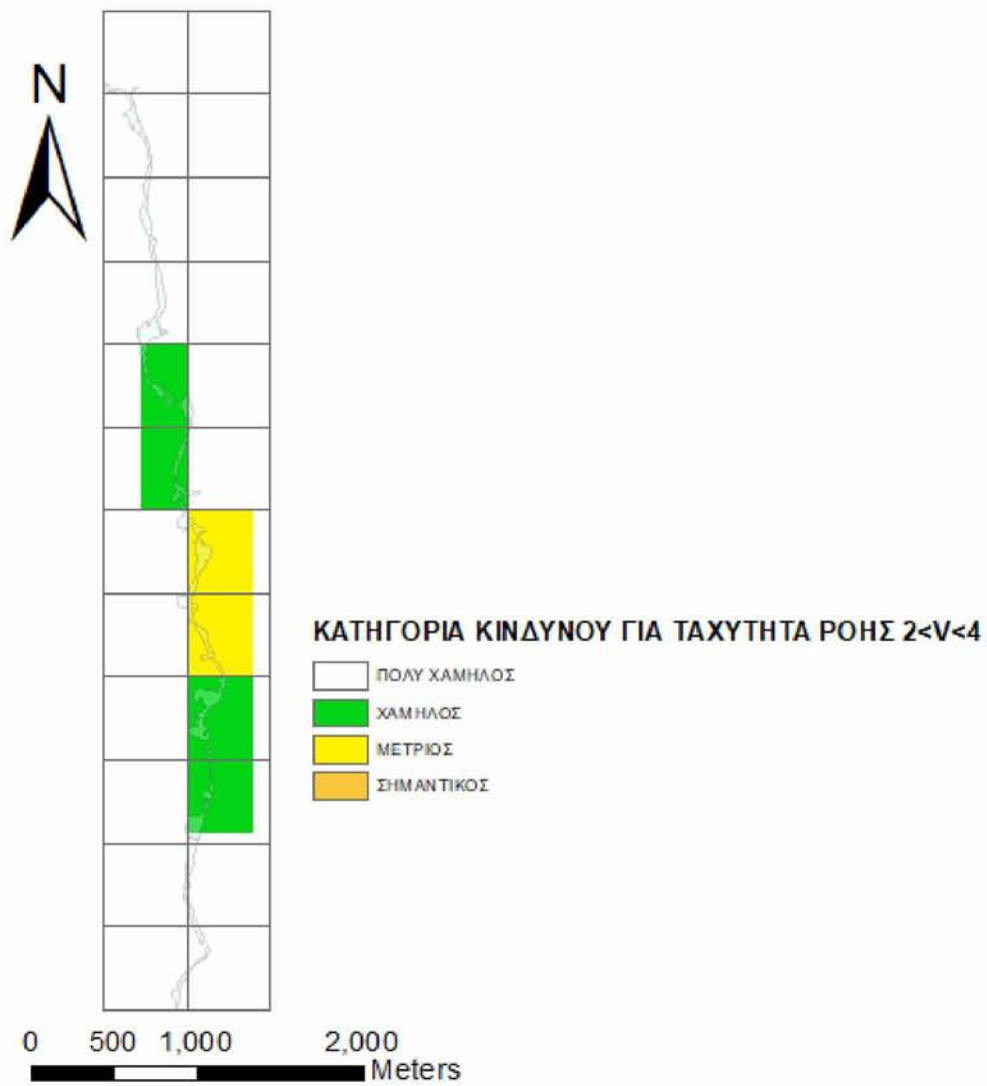
Σχήμα 125: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V>4$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .



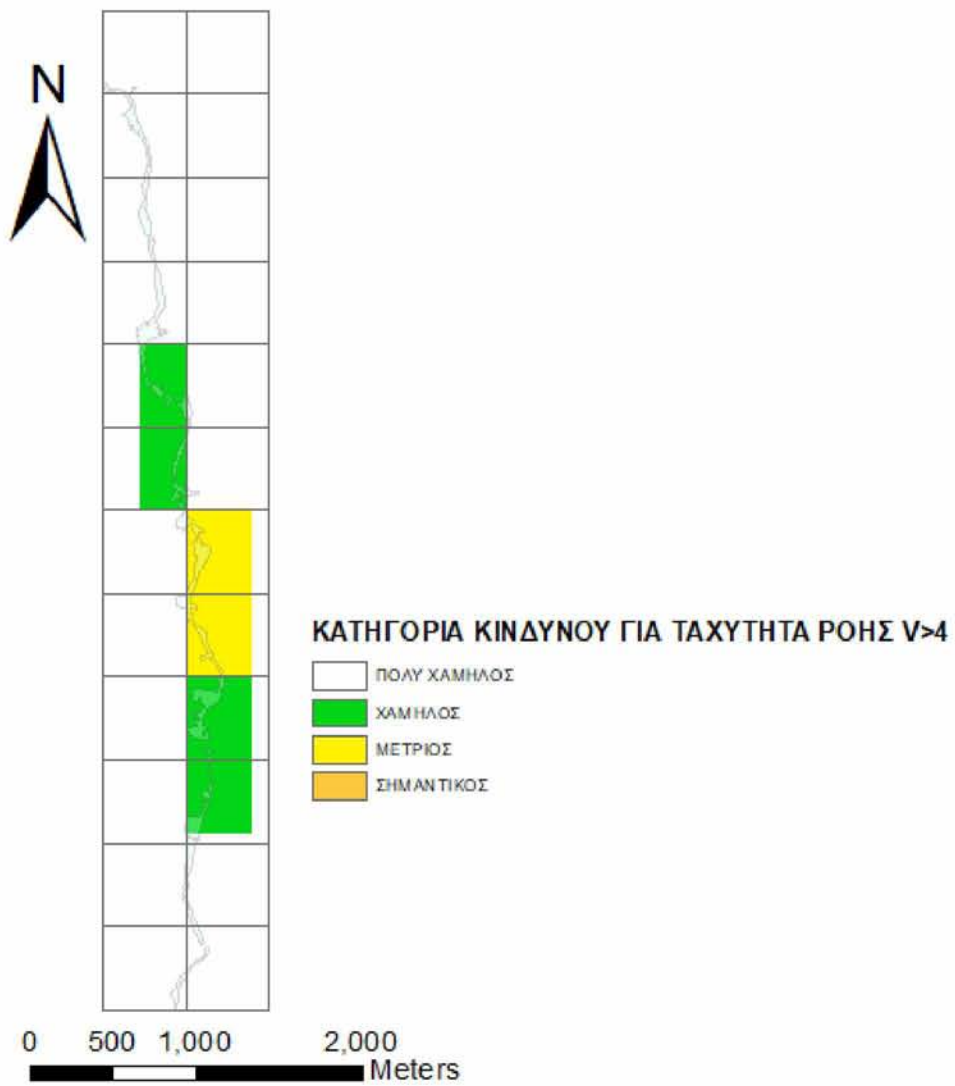
Σχήμα 126: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T = 20$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .



Σχήμα 127: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=20$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .

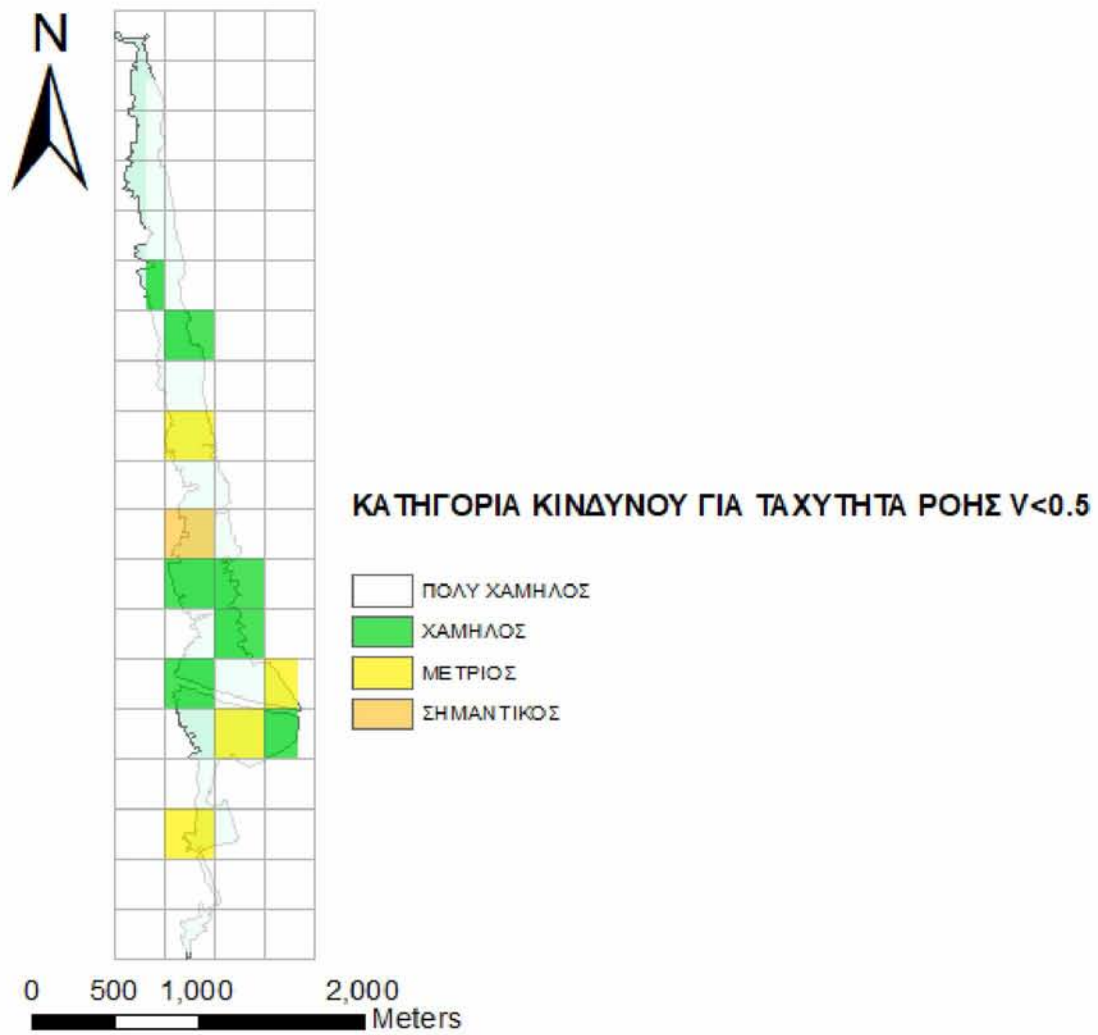


Σχήμα 128: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=20$  και κάρναβο  $500\mu \times 500\mu$ .

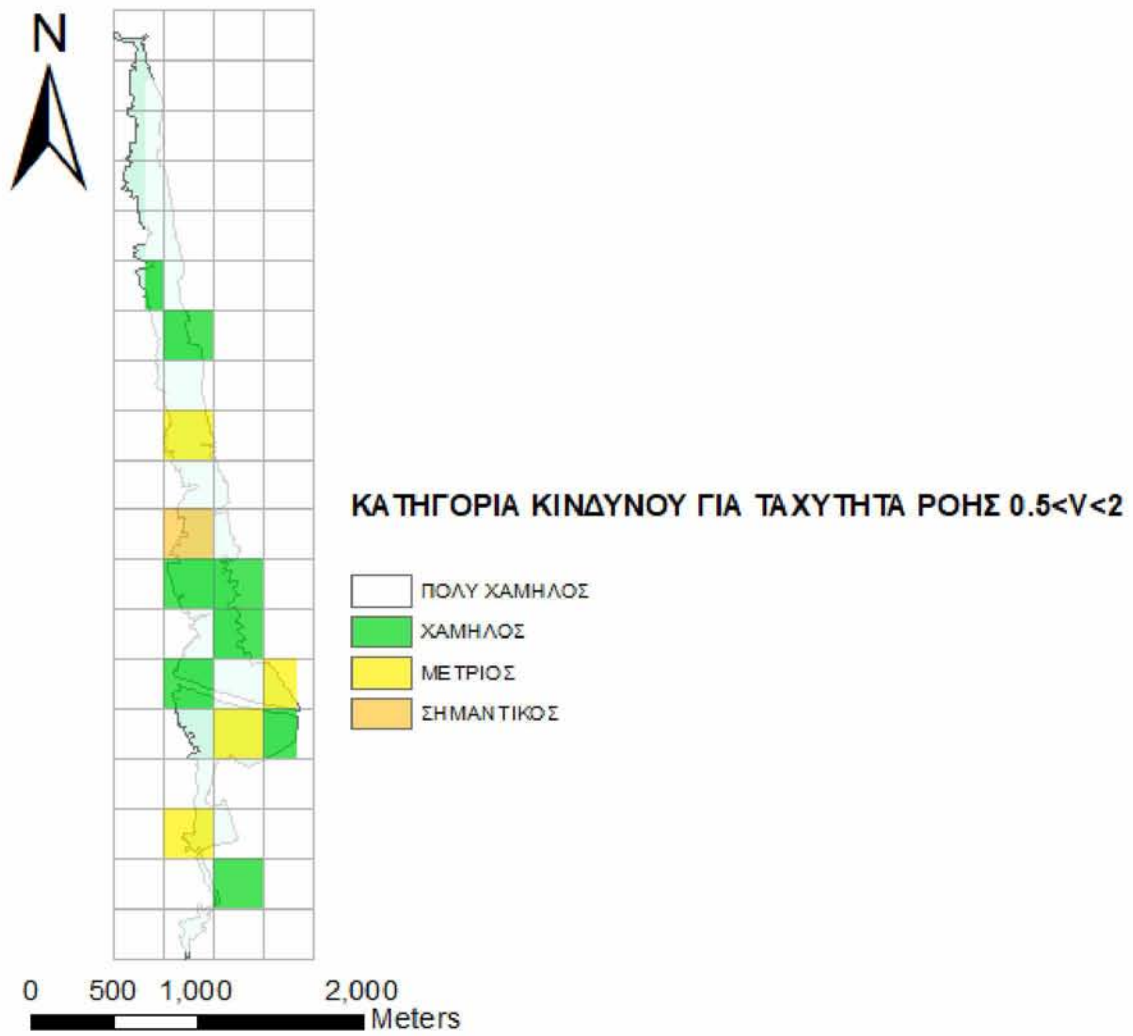


Σχήμα 129: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V>4$ ,  $T=20$  και κάναβο  $500\mu \times 500\mu$ .

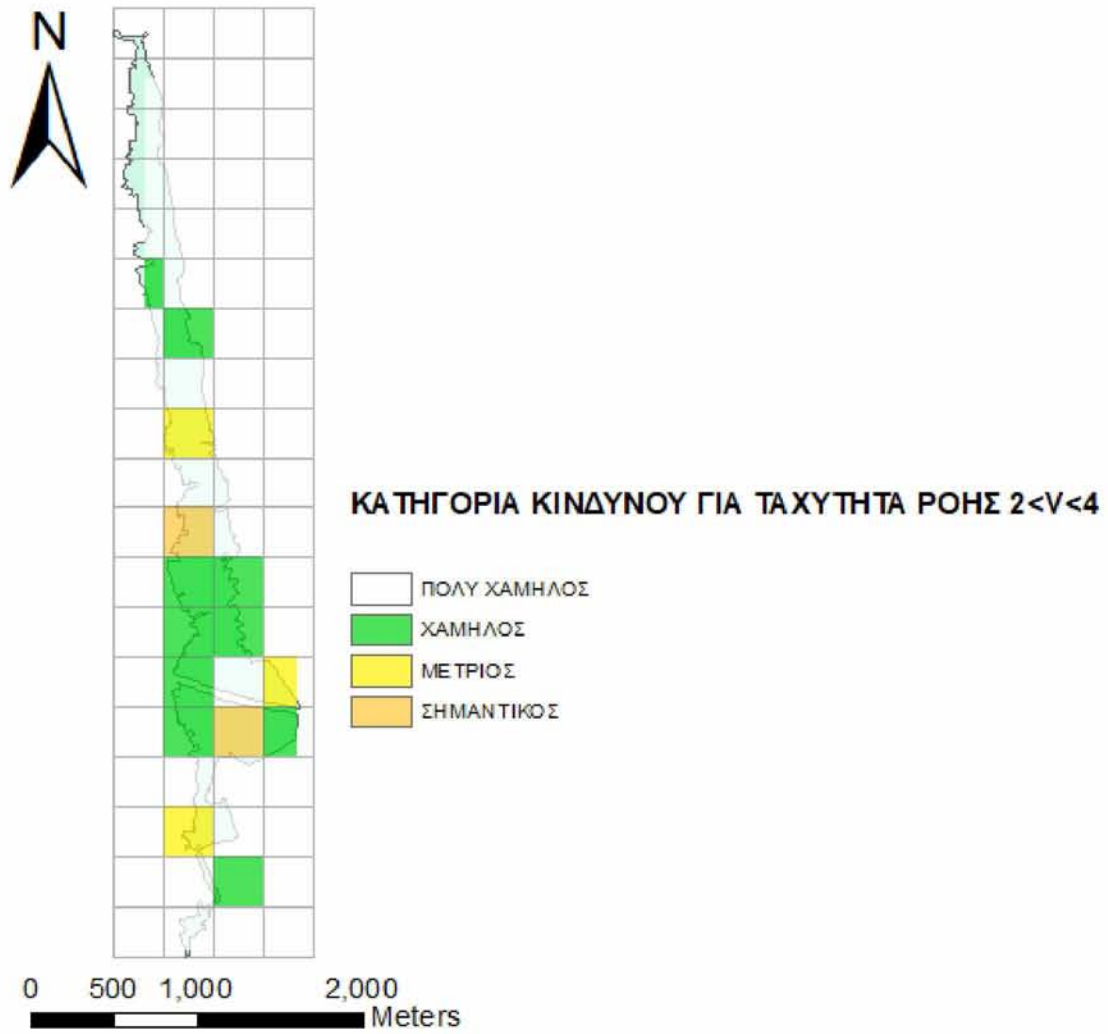




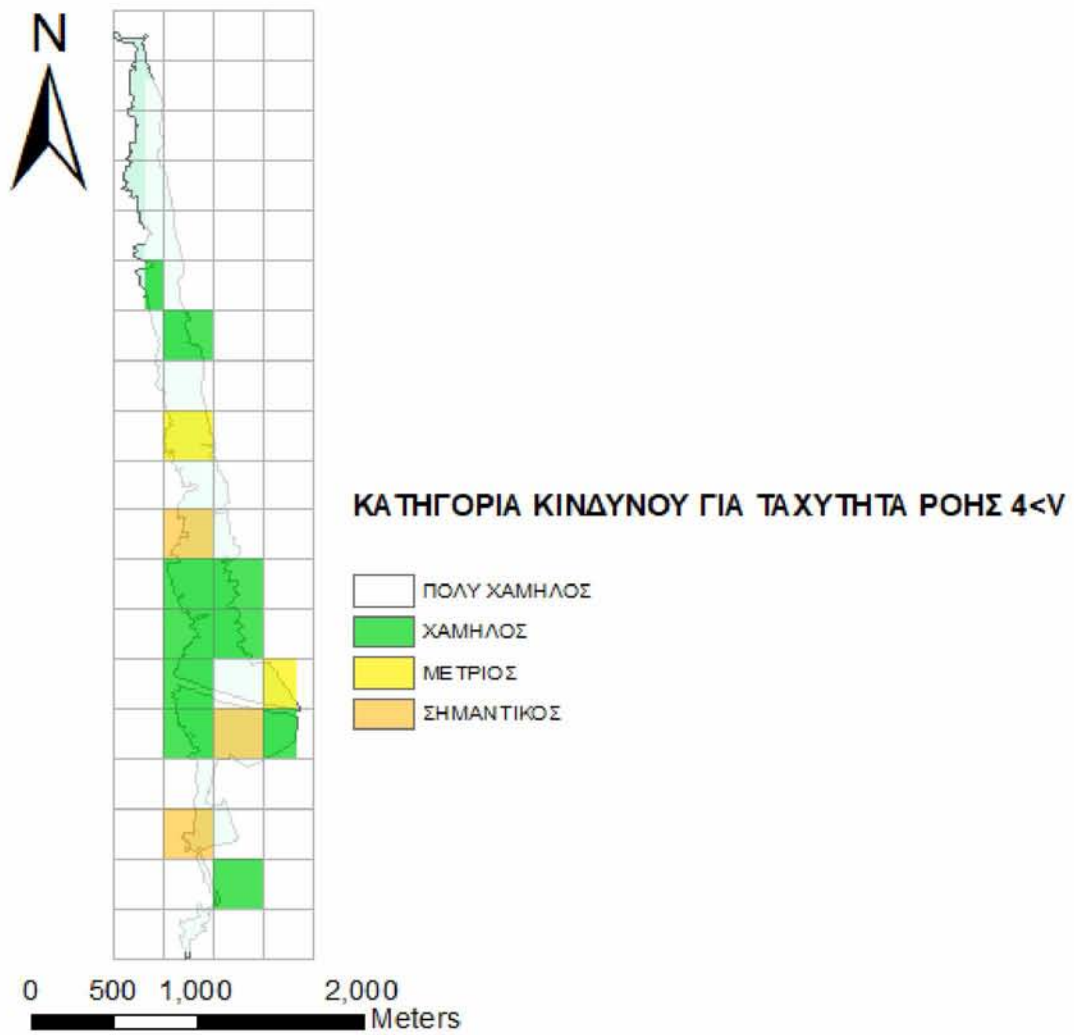
Σχήμα 130: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $300\mu \times 300\mu$ .



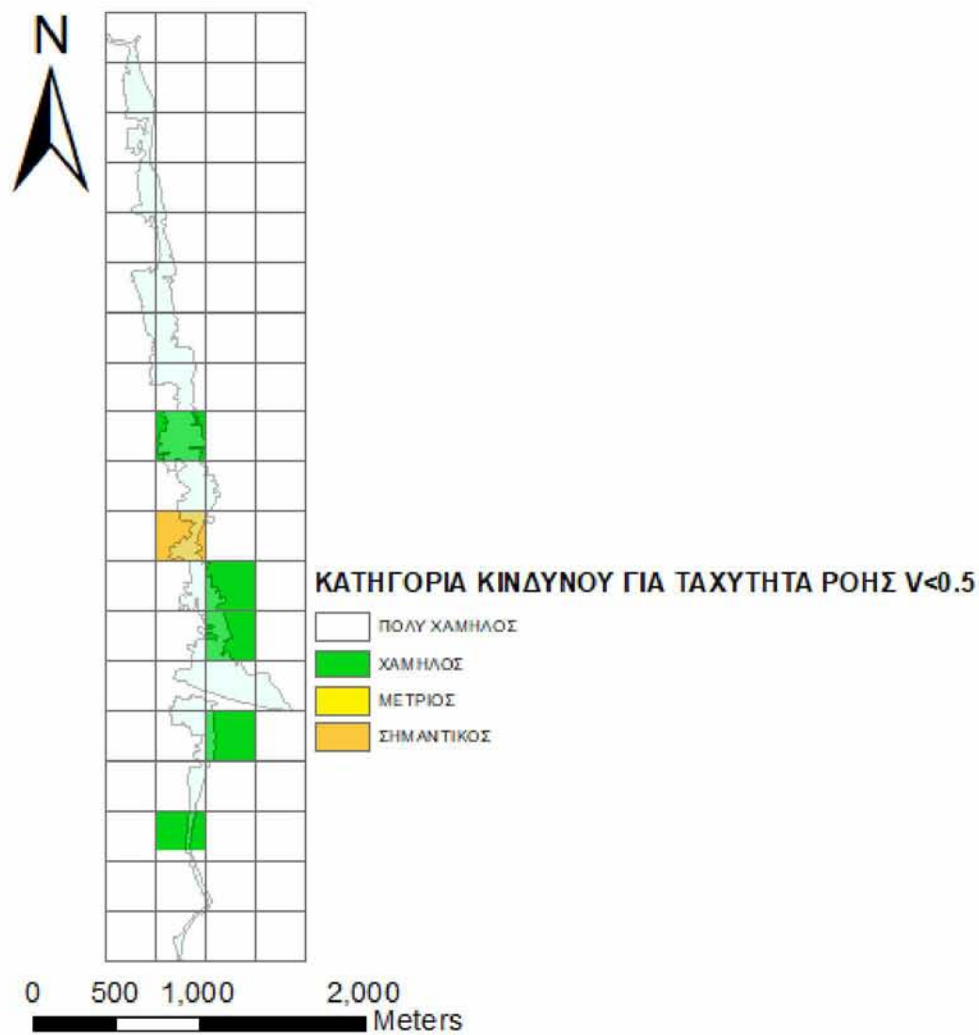
Σχήμα 131: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $300\mu \times 300\mu$ .



