



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ**  
**ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**Οι επιπτώσεις των έργων διευθέτησης  
των υδατορευμάτων στο φυσικό περιβάλλον**



**ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2006**

**Οι επιπτώσεις των έργων διεύθυνσης  
των υδατορευμάτων στο φυσικό περιβάλλον**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

1. **Μάριος Σαπουντζής**, Λέκτορας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
2. **Δημήτριος Σταμόπουλος**, Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
3. **Δημήτριος Βαφείδης**, Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

**Στους γονείς μου  
που μου προσέφεραν το "ζην"  
και στους δασκάλους μου  
που μου προσέφεραν το "εν ζην"**

## Ευχαριστίες

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης των Μεταπτυχιακών μου Σπουδών στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, με τίτλο «Αειφορική Διαχείριση Υδατικού Περιβάλλοντος» του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο Καθηγητή μου, Λέκτορα κ. Μάριο Σαπουντζή, ο οποίος έθεσε τις κατευθυντήριες γραμμές, για την υλοποίηση της Μεταπτυχιακής μου Διατριβής. Με τις εξειδικευμένες γνώσεις, την βοήθεια και την υποστήριξη που μου προσέφερε, καθώς επίσης και το ενδιαφέρον που μου έδειξε σε ολόκληρη την εκπαιδευτική περίοδο, δημιουργήθηκε το κατάλληλο υπόβαθρο, για την ολοκλήρωση της Μεταπτυχιακής μου Διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Δημήτριο Σταμόπουλο, για την συμμετοχή του στην συμβουλευτική-εξεταστική επιτροπή και για την εκπαιδευτική του συμβολή στη διεκπεραίωση αυτής της ερευνητικής προσπάθειας.

Θεωρώ τον εαυτό μου ευγνώμων απέναντι στον Επίκουρο Καθηγητή, κ. Δημήτριο Βαφείδη, ο οποίος χωρίς κανένα δισταγμό, μέσα από τις γνώσεις και την εμπειρία του, βοήθησε καταλυτικά στην διεξαγωγή των δειγματοληπτικών και εργαστηριακών διαδικασιών.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Νικόλαο Νεοφύτου, για την αμέριστη βοήθεια που μου προσέφερε, την καλοκαιρινή περίοδο του τρέχοντος έτους. Πραγματικά η συμβολή του στην επίτευξη του στόχου που έθεσα, ήταν καταλυτική.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ ανήκει και στον πρώην Δασάρχη και νυν Διευθυντή της Διεύθυνσης Δασών του νομού Μαγνησίας, κ. Κων/νο Μάλκα, ο οποίος έδωσε λύσεις σε ότι του ζήτησα.

## VI

Επιπλέον ευχαριστώ πολύ τους Δασολόγους κα. Αθανασία Μακατσιάνου και κ. Στέργιο Γάκη, για την ηθική και γνωστική τους υποστήριξη.

Είμαι ευγνώμων σε όλους τους προαναφερθείς, γεγονός που μου δίνεται η ευκαιρία από αυτό το φύλλο ευχαριστιών, να τους εκμηστιρευτώ την σκέψη μου ότι δε θα ξεχάσω ποτέ τη βοήθεια που μου προσέφεραν!

**Θεόδωρος Γ. Παπαθανασίου**

## Λίστα Πινάκων

**Πίνακας 1:** Ο πληθυσμός της κοινότητας Ζαγοράς του έτους 1991 και του έτους 2001, στα οποία έτη έλαβαν χώρα οι δύο τελευταίες εθνικές απογραφές

**Πίνακας 2:** Οι διαστάσεις στα διάφορα τμήματα διαβάσεων, που χρησιμοποιήθηκαν σε διάφορα έργα διευθέτησης (Κωτούλας, 1997)

**Πίνακας 3:** Μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν

**Πίνακας 4:** Τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των χειμαρρικών ρευμάτων της περιοχής έρευνας

**Πίνακας 5:** Το είδος χώρου και το ποσοστό τους για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής

**Πίνακας 6:** Οι διάφορες τιμές του ορεογραφικού συντελεστή ( $\alpha_h$ ) ανάλογα με την κατηγορία του εδάφους και την ορεογραφική διαμόρφωση της λεκάνης απορροής

**Πίνακας 7:** Οι μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων (mm) των χρονικών ετών 1975 έως 1986 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Πίνακας 8:** Οι μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων (mm) των χρονικών ετών 1999 έως 2004 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Πίνακας 9:** Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες ( $^{\circ}\text{C}$ ) των χρονικών ετών 1975 έως 1986 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Πίνακας 10:** Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες ( $^{\circ}\text{C}$ ) των χρονικών ετών 1999 έως 2002 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Πίνακας 11:** Το είδος του υδρογραφικού δικτύου ενός χειμαρρικού ρεύματος, με βάση την πυκνότητά του

**Πίνακας 12:** Οι μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων (mm) των χρονικών ετών 1999 έως 2004 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Πίνακας 13:** Τα επεισόδια βροχής (mm) από το 1999 έως το 2004 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Πίνακας 14:** Τα ποσοστά των χρήσεων γης στην λεκάνη απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Πίνακας 15:** Τα επεισόδια βροχής (mm), οι αντίστοιχες μέγιστες παροχές ( $\text{m}^3/\text{sec}$ ) και ο αντίστοιχος συνολικός όγκος νερού των επεισοδίων βροχής, που διαδραματίστηκαν κατά τη διάρκεια των ετών από το 1999 έως το 2004 στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Πίνακας 16:** Οι τιμές του παράγοντα  $P_n$ , με βάση την τιμή της κλίσης της λεκάνης απορροής

**Πίνακας 17:** Οι βαθμοί χειμαρρικότητας  $m$ , με βάση τις τιμές που σχετίζεται με συγκεκριμένες κατηγορίες των ορεινών λεκανών απορροής

**Πίνακας 18:** Οι μέγιστες υδατοστερεοπαροχές στο χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη»

**Πίνακας 19:** Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φραγμάτων και προφραγμάτων

**Πίνακας 20:** Οι κατηγορίες ποιότητας του παρόχθιου βιοτόπου και το χρώμα παρουσίασης-συναγερμού, σε συνάρτηση με τις τιμές του δείκτη QBR

**Πίνακας 21:** Τα είδη των δασοπονικών ειδών που υπάρχουν σε κάθε σταθμό στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

**Πίνακας 22:** Ο ταξινομικός πίνακας των δασοπονικών ειδών που εμφανίζονται στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

**Πίνακας 23:** Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των δύο χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

**Πίνακας 24:** Ο αντίστοιχος αριθμός δείγματος στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» και ο γεωμορφολογικός τους τύπος

**Πίνακας 25:** Η τιμή των ποιοτικών παραγόντων του δείκτη QBR, για κάθε δειγματοληπτική θέση στο χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη»

**Πίνακας 26:** Η τιμή των ποιοτικών παραγόντων του δείκτη QBR, για κάθε δειγματοληπτική θέση στο χειμαρρικό ρεύμα «Αφέντω»

**Πίνακας 27:** Ο αντίστοιχος αριθμός δείγματος στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» και το επίπεδο κατάστασης τους

**Πίνακας 28:** Ο συνολικός αριθμός δειγμάτων ανά επίπεδο κατάστασης και στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

**Πίνακας 29:** Η χλωρίδα που υπάρχει στα χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

**Πίνακας 30:** Ο χλωριδικός πίνακας με τα υδροχαρή φυτά και τους θάμνους που φύονται στα διάφορα μέρη των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

**Πίνακας 31:** Τα αποτελέσματα της καταγραφής των αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξύγνο, αλατότητα, αγωγιμότητα και pH), που πραγματοποιήθηκαν στις 25/5/2006 στο θαλάσσιο χώρο, στην εκβολή του χειμάρρου «Γεραμπίνη» και σε βάθος 0,5 m



**Πίνακες 32:** Τα αποτελέσματα της καταγραφής των αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξυγόνο, αλατότητα, αγωγιμότητα και pH), που πραγματοποιήθηκαν στις 25/5/2006 στο θαλάσσιο χώρο, στην εκβολή του χειμάρρου «Μεταμόρφωση του Σωτήρος» και σε βάθος 0,5 m

**Πίνακες 33:** Τα αποτελέσματα της καταγραφής των αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξυγόνο, αλατότητα, αγωγιμότητα και pH), που πραγματοποιήθηκαν στις 25/5/2006 στο θαλάσσιο χώρο, στην εκβολή του χειμάρρου «Αφέντω» και σε βάθος 0,5 m

**Πίνακες 34:** Τα αποτελέσματα της καταγραφής των αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξυγόνο, αλατότητα, αγωγιμότητα και pH), που πραγματοποιήθηκαν στις 25/5/2006 στο θαλάσσιο χώρο της περιοχής του "μάρτυρα" και σε βάθος 0,5 m

**Πίνακας 35:** Η κατανομή και ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμούς δειγματοληψίας (S1, S2, S3, S4, R1, R2)

**Πίνακας 36:** Η κατανομή και ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμούς δειγματοληψίας ανά κλάση

**Πίνακας 37:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμό δειγματοληψίας S1 ανά κλάση

**Πίνακας 38:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμό δειγματοληψίας S2 ανά κλάση

**Πίνακας 39:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμό δειγματοληψίας S3 ανά κλάση

**Πίνακας 40:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμό δειγματοληψίας S4 ανά κλάση

**Πίνακας 41:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στο σταθμό δειγματοληψίας R1 ανά κλάση

**Πίνακας 42:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στο σταθμό δειγματοληψίας R2 ανά κλάση

**Πίνακας 43:** Οι ποιοτικοί οικολογικοί δείκτες που καθορίστηκαν στην παρούσα βενθική ανάλυση

## Λίστα Εικόνων

**Εικόνα 1:** Η περιοχή έρευνας (<http://www.apae.uth.gr/Gerampini/indexGr.htm>)

**Εικόνα 2:** Πανοραμική θέα της Ζαγοράς

**Εικόνα 3:** Η ευρύτερη περιοχή έρευνας, από δορυφόρο

**Εικόνα 4:** Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες στο χώρο των χειμαρρικών ρευμάτων

**Εικόνα 5:** Ο ποσοτικός δειγματολήπτης τύπου CORER

**Εικόνα 6:** Η ευρύτερης περιοχή μελέτης και οι θέσεις των σταθμών της δειγματοληπτικής επιχείρησης [Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>1 (S1): περιέχονται τέσσερις δειγματοληπτικές προσπάθειες, Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>2 (S2): περιέχονται τέσσερις δειγματοληπτικές προσπάθειες, Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>3 (S3): περιέχονται τέσσερις δειγματοληπτικές προσπάθειες, Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>4 (S4): περιέχονται τέσσερις δειγματοληπτικές προσπάθειες, Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>5 (R1): περιέχονται δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες και Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>6 (R2): περιέχονται δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες]

**Εικόνα 7:** Τα ηλεκτρονικά όργανα (Οξυγονόμετρο: *WTW OXI-330 SET-2*, Αλατόμετρο-Αγωγιμόμετρο: *WTW LF-330*, Πεχάμετρο: *WTW 330 SET-2*), με τα οποία έγινε η καταγραφή των αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξύγονο, αλατότητα, αγωγιμότητα και pH) στην υδάτινη στήλη

**Εικόνα 8:** Το στερεοσκόπιο της *OLYMPUS* (φακός: SZ40) που χρησιμοποιήθηκε, για τον υπολογισμό, μέτρηση και κατάταξη του ζωοβένθους σε είδη

**Εικόνα 9:** Η γενική σχηματική παράσταση των επιδράσεων των έργων διευθέτησης στο περιβάλλον (Κωτούλας, 1997)

**Εικόνα 10:** Η διάβαση, με μορφή λεκανών, που συχνά χαρακτηρίζονται και ως κλίμακες ιχθύων (Κωτούλας, 1997)

**Εικόνα 11:** Η ευρύτερη τοποθεσία του ποταμού «Elwha»

**Εικόνες 12-15:** Απεικόνιση των δύο φραγμάτων και του ποταμού «Elwha» (<http://www.elwha.org/River%20Restoration.htm>)

**Εικόνες 16-17 :** Απεικόνιση των δύο φραγμάτων και του ποταμού «Elwha», κατά τη διάρκεια κατασκευής τους (<http://www.nps.gov/archive/olym/issues/isselwha2.htm>)

**Εικόνες 18-19 :** Η ραγδαία μείωση των ενδαιτημάτων και της επιστροφής της πέστροφας και του σολομού στο εσωτερικό του ποταμού «Elwha» (<http://www.nps.gov/archive/olym/elwha/documents.htm>)

**Εικόνα 20:** Η ευρύτερη τοποθεσία του Νείλου ποταμού και το φράγμα ‘Aswan’ (<http://geography.about.com/od/specificplacesofinterest/a/nile.htm>)

**Εικόνα 21:** Το φράγμα ‘Aswan’ από δορυφορική λήψη ([http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan\\_High\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan_High_Dam))

**Εικόνες 22-24:** Απεικόνιση του φράγματος ‘Aswan’ και του Νείλου ποταμού, τόσο κατά τη διάρκεια κατασκευής του όσο και στις ημέρες μας ([http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan\\_High\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan_High_Dam))

**Εικόνα 25:** Τμήμα της λίμνης ‘Nasser’ ([http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan\\_High\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan_High_Dam))

**Εικόνα 26:** Η ευρύτερη τοποθεσία του ποταμού «Yangtze» ([http://www.discoveryangtze.com/Yangtzediscovery/map\\_yangtze.htm](http://www.discoveryangtze.com/Yangtzediscovery/map_yangtze.htm))

**Εικόνα 27:** Το φράγμα ‘Three-Gorges’ από δορυφορική λήψη ([http://en.wikipedia.org/wiki/Three\\_Gorges\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam))

**Εικόνες 28-30:** Απεικόνιση του φράγματος ‘Three-Gorges’ και του ποταμού «Yangtze» ([http://en.wikipedia.org/wiki/Three\\_Gorges\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam))

**Εικόνα 31:** Το είδος του χώρου, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής (Σαπουντζής και συν., 2006)

**Εικόνα 32:** Τα τρία στάδια μορφολογικής εξέλιξης των μισγαγγείων και των κλιτών και των μηκοτομών των ρευμάτων της λεκάνης απορροής (Κωτούλας, 2001)

**Εικόνα 33:** Οι χαρακτηριστικές υψογραφικές καμπύλες (Strahler 1957)

**Εικόνα 34:** Η αθροιστική ή εκατοστιαία υψογραφική καμπύλη του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη»

**Εικόνα 35:** Η αθροιστική ή εκατοστιαία υψογραφική καμπύλη του χειμαρρικού ρεύματος «Αφέντω»

**Εικόνα 36:** Γραφική τρισδιάστατη απεικόνιση των λεκανών απορροής της περιοχής αναφοράς (<http://www.apae.uth.gr/Gerampini/indexGr.htm>)

**Εικόνα 37:** Οι κλίσεις των κλιτών, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης (Σαπουντζής και συν., 2006)

**Εικόνα 38:** Οι εκθέσεις των κλιτών, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης (Σαπουντζής και συν., 2006)

**Εικόνα 39:** Το θερμογράφημα στην περιοχή της Ζαγοράς του 1999

**Εικόνα 40:** Το θερμογράφημα στην περιοχή της Ζαγοράς του 2000

**Εικόνα 41:** Το θερμογράφημα στην περιοχή της Ζαγοράς του 2001

- Εικόνα 42:** Το θερμογράφημα στην περιοχή της Ζαγοράς του 2002
- Εικόνα 43:** Η παγκόσμια μεσογειακή κλιματική ζώνη
- Εικόνα 44:** Ο κλιματικός χάρτης της Ελλάδας κατά Thornthwaite (1948)
- Εικόνα 45:** Οι ζώνες βλάστησης της Θεσσαλίας κατά Raus (1979)
- Εικόνα 46:** Γραφική απεικόνιση των ειδών βλάστησης, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης (Σαπουντζής και συν., 2006)
- Εικόνα 47:** Οι εδαφολογικές συνθήκες, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης (Σαπουντζής και συν., 2006)
- Εικόνα 48:** Γραφική απεικόνιση του γεωλογικού υποθέματος, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης (Σαπουντζής και συν., 2006)
- Εικόνα 49:** Οι τρεις συμβάλλοντες (πράσινη γραμμή) του χειμάρρου «Γεραμπίνη» (μπλε γραμμή), με τα τοπωνύμιά τους (Παπαθανασίου, 2004)
- Εικόνα 50:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 1999 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»
- Εικόνα 51:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 2000 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»
- Εικόνα 52:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 2001 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»
- Εικόνα 53:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 2002 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»
- Εικόνα 54:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 2003 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»
- Εικόνα 55:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 2004 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»
- Εικόνα 56:** Το αδιάστατο μοναδιαίο υδρογράφημα της Sierra Nevada
- Εικόνα 57:** Το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη», διάρκειας  $D = 0,2$  h με απορροϊκό ύψος βροχής 1mm και διάρκειας  $D = 1$  h με απορροϊκό ύψος βροχής 1mm και 5mm
- Εικόνα 58:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 227 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 16/3/1999 έως 19/3/1999
- Εικόνα 59:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 234,8 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 7/11/1999 έως 10/11/1999

**Εικόνα 60:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 101,4 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 3/4/2001 έως 4/4/2001

**Εικόνα 61:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 180,2 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 7/12/2001 έως 10/12/2001

**Εικόνα 62:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 216,2 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 11/3/2002 έως 12/3/2002

**Εικόνα 63:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 309,4 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 7/12/2002 έως 10/12/2002

**Εικόνα 64:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 300,4 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 11/12/2002 έως 17/12/2002

**Εικόνα 65:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 163 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 24/12/2002 έως 26/12/2002

**Εικόνα 66:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 380,8 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 24/1/2003 έως 27/1/2003

**Εικόνα 67:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 188 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 17/2/2003 έως 19/2/2003

**Εικόνα 68:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 131 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 24/12/2003 έως 26/12/2003

**Εικόνα 69:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 117,2 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 1/4/2004

**Εικόνα 70:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 290,8 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 10/12/2004 έως 14/12/2004

**Εικόνα 71:** Σχεδιάγραμμα της λιθοκοκκομετρικής κατανομής του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Εικόνα 72:** Σχεδιάγραμμα της λιθοκοκκομετρικής κατανομής του χειμάρρου «Αφέντω»

**Εικόνα 73:** Τα φράγματα και προφράγματα του χειμάρρου «Γεραμπίνη» (Σαπουντζής και συν., 2006)

**Εικόνα 74:** Τρισδιάστατη απεικόνιση των φραγμάτων και προφραγμάτων του χειμάρρου «Γεραμπίνη» (Σαπουντζής και συν., 2006)

**Εικόνα 75:** Τα κύρια τμήματα ή μέρη ενός από τα φράγματα του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Εικόνα 76:** Το ανάντη και κατόντη τμήμα ενός από τα φράγματα (φράγμα Νο8) του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Εικόνα 77:** Τα θεμέλια ενός από τα φράγματα του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Εικόνα 78:** Άναντη του φράγματος και προφράγματος Νο 2

**Εικόνα 79:** Καπάντη του προφράγματος Νο 3. Άναντη του προφράγματος Νο 3 φαίνεται το φράγμα Νο 3

**Εικόνα 80:** Κατά τη διάρκεια των εργασιών του φράγματος Νο 4

**Εικόνα 81:** Ανάντη των φραγμάτων Νο 5, 6, 7, 8

**Εικόνα 82:** Ανάντη του φράγματος Νο 5

**Εικόνα 83:** Καπάντη του φράγματος Νο 5

**Εικόνα 84:** Καπάντη του φράγματος Νο 6

**Εικόνα 85:** Ανάντη των φραγμάτων Νο 6, 7

**Εικόνα 86:** Καπάντη του φράγματος Νο 7

**Εικόνα 87:** Καπάντη του φράγματος Νο 7

**Εικόνα 88:** Καπάντη του φράγματος Νο 8

**Εικόνα 89:** Καπάντη των φραγμάτων Νο 8, 9

**Εικόνα 90:** Καπάντη του φράγματος Νο 9

**Εικόνα 91:** Καπάντη του φράγματος Νο 10

**Εικόνα 92:** Πάνω στο περύγιο του φράγματος Νο 12

**Εικόνα 93:** Ανάντη του φράγματος Νο 12

**Εικόνα 94:** Καπάντη των φραγμάτων Νο 13, 14, 15

**Εικόνα 95:** Καπάντη του φράγματος Νο 14

**Εικόνα 96:** Καπάντη του φράγματος Νο 14

**Εικόνα 97:** Καπάντη του φράγματος Νο 14

**Εικόνα 98:** Καπάντη του φράγματος Νο 15

**Εικόνα 99:** Καπάντη του φράγματος Νο 15

**Εικόνα 100:** Καπάντη του φράγματος Νο 15

**Εικόνα 101:** Καπάντη του προφράγματος Νο 16

**Εικόνα 102:** Κατάντη του φράγματος Νο 16

**Εικόνα 103:** Κατάντη του φράγματος Νο 16

**Εικόνα 104:** Ανάντη του φράγματος Νο 16

**Εικόνα 105:** Η συχνότητα εμφάνισης των δασοπονικών ειδών στις δειγματοληπτικές θέσεις στο χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη»

**Εικόνα 106:** Η συχνότητα εμφάνισης των δασοπονικών ειδών στις δειγματοληπτικές θέσεις στο χειμαρρικό ρεύμα «Αφέντω»

**Εικόνα 107:** Ο αριθμός και η συγκεκριμένη θέση των σημείων δειγματοληψίας για τις δύο λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

**Εικόνα 108:** Η γεωμορφολογική τιμή για κάθε θέση δειγματοληψίας στο χείμαρρο «Γεραμπίνη»

**Εικόνα 109:** Η γεωμορφολογική τιμή για κάθε θέση δειγματοληψίας στο χείμαρρο «Αφέντω»

**Εικόνα 110:** Τοποθέτηση όλων των δειγματοληπτικών θέσεων ανά επίπεδο κατάστασης (εμφάνιση με το κατάλληλο χρώμα) και στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

**Εικόνα 111:** Η κατανομή των επιπέδων κατάστασης της παρόχθιας βλάστησης στο χείμαρρο «Γεραμπίνη»

**Εικόνα 112:** Η κατανομή των επιπέδων κατάστασης της παρόχθιας βλάστησης στο χείμαρρο «Αφέντω»

**Εικόνα 113:** Το εκβολικό σύστημα του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

**Εικόνα 114:** Το εκβολικό σύστημα του χειμάρρου «Μεταμόρφωση του Σωτήρος»

**Εικόνα 115:** Το εκβολικό σύστημα του χειμάρρου «Αφέντω»

**Εικόνα 116 :** Το σημείο, από το οποίο πάρθηκαν τα δείγματα, κατά τη διάρκεια της δειγματοληπτικής επιχείρησης, στους σταθμούς S1 έως S4

**Εικόνα 117 :** Το σημείο, από το οποίο πάρθηκαν τα δείγματα, κατά τη διάρκεια της δειγματοληπτικής επιχείρησης, στους σταθμούς R1 και R2

**Εικόνες 118-119:** Τα αποτελέσματα της μεθόδου Cluster και MDS (Stress value 0), με βάση τον δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis, για τα δείγματα στους σταθμούς δειγματοληψίας (S1, S2, S3, S4, R1, R2) βάθους 0,5 m

## Λίστα Εξισώσεων

$d_{\mu} = \sqrt[3]{\frac{\Sigma(n * \frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3}{a}}$	(1)
$\left(\frac{N}{m^2}\right)$	(2)
$\left(\frac{S}{m^2}\right)$	(3)
$H' = \sum_{i=1}^S P_i * \log_2 P_i$	(4)
$d = \frac{S-1}{\log N}$	(5)
$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$	(6)
$d_p = c * P * d_x$	(7)
Δείκτης σφαιρικότητας ( <i>sp</i> ) = επιφάνεια σφαίρας ισοδύναμης σε όγκο/επιφάνεια σωματιδίου	(8)
Δείκτης στρογγυλότητας ( <i>at</i> ) = μέση ακτίνα γωνιών σωματιδίου/ακτίνα του μέγιστου εγγεγραμμένου κύκλου στο σωματίδιο	(9)
$d_m = \frac{\Sigma d * \Delta p}{100}$	(10)
$d_{50 \text{ κ.σ.}} = d_{\mu \text{ κ.σ.}} = d_{90 \text{ α.μ.}}$	(11)
$d_{\mu \text{ κ.σ.}} \equiv d_{90 \text{ α.μ.}} \equiv (2,3 \div 3) * d_{\text{m α.μ.}}$	(12)
$d_{\text{max α.μ.}} = (1,2 \div 2,5) * d_{90 \text{ κ.σ.}}$	(13)
$p_i = \sqrt{\frac{d_i}{d_{\text{max } F}}}$	(14)
$H^3 = 260 * \rho$	(15)



$P_m = \frac{\text{ισοδιάσταση} * (L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n)}{F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{n-1}}$	(16)
$q_{\max} = \alpha_h * m * H$	(17)
$Q = F * q$	(18)
$d = \frac{\Sigma L}{F_{\text{ολ.}}}$	(19)
$Q = \frac{(P-I)^2}{(P-I) + S}$	(20)
$S = 254 * \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$	(21)
$I = 0,2 * S$	(22)
$L_g = 0,5541 * \sqrt[3]{\frac{L * L_c}{\sqrt{S}}}$	(23)
$D = \frac{L_g}{5,5}$	(24)
$t_m = \frac{T * \left( L_g + \frac{D}{2} \right)}{100}$	(25)
$Q = 0,01157 * \left( \frac{A * q}{L_g + \frac{D}{2}} \right)$	(26)
$G_{\max} = \frac{P_n * m * Q_{\max}}{Y_n * (100 - P_n)}$	(27)
$Go\lambda. = k * j * F$	(28)
$k = \frac{1150}{e^{0,014 * F}}$	(29)

## Περίληψη

Το χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη» Ζαγοράς του Βόρειου Ανατολικού Πηλίου εμφανίζει έντονη στερεομεταφορική δράση, κατά την διάρκεια εκδήλωσης έντονων βροχοπτώσεων. Τα μεταφερόμενα υλικά προέρχονται από διαβρώσεις στο χώρο της λεκάνης απορροής του, καθώς και από αξονική διάβρωση της κοίτης του. Για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής, η Δασική Υπηρεσία, αντιλαμβανόμενη το μεγάλο πρόβλημα που δημιουργεί ο εν λόγω χείμαρρος από το 1958, προέβη στην κατασκευή σειράς φραγμάτων βαθμίδωσης της κοίτης του ρεύματος. Συνολικά κατασκευάστηκαν είκοσι ένα (21) φράγματα, εκ των οποίων τα δεκαπέντε (15) την τελευταία εξαετία.

Σκοπό της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής αποτελεί να αποδοθούν με τον πιο επιστημονικό και κατανοητό τρόπο οι επιπτώσεις των έργων διευθέτησης των υδατορευμάτων στους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντα χώρου. Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού ενδείκνυται να ερευνηθεί το χειμαρρικό περιβάλλον της περιοχής έρευνας, να προσδιοριστεί ο χειμαρρικός τύπος του χειμάρρου «Γεραμπίνη», να παρουσιαστούν οι αθροιστικές ή εκατοστιαίες υψογραφικές καμπύλες των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω», με σκοπό τον καθορισμό του σταδίου μορφολογικής εξέλιξης των κοιτών. Επίσης καθορίζεται η μορφομετρική και υδρογραφική συγκρότηση των χειμάρρων της περιοχής αναφοράς, ερευνάται και υπολογίζεται η σχέση βροχής-απορροής, προσδιορίζεται η λιθοκοκκομετρική κατανομή των χειμάρρων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω», προσδιορίζεται και αναλύεται ο δείκτης QBR, για τα παραπάνω δύο χειμαρρικά ρεύματα. Ο δείκτης αυτός επαληθεύεται για τα μεσογειακά παρόχθια οικοσυστήματα και προσδιορίζεται εύκολα στην πράξη. Ακόμη αποτελεί έναν

αξιόπιστο ποιοτικό παράγοντα της παρόχθιας βλάστησης της περιοχής έρευνας και δίνει σημαντικά και πολύτιμα στοιχεία, έτσι ώστε να βγουν χρήσιμα συμπεράσματα για τη δομή τόσο του γεωυποθέματος όσο και των φυτοκοινωνιών.

Τέλος στη συγκεκριμένη Μεταπτυχιακή Διατριβή καθορίζεται το ζωβένθος στις εκβολές των τριών χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη», «Μεταμόρφωση του Σωτήρος», «Αφέντω» και ενός "μάρτυρα", έτσι ώστε να μελετηθεί εκτενέστερα το βενθικό οικοσύστημα των εκβολικών και παράκτιων συστημάτων και να βγουν χρήσιμα συμπεράσματα, για την παραγωγικότητα και την οικολογική κατάσταση των συγκεκριμένων περιοχών, οι οποίες περιοχές επηρεάζονται με διαφορετικό τρόπο και βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** πλημμύρα, έργα διευθέτησης, δείκτης QBR, εκβολή, βένθος

## Περιεχόμενα

<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</b>	1-3
1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	3-6
<b>2 Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	
2.1 ΟΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ, ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ, ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	6-11
<b>3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	
3.1 Ο ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ– Η ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΥΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ	11
3.2 Ο ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ – Ο ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	11-12
3.3 ΕΡΓΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ	13-14
3.3.1 Οι επιδράσεις των έργων διευθέτησης στην απορροή-παροχή των υδατορευμάτων	14
3.3.2 Οι επιδράσεις των έργων διευθέτησης στην στερεοπαροχή των υδατορευμάτων	15-17
3.4 ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΧΘΙΑ ΒΛΑΣΤΗΣΗ	18-23
3.5 ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΚΒΟΛΙΚΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ	23-28
<b>4 ΤΟ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</b>	
4.1 Ο ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	29-31
4.2 ΟΙ ΚΙΝΗΤΟΙ ΠΥΘΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΣΤΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΦΕΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	31-33
4.3 Η ΚΑΤΑΤΡΙΒΗ ΤΩΝ ΦΕΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	34
4.4 Η ΛΙΘΟ(ΚΟΚΚΟ)ΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ– Η ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΗ Ή ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ( $d_m$ ή $d_s$ )	34-38
4.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΛΙΘΟ(ΚΟΚΚΟ)ΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ ΠΥΘΜΕΝΩΝ	39-41
<b>5 Η ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ</b>	
5.1 ΟΙ ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ	42-43
5.2 ΟΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ	44-45
5.2.1 Το Γαλλικό δασοτεχνικό σύστημα διευθέτησης	45-47
5.2.2 Τα εκτατικά συστήματα διευθέτησης των ορεινών και ημιορεινών λεκανών απορροής	
5.2.2.1 Η Γαλλοαλγερινή μέθοδος βαθμίδωσης των εδαφών	47-49
5.2.2.2 Η μέθοδος συλλογής των χειμαρρικών πλημμύρων με τη χρήση τάφρων συλλογής του ύδατος	49-50

5.3 ΕΡΓΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ–ΟΙ ΣΧΕΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΕΚΒΟΛΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	50-74
--	-------

## 6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

6.1 ΤΟ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	
6.1.1 Τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά	74-75
6.1.2 Τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά	75-77
6.1.3 Τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά	78-80
6.1.4 Η εξέλιξη των λεκανών απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων	81-83
6.1.5 Κατάταξη του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη», με βάση τα στάδια μορφολογικής εξέλιξης των μισγαγγείων και των κλιτύων	84-86
6.1.6 Οι παράγοντες χειμαρρικότητας	86-87
6.1.6.1 <i>Το ανάγλυφο</i>	87-92
6.1.6.2 <i>Το κλίμα</i>	92-100
6.1.6.3 <i>Η βλάστηση</i>	100-104
6.1.6.4 <i>Το γεωλογικό υπόθεμα</i>	
6.1.6.4.1 <i>Η εδαφική συγκρότηση</i>	104-105
6.1.6.4.2 <i>Οι χειμαρρικοί πετρολογικοί σχηματισμοί</i>	106-108
6.1.7 Το υδρογραφικό δίκτυο	108-111
6.1.8 Ο χειμαρρικός τύπος	111-113
6.2 ΕΡΓΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ	
6.2.1 Τα χειμαρρικά-πλημμυρικά φαινόμενα	114
6.2.2 Οι σημαντικότερες βροχοπτώσεις από την έναρξη της λειτουργίας των έργων διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη»	114-119
6.2.3 Οι υδατοπαροχές στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη» κατά τη διάρκεια των επεισοδίων βροχής	119-131
6.2.4 Η στερεομεταφορική δράση του υδατορεύματος	131-133
6.2.5 Η μέθοδος προσδιορισμού της λιθο(κοκκο)μετρικής κατανομής του κινητού πυθμένα των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» Ζαγοράς	133-138
6.2.6 Οι μέγιστες υδατοστερεοπαροχές στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη» κατά τη διάρκεια των επεισοδίων βροχής	138-143
6.2.7 Ο υπολογισμός του μέγιστου δυνατού στερεοφορτίου της λεκάνης απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη» με τη μέθοδο Kronfellner – Kraus	142-143
6.2.8 Το ιστορικό του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη»	144
6.2.9 Το εφαρμόσιμο σύστημα διευθέτησης στο χειμάρρο «Γεραμπίνη»	144-145
6.2.10 Οι εργασίες και τα έργα που εκτελέστηκαν στην περιοχή έρευνας	145-147
6.2.11 Το τεχνικό μέρος των έργων	147-151
6.2.12 Τα φράγματα	151-152
6.2.12.1 <i>Σκοποί, μέρη και διάκριση των φραγμάτων</i>	152-157
6.2.13 Η χρονική ανάλυση του έργου	157-158
6.2.14 Οι θέσεις και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φραγμάτων και προφραγμάτων	158-159
6.2.15 Η αποτελεσματικότητα-αποδοτικότητα της λειτουργίας των εκτελεσθέντων έργων διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη»	159-164
6.2.16 Η εφαρμογή νέων μεθόδων και συστημάτων διευθέτησης	164-165

6.2.17 Οι πιθανές αστοχίες των φραγμάτων βαθμίδωσης	165-166
6.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΩΝ	167-180
6.4 ΤΟ ΠΑΡΟΧΘΙΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ	
6.4.1 Γενικά	180-181
6.4.2 Η παρακολούθηση της παρόχθιας βλάστησης κατά μήκος των κοιτών με τη μέθοδο του συντελεστή QBR	
6.4.2.1 Η Παρόχθια βλάστηση-Ο δείκτης QBR	181-183
6.4.2.2 Η αξία του δείκτη QBR-Σύγκριση με άλλους ποιοτικούς δείκτες της βλάστησης	183-184
6.4.2.3 Αξιολόγηση των συστατικών παραγόντων του δείκτη QBR	185-188
6.4.2.4 Κατηγορίες παρόχθιας ποιότητας	188-189
6.4.2.5 Οι σχέσεις μεταξύ των παρόχθιων κοινοτήτων και των τιμών του δείκτη QBR	189-195
6.4.2.6 Οι περιοχές μελέτης	195-196
6.4.2.7 Αποτελέσματα της δειγματοληψίας	197-214
6.4.3 Η υδρόβια και παρόχθια πλώδης και θαμνώδης βλάστηση	215-235
6.5 ΤΟ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟ ΚΑΙ ΕΚΒΟΛΙΚΟ ΥΔΡΟΒΙΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ	236-238
6.5.1 Οι υδρόβιοι οργανισμοί των ρεόντων υδάτων και της ανώτερης μεσοπαλιρροϊκής ζώνης-Οι βενθικοί οργανισμοί	238-244
6.5.2 Το εκβολικό σύστημα-Μια οικολογική ανάλυση	244-248
6.5.3 Η ευρύτερη περιοχή μελέτης των σταθμών δειγματοληψίας (γεωγραφικά, φυσικά, βιολογικά και χημικά χαρακτηριστικά)	249-251
6.5.4 Οι επιπτώσεις της πλημμυρικής καταστροφής του έτους 1986 στην ευρύτερη περιοχή της Ζαγοράς, Β. Α. Πήλιο, στην θάλασσα και στην υποπαλιρροϊκή ζώνη	251-257
6.5.5 Καταγραφή των αβιοτικών παραμέτρων στην υδάτινη στήλη της περιοχής έρευνας	257-264
6.5.6 Αποτελέσματα της επεξεργασίας και ανάλυσης των δειγμάτων ιζήματος από τον θαλάσσιο πυθμένα	
6.5.6.1 Αφθονία-σύνθεση της μεγαπανίδας	264-272
6.5.6.2 Ομαδοποίηση (βαθμός συγγένειας) των ειδών κατά Bray-Curtis	273-275
6.5.6.3 Ποιοτικοί οικολογικοί δείκτες	276-278
6.5.6.4 Συμπεράσματα-Συζήτηση	278-282
6.6 ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ ΣΤΑ ΡΕΟΝΤΑ ΥΔΑΤΑ, ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ	282-283
<b>7 ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	283-286
7.1 ΕΡΓΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ	287-289

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## ABSTRACT

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

**Παράρτημα 1:** Η μηκοτομή του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη»

**Παράρτημα 2:** Ο γεωμορφολογικός τύπος του παρόχθιου βιότοπου (για εφαρμογή στο επίπεδο 3, στην ποιότητα κάλυψης)

**Παράρτημα 3:** Το κύριο φύλο σύνταξης του δείκτη QBR

**Παράρτημα 4:** Έντυπο Προσδιορισμού Λιθοκοκκομετρικής Σύστασης (Περιοχή χειμάρρου «Γεραμπίνη»)

**Παράρτημα 5:** Έντυπο Προσδιορισμού Λιθοκοκκομετρικής Σύστασης (Περιοχή χειμάρρου «Αφέντω»)

**Παράρτημα 6:** Ενδεικτικά τα φύλλα σύνταξης του δείκτη QBR, για το χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη»

**Παράρτημα 7:** Ενδεικτικά τα φύλλα σύνταξης του δείκτη QBR, για το χειμαρρικό ρεύμα «Αφέντω»

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η χλωρίδα, πανίδα, καθώς και το γεωπόθεμα αποτελούν σημαντικά συστατικά στοιχεία του οικοσυστήματος μιας περιοχής και γενικότερα του περιβάλλοντος. Με τους όρους χλωρίδα και πανίδα εννοούμε το σύνολο των γενών και ειδών φυτών και ζώων αντίστοιχα που επιβιώνουν, χωρίς ανθρώπινη υποστήριξη (καλλιέργειες, κτηνοτροφία κλπ.) (<http://en.wikipedia.org/wiki>). Οι επιπτώσεις της ύπαρξης, κατασκευής και λειτουργίας τεχνικών έργων στην χλωρίδα, στην πανίδα και στο γεωπόθεμα μπορεί να είναι πρωτογενείς ή άμεσες και δευτερογενείς ή έμμεσες. Οι άμεσες επιπτώσεις οφείλονται κυρίως στην αποψίλωση της ζώνης κατάληψης του έργου και στην διακοπή των μονοπατιών και άλλων οδών κυκλοφορίας των ζώων. Οι έμμεσες επιπτώσεις εκδηλώνονται κυρίως μέσω της ρύπανσης του υδατικού περιβάλλοντος που υποστηρίζει το οικοσύστημα, καθώς από τις επιδράσεις του έργου, των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων και της λειτουργίας του, σε άλλα στοιχεία του περιβάλλοντος και δια μέσω αυτών, στο οικοσύστημα. Σημειώνεται ότι τα οικοσυστήματα μπορεί να διαφοροποιούνται κατά γεωγραφική περιοχή στην ζώνη ενός έργου. Έτσι οι επιπτώσεις πρέπει να εξετάζονται συστηματικά για κάθε διαφοροποιούμενο οικοσύστημα. Κάθε οικοσύστημα χαρακτηρίζεται από τον βαθμό ευαισθησίας που έχει σε εξωτερικές ως προς αυτό επιδράσεις. Κατά την μελέτη των επιπτώσεων του έργου είναι πολύ σημαντικό να επισημαίνονται εκείνα τα στοιχεία του οικοσυστήματος που προκαλούν την ευαισθησία του, ώστε οι εκ του έργου επιπτώσεις να αποφεύγονται ή να περιορίζονται ή να θεραπεύονται. Κύριος στόχος είναι πάντα η μη διατάραξη των υπαρχουσών ισορροπιών που επιτρέπουν την επιβίωση του οικοσυστήματος. Πρέπει ακόμη να σημειωθεί ότι στο πλαίσιο των μελετών του έργου (περιβαλλοντικών και τεχνικών) μπορεί να προσδιορισθούν και γίνουν κατάλληλα



βοηθητικά έργα, ώστε όχι μόνο να διατηρηθούν οι ισορροπίες που επιτρέπουν την επιβίωση του οικοσυστήματος αλλά και να ενισχυθούν φθίνοντα οικοσυστήματα ή να προστατευθούν από επιδράσεις άλλες, μη προκαλούμενες από το έργο. Η εγγενής δυσκολία προσδιορισμού και μέτρησης των οικολογικών συνεπειών δεν πρέπει να αποθαρρύνει την προσπάθεια. Αντιθέτως πρέπει να την εντείνει, αφού η άγνοια των συνεπειών μπορεί να οδηγήσει είτε σε βλάβες του οικοσυστήματος είτε σε διογκώσεις του κινδύνου βλαβών. Και οι δύο συνέπειες της άγνοιας επιδρούν βλαβερά τόσο στο ίδιο το οικοσύστημα όσο και στις επιδιώξεις του ανθρώπου, για το λόγο ότι:

- Η πιθανή μερική ή ολική καταστροφή του οικοσυστήματος επιφέρει αλλαγές στη δόμησή του (βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες)
- Οι βλάβες στο οικοσύστημα έχουν τουλάχιστον μακροπρόθεσμα, κοινωνικό, οικονομικό και μη οικονομικό κόστος
- Η διόγκωση του κινδύνου πρόκλησης βλαβών έχει αμεσότερες συνέπειες κόστους οικονομικού και μη, από καθυστερήσεις πραγμάτωσης του έργου, υπερσχεδιασμού των μέτρων προστασίας κ.λπ.

Η περιβαλλοντική ευαισθησία και συνείδηση των επιστημόνων που εμπλέκονται στον σχεδιασμό του έργου είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων και τον επιτυχή σχεδιασμό της προστασίας του οικοσυστήματος. Οι επιπτώσεις των τεχνικών έργων στην χλωρίδα, στην πανίδα και στο γεωπόθεμα μιας περιοχής, προκειμένου να αντιμετωπιστούν ολοκληρωμένα και έγκαιρα, μπορούν να διακριθούν σε επιπτώσεις από την ύπαρξη του έργου, από τις κατασκευαστικές δραστηριότητες κατά την κατασκευή και σε εκείνες που εκδηλώνονται κατά την λειτουργία. Είναι αναγκαίο να ληφθεί υπόψη ότι κατά τον σχεδιασμό όλες οι επιπτώσεις θα πρέπει να προγνωσθούν και να σχεδιασθούν τυχόν βοηθητικά έργα,

ώστε να αποφευχθούν οι μη αναστρέψιμες επιπτώσεις και να περιορισθούν οι υπόλοιπες επιπτώσεις. Ο επιτυχής σχεδιασμός ενός τεχνικού έργου αποτελεί τόσο νομική (με βάση τους κανονισμούς) όσο και ηθική υποχρέωση κάθε επιστήμονα (να σημειωθεί εδώ πως ο όρος ηθική υποχρέωση χρησιμοποιείται για να υποδείξει τόσο το χρέος του επιστήμονα προς το κοινωνικό σύνολο και το περιβάλλον, όσο και για τις περιπτώσεις εκείνες που οι κανονισμοί απαιτούν μικρότερη προστασία του περιβάλλοντος από αυτή που κρίνει ο επιστήμονας).

### 1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Για την αποτροπή των χειμαρρικών φαινομένων και για την αντιπλημμυρική προστασία μιας ευρύτερης περιοχής, κατασκευάζονται τα έργα διευθέτησης, τα οποία περιλαμβάνουν τεχνικά και φυτοτεχνικά έργα, εντός της κοίτης των υδατορευμάτων και στο χώρο της λεκάνης απορροής. Οι περιοχές, στις οποίες απουσιάζουν τα επαρκή υδρονομικά έργα, για την αντιπλημμυρική προστασία και την αξιοποίηση των ρεόντων υδάτων, σε συνδυασμό με τις αποψιλώσεις των δασών και τις δασικές πυρκαγιές, οδηγούνται σε έντονη διάβρωση και υποβάθμιση των εδαφών τους. Με τον τρόπο αυτό παράγονται άφθονα φερτά υλικά, τα οποία μεταφέρονται στα κατάντη και δημιουργούν σοβαρά προβλήματα σε όλο το μήκος των ρευμάτων, καθώς και στο θαλάσσιο ή στο λιμναίο αποδέκτη τους. Παράλληλα αποτελούν αξιόλογο πόρο εμπλουτισμού, με θρεπτικά συστατικά και οργανισμούς, των δέλτα τους, τα οποία είναι συστήματα με πολύπλοκη και λεπτή ισορροπία.

Η παρούσα της Μεταπτυχιακή Διατριβής φέρει τον τίτλο «Οι επιπτώσεις των έργων διευθέτησης των υδατορευμάτων στο φυσικό περιβάλλον». Το συγκεκριμένο αντικείμενο έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο σε επιστημονικό όσο και σε κοινωνικό

επίπεδο. Ως περιοχή έρευνας και ανφοράς επιλέχτηκε η ευρύτερη περιοχή της Ζαγοράς Πηλίου.

Οι κοινότητες Χορευτού και Ζαγοράς βρίσκονται στο ανατολικό τμήμα του Πηλίου και με την απaráμιλλη ομορφιά τους αποτελούν σημαντικούς πόλους έλξης τουριστικής και οικονομικής ανάπτυξης. Η κοινότητα Χορευτού αναπτύσσεται στον κώνο πρόσχωσης το ρεύματος «Γεραμπίνη», στη λεκάνη απορροής του οποίου, αναπτύσσεται η κοινότητα Ζαγορά. Πρόκειται για ένα χειμαρρικό ρεύμα που έχει εμφανίσει κατά το παρελθόν έντονα πλημμυρικά φαινόμενα, συνοδευμένα από καταστρεπτικές συνέπειες. Η Δασική υπηρεσία αντιλαμβανόμενη το μεγάλο πρόβλημα που δημιουργεί ο εν λόγω χειμάρρος από το 1958, προέβη στην κατασκευή φραγμάτων και κατά το έτος 1987 στη σύνταξη νέας μελέτης διευθέτησης του χειμάρρου. Η μελέτη προέβλεπε την κατασκευή είκοσι ενός φραγμάτων βαθμίδωσης της κοίτης, συνοδευμένα και από πέντε προφράγματα, καθώς επίσης και την κατασκευή σε διάφορες θέσεις τοίχων αντιστήριξης. Συνολικά έχουν κατασκευαστεί είκοσι ένα φράγματα, εκ των οποίων τα δεκαπέντε την τελευταία εξαετία.

Το χειμαρρικό ρεύμα επιλέχθηκε για τη διεξαγωγή της μεταπτυχιακής έρευνας για τους εξής συγκεκριμένους λόγους:

- Είναι ένα χειμαρρικό ρεύμα, το οποίο διέρχεται από κατοικημένη περιοχή και χρήζει παρακολούθησης- πρόληψης πιθανής εκδήλωσης πλημμυρικού γεγονότος.
- Βρίσκεται σε μικρή σχετικά απόσταση (50 km) από το την έδρα του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος και επομένως διευκολύνεται η πρόσβαση για την τακτική λήψη στοιχείων υπαίθρου και των μετρήσεων πεδίου.

- Έχουν πρόσφατα εκτελεστεί φράγματα διευθέτησης, οι επιπτώσεις των οποίων στο φυσικό περιβάλλον είναι το αντικείμενο της παρούσας έρευνας.
- Υπάρχουν τα παρακείμενα χειμαρρικά ρεύματα, «Μεταμόρφωση του Σωτήρος» (χειμαρρος, με επένδυση της κοίτης) και «Αφέντω» Χορευτού (χειμαρρος μάρτυρας, χωρίς έργα διευθέτησης)
- Διαθέτει το πλεονέκτημα ότι τα αποτελέσματα της Μεταπτυχιακής έρευνας μπορούν να συμβάλουν στην προστασία των οικισμών στην ευρύτερη περιοχή του ανατολικού Πηλίου, από την εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων.

Στους στόχους της παρούσας μεταπτυχιακής έρευνας περιλαμβάνονται:

1. Ο προσδιορισμός του χειμαρρικού περιβάλλοντος της λεκάνης απορροής του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη», καθώς επίσης και των χειμαρρικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα.
2. Ο προσδιορισμός τα λιθοκοκκομετρικής κατανομής στους χειμάρρους «Γεραμπίνη» και «Αφέντω».
3. Η έρευνα της σχέσης βροχής-απορροής.
4. Ο προσδιορισμός και η ανάλυση του δείκτη QBR, ο οποίος αποτελεί έναν αξιόπιστο ποιοτικό δείκτη της παρόχθιας βλάστησης.
5. Η ποιοτική αναγνώριση του ζωοβένθους των τριών αυτών εκβολικών συστημάτων.
6. Ο προσδιορισμός και χαρτογράφηση της βενθικής βιοκοινωνίας των τριών αυτών εκβολικών συστημάτων.
7. Η σύγκριση των βιοκοινωνιών των εκβολικών οικοσυστημάτων των χειμάρρων «Γεραμπίνη», «Μεταμόρφωσης του Σωτήρος» και «Αφέντω».

Η συγκεκριμένη Μεταπτυχιακή έρευνα θα αποτελέσει μία ουσιαστική προσπάθεια στον Ελλαδικό χώρο να δοθεί μια ουσιαστική εικόνα των θετικών και αρνητικών επιδράσεων των συγκεκριμένων έργων στους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες του φυσικού περιβάλλοντος.

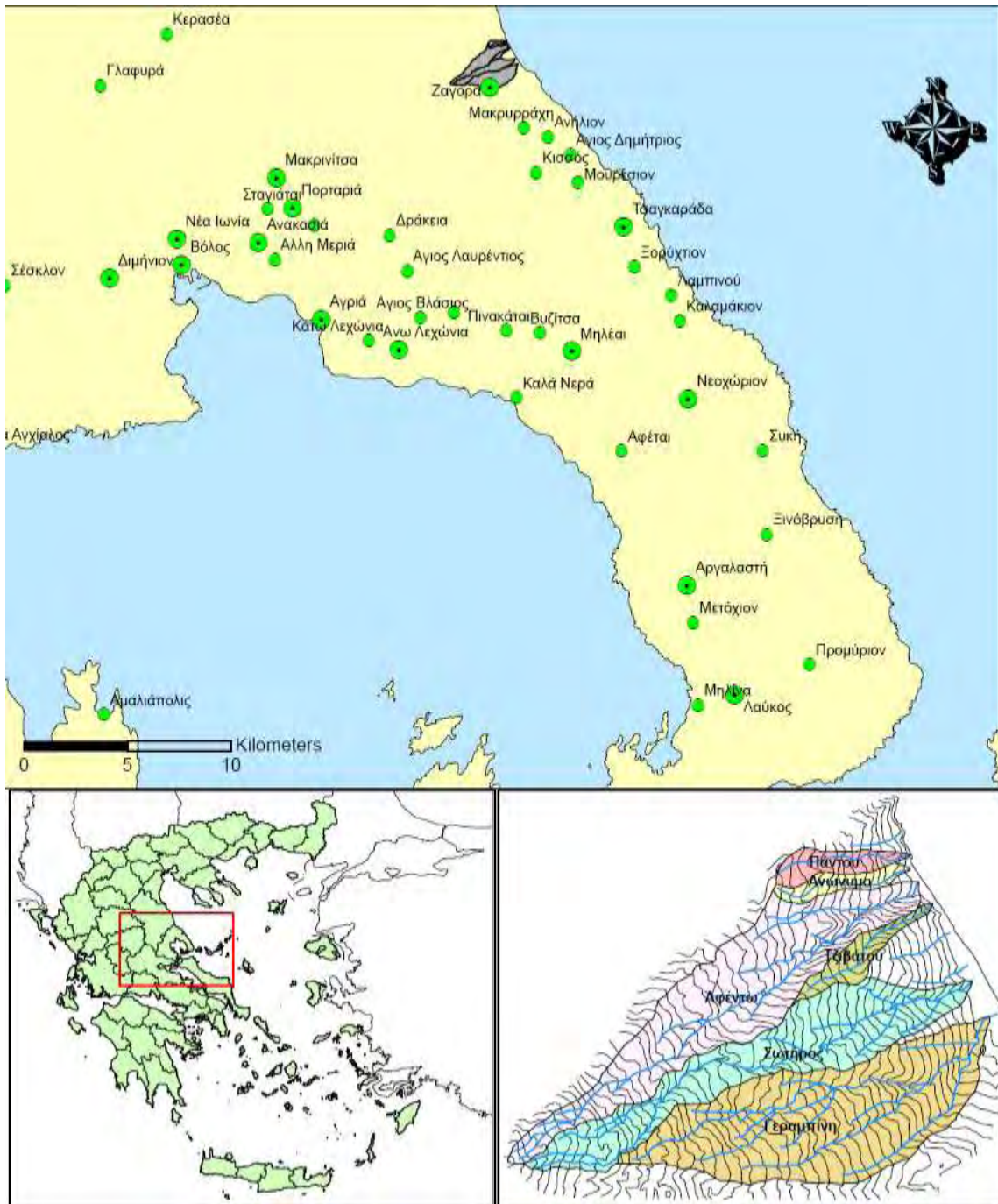
## 2 Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 2.1 ΟΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ, ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ, ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή αναφέρεται στην ποιότητα (πιθανή υποβάθμιση) της κοίτης και του περιβάλλοντα χώρου του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη», από την επίδραση της κατασκευής μιας σειράς φραγμάτων, η λεκάνη απορροής του οποίου απλώνεται στην ευρύτερη περιοχή της Ζαγοράς Πηλίου. Αντίστοιχα η κοινότητα Χορευτού αναπτύσσεται στον κώνο πρόσχωσης το ρεύματος «Γεραμπίνη». Η κοινότητα της Ζαγοράς απέχει από την πόλη του Βόλου μόλις 47 km μέσω Χανίων, ενώ μέσω Τσαγκαράδας απέχει 83 km. Το υψόμετρο της φτάνει τα 480 m (Ημιορεινή ζώνη). Το τοπωνύμιο Ζαγορά έχει πιθανότητα σλαβική προέλευση και σημαίνει τον τόπο που είναι πίσω από το βουνό. Για αυτό και παλαιότερα όλα τα πίσω χωριά του Πηλίου τα έλεγαν "χωριά της Ζαγοράς", ενώ και το ίδιο το Πήλιο ήταν κάποτε γνωστό και ως "βουνό της Ζαγοράς". Κι όσο για την ίδια τη Ζαγορά, αυτή ήταν παλιότερα γνωστή ως Σωτήρα, από την ομώνυμη μεταβυζαντινή μονή της Μεταμορφώσεως του Σωτήρος, στη θέση της οποίας βρίσκεται σήμερα ο ομώνυμος ενοριακός ναός της επίσης ομώνυμης συνοικίας.

Το χωριό συνοικίστηκε στη σημερινή του θέση στα χρόνια της Τουρκοκρατίας, με πρώτους, μάλλον, οικιστές τους κατοίκους ενός παλιότερου οικισμού που πρέπει να

υπήρχε στη θέση Παλιόκαστρο, τρία περίπου χιλιόμετρα βορειανατολικά από το κέντρο της σημερινής Ζαγοράς, όπου είχαν βρεθεί αρκετά οικοδομικά λείψανα. Η Ζαγορά μεγάλωσε με τον ερχομό και την εγκατάσταση προσφύγων και φυγάδων από όλη τη σκλαβωμένη στους Τούρκους χώρα (<http://www.zagora.gr>).

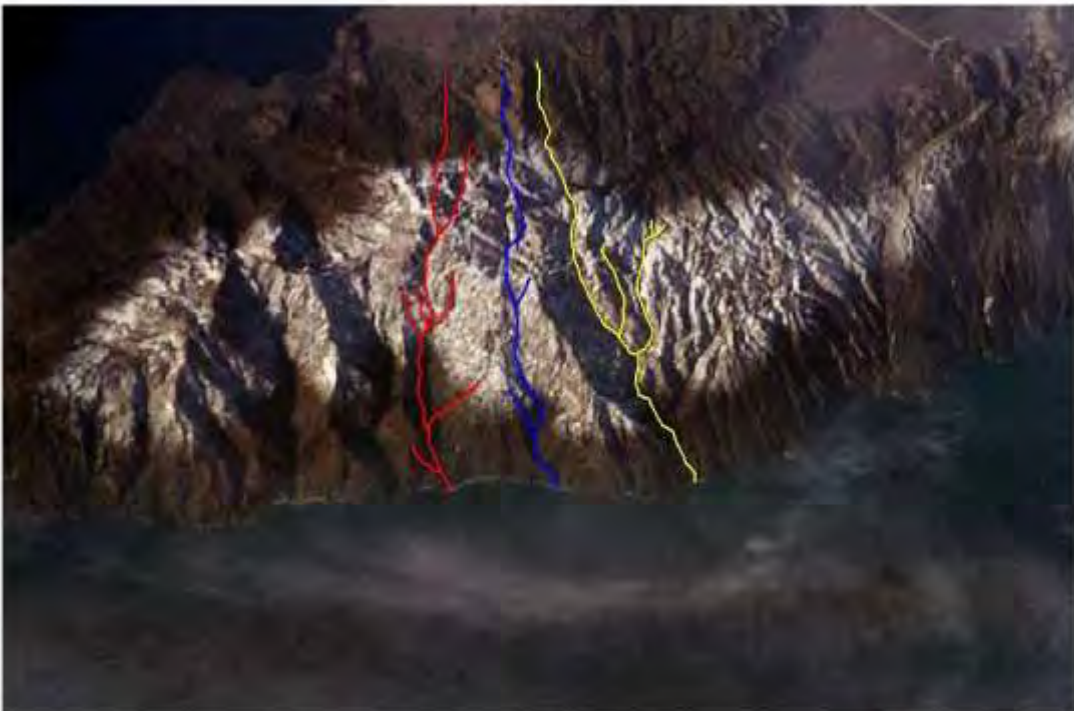


**Εικόνα 1:** Η περιοχή έρευνας (<http://www.apae.uth.gr/Gerampini/indexGr.htm>)





**Εικόνα 2:** Πανοραμική θέα της Ζαγοράς



Εικόνα από δορυφόρο της περιοχής έρευνας.  
(Γεωγραφικό μήκος: 23,0 μοίρες  
Γεωγραφικό πλάτος: 39,5 μοίρες)



**Εικόνα 3:** Η ευρύτερη περιοχή έρευνας, από δορυφόρο

Σύμφωνα με τη Στατιστική Υπηρεσία του νομού Μαγνησίας, η οποία εδρεύει στην πόλη του Βόλου, παραθέτεται στον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 1) ο πληθυσμός της κοινότητας Ζαγοράς του έτους 1991 και του έτους 2001.

**Πίνακας 1:** Ο πληθυσμός της κοινότητας Ζαγοράς του έτους 1991 και του έτους 2001, στα οποία έτη έλαβαν χώρα οι δύο τελευταίες εθνικές απογραφές

<b><u>Κοινότητα Ζαγοράς</u></b>	<b>Έτος</b>	<b>Μέγεθος πληθυσμού</b>	<b>Μείωση πληθυσμού</b>	<b>Ποσοστό μείωσης</b>
	1991	2410	21 άτομα	0,871%
	2001	2389		

Σύμφωνα με τον Πίνακα 1, ο πληθυσμός της κοινότητας Ζαγοράς έχει μειωθεί ελάχιστα από 2410 κατοίκους σε 2389 κατοίκους. Δηλαδή μέσα στα τελευταία δέκα χρόνια παρατηρείται μια μείωση του πληθυσμού κατά είκοσι ένα μόνο κατοίκους (ποσοστό μείωσης 0,871%). Πρακτικά ο πληθυσμός παρέμεινε σταθερός. Βέβαια με τη σημερινή πραγματικότητα, μια μη μείωση του πληθυσμού μιας αγροτικής ημιορεινής περιοχής, αποτελεί την αφορμή για να χαροποιήσει τους τοπικούς φορείς και πολλές φορές να τους κάνει να καθησυχαστούν. Φυσιολογικά όμως, οι τοπικοί αυτοί φορείς δε θα πρέπει να μείνουν στη χαρά, αλλά να προσπαθήσουν, προγραμματίζοντας και σχεδιάζοντας, με απώτερο σκοπό την μελλοντική αύξηση του πληθυσμού της περιοχής τους. Η αποτροπή του φαινομένου της αστυφιλίας από μια μικρή αγροτική κοινωνία θεωρείται πολύ σημαντικό γεγονός, όμως θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες για αύξηση της αποκέντρωσης από κοντινές μεγάλες πόλεις προς την αγροτική αυτή κοινωνία.

Την κύρια απασχόληση των κατοίκων της περιοχής της Ζαγοράς αποτελεί η γεωργία και η εμπορία, μέσω της ένωσης των γεωργικών συνεταιρισμών της Ζαγοράς, των



προϊόντων που παράγονται από τις δενδροκομικές καλλιέργειες τους, ο τουρισμός, ο οποίος διαρκεί ολόκληρο το έτος και η αλιεία, αφού η κοινότητα βρίσκεται πολύ κοντά στις ακτές του Αιγαίου Πελάγους.

Διαθέτει σήμερα μια οικονομία στηριγμένη κατά κύριο λόγο στην πρωτογενή παραγωγή και εμπορία μέσω του Αγροτικού Συνεταιρισμού της των περίφημων μήλων της "zagorin" της ποικιλίας ντελίσιους, που κατέκτησαν τις αγορές του εξωτερικού. Σχετικές είναι και οι επιδόσεις της στον τομέα του αγροτουρισμού, όπου ξεχωρίζει ο γυναικείος συνεταιρισμός που παράγει, συσκευάζει και εμπορεύεται παραδοσιακά γλυκά, εδέσματα, ποτά, αποξηραμένα φυτά και καλλυντικά είδη, ενώ και στον καθαρά τουριστικό τομέα η Ζαγορά αναπτύσσεται ολοένα και περισσότερο με ενοικιαζόμενα δωμάτια, ξενώνες, ταβέρνες κ.α.

Στις δενδροκομικές καλλιέργειες κυριαρχούν τα είδη της μηλιάς (*Pyrus malus*), της αχλαδιάς (*Pyrus sativa*), της φουντουκιάς (*Corylus avellana*) και της καρυδιάς (*Juglans regia*). Το 40,0% περίπου των κατοίκων ασχολείται επαγγελματικά με την γεωργία. Τους καλοκαιρινούς συνήθως μήνες ασχολούνται οι ίδιοι οι γεωργοί, κυρίως οι νέοι, και με τον τουρισμό για την απόκτηση συμπληρωματικού εισοδήματος και τη βελτίωση του ετήσιου ύψους του εισοδήματός τους και άρα τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής τους. Παρόλο αυτό όμως το οικονομικό επίπεδο της περιοχής θεωρείται αρκετά χαμηλό. Το αίσθημα πολλών από τους κατοίκους είναι ότι η περιοχή δεν έχει εκμεταλλευτεί και αξιοποιηθεί όσο θα έπρεπε.

Σε ότι αφορά τον δευτερογενή παραγωγικό τομέα οι βιομηχανίες και κυρίως οι βιοτεχνίες της περιοχής είναι μηδαμινές. Τέλος ο αριθμός των δημόσιων υπηρεσιών που εδράζουν στην κοινότητα της Ζαγοράς αποτελούν τον απαραίτητο αριθμό που χρειάζεται για να λειτουργήσει σωστά μια αγροτική κοινότητα. Βλέπουμε δηλαδή πως

η οικονομία της περιοχής βασίζεται σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό στον πρωτογενή παραγωγικό τομέα που αποτελεί ως ένα σημείο φυσικό επακόλουθο, αφού πρόκειται για μία αγροτική κοινωνία.

### 3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

#### 3.1 Ο ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ–Η ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΥΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ

Μετά από τη συγκέντρωση των τοπογραφικών χαρτών της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, κλίμακας 1:50.000, στους οποίους ήταν οριοθετημένες οι ορεινές λεκάνες απορροής των χειμάρρων της περιοχής έρευνας, υπολογίσθηκαν τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των ρευμάτων. Από τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά προσδιορίσθηκαν: το εμβαδό, η περίμετρος, ο βαθμός στρογγυλόμορφιας, το ελάχιστο, μέσο και μέγιστο υψόμετρο, το μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο, το μέγιστο ανάγλυφο και η μέση κλίση της λεκάνης απορροής. Από τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά υπολογίσθηκαν: το μήκος της κεντρικής κοίτης, η πυκνότητα, η μέση κλίση της και το μήκος της πεδινής διαδρομής ως το μεγαλύτερο αποδέκτη.

#### 3.2 Ο ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ – Ο ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ

Οι βασικοί φυσικοί παράγοντες που καθορίζουν το χειμαρρικό περιβάλλον σε μία λεκάνη απορροής είναι: το κλίμα, το ανάγλυφο, η βλάστηση και το γεωλογικό υπόθεμα. Το κλίμα αποτελεί τον παράγοντα επίθεσης πάνω στο αδρανές υπόβαθρο, το γεωλογικό υπόθεμα. Το ανάγλυφο αποτελεί τον ρυθμιστικό παράγοντα που καθορίζει,

την κατεύθυνση και την ταχύτητα κίνησης της απορροής, ενώ η παρουσία της βλάστησης, η οποία παρεμβάλλεται μεταξύ των κατακρημνισμάτων και του γεωλογικού υποθέματος δρα ως ασπίδα προστασίας κατά της διάβρωσης. Ο προσδιορισμός των παραπάνω παραγόντων επιτρέπει την κατάταξη του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη» της περιοχής έρευνας σε χειμαρρικό τύπο, ο οποίος τύπος καθορίζει το είδος και την ένταση των χειμαρρικών φαινομένων (διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωκατακρημνίσεις και γεωλισθήσεις) που αναπτύσσονται στην κάθε λεκάνη απορροής. Για τον προσδιορισμό του χειμαρρικού τύπου του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη», καθώς και του χειμαρρικού περιβάλλοντος που διαμορφώνεται στην περιοχή ακολουθήθηκε η διεθνώς χρησιμοποιούμενη κατάταξη χειμαρρικών τύπων κατά Κωτούλα.

Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού, οριοθετήθηκε η λεκάνη απορροής και προσδιορίστηκαν τα όρια, όπως επίσης πραγματοποιήθηκε η συγκέντρωση και επεξεργασία των μετεωρολογικών στοιχείων των σταθμών που λειτούργησαν ή λειτουργούν στην ευρύτερη περιοχή. Ακόμη συγκεντρώθηκαν οι θεματικοί χάρτες, συνθηκών βλάστησης, γεωλογικού υποθέματος και ανάγλυφου της περιοχής έρευνας, οι χάρτες δασοκάλυψης της Δασικής Υπηρεσίας, καθώς επίσης και οι εδαφολογικοί και γεωλογικοί χάρτες του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.). Επιπλέον πραγματοποιήθηκε ανάλυση των τεσσάρων παραγόντων χειμαρρικότητας (κλίμα, ανάγλυφο, βλάστηση και γεωλογικό υπόθεμα) και κατάταξη του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη» σε χειμαρρικό τύπο.

### 3.3 ΕΡΓΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

Αρχικά συγκεντρώθηκαν οι μελέτες διευθέτησης που συντάχθηκαν από τη Δασική Υπηρεσία, για την περιοχή έρευνας. Με βάση τις επιτόπιες μετρήσεις που έγιναν στην χειμαρρική περιοχή «Γεραμπίνη» και τη βοήθεια του τοπογραφικού χάρτη της ευρύτερης περιοχής, κλίμακας 1: 50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.), καταγράφηκαν το σύνολο των φραγμάτων και προφραγμάτων, οι συγκεκριμένες γεωγραφικές θέσεις των τεχνικών αυτών έργων, καθώς και ο τρόπος λειτουργίας των έργων διευθέτησης. Έγινε προσπάθεια να εκτιμηθεί η σημερινή τους κατάσταση, έτσι σε κάθε ένα φράγμα μετρήθηκαν το ύψος και πλάτος τους, το μήκος του διάρρου, η κλίση αντιστάθμισης και υπολογίστηκε το ύψος πρόσχωσης τους. Τέλος προσδιορίστηκε το σύστημα διευθέτησης και το είδος των έργων που προτάθηκαν, για την αντιμετώπιση του προβλήματος των κατακρημνίσεων της αξονικής διάβρωσης και των πλημμυρικών φαινομένων και συγκεντρώθηκε εκ νέου η μηκοτομή του χειμάρρου «Γεραμπίνη» (Παράρτημα 1).

Για την δημιουργία της μηκοτομής εργαστήκαμε ως εξής:

#### **α) Εργασία Πεδίου**

Με τη βοήθεια του κλισίμετρου και της μετροταινίας έγινε διαβημάτιση στη κοίτη του υδατορεύματος «Γεραμπίνη» και πραγματοποιήθηκε καταγραφή των στοιχείων, τα οποία απαιτούνται για την σύνταξη της μηκοτομής (δηλαδή απόσταση και κλίση).

#### **β) Εργασία Γραφείου**

Τα παραπάνω στοιχεία στη συνέχεια περάστηκαν, με την βοήθεια του σχεδιαστικού πακέτου Autocad 2006. Στον άξονα x τα δεδομένα παρουσιάζονται με κλίμακα 1:100,

ενώ στον άξονα y με κλίμακα 1:1.000. Το παραπάνω σχέδιο εκτυπώθηκε σε κλίμακα 1:2.000.

### 3.3.1 Οι επιδράσεις των έργων διευθέτησης στην απορροή-παροχή των υδατορευμάτων

Μία ισχυρή βροχόπτωση με σημαντική ραγδιότητα αποτελεί το σημαντικό αίτιο της δημιουργίας εντόνων και καταστροφικών πλημμυρικών φαινομένων. Μετά από επεξεργασία και ανάλυση των βροχομετρικών δεδομένων που έχουν ληφθεί από το μετεωρολογικό σταθμό της περιοχής έρευνας, υπολογίστηκαν τα μέσα μηνιαία και ετήσια ύψη βροχόπτωσης, καθώς επίσης και το μέσο μέγιστο και μέσο ελάχιστο ύψος βροχής με τη βοήθεια του προγράμματος MS Excell. Επίσης υπολογίστηκαν οι υδατοπαροχές των επεισοδίων βροχής που έχουν λάβει χώρα. Αυτό επιτυγχάνεται, αφού πρώτα εκτιμηθεί η απορροϊκή βροχόπτωση, με την εφαρμογή του απορροϊκού συντελεστή [Curve Number (CN)] της Soil Conservation Service (S.C.S.) (U.S.D.I. 1987, Παπαμιχαήλ και συν. 1995, Στάθης και Σαπουντζής, 2003).

Στη συνέχεια εκτιμάται το πλημμυρικό υδρογράφημα, με τη χρήση του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος της Sierra Nevada (Στεφανίδης 1995, Stefanidis 1995, Μπαλούτσος και συν. 2000, Κωτούλας 2001) (Στάθης και Σαπουντζής, 2003) και υπολογίζεται η μέγιστη πλημμυρική υδατοπαροχή που προκύπτει από το παραπάνω υδρογράφημα. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα μελλοντικά έργα που κρίνονται απαραίτητα για κατασκευή, με σκοπό την αντιπλημμυρική προστασία της συγκεκριμένης περιοχής έρευνας.

### 3.3.2 Οι επιδράσεις των έργων διευθέτησης στην στερεοπαροχή των υδατορευμάτων

Για τον προσδιορισμό της λιθο(κοκκο)μετρικής συγκρότησης των φυσικών κινητών πυθμένων των ρευμάτων, όπως ο χειμάρρος «Γεραμπίνη» και «Αφέντω», χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι. Στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε η γραμμική μέθοδος δειγματοληψίας, σε συνδυασμό με την ογκομετρική μέθοδο προσδιορισμού της μέσης διαμέτρου λίθων (Κωτούλας, 2001), όπου περιλαμβάνει εργασίες υπαίθρου, κατά μήκος των κοιτών των υδατορευμάτων.

Η μέθοδος αυτή έλαβε χώρα στους χειμάρρους «Γεραμπίνη» και «Αφέντω». Το χειμαρρικό ρεύμα «Αφέντω» χρησιμοποιήθηκε ως "μάρτυρας" χειμάρρος, που έχει υποστεί την ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση.

Αφού έγινε η συλλογή των παρασυρόμενων εδαφικών τεμαχιδίων (ογκόλιθοι, κροκάλες, χάλικες κλπ) που βρίσκονται μέσα στα πλαίσια (1m \* 1m) σε ειδικές δειγματοληπτικές θέσεις των δύο χειμάρρων, στη συνέχεια υπολογίστηκε η μέγιστη ( $d_{max}$ ) και η ελάχιστη ( $d_{min}$ ) διάμετρός τους και πραγματοποιήθηκε η κατάταξής τους (σύμφωνα με τις τιμές των διαμέτρων αυτών) στις βαθμίδες μέσης διαμέτρου λίθων. Ύστερα από αυτό υπολογίστηκε το πλήθος των λίθων που ανήκουν σε κάθε βαθμίδα μέσης διαμέτρου.

Έχοντας υπόψη την τιμή του όγκου των λίθων ανά βαθμίδα  $\left(\left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3\right)$ , υπολογίστηκε

ο συνολικός όγκος ανά βαθμίδα  $\left(n \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3\right)$  και κατ' επέκταση το άθροισμα

του συνολικού όγκου όλων των βαθμίδων  $\left\{\sum \left[n \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3\right]\right\}$ . Η τρίτη ρίζα του

πηλίκου του αθροίσματος του συνολικού όγκου όλων των βαθμίδων προς τον αριθμό των κλάσεων (a), μας έδωσε την τιμή της μέσης διαμέτρου ( $d_{\mu}$ ) των υλικών της κοίτης.

$$\text{Δηλαδή ισχύει } d_{\mu} = \sqrt[3]{\frac{\Sigma(n * \frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3)}{a}} \quad (\text{cm}) \quad (1)$$

όπου

$d_{\mu}$  = η μέση διάμετρος

$$\frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3 = \text{ο όγκος των λίθων ανά βαθμίδα (όγκος σφαίρας ακτίνας } \frac{d_{\beta}}{2}$$

$n$  = ο αριθμός των λίθων

$$\Sigma(n * \frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3) = \text{το άθροισμα του συνολικού όγκου όλων των βαθμίδων}$$

$a$  = ο αριθμός των κλάσεων

Μετά από αυτό υπολογίστηκε το εκατοστιαίο ποσοστό του συνολικού όγκου ανά

$$\text{βαθμίδα } (n * \frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3) \text{ προς το άθροισμα του συνολικού όγκου όλων των}$$

$$\text{βαθμίδων } \left\{ \Sigma \left[ n * \frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3 \right] \right\}, \text{ για κάθε βαθμίδα χωριστά.}$$

Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης παρουσιάστηκαν σε ένα σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων, στο οποίο σαν τετμημένη αποτελεί η μέση διάμετρος των βαθμίδων των λίθων και σαν τεταγμένη το εκατοστιαίο ποσοστό του συνολικού όγκου

ανά βαθμίδα  $(n \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3)$  προς το άθροισμα του συνολικού όγκου όλων των

βαθμίδων  $\left\{ \sum \left[ n \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3 \right] \right\}$ .

Έτσι δημιουργήθηκε η καμπύλη της λιθο(κοκκο)κατανομής του μίγματος των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» στην περιοχή Ζαγορά Πηλίου, η οποία αποτελεί μια αθροιστική καμπύλη.

Στην αθροιστική λιθοκοκκομετρική κατανομή των χειμάρρων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» παρουσιάστηκαν η μέση διάμετρος ( $\bar{d}$ ) του καλυπτήριου στρώματος και η αντιπροσωπευτική ή καθοριστική διάμετρος των μεταφερομένων υλικών ( $d_m$ ), η οποία διάμετρος μπορεί να εκφράσει τη συμπεριφορά του συνόλου των κόκκων και των λίθων του μίγματος κατά την μετακίνησή τους.

Ο όγκος των μεταφερόμενων υλικών αποτίθενται ως πρόσχωση στο πίσω μέρος των φραγμάτων, ενώ ένα μικρό μέρος αυτών μεταφέρεται προς τα κατάντη. Ο συνολικός όγκος των μεταφερομένων υλικών, που συγκρατήθηκε από τα φράγματα μέσα σε μία εξαετία, ανέρχεται σε 14305,34 m<sup>3</sup>.



### 3.4 ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΧΘΙΑ ΒΛΑΣΤΗΣΗ

Στην περίπτωση της ανάλυσης της παρόχθιας βλάστησης των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» (αποτελεί υδατορεύμα σύγκρισης και αναφοράς) επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ο δείκτης QBR, ο οποίος επαληθεύεται για τα μεσογειακά παρόχθια οικοσυστήματα και μπορεί να υπολογιστεί στην πράξη, χρησιμοποιώντας εύκολα προσδιορισμένα και μετρήσιμα χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Ο δείκτης ονομάζεται QBR από την καταλανική σύντμησή του, "Qualitat del Bosc de Ribera" (στην ελληνική, "παρόχθια δασική ποιότητα") (Munne A. *et al.*, 2003).

Ο δείκτης της παρόχθιας ποιότητας QBR είναι χρήσιμος για τη διαχείριση των χειμαρρικών ρευμάτων και των ποταμών. Ο σκοπός του δείκτη είναι να παρασχεθεί στους διαχειριστές και τους αρμόδιους φορείς μια απλή μέθοδος, για την αξιολόγηση της ποιότητας του παρόχθιου βιότοπου. Ο συγκεκριμένος δείκτης είναι εύκολο να υπολογιστεί και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με οποιοδήποτε άλλο δείκτη της ποιότητας του οικοσυστήματος, με σκοπό την αξιολόγηση της οικολογικής θέσης των χειμαρρικών ρευμάτων και των ποταμών. Μπορεί επίσης να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για τις "βιοπολύπλοκες" οικολογικές θέσεις στο πλαίσιο της οδηγίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα ύδατα (European Commission, 2000). Ο δείκτης QBR σχεδιάζεται μόνο για τις παρόχθιες ζώνες, επειδή προσδιορίζει την ποιότητα των βιότοπων από τις όχθεις των χειμαρρικών ρευμάτων και των ποταμών (<http://www.geographyfieldwork.com/QBR>).