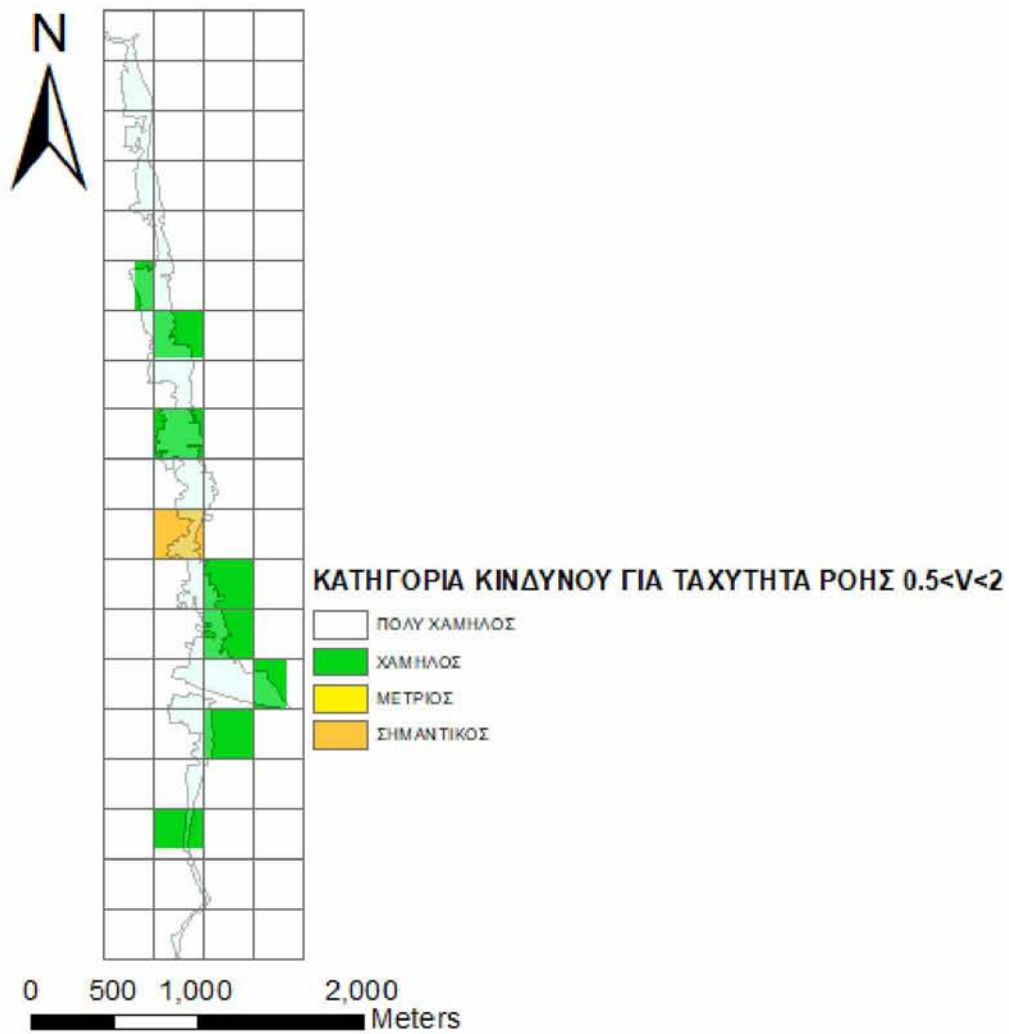
Σχήμα 132: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=500$  και κάναβο  $300\mu \times 300\mu$ .



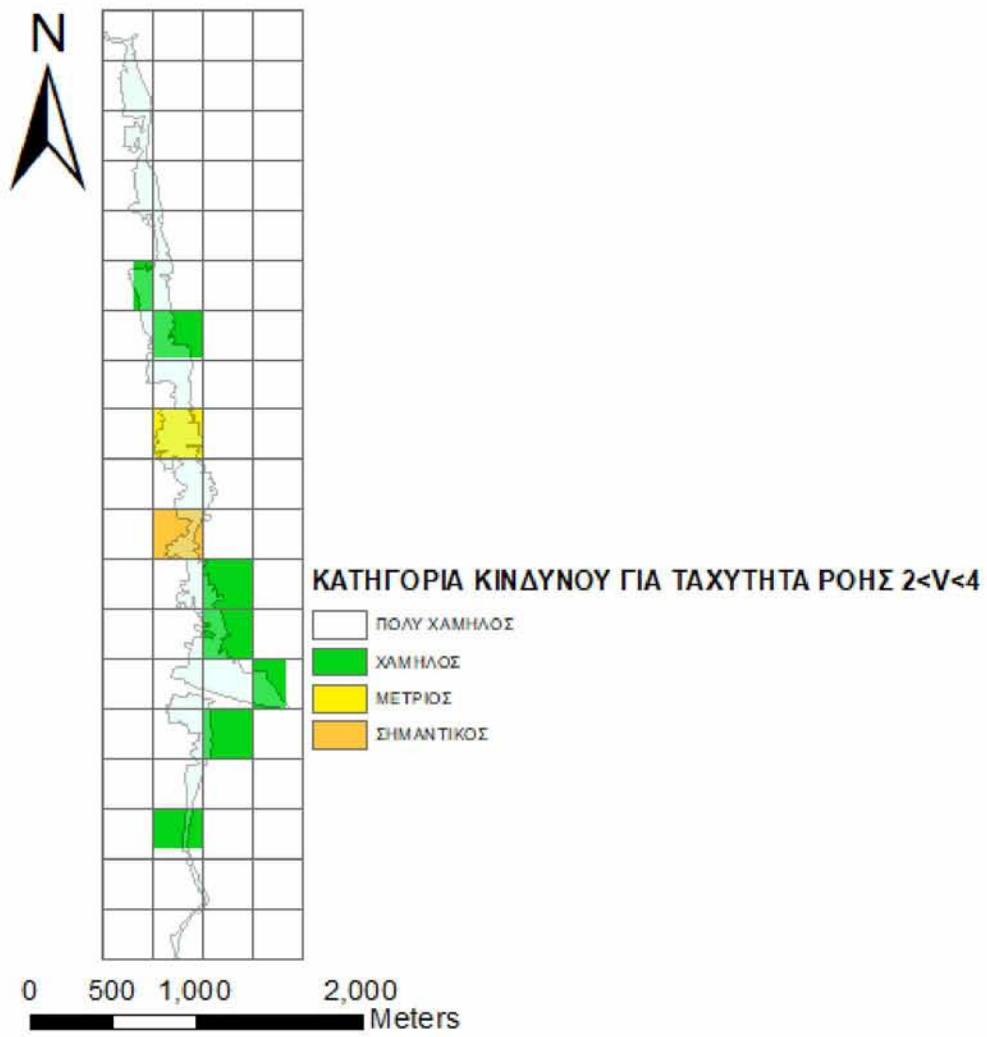
Σχήμα 133: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V > 4$ ,  $T = 500$  και κάρναβο  $300\mu \times 300\mu$ .



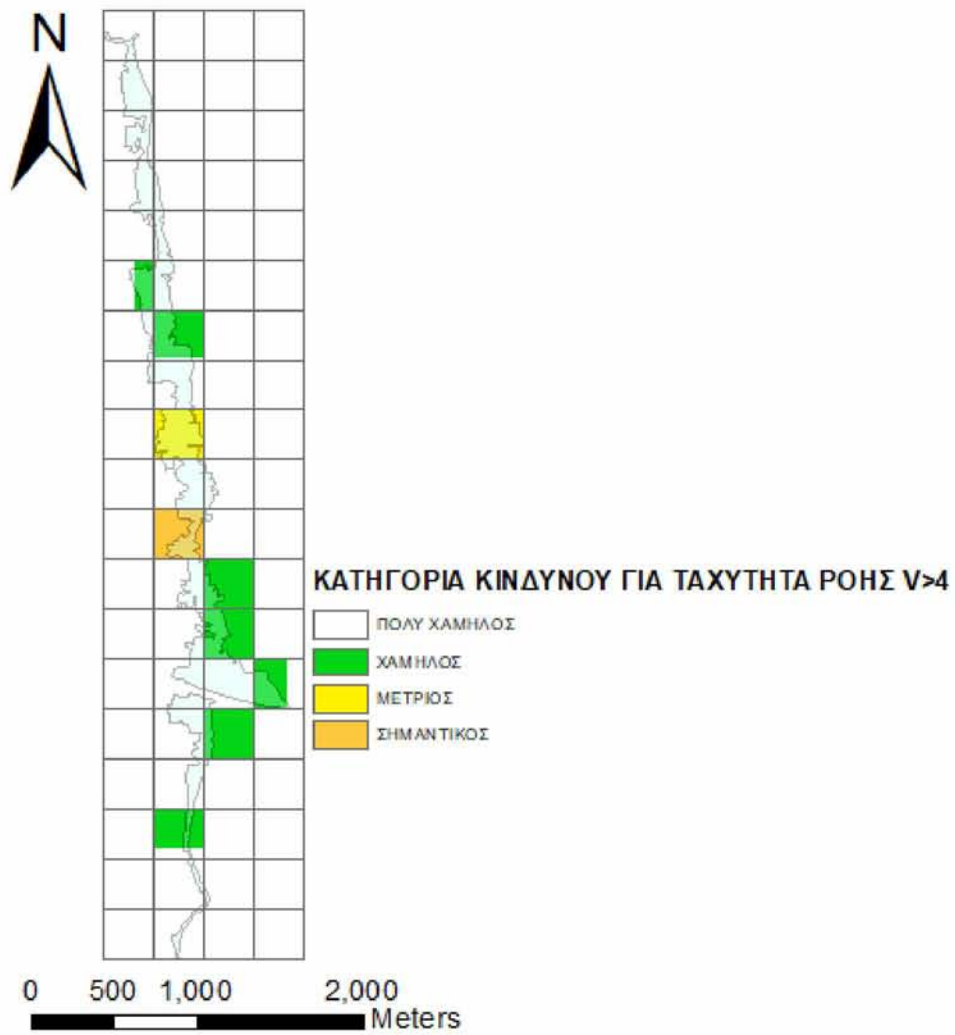
Σχήμα 134: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V<0.5$ ,  $T=100$  και κάναβο  $300\mu \times 300\mu$ .



Σχήμα 135: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $300\mu \times 300\mu$ .

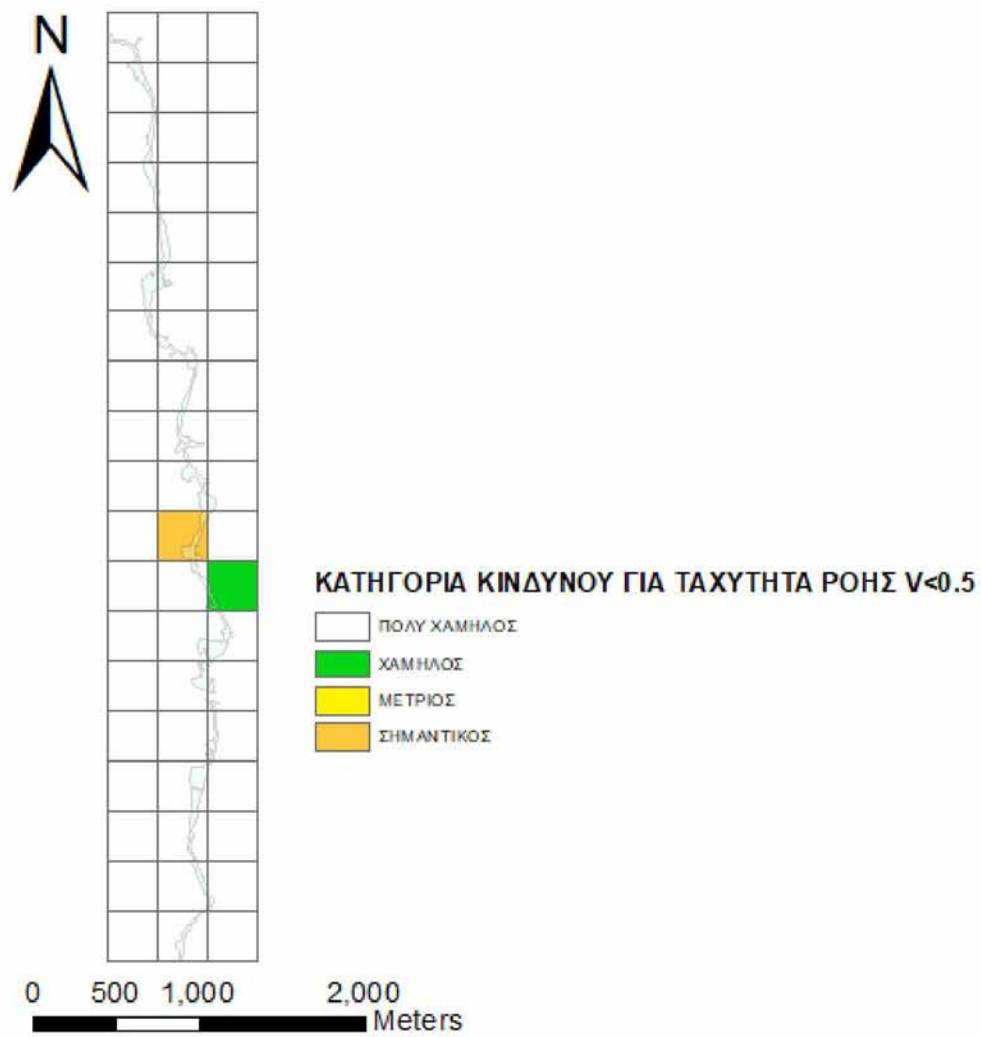


Σχήμα 136: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=100$  και κάναβο  $300\mu \times 300\mu$ .

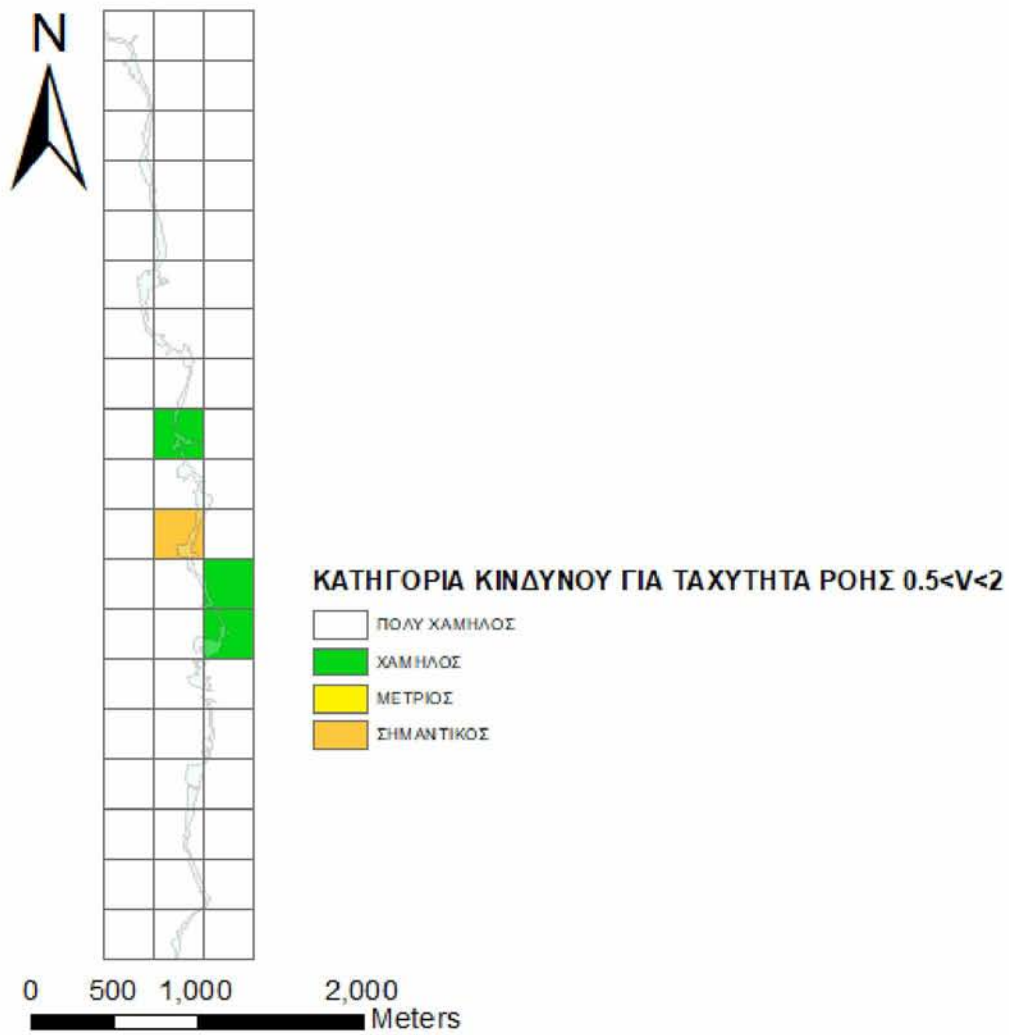


Σχήμα 137:Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V > 4$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $300\mu \times 300\mu$ .

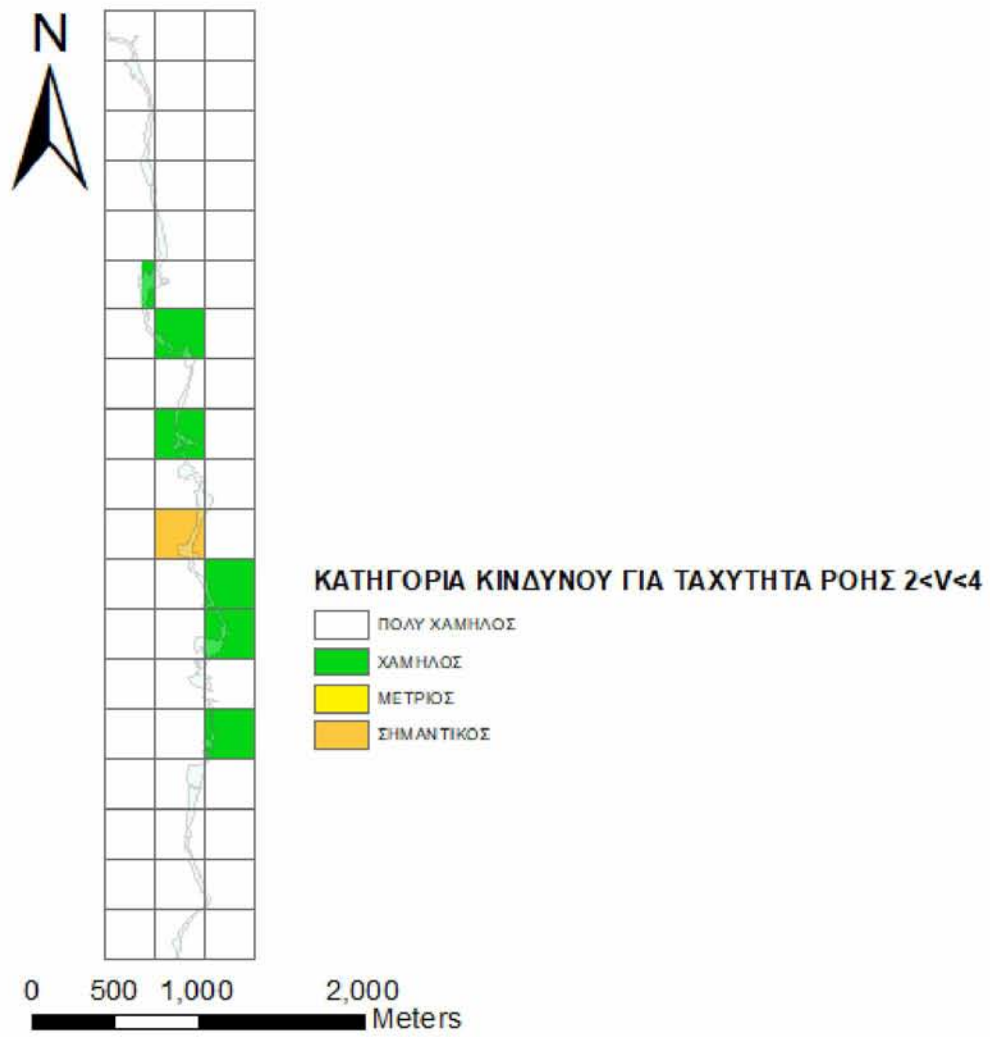




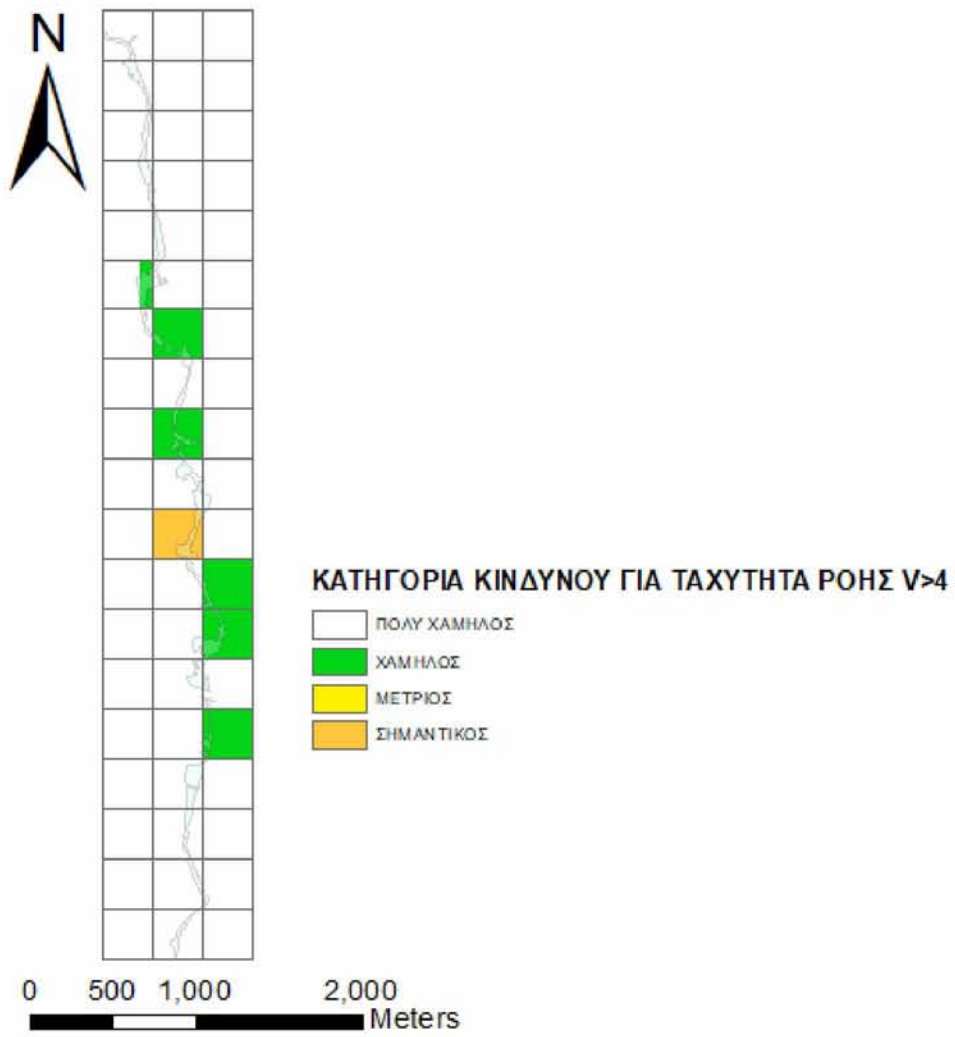
Σχήμα 138: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T = 20$  και κάρναβο  $300\mu \times 300\mu$ .