Ο δείκτης αυτός είναι βασισμένος σε τέσσερα συστατικά του παρόχθιου βιότοπου: συνολική παρόχθια κάλυψη βλάστησης, δομή κάλυψης, ποιότητα κάλυψης και αλλαγές των κοιτών. Επίσης λαμβάνει υπόψη τις διαφορές στη γεωμορφολογία του ποταμού ή χειμάρρου από τις ανώτερες προς τις χαμηλότερες θέσεις. Αυτές οι παραπάνω

διαφορές υπολογίζονται με έναν απλό και συνάμα ποσοτικό τρόπο (Munne A. *et al.*, 2003).

Το αποτέλεσμα του δείκτη ποικίλλει μεταξύ 0 και 100 μονάδων. Ο δείκτης QBR υπολογίζεται στην πράξη μέσω ενός φύλλου καταγραφής μορφής A4, το οποίο και συμπληρώνεται από έναν επιθεωρητή πεδίων ("παρατηρητής"), ο οποίος "παρατηρητής" είναι εξοικειωμένος με τα πιο κοινά είδη δέντρων και θάμνων που βρίσκονται στις περιοχές μελέτης (<http://www.geographyfieldwork.com/QBR>).

Είναι σημαντικό ότι καμία ταξινομική πείρα δεν απαιτείται για να εφαρμοστεί ο δείκτης, αν και κάποια γνώση της τοπικής χλωρίδας απαιτείται για την αναγνώριση των ιθαγενών και μη ιθαγενών ειδών δέντρων. Επίσης ο δείκτης QBR μπορεί να εφαρμοστεί στις μεσογειακές γεωγραφικές περιοχές μέσα σε συγκροτημένες ζώνες, χωρίς αλλαγές ή άλλες προσαρμογές στην έννοια των δεικτών. Ο δείκτης QBR είναι ανεξάρτητος από άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των ποταμών και χειμάρρων, τα οποία χαρακτηριστικά χρησιμοποιούνται σε άλλους δείκτες που αξιολογούν τις παρόχθιες ζώνες, όπως για παράδειγμα το μήκος και πλάτος της κοίτης του χειμάρρου ή ποταμού.

Η ανάπτυξη του δείκτη QBR περιέλαβε δειγματοληψίες στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω». Ο χειμάρρος «Αφέντω» χρησιμοποιήθηκε ως "μάρτυρας" χειμάρρος, αφού βρίσκεται σε ελάχιστη απόσταση από το χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη» και στο οποίο δεν έχουν εκτελεστεί έργα διευθέτησης.

Στην περίπτωση του χειμάρρου «Γεραμπίνη» οι δειγματοληπτικές θέσεις (σύνολο 17) ταυτίζονταν με τις θέσεις αμέσως κατάντη των φραγμάτων (Tuzun and Albayrak, 2005), αφού στις συγκεκριμένες θέσεις συμβαίνουν οι πιθανώς μεγαλύτερες και σημαντικότερες οικολογικές μεταβολές, λόγω των γρήγορων και έντονων αλλαγών στη ροή του νερού, στην μείωση του επιπέδου των θρεπτικών συστατικών, καθώς επίσης

και στην μείωση ορισμένων φυσικών χαρακτηριστικών, ενώ αντίθετα στην περίπτωση του χειμάρρου «Αφέντω» οι θέσεις της δειγματοληψίας (σύνολο 17) αντιστοιχούν στα σημεία κατά μήκος της κοίτης του ρεύματος, τα οποία προκύπτουν από την αντίστοιχη τομή των ευθειών που άγονται από κάθε δειγματοληπτική θέση στο χειμάρρο «Γεραμπίνη» (θέσεις φραγμάτων) και τον άξονα της κοίτης του χειμάρρου «Αφέντω» και η οποία ευθεία είναι πάντα παράλληλη με την ακτογραμμή. Έτσι και στα δύο υδατορεύματα λήφθηκε ο ίδιος αριθμός δειγμάτων (Εικόνα 9). Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι δύο από τις παραπάνω δειγματοληπτικές θέσεις, ανήκαν στις εκβολές των δύο αυτών χειμάρρων. Συνολικά τριάντα τέσσερις περιοχές δειγματοληψίας αξιολογήθηκαν και τα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν για να υπολογιστεί ο δείκτης QBR και να βγουν χρήσιμα ποιοτικά συμπεράσματα, για την παρόχθια βλάστηση του χειμάρρου «Γεραμπίνη».

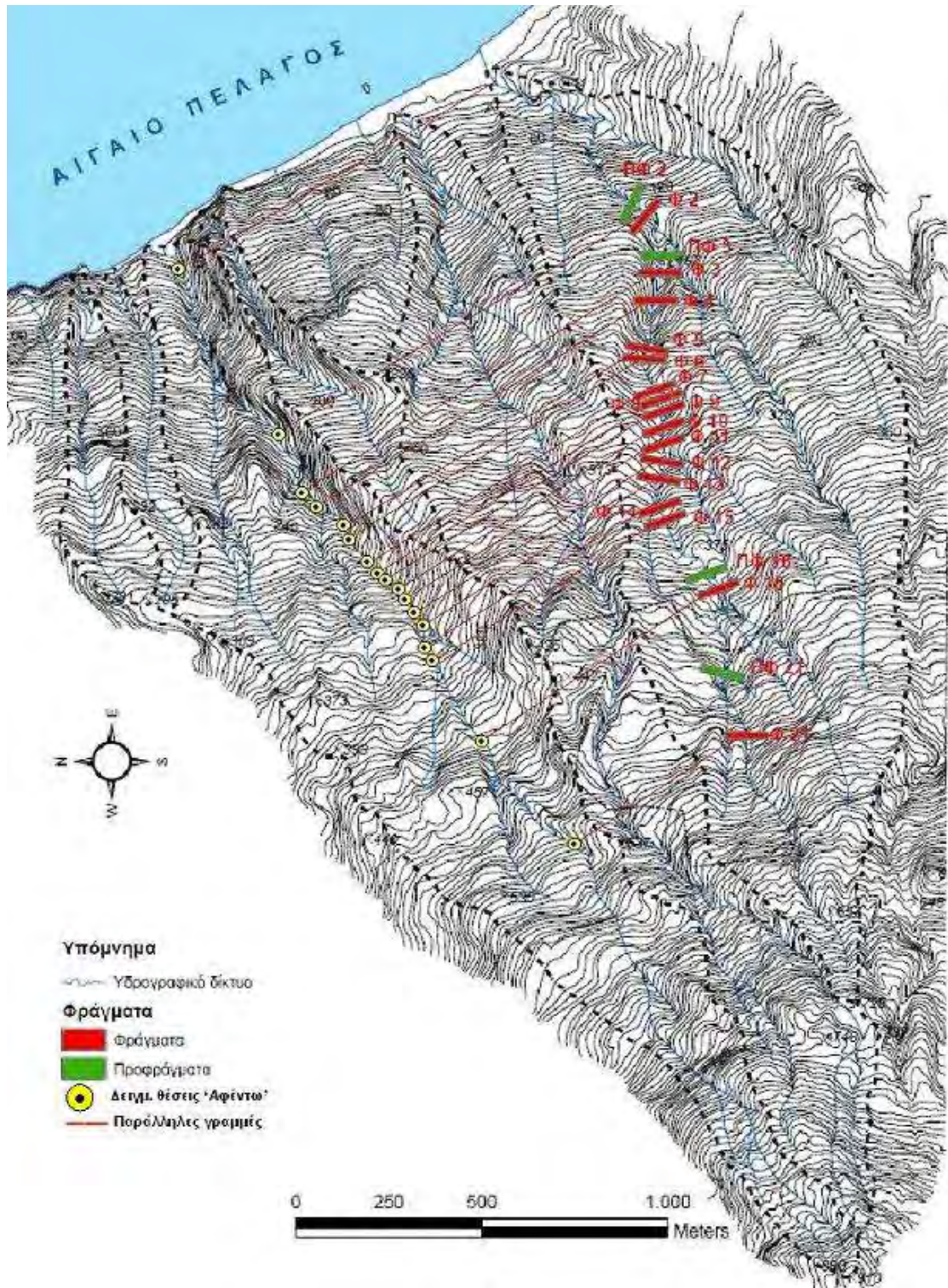
Και οι δύο όχθεις του χειμάρρου εξετάζονται από κοινού (π.χ. για την κάλυψη και δομή της βλάστησης). Για τον προσδιορισμό του δείκτη, ο χειμάρρος διαιρείται σε δύο τμήματα: στην κύρια κοίτη και στην παρόχθια περιοχή. Το πρώτο υποδιαιρείται σε άλλα δύο τμήματα: την περιοχή που καλύπτεται μόνιμα με τα ρέοντα ύδατα (που δεν εξετάζεται στη διαδικασία σημείωσης) και της ζώνης που καλύπτεται περιοδικά από τα ρέοντα ύδατα. Τα ελόφυτα βρίσκονται συνήθως στη ζώνη μεταξύ της εσωτερικής κοίτης και του ύψους του πυθμένα και χρησιμοποιούνται στο δείκτη ως στοιχείο για να αυξήσει την οικολογική αξία του βιοτόπου, επειδή παρέχουν σε αυτή την περιοχή το καταφύγιο για πολλά είδη. Ο συγκεκριμένος δείκτης δεν εξετάζει τα καταδυόμενα μακρόφυτα, επειδή τα εσωτερικά χαρακτηριστικά των κοιτών δεν χρησιμοποιούνται. Ο δείκτης QBR κυμαίνεται μεταξύ 0 και 100 μονάδων και ακολουθεί τη λογική του δείκτη RCE (Petersen, 1992). Αποτελεί το άθροισμα των τιμών των τεσσάρων επιμέρους αποτελεσμάτων, βασισμένο

στις τέσσερις πτυχές της παρόχθιας ποιότητας. Κάθε πτυχή σημειώνεται αρχικά με τη μια από τις τέσσερις τιμές: 0, 5 ..10 ή 25, ενώ ενδιάμεσες τιμές δεν μπορούν να σημειωθούν.

Κάθε οικολογικός παράγοντας πρέπει να εξεταστεί εκ' νέου και επίσης περισσότερα από ένα κριτήρια μπορούν να ισχύσουν σε κάθε συστατικό του παρόχθιου βιότοπου. Εάν το τελικό αποτέλεσμα είναι αρνητικό, καταγράφεται ως 0. Εάν το τελικό αποτέλεσμα είναι επάνω από 25, καταγράφεται ως 25. Αρνητικές τιμές και τιμές υψηλότερες από 25 αποκλείονται προκειμένου να δοθεί η ίδια σημασία σε κάθε μια από τα τέσσερα μέρη του δείκτη.

Δεδομένου ότι οι περισσότερες από τις περιοχές ερευνήθηκαν χρησιμοποιώντας τις διαθέσιμες γέφυρες και τους δρόμους που διασχίζουν τον ποταμό, αυτά δεν θεωρούνται ως αίτια για αλλαγή της κοίτης. Αντ' αυτού, ο δείκτης QBR αναλύεται προς τα πάνω ή προς τα κάτω από τέτοιες κατασκευές. Εντούτοις άλλες γέφυρες ή δρόμοι είτε παράλληλοι στον ποταμό είτε αποτελούν πέρασμα στην προσιτότητα μελέτης, αλλά τα οποία τεχνικά έργα δεν χρησιμοποιούνται για την πρόσβαση στους χείμαρρους, συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση. Η ανάλυση μιας περιοχής διαρκεί μεταξύ 10 και 20 λεπτών, ανάλογα με την εμπειρία του παρατηρητή. Μετά από την ολοκλήρωση της ανάλυσης, οι τιμές των τεσσάρων ποιοτικών συντελεστών προστίθενται, για τον υπολογισμό του τελικού δείκτη QBR. Το όνομα του παρατηρητή σημειώνεται επειδή ο δείκτης θα έχει έναν βαθμό υποκειμενικότητας (Boulton, 1999), συμπεριλαμβανομένων δύο πηγών λάθους: υποθέσεις μεθόδου και προκατάληψη παρατηρητή, οι οποίες αποφεύγονται όσο το δυνατόν περισσότερο με την κατάρτιση του παρατηρητή.





**Εικόνα 4:** Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες στο χώρο των χειμαρρικών ρευμάτων

Δεδομένου ότι καμία μεγάλη περιβαλλοντική αλλαγή στην παρόχθια περιοχή δεν πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της μελέτης, η επίδραση των διαταραχών από την δειγματοληψία αποκλείεται και επομένως και οι διαφορές του αποτελέσματος επί κάθε τόπου. Στο Παράρτημα 2 παραθέτονται το γεωμορφολογικό φύλλο σύνταξης και στο Παράρτημα 3 το κύριο φύλλο σύνταξης του δείκτη QBR.

### 3.5 ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΚΒΟΛΙΚΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ

Για τη μελέτη του βενθικού οικοσυστήματος των εκβολικών συστημάτων ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

Στις 25 Μαΐου του 2006, στο θαλάσσιο χώρο (ανώτερη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη) της περιοχής έρευνας, πραγματοποιήθηκε η δειγματοληπτική επιχείρηση και περιλάμβανε την συλλογή δειγμάτων ιζήματος από τον θαλάσσιο πυθμένα του χώρου που βρίσκεται στην εκβολή των χειμάρρων «Γεραμπίνη», «Μεταμόρφωση του Σωτήρος» και «Αφέντω». Η συλλογή των δειγμάτων έγινε σε τέσσερις τυχαίες δειγματοληπτικές θέσεις, για κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Χρησιμοποιήθηκε επίσης ακόμη ένας σταθμός δίπλα από τον χείμαρρο «Αφέντω», ο οποίος αποτελεί τον "μάρτυρα", αφού στον συγκεκριμένο σταθμό δεν υπάρχει εκβολή κάποιου χείμαρρου. Το νούμερο που αντιστοιχούσε σε κάθε παραπάνω σταθμό ήταν αντίστοιχα N<sub>o</sub> 1, N<sub>o</sub> 2, N<sub>o</sub> 3 και N<sub>o</sub> 4 (Εικόνα 6). Το ίζημα στις περιοχές αυτές αποτελείται από χονδροκλαστικά υλικά και εξαρτάται από τη μορφολογία και την πετρολογική σύσταση της ακτής.

Σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας [σύνολο σταθμών: 4 (S1 έως S4 αντίστοιχα)] συλλέχτηκαν τέσσερα δείγματα ιζήματος, με ποσοτικό δειγματολήπτη τύπου CORER

(εικόνα 5). Η δειγματοληπτική του επιφάνεια είναι  $158,37\text{cm}^2$  ( $0,0158367\text{m}^2$ ) και μπορεί να εισχωρεί στο ίζημα μέχρι βάθος 20 cm.



**Εικόνα 5:** Ο ποσοτικός δειγματολήπτης τύπου CORER

Επιπλέον πάρθηκαν και δύο δείγματα ιζήματος από κάθε πυθμένα των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Μεταμόρφωση του Σωτήρος» [σύνολο σταθμών: 2 (R1 και R2 αντίστοιχα)], χρησιμοποιώντας τον ποσοτικό δειγματολήπτη τύπου CORER. Οι συγκεκριμένες δειγματοληπτικές θέσεις, στην περίπτωση και των δύο χειμάρρων, βρίσκονται 10 m από την ακτογραμμή. Το νούμερο που αντιστοιχούσε σε κάθε παραπάνω σταθμό ήταν αντίστοιχα N<sub>o</sub> 5 και N<sub>o</sub> 6 (Εικόνα 6).





**Εικόνα 6:** Η ευρύτερη περιοχή μελέτης και οι θέσεις των σταθμών της δειγματοληπτικής επιχείρησης [Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>1 (S1): περιέχονται τέσσερις δειγματοληπτικές προσπάθειες, Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>2 (S2): περιέχονται τέσσερις δειγματοληπτικές προσπάθειες, Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>3 (S3): περιέχονται τέσσερις δειγματοληπτικές προσπάθειες, Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>4 (S4): περιέχονται τέσσερις δειγματοληπτικές προσπάθειες, Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>5 (R1): περιέχονται δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες και Δειγματοληπτικός Σταθμός N<sub>ο</sub>6 (R2): περιέχονται δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες]

Οι δειγματοληπτικές μονάδες συλλέχτηκαν τυχαία μέσα στην περιοχή του κάθε σταθμού. Οι δειγματοληπτικές προσπάθειες πραγματοποιήθηκαν από τον ίδιο δειγματολήπτη, προκειμένου να εξασφαλιστεί η προϋπόθεση της ομοιομορφίας των δειγματοληψιών (Bakus, 1991).

Παράλληλα έγινε καταγραφή και αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξύγνο, αλατότητα και αγωγιμότητα) στην υδάτινη στήλη, με τη χρήση ηλεκτρονικών οργάνων (Εικόνα 7). Οι μετρήσεις των αβιοτικών παραμέτρων υλοποιήθηκαν κοντά στην επιφάνεια του θαλάσσιου ύδατος. Για το διαχωρισμό των μακροβενθικών οργανισμών από το ίζημα, το περιεχόμενο της δειγματοληπτικής συσκευής τύπου CORER κοσκινήστηκε σε κόσκινα διαμέτρου ανοίγματος πλέγματος 500 $\mu$ m (0.5mm). Οι οργανισμοί και το πυθμενικό ίζημα που συγκρατήθηκαν, συντηρήθηκαν σε διάλυμα



φορμόλης 10%, με σκοπό να γίνει αργότερα ο προσδιορισμός των ειδών και ο αριθμός των βενθικών ατόμων, χρησιμοποιώντας το στερεοσκόπιο της *OLYMPUS* (φακός: SZ40) (Εικόνα 8).



**Εικόνα 7:** Τα ηλεκτρονικά όργανα (Οξυγονόμετρο: *WTW OXI-330 SET-2*, Αλατόμετρο-Αγωγιμόμετρο: *WTW LF-330*, Πεχάμετρο: *WTW 330 SET-2*), με τα οποία έγινε η καταγραφή των αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξυγόνο, αλατότητα, αγωγιμότητα και pH) στην υδάτινη στήλη



**Εικόνα 8:** Το στερεοσκόπιο της *OLYMPUS* (φακός: SZ40) που χρησιμοποιήθηκε, για τον υπολογισμό, μέτρηση και κατάταξη του ζωοβένθους σε είδη

Από την επεξεργασία και ανάλυση των παραπάνω δεδομένων και με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού προγράμματος 'Primer', υπολογίστηκαν οι εξής ποιοτικοί οικολογικοί δείκτες, που αποτελούν βασική παράμετρο, για τη περιγραφή μιας συνεύρεσης:

- Η ετήσια διακύμανση της αφθονίας των ατόμων  $\left( \frac{N}{m^2} \right)$  (2)

όπου N = ο αριθμός των ατόμων

$m^2$  = το τετραγωνικό μέτρο

- Η ετήσια διακύμανση της αφθονίας των ειδών  $\left( \frac{S}{m^2} \right)$  (3)

όπου S = ο αριθμός των ειδών

$m^2$  = το τετραγωνικό μέτρο

- Ο δείκτης γενικής ποικιλότητας (Shannon-Wiener index  $H' = \sum_{i=1}^S P_i * \log_2 P_i$ ) (4)

όπου

$H'$  = ο δείκτης Shannon-Wiener

$P_i$  = η σχετική αφθονία ενός είδους σε ένα συγκεκριμένο δείγμα μιας κοινότητας

S = ο αριθμός των ειδών σε κάθε δείγμα

- Ο δείκτης αφθονίας των ειδών (richness index  $d = \frac{S-1}{\log N}$ ) (5)

όπου

$d$  = ο δείκτης richness

$N$  = ο αριθμός των ατόμων σε κάθε δείγμα

$S$  = ο αριθμός των ειδών σε κάθε δείγμα

- Ο δείκτης ομοιόμορφης κατανομής των ατόμων (evenness index  $J' = \frac{H'}{\log_2 S}$ ) (6)

όπου

$J'$  = ο δείκτης evenness

$H'$  = η ποικιλότητα, όπως υπολογίστηκε από τον τύπο Shannon-Wiener

$S$  = ο αριθμός των ειδών σε κάθε δείγμα

- Ο βαθμός συγγένειας μεταξύ των δειγμάτων

Η επεξεργασία, η ανάλυση και ο προσδιορισμός των δειγματοληπτικών ιζημάτων του πυθμένα έλαβαν χώρα στα εργαστήρια του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

## 4 ΤΟ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 4.1 Ο ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ

Ο Κωτούλας, με βάση τη θεωρία που ανέπτυξε για τη λειτουργία των χειμαρρικών ρευμάτων, εισήγαγε την έννοια του χειμαρρικού τύπου (Kotoulas, 1972, Κωτούλας 1973, 1975, 1998).

Σύμφωνα με αυτή, κάθε χειμαρρικό περιβάλλον προσδιορίζεται από τους τρεις βασικούς παράγοντες χειμαρρικότητας, το κλίμα, το ανάγλυφο και το γεωλογικό υπόθεμα. Το χειμαρρικό περιβάλλον που δρα σε μία ορεινή λεκάνη απορροής, προκαλεί χωρίς την παρουσία βλάστησης σ' αυτή, την ανάπτυξη συγκεκριμένων χειμαρρικών φαινομένων (σε είδος, μορφή, ένταση και έκταση) και δημιουργεί μία συγκεκριμένη χειμαρρικότητα. Εάν όμως στην ορεινή λεκάνη υφίσταται ο προστατευτικός φυτομανδύας και ιδίως το δάσος, τότε επέρχεται (ανάλογα με τη μορφή και τη σύνθεση της βλάστησης) μείωση της έκτασης και άμβλυνση της έντασης ως και πλήρης εξαφάνιση των χειμαρρικών φαινομένων, που αναπτύσσονται χωρίς την ύπαρξη του. Η καταστροφή εκ των υστέρων ιδρυθέντος φυτοκαλύμματος οδηγεί στην επανεμφάνιση των αρχικών χειμαρρικών φαινομένων, χωρίς να μεταβάλλονται τα είδη και οι συνδυασμοί τους.

Δυνατή χειμαρρικότητα ενός χειμαρρικού ρεύματος είναι η χειμαρρική κατάσταση, κατά την οποία αναπτύσσεται στο χώρο του και ιδίως στην ορεινή λεκάνη απορροής του το μέγιστο δυνατό των χειμαρρικών φαινομένων σε είδος, ένταση, έκταση και συνδυασμό, λόγω της πλήρους δράσης ενός δεδομένου χειμαρρικού περιβάλλοντος, δηλαδή ενός ορισμένου συνδυασμού μεταξύ των τριών βασικών παραγόντων χειμαρρικότητας (κλίματος, ανάγλυφου και γεωποθέματος), χωρίς την ύπαρξη βλάστησης και ιδίως δάσους (Κωτούλας, 1973).

Ανάλογα με τη δυνατή χειμαρρικότητα τους τα χειμαρρικά ρεύματα ταξινομούνται σε χειμαρρικούς τύπους.

Ως δυνατός χειμαρρικός τύπος ή απλά χειμαρρικός τύπος, χαρακτηρίζεται κάθε σύνολο χειμαρρικών ρευμάτων και ιδίως ορεινών λεκανών απορροής με κοινή δυνατή χειμαρρικότητα, που οφείλεται στη δράση ορισμένου χειμαρρικού περιβάλλοντος και εκφράζεται από συγκεκριμένα χειμαρρικά φαινόμενα σε είδος, ένταση, έκταση και συνδυασμό (Κωτούλας, 1973).

Στις ορεινές λεκάνες απορροής που είναι καλυμμένες από βλάστηση, ο δυνατός χειμαρρικός τύπος καθορίζεται από τη χειμαρρική κατάσταση που θα εμφάνιζαν οι λεκάνες αυτές μετά από την απομάκρυνση με οποιονδήποτε τρόπο του προστατευτικού φυτοκαλύμματος. Στην περίπτωση αυτή θεωρείται, ότι βρίσκεται σε λανθάνουσα κατάσταση. Π.χ έστω τρεις χείμαρροι των λοφωδών και ημιορεινών περιοχών με διαφορετικό βαθμό δασοκάλυψης. Και οι τρεις ανήκουν σε διαφορετικά στάδια εξέλιξης του αυτού δυνατού χειμαρρικού τύπου, αφού τα χειμαρρικά φαινόμενα που μπορούν να εμφανισθούν και στις τρεις ορεινές λεκάνες απορροής τους, είναι τα ίδια.

Η στάθμη της θάλασσας, το όριο της επίδρασης του δάσους τα φυσικά δασοόρια και το όριο του αιώνιου χιονιού καθορίζουν τα χειμαρρικά χωροδιαστήματα μέσα στα οποία αναπτύσσονται οι λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων. Αυτά είναι:

- Χειμαρρική ζώνη I της πλήρης επίδρασης του δάσους: υπερθαλάσσιο ύψος έως 1.000 m. Η παρουσία του δάσους στη ζώνη αυτή αποτρέπει τα σχετικά ήπια χειμαρρικά φαινόμενα που εμφανίζονται και ασκεί τη μέγιστη δυνατή υδρολογική επίδραση.

- Χειμαρρική ζώνη II της μερικής επίδρασης του δάσους: υπερθαλάσσιο ύψος μεταξύ 1.000 m και 2.000 m. Το δάσος αποτρέπει μόνο τα εκτατικά, όχι όμως και τα εντατικά χειμαρρικά φαινόμενα που εμφανίζονται και ασκεί περιορισμένη υδρολογική επίδραση.
- Χειμαρρική ζώνη III των αλπικών περιοχών: υπερθαλάσσιο ύψος μεταξύ 2.000 m και 3.000 m. Λόγω της έλλειψης του δάσους, το κλίμα ασκεί άμεση και γιαυτό ισχυρότατη επίδραση στο γεωλογικό υπόθεμα δημιουργώντας πολύ έντονα χειμαρρικά φαινόμενα.
- Χειμαρρική ζώνη IV του αιώνιου χιονιού: υπερθαλάσσιο ύψος άνω των 3.000 m. Λόγω της ύπαρξης μόνιμου χιονοστρώματος, το κλίμα δεν επιδρά άμεσα στο γεωλογικό υπόθεμα. Η κίνηση όμως του χιονοστρώματος (παγετώνες) ασκεί στο γεωυπόθεμα διαβρωτική επίδραση.

Στη χώρα μας αναπτύσσονται τα τρία πρώτα χειμαρρικά χωροδιαστήματα.

#### 4.2 ΟΙ ΚΙΝΗΤΟΙ ΠΥΘΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΣΤΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΦΕΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Σε πολλές περιπτώσεις, οι πυθμένες των κοιτών των χειμαρρικών ρευμάτων χαρακτηρίζονται ως κινητοί, δηλαδή αποτελούνται από διαφόρων μεγεθών τεμαχίδια, τα οποία μετακινούνται από τα ύδατα που ρέουν, όταν φυσικά η υδατοπαροχή γίνει σημαντική (Κωτούλας, 2001).

Οι κινητοί πυθμένες αποτελούνται από τα εξής στρώματα (Κωτούλας, 2001):

- Το *βασικό στρώμα*, το οποίο περιλαμβάνει τεμαχίδια υλικών όλων των διαμέτρων

- Το *καλυπτήριο στρώμα*, το οποίο δημιουργείται στην επιφάνεια του πυθμένα και αποτελείται μόνο από τα αδρομερέστερα υλικά του αρχικού μείγματος. Το συγκεκριμένο στρώμα έχει την σημαντική ιδιότητα να προστατεύει από τις διαβρώσεις το υποκείμενο αρχικό μείγμα

Οι κινητοί πυθμένες συγκροτούνται από διάφορου μεγέθους υλικά, τα οποία παρασύρονται και μεταφέρονται από τα χειμαρρικά ύδατα προς τα κατάντη. Τα παραπάνω υλικά ονομάζονται φερτά υλικά ή φερτές ύλες, τα οποία μπορούν να διακριθούν σε φυσικά υλικά (π.χ λίθοι, χάλικες, άμμος, ιλύς κτλ) και σε ανθρωπογενή υλικά (π.χ πλαστικά, λάστιχα, οικοδομικά υλικά κτλ).

Κατά την μεταφορά τους προς τα κατάντη, τα φερτά υλικά αλληλοσυγκρούονται και προστριβονται. Έτσι λοιπόν υφίστανται μια διαρκή κατατριβή, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την διαρκή μείωση των διαστάσεών τους. Οπότε στις υψηλότερες περιοχές τις λεκάνης απορροής του χειμαρρικού ρεύματος, οι κινητοί πυθμένες συγκροτούνται από πιο αδρομερή υλικά σε σχέση με τις χαμηλότερες περιοχές.

Το μέγεθος της κατατριβής παρέχεται από την εξίσωση του *Sternberg*, η οποία παραθέτετε ως εξής (Κωτούλας, 2001):

$$d_p = c * P * d_x \quad (7)$$

όπου  $d_p$  = το βάρος ενός λίθου του πυθμένα υπό το νερό (kgr),

$c$  = ο συντελεστής κατατριβής, δηλαδή η απώλεια (σε βάρος) της μονάδας βάρους του λίθου στη μονάδα μήκους της διαδρομής και

$x$  = το μήκος διαδρομής των λίθων (km). Η τιμή του συντελεστή κατατριβής ( $c$ ) εξαρτάται από το είδος του πετρώματος και την επικρατούσα κλίση της κοίτης. Ο συντελεστής αυτός είναι μεγαλύτερος στους χείμαρρους από ότι στους ποταμούς.

Η μορφή των φυσικών υλικών περιγράφονται με συγκεκριμένους δείκτες, οι οποίοι εκφράζουν την σφαιρικότητα και την στριγγυλότητά τους.

*Δείκτης σφαιρικότητας ( $sp$ )* = επιφάνεια σφαίρας ισοδύναμης σε όγκο/επιφάνεια σωματιδίου (8)

*Δείκτης στρογγυλότητας ( $at$ )* = μέση ακτίνα γωνιών σωματιδίου/ακτίνα του μέγιστου εγγεγραμμένου κύκλου στο σωματίδιο (9)

Ο προσδιορισμός της διαμέτρου των φυσικών φερτών υλικών μπορεί να γίνει είτε με τη ογκομετρική μέθοδο (προτείνεται για μεγάλο μεγέθους υλικά), είτε με την βοήθεια των κόσκινων (προτείνεται για μεσαίου μεγέθους υλικά), είτε με την μέθοδο της ταχύτητας καθίζησης σε ήρεμο νερό (προτείνεται για μικρού μεγέθους υλικά), είτε με την μέθοδο του μικροσκοπίου (προτείνεται για πολύ μικρού μεγέθους υλικά). Σε γενικές γραμμές περισσότερο χρησιμοποιήσιμη στην πράξη είναι η ογκομετρική μέθοδος και η μέθοδος με την βοήθεια των κόσκινων.



### 4.3 Η ΚΑΤΑΤΡΙΒΗ ΤΩΝ ΦΕΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Κατά την μεταφορά τους προς τα κατάντη, τα φερτά υλικά αλληλοσυγκρούονται και προστριβονται. Έτσι λοιπόν υφίστανται μια διαρκή κατατριβή, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την διαρκή μείωση των διαστάσεών τους. Οπότε στις υψηλότερες περιοχές τις λεκάνης απορροής του χειμαρρικού ρεύματος, οι κινητοί πυθμένες συγκροτούνται από πιο αδρομερή υλικά σε σχέση με τις χαμηλότερες περιοχές.

Το μέγεθος της κατατριβής παρέχεται από την εξίσωση του *Sternberg* (Κωτούλας, 2001):

$$d_p = c * P * d_x \quad (7)$$

όπου  $d_p$  = το βάρος ενός λίθου του πυθμένα υπό το νερό (kgf),  $c$  = ο συντελεστής κατατριβής, δηλαδή η απώλεια (σε βάρος) της μονάδας βάρους του λίθου στη μονάδα μήκους της διαδρομής και  $x$  = το μήκος διαδρομής των λίθων (km). Η τιμή του συντελεστή κατατριβής ( $c$ ) εξαρτάται από το είδος του πετρώματος και την επικρατούσα κλίση της κοίτης. Ο συντελεστής αυτός είναι μεγαλύτερος στους χείμαρρους από ότι στους ποταμούς.

### 4.4 Η ΛΙΘΟ(ΚΟΚΚΟ)ΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – Η ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΗ Ή ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ( $d_m$ ή $d_s$ )

Ο παραπάνω προσδιορισμός είναι πολύ σημαντικός για τον καθορισμό της λιθο(κοκκο)μετρικής σύνθεσης των μιγμάτων των κινητών πυθμένων των χειμαρρικών ρευμάτων. Η σύνθεση αυτή εκφράζεται με την καμπύλη της λιθο(κοκκο)κατανομής του μίγματος, η οποία παρέχει είτε το βάρος που αντιστοιχεί σε κάθε βαθμίδα διαμέτρου (προσαυξητική καμπύλη), είτε το βάρος του συνόλου των υλικών που

αντιστοιχούν σε κάθε βαθμίδα διαμέτρου (αθροιστική καμπύλη). Κατά τις διευθετήσεις ποταμών και χειμάρρων χρησιμοποιείται η αθροιστική καμπύλη σε απλή μορφή.

Η καμπύλη της λιθο(κοκκο)κατανομής περιγράφεται από τις εξής διαμέτρους των φερτών υλικών:

- Μέγιστη διάμετρος ( $d_{max}$ )
- Ελάχιστη διάμετρος ( $d_{min}$ )
- Μέση διάμετρος ( $d_{\mu}$ )
- Διάμετρος του μέσου βάρους ( $d_{50}$ ), η οποία αντιστοιχεί στο 50% του συνολικού βάρους του μείγματος
- Διάμετρος ορισμένου βάρους ( $d_n$ ), η οποία αντιστοιχεί σε ορισμένο εκάστοτε ποσοστό βάρους
- Αντιπροσωπευτική ή καθοριστική διάμετρος ( $d_m$  ή  $d_s$ )

Κατά τις διευθετήσεις ποταμών και χειμάρρων χρησιμοποιείται κατά κανόνα η αντιπροσωπευτική ή καθοριστική διάμετρος ( $d_m$  ή  $d_s$ ), η οποία μπορεί να εκφράσει τη συμπεριφορά του συνόλου των κόκκων και των λίθων του μίγματος κατά την μετακίνησή τους.

Κατά των *Meyer-Petter* (1949) προσδιορίζεται από την μαθηματική εξίσωση:

$$d_m = \frac{\sum d * \Delta p}{100} \quad (10)$$

όπου

$d_m$  = η διάμετρος των διαφόρων υλικών του μίγματος (m)

$\Delta p$  = το βάρος της ποσότητας των υλικών του μίγματος σε κάθε διάμετρο (kgf)

Η αντιπροσωπευτική ή καθοριστική διάμετρος κυμαίνεται συνήθως μεταξύ των διαμέτρων  $d_{50}$  και  $d_{60}$  και γίνεται συνήθως γραφικά με την βοήθεια της κατακόρυφης, η οποία διαχωρίζει την καμπύλη της λιθο(κοκκο)κατανομής του μίγματος σε δύο ίσες επιφάνειες (εμβαδά). Το γεγονός αυτό ισχύει για τις Μεσευρωπαϊκές χώρες, στις οποίες διεξάχθηκαν εκτεταμένες έρευνες. Στην χώρα μας το παραπάνω αξίωμα δεν ισχύει απόλυτα για όλες τις υδρολογικές περιπτώσεις (πρέπει να χρησιμοποιείται με επιφύλαξη), αλλά αντιθέτως υπάρχουν αποκλίσεις, άλλοτε μεγάλες και άλλοτε μικρές, ανάλογα με το μικροκλίμα και τις υδρογεωμορφολογικές συνθήκες της περιοχής .

Με βάση την αντιπροσωπευτική διάμετρό τους τα φερτά υλικά μπορούν να καταταγούν στις εξής έξι κατηγορίες:

- στους ογκόλιθους ( $\geq 25$  cm),
- στις κροκάλλες ( $25 \div 6,4$  cm),
- στους χάλικες ( $6,4 \div 0,2$  cm),
- στην άμμο ( $0,2$  cm  $\div$   $62$   $\mu$ ),
- στην ιλύς ( $62$   $\mu$   $\div$   $4$   $\mu$ ) και
- στην άργιλο ( $4$   $\mu$   $\div$   $0,24$   $\mu$ ).

Παρακάτω παραθέτονται οι εξισώσεις που εκφράζουν τη σχέση μεταξύ των διαφόρων διαμέτρων των φερτών υλικών, που συγκροτούν τους φυσικούς κινητούς πυθμένες σε συνθήκες μεσευρωπαϊκές:

$$d_{50 \text{ κ.σ.}} = d_{\mu \text{ κ.σ.}} = d_{90 \text{ α.μ.}} \quad (11)$$

$$d_{\mu \text{ κ.σ.}} \equiv d_{90 \text{ α.μ.}} \equiv (2,3 \div 3) * d_{\text{m α.μ.}} \quad (12)$$

$$d_{\text{max α.μ.}} = (1,2 \div 2,5) * d_{90 \text{ κ.σ.}} \quad (13)$$

όπου *α.μ.* = αρχικό μίγμα και *κ.σ.* = καλυπτήριο στρώμα

Για τα ελλαδικά χειμαρρικά ρεύματα δεν είναι γνωστές προς το παρόν οι αντίστοιχες σχέσεις για τα φερτά υλικά, για το λόγω αυτό συνιστάται η χρήση των παραπάνω μαθηματικών σχέσεων με αρκετή επιφύλαξη. Έτσι γνωρίζοντας τις διαμέτρους του καλυπτηρίου στρώματος είναι δυνατόν να υπολογίσουμε την καθοριστική διάμετρος του αρχικού μίγματος, με συνέπεια να εκτιμήσουμε τη συμπεριφορά της κινητής κοίτης.

Τα μεγάλα χειμαρρικά ρεύματα συγκροτούνται από αρκετά μεγάλου μεγέθους υλικά. Έτσι η αθροιστική καμπύλη έχει μεγάλη κυρτότητα. Στα ρεύματα αυτά η αδρομερής φάση των υλικών περιορίζεται στο να επηρεάζει κυρίως την αντίσταση της κοίτης κατά της διάβρωσης, ενώ η σημασία της για την στερεομεταφορά είναι περιορισμένη. Η διαφορά αυτή συμπεριφοράς μεταξύ των φάσεων των διαφόρων φυσικών υλικών οδηγεί συχνά σε αποσύνθεση του πυθμενικού μίγματος. Οπότε ο υπολογισμός της

αντιπροσωπευτική ή καθοριστική διάμετρος ( $d_m$  ή  $d_s$ ) γίνεται μόνο ως προς την λεπτή φάση που προκαλεί τη στερεομεταφορά.

Η παρασυρτική ικανότητα ενός χειμαρρικού ρεύματος εξαρτάται από:

- Το ανάγλυφο της περιοχής
- Την παροχή του υδατικού ρεύματος
- Το είδος και η ποικιλία των υλικών που συγκροτούν την κοίτη του χειμάρρου και της ευρύτερης περιοχής
- Το μέγεθος και το σχήμα των υλικών που συγκροτούν την κοίτη του χειμάρρου και της ευρύτερης περιοχής
- Το ειδικό βάρος των υλικών που συγκροτούν την κοίτη του χειμάρρου και της ευρύτερης περιοχής
- Την βλάστηση που αναπτύσσεται στο χειμαρρικό χώρο
- Τις ανθρωπογενείς επιδράσεις και επεμβάσεις (π.χ κατασκευή φραγμάτων, τοίχων αντιστήριξης κλπ)

#### 4.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΛΙΘΟ(ΚΟΚΚΟ)ΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ ΠΥΘΜΕΝΩΝ

Για τον προσδιορισμό της λιθο(κοκκο)μετρικής συγκρότησης των φυσικών κινητών πυθμένων των ρευμάτων χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, από τις οποίες οι σπουδαιότερες είναι οι εξής τρεις:

##### *a) Δειγματοληπτική μέθοδος*

Κατά τη μέθοδο αυτή η λιθο(κοκκο)μετρική σύνθεση προσδιορίζεται με τη λήψη και την ανάλυση δειγμάτων από το πυθμενικό υλικό. Η ανάλυση γίνεται συνήθως με κοσκίνισμα ή και με μηχανική ανάλυση (για υλικά με διάμετρο μικρότερη των 0,065 m). Η ανάλυση με κόσκινο (για χονδρόκοκκα υλικά) παρέχει την αντιπροσωπευτική διάμετρο ( $d_m$ ) του κάθε τεμαχίου που συλλέγετε, οπότε γίνεται αμέσως η κατανομή του κοκκομετρικού υλικού στις διάφορες βαθμίδες διαμέτρων. Αντίθετα η μηχανική ανάλυση παρέχει την ισοδύναμη διάμετρο του κάθε τεμαχίου, ύστερα από υπολογισμό. Η ποσότητα του δείγματος που πρέπει να ληφθεί από τον κινητό πυθμένα εξαρτάται από το μέγεθος των μεγαλύτερων κόκκων ή λίθων και ο όγκος του πρέπει να διέπεται από την μαθηματική σχέση  $V (m^3) \geq 2,5 * d_{max} (m)$ .

Ύστερα από την κατανομή του κοκκομετρικού υλικού στις διάφορες βαθμίδες διαμέτρων πραγματοποιείται ο υπολογισμός του βάρους των υλικών κάθε βαθμίδας και εκφράζεται σε ποσοστό του συνολικού βάρους του αρχικού μίγματος. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παριστάνονται σε σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων, στο οποίο τετμημένη είναι η διάμετρος των βαθμίδων και τεταγμένη το εκατοστιαίο ή το αθροιστικό βάρος των υλικών κάθε βαθμίδας διαμέτρου. Έτσι δημιουργείται η καμπύλη της λιθο(κοκκο)κατανομής του μίγματος (αθροιστική καμπύλη).

Η μέθοδος αυτή παρέχει ικανοποιητικά αποτελέσματα (η ακρίβειά της περιορίζεται σε περίπτωση που τα φερτά υλικά είναι πολύ αδρομερή, αφού δεν υπάρχουν κόσκινα με βροχίδες πολύ μικρής διαμέτρου) τόσο στο αρχικό μίγμα, όσο και στο καλυπτήριο στρώμα. Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι είναι όμως χρονοβόρα και δαπανηρή.

**b) Μέθοδος εκτίμησης κατά Fuller**

Στη συγκεκριμένη μέθοδο η καμπύλη της λιθο(κοκκο)κατανομής του μίγματος (αθροιστική καμπύλη) αποδίδεται ως εξής:

$$p_i = \sqrt{\frac{d_i}{d_{\max F}}} \quad (14)$$

όπου  $p_i$  = το εκατοστιαίο ποσοστό όλων των λίθων με διάμετρο  $d < d_i$

$d_{\max F}$  = η μέγιστη διάμετρος του δείγματος ή του μέρους του δείγματος που αντιστοιχεί στην κατανομή του Fuller.

Η κατανομή αυτή ισχύει για λεπτόκοκκα υλικά. Έτσι δεν προσφέρεται για κινητούς πυθμένες με αδρομερή υλικά. Κατά την εφαρμογή της κατανομής εκτιμάται η μέγιστη διάμετρος των υλικών και ακολουθεί ο υπολογισμός με την χρήση της παραπάνω σχέσης. Η μέθοδος αυτή δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα, χωρίς να είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και δαπανηρή.

**c) Μέθοδος ανάλυσης με γραμμική αρίθμηση ή γραμμική μέθοδος δειγματοληψίας**

Στη μέθοδο αυτή δεν απαιτείται να μετακινηθούν οι λίθοι και οι κόκκοι του κινητού πυθμένα. Η διαδικασία που λαμβάνει χώρα είναι η εξής: στην επιφάνεια του

καλυπτήριου στρώματος και κατά τον άξονα ροής του ρεύματος τοποθετείται ένα σχοινί ή μετροταινία, μήκους τουλάχιστον 150÷200 m. Στη συνέχεια μετρούνται οι διάμετροι όλων των λίθων με διάμετρο  $d > 1$  cm, οι οποίοι βρίσκονται σε επαφή με το σχοινί ή την μετροταινία και κατατάσσονται σε βαθμίδες διαμέτρου, στις οποίες και αριθμούνται.

Ύστερα ακολουθεί η επεξεργασία των δεδομένων δειγματοληψίας (όπως προσδιορισμός της χαρακτηριστικής διαμέτρου  $d_i$  των επιμέρους βαθμίδων, προσδιορισμός των αθροιστικών ποσοστών της ανάλυσης με γραμμική αρίθμηση  $q_i^{-L^{**}}$  κλπ) και μετασχηματίζεται η αριθμητική συμμετοχή των διαφόρων διαμέτρων σε αναλογία ογκομετρική, άρα και αναλογία βάρους. Η τελευταία χρησιμοποιείται για την κατασκευή της αθροιστικής καμπύλης, από την οποία θα προκύψουν οι αναγκαίες προσδιοριστικές διαμέτροι.

Το δείγμα για να είναι αντιπροσωπευτικό, θα πρέπει να αποτελείται τουλάχιστον από 150÷200 λίθους, από τους οποίους οι τριάντα λίθοι θα πρέπει να ανήκουν στη μεσαία βαθμίδα διαμέτρου. Επίσης οι αποθέσεις για τη λήψη δειγμάτων θα πρέπει να μην είναι παλαιές και η διατομή της κοίτης επαρκώς ευρεία, για την λήψη περισσότερων γραμμικών δειγμάτων ταυτόχρονα. Τέλος η μέθοδος αυτή αποτελεί ιδιαίτερα εύχρηστη στην περίπτωση ύπαρξης αδρομερών υλικών στα χειμαρρικά ρεύματα.



## 5 Η ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

### 5.1 ΟΙ ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Η υδρογεωνομική διευθέτηση των χειμαρρικών ρευμάτων στοχεύει σε ορισμένους υδρονομικούς σκοπούς. Ως **υδρονομικοί σκοποί** θεωρούνται ο έλεγχος ή η αποτροπή της ζημιογόνου δράσης των χειμαρρικών ρευμάτων, όπως είναι:

- Οι καταστροφές από πλημμύρες, προσχώσεις, γεωλισθήσεις και γεωκατακρημνίσεις
- Η αχρήστευση των τεχνητών και φυσικών λιμνών ή λιμένων
- Η ανώμαλη διαίτα που οδηγεί σε λειψυδρία
- Η υποβάθμιση και αγονοποίηση των ορεινών λεκανών απορροής κλπ.

η αξιοποίηση των χειμαρρικών υδάτων και του χειμαρρικού χώρου και η αποκατάσταση ή ανάδειξη και η προβολή του διαταραγμένου φυσικού περιβάλλοντος.

Με βάση τις χειμαρρικές ιδιότητες που αναφέρθηκαν προηγουμένως συνοψίζονται οι αναφερθέντες επιμέρους σκοποί σε τρεις βασικούς ή κύριους υδρογεωνομικούς σκοπούς:

- Τον προστατευτικό
- Τον υδρολογικό και
- Της οικολογικής αποκατάστασης και ανάδειξης του φυσικού περιβάλλοντος στον χειμαρρικό χώρο

Η διευθέτηση των χειμαρρικών ρευμάτων στηρίζεται σε ορισμένες αρχές υδρονομικού ελέγχου (ρύθμισης) ή διευθέτησης. Ως μέσο για την επίτευξη τους χρησιμοποιούνται τα υδρονομικά έργα και μέτρα.

A). Αρχή της προστατευτικής διευθέτησης:

Η αρχή αυτή αποβλέπει στην αποτροπή της παραγωγής, της μεταφοράς και της απόθεσης φερτών υλών, καθώς και στον έλεγχο της ροής των πλημμυρικών νερών δια των κοιτών του ρεύματος με σκοπό την καταπολέμηση της υποβάθμισης του εδάφους και την αντιπλημμυρική προστασία.

B). Αρχή της υδρολογικής διευθέτησης:

Η αρχή της υδρολογικής διευθέτησης αποσκοπεί στην ρύθμιση της δίκαιας των χειμαρρικών ρευμάτων, δηλαδή στη μείωση των πλημμυρικών απορροών με παράλληλη αύξηση των χαμηλών και των μέσων υδάτων, των διηθούμενων καθώς και των πηγαίων υδάτων, στον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων καθώς και στην απόληψη, μεταφορά και ταμίευση (προς χρήση) του χειμαρρικού ύδατος.

C). Αρχή της οικολογικής αποκατάστασης και ανάδειξης:

Η αρχή αυτή αποσκοπεί στην προστασία, αποκατάσταση και βελτίωση του φυσικού περιβάλλοντος και στην αξιοποίηση των χειμαρρικών υδάτων, που απορρέουν με βλαπτικό ή αζήμιο τρόπο, καθώς και του παρόχθιου ή και του ευρύτερου χειμαρρικού χώρου για την ικανοποίηση διαφόρων αναγκών, όπως υδρευτικών, αρδευτικών, τουριστικών, αναψυχικών, υγιεινών και αισθητικών.

## 5.2 ΟΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

Βασικό σύστημα διευθέτησης, σύμφωνα με τον Σαπουντζή (2000), αποτελεί το κλασικό Γαλλικό σύστημα διευθέτησης, το οποίο ονομάστηκε έτσι γιατί θεμελιώθηκε στις Γαλλικές Άλπεις και από κει επεκτάθηκε στις υπόλοιπες χώρες και περιοχές των Άλπεων, στο χώρο δηλαδή των "κλασσικού τύπου χειμάρρων". Στη Ζώνη μετάβασης, στη Μεσογειακή και την ημερημική Β. Αφρική, το σύστημα αυτό υφίσταται τροποποιήσεις, ώστε οι μέθοδοι διευθέτησης να ανταποκρίνονται στο κλιματικό σύστημα διαβρώσεως της συγκεκριμένης περιοχής.

Τα ήδη εφαρμοζόμενα συστήματα διευθετήσεως είναι δυνατό να καταταγούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- το σύστημα εντόνου επεμβάσεως, στο οποίο ανήκει το κλασικό Γαλλικό δασοτεχνικό σύστημα, με κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα τη χρήση σοβαρής μηχανικής και βιολογικής ενέργειας,
- το σύστημα εκτατικής επεμβάσεως, στο οποίο ανήκει το Γαλλοαλγερινό σύστημα βαθμίδωσης των εδαφών και το σύστημα χειρισμού των εστιών πλημμυρογόνου απορροής με τη χρήση τάφρων συλλογής του όμβρου ή αλλιώς ονομαζόμενο σύστημα *Bailey* και
- το σύστημα μικτού τύπου.

Κοινό χαρακτηριστικό για όλα τα συστήματα είναι η δημιουργία ή η αποκατάσταση της υδρονομικής και της βιολογικής πληρότητας του εδάφους, ικανού να δεχθεί την εγκατάσταση της βλάστησης. Στο κλασικό δασοτεχνικό σύστημα, πρόέχει η δημιουργία οργανικού εδάφους στις εστίες παραγωγής φερτών υλικών ενώ στα εκτατικά συστήματα κυριαρχεί η άποψη της αποκατάστασης του υποβαθμισμένου εδάφους.

Η χρήση εξωτερικής μηχανικής ενέργειας, υπό τη μορφή είτε των δομικών κατασκευών στην πρώτη περίπτωση είτε των βαθμίδων (*banquettes*) και τάφρων (*contour trenches*) στη δεύτερη, αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση της στερέωσης των άνευ εδάφους επιφανειών και της επίσχεσης της επιταχυνόμενης επιφανειακής απορροής.

### 5.2.1 Το Γαλλικό δασοτεχνικό σύστημα διευθέτησης

Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει τρεις μεγάλες κατηγορίες έργων και μέτρων διευθέτησης:

- δομικές κατασκευές τεχνικής διευθέτησης των κοιτών και των εστιών παραγωγής φερτών υλικών.
- δασοβελτιωτικές εργασίες, δηλαδή το σύνολο των εργασιών βιολογικής ή φυτοτεχνικής διευθέτησης των εστιών παραγωγής φερτών υλικών μετά τη στερέωση τους με τα τεχνικά έργα.
- εκτατικά εδαφοπονικά μέτρα αποκατάστασης της υδρονομικής ισορροπίας στη λεκάνη απορροής.

Το δασοτεχνικό σύστημα αποτελεί τρίπτυχο μέτρων οργανικά ενωμένων και αλληλεξαρτώμενων. Εφαρμογή μόνο μιας εκ των άνω κατηγοριών μέτρων, οδηγεί στην αποτυχία και στην απώλεια του διατιθέμενου χρήματος. Τα δομικά έργα από μόνα τους δεν είναι δυνατό να λύσουν το πρόβλημα της οριστικής διευθέτησης. Κάθε προσπάθεια επανεγκατάστασης της βλάστησης σε ασταθείς επιφάνειες, χωρίς προηγούμενη σταθεροποίηση τους, με τη χρήση δομικών έργων, ισοδυναμεί με αποτυχημένη προσπάθεια. Η αναδάσωση των χέρσων επιφανειών της λεκάνης απορροής του χειμάρρου, με σκοπό την επανίδρυση προστατευτικού δάσους (μια άποψη που

θεωρήθηκε παλαιότερα ως πανάκεια για τη διευθέτηση των χειμάρρων), αποδείχθηκε εκ των πραγμάτων ανίσχυρη.

Το ποσοστό συμμετοχής της κάθε μιας κατηγορίας έργων και μέτρων, στη δομή του συστήματος, ποικίλει εντός ευρέων ορίων, ανάλογα με το κλιματικό σύστημα διαβρώσεως στο οποίο ανήκει η προς διευθέτηση λεκάνη απορροής.

Ο Weber (1964), εξετάζοντας το δασοτεχνικό σύστημα από την άποψη της συμμετοχής της κάθε κατηγορίας εργασιών, στη συνολική δαπάνη διευθέτησης (για τα χειμαρρικά ρεύματα της ζώνης των Άλπεων) διαπιστώνει ότι:

Τα δομικά έργα συμμετέχουν κατά το υψηλότερο ποσοστό. Ακολουθούν οι φυτοκομικές εργασίες, οι οποίες υπερτερούν των εκτατικών εργασιών.

Ο Μαργαρόπουλος (1963), σε ερευνά του για το μέσο ποσοστό συμμετοχής των δομικών έργων στη συνολική δαπάνη διευθέτησης στις χειμαρρικές ζώνες των Γαλλικών και Αυστριακών Άλπεων, κατέληξε στην αναλογία:

Δομικά έργα:	75 - 85 %
Φυτοκομικές εργασίες και εκτατικές:	15 - 25 %

ενώ για τα έργα στους χειμάρρους της περιοχής του Πηλίου

Δομικά έργα:	60 %
Φυτοκομικές εργασίες και εκτατικές:	40 %

Σε κάθε περίπτωση διευθέτησης ενός χειμαρρικού ρεύματος, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, αυτό το οποίο τονίσθηκε και στην εισαγωγή του κεφαλαίου αυτού, δηλαδή η

ατομικότητα του χειμαρρικού ρεύματος. Το ιδιαίτερο χειμαρρικό περιβάλλον του κάθε χειμαρρικού ρεύματος είναι εκείνο που θα καθορίσει το είδος των έργων που θα εκτελεστούν καθώς και την αναλογία που θα χρησιμοποιηθεί.

## 5.2.2 Τα εκτατικά συστήματα διευθέτησης των ορεινών και ημιορεινών λεκανών απορροής

### 5.2.2.1 Η Γαλλοαλγερινή μέθοδος βαθμίδωσης των εδαφών

Η χρήση των λίθινων βαθμιδώσεων στην ορεινή και ημιορεινή γεωργία είναι γνωστή από τα πανάρχαια χρόνια. Οι βαθμιδώσεις αυτές ενώ ανθίστανται αποτελεσματικά στην περίπτωση των μικρών και μέσης έντασης βροχοπτώσεων, δεν είναι δυνατό να εκπληρώσουν τον προορισμό τους όταν δέχονται βροχοπτώσεις μεγάλης έντασης, εκτός και αν ολόκληρη η λεκάνη απορροής έχει τεθεί υπό υδρονομική οργάνωση και διευθέτηση. Αυτό αποτελεί και τη βάση της Γαλλοαλγερινής μεθόδου.

Πρόκειται για ένα δίκτυο βαθμιδώσεων με σκοπό την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και την αποκατάσταση του βιολογικού του δυναμικού.

Ο Saccardy (1942), ο οποίος υπήρξε ο θεμελιωτής του συστήματος βαθμιδώσεων (*banquettes*) στην Αλγερία, έχοντας να αντιμετωπίσει εκεί το οξύ πρόβλημα των επιφανειακών διαβρώσεων, όπως είναι κατά κανόνα το χειμαρρικό πρόβλημα στη Μεσογειακή ζώνη, στηρίχθηκε στην εξής βασική αρχή:

Η καλύτερη λύση του προβλήματος της διάβρωσης, είναι αυτή που θα μετατρέπει τα καταστρεπτικά αποτελέσματα μιας ισχυρής βροχοπτώσης σε ευεργετικά. Το δίκτυο βαθμιδώσεων της Γαλλοαλγερινής μεθόδου προσιδιάζει περισσότερο προς τη

γεωργολιβαδική ζώνη των ημιορεινών ή ελαφρώς ορεινών λεκανών απορροής της κατ' εξοχήν μεσογειακής ζώνης.

Οι βαθμίδωσεις κατασκευάζονται σχεδόν οριζόντιες με κλίση 57‰ και αποσκοπούν στη μείωση και στη θραύση της διαβρωτικής ενέργειας του ύδατος. Παράλληλα διευκολύνεται η διήθηση του στο έδαφος και η αζήμια εκκένωση της περίσσειας του από τους συλλεκτήριους αποδέκτες του. Στις βαθμίδες φυτεύονται ποώδη ή και θαμνώδη φυτά.

Ολόκληρο το δίκτυο των βαθμίδων σχεδιάζεται και κατασκευάζεται με βάση τη μέγιστη χειμαρρική βροχόπτωση. Για την περίπτωση της Αλγερίας ο Saccardy δέχεται ως βάση υπολογισμού του δικτύου βαθμίδων μέγιστη ένταση χειμαρρικής βροχής: 3 mm/min. Για την τιμή αυτή η απόσταση μεταξύ δύο επαλλήλων βαθμίδων σε συνάρτηση με την κλίση ( $\rho$ ) είναι:

$$H^3 = 260 * \rho \quad (15)$$

όπου  $H$ : η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ δύο επαλλήλων βαθμίδων (m)

$\rho$ : η κλίση του παραπάνω τμήματος (%)

Το δίκτυο των βαθμίδων ως σύστημα διευθέτησης της γεωργολιβαδικής ζώνης αποτελεί το υποκατάστατο της αναδάσωσης για τη ζώνη αυτή και πλεονεκτεί έναντι αυτής κατά το ότι επιφέρει άμεσα αποτελέσματα από υδρονομικής και αντιδιαβρωτικής άποψης.

Η βαθμίδωση και η κατεργασία των υποβαθμισμένων λόγω της βοσκής και της διάβρωσης εδαφών στη ζώνη των αειφύλλων πλατύφυλλων και μέρος της ζώνης των πρεμνοφυών δρυοδασών, με ξηρό κλίμα, και με δυσμενείς φυσικές και βιολογικές συνθήκες δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα, στην επιβίωση και αύξηση των

αναδασώσεων (Χατζηστάθης 1972, Ντάφης και Χατζηστάθης 1989). Η κατασκευή των βαθμίδων γίνεται με εκχωμάτωση από τα ανάντη και επιχωμάτωση προς τα κατόντη. Οι βαθμίδες κατασκευάζονται συνήθως επίπεδες με κλίση 1-2% προς τα ανάντη και τοποθετούνται παράλληλα προς τις ισοϋψείς.

#### 5.2.2.2 Η μέθοδος συλλογής των χειμαρρικών πλημμύρων με τη χρήση τάφρων συλλογής του ύδατος

Η χρήση των τάφρων συλλογής του ύδατος μελετήθηκε από τον Ιταλό Cusmano (1925) και τελειοποιήθηκε από τον Αμερικανό δασολόγο Bailey (1947).

Η αρχή στην οποία στηρίζεται η μέθοδος αυτή συνίσταται στη σύλληψη και συγκράτηση του πίπτοντος ύδατος στο σημείο πτώσης και πρόληψη έτσι της επιταχυνόμενης απορροής και της εμφάνισης επιφανειακής διάβρωσης εκεί όπου αναπτύσσεται το δίκτυο των τάφρων.

Το σύστημα των τάφρων (contour trenches) κατασκευάζεται οριζόντια και κατά την έννοια των υψομετρικών καμπυλών, με σκοπό τη συγκράτηση επί τόπου της μέγιστης βροχόπτωσης.

Η μέθοδος *Bailey* όπως και η Γαλλοαλγερινή μέθοδος αποσκοπεί κυρίως στον έλεγχο της επιφανειακής απορροής, δηλαδή της επιφανειακής διάβρωσης και επομένως στη συγκράτηση του εδάφους και λιγότερο στον έλεγχο των πλημμύρων προς τα κατόντη.

Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των τάφρων εξαρτάται από την κλίση του εδάφους και για εδάφη με κλίση 30 - 70 % κυμαίνεται μεταξύ 7,5 και 10 μέτρων.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι τα ακόλουθα:

- Η εφαρμογή του δικτύου των τάφρων απαιτεί τη διάνοιξη πυκνού δικτύου οδών προσπέλασης, με πρόσθετα προβλήματα διάβρωσης.



- Κατά την εφαρμογή της παραμένουν κάποιες εστίες άθικτες, οι οποίες συνεχίζουν τη δράση τους.
- Είναι ακατάλληλη για λεκάνες απορροής στις οποίες επικρατούν πετρώματα ή πετρολογικοί σχηματισμοί που υποφέρουν από γεωλισθήσεις και βαθιές χειμαρρικές διαβρώσεις, όπως είναι ο φλύσχης και ο σχιστόλιθος. Είναι μάλλον κατάλληλη για λεκάνες απορροής γρανιτικής δομής.
- Σε χειμαρρικά ρεύματα με πυκνό υδρογραφικό δίκτυο, η πλήρης διευθέτηση απαιτεί την κάλυψη με το δίκτυο των τάφρων, όλων των διάσπαρτων εστιών.

Η μέθοδος αυτή είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και σε συνδυασμό με την κλασσική δασοτεχνική μέθοδο και ιδιαίτερα σε περιπτώσεις μικρών αυτοτελών λεκανών απορροής, στις οποίες επιδιώκεται άμεσο αποτέλεσμα.

### 5.3 ΕΡΓΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ – ΟΙ ΣΧΕΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΕΚΒΟΛΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ως **έργα διευθέτησης** χαρακτηρίζονται τα έργα που αποσκοπούν στην αποτροπή των χειμαρρικών και πλημμυρικών φαινομένων και στην αξιοποίηση της περίσσειας του ύδατος (Κωτούλας, 1997).

Τα έργα διευθέτησης διακρίνονται σε:

1. Φράγματα (διαφόρων τύπων και σκοπών)
2. Μεγάλα φράγματα ταμίευσης νερο
3. Παράλληλους τοίχους

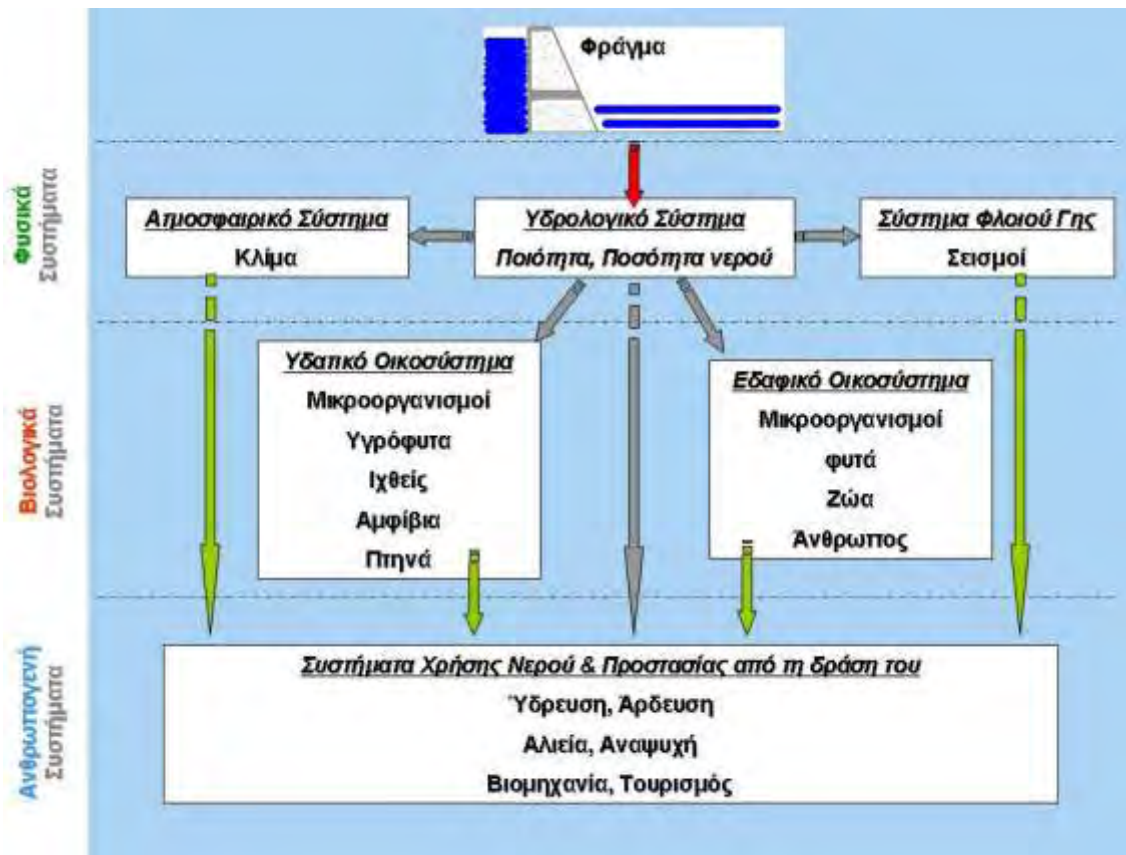
4. Αναχώματα
5. Λιθεπενδύσεις
6. Προβόλους
7. Δεξαμενές απόθεσης υλικών
8. Ρυθμιστικές δεξαμενες
9. Λιθορριπές
10. Διαμορφώσεις των κοιτών
11. Αγωγοί μεταφοράς ύδατος (κλειστοί ή ανοικτοί)
12. Υδρομαστεύσεις
13. Δεξαμενές ύδατος

Κατά την εκτέλεση των ορεινών υδρονομικών έργων ή έργων διευθέτησης τηρείται κατά κανόνα μια συγκεκριμένη σειρά κατά την οποία κατασκευάζονται (Κωτούλας, 2001). Στην αρχή πραγματοποιείται η εκτέλεση διάφορων βοηθητικών εργασιών (π.χ αποτερματισμός και οριοθέτηση, δρόμοι, γέφυρες, προστατευτικοί φράκτες, κτίσματα), η οποία διευκολύνει την ίδρυση των υδρονομικών έργων. Στη συνέχεια εκτελούνται τα έργα με τα οποία επιδιώκεται η μείωση της παραγωγής φερτών υλικών και της παροχής του χειμαρρικού ρεύματος. Από τα υπό κατασκευή αυτά έργα προηγούνται όσα είναι ανάγκη να κατασκευαστούν στις υψηλότερες περιοχές και ύστερα κατασκευάζονται τα υπόλοιπα προς τα κατάντη. Στην κατηγορία αυτή των έργων, στην πρωταρχική θέση βρίσκονται τα φράγματα, τα οποία κατασκευάζονται στις κοίτες εκκένωσης, στις κύριες κοίτες καθώς και στις κοίτες των δευτερευουσών χαραδρών.

Επίσης οι δεξαμενές αποθήκευσης και ρύθμισης της απορροής των ορεινών υδάτων είναι από τα πρώτα έργα που κατασκευάζονται. Αργότερα δημιουργούνται έργα

αποτροπής των εκτατικών χειμαρρικών φαινομένων στη λεκάνη απορροής (φυτοκομικά έργα, κλαδοπλέγματα, κλαδοστρώματα, τοίχοι αντιστήριξης κλπ.). Τέτοιου είδους έργα κατασκευάζονται από τις υψηλότερες περιοχές και οδεύει η κατασκευή τους προς τα κατόντη. Τέλος, τα έργα ταμίευσης των χειμαρρικών υδάτων με σκοπό την γενική χρήση (φράγματα ταμίευσης) ιδρύονται ύστερα από την κατασκευή των έργων που αποσκοπούν στον έλεγχο ή την αποτροπή της μεταφοράς υλικών.

Οι υδραυλικές κατασκευές επιδρούν κατά ποικίλους τρόπους στο περιβάλλον της περιοχής ίδρυσής τους. Στην Εικόνα 9 δίνεται μια γενική σχηματική παράσταση των επιδράσεων αυτών, οι οποίες διακρίνονται σε επιδράσεις στα φυσικά, στα χημικά και στα βιολογικά συστήματα (Κωτούλας, 1997).



**Εικόνα 9:** Η γενική σχηματική παράσταση των επιδράσεων των έργων διευθέτησης στο περιβάλλον (Κωτούλας, 1997)

Σε ότι αφορά την επίδραση στον **υδρολογικό κύκλο**, αυτή μπορεί να συμβεί είτε με την ανύψωση ή πτώση της στάθμης του νερού είτε με ταμίευση, απαγωγή και εισροή των υδάτων είτε με εκροή και εισροή του νερού στις παροχές των ρευμάτων είτε με τη διευθέτηση των υδατορευμάτων. Η συσσώρευση ή η ταμίευση νερού, που δημιουργούν συχνά τα έργα διευθέτησης, οδηγεί σε ανύψωση της υδάτινης στάθμης. Κατά την ανύψωση της υδροστάθμης αυξάνεται το βάθος της υδάτινης μάζας και επεκτείνεται η υδάτινη επιφάνεια σε βάρος των γειτονικών περιοχών. Σε κοιτές λοιπόν με ανυψωμένη στάθμη ελαττώνεται η ταχύτητα ροής των υδάτων, με αποτέλεσμα, τα ρεύματα που εμφανίζουν χειμαρρώδη ή και ταχεία ποτάμια ροή, να ρέουν πλέον με βραδεία ποτάμια ροή, ή ακόμη να ακινητοποιούνται (λίμνες). Η ανύψωση της στάθμης έχει ως συνέπεια την αποτροπή των διαβρώσεων στην επιφάνεια κατάκλυσης. Ταυτόχρονα όμως, συνεπάγεται και την απόθεση των υλικών που μεταφέρουν τα ύδατα, λόγω μείωσης της ταχύτητας ροής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την προοδευτική πλήρωση με φερτά υλικά του χώρου, με ανυψωμένη στάθμη, ιδίως περί τις θέσεις εισροής των ρευμάτων σ' αυτόν και στη συνέχεια τη δημιουργία προσχώσεων προς τα ανάντη των κοιτών τους. Λόγω όμως αυτής της πρόσχωσης, τα ύδατα ρέουν με λιγότερα υλικά, συνεπώς με μεγαλύτερη συρτική δύναμη προς τα κατόντη, γεγονός που ευνοεί τη διάβρωση στα κατόντη προσχώμενα τμήματα της κοίτης.

Όπου υπάρχουν υποκείμενοι ή παρακείμενοι υδροφόροι ορίζοντες, η ανύψωση της στάθμης οδηγεί σε ανύψωση και τροφοδοσία του υπόγειου νερού. Ο διαποτισμός όμως των κλιτύων που έχουν κατακλιστεί από τα ύδατα, μειώνει την σταθερότητά τους, οδηγεί συχνά σε κατακρημνίσεις και στην πλήρωση έτσι της λεκάνης του φράγματος.

Η πτώση της υδάτινης στάθμης ασκεί κατά κανόνα τις αντίθετες επιδράσεις, από

εκείνες που συνεπάγεται η ανύψωσή της, όπως αυτές αναφέρθηκαν παραπάνω.

Η ταμίευση του ύδατος επιτυγχάνεται με τη συσσώρευση στα ανάντη των φραγμάτων ταμίευσης και των εκχειλιστών μεγάλων ποσοτήτων νερού, οι οποίες προέρχονται από την απορροή των ρευμάτων. Η συσσώρευση ύδατος που οδηγείται σε ταμίευση, καθώς και η εκκένωση των χώρων ταμίευσης, ασκούν τις προαναφερθείσες επιδράσεις, λόγω ανύψωσης και πτώσης της υδροστάθμης. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η ταμιευτική συσσώρευση δεν παραμένει συνεχώς σταθερή, αλλά κυμαίνεται ανάλογα με τις ανάγκες.

Η ταμίευση του νερού δεν μεταβάλλει το καθεστώς της απορροής μόνο στα ανάντη, αλλά και στα κατόντη του ταμιευτήρα, με αποτέλεσμα να προκαλούνται και εκεί μεταβολές και στην υδάτινη στάθμη, στη ταχύτητα ροής και στη μεταφορά φερτών υλών. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του ρεύματος μετά την ταμίευση, η μεταβολή αυτή μπορεί να δρα αντισταθμιστικά, δηλ. εξισορροπιστικά, ή να επιτείνει τη βλαπτικότητα μιας αρχικής (υφιστάμενης) κατάστασης. Σε περίπτωση που ο ταμιευτήρας καθαρίζεται (με τη βοήθεια εκκενωτή βάσεως ή με άλλους τρόπους) κατά περιόδους, σχηματίζονται μέσα στην κοίτη του ρεύματος στα κατόντη του φράγματος ή του εκχειλιστή συσσωρεύματα από φερτά υλικά, τα οποία παραμορφώνουν το φυσικό τοπίο και αυξάνουν τον όγκο των μεταφερόμενων υλικών. Έτσι λοιπόν αναπτύσσεται μια διαταραχή στο οικοσύστημα. Η απόληψη (εκροή) για χρήση μέρους του απορρέοντος ύδατος με την ίδρυση υδρονομικών έργων στις κοίτες των ρευμάτων ασκεί επιδράσεις ανάλογες με εκείνες που αναφέρθηκαν.

Η απορροή του νερού στα κατόντη μιας υδροληψίας είναι πάντοτε μικρότερη, ως προς εκείνη στα ανάντη κατά την ποσότητα απόληψης. Αυτή η διαφορά παροχής γίνεται ιδιαίτερα αισθητή κατά την ροή των χαμηλών και των μέσων υδάτων. Για την

απάλυνση των συνεπειών από τη μείωση της απορροής πρέπει η υδροληψία να μην υπερβαίνει μια ορισμένη ποσότητα ύδατος, ώστε η παροχή, που εναπομένει να απορρέει προς τα κατάντη και να μην προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις. Επίσης στη διαδρομή του υπόλοιπου νερού του ρεύματος (παροχή μετά την απόληψη του νερού) μπορεί να κατασκευάζονται με την ίδρυση βοηθητικών εκχειλιστών πρόσθετες συσσωρεύσεις νερού, οι οποίες να συμβάλλουν στην απάλυνση των δυσμενών επιπτώσεων. Εάν το απαγόμενο νερό επαναποδίδεται στο ρεύμα αμετάβλητο ως προς τον όγκο και ως προς την χρονική πορεία του (δηλ. χωρίς χρονικές μεταθέσεις), το καθεστώς της απορροής παραμένει αμετάβλητο στα κατάντη της θέσης επαναπόδοσης. Κατά κανόνα όμως κάθε ταμείωση και κάθε χρήση νερού (για ύδρευση, άρδευση κλπ.) προκαλεί μεταβολές στην κατάσταση ροής.

Η προσαγωγή (εισροή) νερού από λεκάνες άλλων ρευμάτων επηρεάζει επίσης το καθεστώς της απορροής. Συχνά, μια σημαντική αύξηση της παροχής και ιδίως των πλημμυρικών υδάτων εκφράζεται με μια αυξημένη δύναμη διάβρωσης, που έχει ως συνέπεια σημαντικές υποσκαφές και διαβρώσεις στα κατάντη της θέσης προσαγωγής του νερού.

Η διατήρηση των ρευμάτων στη φυσική μορφή τους προϋποθέτει πάντοτε, ότι συμπίπτουν μεταξύ τους η συρτική δύναμη του νερού και η αντίσταση της κοίτης, οπότε αποφεύγονται οι διαβρώσεις και οι αποθέσεις. Γενικά η τεχνική διευθέτηση των ρευμάτων και ιδίως η μετατόπιση ή αλλαγή των φυσικών κοιτών που συνδέεται μ' αυτές, με τον τρόπο που εφαρμόζονται, συνεπάγονται κατά κανόνα τη μεταβολή της φυσικής μορφής του ρεύματος.

Από άποψη υδροφορίας ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μεταβολές που προκαλούνται στα υπόγεια νερά μεταξύ της παλαιάς και της νέας διευθετημένης

κοίτης. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι κατά κανόνα τα ρεύματα και οι λίμνες αποτελούν τους κύριους προμηθευτές σε νερό για χρήση (με διήθηση του ύδατος διά μέσου των οχθών) σε σχέση με τα κατακρημνίσματα που πέφτουν επί των υδροφόρων οριζώντων. Σε ότι αφορά την επίδραση των έργων διευθέτησης στην **ατμόσφαιρα** αυτή συμβαίνει ως εξής: Η άρδευση ή στράγγιση μεγάλων επιφανειών καθώς και η ίδρυση μεγάλων ταμιευτήρων μεταβάλλουν κατά κανόνα σημαντικά την εξατμισοδιαπνοή, πράγμα που μπορεί να προκαλέσει επιπτώσεις στο τοπικό κλίμα. Δεν υπάρχουν όμως αποδείξεις, ότι η επίδραση αυτή μπορεί να αποκτήσει τέτοιο μέγεθος, ώστε να γίνεται αισθητή σε ευρεία έκταση, ακόμη και στην περίπτωση μεγάλων έργων.

Επίσης διάφορα υδατικά οικοσυστήματα, που έχουν διευθετηθεί από τεχνικά έργα, έχει καταγραφεί μια αυξημένη **σεισμικότητα**, η οποία εμφανίζεται κυρίως ευθύς μετά την πρώτη ροή των υδάτων. Πιστεύεται ότι η υδροστατική πίεση που ασκείται, λόγω της συσσώρευσης του νερού, ελαττώνει την αντίσταση σε διάτμηση των διαφόρων επιφανειών διάτμησης στα βαθύτερα στρώματα του ταμιευτήρα. Όπου η διατμητική δύναμη που συνεπάγονται οι σεισμοί, είναι μεγαλύτερη της μειωμένης αυτής αντίστασης, προκαλούνται τοπικοί σεισμοί.

Σε ότι αφορά την επίδραση των έργων διευθέτησης στο **υδατικό οικοσύστημα** αυτή συμβαίνει ως εξής: κάθε μεταβολή της επιφάνειας, του βάθους, της ταχύτητας ροής κλπ. του ρέοντος ή ιστάμενου ύδατος επηρεάζει τη ζωή στο χώρο του. Σημαντικότερες είναι οι περιβαλλοντικές επιδράσεις γενικά των περιοχών συσσώρευσης νερού. Κατά την πρώτη συσσώρευση των υδάτων ενός ρεύματος (ευθύς μετά την ίδρυση του φράγματος ταμίευσης) κατακλύζονται περιοχές που αποτελούνται από οργανικά εδάφη, φυτά και ζώα. Έτσι τα ύδατα εμπλουτίζονται με θρεπτικά συστατικά, τα οποία επιδρούν στο υδάτινο οικοσύστημα διά μέσου των διάφορων θρεπτικών αλυσίδων.

Ταυτόχρονα, λόγω της αποδόμησης των οργανικών ουσιών γίνεται κατανάλωση οξυγόνου. Πάντως, οι επιδράσεις αυτές μειώνονται μετά από επαναλαμβανόμενες ή διαρκούσες συσσωρεύσεις νερού. Μεγάλη σε έκταση και όγκο και συνεχής συσσώρευση νερού οδηγεί σε διακοπή του οικοσυστήματος του ρέοντος ύδατος και στον σχηματισμό ενός λιμναίου οικοσυστήματος, με αποτέλεσμα η επιφάνεια και το βάθος του νερού να αυξάνονται, ενώ μειώνεται η ταχύτητα ροής, πράγμα που επιδρά ιδίως στους μικροοργανισμούς, στα υδροχαρή φυτά και τελικά στους ιχθύες.

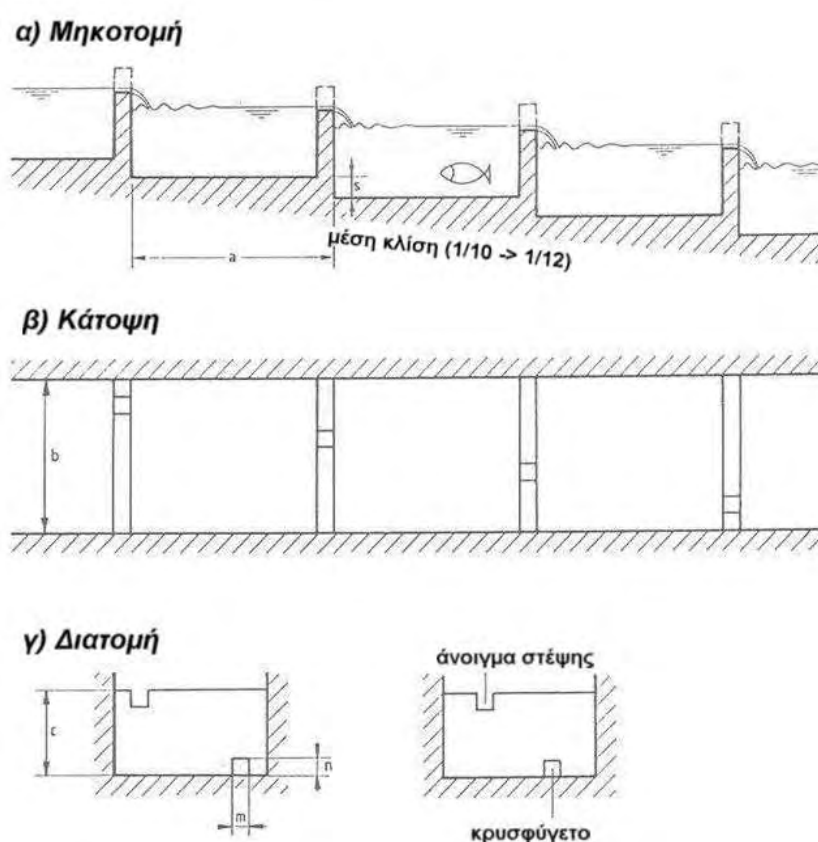
Σε ότι αφορά τα μεγάλα φράγματα, αυτά παραμένουν αδιάβατα για τους ιχθύες. Γι' αυτό, παρίσταται συχνά η ανάγκη του εμπλουτισμού των υδατικών οικοσυστημάτων με ψάρια, πράγμα που σημαίνει τη διακοπή μεταξύ του οικοσυστήματος μιας στα ανάντη και του οικοσυστήματος στα κατόντη του φράγματος, με επακόλουθο την διαταραχή τόσο της χλωρίδας όσο και της πανίδας. Τα χαμηλά φράγματα, επιτρέπουν την κίνηση των ιχθύων προς τα κατόντη. Εμποδίζουν όμως την ανοδική πορεία τους, λόγω του σημαντικού φραγματικού ύψους και της μεγάλης ταχύτητας ροής του νερού. Για τη λύση του προβλήματος αυτού κατασκευάζονται συχνά παραπλεύρως ή εντός των χαμηλών φραγμάτων ειδικές διατάξεις, όπως διαβάσεις, υδροφράκτες, ανελκυστήρες ιχθύων κλπ. Συνήθως κατασκευάζονται διαβάσεις ιχθύων, με μορφή ράμπας (ογκόλιθοι) ή λεκανών και αγωγοί χελιών. Οι διαβάσεις με μορφή λεκανών που συχνά χαρακτηρίζονται και ως κλίμακες ιχθύων, αποτελούνται από μια σειρά μικρολεκανών, οι οποίες διαχωρίζονται μεταξύ τους με ενδιάμεσους τοίχους με οπές, που επιτρέπουν τόσο τη διαρροή του νερού, όσο και τη διέλευση (ανύψωση) των ιχθύων (Εικόνα 10). Οι διαστάσεις τους καθορίζονται γενικά με βάση το είδος και το μέγεθος των μικρότερων ιχθύων. Ενδεικτικά στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι εξής διαστάσεις που χρησιμοποιήθηκαν σε διάφορα υδροηλεκτρικά έργα.



**Πίνακας 2:** Οι διαστάσεις στα διάφορα τμήματα διαβάσεων, που χρησιμοποιήθηκαν σε διάφορα έργα διευθέτησης (Κωτούλας, 1997)

<i>Τμήμα διάβασης</i>	<i>Σύμβολο</i>	<i>Τιμή</i>
μήκος λεκάνης:	a	1,80 m
πλάτος λεκάνης:	b	1,80 m
βάθος λεκάνης:	c	1,25 m
ύψος βαθμίδωσης:	s	0,16 m
πλάτος οπής:	m	0,30 m
ύψος οπής:	n	0,40 m
μέση κλίση:	j	8,9%

Οι διαβάσεις λειτουργούν συνήθως μόνο κατά το χρόνο μετακίνησης των ιχθύων. Τέτοιες διαβάσεις θεωρείται, ότι λειτουργούν ικανοποιητικά, όταν τα ψάρια βρίσκουν εύκολα την είσοδο προς τη διάβαση και όταν μπορούν να κινούνται αντίθετα προς τη ροή, πράγμα που προϋποθέτει μια κατάλληλη ροή του νερού στο χώρο της διάβασης και ένα ανώτερο όριο ταχύτητας ροής στις οπές (π.χ. 1,8 m/s).



**Εικόνα 10:** Η διάβαση, με μορφή λεκανών, που συχνά χαρακτηρίζονται και ως κλίμακες ιχθύων (Κωτούλας, 1997)

Ο βαθμός της επίδρασης των διαστάσεων ελέγχεται με την τοποθέτηση στην ανώτατη μικρολεκάνη ενός δικτυωτού (κυρτού) για ορισμένο χρονικό διάστημα, με το οποίο συλλαμβάνονται και αριθμούνται όλοι οι ανερχόμενοι ιχθύες. Η αρίθμηση μπορεί να γίνεται με τη βοήθεια φωτιστικών δοχείων και φωτοκυττάρων. Για τα χέλια κατασκευάζονται ιδιαίτερες διαβάσεις, γνωστές ως οδηγοί χελιών, οι οποίες διαμορφώνονται ως σωλήνες με ισχυρή κλίση από τα κάτω προς τα άνω ύδατα και πληρούνται με φρύγανα ή λεπτούς κλάδους.

Κάθε μεταβολή στα επιφανειακά ύδατα καθώς και στα αβαθή, υπόγεια νερά που επηρεάζονται από αυτά, προκαλεί επιπτώσεις στα οικοσυστήματα που εξαρτώνται από την παρουσία τους. Η συσσώρευση νερού καταστρέφει τα **χερσαία οικοσυστήματα** στην περιοχή δημιουργίας της και προκαλεί μεταβολές στα οικοσυστήματα των οχθών. Γενικά διακρίνεται η ζώνη που υφίσταται την άμεση επίδραση των διακυμάνσεων της υδροστάθμης από την ζώνη που βρίσκεται αμέσως υπεράνω αυτής. Στην πρώτη αναπτύσσεται χλωρίδα και πανίδα μόνον, όταν οι διακυμάνσεις της υδροστάθμης δεν υπερβαίνουν ένα ορισμένο μέτρο.

Στην πανίδα που διαβιεί σε περιοχές υδάτων και συνεπώς μπορεί να επηρεάζεται από τη συσσώρευση νερού περιλαμβάνονται και τα υδρόβια πτηνά. Υπάρχουν σήμερα στην Ευρώπη, πολλοί υδατικοί χείμαρροι που αποτελούν "παραδείσους" για τα πτηνά. Σε πολλές περιπτώσεις οι επιδράσεις που προκαλούνται από τα διάφορα υδραυλικά έργα στο περιβάλλον, έχουν επιπτώσεις και στον άνθρωπο (Κωτούλας, 1997). Οι επιπτώσεις αυτές διακρίνονται σε:

✿ **άμεσες επιπτώσεις:** προκαλούνται απευθείας από τα υδρονομικά έργα στον άνθρωπο

- ✿ **δευτερογενές επιπτώσεις:** προέρχονται από την επίδραση που ασκούν τα υδρονομικά έργα σε άλλα υδραυλικά έργα, όπως είναι τα προστατευτικά έργα και τα έργα αξιοποίησης του νερού
- ✿ **τριτογενείς επιπτώσεις:** οφείλονται στις επιδράσεις που ασκούν σεδιάφορα περαιτέρω ανθρώπινα συστήματα τα προστατευτικά έργα και εκείνα της αξιοποίησης του νερού, όταν αυτά δέχονται τις επιπτώσεις που αναφέρθηκαν.

Σημαντικά παραδείγματα της παγκόσμιας ιστορίας που φανερώνουν με τον πιο γλαφυρό τρόπο την επίδραση των υδραυλικών έργων μεγάλης κλίμακας στο φυσικό περιβάλλον, όπου τα αναμενόμενα οφέλη για τους ανθρώπους ξεπερνιούνται πολλές φορές από τα αρνητικά παρελκόμενα, αποτελούν ο ποταμός «Elwha» (Ελβα) και τα δύο μεγάλα φράγματα που κατασκευάστηκαν εγκάρσια στην κοίτη του συγκεκριμένου ποταμού, ο ποταμός «Nile» (Νίλος) και το μεγάλο φράγμα 'Aswan' που κατασκευάστηκε εγκάρσια στην κοίτη του και τέλος ο ποταμός «Yangtze» (Γιάνγκτζέ) και το γιγαντιαίο φράγμα 'Three-Gorges' που κατασκευάστηκε στον συγκεκριμένο ποταμό.

Συγκεκριμένα ο ποταμός «Elwha» βρίσκεται στο ολυμπιακό εθνικό πάρκο της Ουάσιγκτον των Η.Π.Α. Στη δεκαετία το 1910, στον συγκεκριμένο ποταμό κατασκευάστηκαν δύο υδροηλεκτρικά φράγματα. Οι δυσμενείς όμως επιπτώσεις από την κατασκευή τους ήταν πολλές και περισσότερες σε σχέση με τη προσφορά τους (<http://www.elwha.org/Culture-History.htm>).



**Εικόνα 11:** Η ευρύτερη τοποθεσία του ποταμού «Έλβχα»



**Εικόνα 12**



**Εικόνα 13**



**Εικόνα 14**



**Εικόνα 15**

**Εικόνες 12-15:** Απεικόνιση των δύο φραγμάτων και του ποταμού «Έλβχα» (<http://www.elwha.org/River%20Restoration.htm>)



Εικόνα 16



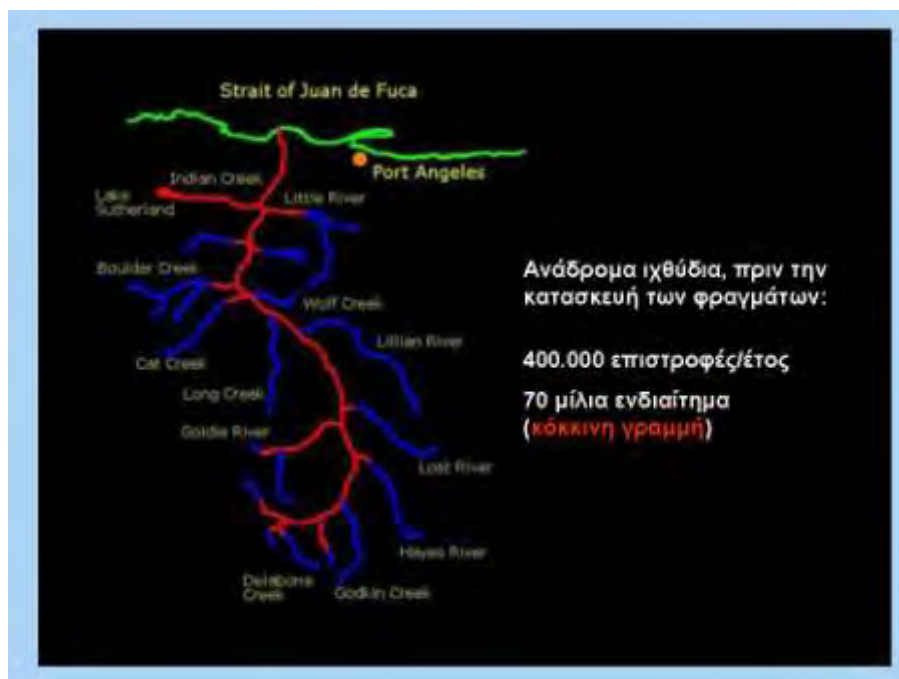
Εικόνα 17

**Εικόνες 16-17 :** Απεικόνιση των δύο φραγμάτων και του ποταμού «Elwha», κατά τη διάρκεια κατασκευής τους (<http://www.nps.gov/archive/olym/issues/isselwha2.htm>)

Τα πλεονεκτήματα ([http://www.americanrivers.org/site/DocServer/Elwha\\_General\\_Fact\\_Sheet\\_FINAL.pdf?docID=2982](http://www.americanrivers.org/site/DocServer/Elwha_General_Fact_Sheet_FINAL.pdf?docID=2982)) που προσέφεραν τα δύο αυτά φράγματα σχετίζονταν με την προστασία της ευρύτερης περιοχής από το φαινόμενο των πλημμυρών, με την αύξηση της ποιότητας των νερών (λόγω της μείωσης της θολούρας) και φυσικά το ενεργειακό όφελος.

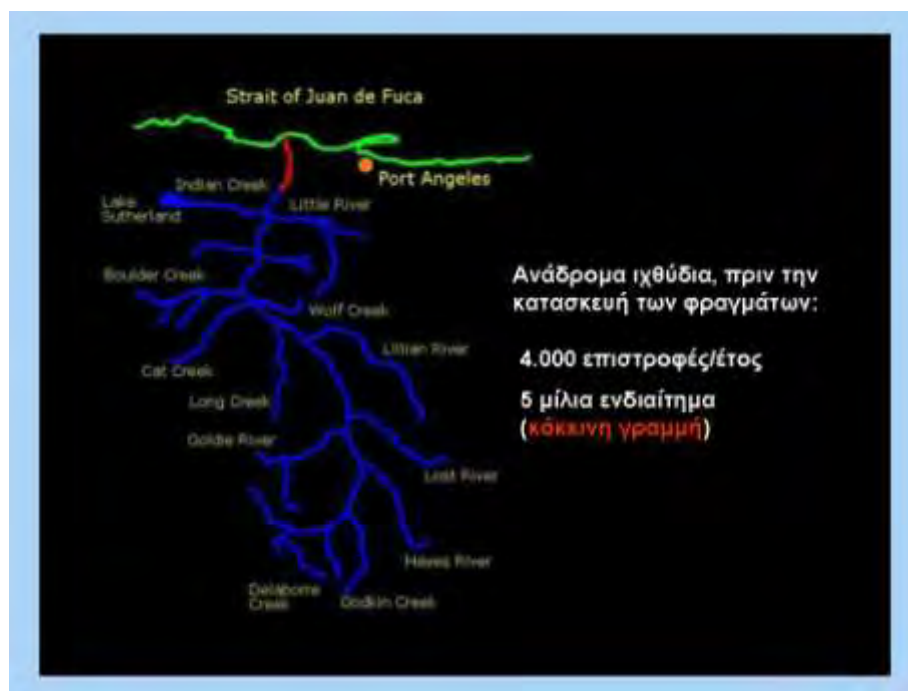
Αντίθετα τα μειονεκτήματα ([http://www.americanrivers.org/site/DocServer/Elwha\\_General\\_Fact\\_Sheet\\_FINAL.pdf?docID=2982](http://www.americanrivers.org/site/DocServer/Elwha_General_Fact_Sheet_FINAL.pdf?docID=2982)) ήταν πολύ περισσότερα και σημαντικότερα. Υπήρξε μεταβολή του οικοσυστήματος τόσο σε χλωρίδα όσο και σε πανίδα, μείωση κατά 93% του βιότοπου, διατάραξη της τροφικής αλυσίδας- των τροφικών επιπέδων (η μείωση αυτή άρχισε από τα κατώτερα τροφικά επίπεδα και κατευθύνονταν προς τα ανώτερα), μείωση της παραγωγικότητας και της βιοποικιλότητας και πτώση των ζωικών πληθυσμών (σολομού, πέστροφας, πτηνών), θηλαστικών και άλλων υδρόβιων οργανισμών, όπως οστρακόμορφα, μαλάκια, καρκινοειδή.

Τα φράγματα δημιουργήθηκαν, χωρίς εγκαταστάσεις μετάβασης ανάδρομων ψαριών (παράβαλε 'έπιπτώσεις έργων διευθέτησης στο υδατικό οικοσύστημα') (Κωτούλας, 1997), με αποτέλεσμα τη μείωση της ανάδρομης αλιείας. Επιπλέον επικράτησε αύξηση της θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα τη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου (αμελητέες επιδράσεις στην ποιότητα του νερού) και μείωση της παραγωγής υπόγειων υδάτων. Τέλος δημιουργήθηκαν οι συνθήκες για αποτροπή της μεταφοράς του χονδροειδούς και λεπτόκοκκου ιζήματος προς τα κατάντη των φραγμάτων και δημιουργίας ακατάλληλου πυθμενικού υποστρώματος για τη δημιουργία περιοχών ωοτοκίας. Έτσι εμφανίστηκε αύξηση της ροής των υδάτων και εμφάνιση του φαινομένου της διάβρωσης. Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται γραφικά η ραγδαία μείωση των ενδιαιτημάτων και το ποσοστό της επιστροφής της πέστροφας και του σολομού στο εσωτερικό του ποταμού.



**Εικόνα 18**





**Εικόνα 19**

**Εικόνες 18-19 :** Η ραγδαία μείωση των ενδιαιτημάτων και της επιστροφής της πέστροφας και του σολομού στο εσωτερικό του ποταμού «Elwha» (<http://www.nps.gov/archive/olym/elwha/documents.htm>)

Για την αποκατάσταση και επαναφορά του οικοσυστήματος στην κατάσταση προ της κατασκευής των φραγμάτων παρουσιάστηκαν δύο εναλλακτικές λύσεις από τους τοπικούς φορείς:

1. Αφαίρεση των δύο φραγμάτων και αποκατάσταση του φυσικού οικοσυστήματος (εγκαθίδρυση της βλάστησης και εμπλουτισμός της πανίδας με ενδημικά είδη). Έτσι θα λάβει χώρα η ανακύκλωση των φυσικών συστατικών, μείωση της διάβρωσης και ρύπανσης από την βλάστηση και αποκατάσταση των οχθών από τη μεταφορά των ιζημάτων.

2. Κατασκευή ειδικών διατάξεων και μιας σειράς αγωγών αναρρόφησης, οι οποίοι αγωγοί θα μετέφεραν το χονδροειδές και λεπτόκοκκο ίζημα προς τα κατάντη των φραγμάτων.

Τελικά αποφασίστηκε να ακολουθηθεί η πρώτη λύση. Η έναρξη των εργασιών για την αφαίρεση των δύο φραγμάτων και αποκατάσταση του φυσικού οικοσυστήματος προβλέπεται να αρχίσει στις αρχές του έτους 2008 και πιστεύεται από τους αρμόδιους επιστήμονες, ότι πιθανόν το συγκεκριμένο οικοσύστημα να επανέλθει στο επίπεδο που επικρατούσε πριν την εγκατάσταση των δύο φραγμάτων, μετά από εκατό χρόνια περίπου.

Σε ότι αφορά την περίπτωση του Νείλου ποταμού, κατά μήκος της κοίτης του κατασκευάστηκαν διάφορα φράγματα, το σημαντικότερο από τα οποία αποτελεί το φράγμα 'Aswan', το οποίο κατασκευάστηκε στην περιοχή Ασουάν της Αιγύπτου ([http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan\\_High\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan_High_Dam)).



**Εικόνα 20:** Η ευρύτερη τοποθεσία του Νείλου ποταμού και το φράγμα 'Aswan' (<http://geography.about.com/od/specificplacesofinterest/a/nile.htm>)





**Εικόνα 21:** Το φράγμα ‘Aswan’ από δορυφορική λήψη ([http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan\\_High\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan_High_Dam))



**Εικόνα 22**



Εικόνα 23



Εικόνα 24

**Εικόνες 22-24:** Απεικόνιση του φράγματος ‘Aswan’ και του Νείλου ποταμού, τόσο κατά τη διάρκεια κατασκευής του όσο και στις ημέρες μας ([http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan\\_High\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan_High_Dam))

Το φράγμα ‘Aswan’ άρχισε να κατασκευάζεται το 1960 και ολοκληρώθηκε το 1971, με σκοπό τη ρύθμιση της ροής και εκμετάλλευση του ίδιου του ύδατος του Νείλου ποταμού {ηλεκτρική ενέργεια [περιέχει 12 στροβίλους (γεννήτριες) που παράγουν πάνω από 10 δισεκατομμύριο κιλοβάτ ηλεκτρικής ενέργειας κάθε έτος] άρδευση, ύδρευση, αντιπλημμυρική προστασία, ακτοπολοΐα}. Το συγκεκριμένο μεγάλο φράγμα έχει μήκος 3600 m και ύψος 111m. Η κατασκευή του συγκεκριμένου φράγματος, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία της λίμνης ‘Nasser’, η οποία έχει μήκος 312 μίλια (αποτελεί τη μεγαλύτερη τεχνητή λίμνη στο κόσμο) και βρίσκεται πίσω από το φράγμα.

Η ύπαρξη και λειτουργία αυτού του φράγματος είχε δυσμενείς επιδράσεις στην γεωργία, στην αλιεία, στο δέλτα του ποταμού και γενικά στα φυσικά οικοσυστήματα (<http://www-ocean.tamu.edu/Quarterdeck/QD3.1/Elsayed/elsayed.html>).

Σε ότι αφορά τη γεωργία, αποτέλεσε πλήγμα, αφού παρουσιάστηκαν αξονικές διαβρώσεις, με αποτέλεσμα την μείωση των γεωργικά εκμεταλλεύσιμων εδαφών, καθώς επίσης και απόθεση σημαντικών ποσοτήτων λιπάσματος, με συνέπεια την

“δηλητηρίαση” των εδαφών. Επίσης ή μείωση των γεωργικά εκμεταλλεύσιμων εδαφών, οφείλονται και στον κατακλυσμό μεγάλων σε έκταση περιοχών από τον περιορισμό των νερών. Όσον αφορά την αλιεία τα αποθέματα των ψαριών μειώθηκαν από 35000 τόνους που ήταν το 1962, σε 9000 τόνους που έφτασε μετά την κατασκευή του φράγματος, αφού οι θρεπτικές ουσίες που έρεαν κατά μήκος του Νείλου ποταμού παγιδεύτηκαν πίσω από το φράγμα και επειδή η έκταση δραστηριοποίησης των ιχθύων περιορίστηκε στα όρια της τεχνητής λίμνης ‘Nasser’. Αλλά και σε αυτά τα όρια, οι δυσμενείς συνθήκες (ύπαρξη βούρκου, μόλυνση και μη ανανέωση των υδάτων κ.λπ.) που διαμορφώθηκαν μείωσαν τον αριθμό και τα είδη των ψαριών, κάνοντας την διαβίωσή τους πολύ δύσκολη. Τέλος στο δέλτα του Νείλου ποταμού παρουσιάστηκε υποβάθμιση, η οποία ευνοήθηκε από την αύξηση του ποσοστού της διάβρωσης των ακτών, λόγω της έλλειψης άμμου και από το γεγονός ότι δημιουργήθηκαν οι συνθήκες για αποτροπή της μεταφοράς του χονδροειδούς και λεπτόκοκκου ιζήματος πέρα από τα όρια της λίμνης ‘Nasser’ και κάτω από το φράγμα, υλικό, το οποίο αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ανάπτυξη και αύξηση της ποικιλότητας ενός οικοσυστήματος και ιδίως ενός υδάτινου οικοσυστήματος. Επίσης θα πρέπει να τονιστούν και οι μεγάλες απώλειες νερού, μέσω του φαινομένου της εξάτμισης, το οποίο αυξήθηκε εντυπωσιακά, μετά την κατασκευή του φράγματος, δια μέσου περισσότερο της λίμνης ‘Nasser’, από την οποία χάνονται 10 έως 16 εκατομμύρια m<sup>3</sup> νερού το έτος, τιμή που αποτελεί το 20% έως 30% του νερού του αιγυπτιακού τμήματος του Νείλου ποταμού (<http://www-ocean.tamu.edu/Quarterdeck/QD3.1/Elsayed/elsayed.html>).



**Εικόνα 25:** Τμήμα της λίμνης ‘Nasser’ ([http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan\\_High\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Aswan_High_Dam))

Τέλος στην περίπτωση του ποταμού «Yangtze» (Γιάνγκτζέ) κοντά στη Σαγκάη της Κίνας, κατά μήκος της κοίτης του, κατασκευάζεται το γιγαντιαίο φράγμα ‘Three-Gorges’, το οποίο αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα φράγματα στον κόσμο, μήκους 1,3 μιλίων και ύψους 607 ποδιών. Η δεξαμενή που δημιουργήθηκε, κατά τη διάρκεια της κατασκευής του, έχει μήκος 370 μίλια. Η έναρξη των εργασιών κατασκευής του έγινε το 1994 και αναμένεται η αποπεράτωσή του το 2009 ([http://en.wikipedia.org/wiki/Yangtze\\_River](http://en.wikipedia.org/wiki/Yangtze_River)).





**Εικόνα 26:** Η ευρύτερη τοποθεσία του ποταμού «Yangtze»  
 ([http://www.discoveryangtze.com/Yangtzediscovery/map\\_yangtze.htm](http://www.discoveryangtze.com/Yangtzediscovery/map_yangtze.htm))



**Εικόνα 27:** Το φράγμα 'Three-Gorges' από δορυφορική λήψη  
 ([http://en.wikipedia.org/wiki/Three\\_Gorges\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam))



**Εικόνα 28**



**Εικόνα 29**



**Εικόνα 30**

**Εικόνες 28-30:** Απεικόνιση του φράγματος ‘Three-Gorges’ και του ποταμού «Yangtze» ([http://en.wikipedia.org/wiki/Three\\_Gorges\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam))

Το συγκεκριμένο φράγμα σχεδιάστηκε να κατασκευαστεί, με στόχο την εκπλήρωση των παρακάτω σκοπών: την ρύθμιση της διαίτας του νερού, έτσι ώστε να αποτραπούν οι εκτεταμένες πλημμύρες, οι οποίες έχουν καταστρέψει έως τώρα σημαντικές καλλιεργήσιμες εκτάσεις και να παρέχονται στο λαό ποσότητες νερού, από τη δεξαμενή του φράγματος, απαραίτητες για ύδρευση και άρδευση, κατά τις περιόδους ξηρασίας. Επίσης, οι στρόβιλοι (γεννήτριες) του φράγματος θα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια (18200 mwatt, αποτελεί το 10% της ετήσιας εθνικής ανάγκης για ενέργεια), απαραίτητη για την ομαλή λειτουργία του εθνικού συστήματος. Ακόμη, το φράγμα αυτό θα δώσει ώθηση και στον αθλητισμό, αφού στις ακτές της δεξαμενής του, έχει δημιουργηθεί ένα σύγχρονο κωπηλατοδρόμιο. Το σίγουρο είναι ότι με την ολοκλήρωση της κατασκευής του συγκεκριμένου φράγματος, οι τοπικοί φορείς πιστεύουν στην αναμενόμενη ευημερία της τοπικής κοινωνίας ([http://www.yangtzeriver.org/threegorges\\_dam/impact.htm](http://www.yangtzeriver.org/threegorges_dam/impact.htm)).

Δυστυχώς όμως, μαζί με τα κάποια οφέλη του, το φράγμα δημιούργησε (πριν καν την ολοκλήρωσή του) σημαντικότερα προβλήματα που αγγίζουν άμεσα τόσο το περιβάλλον, όσο και τους ντόπιους κατοίκους.

Κατά προσέγγιση δύο εκατομμύρια άνθρωποι μετατοπίστηκαν από τα χωριά τους, όπου τα αγροκτήματά τους θα καταδύονταν (μαζί με χιλιάδες αρχαιολογικές περιοχές) κάτω από το ύδωρ και το βούρκο της δεξαμενής. Το τεράστιο φορτίο του βούρκου του ποταμού «Yangtze» (530 εκατομμύρια τόνοι/έτος, αποτελεί τέταρτο μεγαλύτερο φορτίο από όλους τους παγκόσμιους ποταμούς) καταλήγει στη δεξαμενή πίσω από το φράγμα, το οποίο μειώνει σταθερά την ικανότητά του νερού για αποθήκευση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, γεγονός που μπορεί να καταστήσει το φράγμα άχρηστο λειτουργικά μέσα σε 150 έτη. Επιπλέον οι ακτές του συγκεκριμένου ποταμού

υποβάλλονται σε σημαντική διάβρωση, όπου στερούνται την ύπαρξη και μεταφορά των κανονικών δελταϊκών ιζημάτων. Πολλά βιομηχανικά απόβλητα (250 εκατομμύρια γαλόνια/έτος) των ακατέργαστων λυμάτων διοχετεύονται τώρα στον ποταμό, τα οποία και συσσωρεύονται στη δεξαμενή, δημιουργώντας σημαντικό πρόβλημα στην διαβίωση ψαριών, αλλά και στη δημόσια υγεία. Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί και η διαβίωση κάποιων θηλαστικών, όπου στην περίπτωση της κινέζικης τίγρης, αλιγάτορα και δελφινιού, υπάρχει κίνδυνος ακόμη και αφανισμού ([http://www.yangtzeriver.org/threegorges\\_dam/impact.htm](http://www.yangtzeriver.org/threegorges_dam/impact.htm)).

Παρατηρούμε δηλαδή πως ένα τόσο μεγάλο τεχνικό έργο, όπως είναι αυτό το φράγμα, και πριν την ολοκλήρωση της κατασκευής του, δημιούργησε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, τα οποία υποβαθμίζουν συνεχώς τα δυναμικά παλαιότερα τοπικά οικοσυστήματα. Δεν είναι λίγοι οι επιστήμονες που πιστεύουν πως τα περιβαλλοντικά προβλήματα θα ήταν λιγότερα και ηπιότερα, εάν στην περίπτωση του γιγαντιαίου φράγματος δημιουργούνταν μια σειρά από πολύ μικρότερα φράγματα.

Παρόλα αυτά, αντιλαμβανόμενοι οι φορείς της κινέζικης πολιτείας, τις δυσμενείς και άλυτες επιπτώσεις που θα είχε η ολική λειτουργία του συγκεκριμένου φράγματος στο φυσικό περιβάλλον, οδηγήθηκαν στη δημιουργία ενός φιλόδοξου και καλά προγραμματισμένου περιβαλλοντικού σχεδίου διαχείρισης και ελέγχου. Έτσι λοιπόν, με βάση το σχέδιο αυτό, θα υπάρξει ένα δίκτυο εγκαταστάσεων, για την επεξεργασία και τον καθαρισμό του ποταμού από τα λύματα και τα απόβλητα. Σε ότι αφορά την παρουσία του φαινομένου της διάβρωσης, αυτό θα αποτραπεί, με την εγκαθίδρυση στο μέσο και ανώτερο παρόχθιο τμήμα του ποταμού ειδικού δάσους με ποικιλία ειδών, το οποίο θα καλύπτει έκταση 2,86 εκατομμύρια εκτάρια και αναμένεται να ολοκληρωθεί στα επόμενα πέντε έτη. Τέλος, με βάση το περιβαλλοντικό σχέδιο, δίνεται μεγάλη



σημασία στη βιοποικιλότητα και στην προστασία των υδρόβιων ζώων και ψαριών, με την κατασκευή ειδικών χώρων προστασίας και αναπαραγωγής. Επίσης μεγάλη σημασία δίνεται και στον έλεγχο και φύλαξη της ευρύτερης περιοχής από ειδικές υπηρεσίες εποπτείας και ελέγχου (<http://www.washingtonpost.com/wpsrv/inatl/longterm/yangtze/yangtze.htm>).

Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως τα τεχνικά έργα και ιδίως τα έργα διευθέτησης, χρειάζονται λεπτομερή και σχολαστική προσπάθεια σχεδιασμού και υλοποίησή τους, έτσι ώστε να δράσουν στην περιοχή ίδρυσής του, όσο γίνεται πιο «οικολογικά» και φιλικά στο περιβάλλον και τα οφέλη τους να αντισταθμίζουν και να υπερτερούν κατά πολύ τα μειονεκτήματά τους.

## 6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 6.1 ΤΟ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

#### 6.1.1 Τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Στεφανίδης 1990, Κωτούλας 1998, Σαπουντζής 2000), τα σπουδαιότερα γνωρίσματα των λεκανών απορροής που εκφράζουν τη μορφομετρία τους είναι: το εμβαδό, η περίμετρος, η μορφή της λεκάνης, ο βαθμός στρογγυλομορφίας, το ελάχιστο, το μέγιστο και το μέσο υψόμετρο, καθώς και η μέση κλίση της λεκάνης, το μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο και το μέγιστο ανάγλυφο (διαφορά μεγίστου-ελαχίστου υψομέτρου).

Από υδρογραφική άποψη τα σημαντικότερα γνωρίσματα των λεκανών απορροής είναι η μορφή και η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου, το μήκος και η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (Πίνακας 3).

**Πίνακας 3:** Μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν

A/A	Χαρακτηριστικά Μορφομετρικά	Σύμβολα
1.	Εμβαδό λεκάνης απορροής	E
2.	Μορφή λεκάνης απορροής	-
3.	Περίμετρος	U
4.	Βαθμός στρογγυλομορφίας	B
5.	Ελάχιστο υψόμετρο	$H_{\min}$
6.	Μέγιστο υψόμετρο	$H_{\max}$
7.	Μέσο υψόμετρο	$H_{\text{med}}$
8.	Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο	$H_x$
9.	Μέγιστο ανάγλυφο	$H_r$
10.	Μέση κλίση λεκάνης	$J_i$
	Υδρογραφικά	
11.	Μορφή υδρογραφικού δικτύου	-
12.	Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου	D
13.	Μήκος κεντρικής κοίτης	L
14.	Μέση κλίση κεντρικής κοίτης	$J_{\kappa}$

### 6.1.2 Τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά

Τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά μιας λεκάνης απορροής είναι τα εξής:

**α)** Εμβαδό ορεινής λεκάνης απορροής (area drainage basin) E ( $\text{km}^2$ ): καθορίζεται από την επιφάνεια σε οριζόντια προβολή που περιβάλλει ο υδροκρίτης μέχρι την κοίτη εκκένωσης του ρεύματος.

**β)** Σχήμα λεκάνης απορροής: (basin form): εκτιμάται εμπειρικά από το σχήμα που προσδίδει σ' αυτήν ο υδροκρίτης της. Το σχήμα της λεκάνης επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την ταχύτητα συγκέντρωσης της απορροής, επομένως καθορίζει τη μορφή του υδρογραφήματος και έτσι το μέγεθος της μέγιστης υδατοπαροχής.

**γ)** Περίμετρος (perimeter),  $U$  (km): είναι το μήκος του υδροκρίτη της ορεινής λεκάνης. Απ' το πολυγωνικό επίπεδο που δημιουργήθηκε έπειτα από την ψηφιοποίηση του υδροκρίτη των λεκανών παίρνουμε την τιμή του μήκους της περιμέτρου.

**δ)** Βαθμός στρογγυλομορφίας,  $B$ : υπολογίστηκε από τον τύπο  $B=E/U$  όπου  $E$  το εμβαδό της λεκάνης απορροής ( $\text{km}^2$ ) και  $U$  η περίμετρος της λεκάνης απορροής (km). Στρογγυλόμορφες λεκάνες οδηγούν σε γρήγορη συγκέντρωση του νερού και επομένως σε μεγαλύτερες υδατοπαροχές. Αντίθετα επιμήκεις λεκάνες απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο συγκέντρωσης του νερού και για αυτό, με τις ίδιες συνθήκες εμφανίζουν μικρότερες παροχές.

**ε)** Ελάχιστο υψόμετρο (altitude minimum).  $H_{\min}$  (m): Είναι το υψόμετρο στο στόμιο της λεκάνης (λαιμός ή κοίτη εκκένωσης) δηλ. στην έξοδο του χειμαρρικού ρεύματος στην πεδινή περιοχή.

**ζ)** Μέγιστο υψόμετρο (altitude maximum).  $H_{\max}$  (m): Είναι το μεγαλύτερο υψόμετρο της περιοχής της λεκάνης απορροής όπως αυτή καθορίζεται από τον υδροκρίτη της.

**η)** Μέσο υψόμετρο (altitude mean).  $H_{min}$  (m): υπολογίζεται από τον τύπο όπου  $L_i$  το μήκος της χωροσταθμικής καμπύλης (km),  $H_i$  το υψόμετρο της αντίστοιχης χωροσταθμικής καμπύλης (km).

**θ)** Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο (altitude torential).  $H_x$  (m): είναι το υψόμετρο εκείνης της χωροσταθμικής καμπύλης, πάνω από την οποία η έκταση της λεκάνης είναι το 3-5% του συνολικού εμβαδού της. Γνωρίζοντας το συνολικό εμβαδό της λεκάνης ξεκινάμε από τα ψηλότερα σημεία της λεκάνης απορροής επιλέγοντας την πρώτη ζώνη από το όριο του υδροκρίτη έως την πρώτη προς τα κατάντη ισοϋψή της λεκάνης και υπολογίζουμε το εμβαδό που επιλέξαμε αν είναι το 3-5% του συνολικού εμβαδού. Εάν δεν είναι, επιλέγουμε την δεύτερη, την τρίτη ζώνη έτσι ώστε το εμβαδό των επιλεγμένων ζωνών να μας δίνει το 3-5% του συνολικού.

**ι)** Μέγιστο ανάγλυφο ή υψομετρική διαφορά (relief),  $H_r$ (m): εκφράζει την υψομετρική διαφορά μεταξύ του μεγίστου και του ελαχίστου υψομέτρου.

**κ)** Μέση κλίση της λεκάνης (basin mean slope),  $J_i$  (%) υπολογίζεται από τον τύπο όπου  $\Delta H$  η ισοδιάσταση των χωροσταθμικών καμπύλων (km)  $\Sigma I$  το άθροισμα των μηκών όλων των χωροσταθμικών της λεκάνης (km), και  $F$  το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km<sup>2</sup>).

### 6.1.3 Τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά

Τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά μιας λεκάνης απορροής είναι τα εξής:

**α)** Μορφή υδρογραφικού δικτύου (network form): Αυτή προσδιορίστηκε από τους ψηφιοποιημένους τοπογραφικούς χάρτες.

**β)** Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (drainage density)  $D$  ( $\text{km}/\text{km}^2$ ) εκφράζει το μήκος των ρευμάτων στη μονάδα της επιφανείας. Υπολογίζεται από τον τύπο  $D = \frac{L}{E}$ , όπου  $L$  το συνολικό μήκος των ρευμάτων της λεκάνης (Km),  $E$  το εμβαδό της λεκάνης απορροής ( $\text{km}^2$ ).

**γ)** Μήκος κεντρικής κοίτης (mainstream length),  $L$  (km): κεντρική κοίτη ενός χειμαρρικού ρεύματος είναι η κοίτη, που αρχίζει από τα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης απορροής και φθάνει σχεδόν μέχρι τον υδροκρίτη στις ψηλότερες περιοχές. Έχει το μεγαλύτερο μήκος ή αποστραγγίζει την μεγαλύτερη επιφάνεια στον χώρο της λεκάνης.

**δ)** Μέση κλίση κεντρικής κοίτης (mainstream mean slope)  $J_k$  (%): υπολογίσθηκε από τον τύπο  $J_k = \frac{J_s \cdot L_s}{L}$ , όπου  $L$  η οριζόντια απόσταση της κοίτης με ορισμένη σταθερή κλίση ( $m$ ),  $J_s$  η κλίση του παραπάνω τμήματος (%).

Από τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν όλα σχεδόν είναι ποσοτικά, εκτός της μορφή των λεκανών απορροής και της μορφής των υδρογραφικών δικτύων, τα οποία έχουν ποιοτικό χαρακτήρα και αποδίδονται

περιγραφικά. Εφαρμόζοντα της παραπάνω μεθοδολογία προέκυψαν τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά του Πίνακα 4.

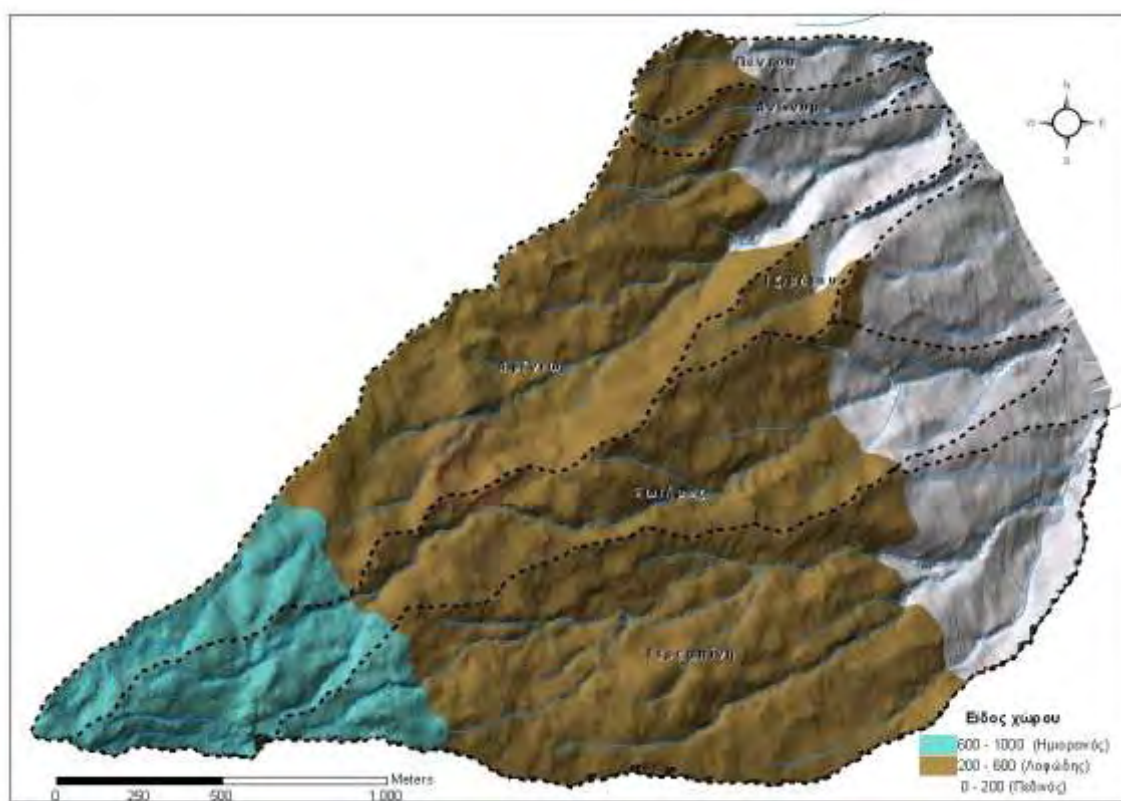
**Πίνακας 4:** Τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των χειμαρρικών ρευμάτων της περιοχής έρευνας

A / A	Όνομασία Χειμαρρικού Ρεύματος	Εμβαδό Λεκάνης Απορροής	Μήκος Υδροκλάση	Βαθμός στρωγγυλομορφίας	Ελάχιστο υψόμετρο	Μέγιστο υψόμετρο	Μέσο υψόμετρο	Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο	Μέγιστο Ανάγλυφο	Μέση Κλίση Λεκάνης	Μήκος κεντρικής κοίτης	Μέση κλίση κοίτης	Παροχή Υδρογραφικού Διακτύπου
		E	U	B	H <sub>min</sub>	H <sub>max</sub>	H <sub>med</sub>	H <sub>c</sub>	H <sub>f</sub>	J <sub>l</sub>	L	J <sub>c</sub>	D
		km <sup>2</sup>	km	km	m	m	m	M	m	%	km	%	km
1	Γεραμπίνη	1,49	6,18	0,24	8	728	337	620	720	33,03	2,97	25,20	6,30
2	Μεταμόρφωση του Σωτήρος	1,00	7,20	0,14	8	876	410	784	668	35,17	3,64	24,93	7,25
3	Τζιβέτου	0,14	2,54	0,06	8	352	190	288	344	38,14	1,08	28,46	7,68
4	Αφέντω	1,23	7,47	0,16	8	908	382	780	900	34,77	3,48	26,69	5,91
5	Πάντου	0,13	2,038	0,06	8	284	170	276	276	35,07	0,84	29,88	7,08

Από τον Πίνακα 4 προκύπτει ότι η μεγαλύτερη λεκάνη απορροής είναι του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη» με εμβαδό 1,49 Km<sup>2</sup>, ο βαθμός στρωγγυλομορφίας κυμαίνεται από 0,24 για το χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη» έως 0,05 για το χειμαρρικό ρεύμα «Αφέντω». Όλες οι υπολεκάνες της περιοχής του Χορευτού ξεκινάνε από 8m ελάχιστο υψόμετρο για να καταλήγουν από τα 908 (χειμαρρικό ρεύμα «Αφέντω») ως τα 154. Οι λεκάνες απορροής παρουσιάζουν ομοιόμορφες κλίσης οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 33% και 38%, ενώ και η κλίση της κεντρικής κοίτης παρουσιάζουν ομοιομορφία η οποία κυμαίνεται από 25% ως 30% . Το μήκος της κεντρικής κοίτης παρουσιάζει τιμές από τα 3,64 km για το χειμαρρικό ρεύμα «Μεταμόρφωση του Σωτήρος» ως τα 0,84 για το χειμαρρικό ρεύμα «Πάντου».

**Πίνακας 5:** Το είδος χώρου και το ποσοστό τους για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής

Όνομα λεκάνης	Πεδινός ( 0-200)		Λοφώδης (201 - 600)		Ημιορεινός (601 - 1000)		Εμβαδό Λεκάνης
	0.19	15.15%	0.85	69.06%	0.19	15.79%	
Αφέντω	0.19	15.15%	0.85	69.06%	0.19	15.79%	1.23
Γεραμπίνη	0.33	22.11%	1.06	71.18%	0.10	6.71%	1.49
Πάντου	0.07	53.82%	0.06	46.18%			0.13
Σωτήρος	0.19	18.55%	0.58	58.02%	0.23	23.43%	1.00
Τζιβάτου	0.06	40.79%	0.08	59.21%			0.14
Γενικό άθροισμα	0.83	20.77%	2.63	65.99%	0.53	13.23%	3.99



**Εικόνα 31:** Το είδος του χώρου, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής (Σαπουντζής και συν., 2006)

#### 6.1.4 Η εξέλιξη των λεκανών απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων

Ο Surell το 1841, διέκρινε τρία στάδια ηλικίας των χειμάρρων, το στάδιο της νεότητας, το στάδιο ωριμότητας και το στάδιο του γήρατος.

Ο Derruau 1956, προσδιόρισε με σαφήνεια τα τρία στάδια μορφολογικής εξέλιξης των μισγαγγείων και των κλιτύων (Εικόνα 32), τα παραθέτονται ως εξής:

##### **A. Το στάδιο της νεαρής ηλικίας**

Στο στάδιο αυτό γίνεται αξονική διάβρωση του κυρίου βραχίονα και των συμβαλλόντων του. Οι κλιτείς αντιδρούν στην αξονική διάβρωση με τις ολισθήσεις επειδή κυρίως δεν επικρατούν μεγάλες αξονικές κλίσεις, άρα έχουμε μεγάλη υποσκαπτική δύναμη του υδάτινου ρεύματος και όλη η διαμόρφωση των κλιτύων εξελίσσεται γρήγορα.

##### **B. Το στάδιο της ωριμότητας**

Με την πάροδο του χρόνου η κατά μήκος κλίση του ρεύματος γίνεται μικρότερη, η διαβρωτική του δύναμη μειώνεται, ο ρυθμός της αξονικής διάβρωσης και της επιφανειακής αποβαίνει παραπλήσιος και οι κλίσεις των κλιτύων απαλύνονται στο σύνολό τους.

Η ανάγλυφη μορφή γίνεται κυματοειδής, ο πυθμένας της κύριας μισγάγγειας κατακλύζεται από αποθέσεις φερτών υλικών και το υδρογραφικό δίκτυο αποκτά ιεράρχηση από άποψη διακλαδώσεων.

##### **Γ. Το στάδιο του γήρατος**

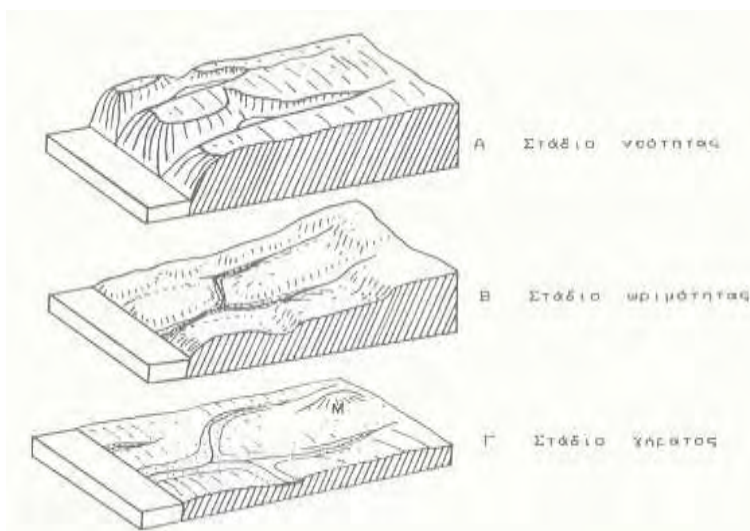
Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται από περαιτέρω μείωση των κλίσεων στις κοίτες και τις κλιτείς.

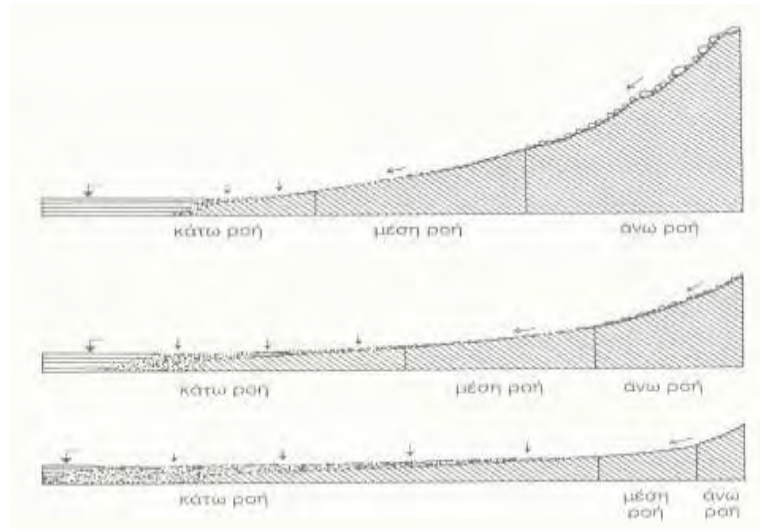


Η εξέλιξη των κλιτύων είναι ταχύτερη από αυτή των ρευμάτων. Κατά συνέπεια, τα ψηλότερα σημεία του τοπίου υφίστανται υποβάθμιση λόγω της συνεχιζόμενης διάβρωσης και τείνουν να πλησιάσουν υψομετρικά τις μισογαγγείες, χωρίς όμως και να τις φτάνουν, γιατί οι κλιτείς διατηρούν τελικά υψομετρική διαφορά από τις μισογαγγείες τόση ώστε να είναι δυνατή η μέχρις αυτών εκκένωση των στερεών υλικών.

Έτσι η ανάγλυφη μορφή που προκύπτει χαρακτηρίζεται :

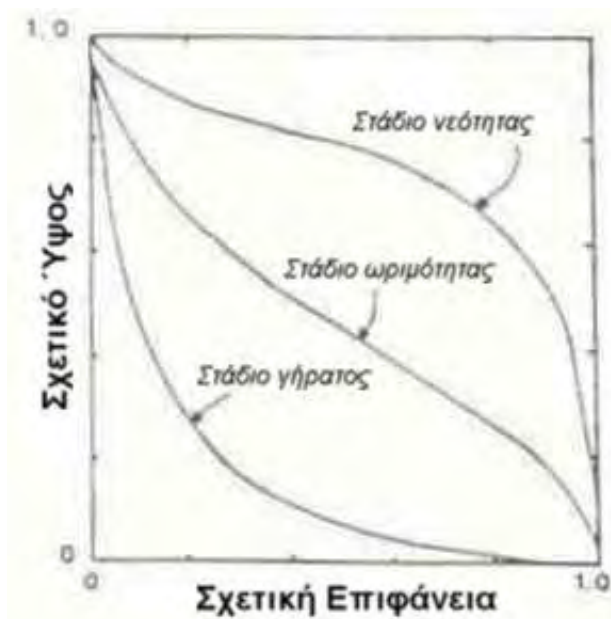
- 1) Από εξάρσεις μικρού ύψους και ομαλής διαμόρφωσης
- 2) Από αυτές που καλύπτονται από παχύ στρώμα αποσαθρωμάτων και το ίδιο το έδαφος
- 3) Από την όλη εικόνα που συμπληρώνουν οι ενδιάμεσες κοιλάδες αλλουβιακών αποθέσεων





**Εικόνα 32:** Τα τρία στάδια μορφολογικής εξέλιξης των μισογαγγείων και των κλιτών και των μηκοτομών των ρευμάτων της λεκάνης απορροής (Κωτούλας, 2001)

Για τον προσδιορισμό του σταδίου της γεωμορφολογικής εξέλιξης μιας λεκάνης απορροής ενός χειμάρρου, ο Strahler 1952, 1954, 1957, χρησιμοποιεί την υψομετρική καμπύλη και για τα διάφορα στάδια εξέλιξης δίνει τις παρακάτω μορφές των υψομετρικών καμπυλών των λεκανών απορροής και παρουσιάζονται στην Εικόνα 33.



**Εικόνα 33:** Οι χαρακτηριστικές υψογραφικές καμπύλες (Strahler 1957)

6.1.5 Κατάταξη του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη», με βάση τα στάδια μορφολογικής εξέλιξης των μισγαγγείων και των κλιτύων

Η μέθοδος κατάταξη ενός χειμαρρικού ρεύματος κατά Strahler χρησιμοποιείται διεθνώς, όπως και για τον ελλαδικό χώρο. Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνες 34, 36) παρουσιάζονται οι αθροιστικές ή εκατοστιαίες υψογραφικές καμπύλες των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω».



**Εικόνα 34:** Η αθροιστική ή εκατοστιαία υψογραφική καμπύλη του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη»



**Εικόνα 35:** Η αθροιστική ή εκατοστιαία υψογραφική καμπύλη του χειμαρρικού ρεύματος «Αφέντω»

Με βάση λοιπόν το παραπάνω σχήμα, συμπεραίνουμε ότι ο χείμαρρος «Γεραμπίνη» κατατάσσεται στην κατηγορία (B), όπου το τοπίο έχει μορφολογική ωρίμανση, ενώ και ο χείμαρρος «Αφέντω» κατατάσσεται στην κατηγορία (B), όπου το τοπίο στη περίπτωση αυτή έχει απομακρυνθεί λιγότερο από τη μορφολογική νεότητα, έτσι θα μπορούσαμε να πούμε ότι παρουσιάζει λίγο μικρότερη μεταβατικότητα προς το στάδιο ωριμότητας, σε σχέση πάντα το χείμαρο «Γεραμπίνη».

Η γνώση του σταδίου της γεωμορφολογικής εξέλιξης μιας περιοχής, σε συνδυασμό με την ηλικία των πετρωμάτων της, έχει μεγάλη σημασία για τον μελετητή της διευθέτησης των χειμάρρων, γιατί εξ' αρχής μπορεί να γνωρίζει την ταχύτητα της διάβρωσης των πετρωμάτων της και να «προβλέπει» την περαιτέρω εξέλιξή της με το χρόνο (Στεφανίδης, 1990).

Ο σπουδαιότερος συντελεστής δημιουργίας και ανάπτυξης ενός χειμαρρικού ρεύματος, είναι ο φυσικός παράγοντας «υδρογεωλογική αταξία». Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό και αποτελεί χαρακτηριστικό φαινόμενο των λεκανών απορροής των χειμάρρων της περιοχής έρευνας (Σαπουντζής, 2000).

Αυτό συμβαίνει, γιατί η χαλαρή σύνδεση των μορίων των σχιστολιθικών πετρωμάτων, βοηθάει στην υδατική διάβρωσή τους, ιδιαίτερα εκεί που η δασική βλάστηση υποχωρεί, λόγω ανθρώπινης επέμβασης και παρέμβασης. Μετά από μία βροχόπτωση, ικανής εντάσεως για διάβρωση, στην ορεινή ζώνη του σχιστόλιθου, λαμβάνει χώρα έντονη απόπλυση του επιφανειακού ορίζοντα του εδάφους, με αποτέλεσμα την βαθμιαία αποβράχωση αυτής και την εμφάνιση του μητρικού πετρώματος. Το φαινόμενο αυτό υποβοηθείται και από την έλλειψη του σωστού ποσοστού δασικής βλάστησης.

Τα όμβρια ύδατα κατερχόμενα από την ορεινή ζώνη, ακολουθώντας το φυσικό νόμο της αναποδιστικής διάβρωσης, διέβρωσαν τα γεωλογικώς νεότερα και χαλαρής σύνδεσης σχιστολιθικά πετρώματα και έτσι σχηματίστηκαν οι χείμαρροι με τη σημερινή τους μορφολογική διάβρωση.

Συγκρίνοντας τους δύο προς μελέτη χείμαρρους της περιοχής έρευνας, ο χείμαρρος «Γεραμπίνη» έχει μεγαλύτερο βάθος κοιτών και κλίσεις λιγότερο απότομες σε σχέση με το χείμαρρο «Αφέντω». Επίσης και οι δύο χείμαρροι αποτελούνται από πολυάριθμες χαραδρώσεις, οι οποίες κατά κανόνα συμβάλλουν κάθετα ως προς τις κεντρικές κοίτες.

Πάντως το τελικό στάδιο εξέλιξης των πρηνών, δηλαδή το μέγεθος της φυσικής κλίσεις των αποτιθέμενων γαιών που επιταγχύνει το μηδενισμό της παραγωγής υλικών, πρέπει να αποτελεί το κύριο και τελικό στόχο των εργασιών σταθεροποίησης των πρηνών.

#### 6.1.6 Οι παράγοντες χειμαρρικότητας

Το χειμαρρικό δυναμικό ή περιβάλλον, το οποίο κυριαρχεί σε ένα ορισμένο χειμαρρικό χώρο και προκαλεί την ανάπτυξη επ' αυτού χειμαρρικών φαινομένων, συντίθεται από τους εξής τέσσερις βασικούς παράγοντες χειμαρρικότητας: ανάγλυφο, κλίμα, γεωλογικό υπόθεμα και βλάστηση (Κωτούλας 1969, Kotoulas 1972, Stefanidis 1992, Σαπουντζής 2000).

Οι παράγοντες αυτοί ερευνήθηκαν τόσο για το σύνολο της περιοχής όσο και για το χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη».

Σε ότι αφορά το ανάγλυφο (τρόπος-κατεύθυνση κίνησης νερού) ερευνήθηκε η υψομετρία του χώρου (κατανομή υψομετρικών βαθμίδων), η αντιπροσωπευτική κλίση-μέση κλίση, καθώς επίσης και η ορεογραφική διαμόρφωση.

Για τον παράγοντα κλίμα (εμφάνιση ή όχι χειμαρρικού φαινομένου) συγκεντρώθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής και ερευνήθηκαν κυρίως τα κατακρημνίσματα-γενεσιουργό αίτιο της απορροής, διάβρωσης και οι θερμοκρασίες του αέρα.

Η έρευνα του γεωλογικού υποθέματος (παραγωγή φερτών υλικών) στηρίχθηκε στους χειμαρρικούς πετρολογικούς σχηματισμούς που απαντούν στην περιοχή.

Τέλος όσο αφορά τη βλάστηση (ρυθμιστικός παράγων) εξετάστηκε κυρίως η εμφάνιση δασοκάλυψης και η κατανομή της στο χώρο.

#### 6.1.6.1 Το ανάγλυφο

Επειδή οι κλίσεις που επικρατούν στις επιφάνειες των λεκανών απορροής παρουσιάζουν συνήθως έντονες εναλλαγές, αναζητούμε κατά τη σπουδή της μορφολογίας του χειμαρρικού χώρου, μια αντιπροσωπευτική κλίση.

Η κλίση αυτή ονομάζεται μέση κλίση ( $P_m$ ), ο δε τύπος υπολογισμού της δίνεται από την υπό αριθμό 927/18-7-1968 διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας και είναι:

$$P_m = \frac{\text{ισοδιάσταση} * (L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n)}{F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{n-1}} \quad (16)$$

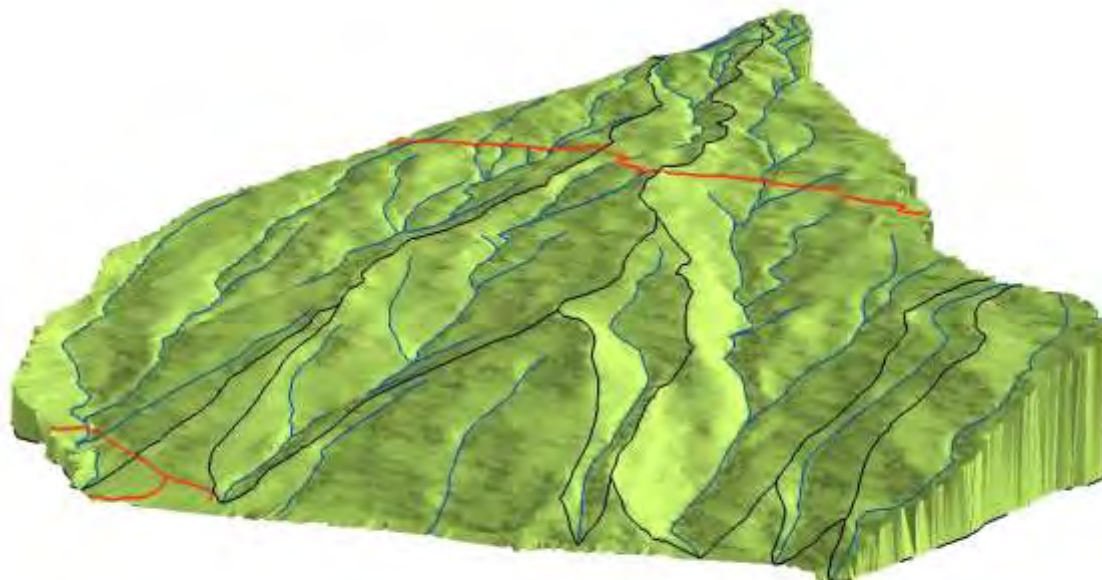
Στην περίπτωση του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη» ισχύει  $P_m = 100 * (65 + 630 + 1075 + 880 + 1030 + 830 + 430 + 65) / 1515000 = 500000 / 1515000 = 0,33 = \mathbf{33\%}$ .

Από τον ίδιο κανονισμό εκπονήσεως μελετών χειμαρρικών ρευμάτων δίνεται ο παρακάτω χαρακτηρισμός ζωνών:

- Οριζόντιες ( $0\% \leq \text{κλίση} \leq 5\%$ )
- Επικλινείς ( $5,1\% \leq \text{κλίση} \leq 15\%$ )

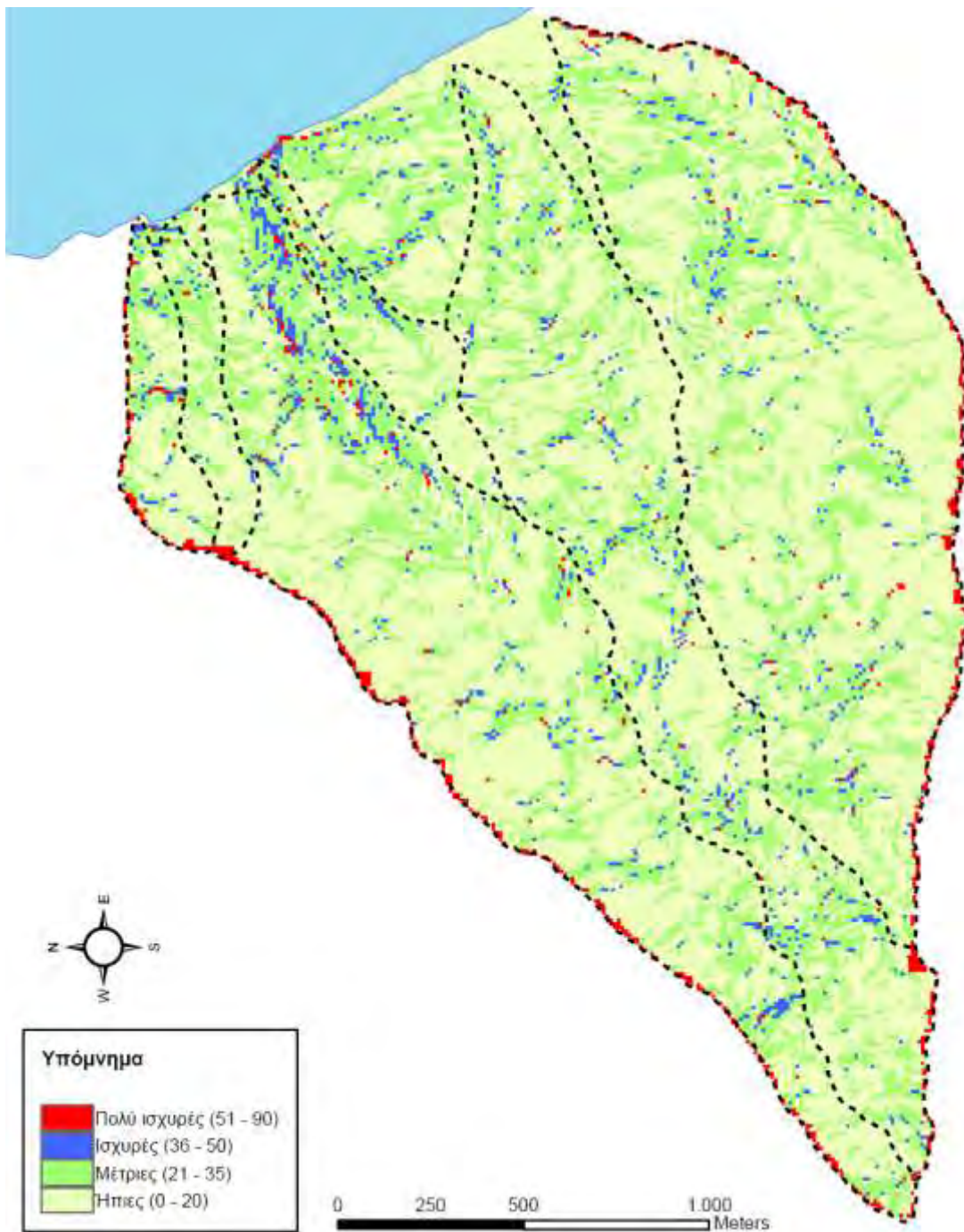
- Λίαν επικλινείς ( $15,1\% \leq \text{κλίση} \leq 35\%$ )
- Ισχυρά επικλινείς ( $35,1\% \leq \text{κλίση} \leq 66\%$ )
- Απόκρημνες ( $66,1\% \leq \text{κλίση}$ )

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η λεκάνη απορροής του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη» κατατάσσεται στη κατηγορία των “λίαν επικλινών” εδαφών, αφού  $P_m = 33\%$ . Πρακάτω (Εικόνα 36, Εικόνα 37 και Εικόνα 38) παραθέτονται γραφικά η τρισδιάστατη απεικόνιση, οι κλίσεις και οι εκθέσεις των κλιτύων, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής.



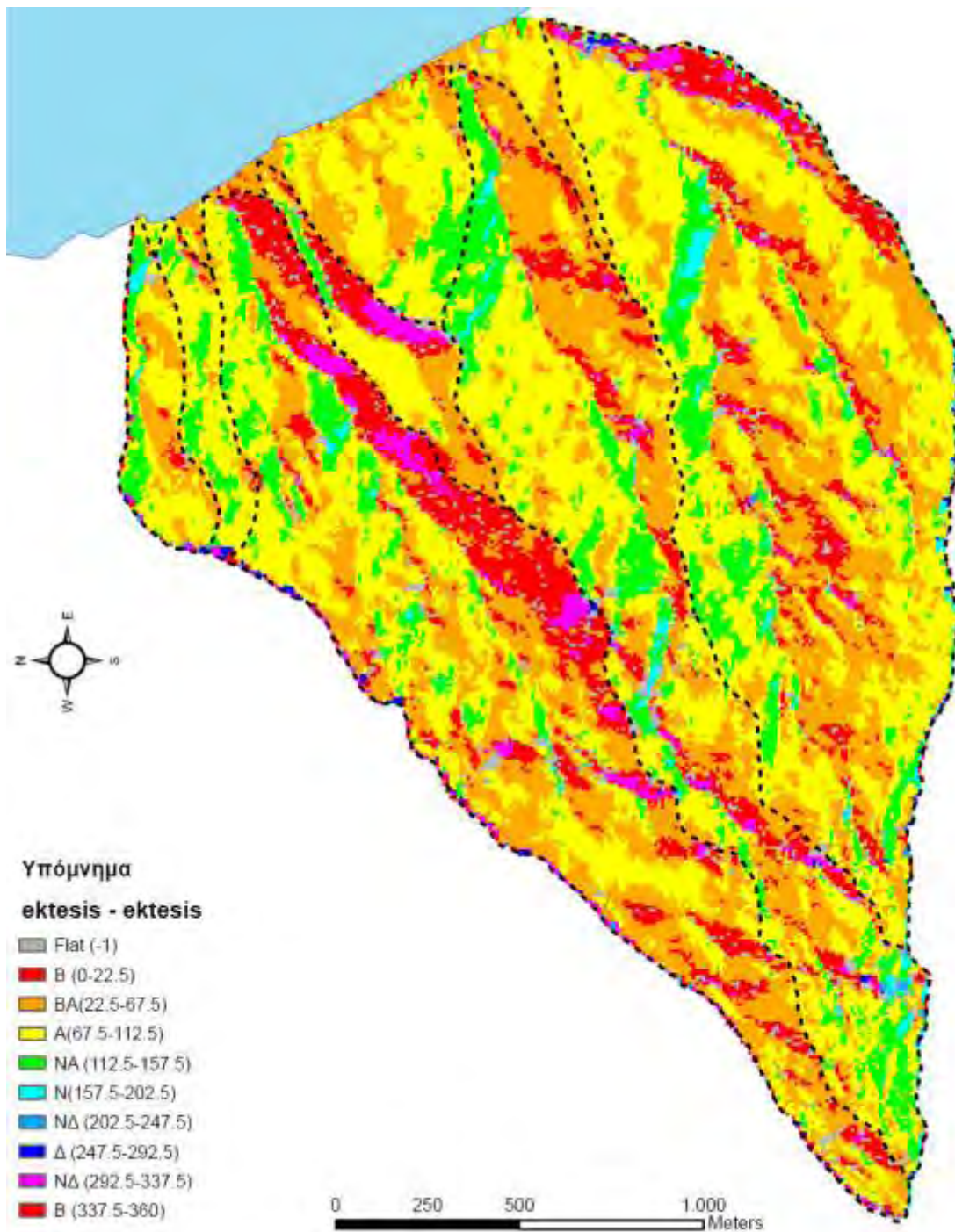
**Εικόνα 36:** Γραφική τρισδιάστατη απεικόνιση των λεκανών απορροής της περιοχής αναφοράς (<http://www.apae.uth.gr/Gerampini/indexGr.htm>)





**Εικόνα 37:** Οι κλίσεις των κλιτύων, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης (Σαπουντζής και συν., 2006)





**Εικόνα 38:** Οι εκθέσεις των κλιτών, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης (Σαπουντζής και συν., 2006)

### Ορεογραφική διαμόρφωση

Ο Iszkowski μας δίνει διάφορες τιμές του ορεογραφικού συντελεστή ( $\alpha_h$ ) ανάλογα με την κατηγορία του εδάφους και την ορεογραφική διαμόρφωση της λεκάνης απορροής:

(τιμές του συντελεστή  $\alpha_h$ )

**Πίνακας 6:** Οι διάφορες τιμές του ορεογραφικού συντελεστή ( $\alpha_h$ ) ανάλογα με την κατηγορία του εδάφους και την ορεογραφική διαμόρφωση της λεκάνης απορροής

Ορεογραφική διαμόρφωση λεκάνης	Κατηγορία εδαφών			
	I	II	III	IV
Χαμηλές κοιλάδες (σχεδόν πεδινές)	0,03	0,055	-	-
Λοφώδεις λεκάνες (ημιπεδινές)	0,035	0,07	-	-
Ημιορεινές λεκάνες	0,04	0,082-0,14	0,155-0,29	0,4-0,5
Ορεινές λεκάνες	0,06-0,08	0,16-0,21	0,36-0,6	0,6-0,9

- ⊙ Κατηγορία εδάφους I: Ισχυρά διαπερατά καλλιεργούμενα εδάφη με κανονική βλάστηση.
- ⊙ Κατηγορία εδάφους II: Λοφώδεις εκτάσεις με κανονική βλάστηση, κυματοειδή ανάγλυφη όψη και λιγότερο διαπερατά εδάφη.
- ⊙ Κατηγορία εδάφους III: Ελαφρώς διαπερατά εδάφη με κανονική βλάστηση σε απότομους λόφους.
- ⊙ Κατηγορία εδάφους IV: Απότομες, λοφώδεις ή ορεινές εκτάσεις και εδάφη σχεδόν αδιαπέρατα με σποραδική ή καθόλου βλάστηση

Η υπό διευθέτηση λεκάνη απορροής ανήκει στην ημιορεινή ζώνη και στην οποία συναντούμε την κατηγορία εδάφους III. Συνεπώς δεχόμαστε σαν τιμή του ορεογραφικού συντελεστή την  $\alpha_h=0,22$ .

Ο συντελεστής αυτός υπεισέρχεται στον τύπο του *Mathias*, με τον οποίο γίνεται αναγωγή του ύψους της βροχής, δεδομένου μετεωρολογικού σταθμού ορισμένου υψόμετρου, στο μέσο υψόμετρο (Hm) της εξεταζόμενης περιοχής. Επίσης υπεισέρχεται στον τύπο του *Iszkowski*  $q_{\max} = \alpha_h * m * H$  (17)

(όπου  $H > 1000\text{mm}$ ) για υπολογισμό της ειδικής ονομαζόμενης απορροής σε  $\text{m}^3 / \text{sec}$  και  $\text{km}^2$  και κατ' επέκταση, για υπολογισμό της συνολικής απορροής  $Q = F * q$  (18).

#### 6.1.6.2 Το κλίμα

Το κλίμα και ιδιαίτερα τα κατακρημνίσματα αποτελούν τον παράγοντα εκείνον που καθορίζει την εμφάνιση, την ένταση και την έκταση των χειμαρρικών φαινομένων παραγωγής και μεταφοράς των φερτών υλικών. Αποτελεί τον εχθρικό παράγοντα του γεωλογικού υποθέματος. Για την έρευνα, μελέτη και εκτέλεση των έργων για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που δημιουργούνται από τα πλημμυρικά φαινόμενα, είναι απαραίτητη η γνώση των μετεωρολογικών συνθηκών της περιοχής έρευνας.