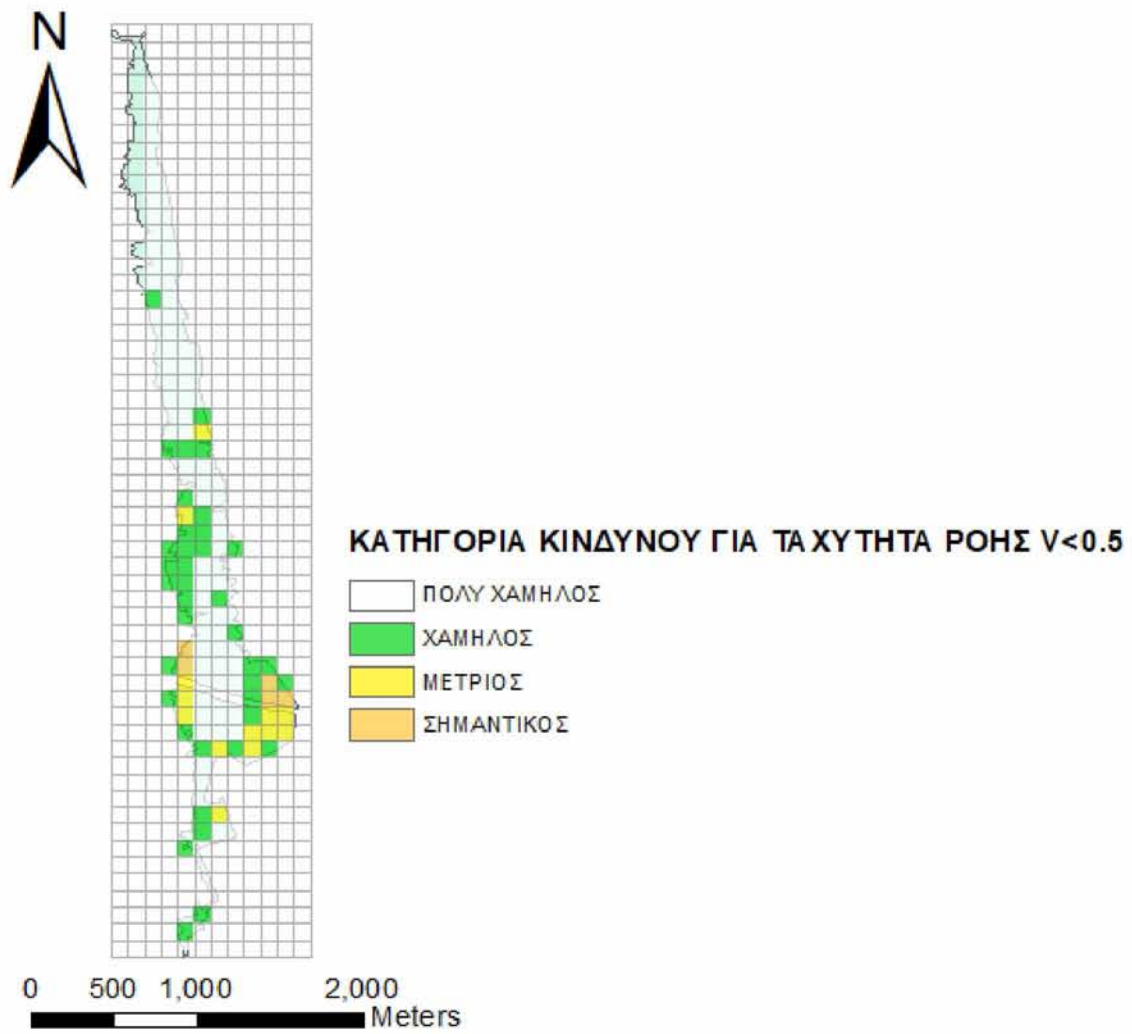
Σχήμα 139: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=20$  και κάρναβο  $300\mu \times 300\mu$ .



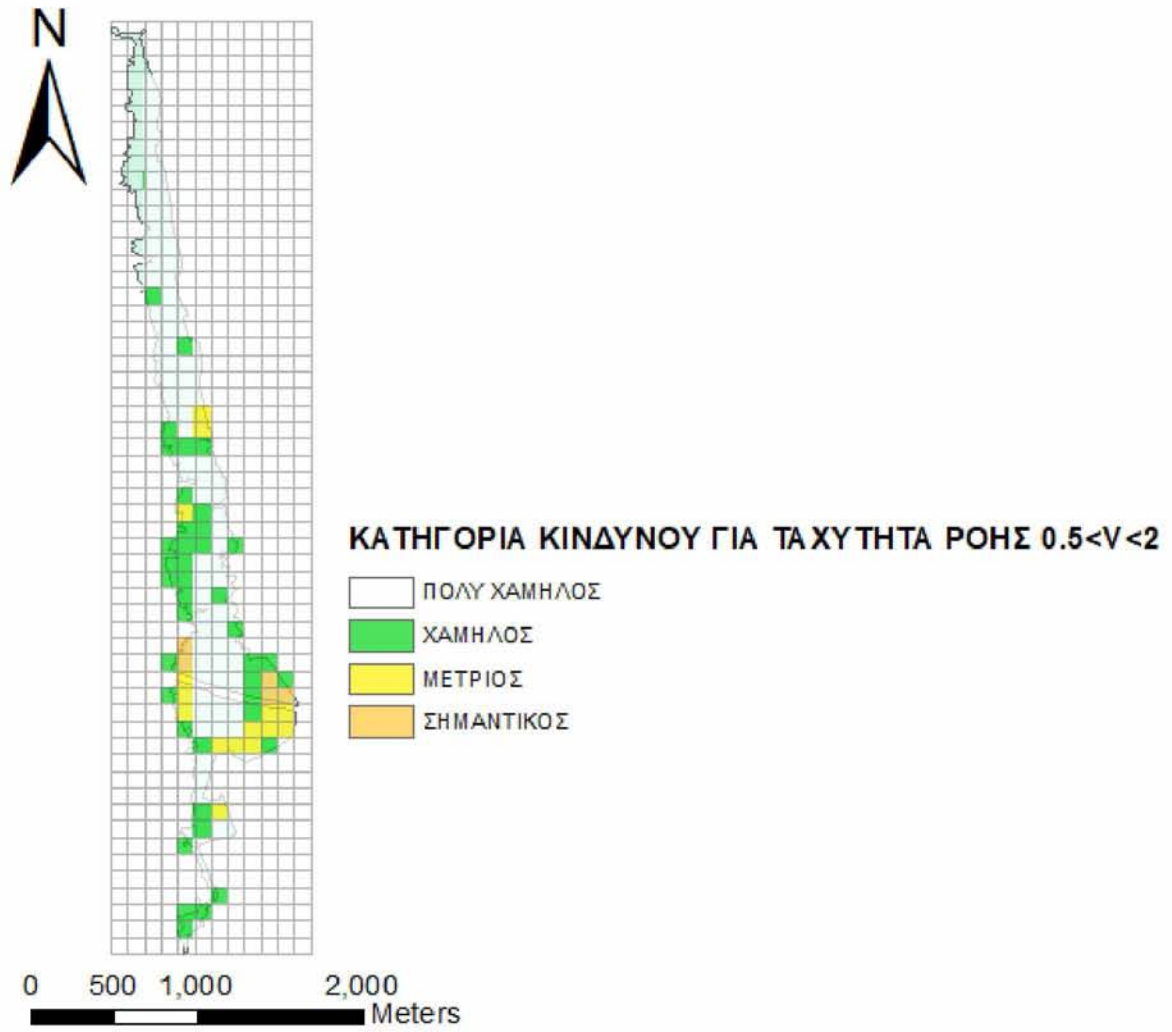
Σχήμα 140: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=20$  και κάναβο  $300\mu \times 300\mu$ .



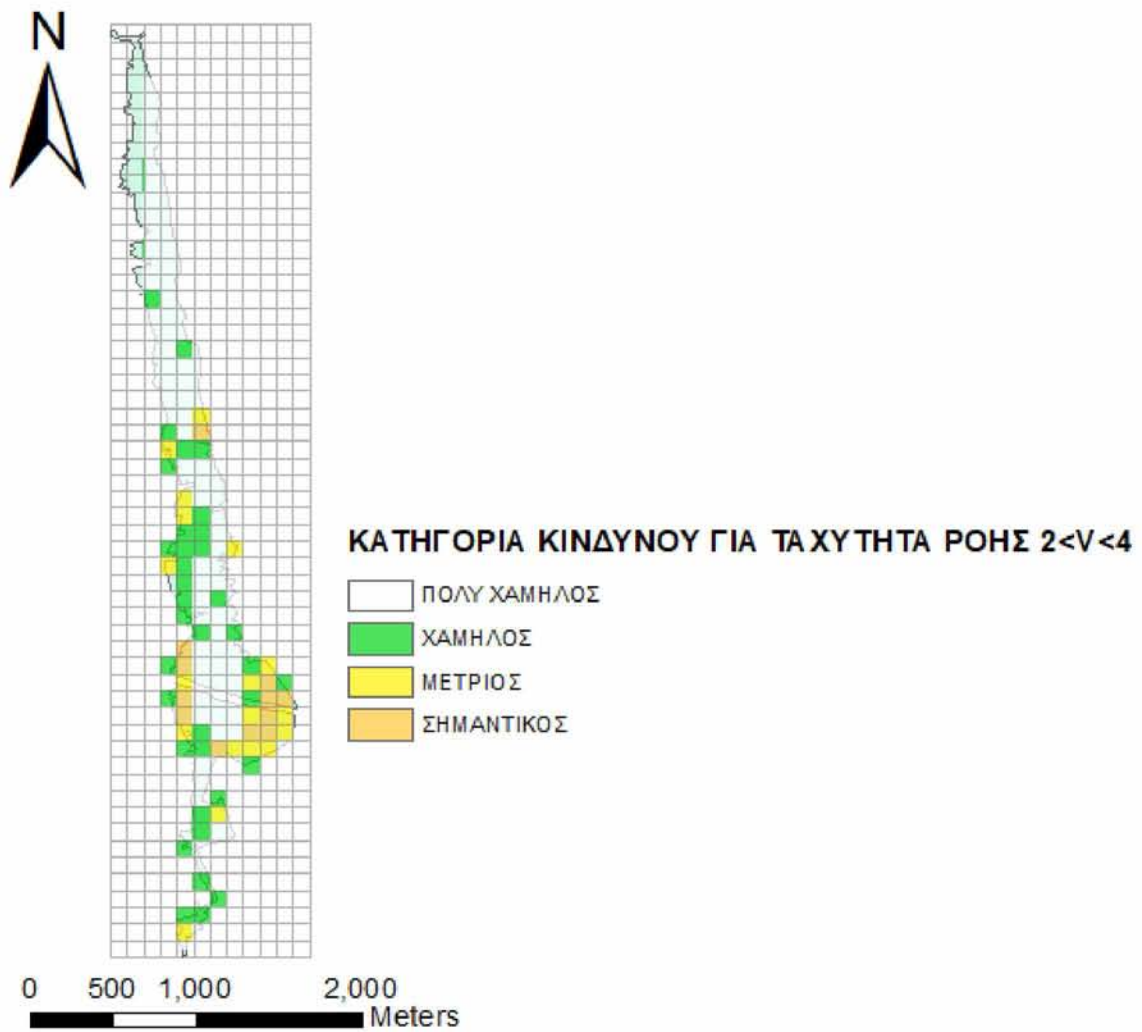
Σχήμα 141: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V>4$ ,  $T=20$  και κάναβο  $300\mu \times 300\mu$ .



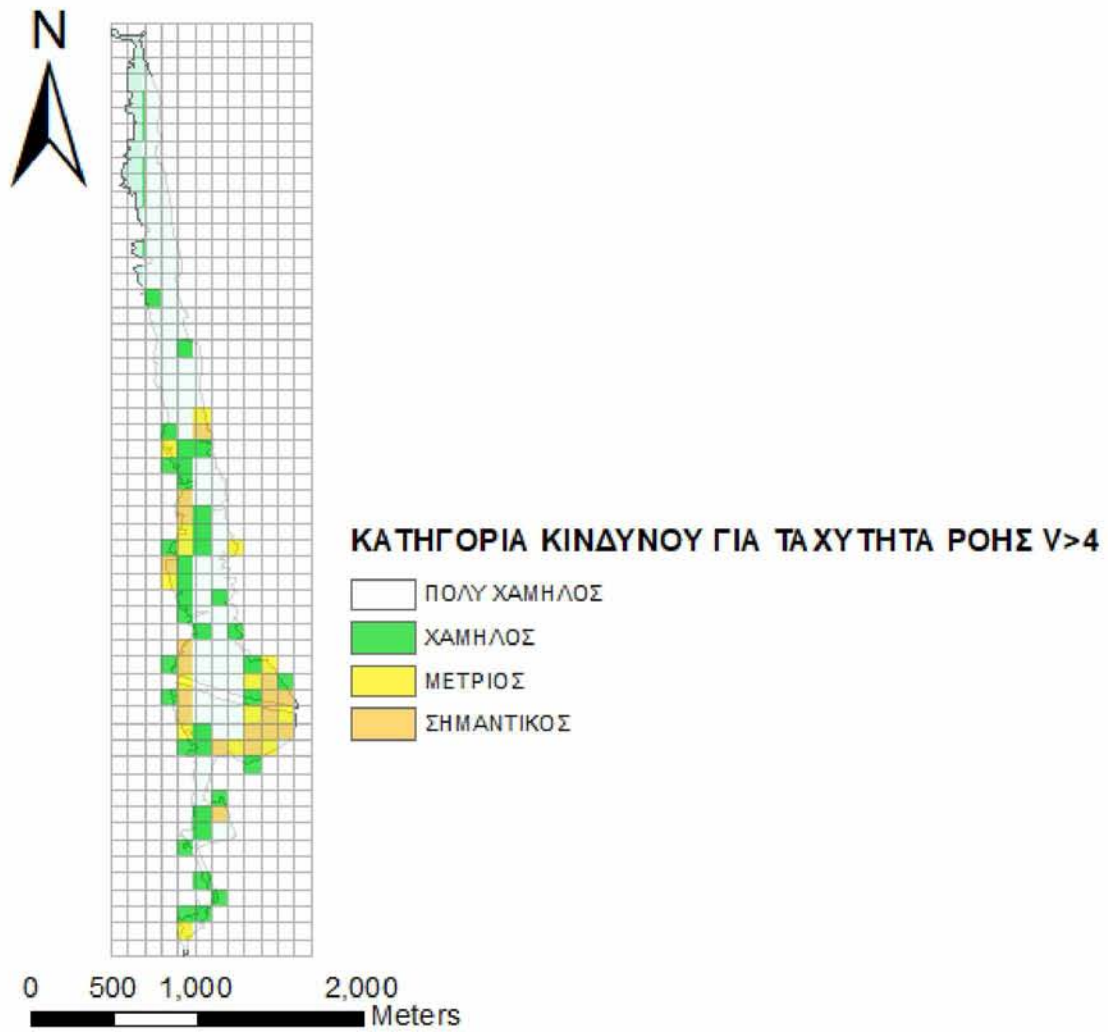
Σχήμα 142: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T = 500$  και κάρναβο  $100\mu \times 100\mu$ .



Σχήμα 143: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $100\mu \times 100\mu$ .

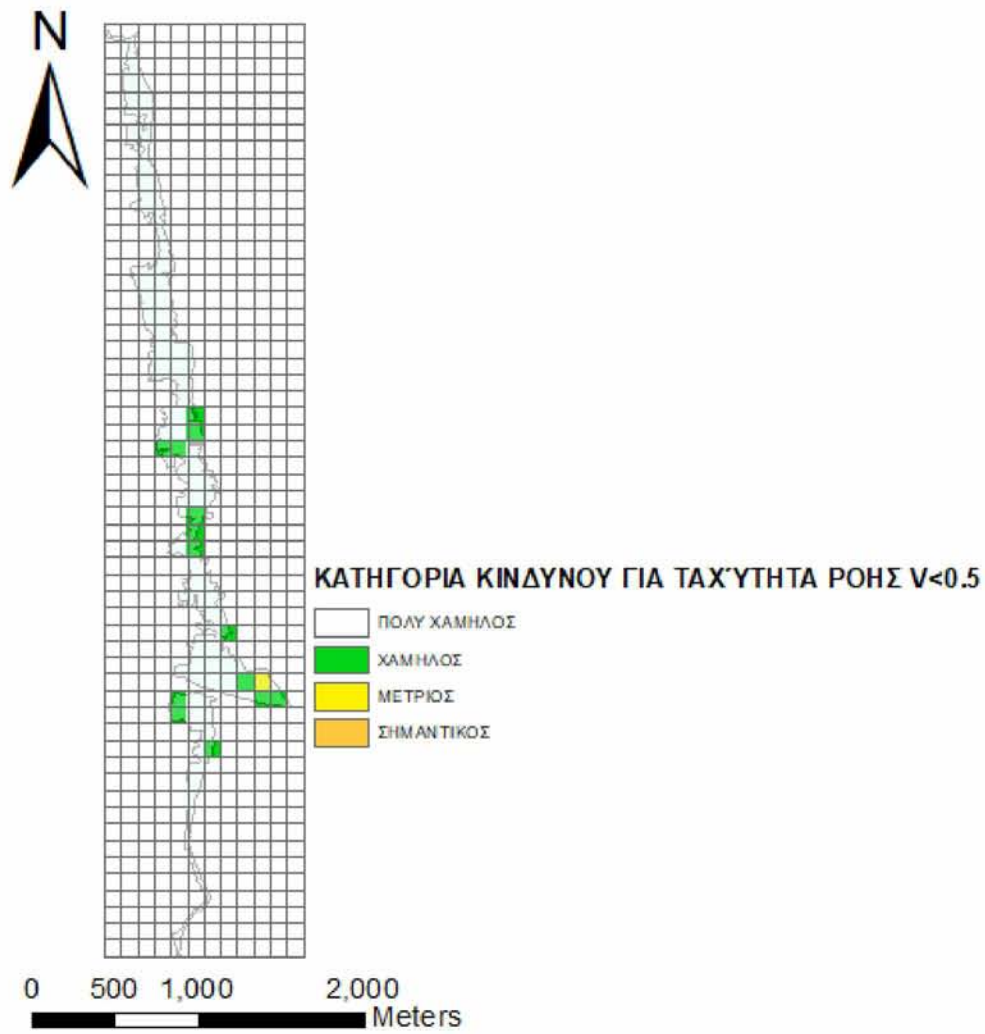


Σχήμα 144: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $100\mu \times 100\mu$ .

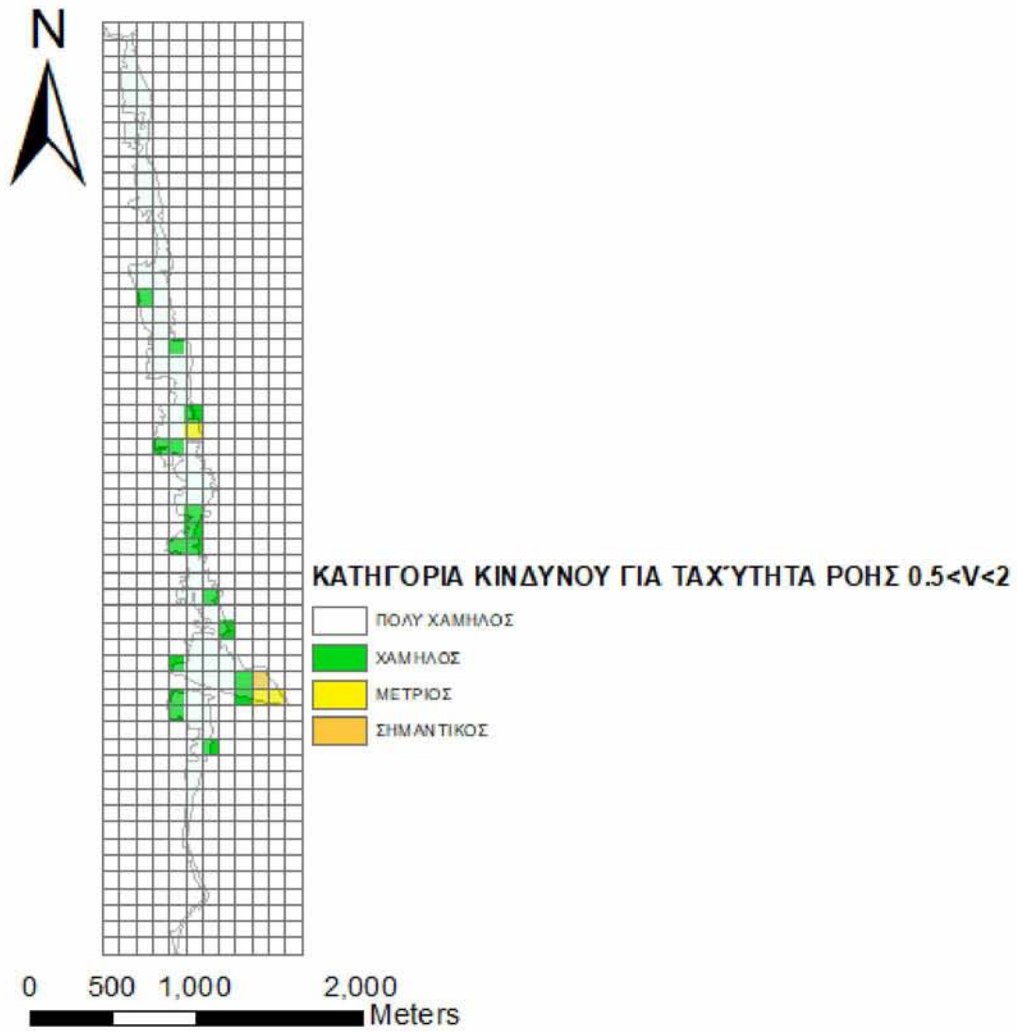


Σχήμα 145: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V > 4$ ,  $T=500$  και κάναβο  $100\mu \times 100\mu$ .