Για την έρευνα και μελέτη του κλίματος ελήφθησαν υπόψη μετεωρολογικοί σταθμοί που λειτούργησαν ή λειτουργούν στην συγκεκριμένη περιοχή, από τους οποίους σταθμούς συγκεντρώθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα και έγινε η περαιτέρω επεξεργασία και ανάλυσή τους. Τα μετεωρολογικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

- το μέσο μηνιαίο και μέσο ετήσιο ύψος βροχής, καθώς και η ραγαιότητά τους
- η μέση μηνιαία και μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα

Το Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών Βόλου του ΕΘΙΑΓΕ, το οποίο αποτέλεσε μία διανομαρχιακή υπηρεσία, λειτουργούσε μέχρι το φθινόπωρο του έτους 1986 μετεωρολογικό σταθμό στη κοινότητα Ζαγοράς Πηλίου. Για την υπόψη περιοχή έχουν συλλεχθεί διάφορα σημαντικά στοιχεία, τα οποία και παραθέτονται στον Πίνακα 7. Ο παραπάνω σταθμός ήταν σε λειτουργία για μία δωδεκαετία (1975-1986) και αντικαταστάθηκε από αυτόματο τηλεμετρικό σταθμό κατά το 1998. Στον Πίνακα 8 παραθέτονται τα βροχομετρικά δεδομένα του τηλεμετρικού σταθμού.

Κατά τον Aulitzky, 1976, στην υδρονομική πράξη σαν καταγίδες θεωρούνται οι βροχές με ύψος τουλάχιστον 60 mm την ημέρα. Στην υπό μελέτη περιοχή, με βάση τον πίνακα βροχοπτώσεων, βλέπουμε πως στις 4 και 5 Νοεμβρίου του έτους 1986 κατέπεσαν 888 mm βροχής, το οποίο είχε σαν φυσικό επακόλουθο έντονες διαβρώσεις και τεράστιες υδατοστερεοπαροχές. Μελετώντας τον ίδιο πίνακα (από το έτος 1975-1986), γίνεται φανερό πως τα έτη με την μεγαλύτερη συνολική ποσότητα βροχοπτώσεων ήταν το έτος 1979 και 1986, στο οποίο έλαβαν χώρα οι μεγάλες και καταστροφικές ζημιές. Επιπλέον βλέπουμε πως ο μήνας με την μεγαλύτερη συνολική ποσότητα βροχοπτώσεων ήταν ο Νοέμβριος του έτους 1979 (με ύψος βροχής 800 mm) και του έτους 1986 (με ύψος βροχής 986 mm). Είναι σκόπιμο να αναφέρουμε πως παρόλο τη μεγάλη τιμή της ποσότητας των βροχοπτώσεων που υπήρξε το μήνα Νοέμβριο του έτους 1979 (ίση με 800 mm πολύ κοντά στη τιμή 986 mm του ίδιου μήνα του έτους 1986) η διαφορά στα προβλήματα και στις καταστροφές που εμφανίστηκαν μεταξύ των δύο αυτών συγκεκριμένων χρόνων ήταν πολύ μεγάλη. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται ως εξής: Οι βροχοπτώσεις του 1979 εμφανίστηκαν με ομοιόμορφο τρόπο σε ολόκληρη τη διάρκεια του μήνα Νοέμβριο. Έτσι οι ποσότητες των βροχοπτώσεων που έπεφταν στη μονάδα του χρόνου δεν ήταν πολύ μεγάλες και

ικανές να δημιουργήσουν προβλήματα και έκτακτες ανάγκες στο χώρο αυτό. Αντίθετα το Νοέμβριο του 1986 μπορεί να έπεσαν βροχοπτώσεις ύψους 986 mm (πολύ κοντά σε αυτές του έτους 1979), αλλά το γεγονός ότι μόνο σε δύο ημέρες (4-5/11) έπεσαν συνολικά βροχοπτώσεις ύψους 888 mm δημιουργεί και την μεγάλη διαφορά ως προς τα επακόλουθα μεταξύ των δύο αυτών ετών. Αξιοσημείωτο είναι να αναφέρουμε πως τον Ιούνιο του 1979 και τον Απρίλιο του 1983 δεν υπήρξαν καθόλου βροχοπτώσεις (ύψος βροχής 0 mm). Τέλος το έτος με τις λιγότερες βροχοπτώσεις ήταν το 1977 (ύψος βροχής 991,7 mm).

**Πίνακας 7:** Οι μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων (mm) των χρονικών ετών 1975 έως 1986 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ (mm)													
ΕΤΟΣ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάιος	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοέμ.	Δεκ.	ΣΥΝ.
1975	16	337	99.5	78	37	118.5	63.9	132.3	74	219	455	310	1940
1976	191	788	111	165	206	16	129	99	14	363	89	67	2238
1977	27	31	111	67.5	35	18.2	31	21	89	8	64	489	992
1978	575	207	101	170	48	4	4	2	269	170	67	342	1959
1979	83	363	34	156	156	0	123	52	24	590	800	284	2665
1980	270	291	203	109	67	59	15	63	57	218	87	141	1580
1981	426	341	71	56	23	14	8	47	24	67	121	104	1302
1982	229	402	254	229	184	15	11	2	10	379	219	156	2090
1983	60	213	159	0	10	260	58	120	53	79	141	518	1671
1984	103	391	307	277	27	53	4	131	5	22	160	360	1840
1985	323	123	110	92	47	22	7	4	78	184	322	106	1418
1986	104	286	118	8	61	67	7.5	70	285	590	966	113	2696

**Πίνακας 8:** Οι μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων (mm) των χρονικών ετών 1999 έως 2004 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ (mm)													
ΕΤΟΣ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάιος	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοέμ.	Δεκ.	ΣΥΝ.
1999	43.2	87.6	361.6	114.4	54.2	5.2	51.6	103.2	153.8	175.2	245.6	1	1396.6
2000	0	2.2	0.2	0.4	5.6	4.2	0	0.8	37.4	3.2	2.2	2	58.2
2001	3	1.8	22	44.6	5.2	0.2	0.2	0.2	0.2	23.8	146.8	489.4	737.4
2002	75	27.8	349	119.2	123.4	8	36	63.4	23	96.6	84.2	958.8	1964.4
2003	544.6	545.6	91.2	102.6	36.2	20.2	15.4	23.6	57	149	162.6	367.8	2125.8
2004	388	123.8	61.4	84.6	50.2	59.6	0	18.2	28.6	341.8	9.4	142.6	1308.2

Μελετώντας τον πίνακα (από το έτος 1999-2004), διαπιστώνουμε πως τα έτη με την μεγαλύτερη συνολική ποσότητα βροχοπτώσεων ήταν το έτος 2003, με 2125,8 mm βροχής και προσεγγίζεται και από το έτος 2002, με 1964,4 mm βροχής. Κατά τη διάρκεια του 2003 και συγκεκριμένα τους μήνες Ιανουάριου και Φεβρουάριο εμφανίστηκαν μεγάλες, σε έκταση και ένταση, καταστροφικές ζημιές, λόγω της εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων. Ο μήνας με την μεγαλύτερη συνολική ποσότητα βροχοπτώσεων ήταν ο Δεκέμβριος του έτους 2002 (με ύψος βροχής 958,8mm). Παρόλα αυτά επειδή η κατανομή της βροχής κατά τη διάρκεια του μήνα αυτού ήταν ομαλή και ισάξια περίπου, δεν εμφανίστηκαν φυσικές καταστροφές.

Αξιοσημείωτο είναι να αναφέρουμε πως τον Ιανουάριο του 2000, παρόλο που αποτελεί χειμερινό και υγρό μήνα, δεν υπήρξαν καθόλου βροχοπτώσεις (ύψος βροχής 0 mm). Πάντως η πορεία της συχνότητας των κατακρημνισμάτων στο συγκεκριμένο έτος δικαιολογεί το παραπάνω γεγονός, αφού το 2002 αποτελεί το έτος με τις λιγότερες βροχοπτώσεις (ύψος βροχής 58,2 mm).

Μελετώντας τον πίνακα της μέσης θερμοκρασίας (από το έτος 1974-1986) γίνεται φανερό πως το έτος με τη μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία ήταν το 1977 (μέση θερμοκρασία =  $14,508^{\circ}\text{C}$ ), το οποίο έτος είχε και τις λιγότερες βροχοπτώσεις. Το έτος με τη μικρότερη μέση θερμοκρασία ήταν το αμέσως προηγούμενο έτος, το 1976 (μέση θερμοκρασία =  $13,2^{\circ}\text{C}$ ). Ο μήνας με τη μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία ήταν ο Ιούλιος του έτους 1977 (μέση θερμοκρασία =  $23,7^{\circ}\text{C}$ ), ενώ ο μήνας με τη μικρότερη μέση θερμοκρασία ήταν ο Ιανουάριος του έτους 1981 (μέση θερμοκρασία =  $2,9^{\circ}\text{C}$ ). Ο μέσος όρος της μέγιστης θερμοκρασίας για τα έτη από το 1975 έως 1986 ανέρχεται στη τιμή  $22,9^{\circ}\text{C}$ , ενώ ο μέσος όρος της ελάχιστης θερμοκρασίας για τα ίδια έτη ανέρχεται στη τιμή  $4,2^{\circ}\text{C}$ .

**Πίνακας 9:** Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες ( $^{\circ}\text{C}$ ) των χρονικών ετών 1975 έως 1986 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

ΜΕ ΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ( $^{\circ}\text{C}$ )													
ΕΤΟΣ	Ιαν.	Φεβρ.	Μαρτ.	Απρ.	Μάιος	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοέμ.	Δεκ.	ΣΥΝ.
1975	5.9	4.5	10.7	13.9	17.8	20.7	23.1	21.3	20.5	14.8	9.1	6.5	14.1
1976	7	4.5	6.8	12.9	16.1	19.5	21.7	19.2	18.3	14.9	10.6	6.9	13.2
1977	6.1	10.8	9.8	13	18.2	21.4	23.7	23	17.9	12.7	12.5	5	14.5
1978	3.3	7.5	9.6	12	17	22.4	23	21.7	17.4	12.9	7.9	8.9	13.6
1979	5.4	6.5	10.4	10.2	19.1	23.2	22.2	21.7	19	13.3	10.7	8.2	14.2
1980	3.4	4.6	7.7	12	15.8	21.1	23.5	21.7	18.3	15.5	12.5	7.8	13.7
1981	2.9	5.4	11.1	13.4	16	23.2	22.6	22.1	19.8	17.1	8.5	9.2	14.3
1982	4.9	3.5	7.9	10.5	17.1	22.6	22.6	22.8	20.7	14.7	9.1	7.8	13.7
1983	6.2	3.9	9.4	15.1	19.3	19.5	23.2	20.9	18.4	13.2	8.6	6.7	13.7
1984	5.8	5	6.5	10.1	17.9	20.9	21.9	20.3	20.2	16.6	10.2	5.9	13.4
1985	5.8	3.6	7	15.1	18.9	21.2	22.6	22.8	19	12.4	11.4	8.9	14.1
1986	7.1	6.6	7.4	14.7	16.9	21	22.4	23.2	19.2	13.6	8.5	5.5	13.8

Σε ότι αφορά τα τελευταία έτη, οι μηνιαίες θερμοκρασίες ( $^{\circ}\text{C}$ ) των χρονικών ετών 1999 έως 2002 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη» φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 10):

**Πίνακας 10:** Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες ( $^{\circ}\text{C}$ ) των χρονικών ετών 1999 έως 2002 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

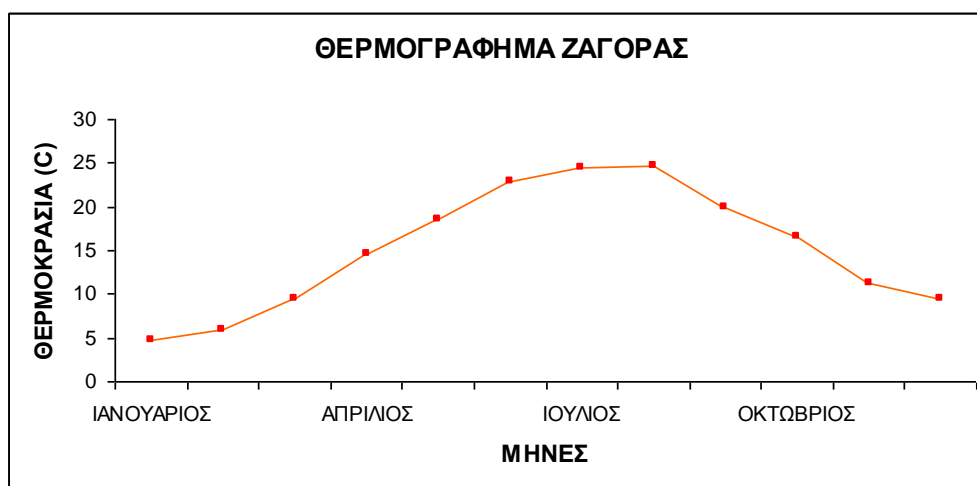
ΜΕ ΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ( $^{\circ}\text{C}$ )													
ΕΤΟΣ	Ιαν.	Φεβρ.	Μαρτ.	Απρ.	Μάιος	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοέμ.	Δεκ.	ΣΥΝ.
1999	4.8	5.9	9.5	14.5	18.5	22.9	24.5	24.6	19.9	16.6	11.2	9.6	15.2
2000	3.2	6.7	9.1	15.1	18.5	22.4	26.2	24.7	20.8	14.2	14.1	9.1	17.4
2001	7.2	8.1	15.1	12.7	17.2	22.1	25.4	25.5	21.9	17.3	10.4	2.9	15.5
2002	5.6	10.4	10.7	11.6	17.4	23.0	24.8	23.5	18.7	16.0	12.2	6.8	15.1

Παρατηρώντας τον πίνακα της μέσης θερμοκρασίας (από το έτος 1999-2002) γίνεται φανερό πως το έτος με τη μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία ήταν το 2000 (μέση θερμοκρασία =  $17,4^{\circ}\text{C}$ ), το οποίο έτος είχε αξιοσημείωτα και τις λιγότερες βροχοπτώσεις. Το έτος με τη μικρότερη μέση θερμοκρασία ήταν το έτος 2002 (μέση θερμοκρασία =  $15,1^{\circ}\text{C}$ ). Ο μήνας με τη μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία ήταν ο

Ιούλιος του έτους 2000 (μέση θερμοκρασία =  $26,2^{\circ}\text{C}$ ), ενώ ο μήνας με τη μικρότερη μέση θερμοκρασία ήταν ο Ιανουάριος του ίδιου έτους (μέση θερμοκρασία =  $3,2^{\circ}\text{C}$ ). Ο μέσος όρος της μέγιστης θερμοκρασίας για τα έτη από το 1999 έως 2002 ανέρχεται στη τιμή  $25,3^{\circ}\text{C}$ , ενώ ο μέσος όρος της ελάχιστης θερμοκρασίας για τα ίδια έτη ανέρχεται στη τιμή  $5,2^{\circ}\text{C}$ .

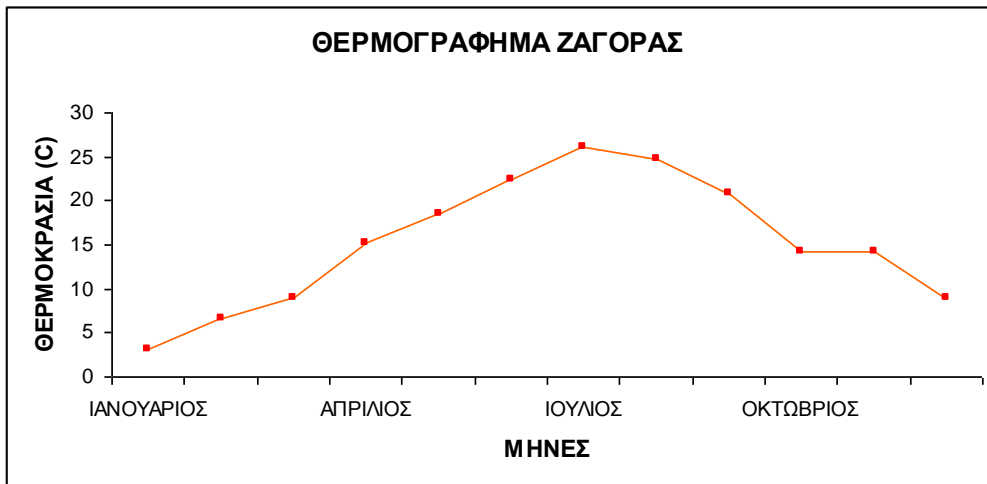
Συγκρίνοντας τις συγκεκριμένες τιμές με τις αντίστοιχες της χρονικής περιόδου από το έτος 1975 έως το 1986, μπορούμε να συμπεράνουμε, αν και δεν είναι ισόποσες οι δύο αυτοί χρονικοί περίοδοι, ότι η μέση μέγιστη και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά  $2^{\circ}\text{C}$  και  $1^{\circ}\text{C}$  αντίστοιχα.

Με βάση τα θερμικά δεδομένα κατασκευάστηκαν τα εξής θερμο-διαγράμματα από το έτος 1999 έως το έτος 2004 (Εικόνες 39-42).

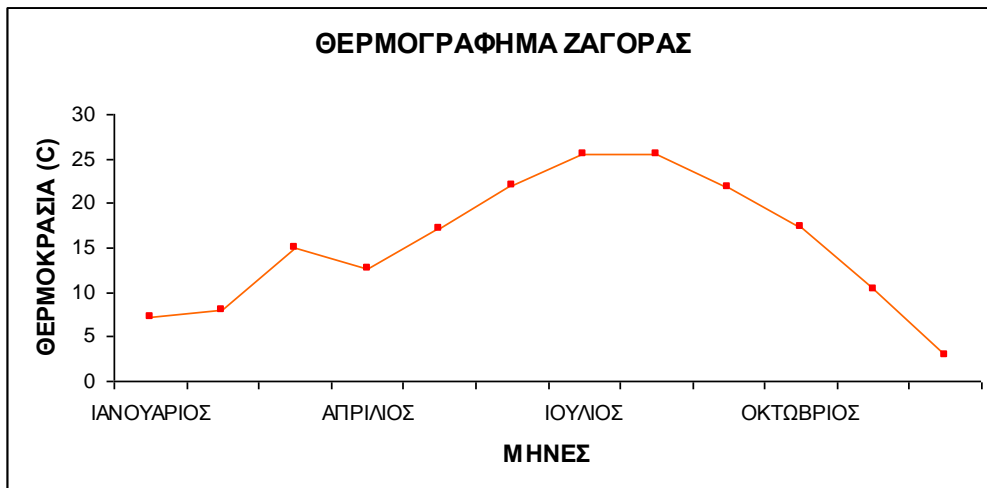


**Εικόνα 39:** Το θερμογράφημα στην περιοχή της Ζαγοράς του 1999

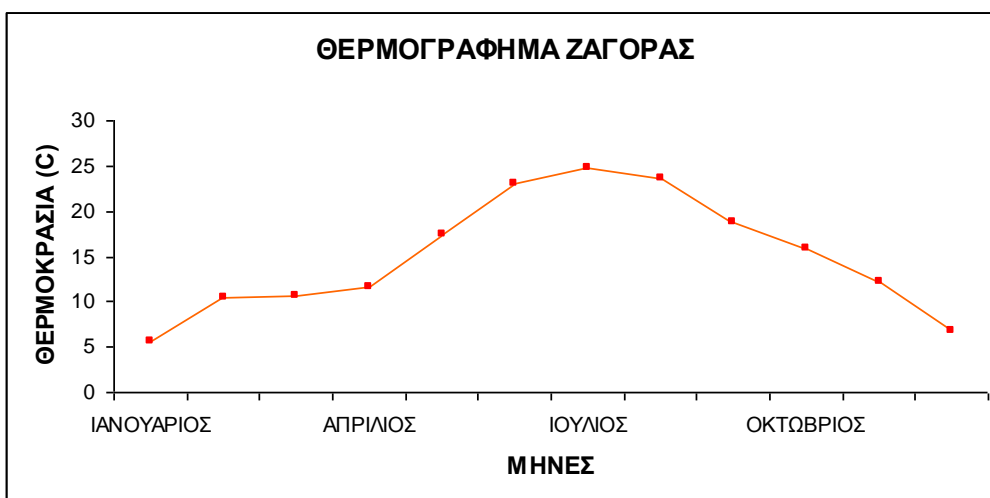




**Εικόνα 40:** Το θερμογράφημα στην περιοχή της Ζαγοράς του 2000



**Εικόνα 41:** Το θερμογράφημα στην περιοχή της Ζαγοράς του 2001



**Εικόνα 42:** Το θερμογράφημα στην περιοχή της Ζαγοράς του 2002

Λαμβάνοντας υπόψη το ετήσιο βροχομετρικό ύψος και την τη μέση ετήσια θερμοκρασιακή διακύμανση του αέρα, μπορούμε να κατατάξουμε, εφαρμόζοντας την κλιματική κατάταξη του *Köppen* (παρέχει μόνο τέσσερις κλιματικούς τύπους), την ευρύτερη περιοχή της Ζαγοράς Πηλίου στον υγρό τύπο κλίματος, στον οποίον το ετήσιο βροχομετρικό ύψος ανέρχεται κατά μέσο όρο έως τα 2000 mm. Οι περιοχές που ανήκουν στον τύπο αυτό περιέχουν ξηρούς και θερμούς θερινούς μήνες και υγρούς χειμερινούς μήνες. Δεν επικρατεί μια τάση εξισορρόπησης της κατανομής των βροχών ολόκληρο το έτος, έρχοντας έτσι σε αντίθεση με τον μεσογειακό τύπο κλίματος.

Επίσης, με βάση την κλιματική κατάταξη των ελληνικών περιοχών από τον Ακαδημαϊκό καθηγητή Μαριολόπουλο Η., 1938, η οποία παρουσιάζεται μέσα από το έργο του «Το κλίμα της Ελλάδος», μπορούμε να κατατάξουμε την ευρύτερη περιοχή της Ζαγοράς στην χερσαία μεσογειακή περιοχή. Η συγκεκριμένη κλιματική περιοχή παρουσιάζει ομοιότητες με την θαλάσσια μεσογειακή περιοχή. Εξαιτίας όμως της ελεύθερης και απρόσκοπτης παρουσίας των βόρειων ανέμων στο Αιγαίο, η περιοχή αυτή παρουσιάζεται ψυχρότερη. Έτσι λοιπόν τους χειμερινούς μήνες επικρατεί πολύ κρύο, με πολλές πιθανότητες βροχοπτώσεων, αλλά και χιονοπτώσεων, ενώ αντίθετα οι θερινοί μήνες διακρίνονται για την θερμή και ξηρή κατάστασή τους.



**Εικόνα 43:** Η παγκόσμια μεσογειακή κλιματική ζώνη

Με την εφαρμογή της μεθόδου κατάταξης κατά *Thorntwaite* (1948), η οποία βασίζεται σε στοιχεία της εξαμισοδιαπνοής, στον Ελλαδικό χώρο διακρίνονται 29 κλιματικές περιοχές. Βασιζόμενοι στο σχήμα, παρατηρούμε ότι η ευρύτερη περιοχή της Ζαγοράς ανήκει στην κλιματική περιοχή με κωδικό D d B<sub>3</sub> b<sub>4</sub>.



**Εικόνα 44:** Ο κλιματικός χάρτης της Ελλάδας κατά *Thorntwaite* (1948)

#### 6.1.6.3 Η βλάστηση

Σε ότι αφορά τον παράγοντα βλάστηση, δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στην εξέτασή του, λόγω του γεγονότος ότι η βλάστηση αποτελεί τον κρίσιμο παράγοντα που ο άνθρωπος μπορεί να διαχειριστεί με ορθολογικό τρόπο, έτσι ώστε να αποτρέψει την εμφάνιση των χειμαρρικών φαινομένων.

Βασική προϋπόθεση για την δημιουργία των εν λόγω διαβρωσιγενών, ολισθησιγενών και ρηξιγενών επιφανειών είναι η έλλειψη του κανονικού υδρογεωνομικού ή αντιδιαβρωτικού δάσους (δάση κωνοφόρων, θαμνώνες κ.τ.λ.) από την υδροσυλλεκτήριο λεκάνη απορροής. Η παρουσία βλάστησης στο χώρο της λεκάνης απορροής σταθεροποιεί την παροχή και βελτιώνει τη διαίτα (μείωση των παροχών  $Q_{max}$  και αύξηση των παροχών  $Q_{min}$ ) των χειμαρρικών ρευμάτων, παράλληλα δε προσφέρει και πολύ καλή προστασία στο γεωυπόθεμα. Η βλάστηση παρεμβάλλεται μεταξύ της ατμόσφαιρας και του γεωλογικού υποθέματος και έτσι αμβλύνει την επίδραση του κλίματος στην επιφάνεια της λεκάνη απορροής. Τα διάφορα είδη βλάστησης δεν ασκούν την ίδια υδρογεωνομική επίδραση.

Οι μορφές βλάστησης που ασκούν την καλύτερη υδρογεωνομική επίδραση είναι κατά σειρά το κανονικό υδρονομικό δάσος, οι κανονικοί θαμνώνες, οι ποοσυστάδες και οι γεωργικές καλλιέργειες. Για αυτό επιβάλλεται η ίδρυση δάσους στις γυμνές λεκάνες απορροής ή σε εκείνες με περιορισμένη βλάστηση. Στις λεκάνες απορροής που φέρουν μερικώς ή ολικώς δάση επιβάλλεται η κατάλληλη καλλιέργεια των δασοσυστάδων με σκοπό τη βελτίωση της υδρολογική επίδρασής τους.

Το Πήλιο εμφανίζει μεγάλη ποικιλότητα στη βλάστηση και τη χλωρίδα. Στο Πήλιο εμφανίζονται 3 ζώνες βλάστησης και 14 οικοτόποι. Οι ζώνες βλάστησης από τα χαμηλότερα υψόμετρα προς τα υψηλότερα είναι: 1) η ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης, 2) η παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης, 3) η ζώνη οξιάς, Thomas Raus (1979).

Φυτοκοινωνιολογικά η δασική βλάστηση εντάσσεται 1) στην κλάση *Quercetea ilicis* και την τάξη *Quercetalia ilicis* οι θαμνώνες αείφυλλων πλατύφυλλων (maquis), 2) στην κλάση *Querc-Fagetea* και την τάξη *Quercetalia pubescentis* τα δάση δρυός και

τα δάση καστανιάς και 3) στην κλάση *Querc-Fagetea* και την τάξη *Fagetalia sylvaticae* τα δάση οξιάς, Thomas Raus (1979).

Στην περιοχή του Πηλίου καταγράφηκαν 620 taxa, αν και ο αριθμός τους πρέπει να είναι κατά πολύ μεγαλύτερος, αφού δεν έχει γίνει πλήρης καταγραφή της χλωρίδας. Από τα 620 taxa που βρέθηκαν, σημαντικός είναι ο αριθμός των ελληνικών ενδημικών taxa (23), ενώ 26 είναι βαλκανικά ενδημικά και 29 είναι υποβαλκανικά ενδημικά taxa (Ντάφης, 1973).



**Εικόνα 45:** Οι ζώνες βλάστησης της Θεσσαλίας κατά Raus (1979)

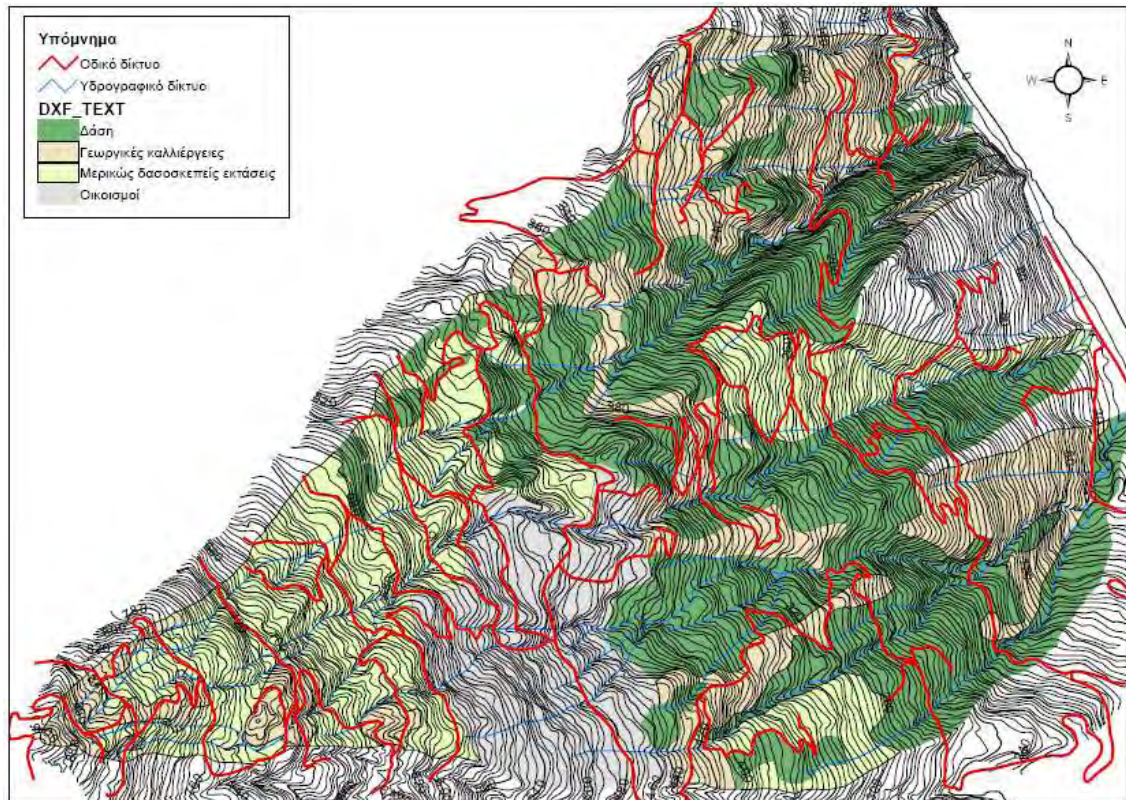
Η περιοχή μελέτης των χειμάρρων της παρούσης εργασίας βρίσκεται στο Βορειοανατολικό Πήλιο, μεταξύ της Ζαγοράς και της παραλίας του Χορευτού. Οι λεκάνες απορροής των χειμάρρων βρίσκονται σε υψόμετρο από τη στάθμη της θάλασσας μέχρι τα 600 περίπου μέτρα.

Οι ζώνες βλάστησης που συναντούνται στην περιοχή μεταξύ Ζαγοράς και Χορευτού όπου βρίσκονται οι κοίτες των χειμάρρων, σύμφωνα με τη μελέτη της βλάστησης στη Θεσσαλία «*Die Vegetation Ostthessaliens*» του Thomas Raus (1979), είναι οι *Quercetalia ilicis* και συγκεκριμένα η υποζώνη *Quercion ilicis* στα κατώτερα τμήματα και όσο ανεβαίνει το υψόμετρο και πλησιάζουμε στη Ζαγορά, περνάμε στην ζώνη *Quercetalia pubescentis* και συγκεκριμένα στην υποζώνη *Quercion frainetto*.

Ολόκληρη σχεδόν η υδροσυλλεκτήρια λεκάνη απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη», αν εξαιρέσουμε ένα τμήμα που καταλαμβάνει ο οικιστικός χώρος της κοινότητας Ζαγοράς, καλύπτεται κατά 60% από μηλιές, αχλαδιές και ελιές, ενώ το υπόλοιπο 40% καλύπτεται από φουντουκιές, καρυδιές, καστανιές, πλατάνια, φράξους, γαύρους, οστρυές, φτελιές και λίγες συκιές τα οποία αναπτύσσονται και ευδοκιμούν στα άμεσα ως επί το πλείστον πρανή του χειμάρρου. Εκτιμάμε λοιπόν, σύμφωνα με τον Κ.Ε.Μ.Χ, τον γενικό υδρονομικό συντελεστή της λεκάνης απορροής σε  $\Delta\alpha_2=0,5$ .

Ο συντελεστής αυτός δεν πρόκειται να αυξηθεί, με τη δημιουργία ενός κανονικού δάσους, για τον απλούστατο λόγο ότι είναι αδύνατη οποιαδήποτε αναδασωτική επέμβαση στο χώρο των δενδροκομικών φυλλοβόλων καλλιεργειών. Κατά συνέπεια οι μόνες επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στο χείμαρρο είναι δομικές εργασίες στη κεντρική κοίτη, όπως είναι τα φράγματα και οι εγκιβωτισμοί, καθώς επίσης και φυτοκομικά έργα στα άμεσα πρανή του χειμάρρου μετά τη στερέωση τους. Οι αναδασωτικές εργασίες απολείπονται.





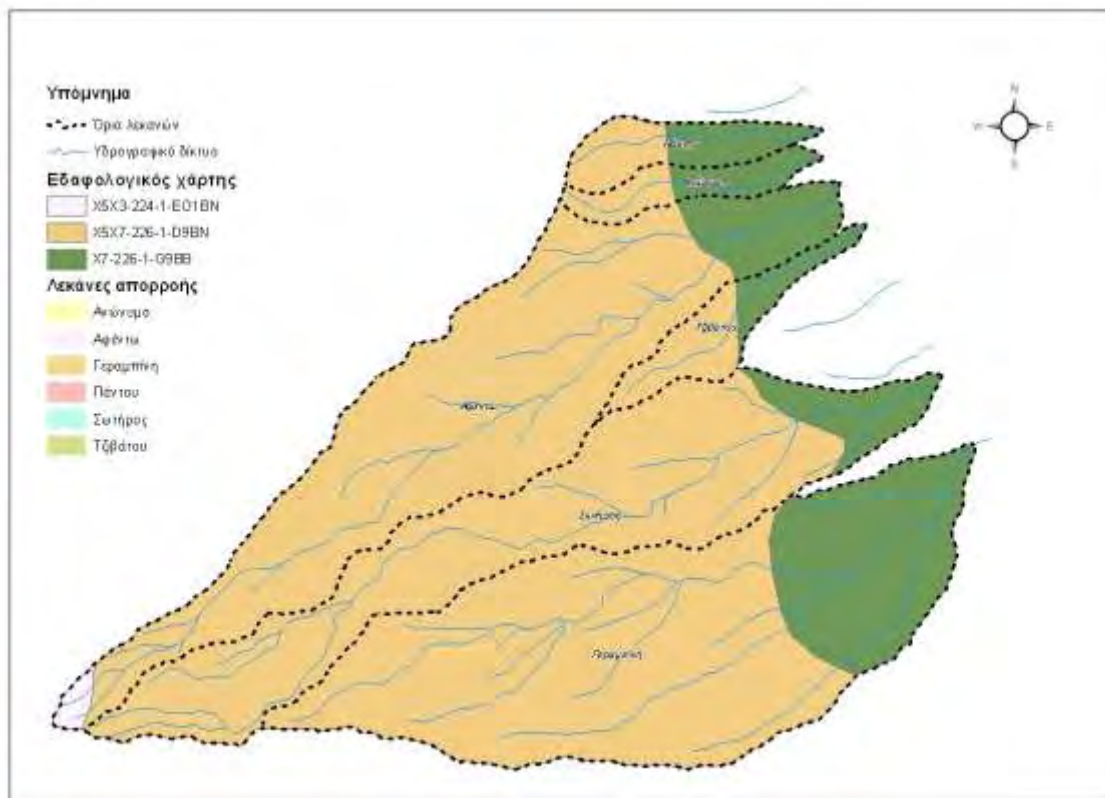
**Εικόνα 46:** Γραφική απεικόνιση των ειδών βλάστησης, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης (Σαπουντζής και συν., 2006)

#### 6.1.6.4 Το γεωλογικό υπόθεμα

##### 6.1.6.4.1 Η εδαφική συγκρότηση

Τα εδάφη της περιοχής έρευνας, προϊόν αποσάθρωσης των παραπάνω πετρωμάτων, γενικότερα τοποθετούνται στην ευρύτερη κατηγορία των Luvisols (Υπουργείο Γεωργίας, 1989). Ειδικότερα, τα εδάφη και στις δυο λεκάνες απορροής χαρακτηρίζονται από πηλώδη υφή και όξινη αντίδραση. Το βάθος τους κυμαίνεται ευρέως και εξαρτάται κυρίως από την τοπογραφική διαμόρφωση. Συνήθως εμφανίζεται από μετρίως βαθύ έως βαθύ, σε μητρικό πέτρωμα συχνά έντονα αποσαθρωμένο. Η δομή παρουσιάζεται στους ανώτερους ορίζοντες μέτρια, μέση, κοκκώδης ενώ στους κατώτερους μέτρια, μέση, κυρίως υπογωνιώδης και συχνά πλακοειδής. Κάτω από

αυτοφυή δασική βλάστηση χαρακτηρίζονται από την παρουσία δασικού τάπητα ενώ κατά κανόνα είναι μέτρια εφοδιασμένα με οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία. Κατά θέσεις, παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις ανταλλάξιμου ασβεστίου όπως επίσης συσσώρευση αργίλου και ανθρακικού ασβεστίου. Σημαντικές διαφορές μεταξύ των εδαφών των δύο λεκανών απορροής δεν παρατηρούνται, με εξαίρεση τη συγκέντρωση νικελίου η οποία είναι υψηλότερη στο έδαφος της λεκάνης απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη». Το έδαφος είναι γόνιμο και βαθύ με αποτέλεσμα να ευνοεί τη βλάστηση, αλλά και την εμφάνιση των φαινομένων της διάβρωσης, της ολίσθησης και της γεωκατακρήμνησης. Σε πολλά σημεία όμως, σαν συνέπεια της καταθρυπτικής και παρασυρτικής ενέργειας της πίπτουσας βροχής και του κινουμένου ύδατος, εμφανίστηκε το μητρικό πέτρωμα, με πληθώρα καταρρακτών.



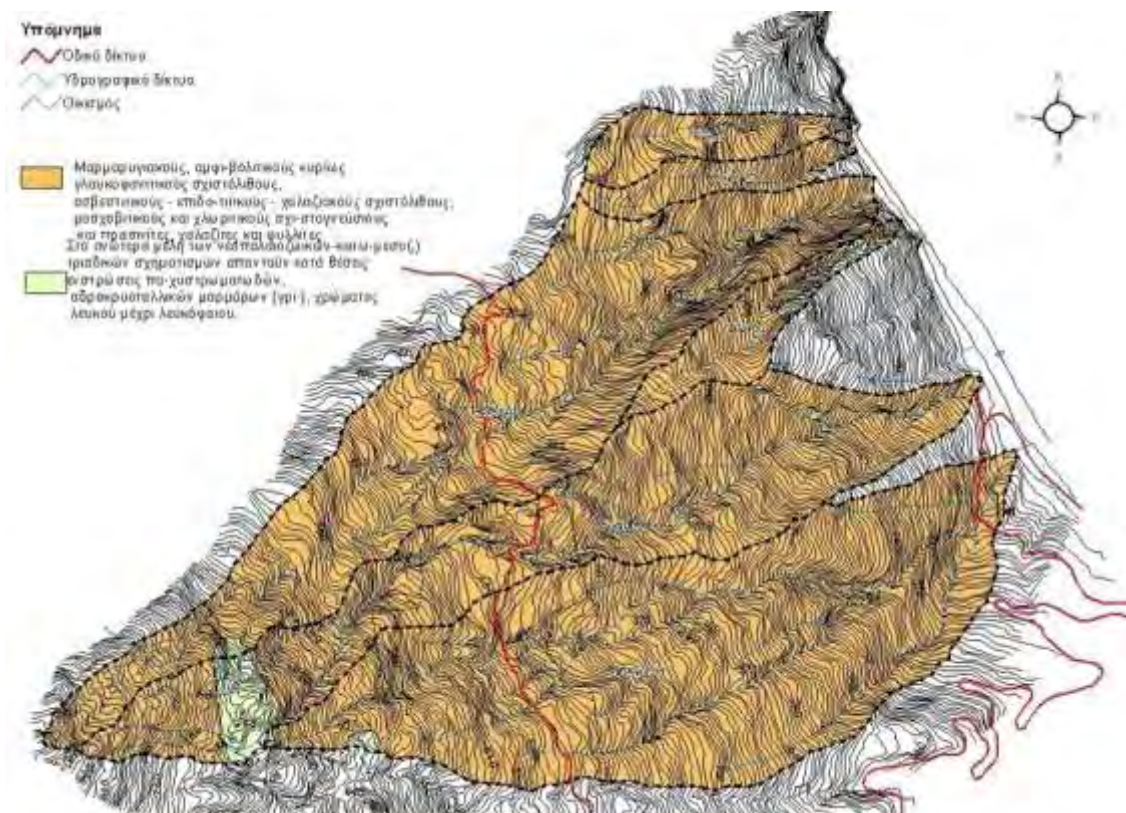
**Εικόνα 47:** Οι εδαφολογικές συνθήκες, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης (Σαπουντζής και συν., 2006)



#### 6.1.6.4.2 Οι χειμαρρικοί πετρολογικοί σχηματισμοί

Τα πετρώματα της περιοχής έρευνας, σύμφωνα με το Γεωλογικό Χάρτη της Ελλάδας, του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε., 1978), αποτελούνται από μαρμαρυγικούς, αμφιβολιτικούς κυρίως γλαυκοφανιτικούς σχιστόλιθους, ασβεστιτικούς-επιδοτιτικούς-χαλαζιακούς σχιστόλιθους, μοσχοβιτικούς και χλωριτικούς σχιστογενέσιους και πρασινίτες, χαλαζίτες και φυλλίτες. Κατά θέσεις απαντούν ενστρώσεις παχυστρωματωδών, αδροκρυσταλλικών μαρμάρων.

Παρακάτω (Εικόνα 48) παραθέεται γραφικά η κατανομή του γεωλογικού υποθέματος στη λεκάνη απορροής τόσο του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη» όσο και όσο και των γειτονικών χειμαρρικών ρευμάτων.



**Εικόνα 48:** Γραφική απεικόνιση του γεωλογικού υποθέματος, για κάθε λεκάνη απορροής της περιοχής μελέτης (Σαπουντζής και συν., 2006)

Γενικά από τα παραπάνω προκύπτει ότι στο μηχανισμό της χειμαρρικής δράσης, κάθε χειμαρρικός παράγοντας διαδραματίζει έναν ιδιαίτερο ρόλο. Έτσι το κλίμα είναι ο φορέας ενέργειας που στη περίπτωση των στερεομεταφορικών χειμαρρικών φαινομένων δρα σαν παράγοντας επίθεσης. Το γεωλογικό υπόθεμα που αποτελεί το συστατικό των εξάρσεων στους ορεινούς και πεδινούς χώρους της λεκάνης απορροής, είναι το αδρανές υπόβαθρο πάνω στο οποίο εκδηλώνεται η επίδραση του φορέα ενέργειας και υφίσταται τις συνέπειες της επίθεσής του.

Ο ρόλος του ανάγλυφου είναι ρυθμιστικός, αφού καθορίζει την ένταση με την οποία ο φορέας ενέργειας (κλίμα) ασκεί την επιθετική του δράση.

Τέλος, η βλάστηση που παρεμβάλλεται μεταξύ του φορέα ενέργειας και του αδρανούς υπόβαθρου (γεωλογικό υπόθεμα) ασκεί ανασταλτική επίδραση στη δράση του πρώτου στο δεύτερο.

Το είδος, ο συνδυασμός, η έκταση και η ένταση των χειμαρρικών φαινομένων καθορίζονται από τον συνδυασμό και την ένταση των τεσσάρων βασικών χειμαρρικών παραγόντων που είναι το κλίμα, το γεωλογικό υπόθεμα και το ανάγλυφο που επικρατούν σε αυτά.

Η παρουσία του παράγοντα βλάστηση απαλύνει μόνο την ένταση και την έκταση των φαινομένων αυτών, παρόλα αυτά όμως μπορεί να επηρεάσει το είδος και τον συνδυασμό των χειμαρρικών φαινομένων που εμφανίζονται εκεί.

Στην προκειμένη περίπτωση ο παράγοντας κλίμα και γενικά το σύνηθες μέσο ετήσιο ύψος βροχής που είναι σχετικά πολύ μικρότερο από ύψη βροχής άλλων περιοχών, θα έπρεπε να μας οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι ο παράγοντας κλίμα θα μπορούσε να ασκήσει ασθενή επίδραση στη γένεση χειμαρρικών φαινομένων στην περιοχή. Η έλλειψη όμως του κανονικού υδρογεωνομικού δάσους, τα ευαποσάθρωτα και

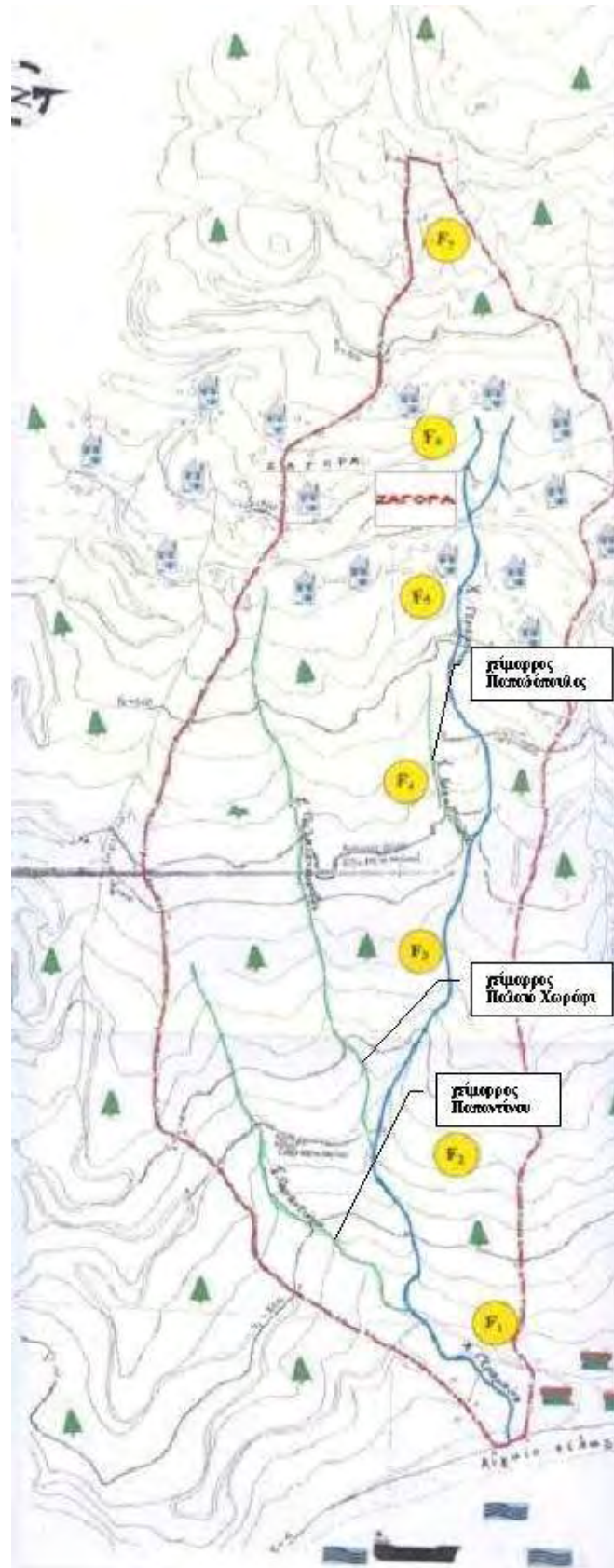
ευολίσθητα πετρώματα του σχιστόλιθου, το βαθύ και γόνιμο έδαφος της περιοχής, σε συνδυασμό με τις πιθανές έντονες μελλοντικές ραγδιότητες κατακρημνισμάτων και την αφύπνιση έμμεσων χειμαρρικών παραγόντων (ομογενετικές μετακινήσεις, ενδογενείς δυνάμεις, εναλλαγές φόρτισης εδάφους, σεισμοί που προκαλούν κινήσεις γεωμαζών όχι κατά την διάρκεια τους αλλά μετά από πάροδο σημαντικού χρονικού διαστήματος και μετά από επαρκή διαποτισμό της γεωμάζας με νερό κτλ.), αποτελούν τους παράγοντες εκείνους που μπορεί να δημιουργήσουν μελλοντικά γεωλισθήσεις, έντονες χαραδρωτικές διαβρώσεις και λαβαχειμαρρικά φαινόμενα.

#### 6.1.7 Το υδρογραφικό δίκτυο

Με την υπό αριθμό 164447/554 εγκύκλιο και υπό αριθμό 762/29-7-1967 διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας καθορίζεται η ονοματολογία του υδρογραφικού δικτύου των λεκανών απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων (Εικόνα 49).

Στην προκειμένη περίπτωση συναντάμε τρεις συμβάλλοντες του χειμάρρου «Γεραμπίνη» και φέρουν τα εξής τοπωνύμια (Εικόνα 49):

- Συμβάλλον «Παπαντίνου» (ξεκινάει από το εργοστάσιο της ένωσης γεωργικών συνεταιρισμών) με  $L_1 = 950$  m.
- Συμβάλλον «Παλαιό χωράφι» με  $L_2 = 1250$  m.
- Συμβάλλον «Παπαδόπουλος» με  $L_3 = 400$  m.



**Εικόνα 49:** Οι τρεις συμβάλλοντες (πράσινη γραμμή) του χειμάρρου «Γεραμπίνη» (μπλε γραμμή), με τα τοπωνύμιά τους (Παπαθανασίου, 2004)

Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$d = \frac{\Sigma L}{F_{ολ.}} \quad (19)$$

όπου

$\Sigma L$  = Συνολικό μήκος ρευμάτων

$F_{ολ.}$  = Συνολική επιφάνεια λεκάνης απορροής

Το συνολικό μήκος των τριών συμβαλλόντων και του χειμάρρου «Γεραμπίνη» είναι ίσο με 2.600 m ή 2,6 km. Δηλαδή  $\Sigma L = 2,6$  km.

Η συνολική επιφάνεια της λεκάνης απορροής είναι ίση με 1515 στέμματα ή 1,515 km<sup>2</sup>.

Συνεπώς από τα παραπάνω προκύπτει ότι:

$$d = \frac{\Sigma L}{F_{ολ.}} = 2,6 / 1,515 = 1,7$$

Άρα η συγκεκριμένη λεκάνη απορροής χαρακτηρίζεται από πυκνό υδρογραφικό δίκτυο με βάση τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα (Πίνακας 11):

**Πίνακας 11:** Το είδος του υδρογραφικού δικτύου ενός χειμαρρικού ρεύματος, με βάση την πυκνότητά του

Χαρακτηρισμός υδρογραφικού δικτύου	Πυκνότητα (d)
<u>Αραιό</u>	0,1 – 0,75
<u>Κανονικό</u>	0,76 - 1
<u>Πυκνό</u>	> 1

Το υδρογραφικό δίκτυο των χειμαρρικών ρευμάτων αποτελεί ένα μικρό μέρος του αντίστοιχου των ποταμών, συνήθως το ακραίο και υψηλότερο. Με βάση λοιπόν τα παραπάνω το υδρογραφικό δίκτυο των χειμαρρικών ρευμάτων που μελετάται θεωρείται περιορισμένο, απλούστερο αλλά και ασαφέστερο προς τη μορφή του.

#### 6.1.8 Ο χειμαρρικός τύπος

Γενικά από τα παραπάνω προκύπτει ότι στο μηχανισμό της χειμαρρικής δράσης κάθε χειμαρρικός παράγοντας διαδραματίζει έναν ιδιαίτερο ρόλο. Έτσι το κλίμα είναι ο φορέας ενέργειας που στη περίπτωση των στερεομεταφορικών χειμαρρικών φαινομένων δρα σαν παράγοντας επίθεσης. Το γεωλογικό υπόθεμα που αποτελεί το συστατικό των εξάρσεων στους ορεινούς και πεδινούς χώρους της λεκάνης απορροής, είναι το αδρανές υπόβαθρο πάνω στο οποίο εκδηλώνεται η επίδραση του φορέα ενέργειας και υφίσταται τις συνέπειες της επίθεσής του.

Ο ρόλος του ανάγλυφου είναι ρυθμιστικός, γιατί καθορίζει την ένταση με την οποία ο φορέας ενέργειας (κλίμα) ασκεί την επιθετική του δράση.

Τέλος, η βλάστηση που παρεμβάλλεται μεταξύ του φορέα ενέργειας και του αδρανούς υπόβαθρου (γεωλογικό υπόθεμα) ασκεί ανασταλτική επίδραση στη δράση του πρώτου στο δεύτερο. Το είδος, ο συνδυασμός, η έκταση και η ένταση των χειμαρρικών

φαινομένων καθορίζονται από τον συνδυασμό και την ένταση των τριών βασικών χειμαρρικών παραγόντων που είναι το κλίμα, το γεωλογικό υπόθεμα και το ανάγλυφο που επικρατούν σε αυτά.

Η παρουσία του παράγοντα βλάστηση απαλύνει μόνο την ένταση και την έκταση των φαινομένων αυτών, παρόλα αυτά όμως μπορεί να επηρεάσει το είδος και τον συνδυασμό των χειμαρρικών φαινομένων που εμφανίζονται εκεί.

Στην προκειμένη περίπτωση ο παράγοντας κλίμα και γενικά το σύνηθες μέσο ετήσιο ύψος βροχής που είναι σχετικά μεγαλύτερο από ύψη βροχής άλλων περιοχών, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο παράγοντας κλίμα μπορεί να ασκήσει σημαντική επίδραση στη γένεση χειμαρρικών φαινομένων στην περιοχή.

Συμπεριλαμβανομένης και της έλλειψης του κανονικού υδρογεωνομικού δάσους, τα ευαποσάθρωτα και ευολίσθητα πετρώματα του φλύσχη, το βαθύ και γόνιμο έδαφος της περιοχής και σε συνδυασμό με την πλημμυρογόνο απορροή της 4-5/11/1986 και πιθανόν την αφύπνιση έμμεσων χειμαρρικών παραγόντων (ομογενετικές μετακινήσεις, ενδογενείς δυνάμεις, εναλλαγές φόρτισης εδάφους, σεισμοί που προκαλούν κινήσεις γεωμαζών όχι κατά την διάρκεια τους αλλά μετά από πάροδο σημαντικού χρονικού διαστήματος και μετά από επαρκή διαποτισμό της γεωμάζας με νερό κτλ.), αποτελούν τους παράγοντες εκείνους που δημιούργησαν τις γεωλισθήσεις, τις έντονες χαραδρωτικές διαβρώσεις και την λειτουργικότητα του χειμάρρου σαν λαβαχείμαρρο.

Βασιζόμενοι στα περιβαλλοντικά δεδομένα (γεωλογικό υπόθεμα, ανάγλυφο, μορφολογία, κλιματικές συνθήκες, βλάστηση) της λεκάνης απορροής του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη», προκύπτει ότι ο χειμαρρικός τύπος που εμφανίζεται στην περιοχή είναι ο Αμιγής G-I, ο οποίος τύπος κατατάσσεται στην ομάδα Α, δηλαδή στην

ομάδα των αμιγών χειμαρρικών ρευμάτων των λοφωδών και ημιορεινών περιοχών. Οι ιδιαιτερότητες του συγκεκριμένου χειμαρρικού τύπου G-I είναι οι εξής:

**Χειμαρρικό περιβάλλον:** Πετρολογικός σχηματισμός: σχιστόλιθος. Υπερθαλάσσιο ύψος: έως 800÷1000 m. Κλιματικές συνθήκες: ήπιες. Βλάστηση: κυρίως από αείφυλλα πλατύφυλλα και πρεμνοφυή δρυοδάση.

**Μορφολογία χειμαρρικού ρεύματος:** Μέρη χειμάρρου: ορεινή λεκάνη απορροής, κοίτη αναμετακίνησης. Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου: μέση. Υδατοπαροχή: μικρής ποσότητας και συχνότητας, που συχνά μηδενίζεται κατά τη θερινή περίοδο. Στερεοπαροχή: μέτριας έντασης. Χειμαρρικά φαινόμενα: έντονη επιφανειακή διάβρωση, μέτρι χαραδρωτική και πρανική διάβρωση, καθώς και αποσαθρώσεις, συχνές γεωκατακρημνίσεις και επιπόλαιες γεωλισθήσεις.

**Επίδραση της βλάστησης:** Όπου ο φυσικός φυτομανδύας και ιδίως το δάσος, δεν υποβαθμίστηκε, αποτρέπονται γενικά τα χειμαρρικά φαινόμενα.

**Αρχές και μέτρα διευθέτησης:** Η επιφανειακή διάβρωση, οι αποσαθρώσεις και οι γεωκατακρημνίσεις αποτρέπονται κυρίως με φυτοκομικά έργα, ενώ η χαραδρωτική και πρανική διάβρωση απαιτούν και μικρά τεχνικά έργα. Οι γεωλισθήσεις αποτρέπονται με τεχνικά έργα, για την απομάκρυνση του νερού που τις δημιουργεί, καθώς και με φυτοκομικά έργα. Υδρολογικός έλεγχος του απορρέοντος νερού: με βιοτεχνικά έργα και με χειρισμό της βλάστησης.



## 6.2 ΕΡΓΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

### 6.2.1 Τα χειμαρρικά-πλημμυρικά φαινόμενα

Ως **περίσσεια νερού** εννοείται η αιφνίδια ή προοδευτική αύξηση της στάθμης των υδατορευμάτων ή των υπόγειων υδάτων σε μέγεθος βλαπτικό τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τα συμφέροντά του (Κωτούλας, 1996). Η περίσσεια νερού έχει όμως σαν αποτέλεσμα την υπερχειλίση του πλεονάζοντος ύδατος και την κατάκλυση των παρακείμενων περιοχών, δηλαδή την γένεση πλημμυρών.

Ανάλογα με τους σκοπούς που επιδιώκονται κατά τον χειρισμό της περίσσεια του νερού, οι επεμβάσεις διακρίνονται ως εξής:

- Έλεγχος (ρύθμιση) της πλημμυρογένεσης
- Συγκράτηση των πλημμυρικών υδάτων

Για τον χειρισμό της περίσσειας νερού δημιουργούνται τα αντιπλημμυρικά έργα από τα οποία όσα εκτελούνται χωρίς να έχουν προηγηθεί έργα για την απαλλαγή των υδάτων από τις φερτές ύλες οδηγούνται καταδικαστικά αυτά σε αχρηστία.

### 6.2.2 Οι σημαντικότερες βροχοπτώσεις από την έναρξη της λειτουργίας των έργων διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

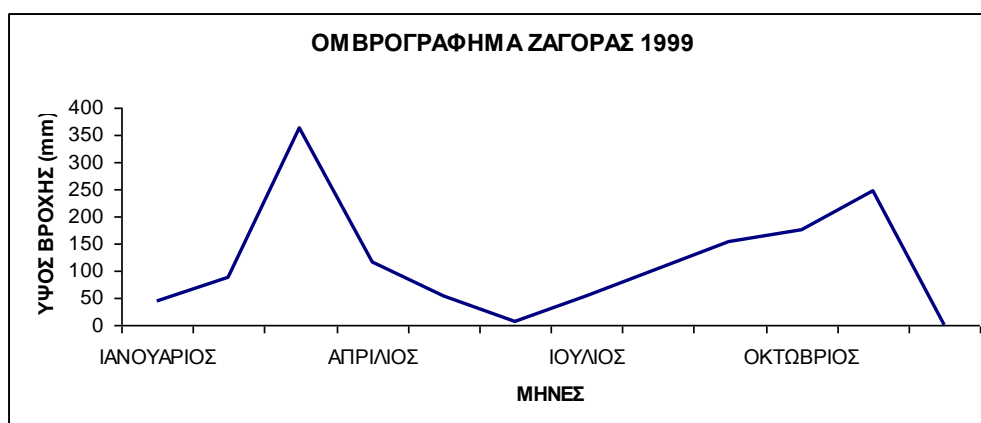
Τα κατακρημνίσματα αποτελούν έναν παράγοντα του κλίματος, ο οποίος δεν είναι σταθερός, αλλά μεταβάλλεται από χρόνο σε χρόνο. Πάντως η μεταβολή αυτή είναι περιοδική. Σε ότι αφορά τα τελευταία έτη, οι μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων (mm)

των χρονικών ετών 1999 έως 2002 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη» φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 12):

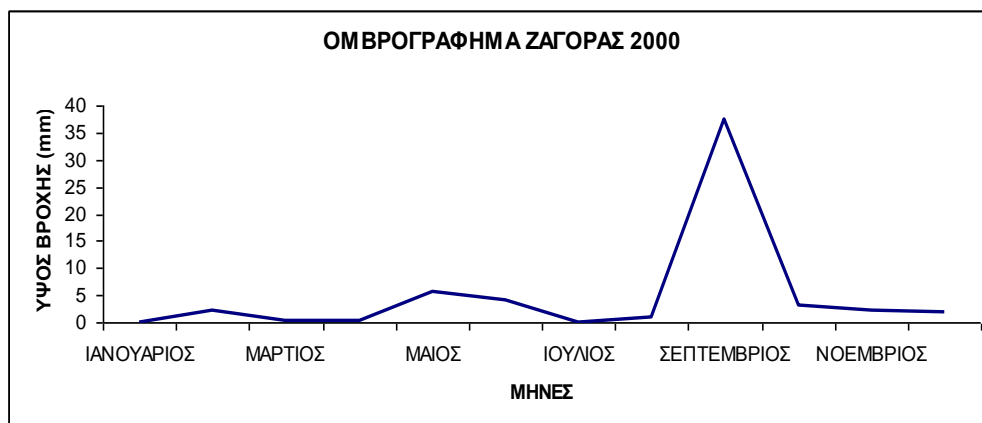
**Πίνακας 12:** Οι μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων (mm) των χρονικών ετών 1999 έως 2004 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ (mm)													
ΕΤΟΣ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάιος	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοέμ.	Δεκ.	ΣΥΝ.
1999	43.2	87.6	361.6	114.4	54.2	5.2	51.6	103.2	153.8	175.2	245.6	1	1396.6
2000	0	2.2	0.2	0.4	5.6	4.2	0	0.8	37.4	3.2	2.2	2	58.2
2001	3	1.8	22	44.6	5.2	0.2	0.2	0.2	0.2	23.8	146.8	489.4	737.4
2002	75	27.8	349	119.2	123.4	8	36	63.4	23	96.6	84.2	958.8	1964.4
2003	544.6	545.6	91.2	102.6	36.2	20.2	15.4	23.6	57	149	162.6	367.8	2125.8
2004	388	123.8	61.4	84.6	50.2	59.6		18.2	28.6	341.8	9.4	142.6	1308.2

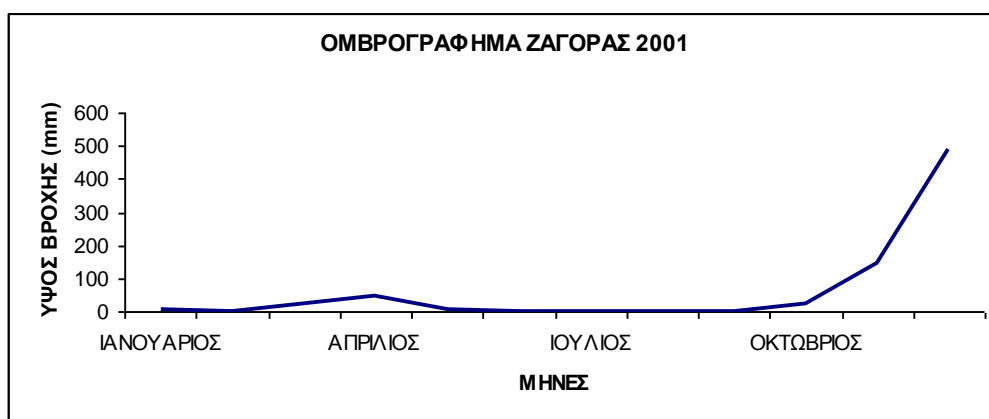
Με βάση τα ομβρικά δεδομένα κατασκευάστηκαν τα εξής ομβρικά διαγράμματα από το έτος 1999 έως το έτος 2004 (Εικόνες 50-55).



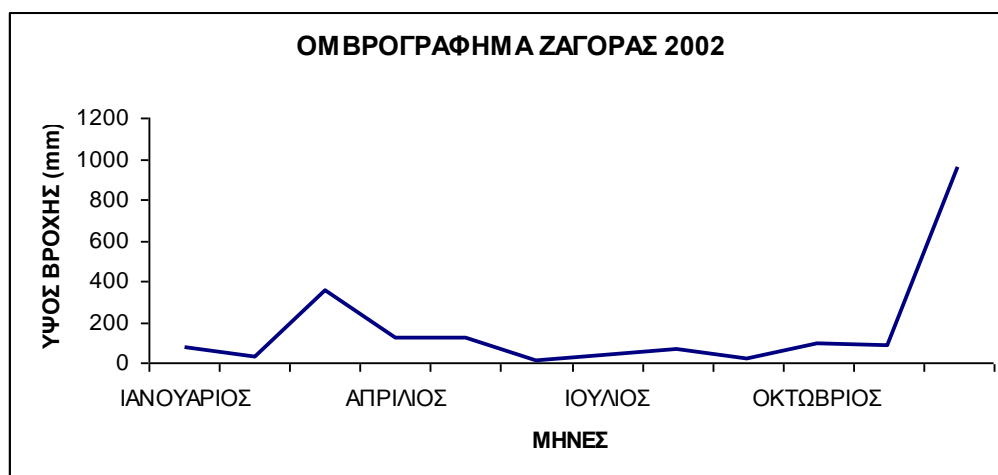
**Εικόνα 50:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 1999 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»



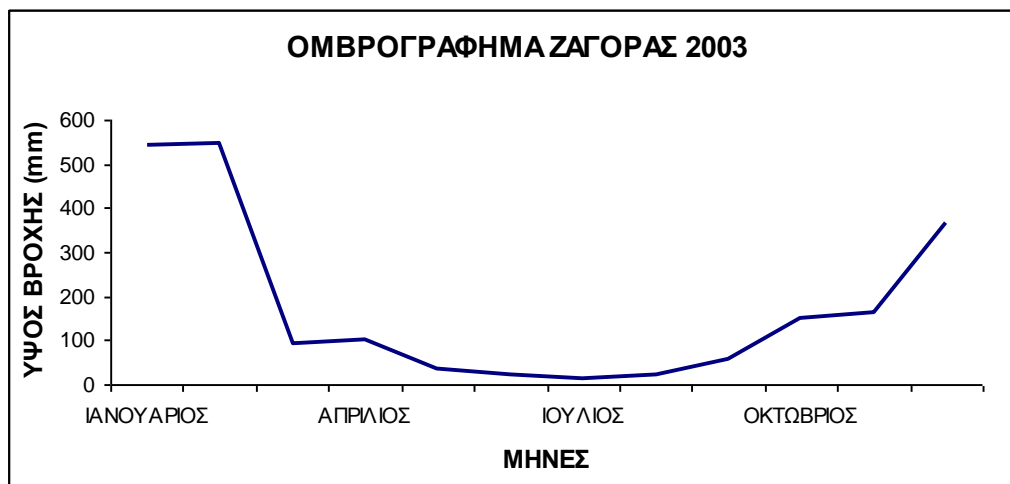
**Εικόνα 51:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 2000 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»



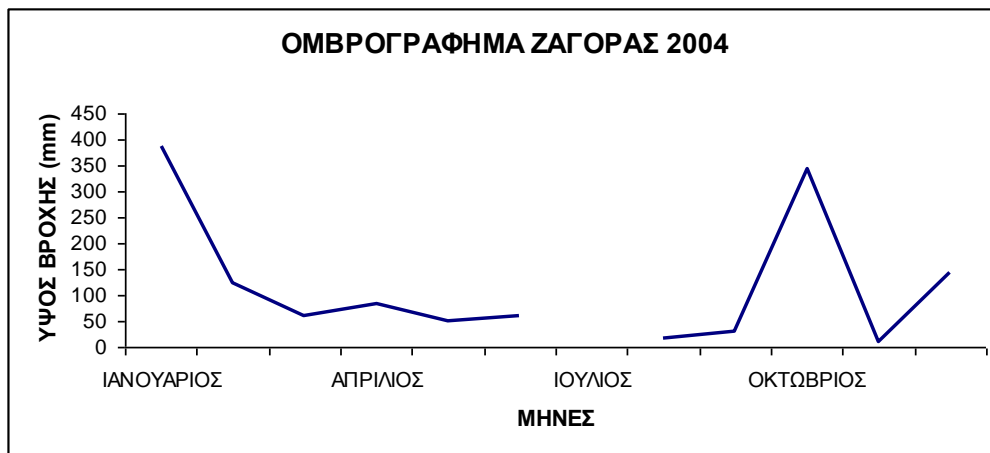
**Εικόνα 52:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 2001 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»



**Εικόνα 53:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 2002 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»



**Εικόνα 54:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 2003 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»



**Εικόνα 55:** Το ομβρικό διάγραμμα του έτους 2004 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

Οι βροχές στην Ελλάδα είναι δυνατόν να δώσουν σε μικρά χρονικά διαστήματα μεγάλες ποσότητες ύδατος οι οποίες μπορούν να φτάσουν μέχρι και το 1/4 ή ακόμη και το 1/3 του μέσου ετήσιου ύψους βροχής της περιοχής. Ιδιαίτερη σημασία για τους επιστήμονες αποτελεί η γνώση της έντασης των κρίσιμων βροχών, δηλαδή των κατακριμνησμάτων μιας περιοχής μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα στη διάρκεια των έντονων βροχοπτώσεων.

Σε ότι αφορά την ραγδαιότητα της βροχής που προέκυψε τα τελευταία έτη από το 1999 έως το 2004 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη» φαίνονται στον

Πίνακα 13:

**Πίνακας 13:** Τα επεισόδια βροχής (mm) από το 1999 έως το 2004 στην ευρύτερη περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (mm)
1999	16/3/1999-19/3/1999	57	227
1999	16/10/1999-17/10/1999	19	61.4
1999	19/10/1999	11	55
1999	7/11/1999-10/11/1999	76	234.8
2001	3/4/2001-4/4/2001	7	101.4
2001	7/12/2001-10/12/2001	91	180.2
2001	13/12/2001-15/12/2001	72	105.8
2001	16/12/2001-19/12/2001	73	76.6
2002	11/3/2002-12/3/2002	34	216.2
2002	6/11/2002-8/11/2002	50	69
2002	7/12/2002-10/12/2002	72	309.4
2002	12/12/2002-17/12/2002	123	300.4
2002	18/12/2002-19/12/2002	33	106.8
2002	24/12/2002-26/12/2002	50	163
2003	1/1/2003-2/1/2003	22	93.8
2003	24/1/2003-27/1/2003	69	380.8
2003	11/2/2003-14/2/2003	71	154
2003	17/2/2003-19/2/2003	54	188
2003	16/10/2003-17/10/2003	39	90.4
2003	4/11/2003-7/11/2003	54	88.2
2003	1/12/2003	14	49.4
2003	7/12/2003-8/12/2003	26	69
2003	24/12/2003-26/12/2003	49	131
2004	1/4/2004	16	117.2
2004	10/12/2004-14/12/2004	25	290.8

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνουμε πως πολλές φορές οι ραγδαιότητες είναι ανεξάρτητες από το μέσο μηνιαίο και ετήσιο ύψος βροχής. Μελετώντας το μέσο μηνιαίο και ετήσιο ύψος βροχής μιας περιοχής δεν μπορούμε να βγάλουμε σαφή και ολοκληρωμένα συμπεράσματα για τα επεισόδια ραγδαιότητας που πρόκειται ή μη να εκδηλωθούν στην περιοχή αυτή. Οπότε φρόνιμο είναι να υπάρξει οργάνωση,

προγραμματισμός και το σημαντικότερο πρόληψη ως προς τις πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις των παραπάνω επεισοδίων.

### 6.2.3 Οι υδατοπαροχές στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη» κατά τη διάρκεια των επεισοδίων βροχής

Τα τελευταία χρόνια ενώ το νερό στην Ελλάδα έχει γίνει αγαθό σε ανεπάρκεια, η αιφνίδια περίσσεια αυτού, υπό μορφή πλημμύρας, έπειτα από κάποια έντονη καταιγίδα, δημιουργεί επίσης μεγάλα προβλήματα.

Για την αποφυγή ή την ελάττωση των δυσμενών επιδράσεων των πλημμυρικών φαινομένων, καθώς και την κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων γίνονται προσπάθειες πρόβλεψης των μέγιστων τιμών των παροχών και των απορροών των υδατορευμάτων.

Η προσπάθεια αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία σε λεκάνες απορροής, των οποίων η πεδινή κοίτη των υδατορευμάτων διέρχεται από οικισμούς και επομένως η εκδήλωση πλημμύρας αποτελεί απειλή για ανθρώπινες ζωές.

Η εκτίμηση της απορροής που προκαλείται από συγκεκριμένες βροχοπτώσεις γίνεται συνήθως με την εφαρμογή του μοναδιαίου υδρογραφήματος, το οποίο προσδιορίζεται από την διερεύνηση της σχέσης βροχής και απορροής (Στεφανίδης 1995, Stefanidis 1995, Μπαλούτσος και συν. 2000, Κωτούλας, 2001). Ιδιαίτερα σε μικρές λεκάνες απορροής για τις οποίες δεν υπάρχουν στοιχεία υδρομετρήσεων, η απορροϊκή βροχόπτωση εκτιμάται με τη βοήθεια συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων (Shaw 1993, Βουζαράς 1994, Παπαμιχαήλ και συν. 1995). Η διερεύνηση της απόκρισης της λεκάνης απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη» στις καταιγίδες από το έτος 1999 έως το έτος 2004, γίνεται με τη μέθοδο της Soil Conservation Service (SCS) (USDA Soil Conservation Service 1972, 1986). Σε πολλές από τις παραπάνω ημερομηνίες των επεισοδίων βροχής (mm) από το 1999 έως το 2004 στην ευρύτερη

περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη» (Πίνακας 13) σημειώθηκαν ιδιαίτερα έντονα πλημμυρικά φαινόμενα, τα οποία και αναλύονται παρακάτω. Οι ισχυρές βροχοπτώσεις ήταν αποτέλεσμα της ατμοσφαιρικής αστάθειας, η οποία σε συνδυασμό με τοπικούς παράγοντες (ανάγλυφο, βλάστηση) επηρέασαν την ένταση τη καταιγίδας. Η μέθοδος του απορροϊκού συντελεστή (Runoff Curve Number) της SCS είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος, για την εκτίμηση της πλημμυρικής απορροής από επεισόδιο βροχής σε λεκάνες που δεν διαθέτουν υδρομετρικά δεδομένα. (Linsley *et al* 1975, Chow 1988, Shaw 1993, Βουζαράς 1994, Παπαμιχαήλ και Παπαδήμος 1995, Μπαλούτσος και συν. 2000, Σαπουντζής και Στάθης 2000). Η εκτίμηση των απωλειών βροχόπτωσης γίνεται με την εφαρμογή του απορροϊκού συντελεστή (Curve Number, CN) της S.C.S. (U.S.D.I. 1987, Παπαμιχαήλ και συν. 1995). Το μοντέλο της απορροϊκής βροχόπτωσης της S.C.S. εκφράζεται μαθηματικά από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$Q = \frac{(P-I)^2}{(P-I)+S} \quad , \text{για } P > I \quad (20)$$

και

$$S = 254 * \left( \frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (21)$$

όπου

Q: η απορροϊκή βροχόπτωση (mm)

P: το ύψος βροχής της λεκάνης (mm)

I: το αρχικό έλλειμμα υγρασίας το οποίο αποτελεί υδατοσυγκράτηση, διήθηση  
(mm)

S: η δυνητική μέγιστη κατακράτηση (mm)

CN: ο απορροϊκός συντελεστής ο οποίος καθορίζεται από τα εδαφικά και φυσικά χαρακτηριστικά της λεκάνης.

Σε περίπτωση που το I δεν είναι γνωστό μπορεί να εκτιμηθεί από τη σχέση:

$$I = 0,2 * S \quad (22)$$

Από τις δύο πρώτες παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι η απορροϊκή βροχή είναι συνάρτηση μόνο του CN δεδομένου ότι το P είναι γνωστό και το I ή είναι γνωστό ή προσεγγίζεται από την τελευταία παραπάνω σχέση.

Ο απορροϊκός συντελεστής (CN) εξαρτάται από τον τρόπο διαχείρισης της γης, τη διηθητικότητα του εδάφους και την προηγούμενη υγρασιακή κατάσταση του (Soil Conservation Service 1972, U.S.D.I. 1987, Παπαμιχαήλ και συν. 1995, Παπαμιχαήλ και Παπαδήμος 1995, Σαπουντζής και Στάθης 2000). Οι τιμές του δίνονται σε πίνακες ως συνάρτηση των παραπάνω παραγόντων.

Μετά τον υπολογισμό του ύψους βροχής για κάθε ραγδιότητα, στη συνέχεια υπολογίζεται η απορροϊκή βροχόπτωση. Συγκεκριμένα, ο απορροϊκός συντελεστής (CN) για υγρασιακή κατάσταση τύπου II, για την συγκεκριμένη λεκάνη απορροής και με βάση τα ποσοστά των χρήσεων γης που παραθέτονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 14), εκτιμήθηκε ίσος με 57, η παράμετρος S βρέθηκε ίση με 191,6 mm και οι απώλειες βροχής ίσες με 38,32 mm.

**Πίνακας 14:** Τα ποσοστά των χρήσεων γης στην λεκάνη απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

Χρήσεις γης	Ποσοστά (%)
Δάση	42,03
Καλλιέργειες	33,81
Οικισμός	24,16
<b>Σύνολο</b>	<b>100</b>



Λόγω της έντονης ραγδιαιότητας του φαινομένου και σύμφωνα με το γεγονός ότι σε συνθήκες πλημμυρικών απορροών για την εκτίμηση της αποθηκευτικής ικανότητας του εδάφους χρησιμοποιείται η υγρασιακή κατάσταση τύπου III, δηλαδή το  $CN_{III}$  (Παπαμιχαήλ και συν., 2001) (το  $CN_{III}$  ισούτε με 83,5) δεν μπορεί να ικανοποιηθεί η αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους στο σύνολό της. Για τους λόγους αυτούς, η αποθήκευση  $S$  επανεκτιμήθηκε σε 50 mm. Με βάση την παραπάνω σχέση υπολογίστηκε η απορροϊκή βροχόπτωση και βρέθηκε ίση με 10 mm, δηλαδή  $I = 10$  mm .