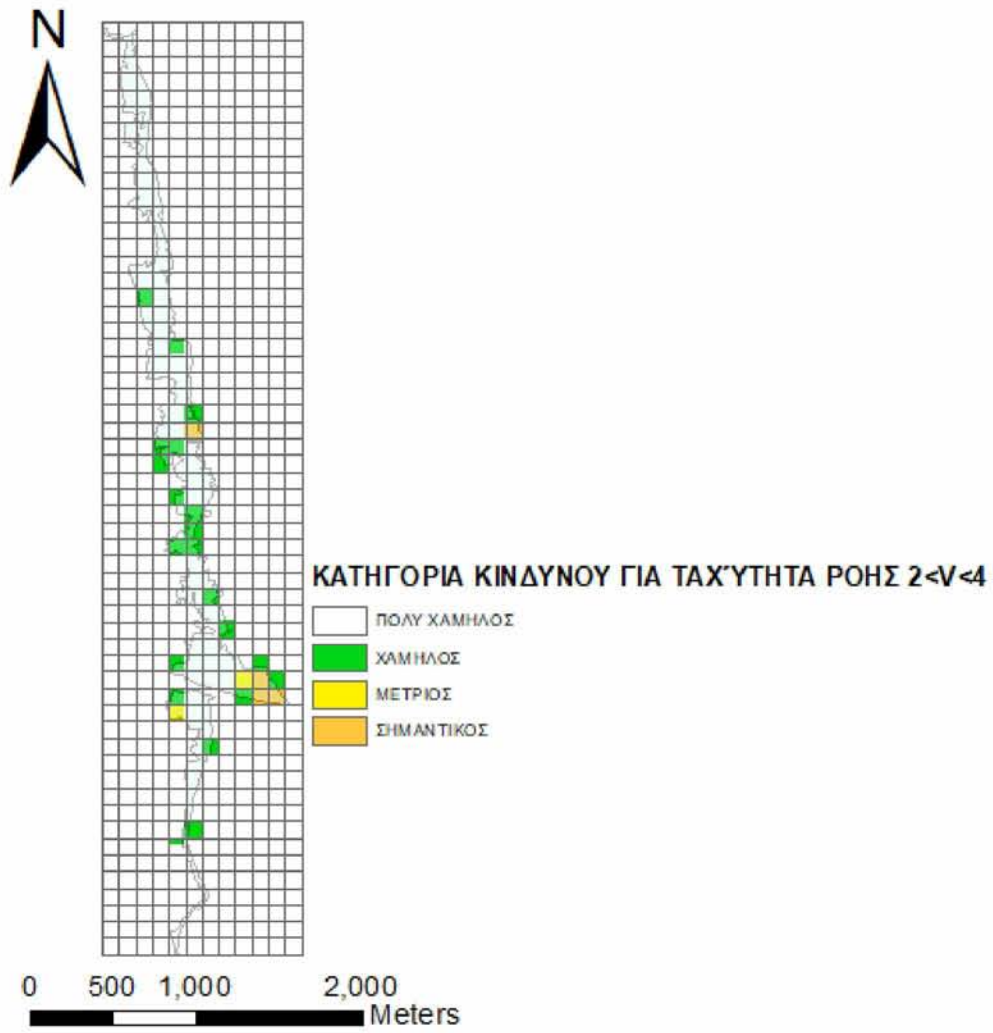




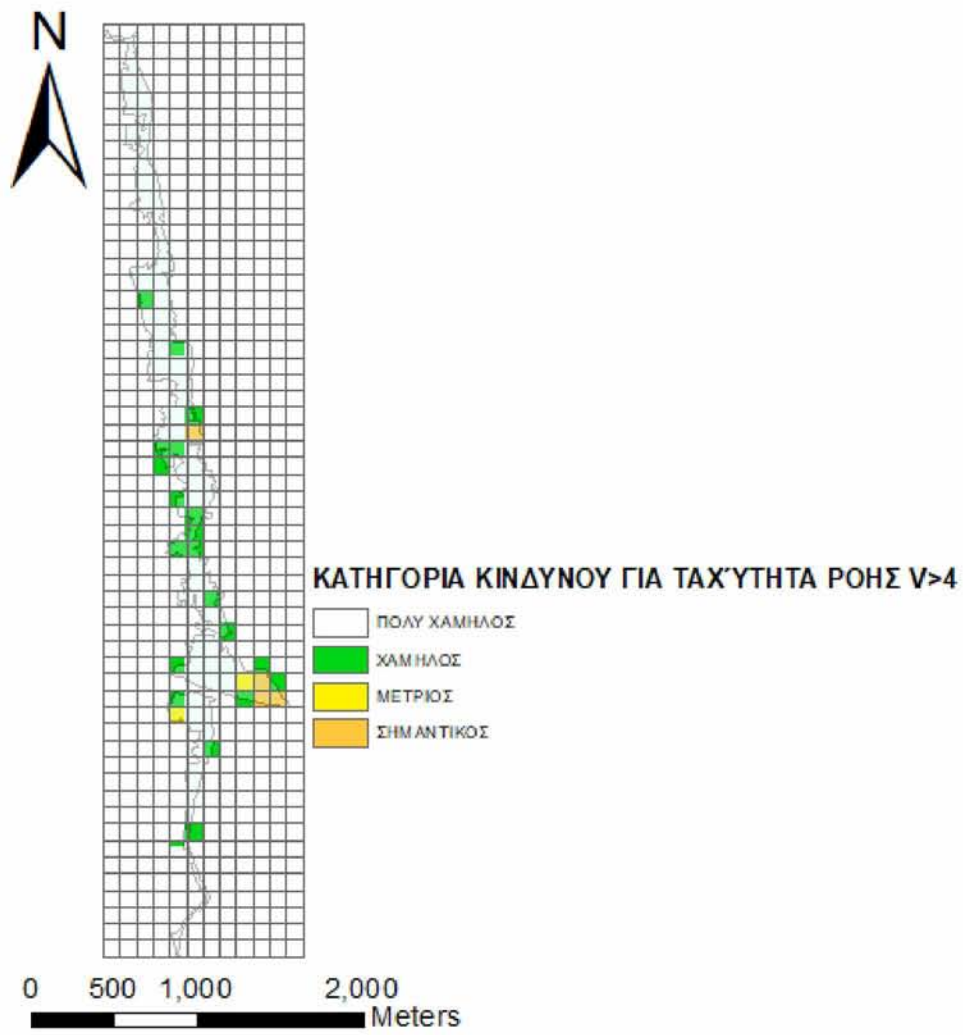
Σχήμα 146: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T = 100$  και κάναβο  $100\mu \times 100\mu$ .



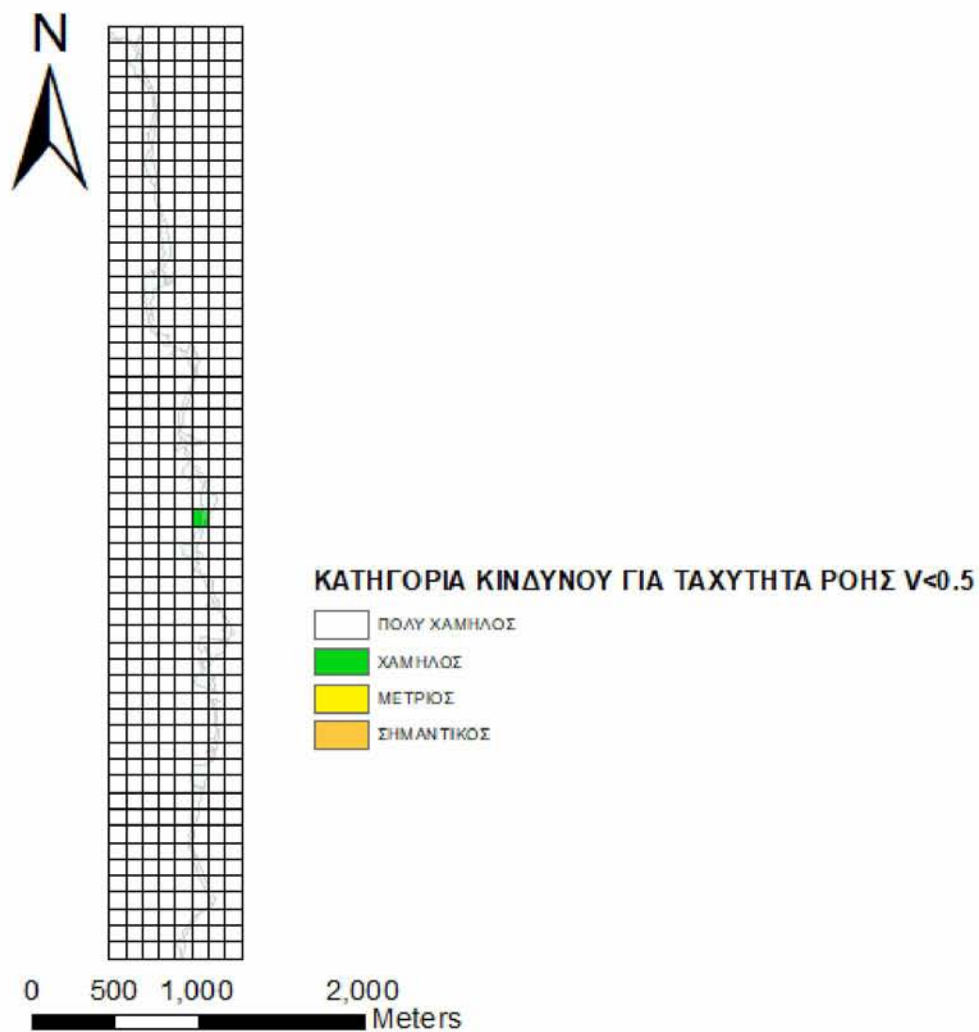
Σχήμα 147: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $100\mu \times 100\mu$ .



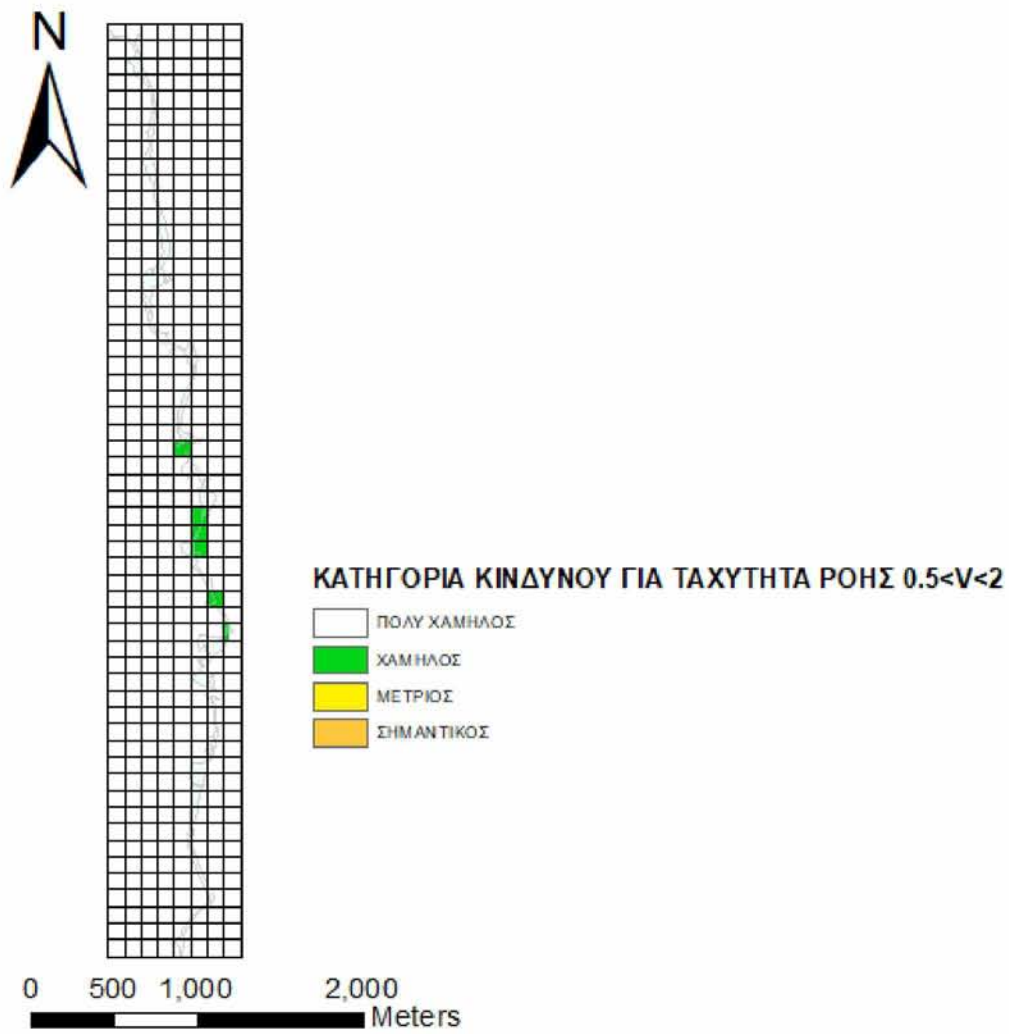
Σχήμα 148: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $100\mu \times 100\mu$ .



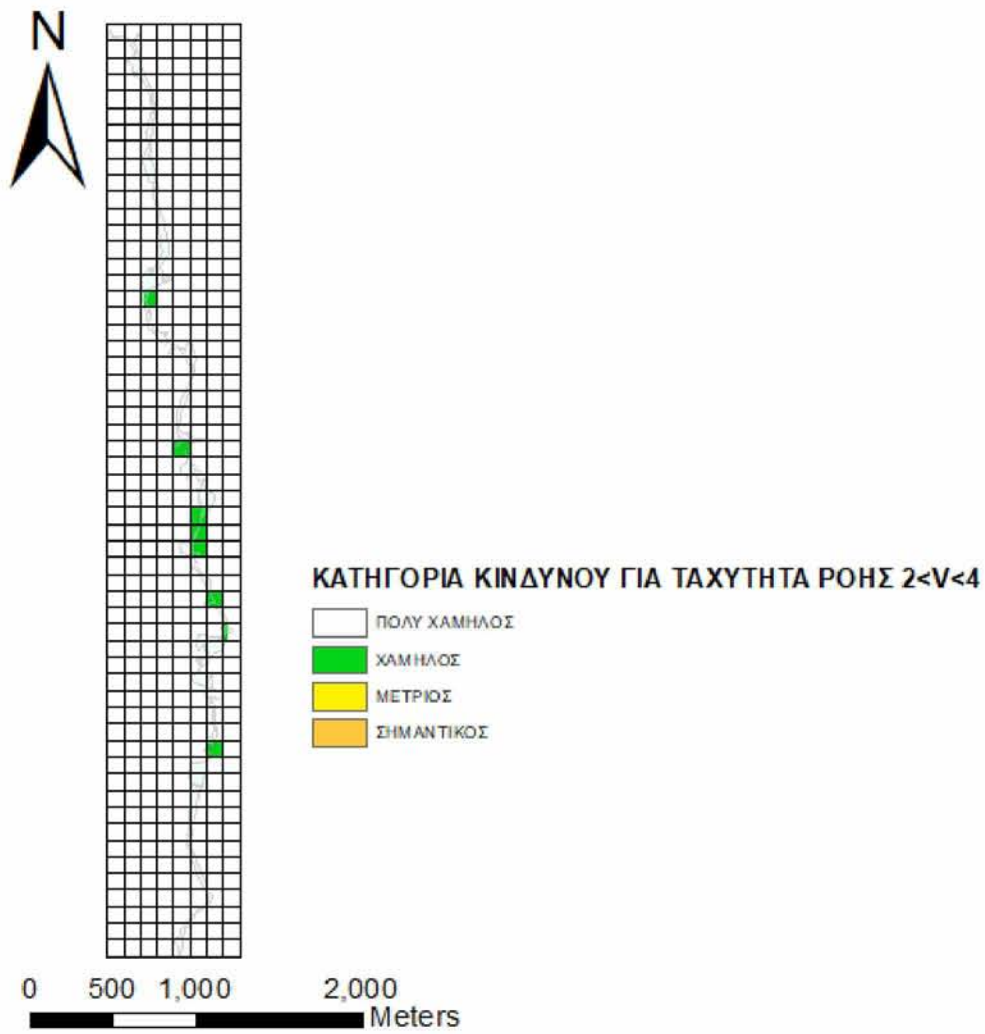
Σχήμα 149: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V>4$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $100\mu \times 100\mu$ .



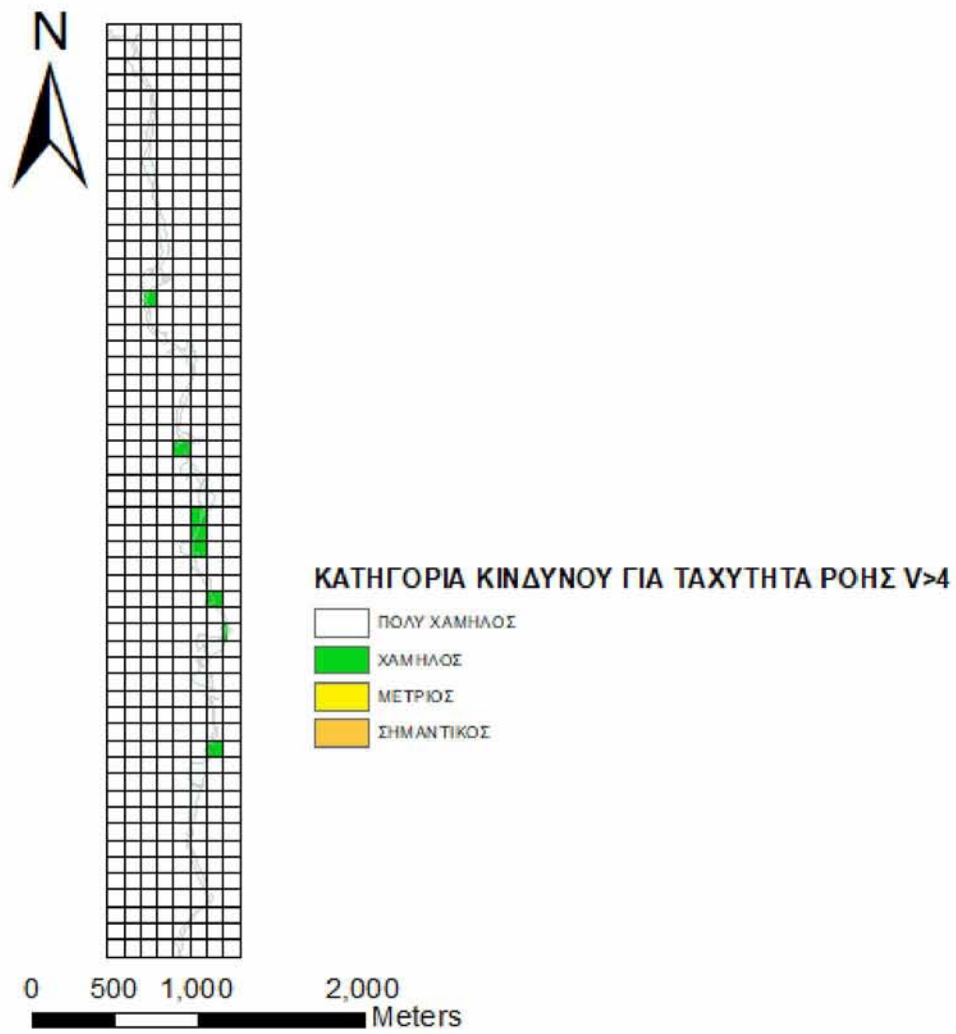
Σχήμα 150: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T = 20$  και κάρναβο  $100\mu \times 100\mu$ .



Σχήμα 151: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=20$  και κάρναβο  $100\mu \times 100\mu$ .

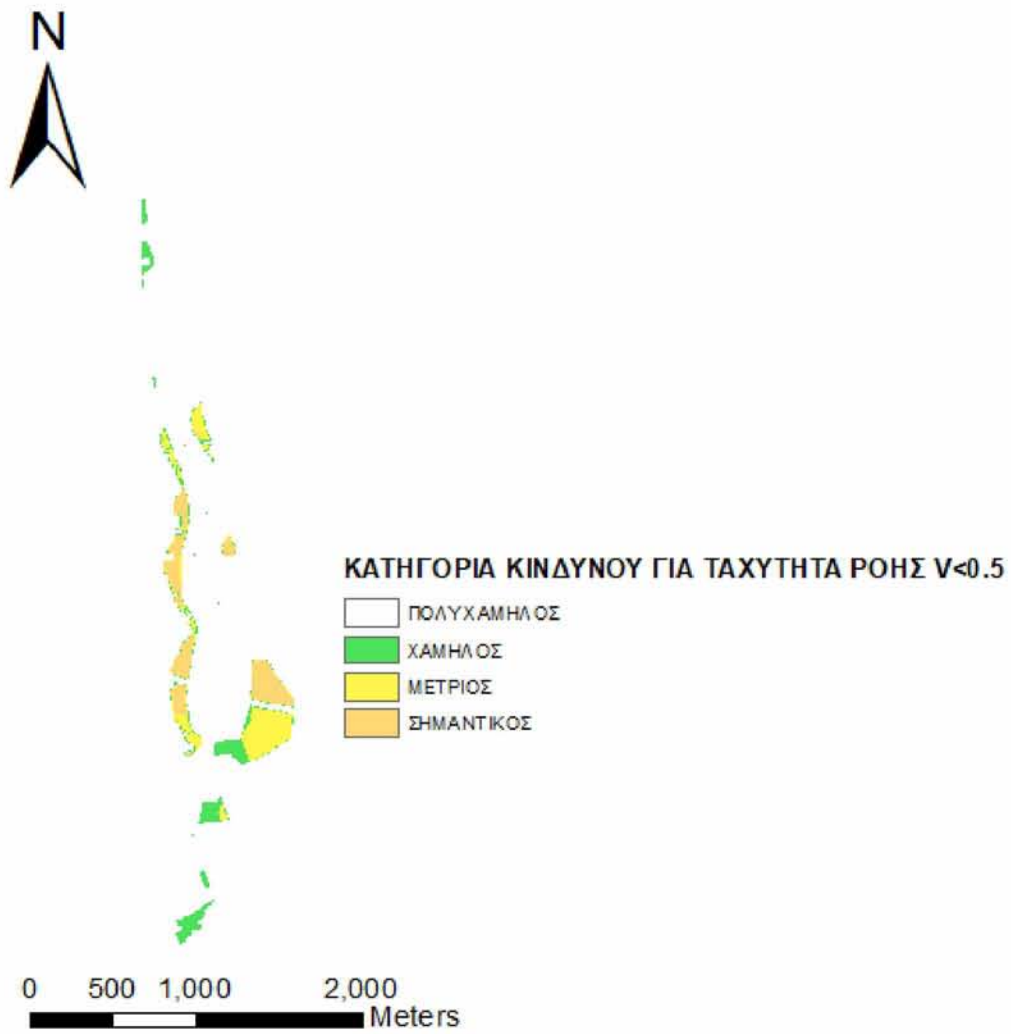


Σχήμα 152: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=20$  και κάρναβο  $100\mu \times 100\mu$ .

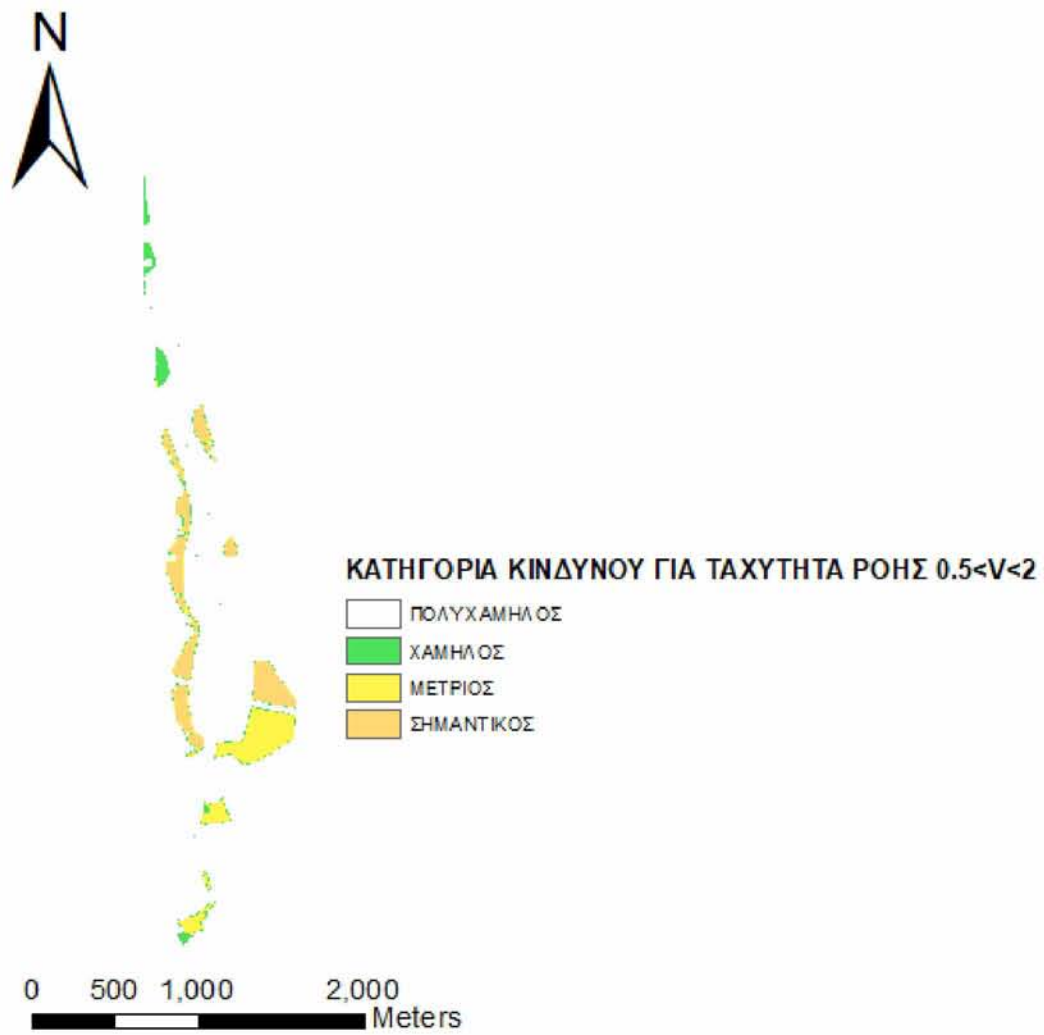


Σχήμα 153: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V>4$ ,  $T=20$  και κάναβο  $100\mu \times 100\mu$ .

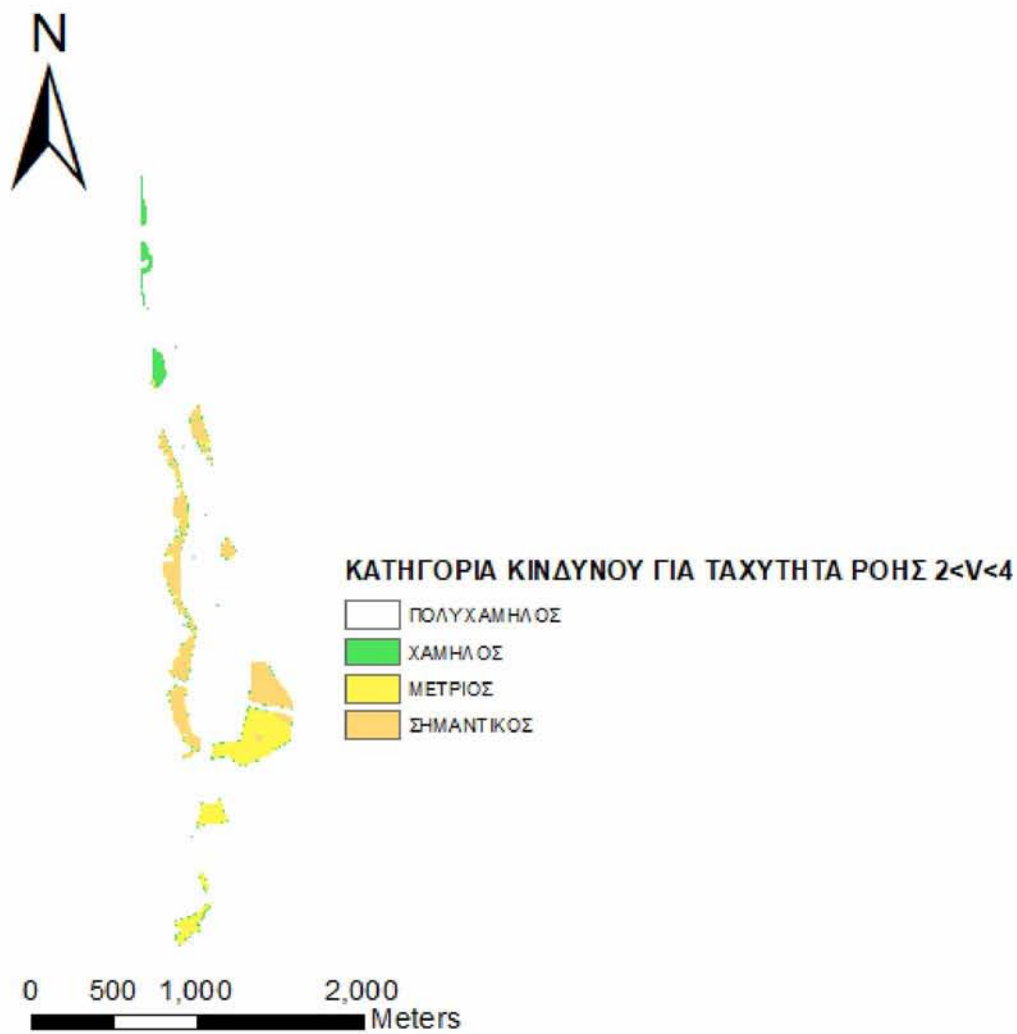




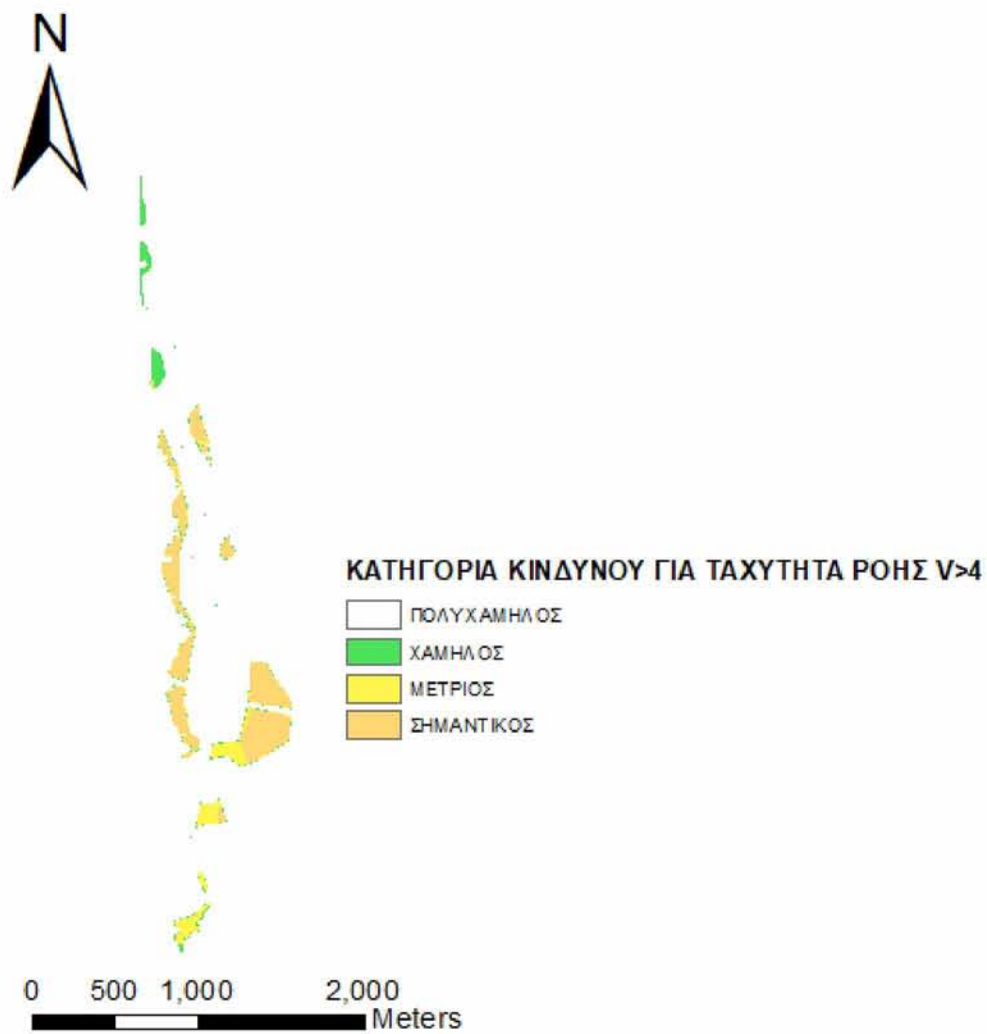
Σχήμα 154: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V<0.5$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $10\mu \times 10\mu$ .



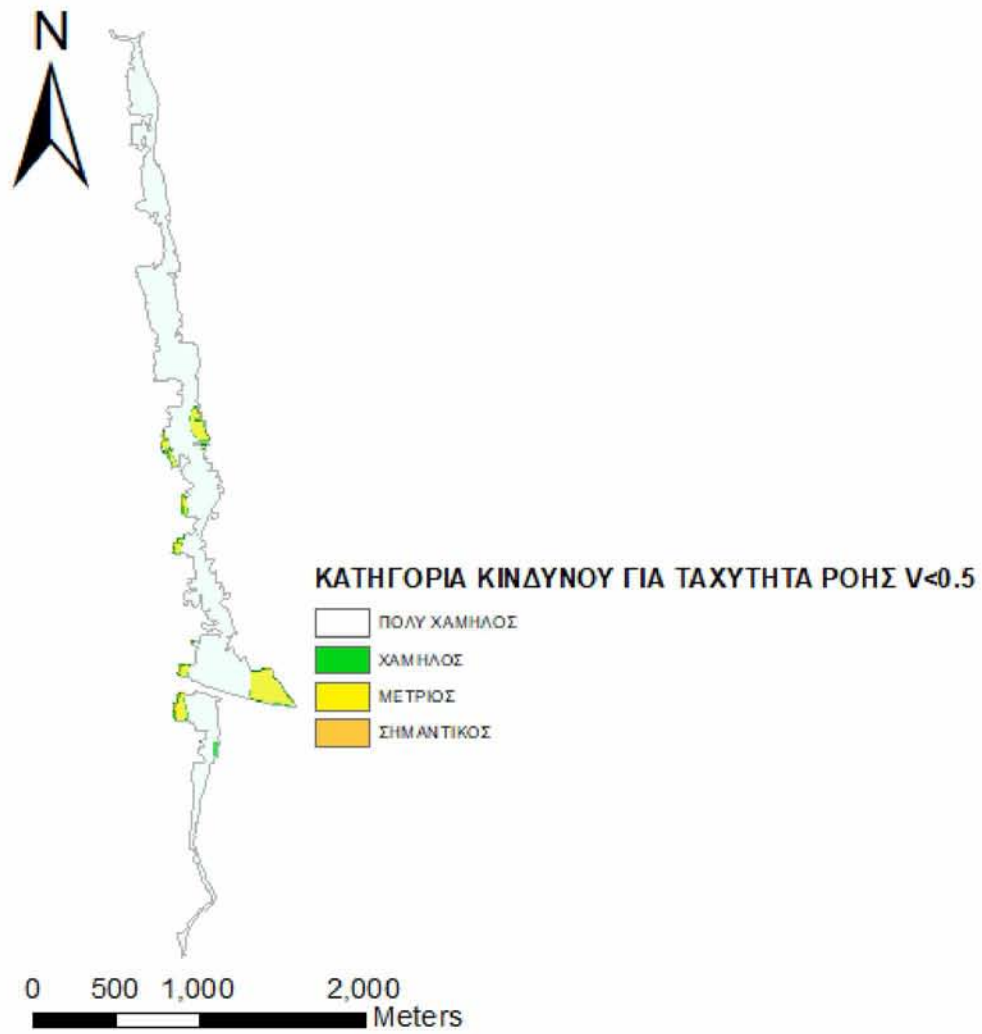
Σχήμα 155: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=500$  και κάρναβο  $10\mu \times 10\mu$ .



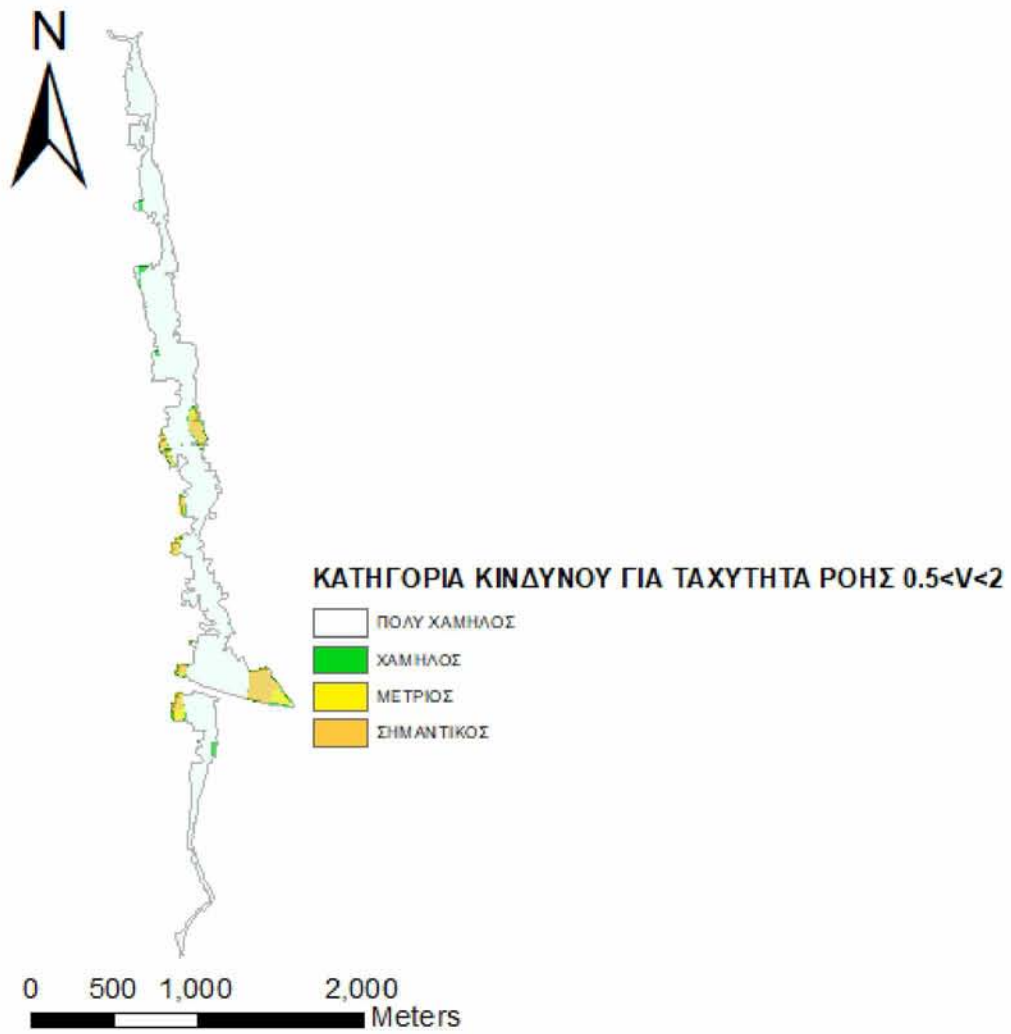
Σχήμα 156: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για 2<V<4, T=500 και κάρναβο 10μ x 10μ.



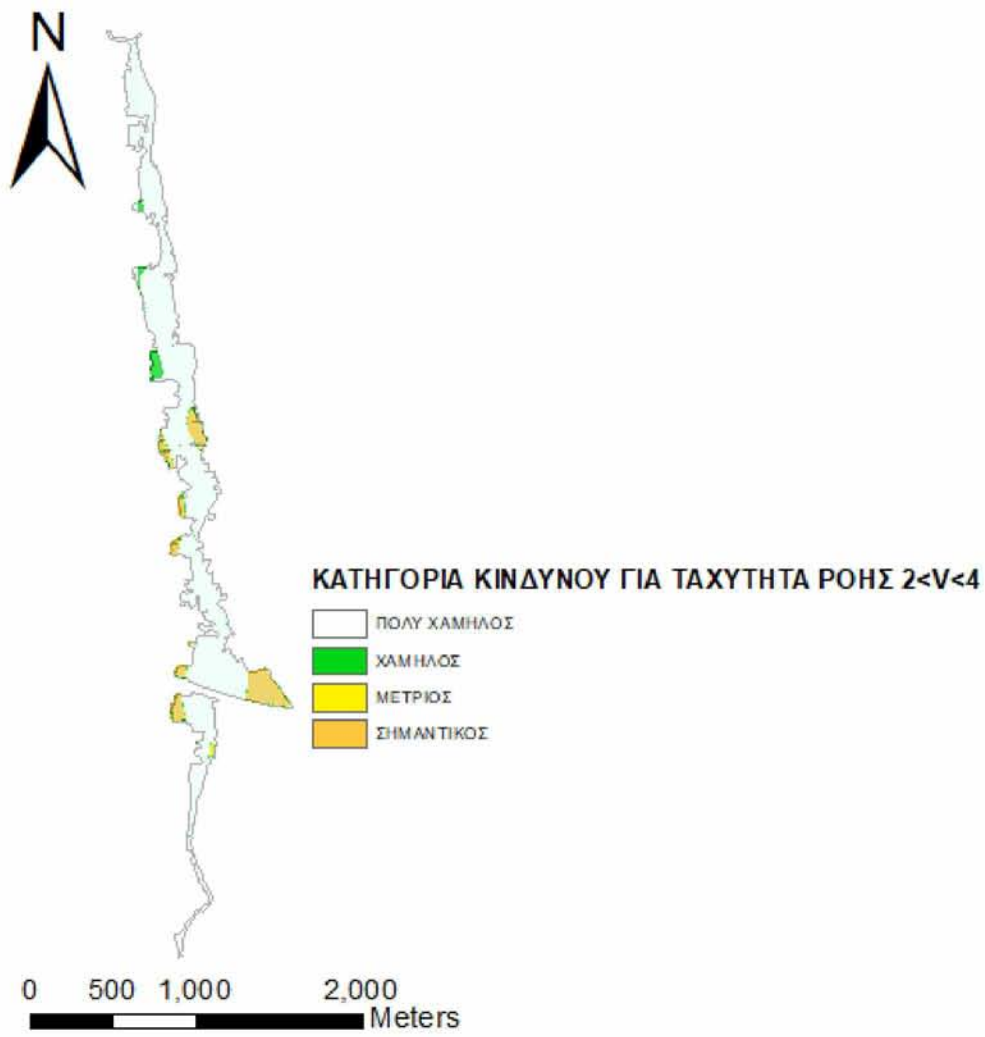
Σχήμα 157: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V>4$ ,  $T=500$  και κάναβο  $10\mu \times 10\mu$ .



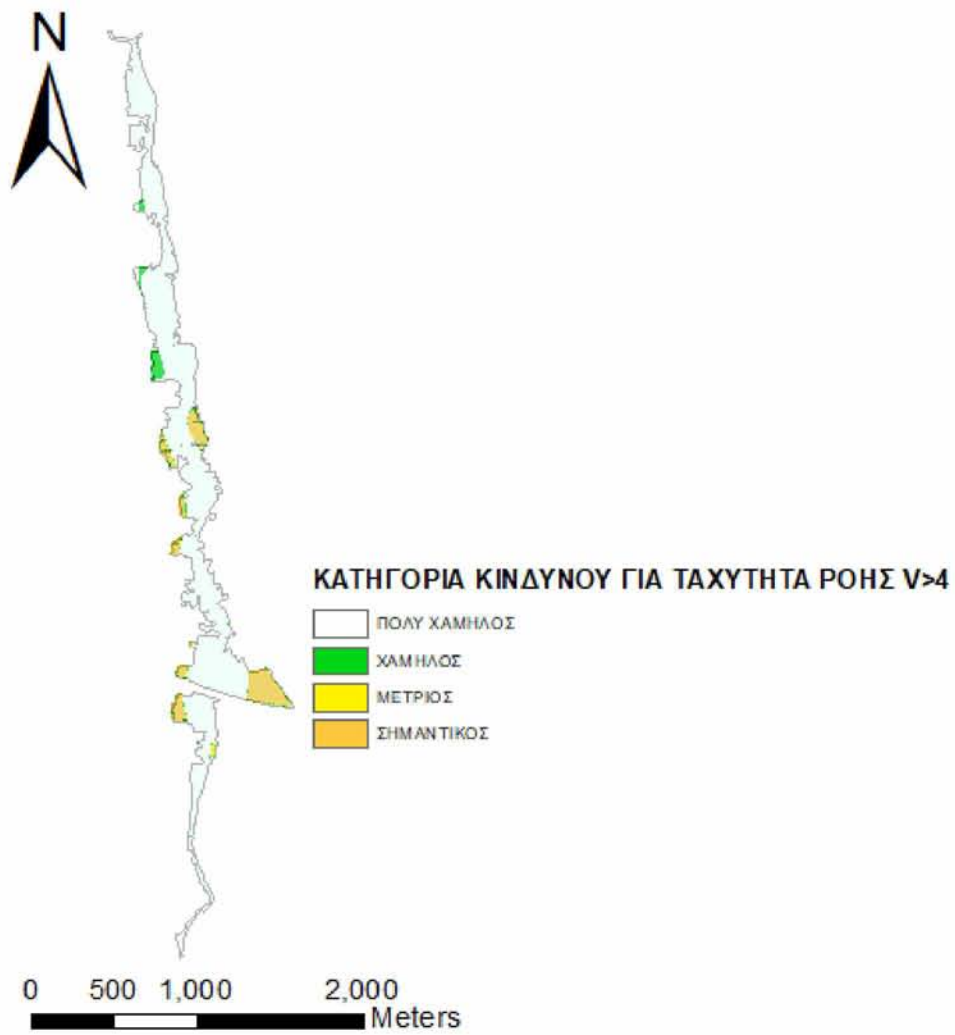
Σχήμα 158: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T = 100$  και κάρναβο  $10\mu \times 10\mu$ .



Σχήμα 159: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $10\mu \times 10\mu$ .

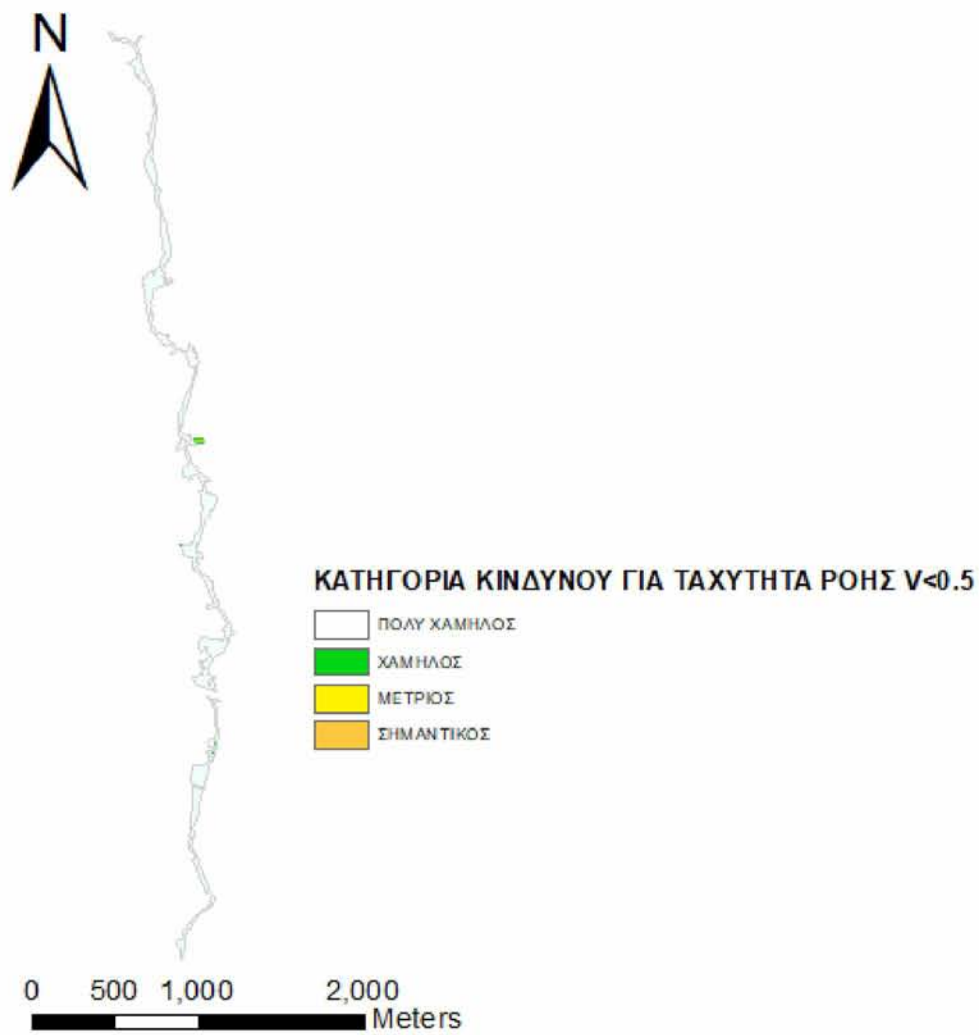


Σχήμα 160: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=100$  και κάρναβο  $10\mu \times 10\mu$ .

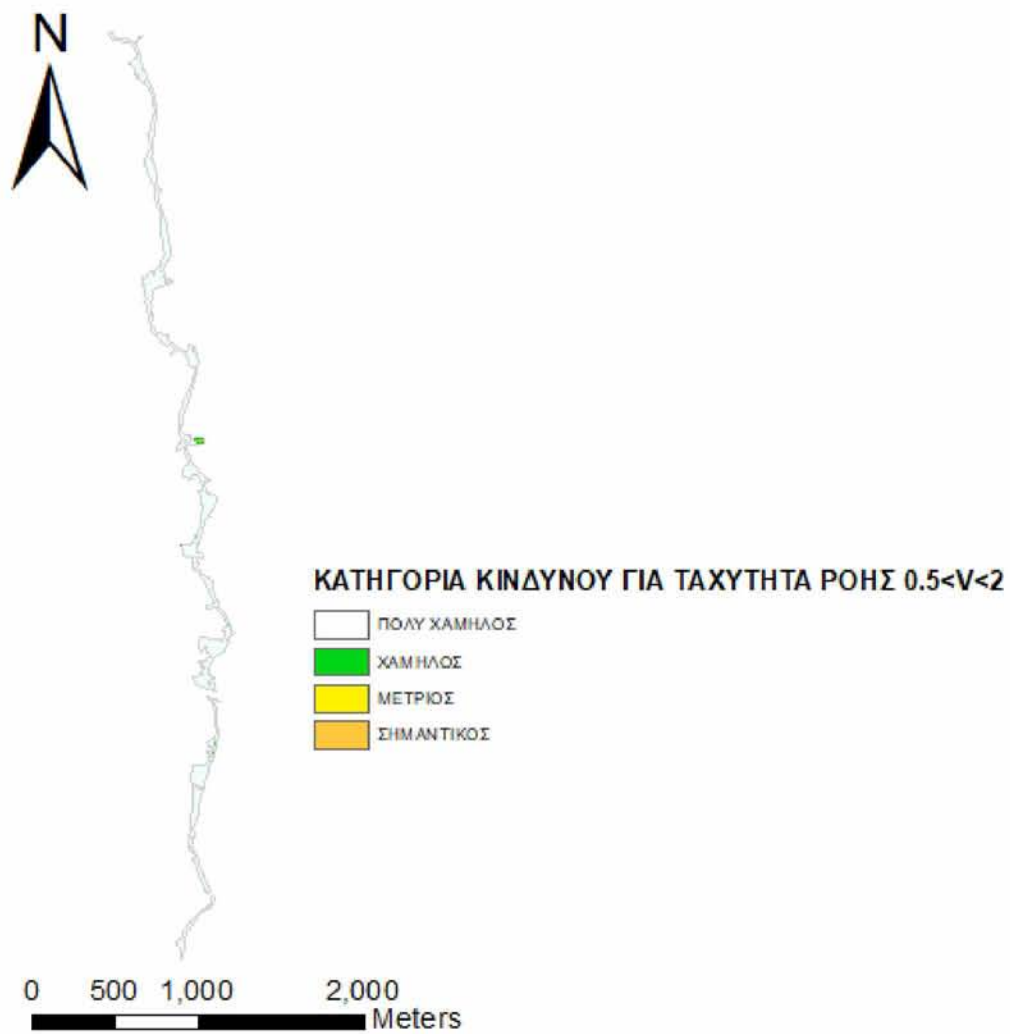


Σχήμα 161: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V>4$ ,  $T=100$  και κάναβο  $10\mu \times 10\mu$ .