Ο υπολογισμός των υδρογραφημάτων των απορροϊκών (πλημμυρικών) βροχών που εκτιμήθηκαν προηγουμένως, έγινε με τη μέθοδο του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος της Sierra Nevada, όπως δίνεται στο Design of Small Dams (USDI, 1987).

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, ο χρόνος υστέρησης του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος σε ώρες υπολογίζεται από τη σχέση:

$$L_g = 0,5541 * \sqrt[3]{\frac{L * L_c}{\sqrt{S}}} \quad (23)$$

όπου

$L_g$ : χρόνος υστέρησης του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος (ώρες)

$L$ : μήκος μέγιστης διαδρομής της κεντρικής κοίτης (Km)

$L_c$ : μήκος της προβολής του κέντρου βάρους της λεκάνης (Km)

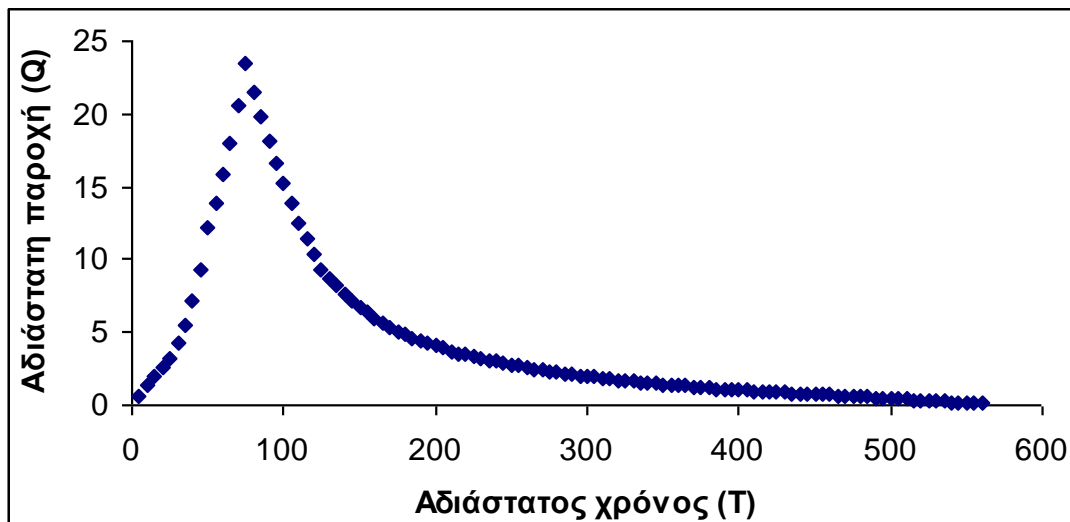
$S$ : κλίση κεντρικής κοίτης (%)

Τα παραπάνω στοιχεία εκτιμήθηκαν από χάρτη της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1: 50.000.

Η διάρκεια της μοναδιαίας βροχόπτωσης, από την οποία προέρχεται το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα δίνεται από τη σχέση:

$$D = \frac{L_g}{5,5} \text{ (h)} \quad (24)$$

Σύμφωνα με το Design of Small Dams (USDI ,1987) το αδιάστατο μοναδιαίο υδρογράφημα της Sierra Nevada δίνεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα (Εικόνα 56).



**Εικόνα 56:** Το αδιάστατο μοναδιαίο υδρογράφημα της Sierra Nevada

Για τον υπολογισμό του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος, το οποίο προκαλείται από απορροϊκή βροχόπτωση 1 mm ακολουθείται η εξής διαδικασία:

Η τετμημένη του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος (χρόνος) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$t_m = \frac{T * \left( L_g + \frac{D}{2} \right)}{100} \quad (25)$$

όπου

$t_m$  : χρόνος του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος (ώρες)

T : παίρνεται από πίνακα (USDI, 1987)

$L_g$ : χρόνος υστέρησης συνθετικού του μοναδιαίου υδρογραφήματος (ώρες)

D: διάρκεια της μοναδιαίας βροχόπτωσης (ώρες)

Η τεταγμένη του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος (παροχή), η οποία προέρχεται από απορροϊκή βροχόπτωση 1 mm υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q = 0,01157 * \left( \frac{A * q}{L_g + \frac{D}{2}} \right) \quad (26)$$

όπου

Q : παροχή του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος ( $m^3/sec$ )

A: έκταση της λεκάνης απορροής ( $km^2$ )

q: αδιάστατη παροχή, λαμβάνεται από τον πίνακα απορροϊκής

$$L_g = 0,5541 * \sqrt[3]{\frac{L * L_c}{\sqrt{S}}} = 1,138877 \text{ h}$$

Διάρκεια μοναδιαίας βροχόπτωσης

$$D = \frac{L_g}{5,5} = 0,2 \text{ h}$$

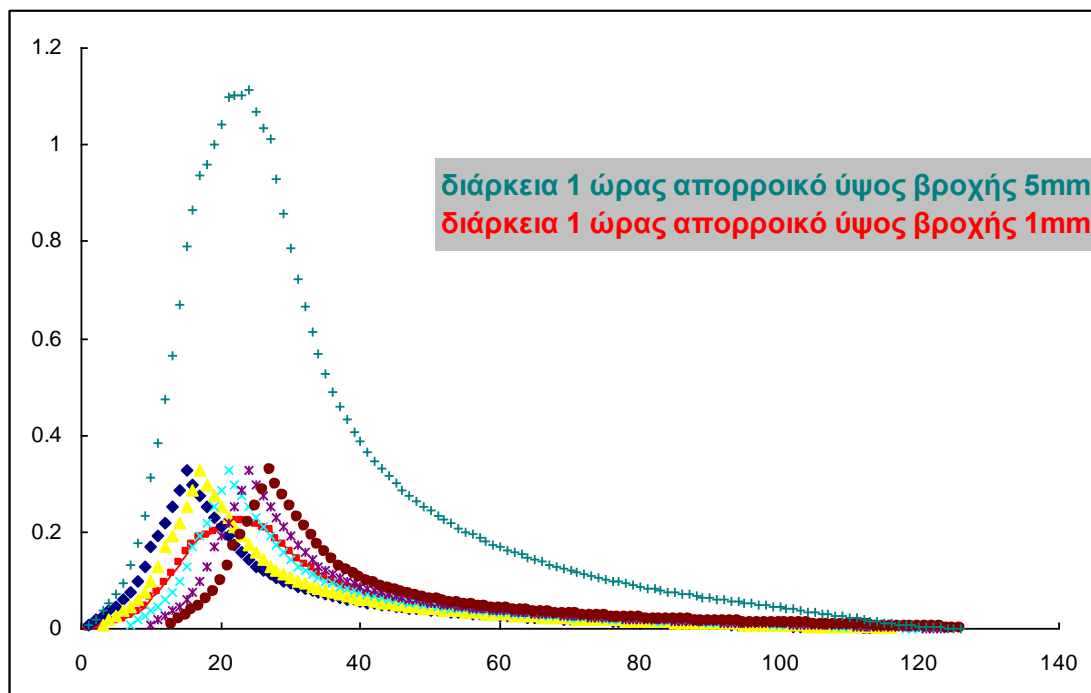
Χρόνος του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος

$$t_m = \frac{T * \left( L_g + \frac{D}{2} \right)}{100} = 0,012424 * T$$

Παροχή του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος

$$Q = 0,01157 * \left( \frac{A * q}{L_g + \frac{D}{2}} \right) = 0,013876 * q$$

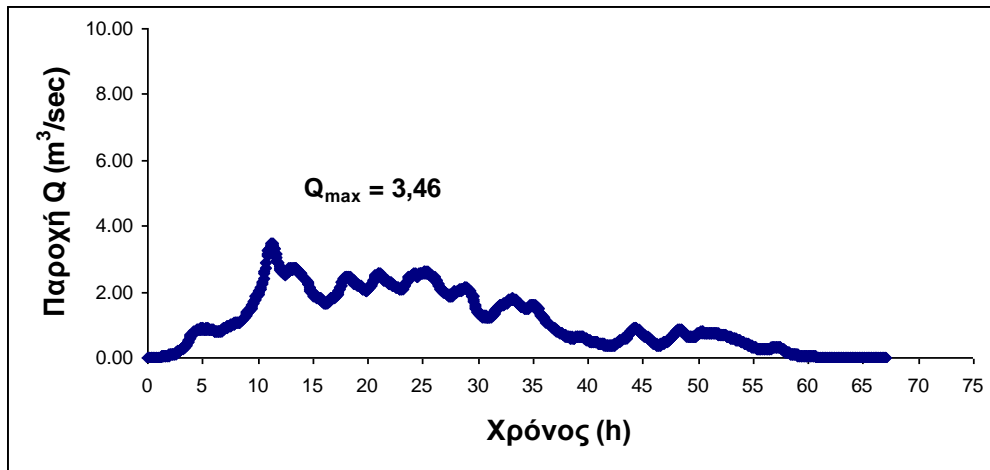
Με βάση τα παραπάνω υπολογίζεται τα συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα, διάρκειας  $D = 0,5$  h με απορροϊκό ύψος βροχής 1mm και 2mm και διάρκειας  $D = 1$  h με απορροϊκό ύψος βροχής 1mm και 2mm της λεκάνης απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη», τα οποία παραθέτονται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα (Εικόνα 57).



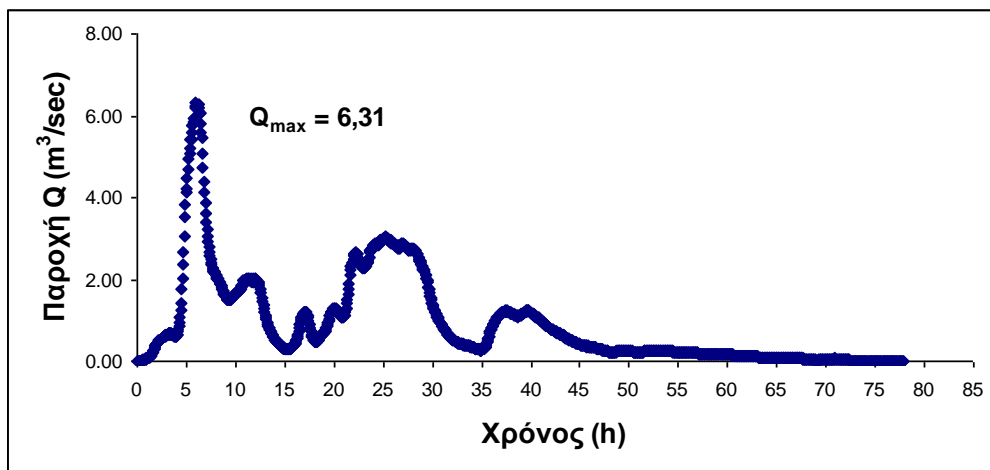
**Εικόνα 57:** Το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη», διάρκειας  $D = 0,2$  h με απορροϊκό ύψος βροχής 1mm και διάρκειας  $D = 1$  h με απορροϊκό ύψος βροχής 1mm και 5mm

Λαμβάνοντας υπόψη το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα διάρκειας  $D = 1$  ώρας της λεκάνης απορροής με απορροϊκό ύψος βροχής 1mm, υπολογίζονται τα υδρογραφήματα

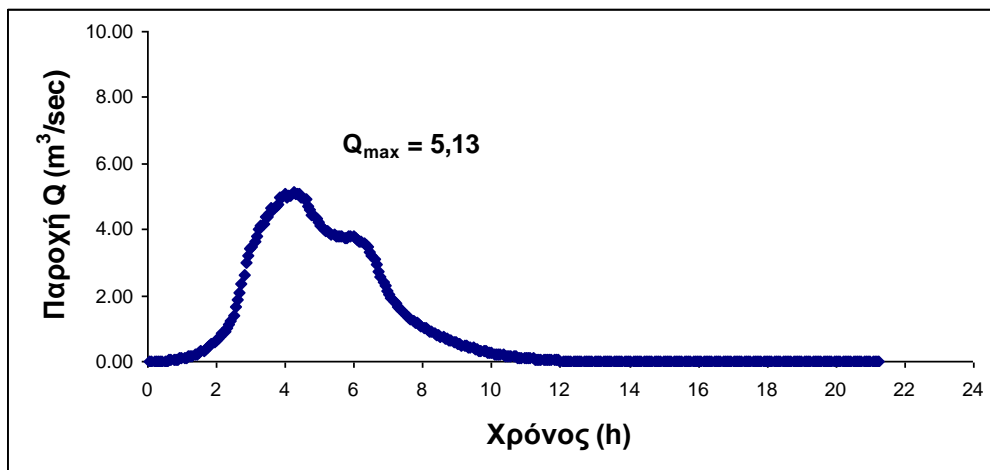
των επεισοδίων ραγδιότητας (αυτά που παρουσιάζουν ενδιαφέρον) στην περιοχή της λεκάνης απορροής του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη», τα οποία παραθέτονται στις παρακάτω εικόνες (Εικόνες 58-70). Το μέγεθος της βασικής απορροής, κατά τη διάρκεια της καταιγίδας θεωρήθηκε αμελητέο.



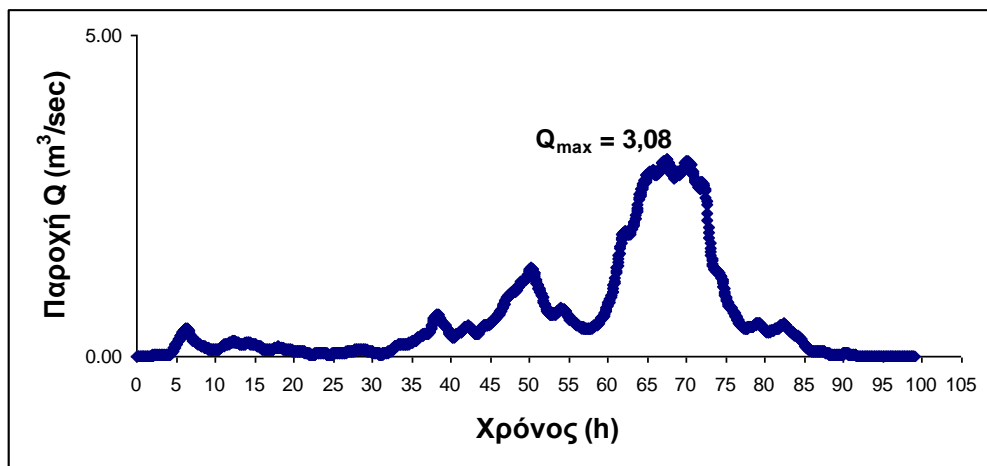
**Εικόνα 58:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 227 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 16/3/1999 έως 19/3/1999



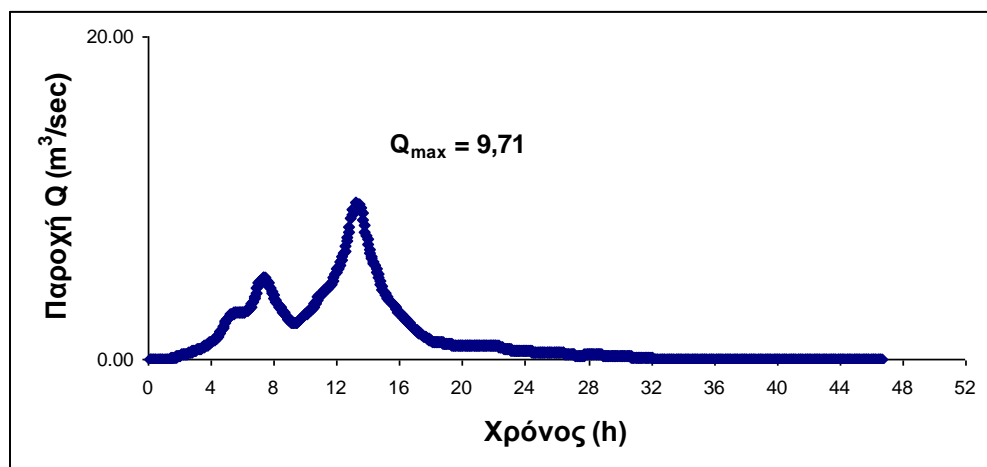
**Εικόνα 59:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 234,8 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 7/11/1999 έως 10/11/1999



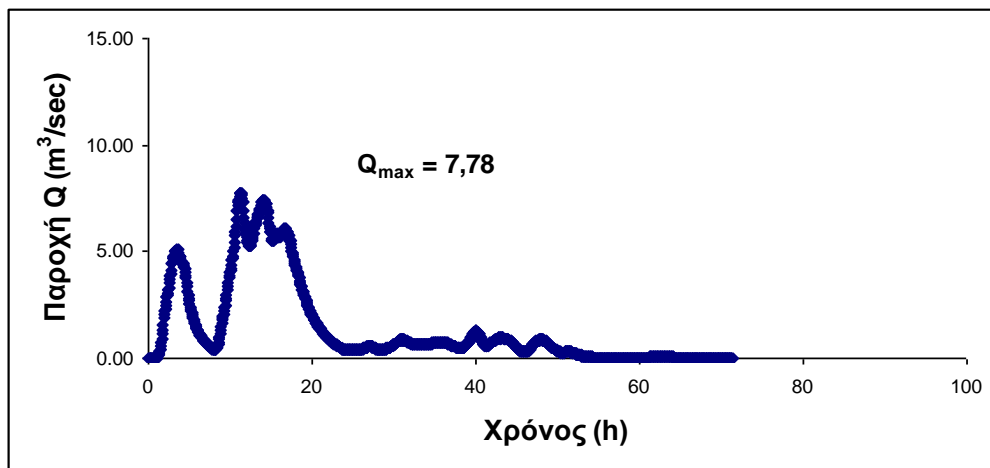
**Εικόνα 60:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 101,4 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 3/4/2001 έως 4/4/2001



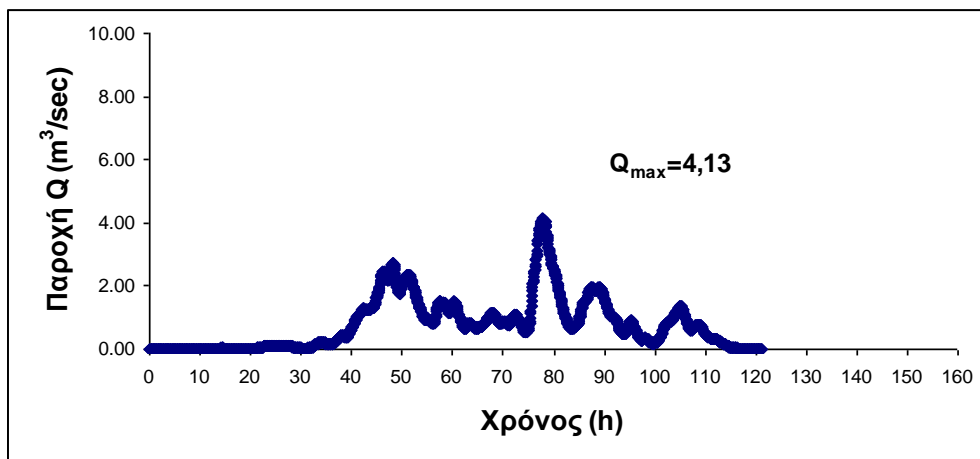
**Εικόνα 61:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 180,2 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 7/12/2001 έως 10/12/2001



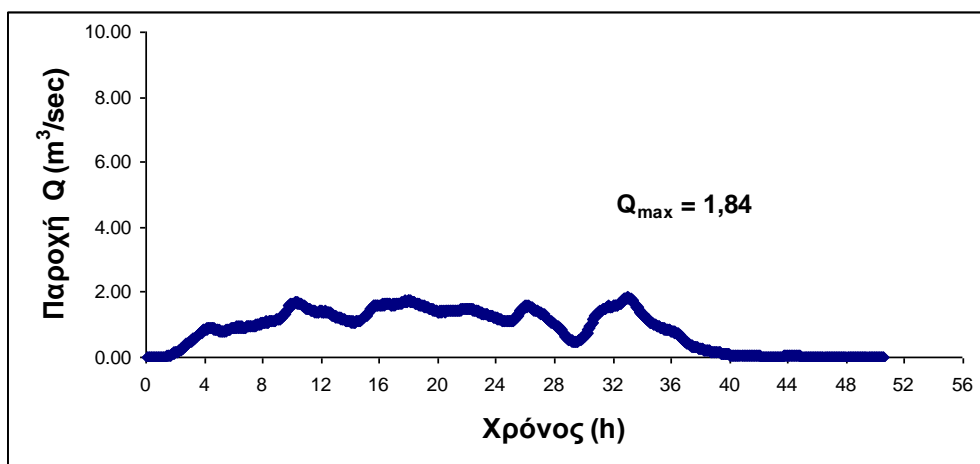
**Εικόνα 62:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 216,2 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 11/3/2002 έως 12/3/2002



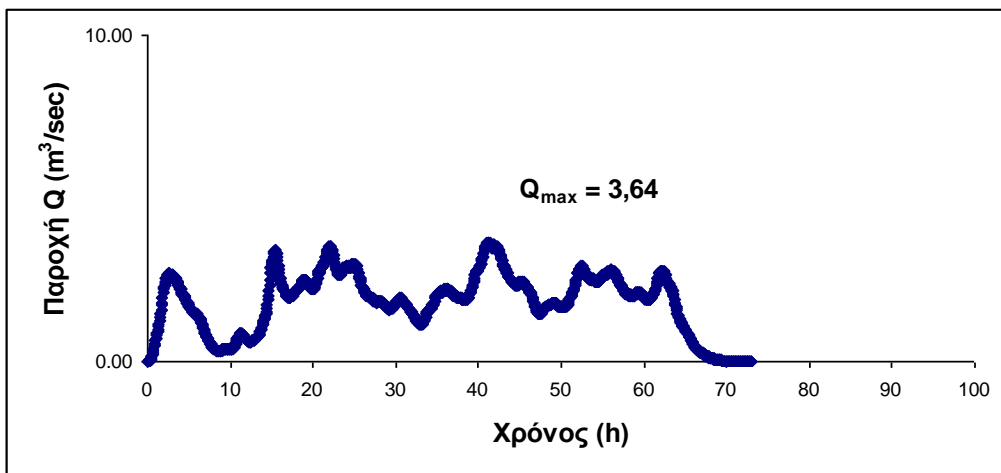
**Εικόνα 63:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 309,4 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 7/12/2002 έως 10/12/2002



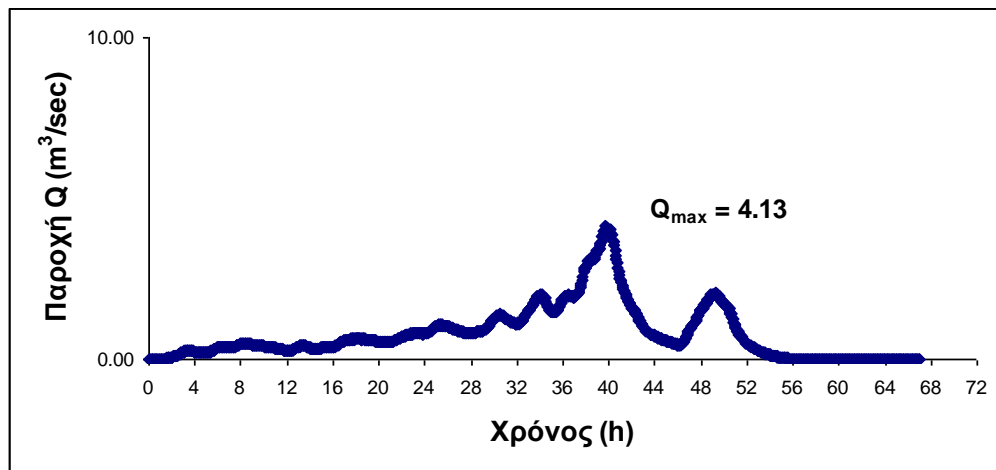
**Εικόνα 64:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 300,4 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 11/12/2002 έως 17/12/2002



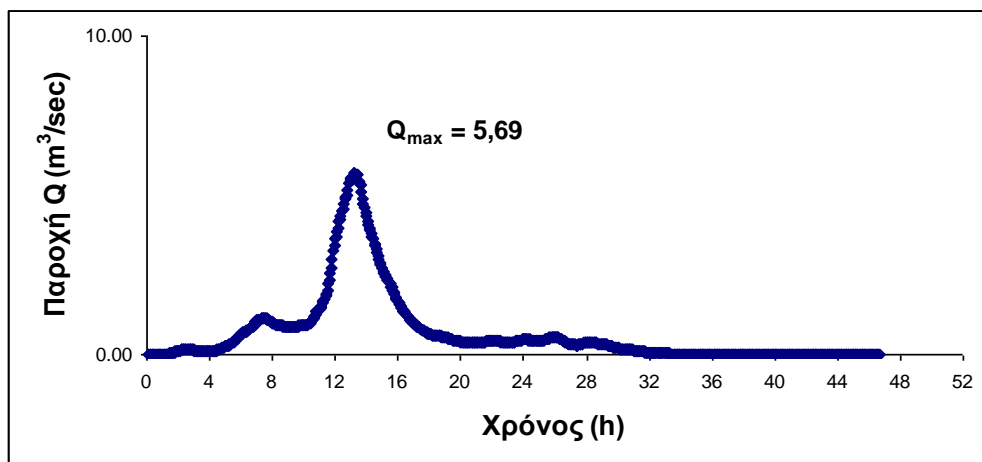
**Εικόνα 65:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 163 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 24/12/2002 έως 26/12/2002



**Εικόνα 66:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 380,8 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 24/1/2003 έως 27/1/2003

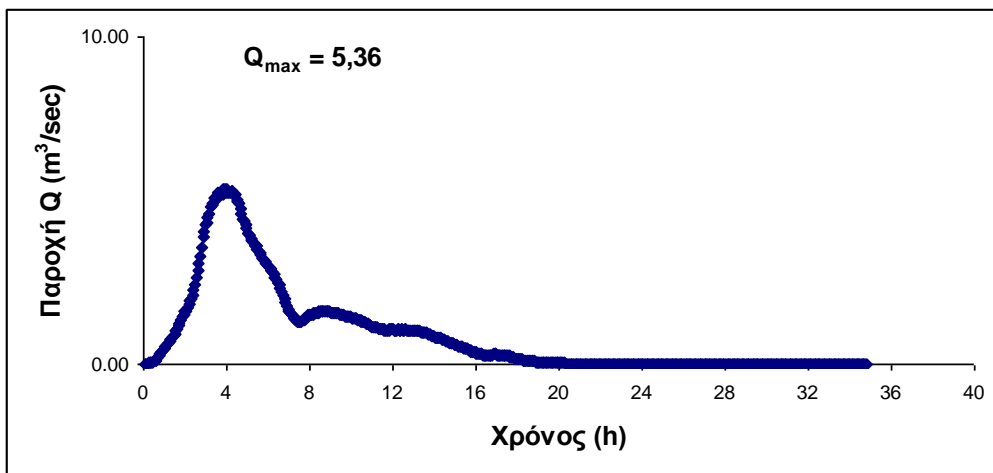


**Εικόνα 67:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 188 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 17/2/2003 έως 19/2/2003

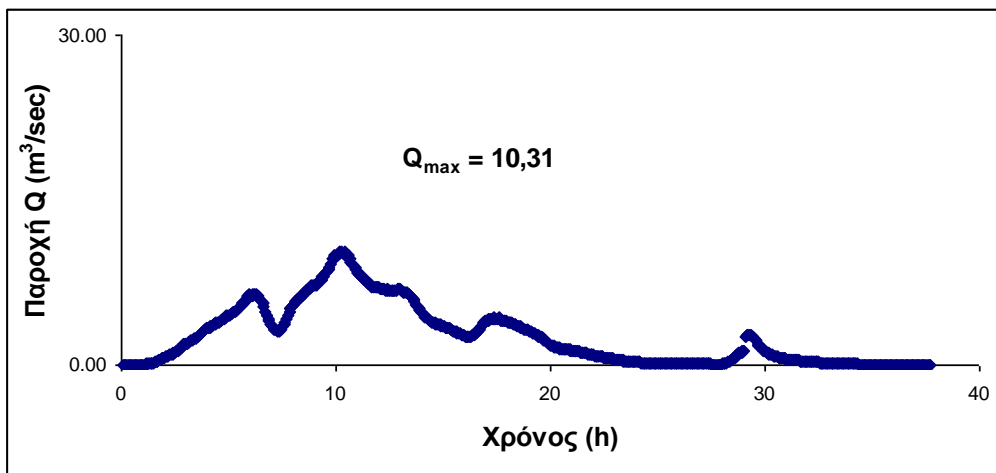


**Εικόνα 68:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 131 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 24/12/2003 έως 26/12/2003





**Εικόνα 69:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 117,2 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 1/4/2004



**Εικόνα 70:** Το υδρογράφημα του επεισοδίου βροχής των 290,8 mm που διαδραματίστηκε την περίοδο 10/12/2004 έως 14/12/2004

Εάν δεν είχαν κατασκευαστεί τα φράγματα, η παροχτευτική ικανότητα της κοίτης του χειμάρρου και ιδιαίτερα στην πεδινή περιοχή, δεν θα ήταν επαρκής για την διόδευση των συγκεκριμένων τιμών της παροχής. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι έντονο θα ήταν και το πρόβλημα της στερεομεταφοράς. Υλικά διαφόρων διαμέτρων που αποσπάστηκαν από την κοίτη του χειμάρρου θα μεταφέρονταν δια μέσου της κοίτης προς τα κατάντη. Τα υλικά αυτά εάν δεν υπήρχαν τα φράγματα, θα είχαν συγκεντρωθεί στην πεδινή διαδρομή, η οποία διαδρομή παρουσιάζει μικρότερη κλίση, με αποτέλεσμα

την ελάττωση της παροχευτικής ικανότητας της κοίτης και την υπερχείλιση των υδάτων. Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των πλημμυρικών φαινομένων θα πρέπει η κοίτη να διαθέτει τις απαραίτητες διαστάσεις, το οποίο και υλοποιήθηκε με την κατασκευή των συγκεκριμένων φραγμάτων βαθμίδωσης.

**Πίνακας 15:** Τα επεισόδια βροχής (mm), οι αντίστοιχες μέγιστες παροχές ( $m^3/sec$ ) και ο αντίστοιχος συνολικός όγκος νερού των επεισοδίων βροχής, που διαδραματίστηκαν κατά τη διάρκεια των ετών από το 1999 έως το 2004 στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (mm)	$Q_{max}$ ( $m^3/sec$ )	Συνολικός όγκος νερού ( $m^3$ ) απορροής
1999	16/3/1999-19/3/1999	57	227	3,46	268842
1999	7/11/1999-10/11/1999	76	234.8	6,31	254398
2001	3/4/1999-4/4/1999	7	101.4	5,13	75836
2001	7/12/2001-10/12/2001	91	180.2	3,08	214176
2002	11/3/2002-12/3/2002	34	216.2	9,71	228695
2002	7/12/2002-10/12/2002	72	309.4	7,78	348802
2002	12/12/2002-17/12/2002	123	300.4	4,13	335940
2002	24/12/2002-26/12/2002	50	163	1,84	155803
2003	24/1/2003-27/1/2003	69	380.8	3,64	476358
2003	17/2/2003-19/2/2003	54	188	4,13	189685
2003	24/12/2003-26/12/2003	49	131	5,69	111167
2004	1/4/2004	16	117.2	5,36	109728
2004	10/12/2004-14/12/2004	25	290.8	10,31	349113

#### 6.2.4 Η στερεομεταφορική δράση του υδατορεύματος

Τα μικρά χειμαρρικά ρεύματα δηλαδή τα φυσικά υδάτινα ρεύματα με έκταση ορεινής λεκάνης απορροής έως  $300 km^2$ , τα οποία αποτελούν τους συμβάλλοντες των χειμαρροποτάμων και των ποταμών, ενίοτε δε εμφανίζονται και ως αυτοτελείς μονάδες του υδρογραφικού δικτύου, εμφανίζουν τα εξής χαρακτηριστικά χειμαρρικά γνωρίσματα ή χειμαρρικές ιδιότητες: Παρουσιάζουν ιδιαίτερα ανώμαλη διαίτα του νερού, αποσπών από τα ορεινά, μεταφέρουν, και αποθέτουν στα πεδινά σχετικά άφθονες φερτές ύλες συνήθως λόγω της διαταραχής του φυσικού περιβάλλοντος και ανθρωπογενών επιδράσεων.

Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα όλων των μικρών χειμαρρικών ρευμάτων είναι η ανώμαλη μη ορθολογική διαίτα του απορρέοντος νερού. Ανάλογα με την ένταση, το είδος και τον τρόπο μεταφοράς των φερτών υλών τα μικρά χειμαρρικά ρεύματα διακρίνονται στις εξής κατηγορίες (Κωτούλας, 2001):

- χείμαρροι είναι μικρά φυσικά υδάτινα ρεύματα με έντονη μεταφορά αδρομερών φερτών υλικών (κυρίως στερεομεταφορά), η οποία κυριαρχεί ως προς τις υπόλοιπες ιδιότητες τους, γιατί και καθορίζει τη συμπεριφορά τους. Δημιουργούνται κυρίως στις ορεινές και πολύ ορεινές περιοχές, καθώς και σε χαμηλές, ημιορεινές περιοχές με ευπαθές όμως γεωλογικό υπόθεμα και χαρακτηρίζονται συνήθως από έντονα διαταραγμένο φυσικό περιβάλλον.
- χείμαρροι λάβας ή λαβαχείμαρροι ή χέραδοι είναι χείμαρροι με φερτές ύλες, που μεταφέρονται κυρίως ή συχνά κατά μάζες (λαβαμεταφορά). Εμφανίζονται στις πολύ ορεινές περιοχές με ισχυρές κλίσεις και έντονη παραγωγή φερτών υλών.
- ρύακες είναι μικρά φυσικά υδάτινα ρεύματα με πολύ περιορισμένη μεταφορά λεπτόκοκκων υλών (κυρίως αιωρομεταφορά), κατά κανόνα ασήμαντη ή και ανύπαρκτη, τα οποία χαρακτηρίζονται από ανώμαλη διαίτα νερού. Εμφανίζονται κυρίως στις λοφώδεις και ημιορεινές περιοχές με ανθεκτικό γεωλογικό υπόθεμα και καλή φυτοκάλυψη, ιδίως δάσος.

Τα παραπάνω χειμαρρικά γνωρίσματα είναι το αποτέλεσμα της ανάπτυξης ορισμένων χειμαρρικών φαινομένων στο χώρο δράσης των χειμαρρικών ρευμάτων τα οποία είναι τα εξής:

- οι διαβρώσεις, οι αποσαθρώσεις, οι γεωλισθήσεις και οι γεωκατακρημνίσεις κάθε μορφής, που προκαλούνται από τη δράση του ύδατος επί του γεωλογικού υποθέματος των

λεκανών απορροής και παράγουν φερτά υλικά καθώς και οι προσχώσεις λόγω απόθεσης των υλικών αυτών

- οι αιφνίδιες πλημμυρικές παροχές, που προέρχονται από ανάλογες βροχοπτώσεις με μεγάλη ένταση, ή και από αιφνίδια τήξη του χιονιού και
- οι ελάχιστες συχνά μηδαμινές παροχές ή και η πλήρης έλλειψη ροής, που παρουσιάζονται σε διάφορες εποχές, συνήθως κατά το θέρος (ιδίως στη χώρα μας).

Ως **χειμαρρικότητα** χαρακτηρίζεται η εκδήλωση χειμαρρικών φαινομένων από τα χειμαρρικά ρεύματα. Η ένταση, με την οποία αυτά εκδηλώνονται εκφράζει το βαθμό χειμαρρικότητας των ρευμάτων (Κωτούλας, 2001).

Τα χειμαρρικά φαινόμενα δεν εμφανίζονται σε όλα τα χειμαρρικά ρεύματα με τον ίδιο τρόπο. Ποικίλλουν σε έκταση, ένταση και σε συνδυασμό μεταξύ τους. Συχνά κυριαρχούν ορισμένα φαινόμενα, τα οποία προσδίδουν στα ρεύματα μία χαρακτηριστική χειμαρρική μορφή. Γι' αυτό, κάθε χειμαρρικό ρεύμα παρουσιάζει τη δική του αποκλειστική χειμαρρική φυσιογνωμία.

#### 6.2.5 Η μέθοδος προσδιορισμού της λιθο(κοκκο)μετρικής κατανομής του κινητού πυθμένα των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» Ζαγοράς

Σαν πρώτο βήμα για τον προσδιορισμό της λιθοκοκκομετρικής ανάλυσης των παραπάνω χειμαρρικών ρευμάτων αποτελεί η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων, με σκοπό την περεταίρω επεξεργασία και ανάλυσή τους. Ως "απαραίτητα στοιχεία" δεν είναι άλλα από τα παρασυρόμενα εδαφικά τεμαχίδια (φερτά υλικά) που εδρεύουν στον κινητό πυθμένα του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη» και «Αφέντω», στην περιοχή Ζαγοράς Πηλίου. Οι σταθμοί της διαδικασίας της συγκεκριμένης δειγματοληψίας (περίπτωση «Γεραμπίνης»)

αποτελούνται από μια αντιπροσωπευτική θέση (τοποθετώντας στην συγκεκριμένη περιοχή τετραγωνικό πλαίσιο, πλευράς 1 m) ακριβώς στα ανάντη κάθε φράγματος.

Στην περίπτωση του χειμάρρου «Αφέντω» οι σταθμοί της διαδικασίας της δειγματοληψίας αποτελούνται από μια αντιπροσωπευτική θέση (τοποθετώντας στην συγκεκριμένη περιοχή τετραγωνικό πλαίσιο, πλευράς 1 m) ακριβώς στις περιοχές που ισαπέχουν μεταξύ τους και χωρίζουν τον συγκεκριμένο χείμαρρο σε ίσα τμήματα. Ο αριθμός των δειγμάτων ( $\lambda$ ) και στα δύο αυτά χειμαρρικά ρεύματα είναι ο ίδιος (συγκεκριμένα  $\lambda = 16$ ).

Αφού γίνει η συλλογή των παρασυρόμενων εδαφικών τεμαχιδίων (ογκόλιθοι, κροκάλες, χάλικες κλπ) που βρίσκονται μέσα στα παραπάνω πλαίσια, σαν δεύτερο βήμα αποτελεί ο υπολογισμός της μέγιστης ( $d_{\max}$ ) και ελάχιστης ( $d_{\min}$ ) διαμέτρου τους και της κατάταξής τους (σύμφωνα με τις τιμές των διαμέτρων αυτών) στις βαθμίδες μέσης διαμέτρου λίθων. Ύστερα από αυτό υπολογίζεται το πλήθος των λίθων που ανήκουν σε κάθε βαθμίδα μέσης διαμέτρου.

Έχοντας υπόψη την τιμή του όγκου των λίθων ανά βαθμίδα  $\left[ \frac{4}{3} * \pi * \left( \frac{d_{\beta}}{2} \right)^3 \right]$ ,

υπολογίζεται ο συνολικός όγκος ανά βαθμίδα  $\left[ n * \frac{4}{3} * \pi * \left( \frac{d_{\beta}}{2} \right)^3 \right]$

και κατ' επέκταση το άθροισμα του συνολικού όγκου όλων των βαθμίδων

$\left\{ \sum \left[ n * \frac{4}{3} * \pi * \left( \frac{d_{\beta}}{2} \right)^3 \right] \right\}$ . Η τρίτη ρίζα του πηλίκου του αθροίσματος του συνολικού

όγκου όλων των βαθμίδων προς τον αριθμό των κλάσεων ( $a$ ), θα μας δώσει την τιμή της μέσης διαμέτρου ( $d_{\mu}$ ) των υλικών της κοίτης.

Δηλαδή ισχύει 
$$d_{\mu} = \sqrt[3]{\frac{\Sigma(n * \frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3}{a}} \text{ (cm)} \quad (1)$$

,όπου

$d_{\mu}$  = η μέση διάμετρος

$$\frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3 = \text{ο όγκος των λίθων ανά βαθμίδα (όγκος σφαίρας ακτίνας } \frac{d_{\beta}}{2}\text{)}$$

$n$  = ο αριθμός των λίθων

$$\left\{ \Sigma \left[ n * \frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3 \right] \right\} = \text{το άθροισμα του συνολικού όγκου όλων των βαθμίδων}$$

$a$  = ο αριθμός των κλάσεων

Μετά από αυτό υπολογίζεται το εκατοστιαίο ποσοστό του συνολικού όγκου ανά

$$\text{βαθμίδα } \left( n * \frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3 \right) \text{ προς το άθροισμα του συνολικού όγκου όλων των}$$

$$\text{βαθμίδων } \left\{ \Sigma \left[ n * \frac{4}{3} * \pi * \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3 \right] \right\}, \text{ για κάθε βαθμίδα χωριστά (παράβαλε}$$

Παράρτηματα 4 και 5). Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης παριστάνονται σε ένα σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων, στο οποίο σαν τετμημένη αποτελεί η μέση διάμετρος των βαθμίδων των λίθων και σαν τεταγμένη το εκατοστιαίο ποσοστό του

συνολικού όγκου ανά βαθμίδα  $(n \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3)$  προς το άθροισμα του συνολικού

όγκου όλων των βαθμίδων  $\left\{ \sum \left[ n \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{\beta}}{2}\right)^3 \right] \right\}$ . Έτσι δημιουργείται η καμπύλη της

λιθο(κοκκο)κατανομής του μίγματος των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» (Εικόνα 71) και «Αφέντω» (Εικόνα 72) στην περιοχή Ζαγορά Πηλίου, το οποίο αποτελεί μια αθροιστική καμπύλη.

Στην Εικόνα 71, 72 δίνεται η αθροιστική λιθοκοκκομετρική κατανομή των χειμάρρων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» αντίστοιχα, στις οποίες παρουσιάζονται η μέση διάμετρος ( $\bar{d}$ ) του καλυπτήριου στρώματος και η αντιπροσωπευτική ή καθοριστική διάμετρος ( $d_m = 15$  cm και  $d_m = 15,1$  cm αντίστοιχα) των μεταφερομένων υλικών, η οποία διάμετρος μπορεί να εκφράσει τη συμπεριφορά του συνόλου των κόκκων και των λίθων του μίγματος κατά την μετακίνησή τους. Η αντιπροσωπευτική ή καθοριστική διάμετρος ( $d_m$ ) προσδιορίστηκε, με τη βοήθεια του παρακάτω μαθηματικού τύπου (12).

$$d_{\mu \kappa.σ.} \equiv d_{90 \alpha.μ.} \equiv (2,3 \div 3) \cdot d_{m \alpha.μ.} \quad (12)$$

όπου  $\alpha.μ.$  = αρχικό μίγμα και  $\kappa.σ.$  = καλυπτήριο στρώμα

ο οποίος μαθηματικός τύπος εκφράζει τη σχέση μεταξύ της διαμέτρου  $d_{90}$  και της αντιπροσωπευτικής ή καθοριστικής διαμέτρου ( $d_m$ ) του κινητού πυθμένα και η οποία είναι κατά τον Muller ίση με τη χαρακτηριστική διάμετρο ( $d_{50}$ ) των υλικών του καλυπτήριου στρώματος, στην οποία λαμβάνει χώρα μια αδρομεροποίηση της σύνθεσης, λόγω παράσυρσης των λεπτοκοκτοτέρων υλικών από τα χαμηλά και μέσα νερά. Δηλαδή ισχύει:

$$d_{90} \text{ κινητής κοίτης} = (d_{50}) \text{ επιφάνεια κοίτης} \quad (11)$$

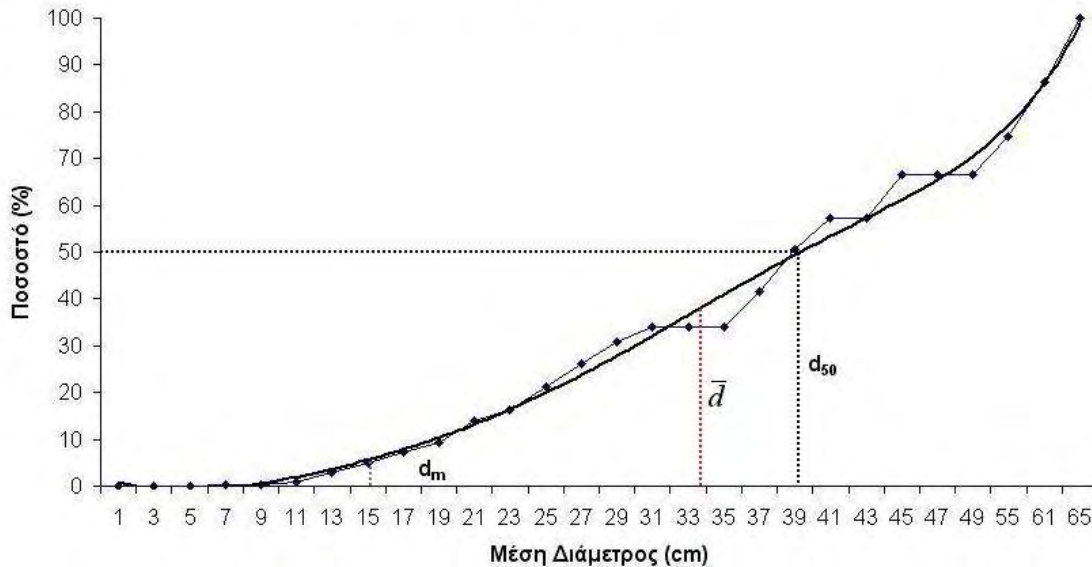
Στην περίπτωση των δύο χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω», η διάμετρος ( $d_{50}$ ) της επιφάνεια κοίτης είναι 39 cm και 39,3 cm αντίστοιχα.



**Εικόνα 71:** Σχεδιάγραμμα της λιθοκοκκομετρικής κατανομής του χειμάρρου «Γεραμπίνη»



**ΚΑΜΠΥΛΗ ΛΙΘΟΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ  
ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ "ΑΦΕΝΤΩ"**



**Εικόνα 72:** Σχεδιάγραμμα της λιθοκοκκομετρικής κατανομής του χειμάρρου «Αφέντω»

6.2.6 Οι μέγιστες υδατοστερεοπαροχές στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη» κατά τη διάρκεια των επεισοδίων βροχής

Ο υπολογισμός των τιμών της μέγιστης στερεοπαροχής, κατά τη διάρκεια των επεισοδίων βροχής, υπολογίστηκε, με τη βοήθεια του τύπου των *Stiny* και *Herheullidze* (Galevski, 1955), εφαρμόζοντας στην πράξη την παρακάτω μαθηματική εξίσωση:

$$G_{\max} = \frac{P_n * m * Q_{\max}}{Y_n * (100 - P_n)} \quad (\text{m}^3/\text{sec}) \quad (27)$$

όπου

$G_{\max}$  = η στερεοπαροχή του χειμαρρικού ρεύματος ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )

$Q_{\max}$  = η υδατοπαροχή του χειμαρρικού ρεύματος ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )

$P_n$  = το επί % βάρος των στερεών υλικών για ορισμένη κλίση. Δίνεται από πίνακες (παράβαλε συνέχεια)

$m$  = ο βαθμός χειμαρρικότητας της λεκάνης απορροής. Δίνεται από πίνακες

(παράβαλε συνέχεια) ]

$Y_n$  = το βάρος ενός κυβικού μέτρου των μεταφερόμενων στερεών υλικών, το οποίο

Ποικίλει ανάλογα με τη φύση των υλικών ( $t/m^3$ )

Η τιμή του παράγοντα  $P_n$  καθορίζεται, με τη βοήθεια του παρακάτω Πίνακα 16.

**Πίνακας 16:** Οι τιμές του παράγοντα  $P_n$ , με βάση την τιμή της κλίσης της λεκάνης απορροής

<i>Κλίση λεκάνης απορροής (%)</i>	<i><math>P_n</math> (%)</i>
5÷15	20
16÷25	25
26÷35	30
36÷45	35

Στην περίπτωση του χειμάρρου «Γεραμπίνη», επειδή η μέση κλίση της λεκάνης απορροής είναι ίση με 33,03%, ο παράγοντας  $P_n$  παίρνει την τιμή 30.

Η τιμή του παράγοντα  $Y_n$  καθορίζεται, με τη βοήθεια της σύστασης των μεταφερόμενων υλικών (άμμος, χάλικες, κροκάλες, ογκόλιθοι κ.λπ.) και τη δομή τους (ασβεστόλιθος, γρανίτης κ.λπ.) και κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 1,5 (άμμος) και 2,6 (κροκάλες γρανιτών).

Με βάση την λιθοκοκκομετρική ανάλυση του χειμάρρου «Γεραμπίνη», ο παράγοντας  $Y_n$ , παίρνει την τιμή 2, αφού η σύσταση των μεταφερόμενων υλικών αποτελείται κυρίως από χάλικες και έχουν δομή από σχιστόλιθο.

Ο βαθμός χειμαρρικότητας  $m$  της λεκάνης απορροής καθορίζεται, με τη βοήθεια του παρακάτω πίνακα, που σχετίζεται με συγκεκριμένες κατηγορίες των λεκανών απορροής.

**Πίνακας 17:** Οι βαθμοί χειμαρρικότητας  $m$ , με βάση τις τιμές που σχετίζεται με συγκεκριμένες κατηγορίες των ορεινών λεκανών απορροής

Κατηγορία λεκάνης απορροής	Χειμαρρικός χαρακτήρας λεκάνης απορροής	Τιμή του $m$		
		Από	Έως	Μέση τιμή
I	Έντονη χειμαρρικότητα	1,0	1,5	1,3
II	Μέση χειμαρρικότητα	0,9	1,1	1,0
III	Μικρή χειμαρρικότητα	0,7	0,9	0,8
IV	Ασήμαντη χειμαρρικότητα	0,5	0,7	0,6

Ο χείμαρρος «Γεραμπίνη», με βάση τα μορφολογικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά του, ανήκει στην κατηγορία II των λεκανών απορροής, αφού στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται λεκάνες χειμαρρικών ρευμάτων, στις οποίες εμφανίζονται πολλές και σημαντικές εστίες παραγωγής στερεών υλικών, σε μικρότερη βέβαια έκταση και ένταση από αυτές που εμφανίζονται στην κατηγορία I των λεκανών απορροής, αλλά σε τέτοιο βαθμό, ώστε η στερεομεταφορά των χειμάρρων να εξακολουθεί να είναι σημαντική και πολλές φορές και καταστροφική. Στην κατηγορία II κατατάσσονται οι λεκάνες απορροής χειμάρρων με ευαποσάθρωτα πετρώματα, όπως είναι ο σχιστόλιθος στην περίπτωση του χειμάρρου της περιοχής έρευνας. Οπότε ο παράγοντας  $m$ , στην περίπτωση του χειμάρρου «Γεραμπίνη» παίρνει την τιμή 1.

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του παραπάνω τύπου της μέγιστης στερεοπαροχής, καθώς επίσης και τα αποτελέσματα της μέγιστης υδατοστερεοπαροχής, κατά τη διάρκεια των επεισοδίων βροχής, στη λεκάνη απορροής του χειμαρρικού ρευμάτος «Γεραμπίνη» δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 18).

**Πίνακας 18:** Οι μέγιστες υδατοστερεοπαροχές στο χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη»

ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	$Q_{\max}$ ( $m^3/sec$ )	$G_{\max}$ ( $m^3/sec$ )	$Q_{\max} + G_{\max}$ ( $m^3/sec$ )
1999	16/3/1999-19/3/1999	3,46	0,88	4,34
1999	7/11/1999-10/11/1999	6,31	1,60	7,91
2001	3/4/1999-4/4/1999	5,13	1,35	6,48
2001	7/12/2001-10/12/2001	3,08	0,78	3,86
2002	11/3/2002-12/3/2002	9,71	2,46	12,17
2002	7/12/2002-10/12/2002	7,78	1,97	9,75
2002	12/12/2002-17/12/2002	4,13	1,06	5,19
2002	24/12/2002-26/12/2002	1,84	0,47	2,31
2003	24/1/2003-27/1/2003	3,64	0,92	4,56
2003	17/2/2003-19/2/2003	4,13	1,05	5,18
2003	24/12/2003-26/12/2003	5,69	1,44	7,13
2004	1/4/2004	5,36	1,36	6,72
2004	10/12/2004-14/12/2004	10,31	2,61	12,92

Από τον συγκεκριμένο παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι οι μέγιστες αναμενόμενες υδατοστερεοπαροχές για το χειμαρρικό ρεύμα της περιοχής έρευνας είναι ιδιαίτερα σημαντικές, λόγω του έντονου χειμαρρικού περιβάλλοντος που διαμορφώνουν τόσο οι φυσικοί (κλίση, δομή και σύσταση του γεωυποθέματος, βλάστηση κ.λπ.) όσο και οι ανθρωπογενείς παράγοντες (αγροτικές δραστηριότητες, κατασκευές έργων υποδομής κ.λπ.).

Σε ότι αφορά τις διαστάσεις των μεταφερομένων υλικών, προκύπτει ότι τα μεταφερόμενα, από τα χειμαρρικό ρεύμα της περιοχής, υλικά έχουν αρκετά σημαντικές διαστάσεις.

Η παραπάνω εξίσωση της μέγιστης στερεοπαροχής, η οποία διατυπώθηκε αρχικά από τον αυστριακό *Stiny* (1931) και συμπληρώθηκε αργότερα από το ρώσο *Herheullidze*, θεωρείται ότι δίνει καλά αποτελέσματα, γι' αυτό και βρίσκει ευρεία εφαρμογή στην υδρονομική πράξη. Παρέχει δε την πραγματική μέγιστη στερεοπαροχή (όχι την στερεομεταφορική ικανότητα) των χειμαρρικών ρευμάτων, την οποία μάλιστα συναρτά

προς την στερεοπαραγωγή των ορεινών λεκανών, σε αντί-ίση με τις υδραυλικές εξισώσεις, οι οποίες δίνουν την στερεομεταφορική ικανότητα των ρευμάτων.

6.2.7 Ο υπολογισμός του μέγιστου δυνατού στερεοφορτίου της λεκάνης απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη» με τη μέθοδο Kronfellner – Kraus

Η μέθοδος *Kronfellner-Kraus* (1975) προσδιορίζει το μέγιστο δυνατό φορτίο φερτών υλικών ή του μέγιστου δυνατού στερεοφορτίου ιδίως των μικρών χειμαρρικών ρευμάτων των ορεινών περιοχών, το οποίο μπορεί να αποτεθεί στον κώνο πρόσχωσης τους, λόγω έντονης στερεομεταφοράς μετά από έκτακτο πλημμυρικό γεγονός. Αυτό αποτελείται κυρίως από αδρομερή υλικά, ο όγκος των οποίων προσεγγίζει σχεδόν το συνολικό φορτίο φερτών υλικών, που παράγεται στην ορεινή λεκάνη απορροής, λόγω της μέγιστης δυνατής υποβάθμισης, κατά τη διάρκεια του συγκεκριμένου έκτακτου γεγονότος. Ένα μέρος όμως από τα παραγόμενα λεπτόκοκκα υλικά (αιωροφορτίο), το οποίο έχει μικρή συμμετοχή στο συνολικό φορτίο υλικών, διοχετεύεται δια του κώνου πρόσχωσης στον μεγαλύτερο αποδέκτη του ρεύματος, γι' αυτό και δεν προσμετράται από την εξίσωση. Συνεπώς, για τον υπολογισμό της πραγματικής υποβάθμισης της λεκάνης απορροής θα πρέπει να παίρνεται υπόψη, εκτός από το στερεοφορτίο και το αιωροφορτίο, όσο μικρό και αν είναι αυτό, καθώς και οι τυχόν ενδιάμεσες αποθέσεις (εάν υπάρχουν) στο χώρο της λεκάνης απορροής.

Το μέγεθος του μέγιστου δυνατού φορτίου φερτών υλών στις ορεινές λεκάνες απορροής, με έκταση έως 80 km<sup>2</sup>, δίνεται από την εξής σχέση:

$$G_{ολ.} = k * j * F \quad (28)$$

οπου

$G_{ολ}$  = το μέγιστο δυνατό συνολικό φορτίο (στερεοαιωροφορτίο, όχι χειμαρρολάβα), που αποτίθεται στον κώνο προσχώσεως, κατά τη διάρκεια ενός έκτακτου πλημμυρικού γεγονότος. Εκφράζεται σε φαινόμενο (όχι συμπαγή) όγκο υλικών ( $m^3$ ). Για να μετατραπεί ο φαινόμενος σε συμπαγή όγκο διαιρείται δια  $1,28 \div 1,32$  (πορώδες φυσικών αποθέσεων:  $0,25 \div 0,32$ ).

$j$  = η μέση κλίση της κοίτης της λεκάνης απορροής του χειμαρρικού ρεύματος. Δίνεται ως ποσοστό % (όχι ως εφαπτόμενη γωνίας).

$F$  = η έκταση της λεκάνης απορροής ( $km^2$ )

$k$  = ο συντελεστής, που εκφράζει τη χειμαρρικότητα του ρεύματος. Οι μικρές ορεινές λεκάνες με έντονο ανάγλυφο και ευπαθές γεωυπόθεμα έχουν υψηλές τιμές ( $k=1500$ ), ενώ οι μεγαλύτερες, δασωμένες λεκάνες έχουν μικρές τιμές ( $k = 500$ ).

Γενικά η τιμή του  $k$  υπολογίζεται για ρεύματα με έντονο χειμαρρικό περιβάλλον από την παρακάτω μαθηματική εξίσωση:

$$k = \frac{1150}{0,014 * F} \quad (29)$$

όπου

$e$  = η βάση των νεπέρειων λογαρίθμων με τιμή ίση με 2,178

Έτσι στην περίπτωση του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη», όπου  $F = 1,49 km^2$ , η ο συντελεστής  $k$  παίρνει την τιμή 1131,4 ( $k = 1150 / 1,0164 = 1131,4$ ). Με βάση τη συγκεκριμένη τιμή του συντελεστή  $k$ , το μέγιστο δυνατό συνολικό φορτίο που αποτίθεται στον κώνο προσχώσεως, κατά τη διάρκεια ενός έκτακτου πλημμυρικού γεγονότος στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη» είναι ίσο με  $55681,512 m^3$  ( $G_{ολ} = 1131,4 * 33,03 * 1,49 = 55681,512 m^3$ ).

### 6.2.8 Το ιστορικό του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη»

Η μελέτη για την διευθέτηση του χειμάρρου «Γεραμπίνη» της κοινότητας Ζαγοράς Πηλίου συντάχθηκε (Ράπτης, 1987) σε εκτέλεση υπό των αριθμών 74099/10-3-1987 και 2652/11-5-1987 διαταγών του Υπουργείου Γεωργίας και της επιθεώρησης Δασών κεντρικής Ελλάδας αντίστοιχα. Η μελέτη αυτή είχε σαν σκοπό στην κατά χώρο και χρόνο ρύθμιση της κίνησης των ορεινών υδάτων του χειμάρρου με την κατασκευή των απαραίτητων δασοτεχνικών έργων.

Η αναγκαιότητα της σύνταξης της παραπάνω μελέτης, αλλά και των άλλων μελετών των χειμαρρικών ρευμάτων που διαυλακώνουν τη Ζαγορά, προκλήθηκε από τις ραγδαίες βροχοπτώσεις που πραγματοποιήθηκαν στη περιοχή αυτή στις 4 και 5 Νοεμβρίου του έτους 1986 (4-5/11/1986). Το γεγονός αυτό είχε σαν συνέπεια οι κάτοικοι της όμορφης αυτής κοινότητας του ανατολικού Πηλίου να υποστούν σοβαρότατες ζημιές τόσο στον οικιστικό χώρο, όσο και στις παρακείμενες δενδροκομικές καλλιέργειες των χειμάρρων ρευμάτων.

Έτσι η εμφάνιση των έντονων χειμαρρικών φαινομένων στη περιοχή καθιστούσε επιτακτική τη σύνταξη των μελετών αυτών, αλλά και την χρηματοδότηση από μέρους της πολιτείας των προβλεπόμενων έργων και την άμεση έναρξη των εργασιών.

### 6.2.9 Το εφαρμόσιμο σύστημα διευθέτησης στο χείμαρρο «Γεραμπίνη»

Για τον προσδιορισμό του εφαρμόσιμου συστήματος διευθέτησης στο χείμαρρο «Γεραμπίνη», συγκεντρώθηκαν όλες οι μελέτες που καταρτίστηκαν, με σκοπό τη διευθέτηση και την αποτροπή των χειμαρρικών φαινομένων της περιοχής. Μετά από μελέτη των ειδών των έργων που εκτελέστηκαν, τον τρόπο δράσης τους και τα υλικά

δόμησής τους, έγινε αντιληπτό πως στον χειμάρρο της περιοχής έρευνας εφαρμόστηκε το Γαλλικό δασοτεχνικό σύστημα διευθέτησης.

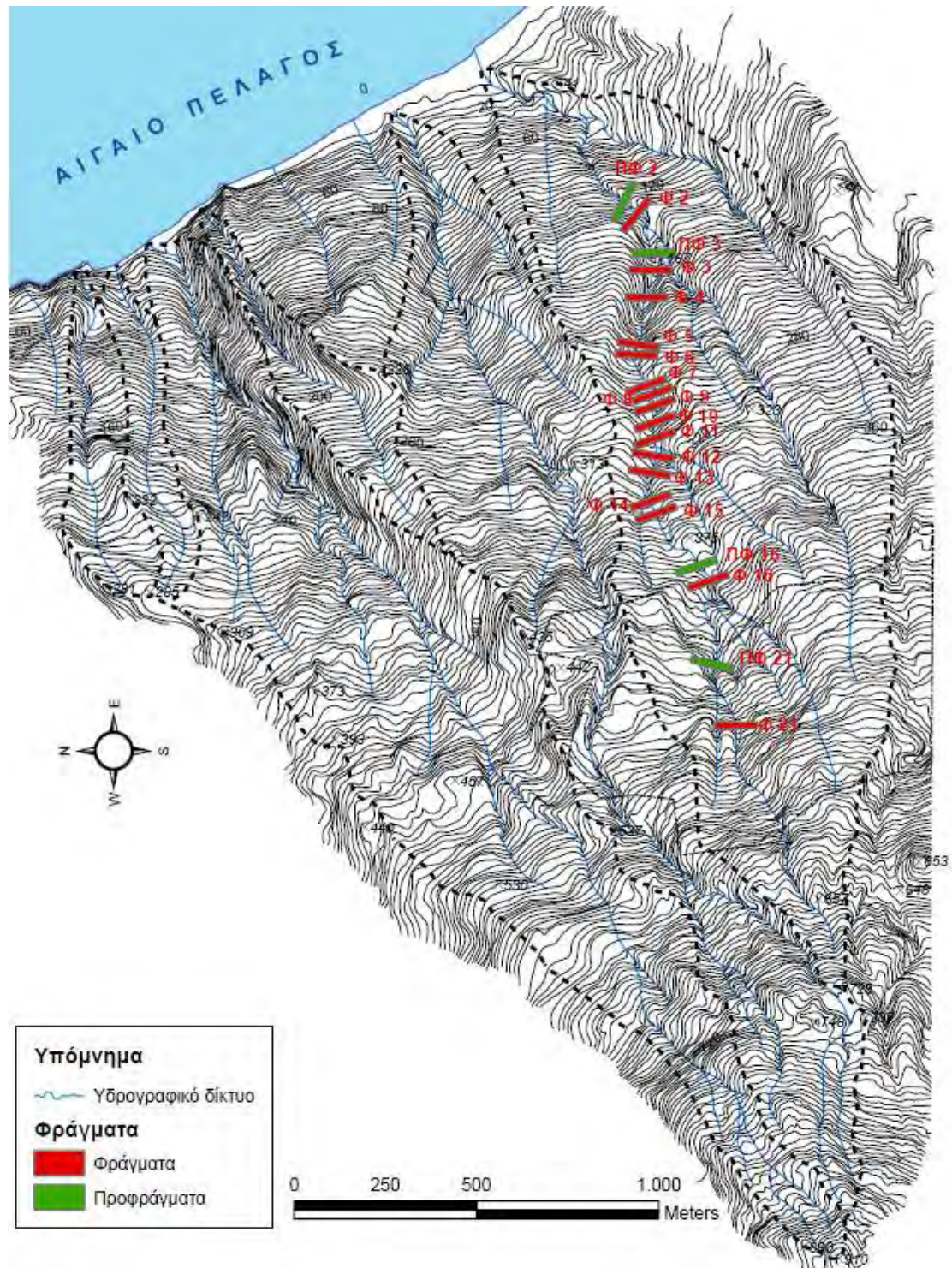
#### 6.2.10 Οι εργασίες και τα έργα που εκτελέστηκαν στην περιοχή έρευνας

Στο χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη» η δασική υπηρεσία δημιούργησε φράγματα, για την διευθέτηση του Χειμάρρου «Γεραμπίνη» της κοινότητας Ζαγοράς. Τα φράγματα αυτά μετρήθηκαν στο ύπαιθρο και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν πάνω στην μηκοτομή. Στην κεντρική κοίτη του χειμάρρου «Γεραμπίνη» κατασκευάστηκαν την χρονική περίοδο από το έτος 1958 έως το 1960 τέσσερα εγκάρσια φράγματα στερέωσης της κοίτης, αμέσως κατόπιν της κεντρικής γέφυρας και άλλα τρία παρόμοια έργα το έτος 1971. Συνολικά στην κεντρική κοίτη κατασκευάστηκαν επτά εγκάρσια φράγματα βάρους. Επίσης στον συμβάλλοντα του χειμάρρου «Γεραμπίνη» που φέρει το τοπωνύμιο «Παπαδόπουλος» κατασκευάστηκαν άλλα τρία μικρά εγκάρσια φράγματα βάρους. Τα έργα αυτά έγιναν βάσει των εγκεκριμένων ετήσιων προγραμμάτων και μιας τεχνικής μελέτης δασοτεχνικής μελέτης τμήματος μόνο του χειμάρρου «Γεραμπίνη» και συγκεκριμένα αυτού του τμήματος που βρίσκεται κατόπιν του κεντρικού δρόμου Ζαγοράς και μέσα στον οικιστικό χώρο της κοινότητας. Σύμφωνα με την τότε μελέτη στόχος και επιδίωξη είναι να κατασκευαστούν είκοσι ένα εγκάρσια φράγματα και πέντε προφράγματα, όπως και έγιναν.

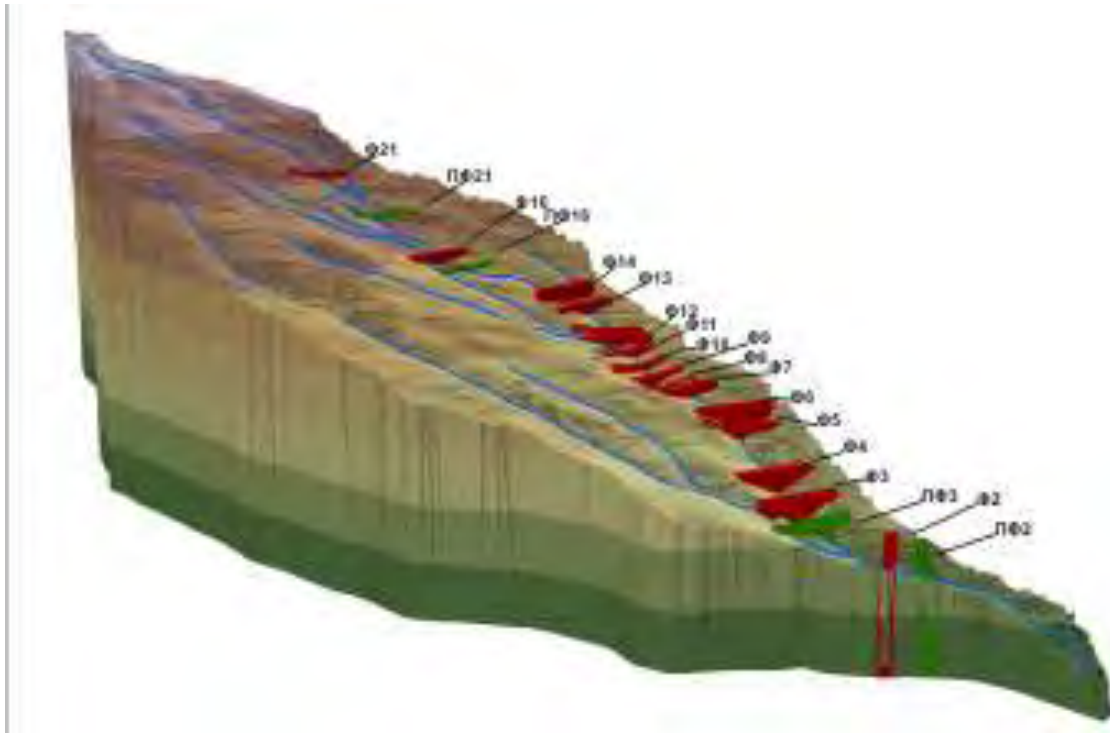
Τα πέντε προφράγματα θα επρόκειτο να δημιουργηθούν στα κατόπιν των φραγμάτων Νο 1,2,3,16 και 21. Σκοπός των προφραγμάτων είναι η αποτροπή της επέκτασης της υποσκαφής προς τα κατόπιν της κοίτης στη θέση ίδρυσης του φράγματος και να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος που διατρέχει το φράγμα από αναποδιστική χαραδρωτική διάβρωση. Από τα παραπάνω φράγματα, τα δεκατέσσερα αποτελούν κατασκευές



στερέωσης της κοίτης και τα άλλα επτά αποτελούν φράγματα σειράς BRETTON. Όπως έχει ειπωθεί και παραπάνω, η μελέτη για την υλοποίηση της διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη» εκπονήθηκε το έτος 1987.



**Εικόνα 73:** Τα φράγματα και προφράγματα του χειμάρρου «Γεραμπίνη» (Σαπουντζής και συν., 2006)



**Εικόνα 74:** Τρισδιάστατη απεικόνιση των φραγμάτων και προφραγμάτων του χειμάρρου «Γεραμπίνη» (Σαπουντζής και συν., 2006)

#### 6.2.11 Το τεχνικό μέρος των έργων

Κατά την εκτέλεση των ορεινών υδρονομικών έργων ή έργων διευθέτησης τηρείται κατά κανόνα μια συγκεκριμένη σειρά κατά την οποία κατασκευάζονται.

Στην αρχή πραγματοποιείται η εκτέλεση διάφορων βοηθητικών εργασιών (π.χ αποτερματισμός και οριοθέτηση, δρόμοι, γέφυρες, προστατευτικοί φράκτες, κτίσματα), η οποία διευκολύνει την ίδρυση των υδρονομικών έργων. Στη συνέχεια εκτελούνται τα έργα με τα οποία επιδιώκεται η μείωση της παραγωγής φερτών υλικών και της παροχής του χειμαρρικού ρεύματος. Από τα υπό κατασκευή αυτά έργα προηγούνται όσα είναι ανάγκη να κατασκευαστούν στις υψηλότερες περιοχές και ύστερα κατασκευάζονται τα υπόλοιπα προς τα κατόντη. Στην κατηγορία αυτή των έργων, στην πρωταρχική θέση βρίσκονται τα φράγματα, τα οποία κατασκευάζονται

στις κοίτες εκκένωσης, στις κύριες κοίτες καθώς και στις κοίτες των δευτερευουσών χαραδρών. Επίσης οι δεξαμενές αποθήκευσης και ρύθμισης της απορροής των ορεινών υδάτων είναι από τα πρώτα έργα που κατασκευάζονται.

Αργότερα δημιουργούνται έργα αποτροπής των εκτατικών χειμαρρικών φαινομένων στη λεκάνη απορροής (φυτοκομικά έργα, κλαδοπλέγματα, κλαδοστρώματα, τοίχοι αντιστήριξης κ.λπ.). Τέτοιου είδους έργα κατασκευάζονται από τις υψηλότερες περιοχές και οδεύει η κατασκευή τους προς τα κατόντη. Τέλος τα έργα ταμίευσης των χειμαρρικών υδάτων με σκοπό την γενική χρήση (φράγματα ταμίευσης) ιδρύονται ύστερα από την κατασκευή των έργων που αποσκοπούν στον έλεγχο ή την αποτροπή της μεταφοράς υλικών.

Ως προς το τεχνικό μέρος των προτεινόμενων έργων της μελέτης ακολουθήθηκε από τον μελετητή (Ράπτης, 1987) ένα ολοκληρωμένο σχέδιο επέμβασης, αρχής γενομένης από τον απαραίτητο εγκιβωτισμό ορισμένου τμήματος της κοίτης του χειμάρρου «Γεραμπίνη» και την εγκατάσταση του απαραίτητου προστατευτικού τοίχους σε αναγκαίες θέσεις.

Οι ειδικές όμως εδαφικές συνθήκες που επικρατούν στον χειμάρρο «Γεραμπίνη», από άποψη μεγάλων κλίσεων της κοίτης και των πρανών, επέβαλαν στον μελετητή, με σκοπό την επίτευξη ιδανικής και επιτρεπτής κλίσης αντιστάθμισης στη κοίτη, να προτείνει μια πλήρη σειρά φραγμάτων BRETTON με ανεκτά όρια κλίσεων αντιστάθμισης που κυμαίνονται από 3% έως 8%.

Στο κατασκευαστικό στάδιο τηρήθηκε η αρχή, κατά την οποία η γωνία που σχηματίζουν οι πόδες των φραγμάτων της σειράς BRETTON να είναι μικρότερη από τη γωνία τριβής του υλικού των προσχώσεών τους.

Η γεωκινητικότητα όμως ενός τμήματος του χειμάρρου «Γεραμπίνη» δεν επέτρεψε στον μελετητή να προτείνει τα απαραίτητα τεχνικά έργα στο χώρο εκείνο. Αυτό συνέβη αργότερα, μετά από την ηρεμία των ενεργών ολισθήσιμων τμημάτων του χειμάρρου από το δασαρχείο Βόλου, συντάσσοντας μία απλή ειδική μελέτη συμπληρωματικών τεχνικών έργων.

Επειδή όμως, ήταν σοβαρό το ενδεχόμενο να προκύψουν προβλήματα επιλογικών στραγγίσεων του χώρου, λόγω των αγροτοδενδροκομικών καλλιεργειών που υπάρχουν στη γύρω περιοχή, για αυτό συνδυάστηκε η μελέτη και με την από μέρους των όμορων ενδιαφερόμενων κατοίκων διευθέτηση του προβλήματος, οι οποίοι εξάρτησαν το σύστημα άρδευσης των αγροτοδενδροκομικών καλλιεργειών τους με το σύστημα αυτών των τάφρων δημιουργώντας μόνιμους τάφρους αποχέτευσης και μεταφοράς του ύδατος στις αγροτοδενδροκομικές καλλιέργειες τους.

Για τη διευθέτηση του χειμάρρου «Γεραμπίνη» εργάστηκαν δεκάδες έμπειροι τεχνίτες, όπου η πλειοψηφία αυτών κατάγεται από την ομώνυμη κοινότητα (Ζαγορά) ή από κοντινές περιοχές.

Σύμφωνα με τη μελέτη στόχος και επιδίωξη είναι να κατασκευαστούν είκοσι ένα (21) εγκάρσια φράγματα και πέντε προφράγματα. Τα πέντε προφράγματα θα επρόκειτο να δημιουργηθούν στα κατάντη των φραγμάτων Νο 1,2,3,16 και 21. Σκοπός των προφραγμάτων είναι η αποτροπή της επέκτασης της υποσκαφής προς τα κατάντη της κοίτης στη θέση ίδρυσης του φράγματος και να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος που διατρέχει το φράγμα από αναποδιστική χαραδρωτική διάβρωση. Από τα παραπάνω φράγματα, τα δεκατέσσερα αποτελούν κατασκευές στερέωσης της κοίτης και τα άλλα επτά αποτελούν φράγματα σειράς BRETTON.

Το μεγαλύτερο φράγμα σε ύψος είναι το φράγμα Νο 3 και Νο 12, σειράς BRETTON, με  $H_{\phi\rho} = 8 \text{ m}$  και  $H_d = 2 \text{ m}$ . Το μικρότερο φράγμα είναι το φράγμα στερέωσης της κοίτης Νο 14 και Νο 26 με  $H_{\phi\rho} = 1,5 \text{ m}$  και  $H_d = 2 \text{ m}$ . Το ύψος των προφραγμάτων κυμαίνεται από 1,5 m έως 2 m ενώ το μικρότερο  $H_d$  το έχει πρόφραγμα του φράγματος Νο 3.

Συνολικά, σύμφωνα με τη μελέτη πρέπει να πραγματοποιηθούν τριάντα πέντε (35) έργα. Τα τριάντα τέσσερα αποτελούν τεχνικά έργα όπως εγκιβωτισμός της κοίτης του χειμάρρου σε διάφορες θέσεις όπου είναι απαραίτητο, κατασκευή προστατευτικών τοιχίων σε διάφορες κρίσιμες θέσεις του χειμάρρου, απομάκρυνση των φερτών υλικών από τον κώνο αποθέσεως του χειμάρρου, κατασκευή πλακοσκεπούς οχετού άνευ επιχώσεως και κλάσεως ανάντη του φράγματος Νο 20 και κατασκευή των απαραίτητων δρόμων προσπέλασης για την κατασκευή των φραγμάτων. Ακόμη, πρέπει να υλοποιηθούν και φυτοκομικά έργα στα οποία ανήκουν η κατασκευή οπών διαλοστού και η φύτευση μοσχευμάτων σπάρτου και ακακίας σε θέσεις που θεωρείται απαραίτητο.

Οι εργασίες που είναι χρήσιμες και απαραίτητες να πραγματοποιηθούν για την εκπλήρωση του στόχου της διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη» είναι οι εξής: οι εκσκαφές και η τοποθέτηση σκυροδέματος B120, B160 και B225, ξυλότυπων, τσιμεντένιων σωλήνων  $\Phi 30$ ,  $\Phi 40$ ,  $\Phi 60$ ,  $\Phi 80$ , πλαστικών σωλήνων  $\Phi 20$  και σιδηρού οπλισμού STAL-1 σε διάφορες κατασκευές όπως είναι τα φράγματα και τα προφράγματα. Επίσης άλλες εργασίες αποτελούν η εκσκαφή δανειοθαλάμων για την κατασκευή επιχωμάτων, η καθαρή μεταφορά διάφορων υλικών, η κατασκευή επιχώματος, η κατασκευή έργων για την άρση των καταπτώσεων, η ισοπέδωση του καταστρώματος, η επένδυση επιφανειών με πλάκες πηλίου ακανόνιστης μορφής, η



κατασκευή κιγκλιδωμάτων στις γέφυρες και η κατασκευή οπών και η φύτευση μοσχευμάτων σπάρτου και ακακίας (φυτά με λίγες απαιτήσεις και αρκετά ανθεκτικά απέναντι σε εξωτερικούς παράγοντες).