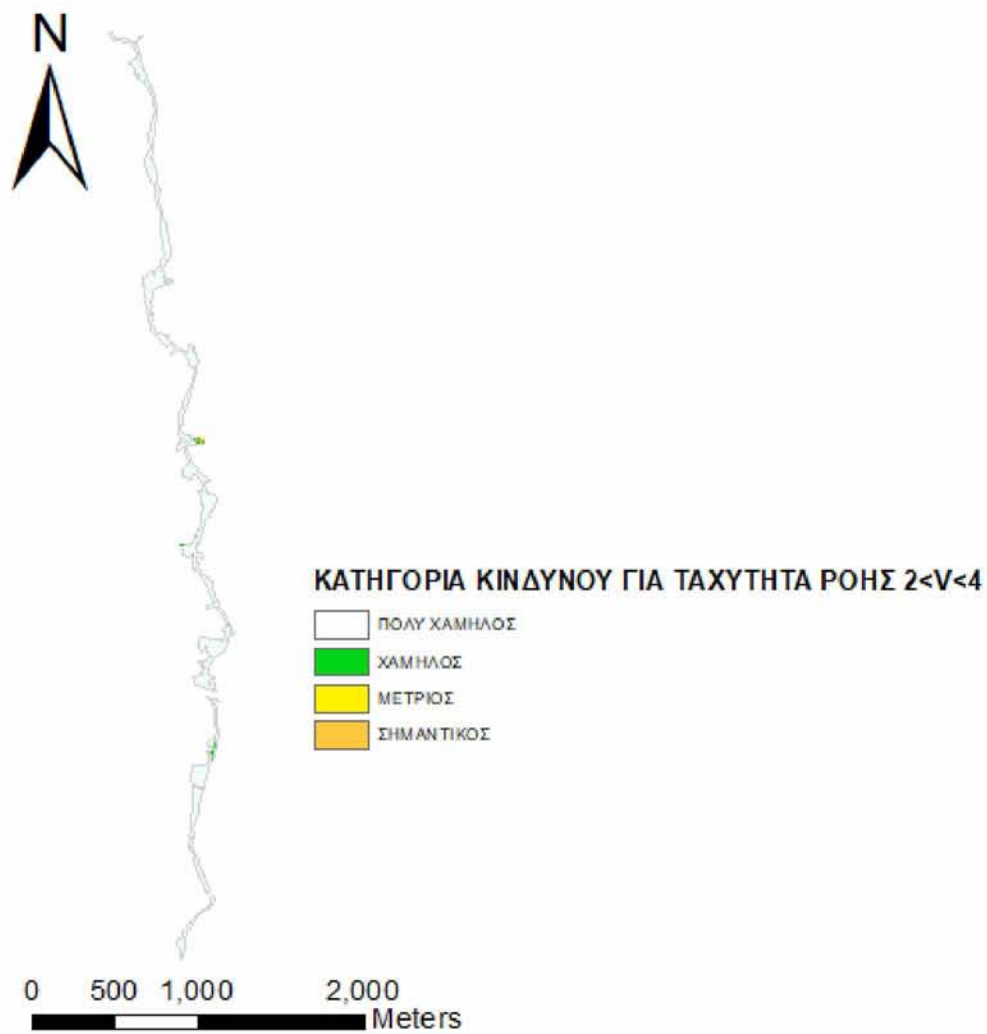




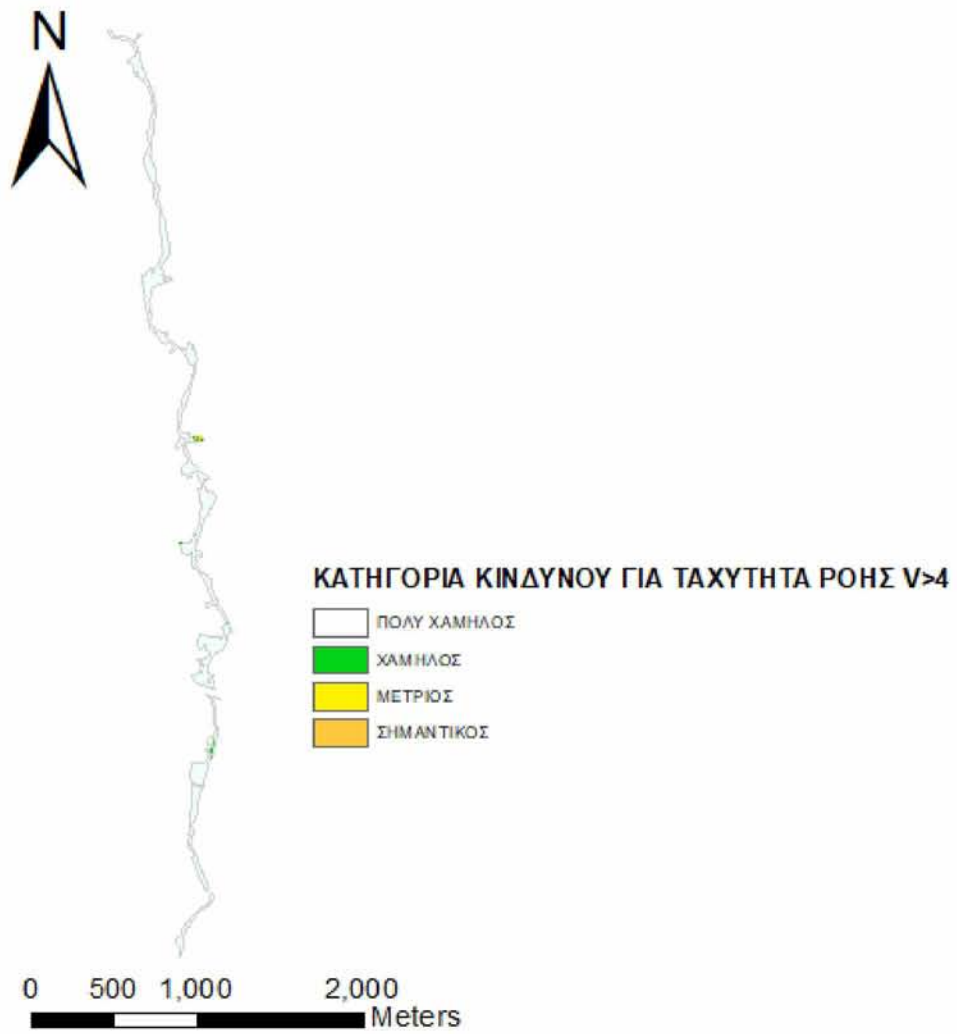
Σχήμα 162: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $V < 0.5$ ,  $T = 20$  και κάρναβο  $10\text{m} \times 10\text{m}$ .



Σχήμα 163: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $0.5 < V < 2$ ,  $T=20$  και κάρναβο  $10\mu \times 10\mu$ .

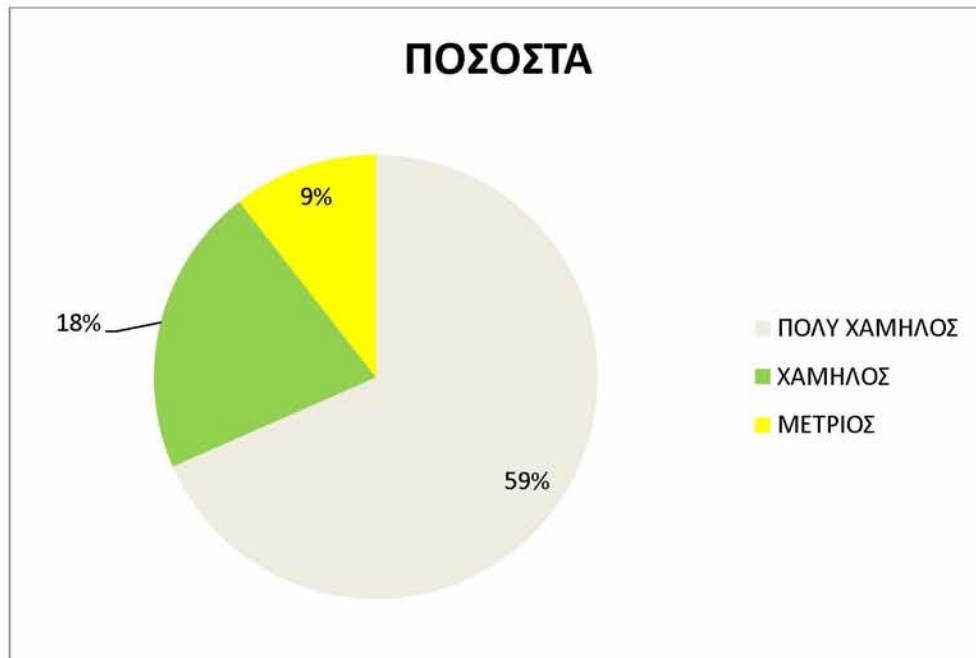


Σχήμα 164:Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για  $2 < V < 4$ ,  $T=20$  και κάρναβο  $10\mu \times 10\mu$ .

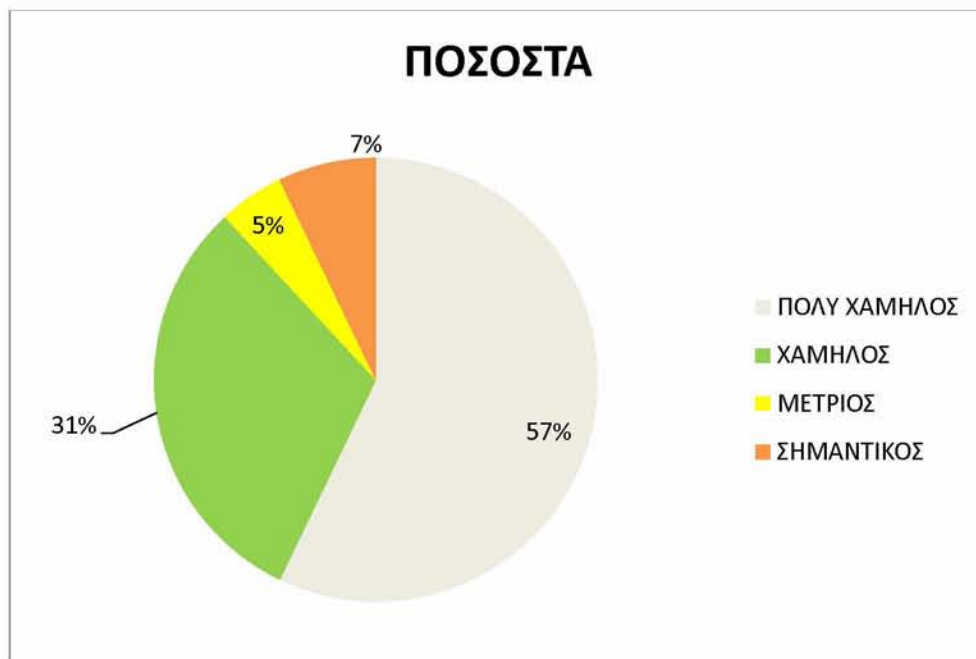


Σχήμα 165: Χάρτης αξιολόγησης επιπτώσεων πλημμύρας, για V>4, T=20 και κάναβο 10μ x 10μ.

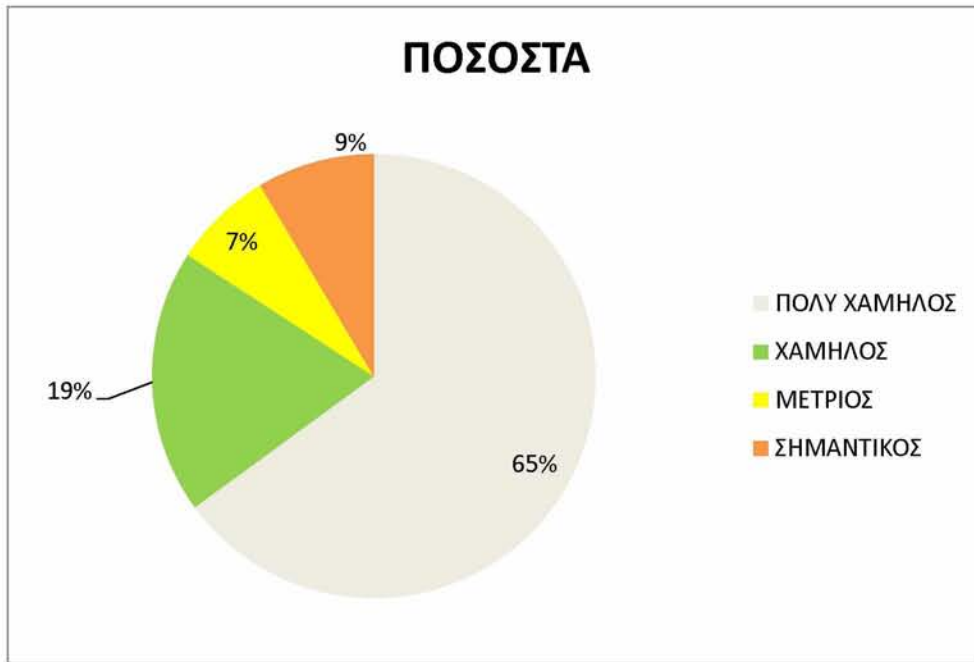
## 9.2 ΠΟΣΟΣΤΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΙΘΑΝΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΗΣ



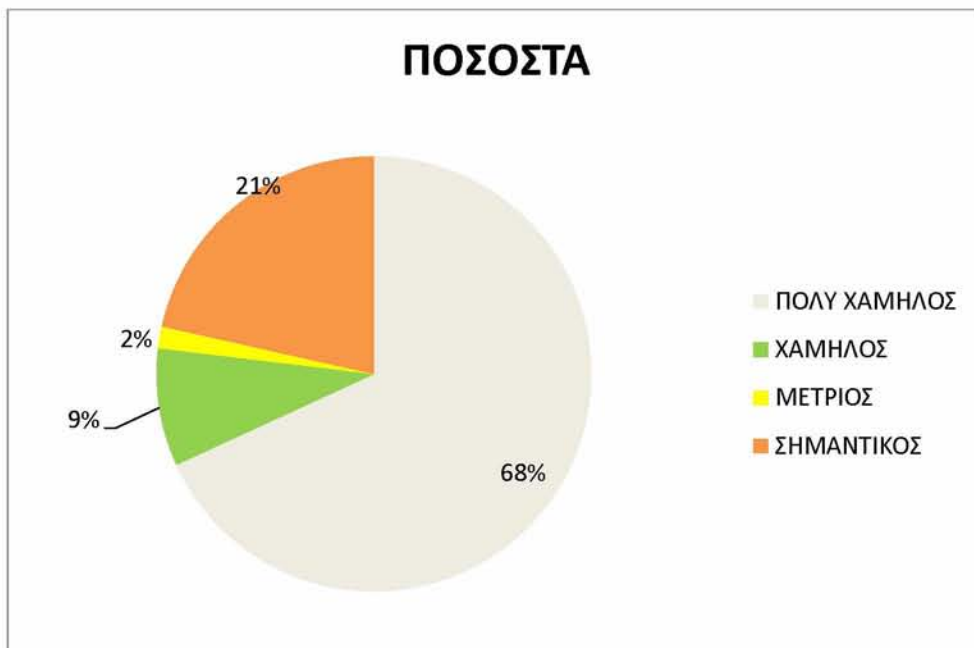
Σχήμα 166: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=500, καννάβου 500μ x 500μ.



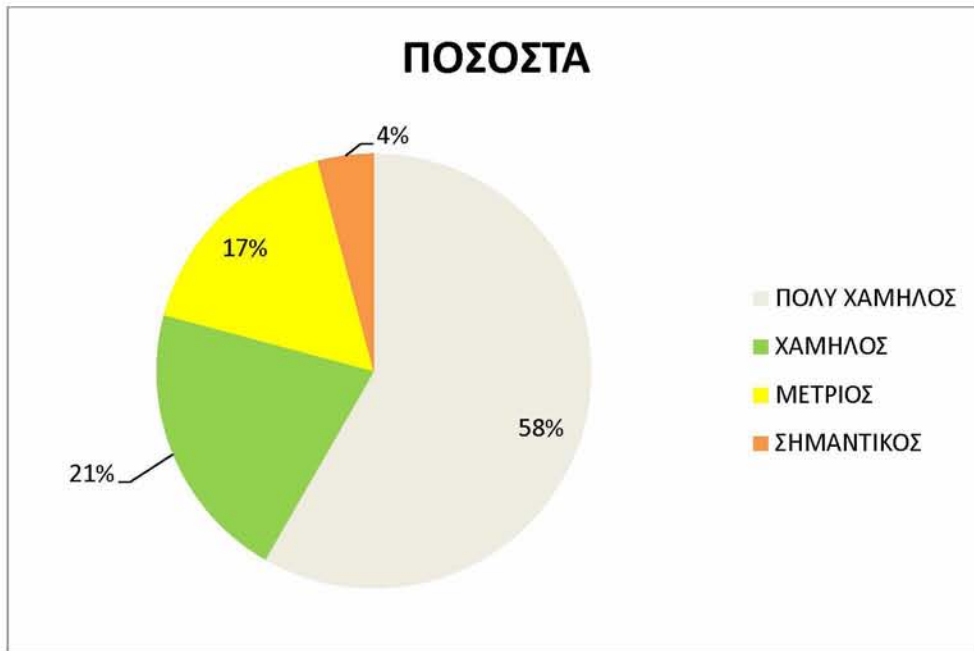
Σχήμα 167: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=500, καννάβου 300μ x 300μ.



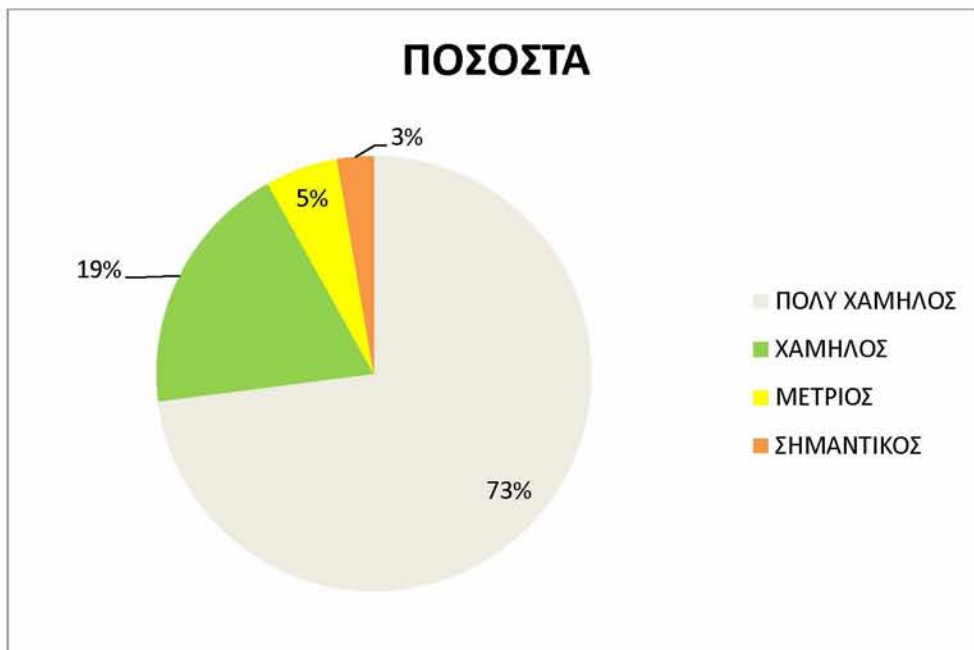
Σχήμα 168: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=500, καννάβου 100μ x 100μ.



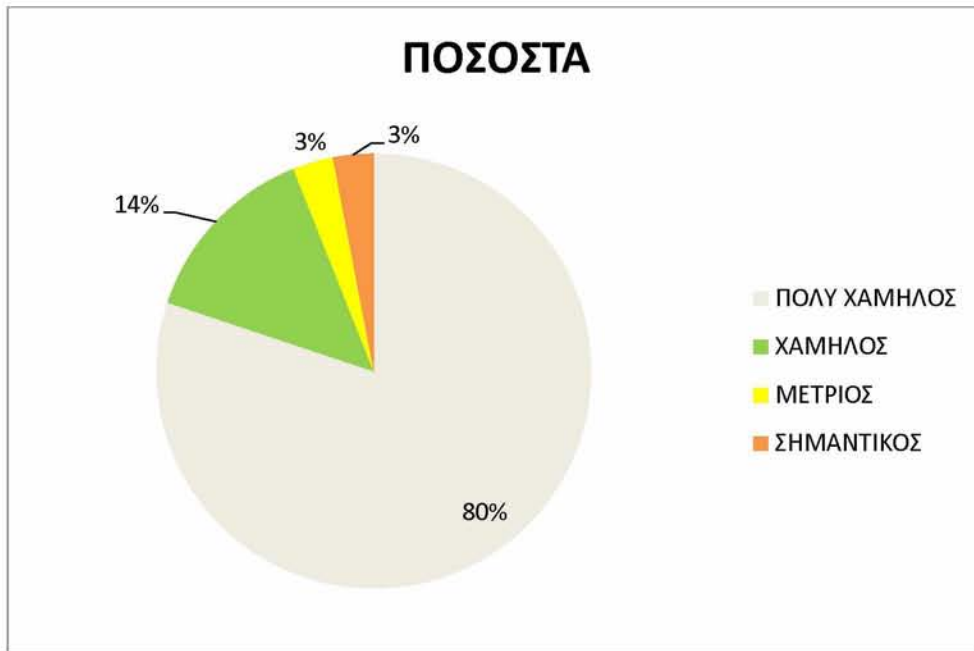
Σχήμα 169: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=500, καννάβου 10μ x 10μ



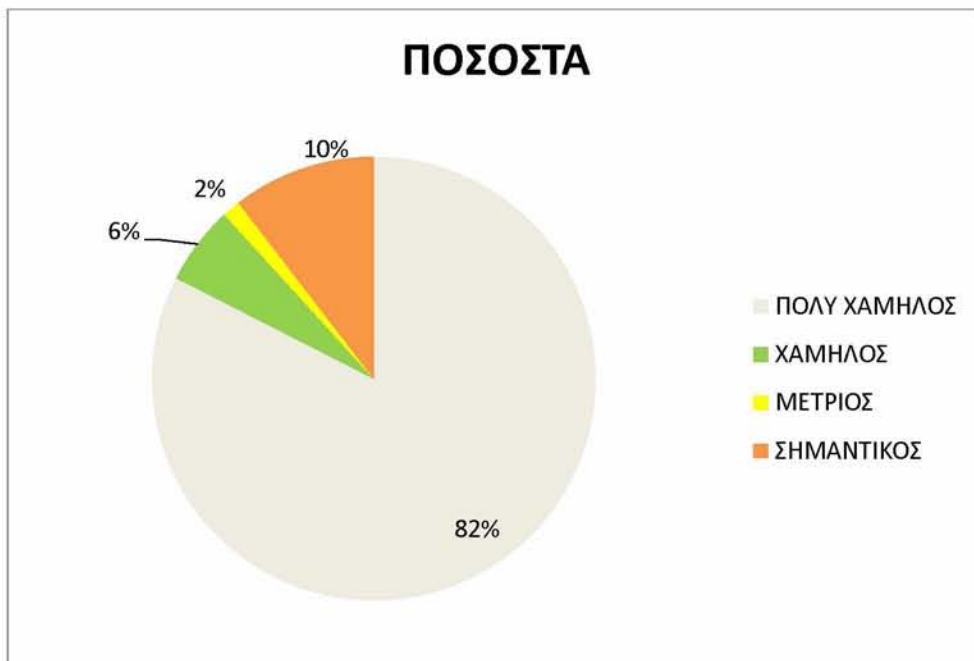
Σχήμα 170: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=100, καννάβου 500μ x 500μ.