Το έργο με τις περισσότερες εργασίες (σύνολο 12) είναι τα έργα Νο 1,8,10,11,12,19,21,22,29 από τα οποία ένα αφορά τον εγκιβωτισμό της κοίτης του χειμάρρου, άλλα δύο (2) αφορούν φράγματα στερέωσης της κοίτης και τα υπόλοιπα έξι (6) αφορούν φράγματα σειράς BRETTON.

Τέλος, είναι σκόπιμο να αναφερθεί πως παρόλο που η μελέτη συντάχθηκε το έτος 1987, η τελική διευθέτηση του χειμάρρου δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμη.

#### 6.2.12 Τα φράγματα

Τα τεχνικά ή δομικά υδρονομικά έργα, τα οποία χρησιμοποιούνται στις διευθετήσεις χειμαρρικών ρευμάτων είναι τα φράγματα, οι παράλληλοι τοίχοι (γήγερτα), τα αναχώματα, οι λιθεπενδύσεις, οι πρόβολοι, οι δεξαμενές απόθεσης υλικών, οι ρυθμιστικές δεξαμενές, οι λιθορριπές, οι διαμορφώσεις των κοιτών, οι αγωγοί μεταφοράς ύδατος, οι υδρομαστεύσεις, οι δεξαμενές ύδατος κλπ.

Κατά τη διευθέτηση του χειμάρρου «Γεραμπίνη» αποφασίστηκε να κατασκευαστούν κυρίως είκοσι ένα φράγματα και πέντε προφράγματα. Άραγε τι είναι τα προφράγματα και τα φράγματα;

Για να αποτραπεί η επέκταση της υποσκαφής προς τα κατάντη της κοίτης, ιδίως σε ρεύματα με μεγάλη κλίση του πυθμένα τους, οπότε προκαλείται πρόσθετη διαβάθυνσή της στη θέση ίδρυσης του φράγματος ή όπου το φράγμα κινδυνεύει από αναποδιστική χαραδρωτική διάβρωση, συνίσταται ως προστατευτικό μέσο η ίδρυση μιας κατασκευής που ονομάζεται πρόφραγμα (Κωτούλας, 2001). Στην πράξη η απόσταση του

προφράγματος από το φράγμα είναι δύο με τρεις φορές μεγαλύτερη (συνήθως 2,5 φορές) του ύψους του φράγματος.

Η στέψη του προφράγματος τοποθετείται από υψομετρικής άποψης ως εξής:

- Σε σχεδόν οριζόντιες κοίτες: στο ύψος του πυθμένα
- Σε κοίτες με σημαντική κλίση: στο ύψος του πόδα του φράγματος, το οποίο προστατεύουν.

Τα φράγματα είναι κτίσματα τα οποία θεμελιώνονται κάθετα προς τη διεύθυνση ροής των ρευμάτων και επιδιώκουν διάφορους σκοπούς σχετικούς με τη ρύθμιση της ροής του χειμαρρικού ύδατος και τον έλεγχο των υλικών που αυτά μεταφέρουν (Κωτούλας, 2001).

#### 6.2.12.1 Σκοποί, μέρη και διάκριση των φραγμάτων

Οι κύριοι υδρονομικοί σκοποί που επιδιώκονται με την ίδρυση φραγμάτων κατά τις διευθετήσεις χειμαρρικών ρευμάτων, είναι οι εξής:

- ✚ Η στερέωση της κοίτης (**φράγματα στερέωσης**)
- ✚ Η συγκράτηση των στερεών υλικών (**φράγματα συγκράτησης**)
- ✚ Η δημιουργία τεχνητών δεξαμενών ταμίευσης νερού (**φράγματα ταμίευσης**)
- ✚ Η ρύθμιση της υδατοπαροχής (**φράγματα ελέγχου πλημμυρικών αιχμών**)
- ✚ Η αποτροπή των γεωλισθήσεων (**αντιγεωλισθητικά φράγματα**)

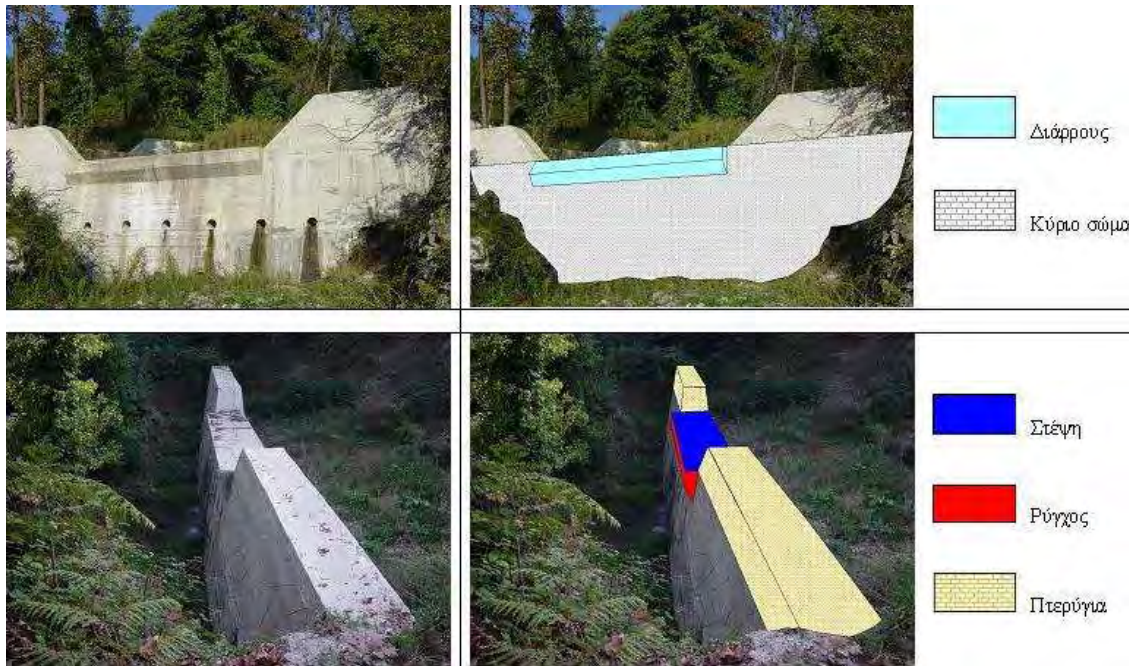
- ✚ Ο έλεγχος της στερεομεταφοράς (**φράγματα διαλογής, φράγματα εκκένωσης**)
- ✚ Ο έλεγχος της λαβαμεταφοράς  
(**λαβαθραυστήρες, λαβαμετασχηματιστές**)
- ✚ Η θραύση της υδραυλικής ενέργειας του νερού (**τραχείες ράμπες**)
- ✚ Ο συνδυασμός των παραπάνω σκοπών
- ✚ Διάφοροι άλλοι σκοποί, όπως ιχθυοκομία, αναψυχή, τουρισμός κλπ.

Σε κάθε φράγμα διακρίνονται τα εξής κύρια τμήματα ή μέρη (Εικόνα 75):

- **Η στέψη:** αποτελεί το ανώτατο τμήμα του φράγματος, υπεράνω του οποίου ρέουν τα χειμαρρικά ύδατα και μεταφέρονται τα στερεά υλικά. Κατασκευάζεται με αυξημένη αντοχή.
- **Ο διάρρους:** αποτελεί το σκαφοειδές τμήμα της στέψης, δια του οποίου διέρχονται τα χειμαρρικά νερά.
- **Τα θεμέλια:** πρόκειται για το τμήμα του φράγματος, το οποίο αρχίζει από τον πυθμένα και τα πρηνή της κοίτης και εισχωρεί μέσα στο έδαφος. Διακρίνονται σε θεμέλια πρηνών και θεμέλια κοίτης.
- **Τα πτερύγια ή πτέρυγες:** είναι τα εκατέρωθεν τμήματα στη στέψη του φράγματος, με τα οποία διαμορφώνεται ο διάρρους και προστατεύονται τα πρηνή της κοίτης από υποσκαφή.
- **Ο κορμός ή το κύριο σώμα** του φράγματος: πρόκειται για το τμήμα του φράγματος μεταξύ της στέψης και των θεμελίων.



- **Το ρύγχος ή ο γείσος:** είναι η προεξοχή της στέψης του διάρρου προς τα κατάντη, με την οποία απομακρύνεται ο υδάτινος κορμός και τα υλικά που αυτός μεταφέρει.

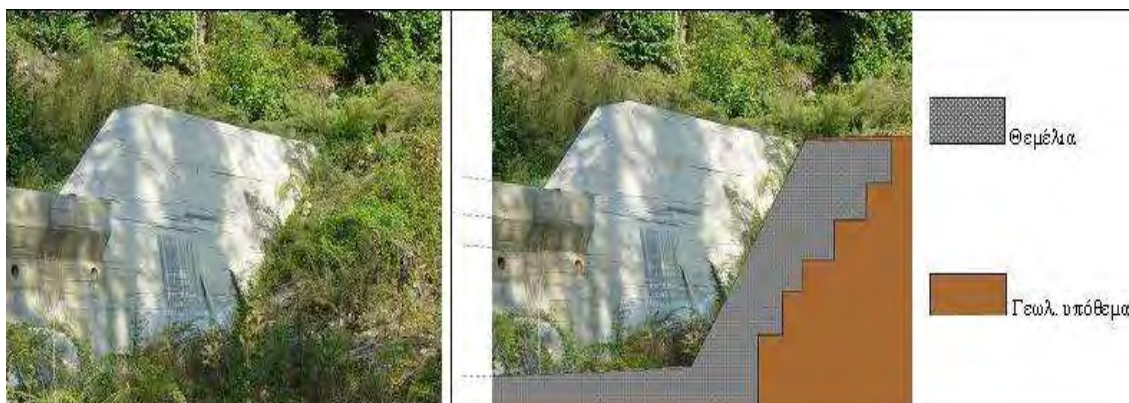


**Εικόνα 75:** Τα κύρια τμήματα ή μέρη ενός από τα φράγματα του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

Σε μια διατομή ενός φράγματος μπορούμε να διακρίνουμε το **κάταντες** και το **άναντες** μέτωπο, ανάλογα σε ποιο τμήμα (ανάντη ή κατάντη) της κοίτης ανήκουν (Εικόνα 76), τη **στέψη**, τα **θεμέλια** (Εικόνα 77) και τα **πτερύγια**.



**Εικόνα 76:** Το ανάντη και κατάντη τμήμα ενός από τα φράγματα (φράγμα N<sub>8</sub>) του χειμάρρου «Γεραμπίνη»



**Εικόνα 77:** Τα θεμέλια ενός από τα φράγματα του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

Υπάρχουν επίσης και τα εξής βοηθητικά μέρη ή εξαρτήματα σε ένα φράγμα:

- **Το πρόφραγμα**
- **Η κοιτόστρωση** μεταξύ του φράγματος και του προφράγματος
- **Οι πλευρικοί τοίχοι στήριξης** στα κατάντη και ανάντη του φράγματος

Με βάση το είδος των υλικών κατασκευής τα φράγματα μπορούν να διακριθούν στις εξής κατηγορίες:

- **Λίθινα με κονίαμα** (λιθόδηματα) ή χωρίς κονίαμα (ξηρολίθινα)
- **Σκυροδεμάτινα** (οπλισμένα ή μη)
- **Από σκληρό επίχωμα**
- **Γεώδη** (χωμάτινα, λιθόριπτα)
- **Ξύλινα**
- **Μεταλλικά**
- **Από κλαδοπλέγματα ή φακελώματα και άλλα ανάλογα υλικά**
- **Από προκατασκευασμένα υλικά**
- **Μικτά** (από περισσότερα υλικά)

Από στατική άποψη, δηλαδή ανάλογα με τον τρόπο που παραλαμβάνουν και εξουδετερώνουν τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτά (στατική συμπεριφορά), τα φράγματα διακρίνονται σε:

- **Φράγματα βάρους**, τα οποία εξουδετερώνουν τις δυνάμεις που δέχονται με το ίδιο το βάρος της κατασκευής τους



- **Φράγματα μεταφοράς δυνάμεων**, τα οποία μεταβιβάζουν μερικά ή ολικά τις ασκούμενες δυνάμεις στα πρηνή (φράγματα δοκοί, καμπύλα φράγματα)
- **Μικτά φράγματα** βάρους και μεταφοράς δυνάμεων

### 6.2.13 Η χρονική ανάλυση του έργου

Όπως έχει ειπωθεί και παραπάνω, η μελέτη για την υλοποίηση της διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη» εκπονήθηκε το έτος 1987. Από τότε μέχρι και σήμερα πραγματοποιήθηκαν τα εξής:

Το έτος 1989 κατασκευάστηκαν το φράγμα Νο 21. Το έτος 1992 πραγματοποιήθηκε ο εγκιβωτισμός της κοίτης στα ανάντη του φράγματος Νο 21. Την τελευταία εξαετία κατασκευάστηκαν, με βάση τη χρονική σειρά, τα φράγματα Νο 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 10, 11, 12, 13, 2, 3, 4 και 16, καθώς και τα προφράγματα Νο 2, 3 και 16. Ευνόητο είναι το γεγονός της μη κατασκευής των φραγμάτων με τη σειρά που ακολουθούν, ανάλογα με το νούμερό τους, αφού η προτεραιότητα της κατασκευής τους στην πράξη γίνεται με γνώμονα τον μεγαλύτερο βαθμό χρησιμότητας και ανάγκης, οπότε και επικρατεί αυτού του είδους η προτεραιότητα στην κατασκευή τους. Τα υπόλοιπα έργα που είναι απαραίτητα για την διευθέτηση του χειμάρρου «Γεραμπίνη», όπως τοίχοι αντιστήριξης, οχετοί, κατάλληλους εγκιβωτισμούς, φυτοκομικά έργα κ.α, δεν έχουν ολοκληρωθεί. Αυτό σημαίνει ότι από τα τριάντα πέντε συνολικά έργα, έχουν κατασκευαστεί μόνο τα είκοσι, ενώ τα υπόλοιπα δέκα πέντε έργα δεν έχουν εκτελεστεί μέχρι σήμερα. Το γεγονός αυτό σαφέστατα μαρτυρά τον αργό τρόπο με τον οποίο ολοκληρώνονται τα δασοτεχνικά έργα στην Ελλάδα, λόγω οικονομικής δυσχέρειας αλλά και νοοτροπίας. Βέβαια είναι σημαντικό να ειπωθεί ότι τα τελευταία εννέα χρόνια (από το έτος 1998 έως το έτος 2006) παρατηρείται μια έντονη δραστηριότητα στο χείμαρρο «Γεραμπίνη»

που αποδεικνύεται με την ολοκλήρωση έντεκα έργων. Δηλαδή από τα είκοσι έργα που πραγματοποιήθηκαν από το έτος 1987 μέχρι και σήμερα, τα έντεκα από αυτά έγιναν τα τελευταία εννέα χρόνια. Το γεγονός αυτό αποδίδεται σε μεγάλο βαθμό στη χρηματοδότηση τέτοιου είδους έργων από την Ευρωπαϊκή ένωση και στην περιβαλλοντική πολιτική που ακολουθεί και που είναι υποχρεωμένη και η χώρα μας να ακολουθήσει.

Το συνολικό έργο της διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη» χρηματοδοτείται σε μεγάλο ποσοστό από την Ευρωπαϊκή ένωση. Συνεπώς δεν υπάρχει σημαντικό πρόβλημα σε ότι αφορά την εύρεση οικονομικών πόρων για την υλοποίηση του συγκεκριμένου έργου. Σήμερα οι εργασίες που πραγματοποιούνται κατά μήκος του χειμάρρου «Γεραμπίνη» έχουν αυξηθεί γεωμετρικά σε σύγκριση με παλαιούς χρόνους και τηρούν με σχετική ακρίβεια το χρονοδιάγραμμα που έχει σχεδιαστεί. Πεποίθηση και ευχή όλων είναι ότι το συνολικό έργο θα έχει ολοκληρωθεί μέσα στα χρονικά όρια που έχουν τεθεί. Γεγονός πολύ παρήγορο για τους κατοίκους της κοινότητας Ζαγοράς που ευελπιστούν την γρήγορη ολοκλήρωση του έργου της διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη».

#### 6.2.14 Οι θέσεις και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φραγμάτων και προφραγμάτων

Ως **κατάλληλες θέσεις** για την ίδρυση των φραγμάτων εκλέγονται κατά κανόνα βραχώδεις διατομές της κοίτης. Όπου δεν υπάρχουν τέτοιες διατομές, τα φράγματα μπορούν να κατασκευάζονται σε οποιαδήποτε θέση της κοίτης, αφού βέβαια παρθούν όλα τα αναγκαία μέτρα για την εξασφάλιση τους (Κωτούλας, 2001).

Η τοποθέτηση του άξονα του φράγματος γίνεται πάντοτε κάθετα προς τον άξονα της κοίτης, εφόσον αυτή είναι ευθύγραμμη. Εάν όμως ο άξονας της κοίτης είναι καμπύλος,

τότε η τοποθέτηση του φράγματος γίνεται κάθετα προς την επιθυμητή πορεία ροής του νερού στα κατάντη της θέσης ίδρυσής του.

**Πίνακας 19:** Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φραγμάτων και προφραγμάτων

Αριθμός Φράγματος - Προφρ/τος	Θέση Φράγματος- Προφρ/τος	Σημείο Φράγματος/ Προφράγματος					Σημείο Σκόπευσης		Σημείο Ετόχου
		H <sub>φράγμ.</sub>	S <sub>φράγμ.</sub>	h <sub>απόρροης</sub>	L <sub>Δαύρου</sub>	X <sub>σκόπευση</sub>	Κλίση	Μαγνητικός Βορράς	L <sub>ε</sub>
		m	m	m	m	m	%		m
ΠΦ2	0+774	1,59	0	0	7,3	7,0	8,0	262	12,6
Φ2	0+782	2,7	0	0,8	10,02	12,6	-1,0	270	6,4
ΠΦ3	0+936	3,0	2,2	0	9,0	8,5	5,0	312	14,0
Φ3	0+950	8,0	3,15	0	10,0	10,0	6,0	308	15,0
Φ4	0+980	6,0	2,85	0	10,0	10,0	6,0	304	17,0
Φ5	1+146	4,75	0	0,25	9,0	10,5	4,0	337	16,2
Φ6	1+166	6,5	0	1,5	9,07	12,0	4,0	289	11,4
Φ7	1+288	8,0	0	0	9,0	11,25	5,0	247	15,8
Φ8	1+307	1,0	-1,5	0	8,7	6,65	38,0	227	8,9
Φ9	1+331	3,9	-0,45	0	9	11,2	30,0	235	5,2
Φ10	1+363	1,1	0	0	4,7	10,3	6,0	236	7,3
Φ11	1+382	2,85	0	0	11,5	7,1	12,0	226	9,75
Φ12	1+420	4,2	-0,2	0	8,2	11,0	12,5	237	4,7
Φ13	1+451	1,05	-0,05	0	9,4	11,2	3,0	264	18,9
Φ14	1+496	4,8	2,6	0,2	9,2	10,0	14,0	295	9,1
Φ15	1+516	5,5	1,5	1,5	9,5	10,0	-5,0	300	10,2
ΠΦ16	Κατάντη του Φ16	2,0	0	0	11,3	5,0	-1,0	270	14,3
Φ16	1+951	5,0	1,3	0	11,2	11,0	5,0	267	8,7

6.2.15 Η αποτελεσματικότητα-αποδοτικότητα της λειτουργίας των εκτελεσθέντων έργων διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη»

Τα έργα διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη» αποτέλεσαν την βάση για την περαιτέρω κοινωνική ανάπτυξη και ευημερία της περιοχής.

Ανεπιφύλακτα η κοινωνική και οικονομική προσφορά των έργων ήταν πολύ μεγάλη, γιατί τα έργα αυτά συνέδραμαν στο να προστατευτεί και να θωρακιστεί η οικιστική περιοχή της κοινότητας Ζαγοράς όπως σπίτια, σχολεία, δημόσια κτήρια, αποθήκες αγροτικών προϊόντων και λοιπά κινητά και ακίνητα περιουσιακά στοιχεία των

κατοίκων και να παρέχουν ασφάλεια σε έργα υποδομής όπως δρόμοι, γέφυρες, αρδευτικά και υδρευτικά δίκτυα, έργα της Δ.Ε.Η και του Ο.Τ.Ε, λιμενικά έργα κτλ.

Τέλος η αναστολή της χειμαρρικότητας από το πνεύμα της κοινωνικής πράξης και αντίληψης, έναντι των κινδύνων της ζωής των κατοίκων της περιοχής και των περιουσιών τους, καλλιέργησε το αίσθημα της ασφάλειας, γεγονός σημαντικό για την επίτευξη της ανάπτυξης και ευημερίας και διέλυσε κάθε κλίμα φόβου ικανό για την εγκατάλειψη του τόπου από τους κατοίκους με συνέπεια τον μαρασμό της περιοχής αυτής. Δεν θα πρέπει να μείνει απαρατήρητο και το γεγονός της αύξησης της τοπικής ευμάρειας, αφού το εργατικό προσωπικό, για την εκπλήρωση της κατασκευής των έργων διευθέτησης του χειμάρρου, αποτελούνταν εξ' ολοκλήρου από ντόπιους κατοίκους της ευρύτερης περιοχή του Βόρειου Ανατολικού Πηλίου.

Έτσι κάθε οικονομική θυσία από την πολιτεία, για την υλοποίηση των έργων διευθέτησης του χειμάρρου «Γεραμπίνη» ήταν ευπρόσδεκτη και αποδεκτή από όλους.

Μια σημαντική απεικόνιση των απόψεων και της αντίληψης των κατοίκων της κοινότητας Ζαγοράς, για τη διευθέτηση του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη», δίνεται από την κοινωνική έρευνα, η οποία και πραγματοποιήθηκε τον Απρίλιο του έτους 2003 (Παπαθανασίου, 2004). Η έρευνα αυτή ήταν πολύ σημαντική, γιατί μέσα από αυτή την έρευνα μπορούμε να κατανοήσουμε τον τρόπο, με τον οποίον προσεγγίζουν οι κάτοικοι τέτοιου είδους τεχνικά θέματα και να εντοπίσουμε λάθη ή παραλείψεις της πολιτείας και της τοπικής αρχής ως προς την πολιτική που ακολουθήθηκε, με σκοπό την ενημέρωση και την κατανόηση των ντόπιων κατοίκων, για την χρησιμότητα και την αναγκαία υλοποίηση αυτού του έργου για τους ίδιους αλλά και για τις υπόλοιπες γενιές.

Στην περίπτωση της κοινωνικής έρευνας στην κοινότητα Ζαγορά χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο είναι ένας κατάλογος έντυπων ερωτημάτων, στα οποία πρέπει να απαντήσει ο ίδιος ο ερωτώμενος. Με την στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων επιδιώκεται η συναγωγή μιας γενικής εικόνας και η συσχέτιση καταστάσεων και στάσεων με μαθηματικούς τρόπους. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων διήρκεσε τέσσερις μέρες και συγκεκριμένα από τις 14 έως τις 18 Απριλίου. Η διαδικασία, με την οποία απαντήθηκαν τα ερωτηματολόγια ήταν ασφαλής και κάθε ερωτηματολόγιο δίδονταν σε κάθε άτομο (που έχει επιλεγεί σύμφωνα με την συγκεκριμένη μέθοδο δειγματοληψίας) προσωπικά από τον δειγματολήπτη-υπεύθυνο ανάλυσης. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου έγινε είτε αμέσως είτε τη χρονική στιγμή που το άτομο-απαντητής έβρισκε τον ελεύθερο χρόνο για να το απαντήσει, το οποίο ερωτηματολόγιο παραδίδονταν αργότερα στον δειγματολήπτη.

Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο, αποτελούνταν από δεκαοχτώ ερωτήσεις. Οι πέντε πρώτες ερωτήσεις και η τελευταία ήταν προσωπικές και αναφέρονταν στην κατάσταση του ανθρώπου που ερωτώνταν, π.χ ποιο είναι το φύλο του, πότε γεννήθηκε, ποιο είναι το επάγγελμά του, κ.τ.λ. Οι υπόλοιπες δώδεκα ερωτήσεις αναφέρονταν στα έργα (κυρίως φράγματα) που κατασκευάστηκαν ή που πρόκειται να κατασκευαστούν στο χείμαρρο «Γεραμπίνη» κατά τη διευθέτησή του. Μερικές από τις ερωτήσεις αυτές μπορούν να χαρακτηριστούν κοινωνικές, άλλες οικονομικές και άλλες πολιτικές. Σκοπός όλων των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου είναι να αποκομιστούν χρήσιμα και ασφαλή συμπεράσματα για τις γνώσεις, στάσεις και πεποιθήσεις των κατοίκων της κοινότητας Ζαγοράς Πηλίου ως προς τη διευθέτηση του χείμαρρου «Γεραμπίνη». Από τη δομή του ερωτηματολογίου (η οποία σχηματίστηκε με επιστημονικό, αμερόληπτο και σχολαστικό τρόπο) κρίνεται βέβαιη η επιτυχής και ασφαλή παραγωγή



συμπερασμάτων, ικανά να αποτελέσουν χρήσιμη βάση πάνω στη οποία μπορεί να βασιστεί ο σχεδιασμός και η υλοποίηση οποιουδήποτε άλλου παρόμοιου έργου.

Έτσι λοιπόν, με βάση το ερωτηματολόγιο και την επιστημονική κατάρτιση και εμπειρία βγήκαν σημαντικά αποτελέσματα, μερικά από τα οποία παραθέτονται παρακάτω (Παπαθανασίου, 2004):

- Το 40% των κατοίκων της Ζαγοράς (άρρηνες: 47,9%, θήλεις: 26,8%) απασχολούνται με τη γεωργία
- Το 7,5% των κατοίκων (άρρηνες: 7,2%, θήλεις: 7,3%) μαστίζονται από την ανεργία
- Το 55,5% των κατοίκων (άρρηνες: 65,3%, θήλεις: 39,0%) γνωρίζουν για την κατασκευή των φραγμάτων στο χείμαρρο «Γεραμπίνη»
- Το 34,5% των κατοίκων (άρρηνες: 43,5%, θήλεις: 19,5%) θεωρεί ότι άλλαξε η ποιότητα της ζωής τους με την κατασκευή αυτών των φραγμάτων
- Το 49,1% των κατοίκων (άρρηνες: 49,3%, θήλεις: 48,8%) δεν θεωρεί ότι άλλαξε η ποιότητα της ζωής του με την κατασκευή αυτών των φραγμάτων
- Το 89,5% (άρρηνες: 86,7%, θήλεις: 100%) του παραπάνω ποσοστού 34,5% των κατοίκων θεωρεί ότι άλλαξε η ποιότητα της ζωής του με θετικό τρόπο από την κατασκευή αυτών των φραγμάτων
- Το 42,7% των κατοίκων (άρρηνες: 50,7%, θήλεις: 29,3%) γνωρίζει πως ο κυρίως τομέας στον οποίο συμβάλλουν αυτά τα φράγματα είναι η αντιπλημμυρική προστασία
- Το 78,2% των κατοίκων (άρρηνες: 81,2%, θήλεις: 73,2%) θεωρεί ότι τα φράγματα αυτά αποτελούν μεγάλα και σημαντικά έργα για την περιοχή τους

- Το 54,5% των κατοίκων (άρρηνες: 53,6%, θήλεις: 56,1%) πιστεύει πως η κατασκευή αυτών των φραγμάτων φανερώνει έμπρακτα το ενδιαφέρον της πολιτείας για την περιοχή τους
- Το 37,3% των κατοίκων (άρρηνες: 43,5%, θήλεις: 26,8%) δεν πιστεύει πως η κατασκευή αυτών των φραγμάτων δείχνει το ενδιαφέρον της πολιτείας για την περιοχή τους
- Το 77,3% των κατοίκων (άρρηνες: 84,1%, θήλεις: 65,9%) θεωρεί πως τα φράγματα αυτά αποτελούν "πάρα πολύ" ή "πολύ" χρήσιμα έργα για την περιοχή τους
- Το 81,8% των κατοίκων (άρρηνες: 82,7%, θήλεις: 80,5%) έχει την πεποίθηση πως έπρεπε να υλοποιηθούν πιο νωρίς τα έργα αυτά στην περιοχή τους
- Το 70,9% των κατοίκων (άρρηνες: 78,3%, θήλεις: 58,6%) θεωρεί πως οι επιπτώσεις που απορρέουν από τα φράγματα αυτά προς το περιβάλλον είναι θετικές
- Το 90% των κατοίκων (άρρηνες: 94,3%, θήλεις: 83,0%) πιστεύει πως πρέπει να κατασκευαστούν και άλλα παρόμοια έργα διευθέτησης στην περιοχή τους
- Το 64,5% των κατοίκων (άρρηνες: 66,7%, θήλεις: 61,0%) θεωρεί ως βασικότερο πρόβλημα της περιοχής τους, σε ότι αφορά το νερό, την αδυναμία κατασκευής υδραυλικών έργων
- Το 76,4% των κατοίκων (άρρηνες: 75,4%, θήλεις: 78,1%) θεωρεί πως τα έργα των υδάτινων πόρων δεν θα πρέπει να λειτουργούν ανταποδοτικά

Η διευθέτηση του χειμαρικού ρεύματος «Γεραμπίνη» εφαρμόστηκε, με βάση το Γαλλικό δασοτεχνικό σύστημα διευθέτησης. Από τα σημερινά αποτελέσματα της παρατήρησης σε κάθε έργο χωριστά, αλλά και στην γενικότερη περιοχή της λεκάνης απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη» από το ανώτερο τμήμα της έως το πεδινό τμήμα μέχρι τη θέση εκβολής της στον μεγαλύτερο αποδέκτη (Αιγαίο πέλαγος),

έγινε αντιληπτό, ότι επιτεύχθηκε ο σκοπός (ρύθμιση της διαίτας των υδάτων, αποτροπή πλημμυρικών φαινομένων και διαβρώσεων) για τον οποίον εφαρμόστηκε η παραπάνω μέθοδος.

Συγκεκριμένα διαπιστώθηκε πως τα είδη των κατασκευασθέντων έργων, τα υλικά δόμησης τους, ο τρόπος λειτουργίας τους και η καλή σημερινή τους κατάσταση εκπληρώνουν τους σκοπούς της κατασκευής τους. Το παραπάνω αποτέλεσμα οφείλεται κατά πολύ στον σωστό και οργανωμένο προγραμματισμό και σχεδιασμό της συγκεκριμένης διευθέτησης από την αρμόδια Δασική Υπηρεσία, αλλά και από τη συνεργασία με τους τοπικούς φορείς και την τοπική κοινωνία.

#### 6.2.16 Η εφαρμογή νέων μεθόδων και συστημάτων διευθέτησης

Για το χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη» της περιοχής έρευνας, στο οποίο έχει προηγηθεί ήδη η εφαρμογή του δασοτεχνικού συστήματος επεμβάσεως προτείνονται τα εξής:

- Συνδιασμένη εφαρμογή του δασοτεχνικού συστήματος με το σύστημα διαλογής.
- Περαιτέρω διευθέτηση των χειμαρρικών ρευμάτων (Παπαντίνου, Παλαιό χωράφι, Παπαδόπουλος) που εκβάλουν στο «Γεραμπίνη», την κατάρτιση οριστικών μελετών διευθέτησης για τα παραπάνω χειμαρρικά ρεύματα, με σκοπό την αποτροπή της μεταφοράς φερτών υλικών στο Αιγαίο πέλαγος, την ελαχιστοποίηση του κινδύνου πλημμύρων και τη δυνατότητα αξιοποίησης των χειμαρρικών υδάτων.
- Εκτέλεση των προβλεπόμενων έργων στα χειμαρρικά ρεύματα που υπήρξε αποσπασματική εφαρμογή των μελετών που συντάχθηκαν.
- Μεσοπρόθεσμη κατασκευή δεξαμενών καθίζησης φερτών υλικών σε

κρίσιμα στοιχεία.

- Ολοκλήρωση όλων των πεδινών διευθετήσεων των χειμαρρικών ρευμάτων της περιοχής έρευνας.

- Απαραίτητη η διευθέτηση και με φυτοκομικά έργα, στα σημεία που απαιτούνται.

- Δημιουργία αναχωμάτων στα απαιτούμενα σημεία, σε συνδυασμό με την κατασκευή ζωστήρων και ουδών.

#### 6.2.17 Οι πιθανές αστοχίες των φραγμάτων βαθμίδωσης

Τα φράγματα στερέωσης δεν αποτελούν έργα, με τα οποία είμαστε σίγουροι ότι θα λειτουργήσουν για πάντα σωστά, χωρίς να απειλούνται από εξωτερικά αίτια. Τα **αίτια**, που μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές βλάβες σε φράγματα στερέωσης, είναι κυρίως τα ακόλουθα:

- ✿ Σημαντική υπερχειλίση της στέψης του φράγματος, λόγω εξαιρετικής πλημμύρας.

Τα αίτια που οδηγούν στην υπερχειλίση ή υπερπήδηση της στέψης μπορεί να αποτελούν η ανεπαρκής διοχετευτικότητα του υπερχειλιστή ασφαλείας κατά το διάστημα εξαιρετικής πλημμύρας ή η κατολίσθηση σημαντικών μαζών από ασταθή πρανή του ταμιευτήρα, κ.α.

- ✿ Ατελής συμπύκνωση των υλικών του φράγματος, εξαιτίας της οποίας μπορεί να προκληθούν υψηλές τάσεις στη πλάκα του σκυροδέματος με ρηγμάτωση και καταστροφή της. Γεγονός που θα προκαλέσει ροή διαμέσου του σώματος του φράγματος.

- ✿ Κατολίσθηση της θεμελίωσης των τμημάτων του κατόντη μέρους του

φράγματος. Βαθιά κατολίσθηση που επεκτείνεται και μέχρι το ανάντη τμήμα και μάλιστα κάτω από τη στάθμη του νερού του ταμιευτήρα είναι η πιο σοβαρή περίπτωση που μπορεί να προκαλέσει σχεδόν ολοκληρωτική κατάρρευση του φράγματος.

✿ Λιγότερο πιθανή αιτία είναι οι σεισμικές δονήσεις μεγάλης έντασης οι οποίες μπορεί να επιφέρουν υπερβολικές καθιζήσεις, κατολισθήσεις ή μεγάλες παραμορφώσεις στο σώμα του φράγματος.

Σε κάθε περίπτωση τα φράγματα στερέωσης μπορούν να υποστούν βλάβες, με αποτέλεσμα διαρροές, αλλά είναι εξαιρετικά απίθανο να καταρρεύσουν σε μικρό χρονικό διάστημα. Στην περίπτωση των φραγμάτων της περιοχής μελέτης, προβλήματα παρόμοια των παραπάνω δεν παρατηρήθηκαν. Ένας από τους λόγους είναι και το μικρό χρονικό διάστημα που έχει περάσει από την κατασκευή τους. Πάντως τα προβλήματα έχουν να κάνουν σημαντικά και με τα διάφορα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής, όπως το ανάγλυφο, η ποσότητα και ένταση των κατακρημνισμάτων, το γεωυπόθεμα, η βλάστηση κ.λ.π.

## 6.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΩΝ



**Εικόνα 78:** Άναντη του φράγματος και προφράγματος Νο 2



**Εικόνα 79:** Κατάντη του προφράγματος Νο 3. Άναντη του προφράγματος Νο 3 φαίνεται το φράγμα Νο 3





**Εικόνα 80:** Κατά τη διάρκεια των εργασιών του φράγματος Νο 4



**Εικόνα 81:** Ανάντη των φραγμάτων Νο 5, 6, 7, 8



**Εικόνα 82:** Ανάντη του φράγματος Νο 5



**Εικόνα 83:** Καπάντη του φράγματος Νο 5





**Εικόνα 84:** Κατόντη του φράγματος Νο 6



**Εικόνα 85:** Ανάντη των φραγμάτων Νο 6, 7



**Εικόνα 86:** Κατάντη του φράγματος Νο 7



**Εικόνα 87:** Κατάντη του φράγματος Νο 7





**Εικόνα 88:** Καπάνη του φράγματος Νο 8



**Εικόνα 89:** Καπάνη των φραγμάτων Νο 8, 9



**Εικόνα 90:** Κατάληξη του φράγματος Νο 9



**Εικόνα 91:** Κατάληξη του φράγματος Νο 10





**Εικόνα 92:** Πάνω στο περύγιο του φράγματος Νο 12



**Εικόνα 93:** Ανάντη του φράγματος Νο 12



**Εικόνα 94:** Κατάντη των φραγμάτων Νο 13, 14, 15



**Εικόνα 95:** Κατάντη του φράγματος Νο 14





**Εικόνα 96:** Κατάληξη του φράγματος Νο 14



**Εικόνα 97:** Κατάληξη του φράγματος Νο 14



**Εικόνα 98:** Κατάληξη του φράγματος Νο 15



**Εικόνα 99:** Κατάληξη του φράγματος Νο 15





**Εικόνα 100:** Κατάντη του φράγματος Νο 15



**Εικόνα 101:** Κατάντη του προφράγματος Νο 16



**Εικόνα 102:** Κατάντη του φράγματος Νο 16



**Εικόνα 103:** Κατάντη του φράγματος Νο 16





**Εικόνα 104:** Ανάντη του φράγματος Νο 16

## 6.4 ΤΟ ΠΑΡΟΧΘΙΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ

### 6.4.1 Γενικά

Ο **παρόχθιος βιότοπος** είναι ένα βασικό στοιχείο της λειτουργίας ποταμών και χειμάρρων (Naiman *et al.*, 1988; Dudgeon, 1994; Huggenberger *et al.*, 1998; Tabacchi *et al.*, 1998; Ward, 1998). Ως **παρόχθια περιοχή** θεωρείται η ζώνη από τον πυθμένα του υδατορεύματος μέχρι την περιοχή που πλημμυρίζει τουλάχιστον μια φορά στα εκατό (100) έτη. Η πλευρική διάσταση των ποταμών και των ρευμάτων, καθώς επίσης και το μεγαλύτερο μέρος της κάθετης διάστασης, περιλαμβάνονται σε έναν παρόχθιο βιότοπο (Ward, 1989). Ο παρόχθιος βιότοπος μπορεί να υποστηρίξει μια υψηλή βιοποικιλότητα, ειδικά στις κοίτες των πλημμυρικών ποταμών, να προστατεύσει την κύρια κοίτη από τις χρονικές αλλαγές και να αποθηκεύσει τις μεγάλες διαταραχές (Naiman and Decamps,

1997) και να παρέχει το καταφύγιο και την τροφή για την άγρια φύση (Naiman *et al.*, 1993; Stanford and Ward, 1993; Bodie and Semlitsch, 2000).

6.4.2 Η παρακολούθηση της παρόχθιας βλάστησης κατά μήκος των κοιτών με τη μέθοδο του συντελεστή QBR

#### 6.4.2.1 Η Παρόχθια βλάστηση-Ο δείκτης QBR

Στις ημέρες μας έχει δοθεί μεγάλη σημασία από τους ειδικευμένους επιστήμονες, στον καθορισμό του επιπέδου της κατάστασης των παρόχθιων βιοτόπων, αλλά και στη σύγκριση μεταξύ τους, αφού από τον παραπάνω καθορισμό και σύγκριση μπορούν να βγούν χρήσιμα συμπεράσματα, για την ποιότητα του ευρύτερου οικοσυστήματος μιας περιοχής.

Η δομή και η λειτουργία ενός παρόχθιου βιότοπου μπορεί να είναι είτε εξαιρετικά σύνθετη και ετερογενής, όπως στις κοίτες πλημμυρικών ποταμών, είτε σχετικά απλή, όπως με τα μεγάλα χειμαρρικά ρεύματα. Είναι επομένως, δύσκολο να συγκριθούν οι παρόχθιοι βιότοποι κατά μήκος της κοίτης ποταμών ή χειμαρρικών ρευμάτων. Κατά συνέπεια, η δημιουργία ενός δείκτη της παρόχθιας ποιότητας βιότοπων είναι δύσκολη διαδικασία.

Οι μετρήσεις της ποιότητας νερού χρησιμοποιούνται συχνά ως αρχικοί βιολογικοί δείκτες εντούτοις, παρέχουν λίγες πληροφορίες για τις πλευρικές και κάθετες διαστάσεις των οικοσυστημάτων των ρευμάτων (Bunn *et al.*, 1999). Παρόλα αυτά διάφορες προσπάθειες έχουν γίνει από τους επιστήμονες, για να μετρήσουν την αξία συντήρησης του παρόχθιου περιβάλλοντος: π.χ. η έρευνα βιότοπων των ποταμών (δείκτης RHS) (Raven *et al.*, 1998b), το σύστημα για τη συντήρηση των ποταμών (δείκτης SERCON) (Boon *et al.*, 1997, 1998), ο δείκτης RCE (Petersen, 1992), ο αυστραλιανός δείκτης ISC (Ladson *et al.*, 1999), ο δείκτης για την χαμηλή κλίση των μη

παλιρροιακών ρευμάτων (US EPA,1997), οι παρόχθιοι ποιοτικοί δείκτες βιότοπων (RBP) (Barbour *et al.*, 1999) κ.α.

Στην περίπτωση της ανάλυσης της παρόχθιας βλάστησης των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» (αποτελεί υδατορεύμα σύγκρισης και αναφοράς) επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ο δείκτης QBR (Munne *et al.*, 2002), ο οποίος επαληθεύεται για τα μεσογειακά παρόχθια οικοσυστήματα και μπορεί να υπολογιστεί στην πράξη, χρησιμοποιώντας εύκολα προσδιορισμένα και μετρήσιμα χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Ο δείκτης ονομάζεται QBR από την καταλανική σύντμηση του, "Qualitat del Bosc de Ribera" (στην ελληνική, "παρόχθια δασική ποιότητα").

Ο δείκτης της παρόχθιας ποιότητας QBR είναι χρήσιμος για τη διαχείριση των ρευμάτων και των ποταμών. Ο σκοπός του δείκτη είναι να παρασχεθεί στους διαχειριστές και τους αρμόδιους φορείς μια απλή μέθοδος για την αξιολόγηση της ποιότητας του παρόχθιου βιότοπου. Ο συγκεκριμένος δείκτης είναι εύκολο να υπολογιστεί και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με οποιοδήποτε άλλο δείκτη της ποιότητας του οικοσυστήματος και για να αξιολογηθεί η οικολογική θέση των ρευμάτων και των ποταμών (<http://www.geographyfieldwork.com/QBR>). Μπορεί επίσης να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για τις υψηλές οικολογικές θέσεις στο πλαίσιο της οδηγίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα ύδατα.

Ο δείκτης αυτός είναι βασισμένος σε **τέσσερα συστατικά** του παρόχθιου βιότοπου:

- a)συνολική παρόχθια κάλυψη βλάστησης,
- b)δομή κάλυψης,
- c)ποιότητα κάλυψης και
- d)αλλαγές της κοίτης.

Λαμβάνει υπόψη επίσης τις διαφορές στη γεωμορφολογία του ποταμού ή χειμάρρου από τα ανώτερα προς τα χαμηλότερα σημεία. Αυτές οι παραπάνω διαφορές υπολογίζονται με έναν απλό, ποσοτικό τρόπο. Το αποτέλεσμα του δείκτη ποικίλλει μεταξύ 0 και 100 μονάδων.

Ο δείκτης QBR υπολογίζεται στην πράξη μέσω ενός φύλλου καταγραφής μορφής A4.

Σημαντικό αποτελεί το γεγονός ότι δεν απαιτείται καμία ταξινομική πείρα για να εφαρμοστεί, αν και κάποια γνώση της τοπικής χλωρίδας απαιτείται για την αναγνώριση μεταξύ των εγγενών και μη ιθαγενών ειδών δέντρων. Επίσης ο δείκτης QBR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για χρήση στις μεσογειακές γεωγραφικές περιοχές μέσα σε συγκροτημένες ζώνες, χωρίς αλλαγές ή άλλες προσαρμογές στη λογική των δεικτών.

#### 6.4.2.2 Η αξία του δείκτη QBR-Σύγκριση με άλλους ποιοτικούς δείκτες της βλάστησης

Τα παρόχθια δάση είναι ένας από τους πιο απειλητικούς τύπους οικοσυστήματος στον κόσμο. Έτσι λοιπόν υπάρχει ανάγκη, ώστε να αναπτυχθεί ένας οικολογικός δείκτης της ποιότητας των παρόχθιων βιότοπων. Ένας τέτοιος δείκτης είναι ο δείκτης QBR, ο οποίος αναπτύχθηκε, για να σημειώσει και να τονίσει την ποιότητα του βιότοπου στις μεσογειακές παρόχθιες περιοχές.

Η σχετική απλότητα του δείκτη QBR επιτρέπει τον υπολογισμό της σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα (λίγα λεπτά), που αποτελεί ένα πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες μεθόδους που απαιτούν περισσότερη χρονική κατανάλωση [π.χ. ο δείκτης RHS (Raven *et al.*, 1998b)]. Ο δείκτης QBR σχεδιάζεται μόνο για τις παρόχθιες ζώνες, επειδή προσδιορίζει την ποιότητα βιότοπων από τις όχθεις των χειμαρρικών ρευμάτων και των ποταμών.

Ο δείκτης QBR είναι ανεξάρτητος από άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ποταμών και χειμάρρων, όπου και χρησιμοποιούνται σε άλλους δείκτες που αξιολογούν τις παρόχθιες ζώνες μαζί με άλλα χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής, όπως για παράδειγμα η

κοίτη του ποταμού. Ο δείκτης QBR μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί μαζί με άλλες μεθόδους για να λάβει ένα μέτρο της ενσωματωμένης ποιοτικής αξίας στα χειμαρρικά ρεύματα. Επίσης μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε ποταμό με μια δασική παρόχθια ζώνη, αλλά, προφανώς, όχι στις υψηλές ορεινές περιοχές επάνω από τη διαχωριστική γραμμή των αλπικών δασοπονικών ειδών, όπου επικρατεί πλήρης έλλειψη δέντρων. Ο δείκτης QBR χρησιμοποιεί απλά στοιχεία (συνολική κάλυψη βλάστησης και σύνθεση-δομή δβλάστησης) και μπορεί να είναι χρήσιμος στον καθορισμό των ποιοτικών τιμών στους παρόχθιους βιότοπους, ελλείψει των σημείων αναφοράς (Boulton, 1999). Αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τους διαχειριστές υδάτινων οικοσυστημάτων, με σκοπό την οργάνωση και κατασκευή ενός πλήρους και συγκροτημένου διαχειριστικού σχεδίου.

Ο δείκτης QBR προορίζεται προς χρήση από τους περιβαλλοντικούς διευθυντές και τους αρμόδιους για το σχεδιασμό σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία έκθεσης, σχετικά με τον παρόχθιο τομέα των υδατορευμάτων. Ο δείκτης έχει χρησιμοποιηθεί με μεγάλη αποτελεσματικότητα σε πολλά προγράμματα έρευνας και ελέγχου σε διάφορες μεσογειακές χειμαρρικές περιοχές και σε άλλες λεκάνες απορροής κατά μήκος της μεσογειακής ακτής (Prat *et al.*, 1999, 2000). Σε μερικές περιπτώσεις έχει χρησιμοποιηθεί για να αξιολογηθεί μια μακροπρόθεσμη αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων αποκατάστασης. Η ταξινόμηση της παρόχθιας ποιότητας που χρησιμοποιεί το δείκτη QBR μπορεί να χαρτογραφηθεί εύκολα κατά μήκος των ποταμών, χρησιμοποιώντας τα εργαλεία πληροφορικής GIS (Muller, 1997; Narumalani *et al.*, 1997) ή και άλλα προγράμματα.

#### 6.4.2.3 Αξιολόγηση των συστατικών παραγόντων του δείκτη QBR

Όπως έχει ειπωθεί και προηγουμένως, ο δείκτης QBR καθορίζεται από την αξιολόγηση των συστατικών παραμέτρων του, τα οποία είναι τα εξής (<http://www.geographyfieldwork.com/QBR>):

**Συνολική κάλυψη βλάστησης:** Αξιολογείται για τις παρόχθιες και περιοχές των καναλιών και περιλαμβάνει οποιοδήποτε είδος δέντρου, θάμνου ή ελόφυτου. Οι χλόες αποκλείονται επειδή είναι ετήσιες εγκαταστάσεις και η κάλυψή τους μπορεί να μεταβληθεί κατά πολύ, ανάλογα με το έτος και τους υδρολογικούς όρους. Η συνδετικότητα μεταξύ του παρόχθιου περιβάλλοντος και των παρακείμενων επίγειων οικοσυστημάτων θεωρείται βασικό στοιχείο για τη συντήρηση της βιοποικιλότητας και χρησιμοποιείται για να καθορίσει το αποτέλεσμα του δείκτη. Προσοχή πρέπει να ληφθεί εάν η βλάστηση είναι λιγοστή στην παρόχθια περιοχή, ως αποτέλεσμα των φυσικών αιτιών (π.χ. μια μεγάλη πλημμύρα). Στην περίπτωση των δυσμενών διαταραχών από τις φυσικές πλημμύρες, η αξία QBR μπορεί να είναι χαμηλή και να ανακτηθεί έπειτα στα επόμενα διαδοχικά έτη. Η συνδετικότητα με τα επίγεια περιβάλλοντα είναι πολύ σημαντική και μπορεί να αυξήσει την αξία αυτού του μέρους της έρευνας μέχρι και 10 μονάδες, ισορροπώντας κατά συνέπεια τη χαμηλή αξία που λαμβάνεται από το χαμηλό ποσοστό κάλυψης, όταν εμφανιστούν οι φυσικές διαταραχές του παρόχθιου βιότοπου.

**Δομή κάλυψης της βλάστησης:** Σημαντικό ρόλο παίζει η δομική πολυπλοκότητα του παρόχθιου περιβάλλοντος, η οποία μπορεί να αυξήσει τη βιοποικιλότητα του χειμαρρικού οικοσυστήματος για τα ζώα, αλλά και για τα φυτά. Το αρχικό αποτέλεσμα του συγκεκριμένου συστατικού του παρόχθιου βιότοπου εξαρτάται από το συνολικό



ποσοστό της κάλυψης, λόγω του αριθμού των δέντρων (παράβαλε στο παράρτημα για το κατώτατο όριο ποσοστού μεταξύ των αποτελεσμάτων). Επίσης το αποτέλεσμα μπορεί να αυξηθεί από την παρουσία θάμνων και άλλης χαμηλής βλάστησης, κάτω από τα δέντρα. Η παρουσία ελόφυτων ή άλλης βλάστησης στην κοίτη αυξάνει επίσης το αποτέλεσμα. Οι γραμμικές ρυθμίσεις (συνήθως φυτείες δέντρων) ή οι απομονωμένες μάζες δέντρων μειώνουν την αρχική αξία. Σε αυτό το μέρος η κάλυψη δέντρων είναι ο βασικός παράγοντας, αλλά από τη φύτευση δέντρων χαμηλώνεται το αποτέλεσμα. Επίσης εάν η κάλυψη δέντρων στην παράχθια ζώνη είναι χαμηλή, αλλά τα ελόφυτα ή οι θάμνοι είναι παρόντες στο κανάλι, το αποτέλεσμα αυξάνεται, λόγω της βελτίωσης του βιότοπου, αφού η συγκεκριμένη βλάστηση παρέχεται ως τροφή σε πολλά ζώα.

**Ποιότητα κάλυψης:** Ο αριθμός ειδών των δέντρων που είναι παρόντα στα ρεύματα θα ποικίλει ανάλογα με τη γεωμορφολογία ποταμών και τον τύπο των ρευμάτων. Τρεις τύποι ρευμάτων καθορίζονται, σύμφωνα με το συνολικό γεωμορφολογικό αποτέλεσμα, το οποίο εξαρτάται από τη μορφή και την κλίση του παράχθιου περιβάλλοντος. Οι παραλλαγές που προκαλούνται από την παράχθια γεωμορφολογία, κατά μήκος της συνέχειας των ποταμών μπορούν να οδηγήσουν σε λάθος υπολογισμούς στους ποιοτικούς δείκτες, δεδομένου ότι η παράχθια δομή καθορίζει τη βλάστηση. Τα δύο πρηνή ερευνώνται και οι τιμές τους προστίθενται. Οι αρνητικές τιμές αφαιρούνται από το γεωμορφολογικό αποτέλεσμα, όταν τα νησιά ή οι φραγμοί άμμου είναι παρόντα στο κανάλι. Αυτά τα νησιά ή φραγμοί αυξάνουν τη διαθεσιμότητα του υποστρώματος, για να αναπτύξουν το παράχθιο δάσος και την πιθανή παρουσία διαφορετικών ειδών δέντρων. Επομένως, κατά την αφαίρεση ενός ή δύο σημείων από το γεωμορφολογικό δείκτη, ο τύπος του παράχθιου βιότοπου μπορεί να αλλάξει από τον τύπο 1 στον τύπο 2 ή από τον τύπο 2 στον τύπο 3, αυξάνοντας τον αριθμό των εγγενών ειδών δέντρων, απαραίτητων για τη σημείωση 25 μονάδων, όπως

πρέπει να αναμένεται από τις περιοχές με τους φραγμούς ή τα νησιά άμμου. Η παρουσία φυσικών υποστρωμάτων στρώματος βράχου αυξάνει το γεωμορφολογικό αποτέλεσμα και δείχνει τη χαμηλή φυσική διαθεσιμότητα του χώματος, για την αποίκιση των εγκαταστάσεων. Για αυτό τον λόγο, δύο, τέσσερα ή έξι μονάδες προστίθενται στο γεωμορφολογικό αποτέλεσμα. Κατά συνέπεια, αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να αλλάξει από τον τύπο 2 στον τύπο 1 που ελαττώνει τον αριθμό των εγγενών ειδών δέντρων που απαιτείται. Όταν ο τύπος του παρόχθιου βιότοπου υπολογιστεί, χρησιμοποιώντας το γεωμορφολογικό αποτέλεσμα, ο αριθμός των ειδών εγγενών δέντρων, που είναι παρόντα, δίνει το ποιοτικό αποτέλεσμα κάλυψης. Αυτό μπορεί να αυξηθεί εάν το εγγενές παρόχθιο δάσος είναι συνεχές κατά μήκος του ποταμού ή εάν τα είδη διανέμονται ομοιόμορφα στα πρανή. Η αξία μειώνεται εάν τα μη ιθαγενή δέντρα είναι παρόντα ή εάν ο βιότοπος έχει τροποποιηθεί από τον άνθρωπο (π.χ. από την παρουσία φρεατίων, κτηρίων ή απορρίψεων απορριμάτων στην περιοχή).






**Αλλαγές της κοίτης:** Οι προκαλούμενες από τον άνθρωπο αλλαγές στις κοίτες των ποταμών συμπεριλαμβάνονται στο δείκτη, επειδή αποτελεί μια από τις κύριες διαταραχές στον παρόχθιο βιότοπο. Η παρουσία μόνιμων συνεχών δομών σημειώνεται με μηδέν (0) μονάδες, επειδή τα μόνιμα εμπόδια μεταξύ των παρόχθιων περιοχών και της κοίτης είναι πάντα παρόντα. Όταν η διοχέτευση σε άκαμπτες δομές ή αλλούβια πεζούλια δεν είναι συνεχής ή είναι παρόν με λιγότερο από 25% έκτασης της περιοχής, σημειώνονται μόνο πέντε (5) μονάδες. Στο παραπάνω περιλαμβάνονται οι δομές, όπως τα αναχώματα, τα οποία έχουν περισσότερο ενδιαφέρον από τις άκαμπτες κοίτες, επειδή μπορούν να επιτρέψουν την παρουσία μερικών φυτικών εγκαταστάσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των βράχων και οι οποίες φυτικές εγκαταστάσεις είναι πιο προσιτές στα μικρά ζωικά είδη. Η τροποποίηση των αλλούβιων πεζουλιών, στις οποίες περιορίζεται το πλάτος της κοίτης (π.χ.

λόγω των γεωργικών δραστηριοτήτων) δίνει ένα αποτέλεσμα δέκα μονάδων, επειδή εκτός από τις μορφολογικές αλλαγές, έχουν επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα του ύδατος για τα παρόχθια δέντρα. Δομές που απατώνται στην κύρια κοίτη, όπως τα ρυθμιστικά φράγματα ή τα φρεάτια που χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση ύδατος, έχουν ως αποτέλεσμα την αφαίρεση δέκα μονάδων. Οι γέφυρες ή άλλες τεχνικές κατασκευές, όπου χρησιμοποιούνται για την απόκτηση πρόσβασης στον ποταμό ή χείμαρρο από τους δειγματολήπτες, δεν θα πρέπει να σημειωθούν/αξιολογηθούν και η περιοχή δειγματοληψίας θα πρέπει να οριοθετηθεί προς τα ανάντη ή τα κατόντη αυτών των γεφυρών ή άλλων τεχνικών κατασκευών.

#### 6.4.2.4 Κατηγορίες παρόχθιας ποιότητας

Μετά από την ολοκλήρωση της ανάλυσης, οι τιμές των τεσσάρων ποιοτικών συντελεστών προστίθενται, για τον υπολογισμό του τελικού δείκτη QBR. Υπάρχουν πέντε ποιοτικές κατηγορίες παρόχθιου βιοτόπου (Πίνακας 20), οι οποίες κατηγορίες αντιστοιχούν ευρέως σε εκείνες που προτείνονται στην οδηγία πλαισίου ύδατος (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2000). Οι **παρακάτω κατηγορίες** του παρόχθιου βιοτόπου είναι πολύ χρήσιμες για τους τοπικούς φορείς, με σκοπό την διατήρηση και αποκατάσταση των παρόχθιων βιοτόπων. Τα όρια σε κάθε κατηγορία έχουν καθοριστεί, σύμφωνα με την εμπειρία των συντακτών του δείκτη QBR.

**Πίνακας 20:** Οι κατηγορίες ποιότητας του παρόχθιου βιοτόπου και το χρώμα παρουσίασης-συναγερμού, σε συνάρτηση με τις τιμές του δείκτη QBR

Κατηγορία ποιότητας παρόχθιου βιοτόπου	Επίπεδο Κατάστασης	Τιμές του δείκτη QBR	Χρώμα ποιοτικής παρουσίασης-συναγερμού
Φυσικός παρόχθιος βιότοπος	Άριστο	>95	Μπλε 
Κάποια διαταραχή, αλλά καλή ποιότητα του παρόχθιου βιότοπου	Πολύ Καλό	76-95	Πράσινο 
Σημαντική διαταραχή στην ποιότητα του παρόχθιου βιότοπου	Μέτριο	56-75	Κίτρινο 
Ισχυρή αλλαγή, κακή ποιότητα του παρόχθιου βιότοπου	Κακό	30-55	Πορτοκαλί 
Ακραία υποβάθμιση, πολύ κακή ποιότητα του παρόχθιου βιότοπου	Πολύ Κακό	<30	Κόκκινο 

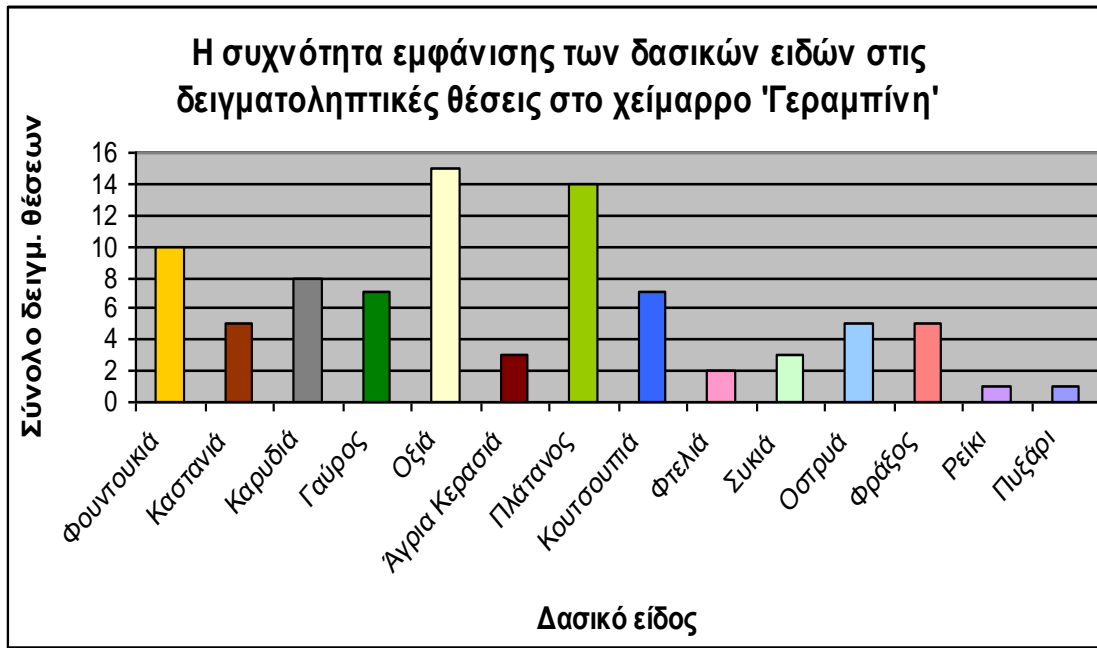
#### 6.4.2.5 Οι σχέσεις μεταξύ των παρόχθιων φυτο κοινοτήτων και των τιμών του δείκτη QBR

Ο αριθμός των ειδών και των συναθροίσεων της παρόχθιας βλάστησης μπορούν να διαφέρουν πολύ από τα ανώτερα προς τα χαμηλότερα τμήματα των ρευμάτων (Tuzun I. *et al.*, 2005) Στην περίπτωση των χειμάρρων της παρούσας Μεταπτυχιακής Έρευνας, η παραπάνω παρατήρηση δεν ισχύει. Ο λόγος της μη ισχύος οφείλεται στο γεγονός του μικρού σε μήκος άξονα και των δύο χειμαρρικών ρευμάτων, αλλά και της μικρής υψομετρικής διαφοράς. Έτσι λοιπόν παρατηρήθηκαν μικρές διαφορές ως προς τον αριθμό των ειδών και των συναθροίσεων της παρόχθιας βλάστησης από τα ανώτερα προς τα χαμηλότερα τμήματα των ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω». Εάν επικρατούσαν σημαντικές διαφορές, τότε υπήρχε κίνδυνος για επιπτώσεις στο δείκτη QBR και να

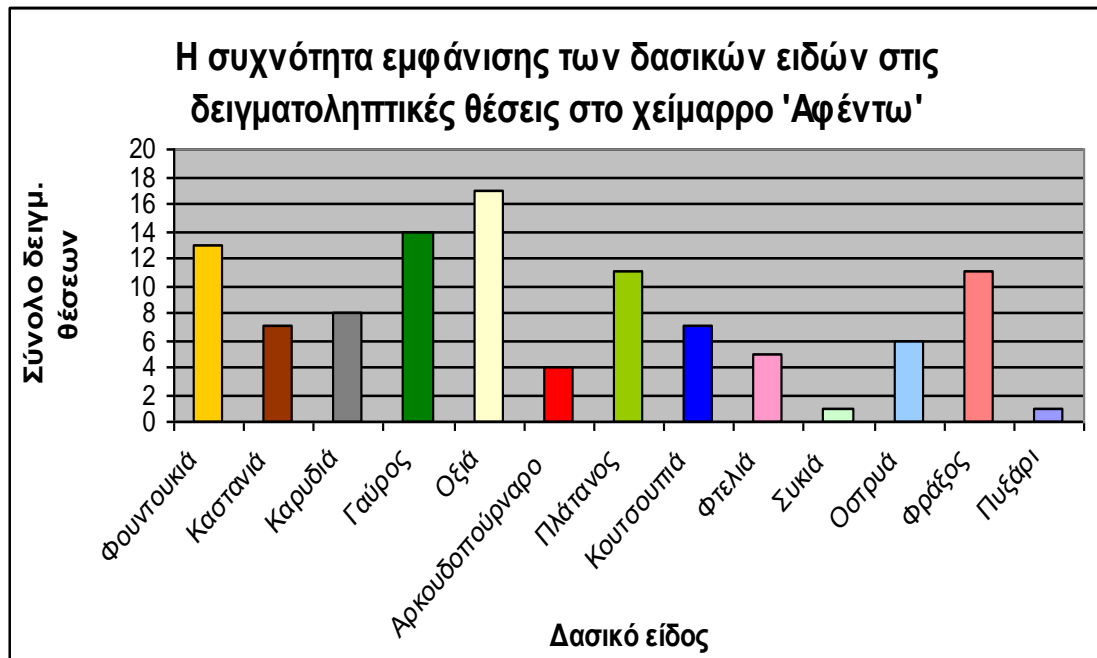
δημιουργηθεί δυσκολία στη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των σημείων δειγματοληψίας. Για να γίνει η συσχέτιση του δείκτη QBR με τις παρόχθιες φυτοκοινότητες δέντρων και θάμνων, κατά τη διάρκεια της περιόδου της δειγματοληψίας, ένας κατάλογος ειδών που βρέθηκαν σε κάθε δειγματοληπτική θέση (σταθμός) καταγράφηκαν. Με αυτήν την μέθοδο μελετήθηκε η παρουσία κάθε είδους δέντρων, των αφθονότερων θάμνων και των ευδιάκριτων ελόφυτων στην κοίτη των χειμάρρων. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα είδη της βλάστησης που υπήρχαν σε κάθε σταθμό στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω», καθώς επίσης και τα είδη θάμνων και ελόφυτων που εντοπίστηκαν στον έναν ή και στους δύο χειμάρρους. Σημειωτέον ότι κατά μήκος της παρόχθιας περιοχής και των δύο χειμαρρικών ρευμάτων εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν σε κοινότητες, αλλά και σε μονάδες, μη ιθαγενή είδη θάμνων και ελόφυτων, μειώνοντας έτσι την επιμέρους τιμή της ποιότητας κάλυψης και συνεπώς και την τιμή του δείκτη QBR. Οι θέσεις και στους δύο χειμάρρους που εντοπίστηκαν μη ιθαγενή είδη είναι οι εξής: N<sub>o</sub>4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 31, 34. Στις θέσεις N<sub>o</sub> 19, 20, 23, 24 τα συγκεκριμένα είδη φυτών αναπτύσσονταν σε κοινότητες, μειώνοντας ακόμη περισσότερο την τιμή του δείκτη QBR. Τα μη ιθαγενή είδη που εντοπίστηκαν ανήκαν στα γένη *Dittrichia*, *Xanthium* και *Phytolacca*, γεγονός που μαρτυρά μια αλλοπατρική εισβολή φυτικών ειδών, φυσικό επακόλουθο, αφού οι παρόχθιοι βιότοποι αποτελούν ανοικτά συστήματα.

**Πίνακας 21:** Τα είδη των δασοπονικών ειδών που υπάρχουν σε κάθε σταθμό στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

<b><u>Χείμαρρος «Γεραμπίνη»</u></b>		
<i>Είδος Βλάστησης</i>		<i>Δειγματοληπτικές Θέσεις</i>
<i>Κοινή ονομασία</i>	<i>Επιστημονική ονομασία</i>	
Φουντουκιά	<i>Corylus avellana</i>	3,6,7,8,9,11,13,14,15,21
Καστανιά	<i>Castanea sativa</i>	2,7,9,10,21
Καρυδιά	<i>Juglans regia</i>	2,4,5,11,13,14,16,21
Γαύρος	<i>Carpinus betulus</i>	2,3,4,5,6,10,21
Οξιά	<i>Fagus silvatica</i>	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16
Άγρια Κερασιά	<i>Cerasus avium</i>	8,14,21
Πλάτανος	<i>Platanus orientalis</i>	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,15,16
Κουτσουπιά	<i>Cercis siliquastrum</i>	1,3,4,6,9,11,15
Φτελιά	<i>Ulmus montana</i>	4,17
Συκιά	<i>Ficus carica</i>	1,3,4
Οστρυσά	<i>Ostrya carpinifolia</i>	2,10,11,12,15
Φράξος	<i>Fraxinus ornus</i>	5,6,7,10,11
Ρείκι	<i>Erica arborea</i>	1
Πυξάρι	<i>Buxus sempervirens</i>	4
<b><u>Χείμαρρος «Αφέντω»</u></b>		
<i>Είδος Βλάστησης</i>		<i>Δειγματοληπτικές Θέσεις</i>
<i>Κοινή ονομασία</i>	<i>Επιστημονική ονομασία</i>	
Φουντουκιά	<i>Corylus avellana</i>	19,20,21,22,24,27,28,29,30,31,32,33,34
Καστανιά	<i>Castanea sativa</i>	18,20,23,24,28,32,34
Καρυδιά	<i>Juglans regia</i>	19,21,22,24,25,26,29,32
Γαύρος	<i>Carpinus betulus</i>	18,19,20,21,23,24,25,27,28,30,31,32,33,34
Οξιά	<i>Fagus silvatica</i>	18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34
Αρκουδοπούρναρο	<i>Ilex aquifolium</i>	26,27,28,29
Πλάτανος	<i>Platanus orientalis</i>	18,19,21,22,23,24,25,26,27,30,31
Φτελιά	<i>Ulmus montana</i>	22,26,28,31,33
Κουτσουπιά	<i>Cercis siliquastrum</i>	18,19,22,25,26,28,31
Οστρυσά	<i>Ostrya carpinifolia</i>	21,22,24,26,27,29
Συκιά	<i>Ficus carica</i>	18
Φράξος	<i>Fraxinus ornus</i>	20,22,23,25,26,27,28,29,30,33,34
Πυξάρι	<i>Buxus sempervirens</i>	29








**Εικόνα 105:** Η συχνότητα εμφάνισης των δασοπονικών ειδών στις δειγματοληπτικές θέσεις στο χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη»









**Εικόνα 106:** Η συχνότητα εμφάνισης των δασοπονικών ειδών στις δειγματοληπτικές θέσεις στο χειμαρρικό ρεύμα «Αφέντω»

**Πίνακας 22:** Ο ταξινομικός πίνακας των δασοπονικών ειδών που εμφανίζονται στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

<i>Κοινή Ονομασία</i>	<i>Επιστημονική Ονομασία</i>	<i>Οικογένεια</i>	<i>Εμφάνιση</i>
Φουντουκιά	<i>Corylus avellana</i>	Corylaceae	
Καστανιά	<i>Castanea sativa</i>	Fagaceae	
Καρυδιά	<i>Juglans regia</i>	Juglandaceae	
Γάυρος	<i>Carpinus betulus</i>	Corylaceae	
Οξιά	<i>Fagus sylvatica</i>	Fagaceae	



Άγρια Κερασιά	<i>Cerasus avium</i>	Rosaceae	
Πλάτανος	<i>Platanus orientalis</i>	Platanaceae	
Ακουδοπούρναρο	<i>Ilex aquifolium</i>	Aquifoliaceae	
Κουτσουπιά	<i>Cercis siliquastrum</i>	Caesalpiniaceae	
Φτελιά	<i>Ulmus montana</i>	Ulmaceae	
Συκιά	<i>Ficus carica</i>	Moraceae	

Φράξος	<i>Fraxinus ornus</i>	Oleaceae	
Οστρυά	<i>Ostrya carpinifolia</i>	Betulaceae	
Ρείκι	<i>Erica arborea</i>	Ericaceae	
Πυξάρι	<i>Buxus sempervirens</i>	Buxaceae	

Πηγή: Αθανασιάδης, 1986 Ἀραμπατζής, 1998

#### 6.4.2.6 Οι περιοχές μελέτης

Ο δείκτης QBR εφαρμόστηκε σε δύο λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω». Οι περιοχές αυτές βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους [μέγιστη απόσταση ( $S_{max}$ ) = 1,05 km → εκβολικό τμήμα, ελάχιστη απόσταση ( $S_{min}$ ) = 0,375 km → μεσαίο χειμαρρικό τμήμα), στις οποίες επικρατεί το μεσογειακό κλίμα, με μια μέση ετήσια βροχόπτωση που κυμαίνεται από 300 έως

600 mm του ύψους βροχής. Τα ύψη των σταθμών δειγματοληψίας κυμαίνονται από λίγα μέτρα (εκβολές) πάνω από τη στάθμη θάλασσας ως τα 780m (περίπτωση του χειμάρρου «Αφέντω»). Ο χειμάρρος «Γεραμπίνη» είναι ιδιαίτερα ρυθμισμένος, λόγω της γεωμορφολογίας του και της ύπαρξης των διαφόρων φραγμάτων συλλογής.

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 34 παρατηρήσεις (δειγματοληψίες) και στα δύο χειμαρρικά ρεύματα από τον ίδιο πάντα παρατηρητή (δειγματολήπτη), με σκοπό την αποφυγή της διαφορετικής υποκειμενικότητας μεταξύ των παρατηρητών (μικρότερο σφάλμα στα αποτελέσματα). Ο αριθμός και η συγκεκριμένη θέση των σημείων δειγματοληψίας για τις δύο λεκάνες απορροής παρουσιάζονται στην Εικόνα 107.



**Εικόνα 107:** Ο αριθμός και η συγκεκριμένη θέση των σημείων δειγματοληψίας για τις δύο λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

#### 6.4.2.7 Αποτελέσματα της δειγματοληψίας

Η δειγματοληπτική εργασία και μελέτη της περιοχής των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» ξεκίνησαν στις 2/04/2006 από το δειγματοληπτικό σημείο N<sub>0</sub> 1 (εκβολή του χειμαρρικού συστήματος «Γεραμπίνη») και ολοκληρώθηκε στο δειγματοληπτικό σημείο N<sub>0</sub> 34 στις 5/07/2006. Ο παρατηρητής-καταγραφέας των ερωτηματολογίων (τόσο του γεωμορφολογικού όσο και του δείκτη QBR) ήταν ένας και μοναδικός για όλα τα σημεία, έτσι ώστε να επικρατεί η ίδια υποκειμενικότητα, με σκοπό την ελαχιστοποίηση του σφάλματος και το επίπεδο του σφάλματος να κυμαίνεται στο ίδιο επίπεδο.

Σε κάθε δειγματοληπτική θέση το πρώτο στάδιο που πραγματοποιούνταν, ήταν η καταγραφή του γεωμορφολογικού φύλλου, έτσι ώστε να καθοριστεί ο γεωμορφολογικός τύπος κάθε θέσης (παράβαλε Παράρτημα 6).

Σε ότι αφορά λοιπόν το γεωμορφολογικό τύπο, όπου η παρόχθια γεωμορφολογική δομή είναι πολύ σημαντική, αφού καθορίζει την ποιότητα και ποσότητα της βλάστησης, οι περισσότερες δειγματοληπτικές θέσεις του χειμάρρου «Γεραμπίνη» ανήκουν στον τύπο 1 (συνολικά 11 θέσεις), άλλες πέντε θέσεις ανήκουν στον τύπο 2 και μόνο η εκβολή του χειμάρρου ανήκει στον τύπο 3.




Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη» ευνοεί την ύπαρξη, ανάπτυξη και βελτίωση πλούσιων ποιοτικά και ποσοτικά κλειστών παρόχθιων βιοτόπων, όπου η ύπαρξη και διεύρυνση στην ευρύτερη περιοχή των υδρονομικών δασών ευνοείται σε σημαντικό βαθμό. Έτσι, με βάση τη σημερινή κατάσταση, που επικρατεί στην περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη», η ισχύ ενός σωστού και επιστημονικά μελετημένου σχεδιασμού της παραπάνω περιοχής, θα δώσει το έναυσμα

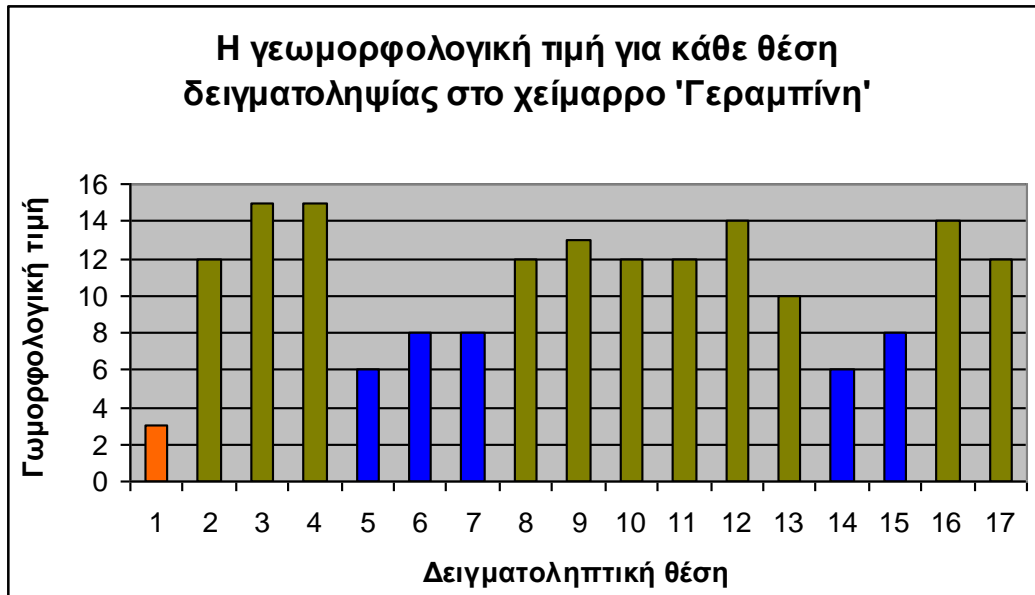
για την βελτίωση, διεύρυνση και επικράτηση ενός πλούσιου βιότοπου-ευρύτερου οικοσυστήματος.