Σχήμα 171: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=100, καννάβου 300μ x 300μ.

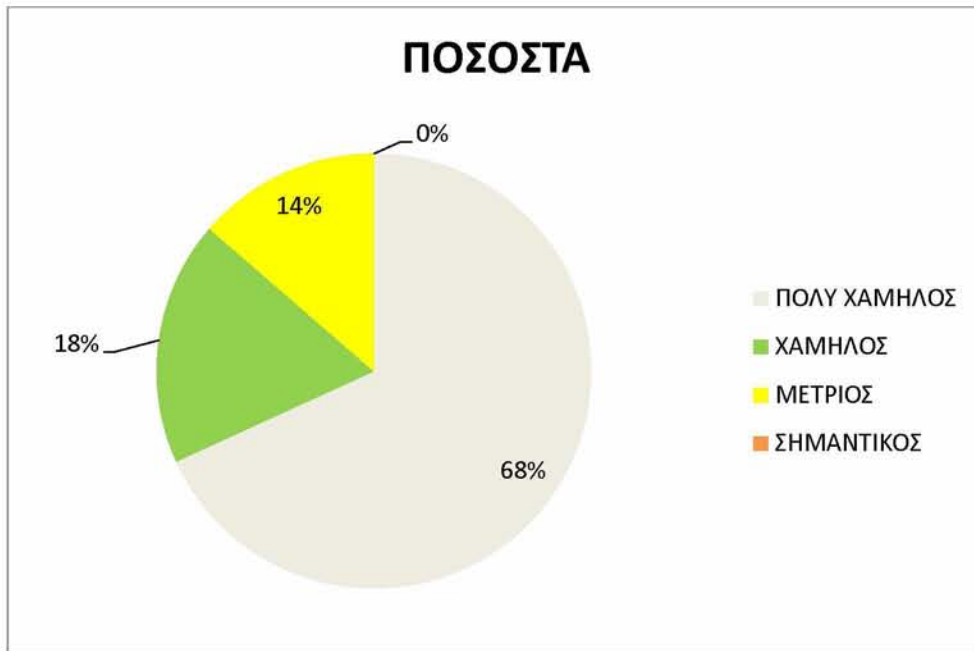


Σχήμα 172: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=100, καννάβου 100μ x 100μ.

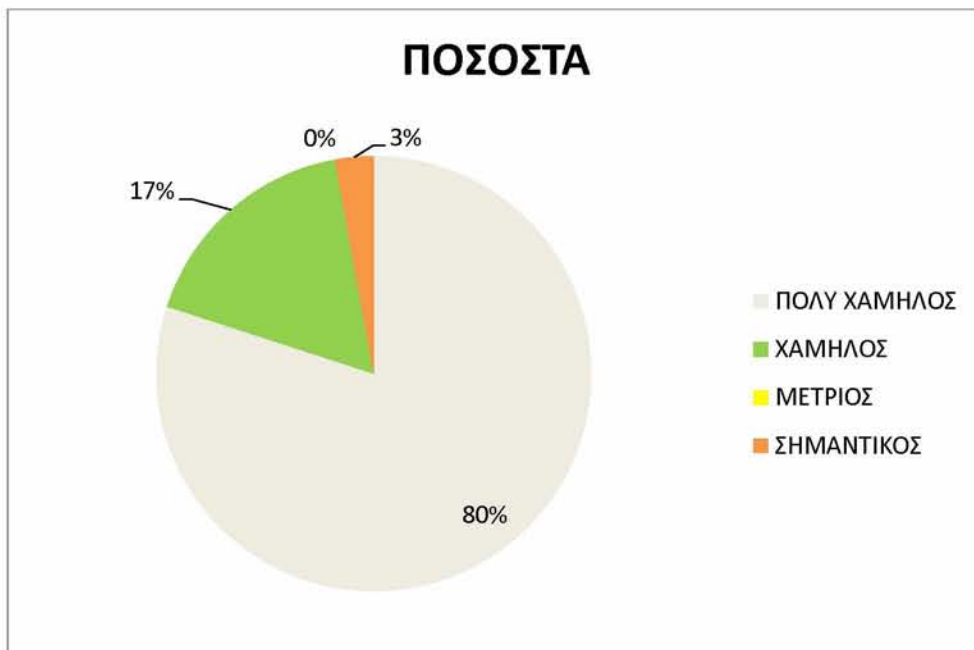


Σχήμα 173: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=100, καννάβου 10μ x 10μ.

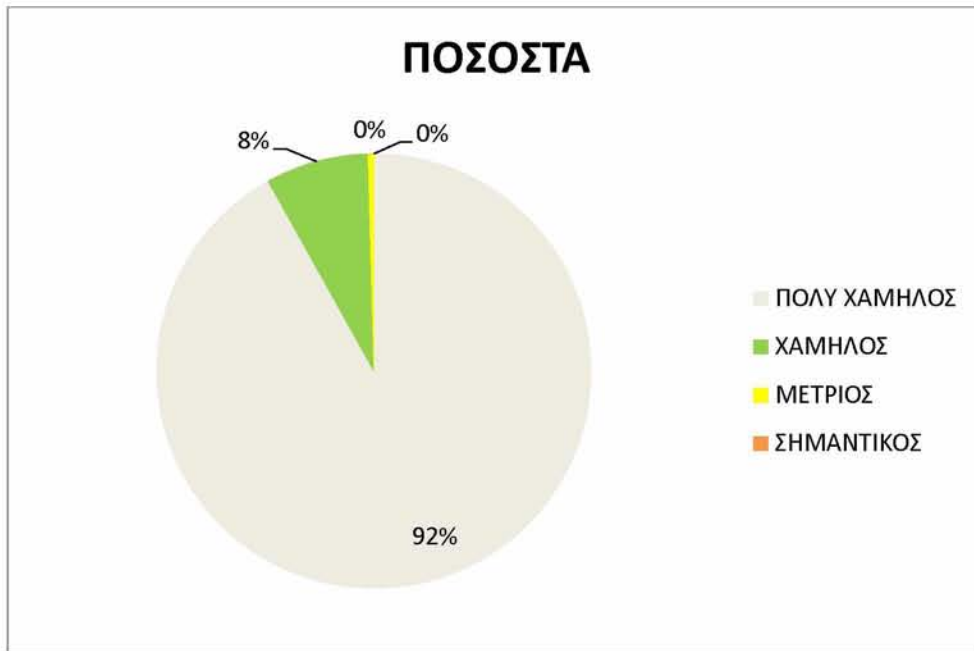




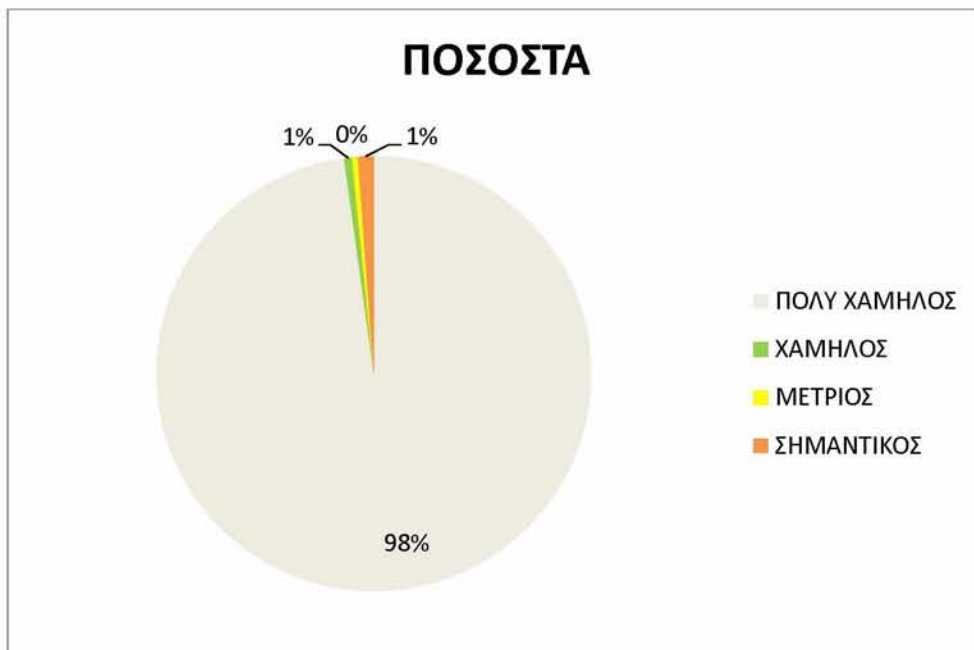
Σχήμα 174: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=20, καννάβου 500μ x 500μ.



Σχήμα 175: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=20, καννάβου 300μ x 300μ.



Σχήμα 176: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=20, καννάβου 100μ x 100μ.



Σχήμα 177: Ποσοστά αποτίμησης της μέγιστης πιθανής επίπτωσης από την πλημμύρα για T=20, καννάβου 10μ x 10μ.

### 9.3 ΚΩΔΙΚΑΣ PYTHON ΜΟΝΤΕΛΟΥ

```
# -*- coding: utf-8 -*-  
  
# -----  
  
# pythonmodel.py  
  
# Created on: 2019-02-24 01:08:03.00000  
  
# (Marangos Sotiris)  
  
# Usage: pythonmodel <DEM_30> <floods_500_c14_project> <Expression_9_> <Extent>  
<poleodomikeszones_project> <Value_field>  
  
# Description:  
  
# -----  
  
# Set the necessary product code  
  
# import arcinfo  
  
  
  
# Import arcpy module  
  
import arcpy  
  
  
# Script arguments  
  
DEM_30 = arcpy.GetParameterAsText(0)  
  
if DEM_30 == '#':  
    DEM_30 = "mDem_project" # provide a default value if unspecified  
  
  
floods_500_c14_project = arcpy.GetParameterAsText(1)
```

```

if floods_500_c14_project == '#' or not floods_500_c14_project:

    floods_500_c14_project = "floods_500_c14_project" # provide a default value if unspecified

Expression__9_ = arcpy.GetParameterAsText(2)

if Expression__9_ == '#' or not Expression__9_:

    Expression__9_ = "\"RiverCode\" = 'C14_1'" # provide a default value if unspecified

Extent = arcpy.GetParameterAsText(3)

if Extent == '#' or not Extent:

    Extent = "207597.5578 340332.284399999 208715.8945 345903.818700001" # provide a default
value if unspecified

poleodomikeszones_project = arcpy.GetParameterAsText(4)

if poleodomikeszones_project == '#' or not poleodomikeszones_project:

    poleodomikeszones_project = "poleodomikeszones_project" # provide a default value if
unspecified

Value_field = arcpy.GetParameterAsText(5)

if Value_field == '#' or not Value_field:

    Value_field = "Max_Ws_T500" # provide a default value if unspecified

# Local variables:

fishnet500x500_label =
"C:\\Users\\Swtos\\Documents\\ArcGIS\\AddIns\\thefinal.gdb\\fishnet500x500_label"

```

```

fishnet500x500 =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\cyprus_floods.gdb\\fishnet500x500"

fishnet500x500__9_ = fishnet500x500

fishnet500x500__2_ = fishnet500x500

fishnet500x500__3_ = fishnet500x500

fishnet500x500__4_ = fishnet500x500

fishnet500x500__5_ = fishnet500x500

fishnet500x500__6_ = fishnet500x500

fishnet500x500__7_ = fishnet500x500

interestingpoints = "interestingpoints"

ntrstpont_rs = "%scratchWorkspace%\\ntrstpont_rs"

Reclass_eka_points = "%scratchWorkspace%\\Reclass_eka_points"

Rec_eka_point_shp =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\Rec_eka_point.shp"

Rec_eka_point_Clip = "%scratchWorkspace%\\Rec_eka_point_Clip"

fishnet500x500_SpatialJoin1 = "%scratchWorkspace%\\fishnet500x500_SpatialJoin1"

fishnet500x500_SpatialJoin1__2_ = fishnet500x500_SpatialJoin1

fishnet500x500_SpatialJoin1__4_ = fishnet500x500_SpatialJoin1__2_

fishnet500x500_SpatialJoin1_ = "%scratchWorkspace%\\fishnet500x500_SpatialJoin1_"

fishnet500x500_SpatialJoin1__2_ = fishnet500x500_SpatialJoin1_

eka_point_raster = "%scratchWorkspace%\\eka_point_raster"

Reclass_ekpo = "%scratchWorkspace%\\Reclass_ekpo"

```

```

Rec_ekpo_point_shp =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\Rec_ekpo_point.shp"

Rec_ekpo_point_Clip = "%scratchWorkspace%\\Rec_ekpo_point_Clip"

fishnet500x500_SpatialJoin = "%scratchWorkspace%\\fishnet500x500_SpatialJoin"

fishnet500x500_SpatialJoin__2_ = fishnet500x500_SpatialJoin

fishnet500x500_SpatialJoin__3_ = fishnet500x500_SpatialJoin__2_

fishnet500x500_SpatialJoin_Union = "%scratchWorkspace%\\fishnet500x500_SpatialJoin_Union"

fishnet500x500_SpatialJoin_Union__3_ = fishnet500x500_SpatialJoin_Union

ekpo_raster = "%scratchWorkspace%\\ekpo_raster"

poleodomikes_zone_raster = "%scratchWorkspace%\\poleodomikes_zone_raster"

Reclass_EKO = "%scratchWorkspace%\\Reclass_EKO"

Where_clause__4_ = "Value = 250"

Extract_EKO_250 = "%scratchWorkspace%\\Extract_EKO_250"

extract_EKO_250_polygons_shp =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\extract_EKO_250_polygons.shp"

fishnet_eko_250_polygons = "%scratchWorkspace%\\fishnet_eko_250_polygons"

fishnet_eko_250_polygons__2_ = fishnet_eko_250_polygons

fishnet_eko_250_polygons__4_ = fishnet_eko_250_polygons__2_

Expression__5_ = "[PERCENTAGE] /100 * 250"

fishnet500x500__8_ = fishnet500x500__9_

eko_250_raster = "%scratchWorkspace%\\eko_250_raster"

Reclass_EKA = "%scratchWorkspace%\\Reclass_EKA"

Where_clause__7_ = "Value = 250"

Extract_EKA_250 = "%scratchWorkspace%\\Extract_EKA_250"

```

```

extract_EKA_250_polygons_shp                                     =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\extract_EKA_250_polygons.shp"

fishnet_eka_250_polygons = "%scratchWorkspace%\\fishnet_eka_250_polygons"

fishnet_eka_250_polygons__2_ = fishnet_eka_250_polygons

fishnet_eka_250_polygons__4_ = fishnet_eka_250_polygons__2_

Expression__2_ = "[PERCENTAGE] /100 * 250"

fishnet500x500__14_ = fishnet500x500__5_

eka_250_raster = "%scratchWorkspace%\\eka_250_raster"

Where_clause__5_ = "Value = 0"

Extract_EKA_0 = "%scratchWorkspace%\\Extract_EKA_0"

extract_EKA_0_polygons_shp                                     =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\extract_EKA_0_polygons.shp"

fishnet_eka_0_polygons = "%scratchWorkspace%\\fishnet_eka_0_polygons"

fishnet_eka_0_polygons__2_ = fishnet_eka_0_polygons

fishnet_eka_0_polygons__4_ = fishnet_eka_0_polygons__2_

Expression__4_ = "[PERCENTAGE] /100 * 0"

fishnet500x500__16_ = fishnet500x500__7_

eka_0_raster = "%scratchWorkspace%\\eka_0_raster"

Where_clause__2_ = "Value = 50"

Extract_EKO_50 = "%scratchWorkspace%\\Extract_EKO_50"

extract_EKO_50_polygons_shp                                     =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\extract_EKO_50_polygons.shp"

fishnet_eko_50_polygons = "%scratchWorkspace%\\fishnet_eko_50_polygons"

```

```

fishnet_eko_50_polygons__2_ = fishnet_eko_50_polygons

fishnet_eko_50_polygons__4_ = fishnet_eko_50_polygons__2_

Expression__7_ = "[PERCENTAGE] /100 * 50"

fishnet500x500__10_ = fishnet500x500__3_

eko_50_raster = "%scratchWorkspace%\eko_50_raster"

Where_clause__6_ = "Value = 150"

extract_EKA_150 = "%scratchWorkspace%\Extract_EKA_150"

extract_EKA_150_polygons_shp                                     =
"C:\Users\Swtos\Desktop\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\shapefilesbymodelbuilder\extract_EKA_150_polygons.shp"

fishnet_eka_150_polygons = "%scratchWorkspace%\fishnet_eka_150_polygons"

fishnet_eka_150_polygons__2_ = fishnet_eka_150_polygons

fishnet_eka_150_polygons__4_ = fishnet_eka_150_polygons__2_

Expression__3_ = "[PERCENTAGE] /100 * 150"

fishnet500x500__11_ = fishnet500x500__4_

eka_150_raster = "%scratchWorkspace%\eka_150_raster"

Where_clause__3_ = "Value = 100"

Extract_EKO_100 = "%scratchWorkspace%\Extract_EKO_100"

extract_EKO_100_polygons_shp                                     =
"C:\Users\Swtos\Desktop\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\shapefilesbymodelbuilder\extract_EKO_100_polygons.shp"

fishnet_eko_100_polygons = "%scratchWorkspace%\fishnet_eko_100_polygons"

fishnet_eko_100_polygons__2_ = fishnet_eko_100_polygons

fishnet_eko_100_polygons__4_ = fishnet_eko_100_polygons__2_

Expression__6_ = "[PERCENTAGE] /100 * 100"

fishnet500x500__12_ = fishnet500x500__2_

```



```

eko_100_raster = "%scratchWorkspace%\eko_100_raster"

Where_clause = "Value = 0"

Extract_EKO_0 = "%scratchWorkspace%\Extract_EKO_0"

extract_EKO_0_polygons_shp =
"C:\Users\Swtos\Desktop\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\shapefilesbymodelbuilder\extract_EKO_0_polygons.shp"

fishnet_eko_0_polygons = "%scratchWorkspace%\fishnet_eko_0_polygons"

fishnet_eko_0_polygons__2_ = fishnet_eko_0_polygons

fishnet_eko_0_polygons__4_ = fishnet_eko_0_polygons__2_

Expression__8_ = "[PERCENTAGE] /100 * 0"

fishnet500x500__15_ = fishnet500x500__6_

eko_0_raster = "%scratchWorkspace%\eko_0_raster"

odikes_diavaseis_Project = "odikes_diavaseis_Project"

odikes_diavaseis_Project_Sel = "%scratchWorkspace%\odikes_diavaseis_Project_Sel"

Expression = "T500 = 1"

odikes_diavaseis_Project_Sel1 = "%scratchWorkspace%\odikes_diavaseis_Project_Sel1"

odks_diavsl2 = "%scratchWorkspace%\odks_diavsl2"

Reclass_odikes = "%scratchWorkspace%\Reclass_odikes"

point_Reclassodik_shp =
"C:\Users\Swtos\Desktop\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\shapefilesbymodelbuilder\point_Reclassodik.shp"

point_Reclassodik_Clip = "%scratchWorkspace%\point_Reclassodik_Clip"

fishnet500x500_SpatialJoin2 = "%scratchWorkspace%\fishnet500x500_SpatialJoin2"

fishnet500x500_SpatialJoin2__2_ = fishnet500x500_SpatialJoin2

fishnet500x500_SpatialJoin2__4_ = fishnet500x500_SpatialJoin2__2_

fishnet500x500_SpatialJoin2_ = "%scratchWorkspace%\fishnet500x500_SpatialJoin2_"

```

```

fishnet500x500_SpatialJoin2__2_ = fishnet500x500_SpatialJoin2_
odiko_raster = "%scratchWorkspace%\odiko_raster"
summary_rstr = "%scratchWorkspace%\summary_rstr"
Reclass_trototita = "%scratchWorkspace%\Reclass_trototita"
diatomes_ydraulikou_model_project = "diatomes_ydraulikou_model_project"
diatomes_Select = "%scratchWorkspace%\diatomes_Select"
diatomes_Select_points = "%scratchWorkspace%\diatomes_Select_points"
dtms_pnts_rst = "%scratchWorkspace%\dtms_pnts_rst"
clipped_DEM = "%scratchWorkspace%\clipped_DEM"
afairesi_poin = "%scratchWorkspace%\afairesi_poin"
rstr_pnts_pos = "C:\\Users\\Swtos\\Documents\\ArcGIS\\Default.gdb\\rstr_pnts_pos"
points_positive_shp =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\points_positive.shp"
Idw_ = "%scratchWorkspace%\Idw_"
depths_05v2 = "C:\\Users\\Swtos\\Documents\\ArcGIS\\Default.gdb\\depths_05v2"
max_depth_05v2 = "%scratchWorkspace%\max_depth_05v2"
summary_05v2 =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\summary_05v2"
Reclass_05v2 = "%scratchWorkspace%\Reclass_05v2"
depths_u05 = "C:\\Users\\Swtos\\Documents\\ArcGIS\\Default.gdb\\depths_u05"
max_depth_v05 = "%scratchWorkspace%\max_depth_v05"
summary_v05 =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\summary_v05"

```

```

Reclass_v05 = "%scratchWorkspace%\Reclass_v05"

depths_4v = "C:\\Users\\Swtos\\Documents\\ArcGIS\\Default.gdb\\depths_4v"

max_depth_4v = "%scratchWorkspace%\max_depth_4v"

summary_4v =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\summary_4v"

Reclass_4v = "%scratchWorkspace%\Reclass_4v"

depths_2v4 = "C:\\Users\\Swtos\\Documents\\ArcGIS\\Default.gdb\\depths_2v4"

max_depth_2v4 = "%scratchWorkspace%\max_depth_2v4"

summary_2v4 =
"C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOOD
S\\shapefilesbymodelbuilder\\summary_2v4"

Reclass_sum2v4 = "%scratchWorkspace%\Reclass_sum2v4"

# Process: Create Fishnet

tempEnvironment0 = arcpy.env.extent

arcpy.env.extent = Extent

arcpy.CreateFishnet_management(fishnet500x500, "207597.5578 340332.284399999", "207597.5578
340342.284399999", "30", "30", "", "", "208715.8945 345903.818700001", "NO_LABELS",
floods_500_c14_project, "POLYGON")

arcpy.env.extent = tempEnvironment0

# Process: Point to Raster

arcpy.PointToRaster_conversion(interestingpoints, "Category", ntrstpont_rs, "MOST_FREQUENT",
"NONE", "0.999740393697")

# Process: Reclassify (4)

```

```
arcpy.gp.Reclassify_sa(ntrstpont_rs, "VALUE", "1 0;2 0;3 150;4 0;5 250;6 0;7 250;8 0;9 0;10 250;11 250;12 0", Reclass_eka_points, "DATA")
```

```
# Process: Raster to Point (2)
```

```
arcpy.RasterToPoint_conversion(Reclass_eka_points, Rec_eka_point_shp, "VALUE")
```

```
# Process: Clip (2)
```

```
arcpy.Clip_analysis(Rec_eka_point_shp, floods_500_c14_project, Rec_eka_point_Clip, "")
```

```
# Process: Spatial Join (2)
```

```
arcpy.SpatialJoin_analysis(fishnet500x500, Rec_eka_point_Clip, fishnet500x500_SpatialJoin1, "JOIN_ONE_TO_ONE", "KEEP_COMMON", "Shape_Length \"Shape_Length\" false true true 8 Double 0 0 ,First,#,C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOODS\\cyprus_floods.gdb\\fishnet500x500,Shape_Length,-1,-1;Shape_Area \"Shape_Area\" false true true 8 Double 0 0 ,First,#,C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOODS\\cyprus_floods.gdb\\fishnet500x500,Shape_Area,-1,-1;POINTID \"POINTID\" true true false 0 Long 0 0 ,First,#,%scratchWorkspace%\\Rec_eka_point_Clip,POINTID,-1,-1;GRID_CODE \"GRID_CODE\" true true false 0 Long 0 0 ,First,#,%scratchWorkspace%\\Rec_eka_point_Clip,GRID_CODE,-1,-1", "INTERSECT", "", "")
```

```
# Process: Add Field (9)
```

```
arcpy.AddField_management(fishnet500x500_SpatialJoin1, "VALUE_FINAL", "SHORT", "", "", "", "", "NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
```

```
# Process: Calculate Field (16)
```