Τα παραπάνω διαφέρουν σε σχέση με το χειμάρρο «Αφέντω», στον οποίο χειμάρρο οι περισσότερες δειγματοληπτικές θέσεις ανήκουν στον γεωμορφολογικό τύπο 2 (συνολικά 11), ενώ οι άλλες θέσεις (συνολικά 6) ανήκουν στον τύπο 1. Έτσι λοιπόν ότι η περιοχή του χειμάρρου «Αφέντω» ευνοεί την ύπαρξη, ανάπτυξη και βελτίωση των μεσογειακών παρόχθιων βιοτόπων, αλλά και των υδρονομικών δασών, όπου η ύπαρξη και διεύρυνσή τους ευνοούνται κατά πολύ. Με βάση τη σημερινή κατάσταση που επικρατεί στην περιοχή του χειμάρρου «Αφέντω», η συνέχιση της μη ανθρώπινης επέμβασης, αλλά και ο κατάλληλος προγραμματισμός και σχεδιασμός της προστασίας της, θα οδηγήσει στο μέλλον σε έναν τόπο πλούσιας φυσικής κληρονομιάς.

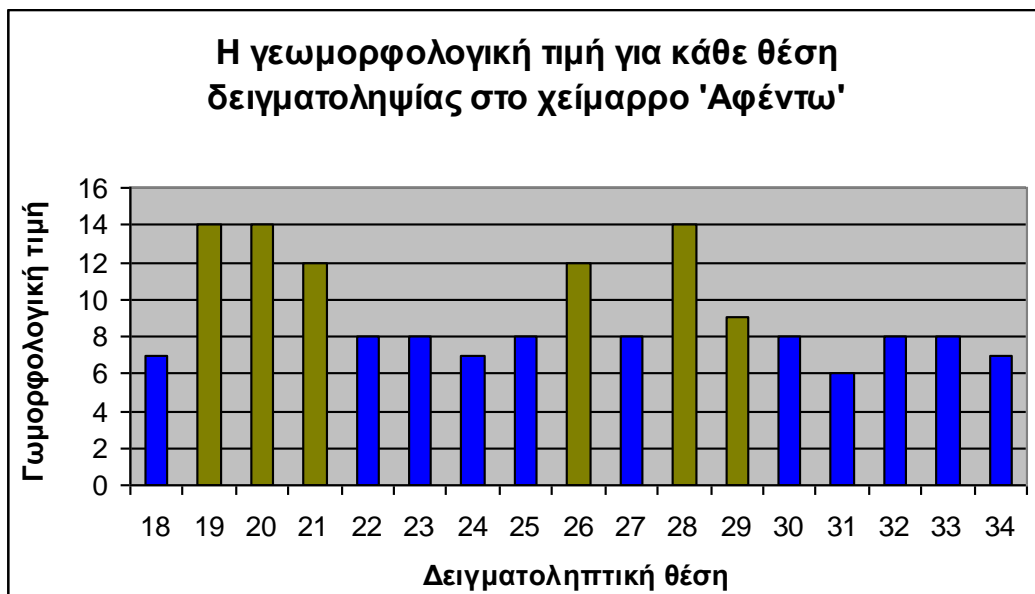
**Πίνακας 24:** Ο αντίστοιχος αριθμός δείγματος στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» και ο γεωμορφολογικός τους τύπος

χειμάρρος «Γεραμπίνη»			χειμάρρος «Αφέντω»		
A/A	Γεωμορφολογική Τιμή	Γεωμορφολογικός Τύπος*	A/A	Γεωμορφολογική Τιμή	Γεωμορφολογικός Τύπος*
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>Τύπος 3</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>Τύπος 2</b>
<b>2</b>	<b>12</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>Τύπος 1</b>
<b>3</b>	<b>15</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>Τύπος 1</b>
<b>4</b>	<b>15</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>Τύπος 1</b>
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Τύπος 2</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>Τύπος 2</b>
<b>6</b>	<b>8</b>	<b>Τύπος 2</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>Τύπος 2</b>
<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Τύπος 2</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>Τύπος 2</b>
<b>8</b>	<b>12</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>Τύπος 2</b>
<b>9</b>	<b>13</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>Τύπος 1</b>
<b>10</b>	<b>12</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>Τύπος 2</b>
<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>Τύπος 1</b>
<b>12</b>	<b>14</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>29</b>	<b>9</b>	<b>Τύπος 1</b>
<b>13</b>	<b>10</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>Τύπος 2</b>
<b>14</b>	<b>6</b>	<b>Τύπος 2</b>	<b>31</b>	<b>6</b>	<b>Τύπος 2</b>
<b>15</b>	<b>8</b>	<b>Τύπος 2</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>Τύπος 2</b>
<b>16</b>	<b>14</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>33</b>	<b>8</b>	<b>Τύπος 2</b>
<b>17</b>	<b>12</b>	<b>Τύπος 1</b>	<b>34</b>	<b>7</b>	<b>Τύπος 2</b>

*Γεωμορφολογικός τύπος σύμφωνα με το συνολικό αποτέλεσμα		
>8	Τύπος 1 	Κλειστοί παρόχθιοι βιότοποι. Παρόντα παρόχθια δέντρα, που περιορίζονται σε μια μικρή λουρίδα.
5 – 8	Τύπος 2 	Τυπικοί μεσογειακοί παρόχθιοι βιότοποι. Το δάσος μπορεί να είναι μεγάλο.
<5	Τύπος 3 	Μεγάλοι παρόχθιοι βιότοποι, και ενδεχομένως εκτενή δάση.



**Εικόνα 108:** Η γεωμορφολογική τιμή για κάθε θέση δειγματοληψίας στο χείμαρρο «Γεραμπίνη»



**Εικόνα 109:** Η γεωμορφολογική τιμή για κάθε θέση δειγματοληψίας στο χείμαρρο «Αφέντω»

Στη συνέχεια μετά τη συμπλήρωση του γεωμορφολογικού φύλλου και τον καθορισμό του γεωμορφολογικού τύπου για κάθε δειγματοληπτική θέση, συμπληρώθηκαν οι πίνακες (κύριο φύλλο σύνταξης του δείκτη QBR) των τεσσάρων ποιοτικών συστατικών (συνολική παρόχθια κάλυψη, δομή κάλυψης, ποιότητα κάλυψης, αλλαγή καναλιών) που καθορίζουν με τη σειρά τους τον δείκτη QBR (παράβαλε Παράρτημα 6). Στις περισσότερες θέσεις του χειμάρρου «Γεραμπίνη» η συνολική παρόχθια κάλυψη αγγίζει το μέγιστο. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η παρόχθια κάλυψη είναι μεγαλύτερη σε ποσοστό του 80% (αποκλείονται οι ετήσιες φυτικές εγκαταστάσεις) και της συνολικής συνδετικότητας μεταξύ του παρόχθιου δάσους και της δασώδους περιοχής. Έτσι λοιπόν η αυξημένη συνδετικότητα οδηγεί σε αύξηση της βιοποικιλότητας. Σε ότι αφορά τη δομή της κάλυψης η μέση τιμή του επιμέρους δείκτη QBR για όλες τις θέσεις, ανέρχεται περίπου στο δεκαπέντε. Στις περισσότερες θέσεις παρατηρείται μεγάλο ποσοστό ελόφυτων και θάμνων, με συνέπεια την αύξηση του βιοτόπου, ενώ η κάλυψη των δέντρων κυμαίνεται περίπου σε ποσοστό 50%. Έτσι δεν παρατηρούνται γραμμικές ρυθμίσεις ή ύπαρξη μεμονωμένων δέντρων, τα οποία θα μείωναν την αρχική αξία του βιοτόπου. Επίσης στις περισσότερες θέσεις τα δέντρα και οι θάμνοι διανέμονται στα ίδια μπαλώματα.

Σε ότι αφορά την ποιότητα της κάλυψης, η συντριπτική πλειοψηφία των θέσεων αγγίζει τη μέγιστη τιμή (ίση με 25). Το γεγονός αυτό δικαιολογείται στο ότι στις συγκεκριμένες θέσεις παρατηρείται ένας σημαντικά μεγάλος αριθμός εγγενών δασοπονικών δέντρων. Ενδεικτικά αναφέρουμε τις περιπτώσεις της οξιάς, του πλάτανου, του γαύρου, της καστανιάς και της φουντουκιάς, που παρατηρήθηκαν σε δεκαπέντε, δεκατέσσερις, επτά, πέντε και δέκα θέσεις αντίστοιχα. Επιπλέον παρατηρήθηκαν και αρκετά είδη ελόφυτων και θάμνων. Η ποικιλία τόσο των

δασοπονικών ειδών όσο των ελόφυτων και θάμνων, βοηθάει στην αύξηση της βιοποικιλότητας-πολυπλοκότητας, στη διεύρυνση του παρόχθιου οικοσυστήματος και συνεπώς στην αύξηση της αρχικής αξίας του φυσικού συστήματος. Επιπλέον τα παραπάνω φυτικά είδη διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία του κατάλληλου μικροκλίματος της περιοχής, που θα ευνοήσει κατά πολύ την οικοδιατήρηση και την εξομάλυνση των φυσικών διαταραχών-μεταβολών.

Τέλος με βάση την αλλαγή-μεταβολή της κοίτης, στις περισσότερες θέσεις κυριαρχεί η μηδενική τιμή του επιμέρους δείκτη QBR και μόνο σε τρεις θέσεις (N<sub>0</sub> 2, N<sub>0</sub> 8, και N<sub>0</sub> 9) δέχεται την τιμή δέκα. Οι παραπάνω τιμές οφείλονται στην ύπαρξη εγκάρσιων δομών μέσα στην κοίτη του χειμάρρου (ρυθμιστικά φράγματα) και στην τροποποίηση του καναλιού, λόγω της γεωργικής δραστηριότητας (καλλιέργειες μηλιάς, αχλαδιάς και ελιάς). Με τα σημερινά δεδομένα, τροποποιήσεις στο συγκεκριμένο συστατικό (αλλαγή κοίτης) του παρόχθιου βιοτόπου είναι πολύ δύσκολο και μάλλον αδύνατο να συμβεί, αφού έχει άμεση επιρροή στο κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο της τοπικής κοινότητας.



**Πίνακας 25:** Η τιμή των ποιοτικών παραγόντων του δείκτη QBR, για κάθε δειγματοληπτική θέση στο χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη»

<b>Χειμάρρος «Γεραμπίνη»</b>					
	Ποιοτικός Παράγοντας του δείκτη QBR				
A/A σημείου δειγματοληψίας	<i>A</i> (Συνολική παρόχθια κάλυψη)	<i>B</i> (Δομή κάλυψης)	<i>Γ</i> (Ποιότητα κάλυψης)	<i>Δ</i> (Αλλαγή κοίτης)	Συνολικό Αποτέλεσμα
<b>1</b>	0	5	20	0	25
<b>2</b>	25	20	25	10	80
<b>3</b>	25	25	20	0	70
<b>4</b>	25	20	25	0	70
<b>5</b>	15	0	25	0	40
<b>6</b>	15	15	25	0	55
<b>7</b>	20	15	25	0	60
<b>8</b>	25	10	25	10	70
<b>9</b>	25	5	25	10	65
<b>10</b>	25	15	25	0	65
<b>11</b>	25	15	25	0	65
<b>12</b>	25	5	20	0	50
<b>13</b>	0	15	25	0	40
<b>14</b>	25	20	25	0	70
<b>15</b>	25	25	25	0	75
<b>16</b>	0	25	25	0	50
<b>17</b>	15	10	25	0	50

Αντίθετα σε όλες τις δειγματοληπτικές θέσεις του χειμάρρου «Αφέντω» η συνολική παρόχθια κάλυψη αγγίζει το μέγιστο. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η παρόχθια κάλυψη είναι μεγαλύτερη σε ποσοστό του 80% (αποκλείονται οι ετήσιες φυτικές εγκαταστάσεις) και της συνολικής συνδετικότητας μεταξύ του παρόχθιου δάσους και της δασώδους περιοχής. Έτσι λοιπόν η αυξημένη συνδετικότητα οδηγεί σε αύξηση της βιοποικιλότητας. Σε ότι αφορά τη δομή της κάλυψης η μέση τιμή του επιμέρους δείκτη QBR για όλες τις θέσεις ανέρχεται περίπου στο είκοσι (20). Στις περισσότερες θέσεις παρατηρείται μεγάλο ποσοστό ελόφυτων και θάμνων, με συνέπεια την αύξηση του βιοτόπου, ενώ η κάλυψη των δέντρων κυμαίνεται περίπου σε ποσοστό στο 75%. Έτσι δεν παρατηρούνται γραμμικές ρυθμίσεις ή ύπαρξη μεμονωμένων δέντρων, τα οποία θα

μειώναν την αρχική αξία του βιοτόπου. Επίσης στις περισσότερες θέσεις τα δέντρα και οι θάμνοι διανέμονται στα ίδια τμήματα. Υπάρχει μια δυναμική ισορροπία που πολύ δύσκολα να μπορεί να διαταραχθεί, χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου. Και στην περίπτωση που συμβεί μια διατάραξη, θα ενεργοποιηθούν εκείνοι οι φυσικοί-βιολογικοί μηχανισμοί, για την μείωση της έντασης του γεγονότος της διατάραξης, ώστε να ακολουθηθεί μια ομαλή πορεία εξέλιξης.

Σε ότι αφορά την ποιότητα της κάλυψης, η συντριπτική πλειοψηφία των θέσεων αγγίζει τη μέγιστη τιμή (ίση με 25). Το γεγονός αυτό δικαιολογείται, αφού στις συγκεκριμένες θέσεις παρατηρείται ένας σημαντικά μεγάλος αριθμός ιθαγενών δασοπονικών δέντρων. Ενδεικτικά αναφέρουμε την περίπτωση της οξιάς, του πλάτανου, του γαύρου, της καρυδιάς, της καστανιάς, της φουντουκιάς και του φράξου, όπου παρατηρήθηκαν σε δεκαεπτά, έντεκα, δέκατέσσερα, οκτώ, επτά, δεκατρία και έντεκα θέσεις αντίστοιχα. Επιπλέον παρατηρήθηκαν και αρκετά είδη ελόφυτων και θάμνων. Η ποικιλία τόσο των δασοπονικών ειδών όσο των ελόφυτων και θάμνων, βοηθάει στην αύξηση της βιοποικιλότητας-πολυπλοκότητας, στη διεύρυνση του παρόχθιου οικοσυστήματος και συνεπώς στην αύξηση της αρχικής αξίας του φυσικού συστήματος, μέσω των δυνατών φυσικών συνδέσμων και μηχανισμών.

Τέλος με βάση την αλλαγή-μεταβολή των κοιτών, στις περισσότερες θέσεις κυριαρχεί η τιμή του επιμέρους δείκτη QBR ίση με δέκα και μόνο σε μία θέση (N<sub>0</sub> 18) δέχεται την τιμή μηδέν. Θα πρέπει να τονιστεί πως υπάρχουν και πέντε θέσεις (N<sub>0</sub> 20, N<sub>0</sub> 21, N<sub>0</sub> 22, N<sub>0</sub> 32 και N<sub>0</sub> 34) με τιμή του επιμέρους δείκτη QBR ίση με εικοσιπέντε. Οι παραπάνω τιμές οφείλονται κυρίως στο γεγονός της μη τροποποίησης της κοίτης του χειμάρρου και της κατασκευής διάφορων κατασκευαστικών δομών (εγκάρσιων ή αξονικών).

**Πίνακας 26:** Η τιμή των ποιοτικών παραγόντων του δείκτη QBR, για κάθε δειγματοληπτική θέση στο χειμαρρικό ρεύμα «Αφέντω»

<b>Χειμάρρος «Αφέντω»</b>					
Α/Α σημείου δειγματοληψίας	Ποιοτικός Παράγοντας του δείκτη QBR				Συνολικό Αποτέλεσμα
	<i><b>A</b></i> (Συνολική παρόχθια κάλυψη)	<i><b>B</b></i> (Δομή κάλυψης)	<i><b>Γ</b></i> (Ποιότητα κάλυψης)	<i><b>Δ</b></i> (Αλλαγή κοίτης)	
<b>18</b>	20	15	20	0	55
<b>19</b>	25	25	25	10	85
<b>20</b>	25	20	25	25	95
<b>21</b>	25	20	25	25	95
<b>22</b>	25	15	25	25	90
<b>23</b>	25	25	25	10	85
<b>24</b>	25	25	25	10	85
<b>25</b>	25	25	20	10	80
<b>26</b>	25	20	20	10	75
<b>27</b>	25	20	20	10	75
<b>28</b>	25	15	20	10	70
<b>29</b>	25	15	20	10	70
<b>30</b>	25	25	25	10	85
<b>31</b>	25	15	25	10	75
<b>32</b>	25	25	25	25	100
<b>33</b>	25	20	25	10	80
<b>34</b>	25	25	25	25	100

Τα σημεία δειγματοληψίας του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη», τα οποία αποτελούν θέσεις τόσο στα διάφορα φράγματα όσο και στην εκβολή του συγκεκριμένου χειμάρρου, έδωσαν σημαντικά και πολύτιμα στοιχεία, για να βγουν χρήσιμα συμπεράσματα για τη δομή του γεωυποθέματος και των φυτοκοινωνιών.

Αναλύοντας και συγκρίνοντας τα στοιχεία από τις δειγματοληπτικές θέσεις (N<sub>0</sub> 1 έως N<sub>0</sub> 17) του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη» παρατηρούμε πως οκτώ από αυτές βρίσκονται σε μέτριο επίπεδο κατάστασης του παρόχθιου βιοτόπου τους, άλλες επτά βρίσκονται σε κακό επίπεδο κατάστασης και μόνο μία βρίσκεται σε πολύ κακό επίπεδο κατάστασης παρόχθιου οικοσυστήματος. Άριστο επίπεδο δεν παρατηρείται σε καμία

από αυτές τις θέσεις (N<sub>0</sub> 1 έως N<sub>0</sub> 17), ενώ μόνο σε μία θέση επικρατεί πολύ καλό επίπεδο κατάστασης βιοτόπου.

Έτσι λοιπόν η συντριπτική πλειοψηφία των δειγματοληπτικών θέσεων του χειμάρρου «Γεραμπίνη» (συνολικά 15 από τις 17 θέσεις) αποτελούνται από βίοτοπο, ο οποίος βρίσκεται σε μέτρια ή κακή κατάσταση. Ο σημαντικότερος λόγος της παρούσας κατάστασης δεν είναι άλλος από την ανθρωπογενή επίδραση, μέσω της κατασκευής σειράς φραγμάτων. Ένα γεγονός που δύσκολα μπορούσε να αποτραπεί, αφού η περιοχή αυτή έπρεπε να σταθεροποιηθεί γεωμορφολογικά και να ελεγχθεί η απορροή των κατακρμνησμάτων, με σκοπό την μελλοντική αποτροπή των πλημμυρικών φαινομένων. Βέβαια στο χαμηλό επίπεδο κατάστασης του οικοσυστήματος κατά μήκος του άξονα του χειμάρρου «Γεραμπίνη» οφείλεται και το συμβάν της εκτεταμένης και καταστροφικής πλημμύρας που έλαβε χώρα στις 4 έως 5 Νοεμβρίου του έτους 1986, η οποία κατέστρεψε την παρόχθια βλάστηση, μετέβαλλε την γεωμορφολογική δομή, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του γύρω οικοσυστήματος. Πιστεύεται ότι σε ένα τέτοιο γεγονός η επανάκτηση του βιοτόπου μπορεί να συμβεί μετά από αρκετά χρόνια, ανάλογα βέβαια από το χρονικό διάστημα και την ένταση της καταστροφής, τα οποία ρυθμίζουν τον χρόνο επανάκτησης με γεωμετρική πρόοδο. Ένας άλλος επίσης σημαντικός λόγος της υποβάθμισης της περιοχής είναι η χρησιμοποίηση και εκμετάλλευση ενός μέρους του απορροϊκού νερού του χειμάρρου «Γεραμπίνη» για τις γεωργικές καλλιέργειες (καλλιέργειες μηλιάς, αχλαδιάς και ελιάς). Συνεπώς ένα μέρος του νερού αυτού που θα μπορούσε κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί για την οικοανάπτυξη και αύξηση της βιοποικιλότητας της περιοχής χάνεται.

Από τις αναλύσεις των δεδομένων, παρατηρούμε ότι η μέτρια ή κακή κατάσταση του παρόχθιου βιοτόπου συμβαίνει σε συνεχείς δειγματοληπτικές θέσεις και εναλλάσσεται

ανά δύο θέσεις, εξαιρουμένων των δειγματοληπτικών θέσεων N<sub>0</sub> 7 έως N<sub>0</sub> 11. Ο λόγος της εναλλαγής αυτής αποδίδεται τόσο στις αλλαγές του γεωμορφολογικού τύπου όσο και στις μεταβολές του μικροκλίματος. Πάντως σε όλες τις θέσεις η ανθρώπινη επέμβαση κυμαίνεται περίπου στην ίδια ένταση και έκταση. Παρήγορο, αν και μοναδικό, είναι το αποτέλεσμα στο επίπεδο κατάστασης του παρόχθιου οικοσυστήματος στη δειγματοληπτική θέση N<sub>0</sub> 2, η οποία κατάσταση είναι πολύ καλή. Σημειωτέον ότι το συγκεκριμένο σημείο βρίσκεται σε αρκετά μεγάλη απόσταση από το εκβολικό σύστημα του χειμάρρου και σε μικρή απόσταση από τα δειγματοληπτικά σημεία N<sub>0</sub> 3 και N<sub>0</sub> 4, όπου στα συγκεκριμένα σημεία η παρόχθια βλάστηση βρίσκεται στην αμέσως κατώτερη κλίμακα επιπέδου βιοτόπου.

Συνεπώς, κάποιες μικρο-οικομεταβολές θα μπορούσαν να αλλάξουν το επίπεδο κατάστασης του βιοτόπου μεταξύ δύο αρκετά κοντινών σημείων. Στο σημείο όμως που θα πρέπει να υπάρξει προβληματισμός και όχι εφησυχασμός είναι το εκβολικό σύστημα του χειμάρρου, στο οποίο οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις βρίσκονται σε διαρκές μέγιστο επίπεδο. Αυτό οφείλεται στο ότι η εκβολή του χειμάρρου εντοπίζεται στην εσωτερική περιοχή της κοινότητας Χορευτό, η οποία αποτελεί εφόδιο για την κοινωνική και οικονομική ευημερία των κατοίκων της ευρύτερης περιοχής. Στην συγκεκριμένη περιοχή, επικρατεί σημαντική ανάπτυξη και εξέλιξη του τουρισμού, κυρίως της θερινής περιόδου, με συνέπεια την αλλόγιστη και χωρίς προγραμματισμό και σχεδιασμό ανθρωπογενή παρέμβαση π.χ οικοδομικές και άλλες κατασκευές, αίτια τα οποία δυσχεραίνουν την οικοανάπτυξη της περιοχής.

Την μικρότερη τιμή του δείκτη QBR (ίση με 25) την έχει, όπως ήταν φυσικό, η δειγματοληπτική θέση N<sub>0</sub> 1 στην εκβολή του χειμάρρου, ενώ η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη QBR (ίση με 80) ανήκει στη δειγματοληπτική θέση N<sub>0</sub> 2.

Σε γενικές γραμμές οι τιμές του δείκτη QBR των δειγματοληπτικών θέσεων βρίσκονται μεταξύ των ποιοτικών θέσεων 40 έως 75. Η δειγματοληπτική θέση N<sub>0</sub> 15 βρίσκεται στο ανώτερο όριο, ώστε να μεταφερθεί και να ανέβει την κλίμακα κατά ένα επίπεδο κατάστασης (από το μέτριο επίπεδο κατάστασης στο πολύ καλό). Γενικά οι τιμές του δείκτη QBR των θέσεων βρίσκονται στο μέσο όρο περίπου κάθε επιπέδου κατάστασης και χρειάζεται χρόνος και εκτεταμένη μελέτη, προγραμματισμός και σχεδιασμός της ευρύτερης περιοχής για την μετάβαση του παρόχθιου χειμαρρικού τόπου σε καλύτερο επίπεδο κατάστασης.

Αντίθετα σε ότι αφορά τα δειγματοληπτικά σημεία του χειμαρρικού ρεύματος «Αφέντω», αυτά δεν αποτελούν τίποτα άλλο από σημεία που προκύπτουν από την τομή των ευθειών (οι οποίες είναι παράλληλες προς την ακτογραμμή) που διέρχονται από τις θέσεις των φραγμάτων και την εκβολή του χειμάρρου «Γεραμπίνη» και από τα σημεία πάνω στον άξονα της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου «Αφέντω».

Από τις παραπάνω δειγματοληπτικές θέσεις (χειμάρρος «Αφέντω») πάρθηκαν σημαντικά και πολύτιμα στοιχεία, άξια προς μελέτη και περαιτέρω διερεύνηση, με σκοπό να βγουν χρήσιμα συμπεράσματα για τη δομή τόσο του γεωυποθέματος όσο και των φυτοκοινωνιών, ώστε να πραγματοποιηθεί σύγκριση μεταξύ ενός χειμαρρικού ρεύματος που συνεχώς δέχεται την ανθρώπινη επίδραση και ενός άλλου φυσικού χειμάρρου, που έχει υποστεί ελάχιστα την ανθρώπινη επέμβαση. Αναλύοντας τα παραπάνω μπορεί εύκολα να γίνει ένας απολογισμός για τα οφέλη και τα δυσμενή αποτελέσματα της ανθρώπινης παρέμβασης σε φυσικούς τόπους με μεγάλο φυσικό πλούτο. Αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο, πάνω στο οποίο μπορεί να βασιστεί ένας μελλοντικός σχεδιασμός και προγραμματισμός, για μια παρόμοια περιοχή με τα πλεονεκτήματα και τις ιδιαιτερότητές της.

Αναλύοντας και συγκρίνοντας τα στοιχεία από τις δειγματοληπτικές θέσεις (N<sub>0</sub> 18 έως N<sub>0</sub> 34) του χειμαρρικού ρεύματος «Αφέντω» παρατηρούμε πως εννιά από αυτές βρίσκονται σε πολύ καλό επίπεδο κατάστασης του παρόχθιου βιοτόπου τους, άλλες πέντε βρίσκονται σε μέτριο επίπεδο κατάστασης, μία βρίσκεται σε κακό επίπεδο κατάστασης παρόχθιου οικοσυστήματος, ενώ υπάρχουν και δύο θέσεις με άριστο επίπεδο κατάστασης. Πολύ κακό επίπεδο κατάστασης βιοτόπου δεν παρατηρείται σε καμία από αυτές τις θέσεις (N<sub>0</sub> 18 έως N<sub>0</sub> 34).

Έτσι λοιπόν, η συντριπτική πλειοψηφία των δειγματοληπτικών θέσεων του χειμάρρου «Αφέντω» (συνολικά 14 από τις 17 θέσεις) αποτελούνται από βιότοπο, ο οποίος βρίσκεται σε μέτρια ή πολύ καλή κατάσταση. Γεγονός φυσιολογικό, αφού σε μεγάλο βαθμό η πορεία του συγκεκριμένου χειμάρρου υπόκειται στην φυσική επιλογή, λόγω τις ελάχιστης ανθρώπινης παρέμβασης. Βέβαια σε μικρή απόσταση από τον συγκεκριμένο χειμάρρο (πολύ λίγες θέσεις) παρατηρήθηκαν εκτάσεις γεωργικής καλλιέργειας (καλλιέργειες μηλιάς, αχλαδιάς και ελιάς). Επίσης η περιοχή αυτή δεν έχει σταθεροποιηθεί γεωμορφολογικά, αλλά αντιθέτως μεταβάλλεται με αργό και συνεχή ρυθμό, λόγω της απορροϊκής-συρτικής δύναμης των κατακρμινησμάτων, με αποτέλεσμα την εμφάνιση διαβρώσεων και γεωλισθήσεων. Γεγονότα φυσικά και φυσιολογικά, όπου πρέπει να αφήνουμε τη φύση να τα ελέγχει από μόνη της (εάν φυσικά δεν υπάρχει άμεσος ανθρώπινος κίνδυνος).

Από τις αναλύσεις των δεδομένων, παρατηρούμε ότι η πολύ καλή κατάσταση του παρόχθιου βιοτόπου συμβαίνει σε συνεχείς δειγματοληπτικές θέσεις N<sub>0</sub> 19 έως N<sub>0</sub> 25, αμέσως μετά το εκβολικό σύστημα και στη συνέχεια η περιοχή υποσκελίζεται κατά ένα επίπεδο (μέτρια κατάσταση βιοτόπου) στις δειγματοληπτικές θέσεις N<sub>0</sub> 26 έως N<sub>0</sub> 29, λόγω κυρίως των γεωργικών δραστηριοτήτων της ευρύτερης περιοχής. Στη συνέχεια η

κατάσταση του παρόχθιου βιοτόπου γίνεται πάλι πολύ καλή μέχρι να μεγιστοποιηθεί στις δειγματοληπτικές θέσεις N<sub>0</sub> 32 και N<sub>0</sub> 33, στις θέσεις όπου η φυσική πορεία και εξέλιξη γίνεται μέγιστη. Πάντως σημαντικός λόγος για την εναλλαγή αυτή των οικο-επιπέδων κατάστασης είναι και οι αλλαγές της γεωμορφολογίας της περιοχής, αλλά και οι μεταβολές του μικροκλίματος. Συνεπώς κάποιες μικρο-οικομεταβολές θα μπορούσαν να αλλάξουν το επίπεδο κατάστασης του βιοτόπου μεταξύ δύο αρκετά κοντινών σημείων.

Στο σημείο όμως που θα πρέπει να υπάρξει κάποια μορφή ανησυχίας είναι το εκβολικό σύστημα του χειμάρρου, στο οποίο το επίπεδο κατάστασης του βιοτόπου (κακή) είναι το χαμηλότερο από όλες τις άλλες θέσεις δειγματοληψίας, γεγονός που οφείλεται στις ανθρωπογενείς επεμβάσεις (κυρίως στον παραλιακό σύστημα). Οι παρεμβάσεις αυτές βρίσκονται σε συνεχή ανοδική πορεία, λόγω του φυσικού πλούτου της συγκεκριμένης περιοχής και της αυξανόμενης τάσης του τουρισμού.



































Την μικρότερη τιμή του δείκτη QBR (55) την έχει, όπως ήταν φυσικό, η δειγματοληπτική θέση N<sub>0</sub> 18 στην εκβολή του χειμάρρου, ενώ η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη QBR (100) ανήκει στις δειγματοληπτικές θέσεις N<sub>0</sub> 32 και N<sub>0</sub> 33.

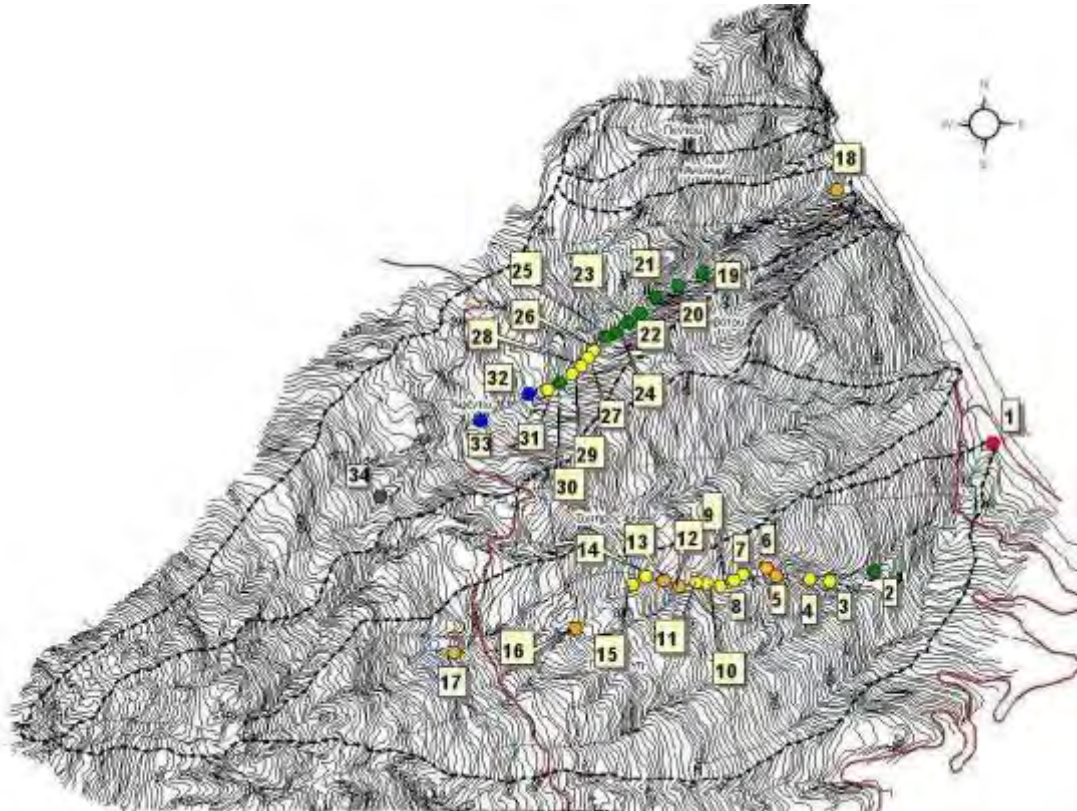
Σε γενικές γραμμές οι τιμές του δείκτη QBR των δειγματοληπτικών θέσεων βρίσκονται μεταξύ των ποιοτικών θέσεων 70 έως 95, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με την κατάσταση που επικρατεί στις αντίστοιχες δειγματοληπτικές θέσεις του χειμάρρου «Γεραμπίνη». Οι δειγματοληπτικές θέσεις N<sub>0</sub> 18, N<sub>0</sub> 20, N<sub>0</sub> 21, N<sub>0</sub> 26, N<sub>0</sub> 27 και N<sub>0</sub> 31 βρίσκονται στο ανώτερο όριο, ώστε να μεταφερθούν και να ανέβουν την κλίμακα κατά ένα επίπεδο κατάστασης (από το κακό στο μέτριο επίπεδο κατάστασης η πρώτη, από το πολύ καλό στο άριστο επίπεδο οι άλλες δυο στη συνέχεια και από το μέτριο στο πολύ καλό επίπεδο οι τελευταίες τρεις θέσεις). Γενικά βλέπουμε να επικρατεί μια τάση,



όπου οι τιμές των θέσεων του δείκτη QBR προσπαθούν να υπερκεράσουν την κλίμακα επιπέδων της κατάστασης του οικοσυστήματος. Σύμφωνα με το νόμο της φύσης ένα επίπεδο κατάστασης χρειάζεται λιγότερο χρόνο για την μετάβαση του παρόχθιου χειμαρρικού τόπου στο ανώτερο επίπεδο κατάστασης, σε σχέση με έναν τόπο που δέχεται συνεχόμενα τη ανθρωπογενή επίδραση.



**Πίνακας 27:** Ο αντίστοιχος αριθμός δείγματος στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» και το επίπεδο κατάστασης τους

χειμάρρος «Γεραμπίνη»			χειμάρρος «Αφέντω»		
Α/Α σημείου δειγματοληψίας	Επίπεδο Κατάστασης	Χρωματικό Ποιοτικό Επίπεδο	Α/Α σημείου δειγματοληψίας	Επίπεδο Κατάστασης	Χρωματικό Ποιοτικό Επίπεδο
<i>1</i>	<b>25</b>		<i>18</i>	<b>55</b>	
<i>2</i>	<b>80</b>		<i>19</i>	<b>85</b>	
<i>3</i>	<b>70</b>		<i>20</i>	<b>95</b>	
<i>4</i>	<b>70</b>		<i>21</i>	<b>95</b>	
<i>5</i>	<b>40</b>		<i>22</i>	<b>90</b>	
<i>6</i>	<b>55</b>		<i>23</i>	<b>85</b>	
<i>7</i>	<b>60</b>		<i>24</i>	<b>85</b>	
<i>8</i>	<b>70</b>		<i>25</i>	<b>80</b>	
<i>9</i>	<b>65</b>		<i>26</i>	<b>75</b>	
<i>10</i>	<b>65</b>		<i>27</i>	<b>75</b>	
<i>11</i>	<b>65</b>		<i>28</i>	<b>70</b>	
<i>12</i>	<b>50</b>		<i>29</i>	<b>70</b>	
<i>13</i>	<b>40</b>		<i>30</i>	<b>85</b>	
<i>14</i>	<b>70</b>		<i>31</i>	<b>75</b>	
<i>15</i>	<b>75</b>		<i>32</i>	<b>100</b>	
<i>16</i>	<b>50</b>		<i>33</i>	<b>100</b>	
<i>17</i>	<b>50</b>		<i>34</i>	<b>80</b>	



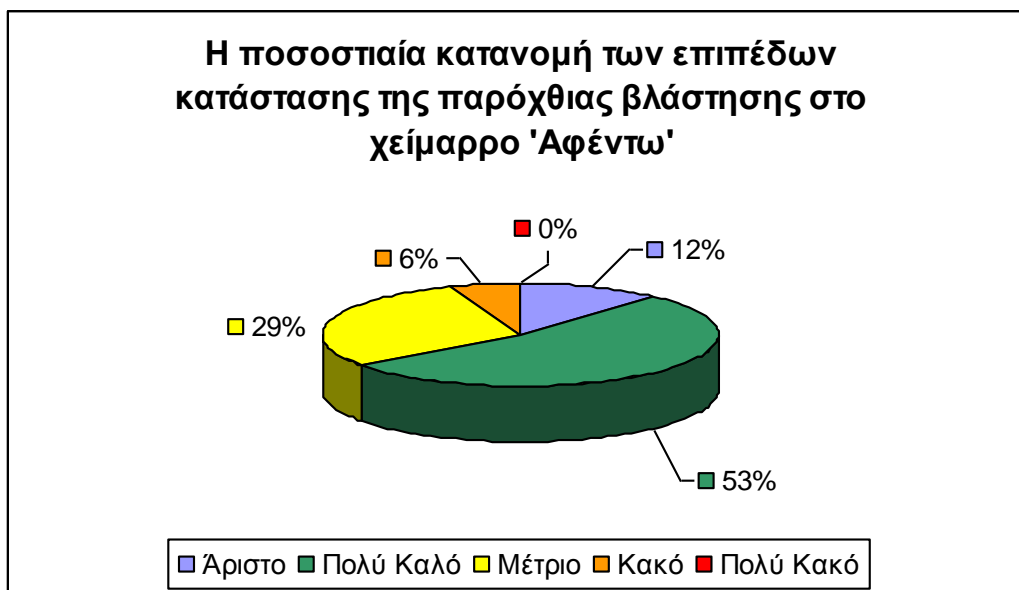
**Εικόνα 110:** Τοποθέτηση όλων των δειγματοληπτικών θέσεων ανά επίπεδο κατάστασης (εμφάνιση με το κατάλληλο χρώμα) και στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

**Πίνακας 28:** Ο συνολικός αριθμός δειγμάτων ανά επίπεδο κατάστασης και στα δύο χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

		<b>χ. «Γεραμπίνη»</b>	<b>χ. «Αφέντω»</b>
Χρωματικό Ποιοτικό Επίπεδο	Επίπεδο Κατάστασης	Συνολικός αριθμός δειγμάτων ανά επίπεδο κατάστασης	Συνολικός αριθμός δειγμάτων ανά επίπεδο κατάστασης
Μπλε 	Άριστο	<b>0</b>	<b>2</b>
Πράσινο 	Πολύ Καλό	<b>1</b>	<b>9</b>
Κίτρινο 	Μέτριο	<b>8</b>	<b>5</b>
Πορτοκαλί 	Κακό	<b>7</b>	<b>1</b>
Κόκκινο 	Πολύ Κακό	<b>1</b>	<b>0</b>
<b><u>Συνολικός Αριθμός Δειγμάτων</u></b>		<b><u>17</u></b>	<b><u>17</u></b>



**Εικόνα 111:** Η κατανομή των επιπέδων κατάστασης της παρόχθιας βλάστησης στο χειμάρρο «Γεραμπίνη»



**Εικόνα 112:** Η κατανομή των επιπέδων κατάστασης της παρόχθιας βλάστησης στο χειμάρρο «Αφέντω»

Συνοψίζοντας, διαπιστώνουμε για ακόμη μια φορά ότι τα αποτελέσματα σύγκρισης του βαθμού διατάραξης της παρόχθιας βλάστησης των δύο χειμαρρικών ρευμάτων

«Γεραμπίνη» και «Αφέντω» ακολουθούν τη λογική των γεγονότων. Σε καμία περίπτωση δε μπορούμε να αγνοήσουμε τη διαφορά των επιπέδων κατάστασης παρόχθιου βιοτόπου τόσο μεταξύ των αντίστοιχων δειγματοληπτικών θέσεων όσο και ως προς το σύνολο, με προβάδισμα φυσικά του φυσικού και με την ελάχιστη ανθρώπινη επίδραση, χειμαρρικού ρεύματος «Αφέντω». Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι δειγματοληπτικές θέσεις N<sub>ο</sub> 3, 4, 7, 8, 13, 17 και οι αντίστοιχες θέσεις N<sub>ο</sub> 20, 21, 24, 25, 30 και 34, στις οποίες επικρατεί διαφορά δυο συνεχόμενων επιπέδων κατάστασης βιοτόπου (κακή με πολύ καλή), με υπεροχή φυσικά του χειμάρρου «Αφέντω». Σε γενικές όμως γραμμές τα επίπεδα κατάστασης βιοτόπου διαφέρουν κατά ένα επίπεδο κατάστασης. Έτσι με σωστή στρατηγική, σχεδιασμό και ενημέρωση από τους αρμόδιους φορείς γίνεται εφικτή η μεταβολή και εξομοίωση των παραπάνω διαφορών κατάστασης της παρόχθιας βλάστησης. Δεν θα πρέπει επίσης να αγνοήσουμε την συμπεριφορική πλαστικότητα που παρουσιάζουν και τα δύο χειμαρρικά ρεύματα. Έτσι, το έργο για αποκατάσταση του παρόχθιου οικοσυστήματος γίνεται ακόμη πιο εύκολο, αφού παρουσιάζονται σημαντικές αντιδράσεις και σημεία απάλειψης σε γεγονότα που προσπαθούν να υποβαθμίσουν το βιότοπο, ενώ αντίθετα ευνοούνται τα γεγονότα αναβάθμισης του ευρύτερου οικοσυστήματος.

Σε ότι αφορά τους ποιοτικούς παράγοντες του δείκτη QBR, παρατηρείται μια διαφορά των τιμών, με προβάδισμα του χειμάρρου «Αφέντω», στην αλλαγή των καναλιών. Αυτό οφείλεται στην ύπαρξη των ρυθμιστικών φραγμάτων και στις εντονότερες γεωργικές δραστηριότητες τόσο στην έκταση όσο και στην ένταση που συμβαίνουν στο χειμάρρο «Γεραμπίνη». Στους άλλους ποιοτικούς παράγοντες (συνολική παρόχθια κάλυψη, δομή κάλυψης, ποιότητα κάλυψης) η διαφορά των τιμών κυμαίνονται σε πολύ

μικρότερα επίπεδα και θα μπορούσε να υποστηριχθεί πως οι τιμές σχεδόν συμπίπτουν στην ποιότητα κάλυψης, αφού και στα δύο υδατορεύματα ευδοκιμούν αρκετά σε αριθμό εγγενή δασοπονικά δέντρα και θάμνοι, γεγονός που μαρτυρεί την τάση της ευρύτερης περιοχής για βελτίωση της παραγωγικότητας και βιοποικιλότητας.

Τέλος σε ότι αφορά τον γεωμορφολογικό τύπο συμπεραίνουμε πως η δομή της παρόχθιας περιοχής του χειμάρρου «Αφέντω», ευνοεί περισσότερο την ύπαρξη, ανάπτυξη και βελτίωση των βιοτόπων και υδρονομικών δασών. Βέβαια σε καμία περίπτωση δε μπορούμε να ισχυριστούμε ότι το παραπάνω γεγονός δε συμβαίνει και στην περίπτωση του χειμάρρου «Γεραμπίνη». Άλλωστε και τα δύο χειμαρρικά ρεύματα βρίσκονται σε αρκετά μικρή απόσταση μεταξύ τους και η επίδραση που δέχονται από το κλίμα και από άλλους φυσικούς γενικούς παράγοντες είναι περίπου η ίδια.

Ο εμπλουτισμός της περιοχής με εγγενή δασοπονικά κυρίως δέντρα και άλλοι φυτοτεχνικοί χειρισμοί δεν προτείνονται. Ο λόγος δεν είναι άλλος από το ότι η διατάραξη του οικοσυστήματος δεν είναι πολύ σημαντική, με αποτέλεσμα οι φυσικοί μηχανισμοί αντίστασης και αποκατάστασης να μπορούν από μόνοι τους να αντιστρέψουν την τωρινή κατάσταση υποβάθμισης του παρόχθιου βιοτόπου του χειμάρρου «Γεραμπίνη». Βέβαια η παραπάνω πρόταση για να ισχύσει, θα πρέπει να συμπληρωθεί με την υλοποίηση ενός καλά επιστημονικά μελετημένου και οργανωμένου σχεδίου, στο οποίο σχέδιο να τροποποιούνται οι διάφορες χρήσεις-εκμεταλλεύσεις γης. Έτσι θα δοθεί η κατάλληλη ώθηση στην ίδια τη φύση να πραγματοποιήσει το οικολογικό της έργο. Με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος και των αρχών της, η πολιτεία θα πρέπει πάντα να σχεδιάζει, να ελέγχει και να δεσμεύεται διαρκώς.

#### 6.4.3 Η υδρόβια και παρόχθια ποώδης και θαμνώδης βλάστηση

Η χλωρίδα μιας παρόχθιας περιοχής δεν είναι τυχαία. Τα φυτά που καταγράφονται εκεί δεν εμφανίζονται μεμονωμένα, αλλά αναπτύσσονται, άλλα λιγότερο και άλλα περισσότερο μία φυτοκοινωνική σχέση σύνδεσης με άλλα φυτά, με αποτέλεσμα τη δημιουργία των φυτοκοινωνιών. Η σύνθεση μιας φυτοκοινωνίας καθορίζεται από τους συνδυασμούς των φυτών που αναπτύσσονται μαζί. Πολλές φυτοκοινωνίες μαζί αποτελούν μία ζώνη βλάστησης, τη μορφή δηλαδή που έχει η βλάστηση σε μία ευρύτερη περιοχή όπου επικρατούν σχετικά όμοιες κλιματικά συνθήκες, αλλά και παρόμοιες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών (νερό, έδαφος, κλπ).

Με βάση τις συγκεκριμένες δειγματοληπτικές θέσεις των δύο χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω» για τον υπολογισμό του δείκτη QBR, εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν πλούσια σε είδος και ποσότητα θαμνώδη και υδροχαρή φυτά. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον δόθηκε στην καταγραφή των υδροχαρών φυτών που βοηθούν στην συγκράτηση των υδάτων και στην πρόταση εμπλουτισμού της περιοχής με νέα είδη που θα συνεισφέρουν στην αποτροπή σημαντικών διαβρώσεων στην παραπάνω ευρύτερη περιοχή. Παρακάτω παρατίθεται ο Πίνακας 29 των φυτικών ειδών που εντοπίστηκαν στα δύο παραπάνω φράγματα.

**Πίνακας 29:** Η χλωρίδα που υπάρχει στα χειμαρρικά ρεύματα «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»

Φυτικό Είδος	Τοποθεσία	
	χείμαρρος «Γεραμπίνη»	χείμαρρος «Αφέντω»
<i>Torilis arvensis</i>	*	
<i>Arum maculatum</i>	*	
<i>Hedera helix</i>	*	*
<i>Aristolochia clematidis</i>		*
<i>Ruscus aculeatus</i>	*	
<i>Achillea millefolium</i>	*	

<i>Dittrichia viscosa</i>		*
<i>Mycelis muralis</i>		*
<i>Tussilago farfara</i>		*
<i>Xanthium spinosum</i>	*	*
<i>Xanthium strumarium</i>		*
<i>Symphytum officinale</i>	*	
<i>Eruca vesicaria</i>	*	*
<i>Erysimum graecum</i>	*	
<i>Nasturtium officinale</i>		*
<i>Raphanus raphanistrum</i>		*
<i>Sinapis alba</i>		*
<i>Sisymbrium irio</i>		*
<i>Campanula spatulata</i>		*
<i>Holosteum umbellatum</i>	*	
<i>Stellaria media</i>	*	
<i>Chenopodium sp.</i>		*
<i>Cichorium intybus</i>		*
<i>Crepis sp.</i>		*
<i>Lactuca viminea</i>		*
<i>Picris sp.</i>		*
<i>Sonchus sp.</i>		*
<i>Scirpus holoschoenus</i>		*
<i>Tamus communis</i>	*	
<i>Equisetum arvense</i>	*	
<i>Equisetum telmateia</i>	*	
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	*	
<i>Medicago arborea</i>	*	
<i>Medicago sativa</i>		*
<i>Trifolium repens</i>	*	
<i>Vicia sativa</i>	*	*
<i>Fumaria capreolata</i>		*
<i>Fumaria officinalis</i>	*	
<i>Centaurium erythraea</i>	*	
<i>Erodium cicutarium</i>	*	*
<i>Geranium molle</i>	*	*
<i>Geranium robertianum</i>		*
<i>Pteridium aquilinum</i>	*	*
<i>Lamium amplexicaule</i>	*	
<i>Lycopus europaeus</i>		*
<i>Mentha pulegium</i>	*	*
<i>Prunella vulgaris</i>	*	*
<i>Laurus nobilis</i>		*
<i>Malva rotundifolia</i>		*

<i>Malva sylvestris</i>		*
<i>Chelidonium majus</i>		*
<i>Phytolacca americana</i>		*
<i>Plantago major</i>	*	
<i>Arundo donax</i>	*	*
<i>Avena barbata</i>		*
<i>Dactylis glomerata</i>		*
<i>Hordeum murinum</i>	*	*
<i>Phragmites communis</i>	*	
<i>Piptatherum miliaceum</i>	*	*
<i>Sorghum halepense</i>		*
<i>Rumex acetosa</i>	*	
<i>Rumex acetosella</i>	*	
<i>Anagallis arvensis</i>	*	
<i>Clematis vitalba</i>	*	*
<i>Rosa canina</i>		*
<i>Rubus canescens</i>	*	
<i>Rubus idaeus</i>	*	
<i>Rubus sanctus</i>		*
<i>Galium aparine</i>	*	*
<i>Rubia peregrina</i>	*	*
<i>Scrophularia nodosa</i>	*	
<i>Verbascum densiflorum</i>	*	
<i>Veronica officinalis</i>		*
<i>Solanum nigrum</i>		*
<i>Parietaria diffusa</i>	*	*
<i>Parietaria lusitanica</i>		*
<i>Parietaria officinalis</i>		*
<i>Urtica dioica</i>	*	
<b>Σύνολο εμφάνισης/χειμάρρο:</b>	<b>43</b>	<b>51</b>
<b>* = Δείκτης εμφάνισης</b>		

Μερικά από τα παραπάνω φυτά μπορούν να καταταγούν, σύμφωνα με τις ανάγκες τους σε νερό, σε δύο κατηγορίες, την κατηγορία Α με φυτά που αναπτύσσονται οπωσδήποτε σε ύφυγρα εδάφη και την κατηγορία Β με φυτά ανθεκτικά σε περίσσια εδαφικού νερού.



Κατηγορία Α

-*Nasturtium officinale*

-*Scirpus holoschoenus*

-*Equisetum arvense*

-*Equisetum telmateia*

-*Pteridium aquilinum*

-*Plantago major*

-*Arundo donax*

-*Phragmites communis*

Κατηγορία Β

-*Arum maculatum*

-*Tamus communis*

-*Trifolium repens*

-*Mentha pulegium*






Οι δύο κατηγορίες φυτών απαντώνται κυρίως στο χειμάρρο «Γεραμπίνη», όπου επικρατεί σταθερή παροχή νερού σχεδόν όλο το χρόνο και έχουν κατασκευαστεί φράγματα και άλλα τεχνικά έργα, τα οποία ρυθμίζουν τη διαίτα και εξομαλύνουν τη κλίση της κοίτης, σε αντίθεση με το χειμάρρο «Αφέντω». Διαφορές στη σύνθεση της χλωρίδας των δύο αυτών χειμάρρων δε υπάρχουν πολλές. Θα μπορούσαμε να






αναφέρουμε πως μια διαφορά αφορά το γεγονός, ότι τα "υδρόβια" είδη της κατηγορίας Α και Β εξαπλώνονται, κυρίως στο χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη».

Θα πρέπει να επισημανθεί για τη γλωρίδα των χειμάρρων, ότι εμφανίζονται μερικά αλλοπατρικά είδη, όπως: *Dittrichia viscosa* L., *Xanthium spinosum* L., *Xanthium strumarium* L. και *Phytolacca americana*, τα οποία μαρτυρούν την εισβολή αλλοπατρικών ειδών στην ευρύτερη περιοχή. Γεγονός που θα πρέπει να ρυθμιστεί μόνο από την ίδια τη φύση, μέσω της φυσικής επιλογής και εξέλιξης. Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός ότι η πλειοψηφία των αλλοπατρικών φυτικών ειδών εμφανίζεται στον «φυσικό» χειμάρρο «Αφέντω» και όχι στον χειμάρρο «Γεραμπίνη» όπως θα περίμενε κανείς, όπου η παρέμβαση από τον άνθρωπο, άρα και της μεταφοράς και πιθανής απόθεσης της φυτικής μάζας είναι πολύ πιο συχνότερη. Όπως ειπώθηκε όμως και παραπάνω, η φυσική επιλογή καθορίζει την κατάσταση που θα κυριαρχήσει σε ένα φυσικό οικοσύστημα. Σημειωτέων ότι τα ξενικά αυτά είδη δεν χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του δείκτη QBR, όπως και τα μονοετή φυτά, τα οποία είναι τα εξής: *Mycelis muralis* L., *Erica vesicaria* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Sisymbrium irio* L., *Holosteum umbellatum* L., *Stellaria media* L., *Crepis* sp., *Picris* sp., *Dorycnium pentaphyllum* subsp., *Erodium cicutarium* L., *Geranium molle* L., *Malva rotundifolia*, *Avena barbata*, *Hordeum murinum* L., *Anagallis arvensis* L., *Solanum nigrum* L., *Parietaria lusitanica* L. Ουσιαστικά από τα εβδομήντα οκτώ είδη υδροχαρών φυτών και θάμνων που εντοπίστηκαν και στους δύο χειμάρρους, για τον υπολογισμό του δείκτη QBR χρησιμοποιήθηκαν τα πενήντα επτά από τα παραπάνω είδη.






**Πίνακας 30:** Ο χλωριδικός πίνακας με τα υδροχαρή φυτά και τους θάμνους που φύονται στα διάφορα μέρη των χειμαρρικών ρευμάτων «Γεραμπίνη» και «Αφέντω»






<u>Είδος</u>	<u>Κοινή ονομασία/ Οικογένεια</u>	<u>Ιδιότητες</u>	<u>Εμφάνιση</u>
<i>Torilis arvensis</i>	Τοριλίδα/ Ariaceae	Ζιζάνιο αγρών	
<i>Arum maculatum</i>	Στικτή δρακοντιά/ Araceae	Χρησιμοποιείται στην ομοιοπαθητική, φαρμακευτική	
<i>Hedera helix L.</i>	Κισσός/ Araliaceae	Αναρριχώμενο, το φύλλωμα και οι καρποί του περιέχουν σαπωνίνες	
<i>Aristolochia clematitis</i>	Αμπελοκλάδι/ Aristolochiaceae	Καλλωπιστικό, Χρησιμοποιείται στην φαρμακευτική	
<i>Ruscus aculeatus</i>	Λαγομηλιά, αγριομερσίνη, κρυφός έρωτας/ Asparagaceae	Καλλωπιστικό	






<i>Achillea millefolium</i>	Χιλιόφυλλο, αγριαψιθιά/ Asteraceae	Χρησιμοποιείται στην φαρμακευτική	
<i>Dittrichia viscosa L.</i>	Κονυζιά, ψυλλήθρα/ Asteraceae	Χρησιμοποιείται ως μελισσοκομικό και φαρμακευτικό	
<i>Mycelis muralis L.</i>	-/Asteraceae	-	
<i>Tussilago farfara L.</i>	Χαμολεύκα, βήχιο, βηχάνι, χαμαιλεύκη /Asteraceae	Χρησιμοποιείται στην βοτανο- θεραπευτική, φαρμακευτική	
<i>Xanthium spinosum L.</i>	Ασπράγκαθο/ Asteraceae	Ζιζάνιο αγρών	

<i>Xanthium strumarium</i> L.	Αγριομελιτζάνα, αγριοπαπακιά, κολλητσίδα/ Asteraceae	Χρησιμοποιείται ως αρωματικό, φαρμακευτικό και μελισσοκομικό	
<i>Symphytum officinale</i>	Ξεκούλι/ Boraginaceae	Χρησιμοποιείται ως επουλωτικό, μαλακτικό και καταπραϋντικό	
<i>Eruca vesicaria</i> L.	Ρόκα/ Brassicaceae	Χρησιμοποιείται ως μελισσοκομικό	
<i>Erysimum graecum</i>	Σκυλόβρουβα/ Brassicaceae	-	
<i>Nasturtium officinale</i>	Νεροκάρδαμο/ Brassicaceae	Παρουσιάζει καθαρτικές, διουρητικές, τονωτικές και αντισκορβουτικές ιδιότητες	



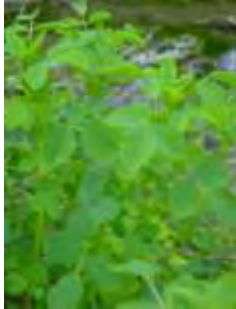









<i>Raphanus raphanistrum</i> L	Ραπανίδα, αγριοραπανίδα, αγριορεπάνι/ Brassicaceae	Χρησιμοποιείται ως μελισσοκομικό, φαρμακευτικό, τοξικό και αρωματικό	
<i>Sinapis alba</i>	Λευκό σινάπι/ Brassicaceae	Ζιζάνιο καλλιεργειών, Χρησιμοποιείται ως φαρμακευτικό	
<i>Sisymbrium irio</i> L.	Σισύβριο, πικρόχορτο/ Brassicaceae	-	
<i>Campanula spatulata</i>	-/ Campanulacea	-	
<i>Holosteum umbellatum</i> L.	-/ Caryophyllaceae		






<i>Stellaria media</i> L.	Σαπουνόχορτο/ Caryophyllaceae	Κοσμοπολίτικο ζιζάνιο, χρησιμοποιείται από την ομοιοπαθητική	
<i>Chenopodium</i> sp.	-/ Chenopodiaceae	Δείκτης αλατούχων εδαφών	
<i>Cichorium</i> <i>intybus</i> L.	Πικραλίδα, πικροράδικο, ραδίκι, πικρομάρουλο/ Cichoriaceae	Χρησιμοποιούνται στη βοτανο- θεραπευτική, φαρμακευτική, μελισσοκομική	
<i>Crepis</i> sp.	-/ Cichoriaceae	-	
<i>Lactuca</i> <i>viminea</i> L.	Αγριομάρουλο/ Cichoriaceae	Χρησιμοποιείται ως αρωματικό και φαρμακευτικό	






<i>Picris</i> sp.	-/ Cichoriaceae	-	
<i>Sonchus</i> sp.	Ζωχάρν/ Cichoriaceae	Εδώδιμα ζιζάνια σε καλλιεργούμενους αγρούς	
<i>Scirpus holoschoenus</i>	Κουφόβουρλος/ Cyperaceae	-	
<i>Tamus communis</i>	Βρυονιά, αβρωνιά, αβρουονιά, οβριά/ Dioscoreaceae	Χρησιμοποιείται στην ομοιοπαθητική	
<i>Equisetum arvense</i>	Πολυκόμπι/ Equisetaceae	Χρησιμοποιείται στην φαρμακευτική	








<i>Equisetum telmateia</i>	Ουρά του αλόγου/ Equisetaceae	-	
<i>Dorycnium pentaphyllum subsp.</i>	-/ Fabaceae	-	
<i>Medicago arborea</i>	Μηδική η δενδρώδης, τριφυλλόκλαδο/ Fabaceae	Χρήσιμο για την αναθάμνωση άγρον φυσικών βοσκοτόπων	
<i>Medicago sativa</i>	Μηδική/ Fabaceae	Χρησιμοποιείται για την βελτίωση εδάφους και στην βοτανοθεραπευτική	
<i>Trifolium repens</i>	Λευκό τριφύλλι/ Fabaceae	Χρησιμοποιείται στις αναχλώσεις φυσικών βοσκοτόπων και στη δημιουργία τεχνητών λειμώνων	






<i>Vicia sativa</i>	Βίκος/ Fabaceae	Χρησιμοποιείται για παραγωγή σανού, βόσκηση των ζώων ή ενσίρωση και για χλωρή λίπανση	
<i>Fumaria capreolata</i>	-/ Fumariaceae	Ζιζάνιο καλλιεργούμενων ακτών	
<i>Fumaria officinalis</i>	Καπνόχορτο, καπνιά, χιονίστρα/ Fumariaceae	Ζιζάνιο καλλιεργούμενων περιοχών, χρησιμοποιείται στην φαρμακευτική	
<i>Centaurium erythraea Rafn subsp.</i>	Θερμοβότανο/ Gentianaceae	Χρησιμοποιείται στην φαρμακευτική	
<i>Erodium cicutarium L.</i>	Βελονίδα/ Geraniaceae	Καλλωπιστικό, χρησιμοποιείται στην φαρμακευτική	

<i>Geranium molle</i> L.	Καλόγερος/ Geraniaceae	-	
<i>Geranium robertianum</i>	-/ Geraniaceae	Χρησιμοποιείται στην φαρμακευτική	
<i>Pteridium aquilinum</i> L.	Φτέρη/ Hypolepidaceae	Καλλωπιστικό	
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Δωδεκάνθι, σκυλάκι/ Lamiaceae	Μελισσοκομικό είδος	
<i>Lycopus europaeus</i>	-/ Lamiaceae	Αρωματικό, φαρμακευτικό, αρτυματικό, μελισσοκομικό και καλλωπιστικό	






<i>Mentha pulegium</i>	Φλησκούνι, βληχώνι/ Lamiaceae	-	
<i>Prunella vulgaris</i>	-/ Lamiaceae	Αρωματικό, αρτυματικό, φαρμακευτικό, καλλωπιστικό και μελισσοκομικό	
<i>Laurus nobilis</i>	Δάφνη, βάγια/ Lauraceae	Αρωματικό, φαρμακευτικό, αρτυματικό, καλλωπιστικό και μελισσοκομικό	
<i>Malva rotundifolia</i>	-/ Malvaceae	-	
<i>Malva sylvestris L.</i>	Μολόχα/ Malvaceae	Φαρμακευτικό, μελισσοκομικό	








<i>Chelidonium majus</i>	Χελιδόνι/ Papaveraceae	Φαρμακευτικό, ομοιοπαθητικό	
<i>Phytolacca americana</i>	Αγριοσταφίδα, κρεμέζι/ Phytolaccaceae	-	
<i>Plantago major L.</i>	Πεντάνευρο/ Plantaginaceae	Καλλωπιστικό, αρωματικό και φαρμακευτικό	
<i>Arundo donax</i>	Καλάμι, καλαμιά/ Poaceae	Προσφέρεται για βιομάζα σε ενεργειακές καλλιέργειες, χρησιμοποιείται στη Βοτανο- θεραπευτική	
<i>Avena barbata</i>	Αγριοβρώμη/ Poaceae	-	
<i>Dactylis glomerata L.</i>	Δακτυλίδα/ Poaceae	Νομευτικό, υψηλής ζωοτροφικής αξίας	


<i>Hordeum murinum L.</i>	Αγριοστάχυ/ Poaceae	Κοινό ζιζάνιο καλλιεργειών	
<i>Phragmites communis</i>	Νεροκάλαμο/ Poaceae	-	
<i>Piptatherum miliaceum</i>	Γρήγαρη/ Poaceae	-	
<i>Sorghum halepense L.</i>	Βίλιουρας, βέλιουρας, άγριο κεχρί, νταρί/ Poaceae	-	
<i>Rumex acetosa</i>	Ξινολάπαθο/ Polygonaceae	Χρησιμοποιείται στη Βοτανοθεραπευτική	

<i>Rumex acetosella</i>	Ξινάκι/ Polygonaceae	-	
<i>Anagallis arvensis L.</i>	Αναγαλλίδα, περδικούλι/ Primulaceae	Καλλωπιστικό, χρησιμοποιείται στην ομοιοπαθητική και φαρμακευτική	
<i>Clematis vitalba</i>	Αγράμπελη/ Ranunculaceae	Είναι φαρμακευτικό και χρησιμοποιείται στην ομοιοπαθητική και κτηνιατρική	
<i>Rosa canina</i>	Αγριο- τριανταφυλλιά/ Rosaceae	Χρησιμοποιείται στη βοτανο- θεραπευτική και στη φαρμακευτική	
<i>Rubus canescens</i>	-/Rosaceae	Χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική	
<i>Rubus idaeus</i>	Ήμερος βάτος, σμέουρο/ Rosaceae	Χρησιμοποιείται στη βοτανο- θεραπευτική και στη φαρμακευτική	

<i>Rubus sanctus</i>	Βάτοι, βάτα/ <i>Rosaceae</i>	Χρησιμοποιείται στη βοτανο- θεραπευτική και στη φαρμακευτική	
<i>Galium aparine L.</i>	Κολλητσίδα/ <i>Rubiaceae</i>	-	
<i>Rubia peregina</i>	-/ <i>Rubiaceae</i>	Αναρριχώμενο είδος	
<i>Scrophularia nodosa</i>	-/ <i>Scrophulariaceae</i>	Χρησιμοποιείται στην ομοιοπαθητική και φαρμακευτική	
<i>Verbascum densiflorum</i>	Αλεπούσι, φλόμος/ <i>Scrophulariaceae</i>	Χρησιμοποιείται στην ομοιοπαθητική και φαρμακευτική	



<i>Veronica officinalis</i>	-/ Scrophulariaceae	Χρησιμοποιείται στην ομοιοπαθητική και φαρμακευτική	
<i>Solanum nigrum L.</i>	Στύφνος, αγριοντομάτα/ Solanaceae	Ζιζάνιο καλλιεργειών, αρωματικό, φαρμακευτικό και μελισσοκομικό	
<i>Parietaria diffusa</i>	Περδικούλι/ Urticaceae	-	
<i>Parietaria lusitanica L.</i>	-/ Urticaceae	-	
<i>Parietaria officinalis L.</i>	Περδικάκι/ Urticaceae	-	

<i>Urtica dioica</i> L.	Πολυετής τσουκνίδα/ Urticaceae	Χρησιμοποιείται στην ομοιοπαθητική και φαρμακευτική	
----------------------------	--------------------------------------	---	--

**Πηγή:** Ντάφης, 1973· Γκανιάτσα, 1982· Ντάφης και Χατζηστάθης, 1989· Σαρλής, 1994· Σαρλής, 1999

Η περιοχή της Ζαγοράς και κυρίως οι ευρύτερες παρόχθιες περιοχές των υδατορευμάτων αντιμετωπίζουν συχνά το πρόβλημα της διάβρωσης και της γεωολίσθησης, λόγω των πολλών υπόγειων υδάτων και των έντονων σε ποσότητα και ρυθμό κατακρμνησμάτων. Από την πλευρά της βλάστησης θα μπορούσαν να γίνουν κάποιες φυτεύσεις-εμπλουτισμός, οι οποίες θα βοηθούσαν στη λύση του προβλήματος. Υπάρχουν είδη που καταναλώνουν πολύ νερό, όπως τα *Platanus orientalis*, *Alnus glutinosa* και γενικά θα μπορούσαν να προστεθούν κάποια είδη από τα γένη *Salix* (Ιτιές), *Populus* (Λεύκες), *Nerium* (πικροδάφνη), *Arundo* (καλαμιά), τα όποια και θα εξαπλώνονταν φυσικά στην περιοχή.

Τα παραπάνω είδη εκτός από μεγάλη κατανάλωση νερού στηρίζουν τα πρανή της κοίτης των χειμάρρων, οι οποίοι σε έντονες βροχοπτώσεις παράγουν πολλά φερτά υλικά, που μπορούν να προκαλέσουν διάφορες καταστροφές και να αλλάξουν ακόμη και την μορφή της κοίτης. Ο γενικός όμως οικολογικός κανόνας που πρέπει να ισχύει, υποστηρίζει ότι οποιαδήποτε ανθρώπινη παρέμβαση (φυτοτεχνικές διευθετήσεις, εμπλουτισμός με δασοπονικά είδη κ.λπ.) θα πρέπει να αποφεύγεται και να δίνουμε τον χρόνο στη ίδια τη φύση να προνοεί. Θα πρέπει να βρεθεί η χρυσή τομή μεταξύ της τήρησης των περιβαλλοντικών αρχών και της κοινωνικής ευημερίας.

## 6.5 ΤΟ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟ ΚΑΙ ΕΚΒΟΛΙΚΟ ΥΔΡΟΒΙΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ

Οι λεκάνες των υδατορευμάτων δημιουργούνται, συνήθως από τη διάβρωση που προκαλούν τα ίδια τα ύδατα κατά τη διάρκεια της ροής τους προς χαμηλότερα επίπεδα. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις ή προέλευση τους είναι ανεξάρτητη από τη διαβρωτική δράση των υδάτων (Παπουτσόγλου, 1992). Αυτό συμβαίνει, όταν οι ποταμοί και οι χειμάρροι καταλαμβάνουν κοιλάτητες (λεκάνες), που έχουν σχηματισθεί από τη ροή λάβας ή από το πέρασμα παγετώνων ή από αίτια που έχουν τεκτονική προέλευση. Ωστόσο και σ' αυτές ακόμη τις κατά κάποιο τρόπο προκατασκευασμένες λεκάνες, προκαλείται διάβρωση των τοιχωμάτων από τη ροή των υδάτων, που μεταβάλλει την αρχική τους μορφή. Η κύρια προέλευση των υδάτων των χειμάρρων και των ποταμών είναι συνδεδεμένη με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι, χαλάζι) της περιοχής, καθώς και με τη δράση υπόγειων υδάτων (πηγών).

Ένα **χειμαρρικό οικοσύστημα** αποτελεί ένα δυναμικό περιβάλλον, η πολυπλοκότητα του οποίου παρομοιάζεται με εκείνη του λιμναίου περιβάλλοντος και είναι υποδεέστερη αυτής ενός θαλάσσιου οικοσυστήματος. Το **χειμαρρικό περιβάλλον** μπορεί να χωριστεί σε δύο περιοχές: σε αυτή που κατακλύζεται περιοδικά από τα ρέοντα ύδατα και σε αυτή που αποτελεί τις παρόχθιες περιοχές, η οποία είναι στενά και άμεσα συνδεδεμένη με το νερό. Και οι δύο παραπάνω περιοχές λειτουργούν στην πράξη ως ένα και αδιαίρετο σύστημα.

Στην πρώτη περιοχή οι διακυμάνσεις των φυσικών (πχ θερμοκρασία νερού, θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία ατμόσφαιρας, θολότητα, χρώμα κ.λ.π.), χημικών (π.χ συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων, βαρέων μετάλλων κ.λ.π.) και βιολογικών (π.χ ολικά κολοβακτήρια, νηματώδεις, μύκητες, πρωτόζωα κ.λ.π.) της χαρακτηριστικών είναι μεγάλες και ποικίλουν σε διαφορετικά τμήματα

(Παπουτσόγλου, 1992). Το γεγονός αυτό οφείλεται στις απότομες μεταβολές του βάθους και της ροής των υδάτων, καθώς επίσης και στο ανάγλυφο που πολλές φορές παρομοιάζεται με ένα ψηφιδωτό. Αντίθετα στις παρόχθιες περιοχές τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά είναι παρόμοια σε όλα τα τμήματα ενός χειμαρρικού ρεύματος.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους είτε ανταγωνιστικά είτε ευνοϊκά/βοηθητικά. Είναι εκείνα που αποδίδουν την μοναδικότητα, την ξεχωριστή ταυτότητα σε κάθε οικοσύστημα και ακολουθούν μια αλυσίδα. Έτσι όταν μεταβληθεί η τιμή σε ένα από αυτά, τότε επακολουθεί και η μεταβολή στις τιμές των άλλων στοιχείων, με συνέπεια την διατάραξη της δυναμικής ισορροπίας του οικοσυστήματος, "δυναμική" που στις ημέρες μας έχει μετατραπεί σε 'λεπτή' ισορροπία. Τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά μπορεί να έχουν κάποια διαφορετική βαρύτητα σε ότι αφορά την ποιότητα των υδάτων και της ευρύτερης περιοχής, το καθένα όμως χωριστά και όλα μαζί παίζουν τον σπουδαιότερο ρόλο και είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε σε τακτά χρονικά διαστήματα τις ποσότητές τους.

Επίσης σε ότι αφορά την χλωρίδα (δέντρα, θάμνοι, φυτά) και την πανίδα (θηλαστικά, ερπετά, ιχθύδια, μαλάκια, καρκινοειδή κ.λπ.) υπάρχει μεγάλη ποικιλία και σχετίζεται άμεσα με τα γειτονικά οικοσυστήματα, με τα οποία επικρατεί μια δυναμική μεταφορά ενέργειας και προς τις δύο κατευθύνσεις. Η ένταση της μεταφοράς αυτής διαφοροποιείται με το χρόνο και κατευθύνεται από την φυσική επιλογή. Η ενέργεια αυτή έχει να κάνει με θρεπτικά (χημικά) συστατικά, έμβιους οργανισμούς και φυσικούς παράγοντες.

Ένα χειμαρρικό οικοσύστημα εξαρτάται και δέχεται ισχυρές πιέσεις από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, παρεμβάσεις και επεμβάσεις, οι οποίες κατευθύνονται από την σημερινή κοινωνική και οικονομική λογική [κατασκευή τεχνικών έργων (π.χ

φράγματα, δρόμοι κ.α.), τουρισμός, αναψυχή, εκχερσώσεις, εκτεταμένη μη σημειακή ρύπανση από τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, λύματα, κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις κτλ.], από τις μικρομεταβολές του κλίματος, από τις ηπειρογενετικές μετακινήσεις, από την μεταβολή της βλάστησης, από την σύσταση των πετρωμάτων και από το ανάγλυφο της ευρύτερης περιοχής. Επηρεάζεται λοιπόν ουσιαστικά, από τους παραπάνω παράγοντες, η τροφική κατάσταση του χειμάρρου (βλάστηση, μικροοργανισμοί, πτηνά, ζώα), καθώς επίσης και το υδατικό ισοζύγιο, όπου παρατηρείται μια συνεχής συρρίκνωση του όγκου των υδάτων και πτώσης της στάθμης, με ιδιαίτερα σημαντικούς ρυθμούς.

Ο καθένας ξεχωριστά και όλοι μαζί θα πρέπει να βοηθήσουμε στην κατεύθυνση της εντατικής προστασίας των υδατικών οικοσυστημάτων, αφού η επιβίωση του ανθρώπου έχει να κάνει πρωταρχικά με την προστασία, σε γενικότερο επίπεδο, του περιβάλλοντος. Γίνεται λοιπόν επιτακτική η ανάγκη αναπροσδιορισμού των στόχων που έχει θέσει η πολιτεία, όφελος που θα φανεί στο άμεσο μέλλον και θα σχετίζεται με την ποιότητα της ζωής.

#### 6.5.1Οι υδρόβιοι οργανισμοί των ρεόντων υδάτων και της ανώτερης μεσοπαλιρροϊκής ζώνης-Οι βενθικοί οργανισμοί

Οι οργανισμοί που διαβιώνουν στα ποτάμια-χειμαρρικά περιβάλλοντα, δέχονται συνεχώς την επίδραση πολλών και ιδιαίτερων παραγόντων, οι οποίοι εμφανίζονται στα περιβάλλοντα ρεόντων υδάτων, όπως π.χ είναι η δυναμική της ροής των υδάτων που δεν υπάρχει σε άλλα υδάτινα οικοσυστήματα (Παπουτσόγλου, 1992). Η κίνηση του ύδατος δημιουργεί εκείνες τις δυναμικές συνθήκες, που δημιουργούν δυσκολία στην διατήρηση ενός είδους συστήματος διαβίωσης για πολλούς οργανισμούς. Η δυσκολία αυτή εδραιώνεται και από την εμφάνιση του φαινομένου της διάβρωσης, λόγω της

συρτικής δύναμης του νερού, με αποτέλεσμα την μεταβολή τόσο των φυσικών όσο και των χημικών χαρακτηριστικών του ποτάμιου-χειμαρρικού περιβάλλοντος (Παπουτσόγλου, 1992). Στις ανώτερες περιοχές των ρευμάτων η ύπαρξη κοινοτήτων ζωικών οργανισμών είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα και οφείλεται κυρίως στην μεγάλη υδατοαποροή. Αντίθετα στις μεσαίες και κατώτερες περιοχές, μπορεί να υπάρξουν υδρόβιοι οργανισμοί, κυρίως σε μέρη μικρού βάθους και σχεδόν στάσιμα γλυκά ύδατα. Βέβαια σπουδαίο ρόλο στη διαβίωση και ανάπτυξη παίζει η φύση του υποστρώματος (σημαντικό ρόλο, για την αναπαραγωγή), η κλίση και το είδος των ιζημάτων (Παπουτσόγλου, 1992). Θα πρέπει να ειπωθεί ότι στους χειμάρρους η ύπαρξη ζωής είναι δυσμενέστερη, γεγονός που βοηθιέται και από την μεγαλύτερη ροή και την ποσότητα των φερτών υλικών που μεταφέρονται μέσα σε ένα χειμαρρορεύμα. Συνήθως η μεγαλύτερη βιοποικιλότητα παρουσιάζεται στις όχθες των ποταμών και χειμάρρων, δηλαδή στις περιοχές που οι παραπάνω παράγοντες είναι ευνοϊκότεροι για ύπαρξη ζωής.