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500_SpatialJoin1_2, "VALUE_FINAL", "[GRID_CODE] * [Join_Count]", "VB", "")
```

```
# Process: Union (2)
```

```
arcpy.Union_analysis("%scratchWorkspace%\fishnet500x500_SpatialJoin1  
#;C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOO  
DS\\cyprus_floods.gdb\\fishnet500x500 #", fishnet500x500_SpatialJoin1_, "ALL", "", "GAPS")
```

```
# Process: Calculate Field (18)
```

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500_SpatialJoin1_, "VALUE_FINAL", "updateValue(  
!VALUE_FINAL! )", "PYTHON", "def updateValue(value):\\n  if value == None:\\n    return '0'\\n  
else: return value")
```

```
# Process: Feature to Raster (10)
```

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(fishnet500x500_SpatialJoin1__2_, "VALUE_FINAL",  
eka_point_raster, "0.999740393697")
```

```
# Process: Reclassify (3)
```

```
arcpy.gp.Reclassify_sa(ntrstpont_rs, "VALUE", "1 50;2 50;3 0;4 0;5 0;6 50;7 0;8 150;9 50;10 0;11  
0;12 0", Reclass_ekpo, "DATA")
```

```
# Process: Raster to Point
```

```
arcpy.RasterToPoint_conversion(Reclass_ekpo, Rec_ekpo_point_shp, "VALUE")
```

```
# Process: Clip (3)
```

```
arcpy.Clip_analysis(Rec_ekpo_point_shp, floods_500_c14_project, Rec_ekpo_point_Clip, "")
```

```
# Process: Spatial Join
```

```

arcpy.SpatialJoin_analysis(fishnet500x500, Rec_ekpo_point_Clip, fishnet500x500_SpatialJoin,
"JOIN_ONE_TO_ONE", "KEEP_COMMON", "Shape_Length \Shape_Length\" false true true 8
Double 0 0
,First,#,C:\Users\Swtos\Desktop\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\GEODATABASE_CYPRUS_F
LOODS\cyprus_floods.gdb\fishnet500x500,Shape_Length,-1,-1;Shape_Area \Shape_Area\" false
true true 8 Double 0 0
,First,#,C:\Users\Swtos\Desktop\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\GEODATABASE_CYPRUS_F
LOODS\cyprus_floods.gdb\fishnet500x500,Shape_Area,-1,-1;POINTID \POINTID\" true true
false 0 Long 0 0 ,First,#,%scratchWorkspace%\Rec_ekpo_point_Clip,POINTID,-1,-1;GRID_CODE
\GRID_CODE\" true true false 0 Long 0 0
,First,#,%scratchWorkspace%\Rec_ekpo_point_Clip,GRID_CODE,-1,-1", "INTERSECT", "", "")

```

# Process: Add Field (8)

```

arcpy.AddField_management(fishnet500x500_SpatialJoin, "FINAL_VALUE", "SHORT", "", "", "",
"", "NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")

```

# Process: Calculate Field (15)

```

arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500_SpatialJoin__2_, "FINAL_VALUE",
"[Join_Count] * [grid_code]", "VB", "")

```

# Process: Union

```

arcpy.Union_analysis("%scratchWorkspace%\fishnet500x500_SpatialJoin
#;C:\Users\Swtos\Desktop\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\GEODATABASE_CYPRUS_FLOO
DS\cyprus_floods.gdb\fishnet500x500 #", fishnet500x500_SpatialJoin_Union, "ALL", "", "GAPS")

```

# Process: Calculate Field (17)

```

arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500_SpatialJoin_Union, "FINAL_VALUE",
"updateValue( !FINAL_VALUE! )", "PYTHON", "def updateValue(value):\n if value == None:\n
return '0'\n else: return value")

```

# Process: Feature to Raster (9)

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(fishnet500x500_SpatialJoin_Union__3_, "FINAL_VALUE",  
ekpo_raster, "0.999740393697")
```

# Process: Feature to Raster

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(poleodomikeszones_project, "PLNZNCAT_CODE",  
poleodomikes_zone_raster, "0.999740393697")
```

# Process: Reclassify

```
arcpy.gp.Reclassify_sa(poleodomikes_zone_raster, "VALUE", "0 0;1 100;2 100;3 100;4 0;5 0;7  
250;8 50;9 100;10 100;12 50;13 0;14 0;15 250;17 0;20 0;25 250", Reclass_EKO, "DATA")
```

# Process: Extract by Attributes (4)

```
arcpy.gp.ExtractByAttributes_sa(Reclass_EKO, Where_clause__4_, Extract_EKO_250)
```

# Process: Raster to Polygon (4)

```
arcpy.RasterToPolygon_conversion(Extract_EKO_250, extract_EKO_250_polygons_shp,  
"SIMPLIFY", "VALUE")
```

# Process: Tabulate Intersection (4)

```
arcpy.TabulateIntersection_analysis(fishnet500x500, "OID", extract_EKO_250_polygons_shp,  
fishnet_eko_250_polygons, "", "", "", "SQUARE_METERS")
```

# Process: Add Field (4)

```
arcpy.AddField_management(fishnet_eko_250_polygons, "p_eko250", "SHORT", "", "", "", "",  
"NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
```

# Process: Calculate Field (4)

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet_eko_250_polygons__2_, "p_eko250", Expression__5_,  
"VB", "")
```

# Process: Join Field

```
arcpy.JoinField_management(fishnet500x500, "OID", fishnet_eko_250_polygons__4_, "OID", "")
```

# Process: Calculate Field (8)

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500__9_, "p_eko250", "updateValue(!p_eko250!)",  
"PYTHON", "def updateValue(value):\n if value == None:\n return '0'\n else: return value")
```

# Process: Feature to Raster (2)

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(fishnet500x500__8_, "p_eko250", eko_250_raster,  
"0.999740393697")
```

# Process: Reclassify (2)

```
arcpy.gp.Reclassify_sa(poleodomikes_zone_raster, "VALUE", "0 0;1 250;2 250;3 250;4 0;5 0;7 0;8  
0;9 250;10 0;12 0;13 0;14 150;15 0;17 0;20 0;25 0", Reclass_EKA, "DATA")
```

# Process: Extract by Attributes (7)

```
arcpy.gp.ExtractByAttributes_sa(Reclass_EKA, Where_clause__7_, Extract_EKA_250)
```

# Process: Raster to Polygon

```
arcpy.RasterToPolygon_conversion(Extract_EKA_250, extract_EKA_250_polygons_shp,  
"SIMPLIFY", "VALUE")
```



```
# Process: Tabulate Intersection
```

```
arcpy.TabulateIntersection_analysis(fishnet500x500, "OID", extract_EKA_250_polygons_shp,  
fishnet_eka_250_polygons, "", "", "", "SQUARE_METERS")
```

```
# Process: Add Field
```

```
arcpy.AddField_management(fishnet_eka_250_polygons, "p_eka250", "SHORT", "", "", "", "",  
"NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
```

```
# Process: Calculate Field
```

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet_eka_250_polygons__2_, "p_eka250", Expression__2_,  
"VB", "")
```

```
# Process: Join Field (5)
```

```
arcpy.JoinField_management(fishnet500x500, "OID", fishnet_eka_250_polygons__4_, "OID", "")
```

```
# Process: Calculate Field (9)
```

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500__5_, "p_eka250", "updateValue( !p_eka250! )",  
"PYTHON", "def updateValue(value):\n if value == None:\n return '0'\n else: return value")
```

```
# Process: Feature to Raster (6)
```

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(fishnet500x500__14_, "p_eka250", eka_250_raster,  
"0.999740393697")
```

```
# Process: Extract by Attributes (5)
```

```
arcpy.gp.ExtractByAttributes_sa(Reclass_EKA, Where_clause__5_, Extract_EKA_0)
```

# Process: Raster to Polygon (3)

```
arcpy.RasterToPolygon_conversion(Extract_EKA_0, extract_EKA_0_polygons_shp, "SIMPLIFY",  
"VALUE")
```

# Process: Tabulate Intersection (3)

```
arcpy.TabulateIntersection_analysis(fishnet500x500, "OID", extract_EKA_0_polygons_shp,  
fishnet_eka_0_polygons, "", "", "", "SQUARE_METERS")
```

# Process: Add Field (3)

```
arcpy.AddField_management(fishnet_eka_0_polygons, "p_eka0", "SHORT", "", "", "", "",  
"NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
```

# Process: Calculate Field (3)

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet_eka_0_polygons__2_, "p_eka0", Expression__4_, "VB",  
"")
```

# Process: Join Field (7)

```
arcpy.JoinField_management(fishnet500x500, "OID", fishnet_eka_0_polygons__4_, "OID", "")
```

# Process: Calculate Field (10)

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500__7_, "p_eka0", "updateValue( !p_eka0! )",  
"PYTHON", "def updateValue(value):\n if value == None:\n return '0'\n else: return value")
```

# Process: Feature to Raster (8)

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(fishnet500x500__16_, "p_eka0", eka_0_raster, "0.999740393697")
```

```
# Process: Extract by Attributes (2)
```

```
arcpy.gp.ExtractByAttributes_sa(Reclass_EKO, Where_clause__2_, Extract_EKO_50)
```

```
# Process: Raster to Polygon (6)
```

```
arcpy.RasterToPolygon_conversion(Extract_EKO_50, extract_EKO_50_polygons_shp, "SIMPLIFY", "VALUE")
```

```
# Process: Tabulate Intersection (6)
```

```
arcpy.TabulateIntersection_analysis(fishnet500x500, "OID", extract_EKO_50_polygons_shp, fishnet_eko_50_polygons, "", "", "", "SQUARE_METERS")
```

```
# Process: Add Field (6)
```

```
arcpy.AddField_management(fishnet_eko_50_polygons, "p_eko50", "SHORT", "", "", "", "", "NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
```

```
# Process: Calculate Field (6)
```

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet_eko_50_polygons__2_, "p_eko50", Expression__7_, "VB", "")
```

```
# Process: Join Field (3)
```

```
arcpy.JoinField_management(fishnet500x500, "OID", fishnet_eko_50_polygons__4_, "OID", "")
```

```
# Process: Calculate Field (11)
```

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500__3_, "p_eko50", "updateValue( !p_eko50! )",  
"PYTHON", "def updateValue(value):\n if value == None:\n return '0'\n else: return value")
```

```
# Process: Feature to Raster (4)
```

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(fishnet500x500__10_, "p_eko50", eko_50_raster,  
"0.999740393697")
```

```
# Process: Extract by Attributes (6)
```

```
arcpy.gp.ExtractByAttributes_sa(Reclass_EKA, Where_clause__6_, extract_EKA_150)
```

```
# Process: Raster to Polygon (2)
```

```
arcpy.RasterToPolygon_conversion(extract_EKA_150, extract_EKA_150_polygons_shp,  
"SIMPLIFY", "VALUE")
```

```
# Process: Tabulate Intersection (2)
```

```
arcpy.TabulateIntersection_analysis(fishnet500x500, "OID", extract_EKA_150_polygons_shp,  
fishnet_eka_150_polygons, "", "", "", "SQUARE_METERS")
```

```
# Process: Add Field (2)
```

```
arcpy.AddField_management(fishnet_eka_150_polygons, "p_eka150", "SHORT", "", "", "", "",  
"NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
```

```
# Process: Calculate Field (2)
```

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet_eka_150_polygons__2_, "p_eka150", Expression__3_,  
"VB", "")
```

# Process: Join Field (4)

```
arcpy.JoinField_management(fishnet500x500, "OID", fishnet_eka_150_polygons__4_, "OID", "")
```

# Process: Calculate Field (14)

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500__4_, "p_eka150", "updateValue( !p_eka150! )",  
"PYTHON", "def updateValue(value):\n if value == None:\n return '0'\n else: return value")
```

# Process: Feature to Raster (5)

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(fishnet500x500__11_, "p_eka150", eka_150_raster,  
"0.999740393697")
```

# Process: Extract by Attributes (3)

```
arcpy.gp.ExtractByAttributes_sa(Reclass_EKO, Where_clause__3_, Extract_EKO_100)
```

# Process: Raster to Polygon (5)

```
arcpy.RasterToPolygon_conversion(Extract_EKO_100, extract_EKO_100_polygons_shp,  
"SIMPLIFY", "VALUE")
```

# Process: Tabulate Intersection (5)

```
arcpy.TabulateIntersection_analysis(fishnet500x500, "OID", extract_EKO_100_polygons_shp,  
fishnet_eko_100_polygons, "", "", "", "SQUARE_METERS")
```

# Process: Add Field (5)

```
arcpy.AddField_management(fishnet_eko_100_polygons, "p_eko100", "SHORT", "", "", "", "",  
"NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
```

```
# Process: Calculate Field (5)
```

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet_eko_100_polygons__2_, "p_eko100", Expression__6_,  
"VB", "")
```

```
# Process: Join Field (2)
```

```
arcpy.JoinField_management(fishnet500x500, "OID", fishnet_eko_100_polygons__4_, "OID", "")
```

```
# Process: Calculate Field (12)
```

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500__2_, "p_eko100", "updateValue( !p_eko100! )",  
"PYTHON", "def updateValue(value):\n if value == None:\n return '0'\n else: return value")
```

```
# Process: Feature to Raster (3)
```

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(fishnet500x500__12_, "p_eko100", eko_100_raster,  
"0.999740393697")
```

```
# Process: Extract by Attributes
```

```
arcpy.gp.ExtractByAttributes_sa(Reclass_EKO, Where_clause, Extract_EKO_0)
```

```
# Process: Raster to Polygon (7)
```

```
arcpy.RasterToPolygon_conversion(Extract_EKO_0, extract_EKO_0_polygons_shp, "SIMPLIFY",  
"VALUE")
```

```
# Process: Tabulate Intersection (7)
```

```
arcpy.TabulateIntersection_analysis(fishnet500x500, "OID", extract_EKO_0_polygons_shp,  
fishnet_eko_0_polygons, "", "", "", "SQUARE_METERS")
```

# Process: Add Field (7)

```
arcpy.AddField_management(fishnet_eko_0_polygons, "p_eko0", "SHORT", "", "", "", "",  
"NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
```

# Process: Calculate Field (7)

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet_eko_0_polygons__2_, "p_eko0", Expression__8_, "VB",  
"")
```

# Process: Join Field (6)

```
arcpy.JoinField_management(fishnet500x500, "OID", fishnet_eko_0_polygons__4_, "OID", "")
```

# Process: Calculate Field (13)

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500__6_, "p_eko0", "updateValue( !p_eko0! )",  
"PYTHON", "def updateValue(value):\n if value == None:\n return '0'\n else: return value")
```

# Process: Feature to Raster (7)

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(fishnet500x500__15_, "p_eko0", eko_0_raster,  
"0.999740393697")
```

# Process: Select

```
arcpy.Select_analysis(odikes_diavaseis_Project, odikes_diavaseis_Project_Sel, "CATEGORY_1 =  
'Γέφυρα/Οχετός'")
```

# Process: Select (3)

```
arcpy.Select_analysis(odikes_diavaseis_Project_Sel, odikes_diavaseis_Project_Sel1, Expression)
```

# Process: Point to Raster (3)

```
arcpy.PointToRaster_conversion(odikes_diavaseis_Project_Sell, "OBJECTID", odks_diavsl2, "MOST_FREQUENT", "NONE", "0.999740393697")
```

# Process: Reclassify (5)

```
arcpy.gp.Reclassify_sa(odks_diavsl2, "VALUE", "1 227 100", Reclass_odikes, "DATA")
```

# Process: Raster to Point (4)

```
arcpy.RasterToPoint_conversion(Reclass_odikes, point_Reclassodik_shp, "VALUE")
```

# Process: Clip (4)

```
arcpy.Clip_analysis(point_Reclassodik_shp, floods_500_c14_project, point_Reclassodik_Clip, "")
```

# Process: Spatial Join (3)

```
arcpy.SpatialJoin_analysis(fishnet500x500, point_Reclassodik_Clip, fishnet500x500_SpatialJoin2, "JOIN_ONE_TO_ONE", "KEEP_ALL", "pointid \"pointid\" true true false 4 Long 0 0 ,First,#,C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOODS\\cyprus_floods.gdb\\point_Reclassodik_Clip,pointid,-1,-1;grid_code \"grid_code\" true true false 4 Long 0 0 ,First,#,C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOODS\\cyprus_floods.gdb\\point_Reclassodik_Clip,grid_code,-1,-1", "INTERSECT", "", "")
```

# Process: Add Field (10)

```
arcpy.AddField_management(fishnet500x500_SpatialJoin2, "FINAL_ODIKO", "SHORT", "", "", "", "", "NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
```

# Process: Calculate Field (19)



```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500_SpatialJoin2__2_, "FINAL_ODIKO", "[Join_Count] * [grid_code]", "VB", "")
```

```
# Process: Union (3)
```

```
arcpy.Union_analysis("%scratchWorkspace%\fishnet500x500_SpatialJoin2  
#;C:\\Users\\Swtos\\Desktop\\PROJECT_CYPRUS_FLOODS\\GEODATABASE_CYPRUS_FLOO  
DS\\cyprus_floods.gdb\\fishnet500x500 #", fishnet500x500_SpatialJoin2_, "ALL", "", "GAPS")
```

```
# Process: Calculate Field (20)
```

```
arcpy.CalculateField_management(fishnet500x500_SpatialJoin2_, "FINAL_ODIKO", "updateValue(  
!FINAL_ODIKO! )", "PYTHON_9.3", "def updateValue(value):\\n if value == None:\\n return  
'0'\\n else: return value")
```

```
# Process: Feature to Raster (15)
```

```
arcpy.FeatureToRaster_conversion(fishnet500x500_SpatialJoin2__2_, "FINAL_ODIKO",  
odiko_raster, "0.999740393697")
```

```
# Process: Raster Calculator
```

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa(" \\%eka_point_raster%\\ + \\%ekpo_raster%\\ +  
\\%eko_250_raster%\\ + \\%eka_250_raster%\\ + \\%eka_0_raster%\\ + \\%eko_50_raster%\\ +  
\\%eka_150_raster%\\ + \\%eko_100_raster%\\ + \\%eko_0_raster%\\ + \\%odiko_raster%\\",  
summary_rstr)
```

```
# Process: Reclassify (6)
```

```
arcpy.gp.Reclassify_sa(summary_rstr, "Value", "0 50 1;51 125 2;126 200 3;201 400 4;400 5000 5",  
Reclass_trototita, "DATA")
```

```
# Process: Select (2)
```

```
arcpy.Select_analysis(diatomes_ydraulikou_model_project, diatomes_Select, Expression__9_)
```

```
# Process: Feature Vertices To Points
```

```
arcpy.FeatureVerticesToPoints_management(diatomes_Select, diatomes_Select_points, "ALL")
```

```
# Process: Point to Raster (2)
```

```
arcpy.PointToRaster_conversion(diatomes_Select_points, Value_field, dtms_pnts_rst,  
"MOST_FREQUENT", "NONE", "0.999740393697")
```

```
# Process: Clip
```

```
arcpy.Clip_management(DEM_30, "207597.557799999 340332.284400001 208737.557800002  
345912.284399999", clipped_DEM, fishnet500x500, "-3.402823e+038", "NONE",  
"NO_MAINTAIN_EXTENT")
```

```
# Process: Raster Calculator (2)
```

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa("\%dtms_pnts_rst%" - \%clipped_DEM%", afaresi_poin)
```

```
# Process: Raster Calculator (3)
```

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa("SetNull(\%afaresi_poin%"<0, \%afaresi_poin%)", rstr_pnts_pos)
```

```
# Process: Raster to Point (3)
```

```
arcpy.RasterToPoint_conversion(rstr_pnts_pos, points_positive_shp, "Value")
```

```
# Process: IDW
```

```
arcpy.gp.Idw_sa(points_positive_shp, "GRID_CODE", Idw_, "0.999740393697", "2", "VARIABLE  
12", "")
```

# Process: Raster Calculator (5)

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa("Con(!\"%Idw_%\" < 0.2,0.2,Con(!\"%Idw_%\" >= 0.2) & (!\"%Idw_%\" < 0.5),0.4,Con(!\"%Idw_%\" >= 0.5) & (!\"%Idw_%\" < 1),0.6,Con(!\"%Idw_%\" >= 1) & (!\"%Idw_%\" < 1.5),0.6,Con(!\"%Idw_%\" >= 1.5) & (!\"%Idw_%\" < 2),0.8,Con(!\"%Idw_%\" >= 2,1))))))", depths_05v2)
```

# Process: Zonal Statistics (4)

```
arcpy.gp.ZonalStatistics_sa(fishnet500x500, "OID", depths_05v2, max_depth_05v2, "MAXIMUM", "DATA")
```

# Process: Raster Calculator (8)

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa("!\"%summary_rstr%\" * !\"%max_depth_05v2%\"", summary_05v2)
```

# Process: Reclassify (7)

```
arcpy.gp.Reclassify_sa(summary_05v2, "VALUE", "0 50 1;51 125 2;126 200 3;201 400 4;400 5000 5", Reclass_05v2, "DATA")
```

# Process: Raster Calculator (4)

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa("Con(!\"%Idw_%\" < 0.2,0.2,Con(!\"%Idw_%\" >= 0.2) & (!\"%Idw_%\" < 0.5),0.4,Con(!\"%Idw_%\" >= 0.5) & (!\"%Idw_%\" < 1),0.4,Con(!\"%Idw_%\" >= 1) & (!\"%Idw_%\" < 1.5),0.6,Con(!\"%Idw_%\" >= 1.5) & (!\"%Idw_%\" < 2),0.8,Con(!\"%Idw_%\" >= 2,1))))))", depths_u05)
```

# Process: Zonal Statistics

```
arcpy.gp.ZonalStatistics_sa(fishnet500x500, "OID", depths_u05, max_depth_v05, "MAXIMUM", "DATA")
```

# Process: Raster Calculator (10)

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa("%summary_rstr%" * "%max_depth_v05%", summary_v05)
```

# Process: Reclassify (8)

```
arcpy.gp.Reclassify_sa(summary_v05, "VALUE", "0 50 1;51 125 2;126 200 3;201 400 4;400 5000 5", Reclass_v05, "DATA")
```

# Process: Raster Calculator (7)

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa("Con("%Idw_" < 0.2,0.4,Con("%Idw_" >= 0.2) & ("%Idw_" < 0.5),0.6,Con("%Idw_" >= 0.5) & ("%Idw_" < 1),0.8,Con("%Idw_" >= 1) & ("%Idw_" < 1.5),1,Con("%Idw_" >= 1.5) & ("%Idw_" < 2),1,Con("%Idw_" >= 2,1))))", depths_4v)
```

# Process: Zonal Statistics (2)

```
arcpy.gp.ZonalStatistics_sa(fishnet500x500, "OID", depths_4v, max_depth_4v, "MAXIMUM", "DATA")
```

# Process: Raster Calculator (11)

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa("%summary_rstr%" * "%max_depth_4v%", summary_4v)
```

# Process: Reclassify (9)

```
arcpy.gp.Reclassify_sa(summary_4v, "VALUE", "0 50 1;51 125 2;126 200 3;201 400 4;400 5000 5", Reclass_4v, "DATA")
```

# Process: Raster Calculator (6)

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa("Con(!\"%Idw_%\" < 0.2,0.2,Con(!\"%Idw_%\" >= 0.2) & (!\"%Idw_%\" < 0.5),0.6,Con(!\"%Idw_%\" >= 0.5) & (!\"%Idw_%\" < 1),0.8,Con(!\"%Idw_%\" >= 1) & (!\"%Idw_%\" < 1.5),0.8,Con(!\"%Idw_%\" >= 1.5) & (!\"%Idw_%\" < 2),1,Con(!\"%Idw_%\" >= 2,1))))", depths_2v4)
```

```
# Process: Zonal Statistics (3)
```

```
arcpy.gp.ZonalStatistics_sa(fishnet500x500, "OID", depths_2v4, max_depth_2v4, "MAXIMUM", "DATA")
```

```
# Process: Raster Calculator (9)
```

```
arcpy.gp.RasterCalculator_sa("!\"%summary_rstr%\" * !\"%max_depth_2v4%\"", summary_2v4)
```

```
# Process: Reclassify (10)
```

```
arcpy.gp.Reclassify_sa(summary_2v4, "VALUE", "0 50 1;51 125 2;126 200 3;201 400 4;400 5000 5", Reclass_sum2v4, "DATA")
```