Σε ένα υδατορεύμα, σύνηθες φαινόμενο είναι η ύπαρξη πλαγκτονικών οργανισμών και κυρίως φυτικών πλαγκτονικών οργανισμών. Σύμφωνα με τελευταίες έρευνες, οι πλαγκτονικοί αυτοί οργανισμοί δεν ανήκουν αποκλειστικά στα ρέοντα ύδατα, αλλά αντιθέτως προέρχονται από τις λίμνες ή από άλλες υδατοσυλλογές, οι οποίες βρίσκονται στην περιοχή της κεφαλής των υδατορευμάτων (Παπουτσόγλου, 1992). Όμως η εμφάνιση και περισσότερο η διατήρησή τους στα ρέοντα ύδατα είναι μικρή σε χρονική διάρκεια και χάνονται γρήγορα. Τα πιο συνηθισμένα φυτικά πλαγκτονικά είδη που απαντώνται σε τέτοιες περιοχές είναι τα *Asterionella Formosa*, *Fragilaria capucina*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fernestrata* και *Melosira granulata*. Σε ότι αφορά τους ζωικούς πλαγκτονικούς οργανισμούς, ο πληθυσμός τους είναι αμελητέος στις

κεφαλές των υδατορευμάτων και συναντώνται κυρίως σε περιοχές που η ροή των υδάτων είναι πολύ μικρή, όπως είναι τα γένη *Rotifera* και *Cladocera*.

Σε ότι αφορά το νηκτόν, στα υδατορεύματα συνήθως απαντώνται πολλά είδη υδρόβιων εντόμων και ψαριών. Επίσης μεγάλη ποικιλία υπάρχει από βάτραχους, χελώνες και υδρόβια ερπετά, όπως φίδια.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ύπαρξη ζωής και βιοποικιλότητας στα ρέοντα ύδατα, εκτός από τους φυσικούς και χημικούς παράγοντες, καθορίζεται και από τις αλληλεπιδράσεις που σημειώνονται μεταξύ των έμβιων κοινοτήτων.

Σε ότι αφορά τους βενθικούς οργανισμούς, αυτοί απαντώνται κυρίως στις χαμηλότερες περιοχές των ρευμάτων, όπου η σύνθεση του υποστρώματος χαρακτηρίζεται από την παρουσία μικρόκοκκων υλικών (άμμος, ιλύς) και το νερό είναι συνήθως θολό (Παπουτσόγλου, 1992). Οι σύνθεση των βενθικών ζωικών οργανισμών είναι σχεδόν όμοια με αυτούς των λιμναίων οικοσυστημάτων. Οι οργανισμοί αυτοί είναι συνήθως προνούμφες εντόμων, πολύχαιτοι (γένος *Tubifex*), μαλάκια και καρκινοειδή (γένη *Sphaerium*, *Pisidium*, *Unio*, *Anodonta*, *Gammarus*).

Στις περιοχές των υδατορευμάτων, όπου η κίνηση των υδάτων είναι πολύ έντονη, παρουσιάζονται βενθικοί οργανισμοί, οι οποίοι είναι προσαρμοσμένοι σε αυτές τις συνθήκες. Τέτοιοι οργανισμοί είναι μερικά είδη φυκιών με μακρόστενα φυλλώματα, διάφορα διάτομα, διάφορα σκουλήκια, όπως και κάποια είδη μαλακίων.

Τα περισσότερα βενθικά ζώα δεν είναι τυχαία κατανεμημένα, αλλά έχουν στενή αλληλεξάρτηση μεταξύ τους και με το περιβάλλον τους, συγκροτούν ευκρινείς συναθροίσεις ή βιοκοινωνίες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από τους οργανισμούς εκείνους που έχουν την εντονότερη παρουσία. Σε πολλές ευδιάκριτες βιοκοινωνίες, οι οποίες συσχετίζονται συνήθως με ορισμένους οικολογικούς

παράγοντες (υπόστρωμα, εποχικές διακυμάνσεις και μέσες τιμές θερμοκρασίας, αλατότητας, φωτός κ.λ.π.) (Παπουτσόγλου, 1992) . Επομένως, η σύνθεση μιας βενθικής βιοκοινωνίας είναι ένας δείκτης των οικολογικών παραμέτρων που επικρατούν στην περιοχή.

Οι βενθικές βιοκοινωνίες δεν είναι τυχαίες συναθροίσεις ειδών, αλλά σταθεροί συνδυασμοί αυτών. Σε μια συγκεκριμένη περιοχή, οι βενθικές βιοκοινωνίες δεν είναι μόνο καθορισμένες από πλευράς συνδυασμού ειδών και ιεραρχικής σημασίας αυτών. Παράλληλες βιοκοινωνίες υπάρχουν σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη ή περιοχές πολύ απομακρυσμένες μεταξύ τους, στις οποίες επικρατούν όμως οι κατάλληλοι συνδυασμοί των περιβαλλοντικών παραγόντων. Σε τέτοιες παρόμοιες βιοκοινωνίες είναι δυνατόν ένα είδος μιας βιοκοινωνίας να αντικαθίσταται από ένα άλλο είδος (οικολογικά ισοδύναμο) μιας άλλης βιοκοινωνίας.

Τέλος οι περιοχές, όπου παρατηρείται η περισσότερη ποσότητα και ποικιλία υδρόβιων οργανισμών, είναι οι περιοχές που αφορούν τα εκβολικά συστήματα των υδατορευμάτων. Στις περιοχές αυτές οι συνθήκες του περιβάλλοντος (φυσικές και χημικές συνθήκες) είναι παρόμοιες με τις συνθήκες των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, οπότε και συναντάμε είδη υδρόβιων οργανισμών, που διαφέρουν από τις ανώτερες και μεσαίες περιοχές των ρεόντων υδάτων και που ανήκουν στα θαλάσσια περιβάλλοντα. Συχνές είναι οι φορές που θαλάσσιοι οργανισμοί μετακινούνται στο εκβολικό οικοσύστημα για κάποιο χρονικό διάστημα, ευνοούμενοι από το εκβολικό μικροπεριβάλλον.

Η μακροπανίδα των εκβολών περιλαμβάνει δύο ευδιάκριτες οικολογικές ομάδες: Στην πρώτη ανήκουν είδη που κατοικούν μόνιμα στο οικοσύστημα (κατά κύριο λόγο ασπόνδυλα), ενώ στη δεύτερη ανήκουν είδη που μεταναστεύουν στη ποταμοκοιλιάδα



αναζητώντας τροφή ή για να αναπαραχθούν (ψάρια, πουλιά). Η συντριπτική πλειοψηφία των βενθικών ασπονδύλων είναι ιζηματοφάγοι ή αιωρηματοφάγοι οργανισμοί, ενώ το ποσοστό των ασπόνδυλων θηρευτών είναι σημαντικά μικρότερο. Έτσι οι βενθικοί οργανισμοί μεταφέρουν ενέργεια από το ίζημα και τους παραγωγούς στους ανώτερους καταναλωτές (ψάρια, πουλιά) και συμβάλλουν με αυτό τον τρόπο σημαντικά στο τροφικό πλέγμα, στην υψηλή παραγωγικότητα του οικοσυστήματος και στη διατήρηση της δυναμικής ισορροπίας.

Τα τελευταία όμως χρόνια παρατηρείται κάποια διαταραχή των πληθυσμών των υδρόβιων οργανισμών που διαβιώνουν στις εκβολές ποταμών ή χειμάρρων, λόγω των ανθρώπινων επεμβάσεων (διαμορφώσεις, τεχνικά έργα, οικισμοί). Πάντως την μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα σε νέο περιβάλλον την έχουν οι βενθικοί οργανισμοί. Η προσαρμοστικότητα αυτή σχετίζεται με την πρόσληψη της τροφής, την αναπνοή, τις μετακινήσεις και άλλες σημαντικές λειτουργίες (Λυκάκης, 1996). Οι βενθικές βιοκοινωνίες μεταβάλλονται και τελικά τροποποιούνται, σε περιπτώσεις ύπαρξης εκβολής ενός ποταμού ή χειμάρρου. Τόσο οι φυσικές όσο οι χημικές και βιολογικές συνθήκες του συγκεκριμένου χώρου μεταβάλλονται σημαντικά, οπότε οι παραμένουν στη περιοχή οι βιοκοινωνίες που ανταπεξέρχονται στις νέες φυσικές συνθήκες και τροποποιούνται, ενώ αντίθετα οι άλλες βιοκοινωνίες χάνονται. Έτσι εμφανίζεται το φαινόμενο στις διπλανές περιοχές (μικρή απόσταση από τις εκβολές) να επικρατούν βιοκοινωνίες με πολύ διαφορετική δομή και κάτω από ουσιαστικά όμοιες περιβαλλοντικές συνθήκες. Το φαινόμενο αυτό ονομάστηκε από τον Sutherland (1974) "εναλλασσόμενες σταθερές καταστάσεις".

Σε ότι αφορά το μεγαλύτερο μέρος της ανώτερης υποπαλιρρικής ζώνης, αυτό αποτελείται από μαλακά ιζήματα, ιλύ και άμμο, ενώ το σκληρό μέρος αποτελεί ένα

πολύ μικρότερο τμήμα της. Τόσο ως προς την έκταση που καταλαμβάνει όσο και αριθμητικά, στην συγκεκριμένη περιοχή κυριαρχούν οι ενδοπανιδικοί οργανισμοί. Οι διακυμάνσεις των περιβαλλοντικών παραγόντων στα νερά της ανώτερης υποπαλιρροϊκής ζώνης είναι μεγαλύτερες σε σύγκριση με τη επιπελαγική ζώνη της θάλασσας. Ο σημαντικότερος παράγοντας που επιδρά στις βιοκοινωνίες του βυθού είναι ο κυματισμός, αφού στα ρηχά νερά, η αλληλεπίδραση των κυμάτων, των ρευμάτων και των αναβλύσεων δημιουργούν αναταράξεις. Οι αναταράξεις αυτές, εκτός από το ότι δημιουργούν μεταβολή της φύσης του υποστρώματος, εμποδίζουν τα παράκτια νερά να υποστούν θερμική στρωμάτωση, εκτός από μικρές χρονικές περιόδους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη θρεπτικών αλάτων, σε ευρεία κλίμακα. Έτσι λοιπόν η παραγωγικότητα σε αυτές τις περιοχές είναι μεγάλη, λόγω της αφθονίας των θρεπτικών συστατικών. Αυτή η υψηλή παραγωγικότητα συντηρεί μεγάλους πληθυσμούς τόσο ζωοπλαγκτού όσο και βενθικών οργανισμών (Nybakken, 2005).

Στις περιοχές της ανώτερης υποπαλιρροϊκής ζώνης, το υπόστρωμα του βυθού και τα βράχια της ακτογραμμής, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλία τοπογραφικών χαρακτηριστικών, με αποτέλεσμα το πλούσιο ανάγλυφο, να δημιουργεί πολλούς πιθανούς οικότοπους (Nybakken, 2005). Σε αυτούς τους οικοτόπους, σε ότι αφορά τους βενθικούς οργανισμούς, συναντάται η ομοταξία Πολύχαιτοι, το φύλο Μαλάκια, το φύλο Εχινόδερμα και το υπόφυλο Καρκινοειδή. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί η θεωρία των παράλληλων βενθικών βιοκοινωνιών (Thorson, 1955), στην οποία αναφέρεται ότι παρόμοιοι τύποι ιζήματος, στα ίδια βάθη, φιλοξενούν παρόμοιες βιοκοινωνίες, ανεξαρτήτως της περιοχής. Βέβαια τα είδη μπορεί να μην είναι ίδια, αλλά είναι πολύ συγγενικά από οικολογική και ταξινομική άποψη. Οι περισσότερες

βενθικές κοινωνίες έχουν μωσαϊκές κατανομές, δηλαδή από διάφορα δείγματα μιας συγκεκριμένης περιοχής έρευνας δεν παρατηρούνται ούτε τα ίδια είδη ούτε η ίδια αφθονία (Nybakken, 2005). Οι βιοκοινωνίες συντηρούνται με την εγκατάσταση προνυμφών από το πλαγκτόν. Το μωσαϊκό αυτής της κατανομής παρατηρείται σε ημερήσια, εποχική και ετήσια βάση. Οι βενθικοί οργανισμοί της ανώτερης υποπαλιρροϊκής ζώνης μπορεί να παίζουν τον ρόλο του αποσταθεροποιητή του υποστρώματος. Μεταβολές στη δομή των βιοκοινωνιών τους συμβαίνουν επίσης είτε μέσω φυσικών (κυματισμός, ρεύματα, θερμοκρασία, αλατότητα, pH κ.λπ.) είτε μέσω βιολογικών παραγόντων (ανταγωνισμός, θήρευση, στρατολόγηση κ.λπ.) ή με συνδυασμό των δύο παραπάνω (Nybakken, 2005).

Σε πολλές περιπτώσεις οι βιοκοινωνίες μπορεί να είναι πολύ σταθερές για μεγάλες χρονικές περιόδους, γεγονός που οφείλεται στην κυριαρχία ενός ή περισσότερων φυσικών παραγόντων, αλλά και στην ύπαρξη ενός κυρίαρχου μακρόβιου ζώου που έχει τον έλεγχο του ίδιου του περιβάλλοντος (Nybakken, 2005).

#### 6.5.2 Το εκβολικό σύστημα – Μια οικολογική ανάλυση

Οι εκβολικές περιοχές είχαν και συνεχίζουν να έχουν στενή σχέση με τον άνθρωπο, αφού σε αυτές τις περιοχές λαμβάνουν χώρα πολλές δραστηριότητες. Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για την έννοια του εκβολικού συστήματος. Ως *εκβολικό σύστημα* ονομάζεται μια κλειστή παράκτια εγκόλπωση, όπου συναντώνται και αναμιγνύονται το γλυκό και το θαλασσινό νερό και επικρατεί μια ελεύθερη επικοινωνία της θάλασσας με το χείμαρρο ή ποταμό (Nybakken, 2005).

Το εκβολικό σύστημα και των τριών χειμάρρων της περιοχής έρευνας «Γεραμπίνη» (Εικόνα 113), «Μεταμόρφωσης του Σωτήρος» (Εικόνα 114) και «Αφέντω»

(Εικόνα 115) αποτελούν κυρίως εποχικό ή παροδικό εκβολικό σύστημα. Αυτό συμβαίνει σε μεσογειακά κλίματα, όπου υπάρχει σαφής διάκριση εποχών ξηρασίας και βροχοπτώσεων. Την εποχή των βροχοπτώσεων, οι εκβολές αυτές μπορεί να δέχονται γλυκά νερά και να έχουν ανοιχτή δίοδο προς τη θάλασσα. Την ξηρή περίοδο η είσοδος γλυκού νερού διακόπτεται τελείως κι έτσι αποξηραίνονται ή παραμένουν στάσιμα, συχνά αποκομμένα από την ανοιχτή θάλασσα με εποχιακές αμμονησίδες. Η διακύμανση της αλατότητας τους είναι χρονική και όχι χωρική.

Το φυσικοχημικό καθεστώς των εκβολικών συστημάτων χαρακτηρίζεται από μεγάλες διακυμάνσεις πολλών παραμέτρων, οι οποίες συχνά δημιουργούν για τους οργανισμούς ένα περιβάλλον καταπόνησης (στρες) (Nybakken, 2005). Αυτός είναι και ο λόγος της μείωσης του αριθμού των μεγάλων σε μέγεθος οργανισμών σε σύγκριση με τους υπόλοιπους θαλάσσιους οικοτόπους. Ο Barnes (1974) σημειώνει, ότι ο αριθμός των ειδών που ζουν στα εκβολικά συστήματα είναι σημαντικά μικρότερος από εκείνο των γειτονικών θαλάσσιων ή γλυκών νερών.

Το κύριο χαρακτηριστικό των εκβολικών περιβαλλόντων είναι η διακύμανση της αλατότητας και της θερμοκρασίας (Nybakken, 2005). Η διαβάθμιση της αλατότητας για κάποιο χρονικό διάστημα είναι γεγονός και ποικίλει ανάλογα με την εποχή (εξάτμιση, εισροή γλυκού νερού), την τοπογραφία, και την ποσότητα του γλυκού νερού. Στην μεταβολή αυτή σπουδαίο ρόλο παίζει και η παλίρροια, όπου όταν κυριαρχεί η πλημμυρίδα το αλμυρό νερό εμπλουτίζει ψηλά την εκβολή, μετατοπίζοντας τις ισοάλες προς τα πάνω. Επίσης υπάρχει και η δύναμη *Coriolis*. Το αποτέλεσμα είναι ότι η δύναμη αυτή εκτρέπει το γλυκό νερό δεξιά του παρατηρητή που κοιτά προς την ανοικτή θάλασσα. Αλλά και το θαλασσινό νερό που εισέρχεται στο σύστημα εκτρέπεται προς τα αριστερά του ίδιου παρατηρητή. Αυτό έχει σαν

αποτέλεσμα δύο σημεία που βρίσκονται συμμετρικά στην ακτή της εκβολής, να έχουν σημαντικά διαφορετική τιμή αλατότητας. Ακόμη η θερμοκρασία των εκβολικών συστημάτων ποικίλει περισσότερο από εκείνη των γειτονικών ακτών. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο μικρότερο συνήθως όγκο νερού και στη μεγαλύτερη επιφάνειά της, με αποτέλεσμα το νερό να ψύχεται και να θερμαίνεται γρηγορότερα κάτω από τις επικρατούσες ατμοσφαιρικές συνθήκες. Συγκρινόμενοι με τη γειτονικήθάλασσα, οι ποταμοί και χείμαρροι είναι ψυχρότεροι το χειμώνα και θερμότεροι το καλοκαίρι. Έτσι το γλυκό νερό που εμπλουτίζει το θαλάσσιο χώρο, μεταβάλλει τη θερμοκρασία του, δηλαδή τον παγώνει περισσότερο το χειμώνα και τον ζεσταίνει περισσότερο το καλοκαίρι. Έτσι το θερμοκρασιακό εύρος στην περιοχή συνάντησης της εκβολής με τη θάλασσα είναι μεγαλύτερο, αλλά και πιο εύκολα μεταβαλλόμενο. Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός της δράσης των κυμάτων και των ρευμάτων, όπου καθώς το εκβολικό σύστημα περιβάλλεται από ξηρά στις τρεις πλευρές του, η απόσταση που μπορεί να δράσει ο άνεμος, για να δημιουργήσει κυματισμό, είναι ελάχιστη, σε σύγκριση με την ανοικτή θάλασσα. Το μικρό επίσης βάθος εμποδίζει την ανάπτυξη μεγάλων κυμάτων και ισχυρών ρευμάτων. Τα ρεύματα κυρίως παρατηρούνται στην παλίρροια και στην εισροή του γλυκού νερού.

Η πρωτογενής παραγωγή ενός εκβολικού συστήματος βασίζεται στο φυτοπλαγκτόν, στο βένθος και στους φυκοτάπητες. Ένα τέτοιο σύστημα έχει μεγάλες ποσότητες οργανικής ύλης, μεγάλη αφθονία οργανισμών και υψηλή δευτερογενή παραγωγικότητα. Η μειωμένη πρωτογενής παραγωγικότητα της υδάτινης στήλης, οι έλλειψη φυτοφάγων οργανισμών και η παρουσία μεγάλων ποσοτήτων από θρύμματα, συνηγορούν όλα τα παραπάνω για παραδοχή ότι η βάση του τροφικού πλέγματος στα εκβολικά συστήματα είναι τα θρύμματα (Nybakken, 2005). Πολλοί θρυμματοφάγοι

οργανισμοί αποτελούνται από δίθυρα, γαστερόποδα, πολύχαιτους και αμφίποδα. Τέλος η αφθονία της τροφής και η σχετική σπανιότητα των θηρευτών (ψάρια, πτηνά κ.λπ.) επιτρέπουν στα εκβολικά συστήματα να λειτουργούν ως τόποι ανάπτυξης νεαρών μορφών πολλών ζώων, τα οποία όταν ενηλικιωθούν μετακινούνται σε άλλες περιοχές.



**Εικόνα 113:** Το εκβολικό σύστημα του χειμάρρου «Γεραμπίνη»



**Εικόνα 114:** Το εκβολικό σύστημα του χειμάρρου «Μεταμόρφωση του Σωτήρος»



**Εικόνα 115:** Το εκβολικό σύστημα του χειμάρρου «Αφέντω»

### 6.5.3 Η ευρύτερη περιοχή μελέτης των σταθμών δειγματοληψίας (γεωγραφικά, φυσικά, βιολογικά κα χημικά χαρακτηριστικά)

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης των σταθμών δειγματοληψίας βρίσκεται στις ακτές του Ανατολικού Πηλίου. Οι ακτές του Ανατολικού Πηλίου αποτελούν το κεντρικό τμήμα της Δυτικής πλευράς του Βορείου Αιγαίου, οι οποίες απλώνονται με τεράστια ποικιλία εναλλαγών και έχουν κατεύθυνση από Βορειοδυτικά προς Νοτιοανατολικά. Τα απόκρημνα βράχια, οι πλούσιες αμμουδιές, οι κάβοι και οι πολλές θαλασσοσπηλιές αποτελούν βιολογικό, τουριστικό και αρχαιολογικό ενδιαφέρον και εναλλάσσονται συνεχώς σε μήκος 100 km. Οι ισοβαθείς των 100 και 200 m, ξεκινούν από τη χερσόνησο της Κασσάνδρας (νομός Χαλκιδικής), διασχίζουν τον Θερμαϊκό κόλπο και πλησιάζουν στη συνέχεια πολύ κοντά και παράλληλα προς τις ακτές, ξαναπαίρνοντας ανατολική κατεύθυνση στη περιοχή του διαύλου της νήσου Σκιάθου.

Η περιοχή του Βορειοδυτικού Αιγαίου και ιδιαίτερα αυτή που βρίσκεται προς το μέρος των ακτών του Ανατολικού Πηλίου αναπτύσσει ειδικές συνθήκες, οι οποίες της προσδίδουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Οι ειδικές συνθήκες είναι συγκεκριμένα (Γκαγκάκης, 2000):

1. Η μεγάλη ποικιλία της ποιότητας του βυθού. Οι πλούσιες αμμουδιές, τα βράχια, οι φυκιάδες, οι ξέρες και οι τροκάδες εναλλάσσονται και επιτρέπουν την διαβίωση και αύξηση όλων των ειδών των ψαριών.
2. Η μεγάλη ποικιλία του θαλάσσιου βάθους.
3. Η επικοινωνία του Βορείου Αιγαίου με τη Μαύρη Θάλασσα και τη Προποντίδα, τόπους αναπαραγωγής μεταναστευτικών ψαριών που μετακινούνται από τα Βορά ψυχρά νερά στα ζεστά της Μεσογείου και αντίστροφα.



4. Τα ισχυρά θαλάσσια ρεύματα που συνήθως έχουν κατεύθυνση από Βόρεια προς το Νότο.
5. Η συχνή και δυνατή δημιουργία κυμάτων που εμπλουτίζουν το θαλασσινό νερό με οξυγόνο.
6. Το γεγονός ότι βρίσκεται αρκετά μακριά από αστικά και βιομηχανικά κέντρα κι έτσι η μόλυνση και η ρύπανση του νερού δεν βρίσκονται στα επίπεδα του Θερμαϊκού και του Παγασητικού κόλπου, παρόλο τη συνεχόμενη οικιστική και τουριστική ανάπτυξη.
7. Η ποικιλία του εύρους της θερμοκρασίας [ $9^{\circ}\text{C}$  έως  $24,5^{\circ}\text{C}$  (επιφανειακά)] που οφείλεται κυρίως στην παρουσία πολλών χειμάρρων που εκβάλλουν στη περιοχή και στις πολλές αναβλύσεις παγωμένου νερού από το βυθό.
8. Η ποικιλία του εύρους της αλατότητας [31‰ έως 37‰ (επιφανειακά)], η οποία οφείλεται στους ίδιους παραπάνω λόγους.
9. Η ύπαρξη ενάλιων σπηλαίων.
10. Η έλλειψη εξελιγμένων λιμανιών στην ευρύτερη περιοχή. Το γεγονός αυτό δεν επιτρέπει, την μεγάλη σε κλίμακα, αλιευτική δραστηριότητα, με μεγάλα σκάφη μέσης αλιείας που χρησιμοποιούν συρόμενα και άλλα αλιευτικά εργαλεία μεγάλης αποδοτικότητας και μικρής επιλεκτικής ικανότητας.
11. Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων στα θαλάσσια νερά κοντά στις ακτές του ανατολικού Πηλίου, είναι μεγαλύτερες (περίπου διπλάσιες, λόγω τις εκβολής μεγάλου αριθμού χειμάρρων, στους οποίους μεταφέρονται υπολλείματα λιπασμάτων και εντομοκτόνων, από την έντονη γεωργική δραστηριότητα), σε σχέση με τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών συστατικών στα νερά του υπόλοιπου Αιγαίου.

12. Ο μεγάλη ποικιλία σε φυτοπλαγκτόν, ιχθυοπλαγκτόν και ζωοβένθος, τα οποία αυξάνονται περισσότερο την ανοιξιάτικη και θερινή περίοδο.

Αυτές οι παραπάνω ευνοϊκές προϋποθέσεις, συσσωρευτικά, δεν συναντώνται παρά σε ελάχιστα σημεία της Μεσογείου. Αποτέλεσμα όλων αυτών ήταν η παρουσία στο παρελθόν όλων των ειδών των ψαριών των ελληνικών θαλασσών, εάν εξαιρέσουμε το σκάρο και το σκαρμό. Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια, η αυξημένη ανθρωπογενής επίδραση (τουριστική, οικιστική, γεωργική δραστηριότητα) βοήθησε στη διατάραξη του υδατικού οικοσυστήματος, με δυσμενείς συνέπειες για το περιβάλλον της περιοχής αναφοράς.

6.5.4 Οι επιπτώσεις της πλημμυρικής καταστροφής του έτους 1986 στην ευρύτερη περιοχή της Ζαγοράς, Β. Α. Πήλιο, στην θάλασσα και στην υποπαλιρρική ζώνη

Για την πλημμύρα του 1986 στην ευρύτερη περιοχή του Β.Α Πηλίου, με επίκεντρο την περιοχή της Ζαγοράς, έχουν γίνει πολλές συζητήσεις, σχετικά με τα αίτια της έκτασης της καταστροφής. Πολλά από αυτά τα αίτια επικεντρώνονταν στο γεωγραφικό εύρος, στην ποσότητα της βροχής, στην αλλαγή χρήσης της γης (από δάσος μετατράπηκε σε καλλιέργειες κυρίως μηλιάς και αχλαδιάς), στην πυκνότητα του αγροτικού οδικού δικτύου και στην οικοπεδοποίηση ακόμη και μικρών φυσικών χειμάρρων.

Εκτός από την ευρύτερη ημιορεινή περιοχή, πολλές ήταν και οι συνέπειες από την κάθοδο των παρασυρθέντων υλικών στις ακτές και στην ανώτερη υποπαριακή ζώνη.

Οι συνέπειες αυτές (οι οποίες καθορίστηκαν και εκτιμήθηκαν από το 1987 έως το 1989) μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε φυσικές, ιχθυολογικές και αλιευτικές (Γκαγκάκης, 1990):

### 1. Φυσικές επιπτώσεις (Γκαγκάκης, 1990)

- Οι προσχώσεις (βράχοι, άμμος, ιλύς κ.λπ.), δημιούργησαν δύο ακρωτήρια, μήκους 200 m περίπου, τα οποία μέσα στον πρώτο χρόνο περιορίστηκαν στον βραχώδη ιστό τους.
- Οι αμμώδεις παραλίες καλύφθηκαν από στρώμα αμμολάσπης, μέσα από την οποία προέβαλαν ολόκληροι κορμοί δέντρων, τμήματα βράχων, υλικά παρασυρθέντων κατοικιών κ.λπ. Η εικόνα αυτή βελτιώθηκε στο πρώτο εξάμηνο του 1987, με την αποκομοιδή των δέντρων και των άλλων παρασυρθέντων υλικών, από τους κατοίκους της περιοχής και τους τοπικούς φορείς, αλλά και από τις φουρτούνες που απεκατέστησαν την οριζοντίωση και καθαρότητα των παραλιών.
- Παρατηρήθηκε επίσης το φαινόμενο επιπλέοντες κορμοί δέντρων και ξύλα να φτάσουν μέχρι τις ακτές της Β. Σκιάθου.
- Μη επιπλέοντα δέντρα ή συμπλέγματα δέντρων, λόγω του εναγκαλισμού των των βράχων από τα ριζικά τους συστήματα, βυθίστηκαν σε διάφορα σημεία του βυθού, μέχρι βάθους τουλάχιστον 100 m, δημιουργώντας εστίες φυσικών ψαρότοπων.
- Η ιλύς και άμμος, που προήλθαν από την αποσάθρωση και διαβρωτική δράση των υδάτων, δημιούργησαν αύξηση του πλάτους της κεντρικής παραλίας ‘Χορευτού’ σε 16,5 m κατά μέσο όρο.
- Το βάθος της θάλασσας στην συγκεκριμένη περιοχή, ελαττώθηκε αρχικά κατά 3 m περίπου και τελικά κατέληξε στα 1,6 m. Πρέπει να τονιστεί ότι λόγω της

μετακίνησης της ιλύος και της άμμου από τα θαλάσσια ρεύματα, το βάθος παρουσίαζε και παρουσιάζει ακόμη και σήμερα σημαντικές αυξομειώσεις.

- Επιπλέον η άμμος αποτέλεσε την πρώτη ύλη για το μπάζωμα του αλιευτικού καταφυγίου της περιοχής (περίπου το 1/3 του συνολικού εμβαδού του), καθιστώντας το έτσι ακατάλληλο για ελλιμενισμό σκαφών, βάθους άνω των 2m.
- Οι φερτές ύλες κάλυψαν αρχικά κατά 100% το βυθό της συγκεκριμένης θαλάσσιας περιοχής, καλύπτοντας βράχους, φυκιάδες, τραγάνες κ.λπ., αλλοιώνοντας έτσι την σύνθεση του βυθού.
- Η θολότητα του θαλάσσιου νερού, στο α' τρίμηνο του 1986, ήταν γενική ανεξαρτήτως κυματισμού, ενώ προοδευτικά περιορίστηκε και τώρα εμφανίζεται μόνο σε περιπτώσεις μεγάλων θαλασσοταραχών, φανερώνοντας την ύπαρξη γαιωδών υλικών κάτω από το στρώμα της άμμου στο βυθό.

## 2. Ιχθυολογικές επιπτώσεις (Γκαγκάκης, 1990)

Οι προναφερθείσες μεταβολές τόσο στο βυθό όσο και στον ευρύτερο θαλάσσιο χώρο, ήταν φυσικό να δημιουργήσουν θετικές και αρνητικές μεταβολές που αναφέρονται στη σύνθεση της ιχθυοπανίδας:

### *Αρνητικές επιπτώσεις*

Η επικάλυψη των βραχώδων τμημάτων του βυθού, των φυκιάδων και των ψευδοφυκιάδων, έφερε τον πρώτο χρόνο (1987), πλήρη εξαφάνιση των παρακάτω ειδών ψαριών (πετρόφιλα, φυκόφιλα):

Πέρκα (*Serranus scriba*), Χάνος (*Serranus cabrilla*), Γύλος (*Coris julis*), Γοβιός (*Gobius sp.*), Σαλιάρα (*Blenius sp.*), Καλογρίτσα (*Chromis chromis*), Λύχνος (*Uranoscopus scaber*), Σκορπίνα (*Scorpaena scrofa*), Σμέρνα (*Myraena helena*) και Χειλού (*Labrus sp.*).

και την σημαντική μείωση στα είδη:

Σπάρος (*Diplodus annularis*), Λιθρίνι (*Pagellus Erythrinus*), Μελανούρι (*Oblata melanura*) και Μπαλάς (*Dentex macrophthalmus*).

Η αλλαγή της σύνθεσης του βυθού δικαιολογεί, ως ένα βαθμό, την πλήρη εξαφάνιση της Κατσούλας (*Novacula novacula*), της οποίας η ανάπτυξη απαιτεί λεπτόκοκκη καθαρή άμμο και την μείωση, ως και μηδενισμό, των δύο ειδών Δράκαινας (*Trachinus draco*, *Trachinus vipera*), των οποίων η ανάπτυξη απαιτεί, επίσης καθαρή, χονδρόκοκκη και λεπτόκοκκη άμμο αντίστοιχα.

### **Θετικές επιπτώσεις**

Λόγω της μεταβολής της αλατότητας (αύξηση) και επειδή τα νερά της πλημμύρας συμπαρέσυραν γαιώδη υλικά, τα οποία περιείχαν στοιχεία της τροφικής αλυσίδας που σχετίζονταν με τις διατροφικές συνθήκες των ιχθύων, υπήρξαν και θετικές επιπτώσεις από την καταστροφική αυτή πλημμύρα.

Μερικά είδη ψαριών που είχαν εξαφανιστεί, επανεμφανίστηκαν, π.χ Γοφάρι (*Temnodon saltador*), Λούτσος (*Sphyraena sphyraena*), Σαλούβαρδος (*Phicis blennioides*), Μυλοκόπι (*Umbrina cirrosa*) και Σκαρμός (*Synodus saurus*).

Επίσης παρουσιάστηκε μεγάλη αύξηση και πολλών ιχθυοπληθυσμών, όπου αναζωογόνησε το αλιευτικό ενδιαφέρον των ντόπιων ψαράδων. Τα είδη αυτών των ιχθυοπληθυσμών παρουσιάζονται παρακάτω:

Κουτσομούρα (*Mullus barbatus*), Βακαλάος (*Merluccius merluccius*), Σάλπα (*Boops salpa*), Γλώσσα (*Solea vulgaris*), Συκάκι (*Gadus minutus capelanus*), Κέφαλος (*Mugil cephalus*), Πεσκαντρίτσα (*Lophius piscatorius*), Μουσμούλι (*Pagellus acarne*), Μουρμούρα (*Pagellus mormyrus*), Γόπα (*Boops boops*) και Σαρδέλλα (*Clupea pilchardus*).

Οι αυξήσεις των προαναφερθέντων ιχθυοποθεμάτων πραγματοποιήθηκαν τον πρώτο χρόνο (1987), ενώ το έτος 1988 περιορίστηκαν και το έτος 1989 σχεδόν μηδενίστηκαν βαθμιαία, κυρίως λόγω της παράνομης αλιείας (παράνομη μέθοδος, χρήση εργαλείων, παραβίαση ποσοστώσεων κ.λπ.).

Οι τεράστιοι κορμοί, που οδήγησαν στη δημιουργία φυσικών ψαρότοπων-βιοκοινωνιών, είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση των ιχθυοπληθυσμών μόνο των Χάνων (*Serranus cabrilla*) και των Μπαλάδων (*Dentex macrophthalmus*) και όχι, όπως αναμένονταν από τους ντόπιους ψαράδες, και άλλων εμπορικών ειδών, όπως Λιθρινιών (*Pagellus erythrinus*), Σφυρίδων (*Epinephelus aeneus*) και Συναγρίδων (*Dentex dentex*).

Τέλος παρατηρήθηκε η παρουσία και αύξηση σε μικρά βάθη, μεταναστευτικών κυνηγητικών ψαριών [Τόννος (*Thynnus thynnus*), Παλαμίδα (*Sarda sarda*) κ.λπ.], κυρίως για λόγους που έχουν να κάνουν με τις διατροφικές τους συνήθειες.

### 3. Αλιευτικές επιπτώσεις (Γκαγκάκης, 1990)

Κατά τα έτη 1987 και 1988, η δράση των επαγγελματιών ψαράδων της ευρύτερης περιοχής, στράφηκε στο ψάρεμα με δίχτυα, σε μεσαία και σχετικά μεγάλα βάθη, της Κουτσομούρας (*Mullus barbatus*), του Βακαλάου (*Merluccius merluccius*), της Γλώσσας (*Solea vulgaris*) και του Γοφαριού (*Temnodon saltador*) στις εκβολές των ποταμών και χειμάρρων.

Αρχικά οι αλιευτικές επιδόσεις, με βάση πάντα τις ίδιες αλιευτικές προσπάθειες, τα ίδια αλιευτικά εργαλεία και μεθόδους, αλλά και προσωπικό, στις ίδιες περιοχές, ήταν σημαντικότερες. Από την περίοδο του 1988, οι αλιευτικές επιδόσεις άρχισαν να μειώνονται και τελικά σχεδόν να μηδενίζονται, με αποτέλεσμα οι ψαράδες να στραφούν προς την καλλιέργεια μηλιάς και αχλαδιάς, δυσμενές γεγονός για την μελλοντική κατάσταση, σε ότι αφορά ολόκληρο το περιβάλλον.

Στις ημέρες μας τα αλιευόμενα ιχθύδια, από τους ελάχιστους ψαράδες που έχουν απομείνει, είναι μόνο Σαρδέλλα (*Clupea pilchardus*), Σαβρίδι (*Trachurus trachurus*), Γόπα (*Boops boops*), Τσέρουλα (*Spicara maena*) και Πεσκανδρίτσα (*Lophius piscatorius*). Σπάνια εμφανίζεται, ως αλιευτικό προϊόν, άλλο είδος ψαριού, γεγονός που φανερώνει την φτωχή αλιευτική ποικιλία της ευρύτερης περιοχής.

Σε γενικές γραμμές η αλιευτική εικόνα της ευρύτερης περιοχής είναι απογοητευτική. Σε αυτό το σημείο οδηγείται κυρίως, λόγω της ύπαρξης, αλλά και εδραίωσης της παράνομης αλιείας, παράνομη αλιεία. Αυτή κυρίως περιλαμβάνει την χρησιμοποίηση «δυναμίτη», τη νυχτερινή αλιεία, το ψαροντούφεκο, τους προβολείς και μπουκάλες, αλλά και στη «δήθεν» οστρακοαλιεία. Επίσης η παραπάνω εικόνα της περιοχής, οφείλεται σε μεγάλο βαθμό και στη ρύπανση των εκβολών των ποταμών και χειμάρρων, ρύπανση που εξηγείται από την αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων και

εντομοκτόνων, ρυπαντικές ουσίες, οι οποίες εισρέουν στα γλυκά ύδατα και τελικά καταλήγουν στις εκβολές των ποταμών και χειμάρρων και κυρίως στην υποπαραλιακή ζώνη της θάλασσας. Έτσι λοιπόν γίνεται επιτακτική η ανάγκη από την πολιτεία, να αυξηθεί η προστασία από την παράνομη αλιεία, να τροποποιηθεί, γίνοντας πιο αυστηρή, η νομοθεσία σε ότι αφορά την παράνομη αλιεία, να απαγορευτεί η αλιεία με δίχτυα τον μήνα Μάιο, να μην χορηγούνται άδειες από τους αρμόδιους φορείς για οστρακοαλιεία και να υπάρξει συντονισμένος προγραμματισμός, σχεδιασμός και διαχείριση, με σκοπό την ορθολογικότερη χρήση των φυτοφαρμάκων και εντομοκτόνων από τους ίδιους τους αγρότες. Θα πρέπει να αποτελέσει σκοπό όλων, η περιοχή του Β.Α Πηλίου να μετατραπεί ξανά σε ένα μεγάλο φυσικό «αχθυοτροφείο».

#### 6.5.5 Καταγραφή των αβιοτικών παραμέτρων στην υδάτινη στήλη της περιοχής έρευνας

Τα αποτελέσματα από την καταγραφή των αβιοτικών παραμέτρων στην υδάτινη στήλη της περιοχής έρευνας, κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης δειγματοληψίας, φαίνονται στους παρακάτω πίνακες (Πίνακες 31-34):

**Πίνακες 31:** Τα αποτελέσματα της καταγραφής των αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξύγνο, αλατότητα, αγωγιμότητα και pH), που πραγματοποιήθηκαν στις 25/5/2006 στο θαλάσσιο χώρο, στην εκβολή του χειμάρρου «Γεραμπίνη» και σε βάθος 0,5 m

Σταθμός Νο 1 (βάθος: 0,5 m)	Θαλάσσιος χώρος στην εκβολή του χειμάρρου «Γεραμπίνη»				
<i>Ημερομηνία Δειγματοληπτικής επιχείρησης: 25/5/2006</i>					
	<u>Συμβολικός χαρακτήρας</u>	<u>Μονάδα μέτρησης</u>			
<i>Θερμοκρασία</i>	T	<sup>0</sup> C	21,6	22,1	21,2
<i>Διαλυμένο Οξύγνο</i>	DO	mg/l		9,91	
<i>Αλατότητα</i>	Sal	‰			33,6
<i>Αγωγιμότητα</i>	Cd	mOhm/cm			52,0
<i>pH</i>	-	-	8,05		



**Πίνακες 32:** Τα αποτελέσματα της καταγραφής των αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξυγόνο, αλατότητα, αγωγιμότητα και pH), που πραγματοποιήθηκαν στις 25/5/2006 στο θαλάσσιο χώρο, στην εκβολή του χειμάρρου «Μεταμόρφωση του Σωτήρος» και σε βάθος 0,5 m

Σταθμός Νο 2 (βάθος: 0,5 m)	Θαλάσσιος χώρος στην εκβολή του χειμάρρου «Μεταμόρφωση του Σωτήρος»				
<i>Ημερομηνία Δειγματοληπτικής επιχείρησης: 25/5/2006</i>					
	<u>Συμβολικός χαρακτήρας</u>	<u>Μονάδα μέτρησης</u>			
Θερμοκρασία	T	<sup>0</sup> C	21,0	21,2	21,1
Διαλυμένο Οξυγόνο	DO	mg/lt		10,3	
Αλατότητα	Sal	‰			33,5
Αγωγιμότητα	Cd	mOhm/cm			51,2
pH	-	-	8,1		

**Πίνακες 33:** Τα αποτελέσματα της καταγραφής των αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξυγόνο, αλατότητα, αγωγιμότητα και pH), που πραγματοποιήθηκαν στις 25/5/2006 στο θαλάσσιο χώρο, στην εκβολή του χειμάρρου «Αφέντω» και σε βάθος 0,5 m

Σταθμός Νο 3 (βάθος: 0,5 m)	Θαλάσσιος χώρος στην εκβολή του χειμάρρου «Αφέντω»				
<i>Ημερομηνία Δειγματοληπτικής επιχείρησης: 25/5/2006</i>					
	<u>Συμβολικός χαρακτήρας</u>	<u>Μονάδα μέτρησης</u>			
Θερμοκρασία	T	<sup>0</sup> C	20,9	21,0	20,9
Διαλυμένο Οξυγόνο	DO	mg/lt		9,5	
Αλατότητα	Sal	‰			33,8
Αγωγιμότητα	Cd	mOhm/cm			51,7
pH	-	-	8,31		

**Πίνακες 34:** Τα αποτελέσματα της καταγραφής των αβιοτικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξυγόνο, αλατότητα, αγωγιμότητα και pH), που πραγματοποιήθηκαν στις 25/5/2006 στο θαλάσσιο χώρο της περιοχής του "μάρτυρα" και σε βάθος 0,5 m

Σταθμός N <sub>ο</sub> 4 (βάθος: 0,5 m)	Θαλάσσιος χώρος της περιοχής του "μάρτυρα"				
<i>Ημερομηνία Δειγματοληπτικής επιχείρησης: 25/5/2006</i>					
	<u>Συμβολικός χαρακτήρας</u>	<u>Μονάδα μέτρησης</u>			
<i>Θερμοκρασία</i>	T	<sup>ο</sup> C	20,4	21,2	20,9
<i>Διαλυμένο Οξυγόνο</i>	DO	mg/lt		9,32	
<i>Αλατότητα</i>	Sal	‰			33,7
<i>Αγωγιμότητα</i>	Cd	mOhm/cm			51,3
<i>pH</i>	-	-	8,04		

Στο θαλάσσιο χώρο, ο οποίος βρίσκεται στην εκβολή ενός ποταμού ή χειμάρρου, η θερμοκρασία είναι πιο υψηλή, λόγω της μεγαλύτερης θερμοκρασιακής τιμής των γλυκών υδάτων, τα οποία αναμειγνύονται με τα θαλάσσια. Επίσης η μεγαλύτερη θερμοκρασία επικρατεί στην επιφάνεια της θάλασσας, λόγω της άμεσης επαφής της με τον αέρα (Πανταζής, 2003).

Σε ότι αφορά τη θερμοκρασία μεταξύ των δειγματοληπτικών σταθμών N<sub>ο</sub> 1 έως N<sub>ο</sub> 4, προκύπτουν τα εξής: ο δειγματοληπτικός σταθμός με τη μεγαλύτερη θερμοκρασιακή τιμή είναι ο σταθμός N<sub>ο</sub> 1, ακολουθεί ο σταθμός N<sub>ο</sub> 2, ο σταθμός N<sub>ο</sub> 3 και τελικά ο σταθμός N<sub>ο</sub> 4. Αυτό οφείλεται στο γεγονός της ποσότητας και ταχύτητας ροής του χειμαρρικού νερού, νερό που περιέχει άλλες αβιοτικές αριθμητικές διακυμάνσεις σε σχέση με το θαλασσινό νερό, το οποίο χυνόταν εκείνη την περίοδο στο θαλάσσιο χώρο.

Σε ότι αφορά το διαλυμένο οξυγόνο, η ύπαρξη του στο θαλάσσιο νερό οφείλεται στο φαινόμενο της διάχυσης, δηλαδή στη δέσμευσή του από την ατμόσφαιρα. Το φαινόμενο της διάχυσης ευνοείται από την ταραχώδη κίνηση των υδάτων, που

οφείλεται στους ανέμους και στα ρεύματα. Έτσι λοιπόν στο θαλάσσιο χώρο, ο οποίος βρίσκεται στην εκβολή ενός ποταμού ή χειμάρρου, το διαλυμένο οξυγόνο έχει πιο υψηλή τιμή, που οφείλεται στα γλυκά ύδατα, τα οποία και αναμειγνύονται τελικά με τα θαλάσσια. Γενικά ισχύει ότι η διαλυτότητα του οξυγόνου αυξάνει περίπου κατά 10%, για κάθε μέτρο αύξησης του βάθους της θάλασσας, αφού αυξάνεται η μερική του πίεση και μειώνεται η τιμή της θερμοκρασίας. Το διαλυμένο οξυγόνο αυξάνεται, λόγω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, αλλά ελαττώνεται από την αναπνοή των υδρόβιων οργανισμών (Πανταζής, 2003).

Σε ότι αφορά την τιμή του διαλυμένου οξυγόνου μεταξύ των δειγματοληπτικών σταθμών N<sub>o</sub> 1 έως N<sub>o</sub> 4, προκύπτουν τα εξής: ο δειγματοληπτικός σταθμός με τη μεγαλύτερη τιμή του διαλυμένου οξυγόνου είναι ο σταθμός N<sub>o</sub> 2, ακολουθεί ο σταθμός N<sub>o</sub> 1, ο σταθμός N<sub>o</sub> 3 και τελικά ο σταθμός N<sub>o</sub> 4. Αυτό οφείλεται στο γεγονός της ποσότητας και ταχύτητας ροής του χειμαρρικού νερού (μεγαλύτερη ταχύτητα, συνεπώς νερό εμπλουτισμένο με περισσότερο διαλυμένο οξυγόνο), το οποίο περιέχει άλλες αβιοτικές αριθμητικές διακυμάνσεις σε σχέση με το θαλάσσιο νερό και χύνονταν εκείνη την περίοδο στο θαλάσσιο χώρο.

Η αλατότητα εκφράζει την ολική ποσότητα ανόργανων αλάτων που είναι διαλυμένα στη μονάδα όγκου του νερού και συμβολίζεται με το γράμμα *S* από τη λέξη Salinity. Ορίζεται ως η ολική ποσότητα διαλυμένων ουσιών σε ένα kgρ νερού, θεωρώντας ότι τα ανθρακικά άλατα έχουν μετατραπεί σε οξείδια, τα βρωμιούχα και ιωδιούχα σε χλωριούχα και όλη η οργανική ύλη έχει οξειδωθεί (Πανταζής, 2003). Ο ορισμός αυτός έχει περιορισμένη βιολογική σημασία επειδή δεν εκφράζει τις σχετικές τιμές των ιόντων και την παρουσία ιχνοστοιχείων. Η μέση τιμή αλατότητας στο θαλάσσιο χώρο είναι περίπου 35‰ και είναι αποτέλεσμα περιε-

κτικότητας των ιόντων του νατρίου (Na), μαγνησίου (Mg), ασβεστίου (Mg), καλίου (K), χλωρίου (Cl), στροντίου (Std), βρωμίου (Br), άνθρακα (C) κ.λπ. Γενικά όμως στο θαλάσσιο χώρο υπάρχουν σημαντικές αποκλίσεις από τη μέση τιμή αλατότητας και οφείλονται στην ποσότητα γλυκών νερών (εκβολή ποταμού ή χειμάρρου) που δέχεται μια περιοχή, στις βροχοπτώσεις, στην εξάτμιση, στην τήξη των πάγων και σε άλλους παράγοντες. Η μεγάλη εξάτμιση, συνεπώς και η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αλατότητας, ενώ αντίθετα ο εμπλουτισμός της θαλάσσιας υδάτινης στήλης με γλυκό νερό, έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της αλατότητας (Πανταζής, 2003). Είναι φανερό ότι κοντά στις ακτές, σε κλειστούς κόλπους και λιμνοθάλασσες, καθώς και στις εκβολές ποταμών, η αλατότητα μπορεί να αποκλίνει σημαντικά από τη μέση τιμή της ( $S = 35 ‰$ ).

Η αλατότητα έχει μεγάλη βιολογική σημασία επειδή καθορίζει την ωσμωτική πίεση του υδάτινου περιβάλλοντος. Όλα τα θαλάσσια ζώα έχουν σωματικά υγρά που είναι ισοωσμωτικά προς το θαλασσινό νερό. Από τον κανόνα αυτό εξαιρούνται οι οστεϊχθύες, καθώς και τα θαλάσσια ερπετά, πτηνά και θηλαστικά. Μερικά από τα θαλάσσια ζώα είναι προσαρμοσμένα σε πολύ μικρά εύρη αλατότητας, ενώ άλλα έχουν μεγάλα εύρη ανοχής στην αλατότητα. Τα πρώτα είναι γνωστά ως στενύαλα και τα δεύτερα ως ευρύαλα ζώα (Πανταζής, 2003). Οι οστεϊχθύες που είναι υποωσμωτικοί ως προς το θαλασσινό νερό έχουν ειδικούς φυσιολογικούς μηχανισμούς, οι οποίοι ρυθμίζουν όχι μόνο την υποωσμωτική κατάσταση, αλλά και τη σύνθεση των ιόντων των σωματικών τους υγρών.

Η αλατότητα παίζει σπουδαίο ρόλο στην κατανομή των υδρόβιων οργανισμών. Η χονδροειδής διάκριση των οργανισμών σε ευρύαλα και στενύαλα δεν είναι αρκετή

για την κατανόηση της γεωγραφικής τους κατανομής. Η επίδραση της αλατότητας στην αναπαραγωγή των οργανισμών είναι επίσης σημαντική. Πολλά ζώα που ζουν σε υφάλμυρους βιότοπους (π.χ. σε εκβολές ποταμών) δεν αναπαράγονται εκεί, αλλά σε άλλες θαλάσσιες περιοχές που έχουν μεγαλύτερη αλατότητα. Η αλληλεξάρτηση αυτού του τύπου μεταξύ υφάλμυρων και θαλάσσιων βιότοπων είναι εξαιρετικά λεπτή και ποικίλει από είδος σε είδος.

Ορισμένα άλατα που έχουν κυμαινόμενες συγκεντρώσεις στο θαλασσινό νερό επηρεάζουν αποφασιστικά την κατανομή ορισμένων οργανισμών. Το ασβέστιο είναι ένα σπουδαίο στοιχείο που χρησιμεύει στην κατασκευή σκελετικών οργάνων. Η παρουσία ελεύθερου ασβεστίου στο νερό που είναι διαθέσιμο στους οργανισμούς, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο αυξάνεται η περιεκτικότητα του νερού σε ασβέστιο.

Στην φωτινή υδάτινη ζώνη, λόγω της μεγάλης φωτοσύνθεσης, η αλατότητα (κυρίως η περιεκτικότητα σε άζωτο και φώσφορο) είναι μικρή και παρουσιάζει σημαντικές εποχικές διακυμάνσεις. Το χειμώνα και το καλοκαίρι παρατηρείται αυξημένη αλατότητα, ενώ το αντίθετο συμβαίνει το φθινόπωρο και την άνοιξη. Επιπλέον η μικρή συγκέντρωση αλάτων του φωσφόρου, αζώτου και πυριτίου στα επιφανειακά στρώματα οφείλεται στην έντονη φωτοσύνθεση, στην καταβύθιση των νεκρών οργανισμών (που περιέχουν εγκλωβισμένα τα στοιχεία αυτά) και των περιττωμάτων τους σε μεγαλύτερα βάθη και στο βυθό, καθώς και στην περιορισμένη ανάμιξη των υδάτινων μαζών, ανάλογα με την εποχή και την περιοχή, αλλά και σε άλλους λόγους. Ο εμπλουτισμός των επιφανειακών στρωμάτων εύκρατων θαλασσών και λιμνών με θρεπτικά άλατα γίνεται συνήθως την άνοιξη και οφείλεται στην άνοδο υδάτινων μαζών στην εύρωτη ζώνη από μεγαλύτερα βάθη (Πανταζής, 2003).

Σε ότι αφορά την τιμή της αλατότητας μεταξύ των δειγματοληπτικών σταθμών N<sub>ο</sub> 1 έως N<sub>ο</sub> 4, προκύπτουν τα εξής: ο δειγματοληπτικός σταθμός με τη μεγαλύτερη τιμή αλατότητας είναι ο σταθμός N<sub>ο</sub> 3, ακολουθεί ο σταθμός N<sub>ο</sub> 4, ο σταθμός N<sub>ο</sub> 1 και τελικά ο σταθμός N<sub>ο</sub> 2. Αυτό οφείλεται στο γεγονός της ποσότητας και ταχύτητας ροής του χειμαρρικού νερού, το οποίο και παρουσιάζει άλλες διακυμάνσεις στις τιμές των αβιοτικών παραμέτρων σε σχέση με το θαλασσίνο νερό, όπου χύνονταν εκείνη την περίοδο στο θαλάσσιο χώρο. Δε θα πρέπει να ξεχνάμε την χρήση λιπασμάτων στις γειτονικές περιοχές των χειμαρρικών χώρων, γεγονός που εμπλουτίζει με θρεπτικά συστατικά το γλυκό ύδωρ, το οποίο και εκβάλλει στη θαλάσσια υποπαραλιακή ζώνη, αλλά και την κατασκευή τεχνικών έργων (φράγματα) κατά μήκος, κυρίως του χειμάρρου «Γεραμπίνη», τα οποία περιορίζουν την μεταφορά των θρεπτικών συστατικών.

Σε ότι αφορά το pH του θαλάσσιου ύδατος αυτό κυμαίνεται από 7,5 έως 8,4. Οι μεγαλύτερες τιμές του εμφανίζονται στα επιφανειακά ύδατα, όπου παρατηρείται έντονη κατανάλωση CO<sub>2</sub>, εξαιτίας της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Η τιμή του θαλάσσιου pH παρουσιάζει διακυμάνσεις, οι οποίες οφείλονται στην θερμοκρασία, αλατότητα και υδροστατική πίεση. Αύξηση της αλατότητας, της θερμοκρασίας και της υδροστατικής πίεσης, προκαλεί ελαφριά μείωση της τιμής του pH. Η τιμή του pH επηρεάζεται επίσης από μια σειρά βιολογικών διεργασιών, όπως είναι η φωτοσύνθεση, η αναπνοή, η νιτροποίηση, η απονιτροποίηση, η διάσπαση θεικών, η οξείδωση υδροθείου και η παραγωγή μεθανίου. Σε τιμές του pH μικρότερες της τιμής 4 και μεγαλύτερες της τιμής 11 παρατηρείται άμεση θνησιμότητα στα περισσότερα υδρόβια είδη (Πανταζής, 2003). Έτσι λοιπόν στο θαλάσσιο χώρο, ο οποίος βρίσκεται στην εκβολή ενός ποταμού ή χειμάρρου, το pH έχει πιο υψηλή τιμή, λόγω της ανάμειξης

των θαλάσσιων υδάτων με τα γλυκά ύδατα, τα οποία είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά (αύξηση αλατότητας). Επίσης η υψηλή τιμή του pH οφείλεται και στην αυξημένη τιμή της θερμοκρασίας, λόγω του εμπλουτισμού των θαλάσσιων υδάτων με τα πιο θερμά γλυκά ύδατα (Πανταζής, 2003).

Σε ότι αφορά την τιμή του pH μεταξύ των δειγματοληπτικών σταθμών N<sub>o</sub> 1 έως N<sub>o</sub> 4, προκύπτουν τα εξής: ο δειγματοληπτικός σταθμός με τη μεγαλύτερη τιμή του pH είναι ο σταθμός N<sub>o</sub> 3, ακολουθεί ο σταθμός N<sub>o</sub> 2, ο σταθμός N<sub>o</sub> 1 και τελικά ο σταθμός N<sub>o</sub> 4. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ποσότητα και ταχύτητα ροής του χειμαρρικού νερού, που παρουσιάζει άλλες διακυμάνσεις στις τιμές των αβιοτικών παραμέτρων σε σχέση με το θαλασσίνο νερό, το οποίο και χύνονταν εκείνη την περίοδο στο θαλάσσιο χώρο.

#### 6.5.6 Αποτελέσματα επεξεργασίας και ανάλυσης των δειγμάτων ιζήματος από το θαλάσσιο πυθμένα

##### 6.5.6.1 Αφθονία-σύνθεση της μεγαπανίδας

Από την ανάλυση και επεξεργασία των δειγμάτων αποκαλύφθηκε η ύπαρξη 25 ειδών μεγαπανίδας (παράβαλε Πίνακα 36), τα οποία περιγράφουν τη δομή της συνεύρεσης (Peres 1967, Augier 1982, Dauvin 1992).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί η βιολογική, οικολογική, περιβαλλοντική διαφοροποίηση μεταξύ των σταθμών S1, S2, S3, S4 και των σταθμών R1, R2, γεγονός που οφείλεται στη γεωγραφική θέση των παραπάνω σταθμών, δηλαδή οι τέσσερις πρώτοι βρίσκονται στην ανώτερη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη, ενώ οι δύο τελευταίοι στην εκβολική κοίτη των δύο χειμάρρων. Από τα παραπάνω τα είδη, αυτά τα οποία απαντώνται συχνότερα, σε όλους τους θαλάσσιους σταθμούς, είναι τα εξής πέντε:

*Chaetozone setosa*, *Eurydice affinis*, *Eurydice pulchra*, *Nephtys hombergii* και *Stenothoe marina*. Από τα συγκεκριμένα είδη, αυτό με το μεγαλύτερο συνολικό αριθμό ατόμων σε όλους τους σταθμούς είναι το είδος *C. setosa*, με συνολικό αριθμό 1121/m<sup>2</sup> και ακολουθεί με πολύ μικρή διαφορά το *S. marina*, με συνολικό αριθμό 1105/m<sup>2</sup>. Αντίθετα τα είδη με το μικρότερο συνολικό αριθμό ατόμων σε όλους τους σταθμούς είναι τα *E. affinis* και *E. Pulchra* (521/m<sup>2</sup>). Επίσης είδη, τα οποία δεν απαντώνται καθόλου στους θαλάσσιους σταθμούς, αλλά αντίθετα βρέθηκαν μόνο στις εκβολικές κοίτες των δύο χειμάρρων, είναι τα εξής τέσσερα: *M. gibbosus*, *M. minimus*, *N. latericeus* και *Phyllocomus* sp. Τα άλλα είδη που υπολείπονται βρίσκονται σε κάποιους μόνο θαλάσσιους σταθμούς και σε μικρό αριθμό ανά τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>).

Επιπλέον στους σταθμούς που βρίσκονται στις εκβολικές κοίτες των δύο χειμάρρων, εντοπίστηκαν τα είδη *Chaetopterus uariopedatus*, *C. setosa*, *Crocket* sp., *M. gibbosus*, *M. minimus*, *N. hombergii*, *N. latericeus*, *Phyllocomus* sp. και *Trichobranchus glacialis*. Από τα συγκεκριμένα είδη, αυτό με το μεγαλύτερο συνολικό αριθμό ατόμων στους δύο σταθμούς είναι το είδος *C. setosa*, με συνολικό αριθμό 505/m<sup>2</sup> και ακολουθεί το είδος *M. gibbosus*, με συνολικό αριθμό 442/m<sup>2</sup>. Αντίθετα είδος με το μικρότερο συνολικό αριθμό ατόμων στους δύο σταθμούς είναι τα *C. uariopedatus*, *M. minimus*, *N. latericeus* και *Phyllocomus* sp., με συνολικό αριθμό το καθένα 32/m<sup>2</sup>.

Τα είδη που είναι παρόντα και στους έξι δειγματοληπτικούς σταθμούς είναι τα *C. setosa* και *N. hombergii*, γεγονός που φανερώνει την μεγάλη προσαρμοστικότητα των δύο αυτών ειδών σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Από τα δύο αυτά είδη, το πολυπληθέστερο είναι το *C. setosa*, με συνολικό αριθμό ατόμων 1121/m<sup>2</sup>. Αντίθετα τα



είδη που είναι παρόντα μόνο σε έναν από τους έξι δειγματοληπτικούς σταθμούς είναι τα *Abludomelita* sp., *Barleia rubra*, *Calliostoma gualtierianum*, *Ctenodrilus serratus*, *Eumida sanguinea*, *Haminaea hydatis*, *Macoma cumana*, *M. gibbosus*, *M. minimus*, *N. latericeus*, *Pariambus* sp., *Phyllocomus* sp., *Scalibregma* sp., *Tellina pulchella*, *Tricolia tenuis* και *Turritella communis*, γεγονός που φανερώνει την πολύ μικρή προσαρμοστικότητα σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα των παραπάνω αυτών ειδών. Από αυτά τα παραπάνω είδη περισσότερο σε αριθμό ατόμων απαντάται το *M. gibbosus*, με συνολικό αριθμό 442/m<sup>2</sup> και ακολουθεί το *Abludomelita* sp., με συνολικό αριθμό 95/m<sup>2</sup>, ενώ υπάρχουν πολλά είδη με το μικρότερο συνολικό αριθμό ατόμων, που είναι μόνο 16/m<sup>2</sup> (*B. Rubra*, *C. gualtierianum*, *C. serratus*, *E. sanguinea*, *H. hydatis*, *M. cumana*, *Pariambus* sp., *Scalibregma* sp., *T. pulchella*, *T. tenuis* και *T. communis*).

Οι σταθμοί δειγματοληψίας με τα περισσότερα σε ποικιλία είδη είναι ο σταθμός S3, με συνολικό αριθμό 13 είδη. Αντίθετα ο σταθμός δειγματοληψίας με τα λιγότερα σε ποικιλία είδη είναι ο S1, με αριθμό 5 και ακολουθούν αμέσως μετά, με ποικιλία ειδών 6, οι σταθμοί δειγματοληψίας R1 και R2. Επίσης ο σταθμός δειγματοληψίας με τα περισσότερα σε ποσότητα είδη είναι ο σταθμός S4, με ποσότητα ίση με 1279, αντιθέτως ο σταθμός δειγματοληψίας με τα λιγότερα σε ποσότητα είδη είναι ο σταθμός S1, με ποσότητα ίση με 474 και ακολουθεί με μικρή διαφορά, ο σταθμός R2, με ποσότητα ίση με 505.

Στο σταθμό δειγματοληψίας S1 συναντάμε Πολύχαιτους (αριθμός ειδών: 2) και Αμφίποδα (αριθμός ειδών: 3). Από τους Πολύχαιτους τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων τον έχει το είδος *N. hombergii* (συνολικός αριθμός ατόμων: 10), ενώ αντίθετα τον μικρότερο αριθμό ατόμων τον έχει το είδος *C. setosa* (συνολικός αριθμός ατόμων: 3).

Απο τα Αμφίποδα, τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων τον έχει το είδος *S. marina* (συνολικός αριθμός ατόμων: 8), ενώ αντίθετα τον μικρότερο αριθμό ατόμων τον έχει το είδος *E. affinis* (συνολικός αριθμός ατόμων: 3). Θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι στο σταθμό δειγματοληψίας S1 δεν παρατηρήθηκαν Μαλάκια.

Σε ότι αφορά το σταθμό δειγματοληψίας S2, σε αυτόν συναντάται Πολύχαιτους (αριθμός ειδών: 5) και Αμφίποδα (αριθμός ειδών ατόμων: 3). Προσδιορίζοντας τους Πολύχαιτους στον ίδιο πάντα σταθμό, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *N. hombergii* (συνολικός αριθμός ατόμων: 9), ενώ αντίθετα ο μικρότερος αριθμός ατόμων ανήκει στα είδη *Crocket* sp. και *C. setosa* (συνολικός αριθμός/είδος: 1). Προσδιορίζοντας τα Αμφίποδα, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *E. affinis* (συνολικός αριθμός ατόμων: 18), ενώ αντίθετα ο μικρότερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *E. pulchra* (συνολικός αριθμός ατόμων: 7). Θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι στο σταθμό δειγματοληψίας S2 δεν παρατηρήθηκαν Μαλάκια. Παρατηρούμε δηλαδή μια ομοιότητα των δύο παραπάνω σταθμών (S1 και S2), σε ότι αφορά τη σύνθεσή τους στα είδη των Πολύχαιτων, με τον μεγαλύτερο και μικρότερο αριθμό ατόμων.

Στο σταθμό δειγματοληψίας S3 συναντάμε κυρίως Πολύχαιτους (αριθμός ειδών: 5) και Αμφίποδα (αριθμός ειδών: 4). Προσδιορίζοντας τους Πολύχαιτους στον ίδιο πάντα σταθμό, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *N. hombergii* (συνολικός αριθμός ατόμων: 6), ενώ αντίθετα ο μικρότερος αριθμός ατόμων ανήκει στα είδη *Chaetoderma* sp. και *C. serratus* (συνολικός αριθμός ατόμων/είδος: 1). Προσδιορίζοντας τα Αμφίποδα, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *S. marina* (συνολικός αριθμός ατόμων: 30), ενώ αντίθετα ο μικρότερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *Abludomelita* sp. (συνολικός αριθμός ατόμων: 6). Θα πρέπει

να τονιστεί το γεγονός ότι στο σταθμό δειγματοληψίας S3 παρατηρήθηκε και σημαντικός αριθμός Μαλακίων [(*B. rubra*, *T. pulchella*, *M. cumana* και *C. gualtierianum*), (συνολικός αριθμός ατόμων: 4)], ο μεγαλύτερος από όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας.

Σε ότι αφορά το σταθμό δειγματοληψίας S4, σε αυτόν συναντάμε κυρίως Πολύχαιτους (αριθμός ειδών: 5) και Αμφίποδα (αριθμός ειδών: 4). Αναλύοντας τους Πολύχαιτους στον σταθμό S4, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *C. setosa* (συνολικός αριθμός ατόμων: 31), ενώ αντίθετα ο μικρότερος αριθμός ατόμων ανήκει στα είδη *Chaetoderma* sp., *Scalibregma* sp. και *E. sanguinea* (συνολικός αριθμός ατόμων/είδος: 1). Προσδιορίζοντας τα Αμφίποδα, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *S. marina* (συνολικός αριθμός ατόμων: 16), ενώ αντίθετα ο μικρότερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *Pariambus* sp. (συνολικός αριθμός ατόμων: 1). Στο σταθμό δειγματοληψίας S4 παρατηρήθηκε και σημαντικός αριθμός Μαλακίων [(*T. tenuis*, *H. hydatis* και *T. communis*), (συνολικός αριθμός ατόμων: 3)], ο δεύτερος μεγαλύτερος από όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι σταθμοί δειγματοληψίας R1 και R2, βρίσκονται στην εκβολική κοίτη των δύο χειμάρρων «Γεραμπίνη» και «Μεταμόρφωση του Σωτήρος» αντίστοιχα. Λογικό είναι έτσι η σύνθεση των ειδών τους να μοιάζει πολύ περισσότερο μεταξύ τους και να διαφέρει από όλους του άλλους σταθμούς δειγματοληψίας, λόγω διαφορετικών εδαφολογικών, βιολογικών και περιβαλλοντικών συνθηκών που επικρατούν στις θέσεις των σταθμών. Σε μερικούς σταθμούς οι διαφορές αυτές είναι σημαντικές και σε άλλους μικρές. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός, για τους δύο παραπάνω σταθμών (S3 και S4), ότι παρόλο που συμβαίνει να είναι οι δύο

μόνοι σταθμοί που περιέχουν Μαλάκια, εντούτοις κανένα είδος Μαλακίου δεν είναι το ίδιο.

Στο σταθμό δειγματοληψίας R1 συναντάται κυρίως Πολύχαιτους (αριθμός ειδών: 4). Προσδιορίζοντας τους Πολύχαιτους στον ίδιο πάντα σταθμό, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *C. setosa* (συνολικός αριθμός ατόμων: 6), ενώ αντίθετα ο μικρότερος αριθμός ατόμων ανήκει στα είδη *N. latericeus*, *T. glacialis* και *N. hombergii* (συνολικός αριθμός ατόμων/είδος: 1). Θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι στο σταθμό δειγματοληψίας R1 παρατηρήθηκε από ένα είδος Αμφιπόδων [*M. gibbosus* (συνολικός αριθμός ατόμων: 14)] και ένα είδος Μαλακίων [*M. minimus* (συνολικός αριθμός ατόμων: 1)].

Σε ότι αφορά το σταθμό δειγματοληψίας R2, σε αυτόν συναντάμε κυρίως Πολύχαιτους (αριθμός ειδών: 6). Προσδιορίζοντας τους Πολύχαιτους στον ίδιο πάντα σταθμό, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ανήκει στο είδος *C. setosa* (συνολικός αριθμός ατόμων: 10), ενώ αντίθετα ο μικρότερος αριθμός ατόμων ανήκει στα είδη *C. uariopedatus*, *Phyllocomus* sp., *T. glacialis* και *N. hombergii* (συνολικός αριθμός ατόμων/είδος: 1). Στο σταθμό δειγματοληψίας R2 δεν παρατηρήθηκε κανένα είδος Αμφιπόδων, αλλά και κανένα είδος Μαλακίων. Παρατηρούμε μία σχετική ομοιότητα των δύο παραπάνω σταθμών (R1 και R2), σε ότι αφορά τη σύνθεσή τους στα είδη Πολύχαιτων, με τον μεγαλύτερο και μικρότερο αριθμό ατόμων.

**Πίνακας 36:** Η κατανομή και ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμούς δειγματοληψίας ανά κλάση

ΕΙΔΟΣ	S1	S2	S3	S4	R1	R2
<b>ΜΑΛΑΚΙΑ</b>						
<i>Tellina pulchella</i>			1			
<i>Macoma cumana</i>			1			
<i>Mytilaster minimus</i>					1	
<i>Calliostoma gualtierianum</i>			1			
<i>Barleia rubra</i>			1			
<i>Tricolia tenuis</i>				1		
<i>Haminaea hydatis</i>				1		
<i>Turritella communis</i>				1		
<b>ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ: 8</b>						
<b>ΠΟΛΥΧΑΙΤΟΙ</b>						
<i>Chaetopterus variopedatus</i>		2				1
<i>Crocket</i> sp.		1				2
<i>Chaetozone setosa</i>	3	1	4	31	6	10
<i>Phyllocomus</i> sp.						1
<i>Notomastus latericeus</i>					1	
<i>Trichobranchus glacialis</i>		2	3		1	1
<i>Nephtys hombergii</i>	10	9	6	10	1	1
<i>Chaetoderma</i> sp.			1	1		
<i>Ctenodrilus serratus</i>			1			
<i>Scalibregma</i> sp.				1		
<i>Eumida sanguinea</i>				1		
<b>ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>44</b>	<b>9</b>	<b>16</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ: 112</b>						
<b>ΚΑΡΚΙΝΟΕΙΔΗ</b>						
<i>Eurydice affinis</i>	3	18	7	5		
<i>Eurydice pulchra</i>	6	7	8	12		
<i>Monoculodes gibbosus</i>					14	
<i>Pariambus</i> sp.				1		
<i>Stenothoe marina</i>	8	16	30	16		
<i>Abludomelita</i> sp.			6			
<b>ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>17</b>	<b>41</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>14</b>	<b>0</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ: 157</b>						

Παρακάτω φαίνεται το σημείο από το οποίο πάρθηκαν τα δείγματα τόσο από τους σταθμούς S1 έως S4 (Εικόνα 116) όσο και από τους σταθμούς R1 και R2 (Εικόνα 117), καθώς επίσης και ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας ανά κλάση σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας ανά κλάση (Πίνακες 37-42)



**Εικόνα 116 :** Το σημείο, από το οποίο πάρθηκαν τα δείγματα, κατά τη διάρκεια της δειγματοληπτικής επιχείρησης, στους σταθμούς S1 έως S4

**Πίνακας 37:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμό δειγματοληψίας S1 ανά κλάση

Δειγματοληπτικός Σταθμός S1		
		
Μαλάκια	Πολύχαιτοι	Καρκινοειδή
<i>0</i>	<i>13</i>	<i>17</i>



**Πίνακας 38:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμό δειγματοληψίας S2 ανά κλάση

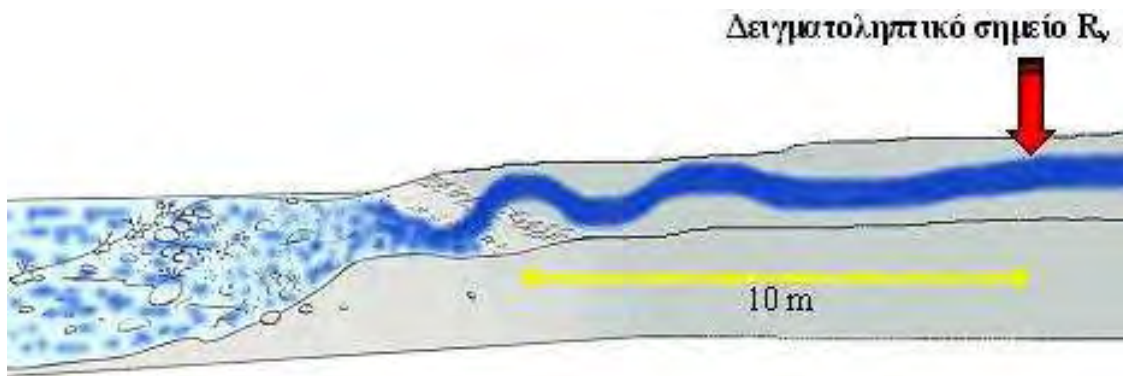
Δειγματοληπτικός Σταθμός S2		
		
Μαλάκια	Πολύχαιτοι	Καρκινοειδή
<i>0</i>	<i>15</i>	<i>41</i>

**Πίνακας 39:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμό δειγματοληψίας S3 ανά κλάση

Δειγματοληπτικός Σταθμός S3		
		
Μαλάκια	Πολύχαιτοι	Καρκινοειδή
<i>4</i>	<i>15</i>	<i>51</i>

**Πίνακας 40:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στους σταθμό δειγματοληψίας S4 ανά κλάση

Δειγματοληπτικός Σταθμός S4		
		
Μαλάκια	Πολύχαιτοι	Καρκινοειδή
3	44	34



**Εικόνα 117 :** Το σημείο, από το οποίο πάρθηκαν τα δείγματα, κατά τη διάρκεια της δειγματοληπτικής επιχείρησης, στους σταθμούς R1 και R2

**Πίνακας 41:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στο σταθμό δειγματοληψίας R1 ανά κλάση

Δειγματοληπτικός Σταθμός R1		
		
Μαλάκια	Πολύχαιτοι	Καρκινοειδή
1	9	14

**Πίνακας 42:** Ο αριθμός των ειδών μεγαπανίδας στο σταθμό δειγματοληψίας R2 ανά κλάση

Δειγματοληπτικός Σταθμός R2		
		
Μαλάκια	Πολύχαιτοι	Καρκινοειδή
0	16	0

#### 6.5.6.2 Ομαδοποίηση (βαθμός συγγένειας) των ειδών κατά Bray-Curtis

Αναλύοντας και επεξεργάζοντας τα δεδομένα της δειγματοληψίας, εφαρμόζοντας το πρόγραμμα H/Y 'Primer', καταλήξαμε στα εξής σχεδιαγράμματα, τα οποία φανερώνουν τη σχέση και ομοιότητα των δειγματοληπτικών σταθμών μεταξύ τους, βασιζόμενοι στη μέθοδο Bray-Curtis (Digby and Kempton, 1987). Έτσι λοιπόν οι δειγματοληπτικοί σταθμοί S1 και S2 ομαδοποιούνται κατά 71,9%, ενώ ο δειγματοληπτικός σταθμός S3 ομαδοποιείται κατά 62,1%, με τους δειγματοληπτικούς σταθμούς S1 και S2. Επιπλέον ο δειγματοληπτικός σταθμός S4 ομαδοποιείται κατά 59,7%, με τους δειγματοληπτικούς σταθμούς S1, S2 και S3. Επίσης οι δειγματοληπτικοί σταθμοί R1 και R2 ομαδοποιούνται κατά 47,8%. Τέλος οι δειγματοληπτικοί σταθμοί S1, S2, S3 και S4 μοιάζουν με τους δειγματοληπτικούς σταθμούς R1 και R2 κατά 27,5%.

Οι δειγματοληπτικοί σταθμοί S1 και S2 εμφανίζονται να μοιάζουν κατά πολύ μεταξύ τους, σε ότι αφορά τη σύνθεση και την ποσότητα της μεγαπανίδας τους, γεγονός που οφείλεται κατά πολύ στην μικρή απόσταση που απέχει η μια εκβολή από την άλλη. Έτσι λοιπόν οι βιολογικές, οικολογικές συνθήκες είναι σε μεγάλο βαθμό παρόμοιες.

Επίσης οι δειγματοληπτικοί σταθμοί S3 και S4 εμφανίζονται να μοιάζουν λίγο λιγότερο μεταξύ τους, αλλά και με τους δειγματοληπτικούς σταθμούς S1 και S2 (διαφορά ομοιότητας: περίπου 10%). Γεγονός φυσιολογικό, αφού ο σταθμός S3 βρίσκεται αρκετά μακριά από τους S1 και S2 και ο σταθμός S4 αποτελεί τον "μάρτυρα".

Και στην περίπτωση αυτή, παρόλο που στο σταθμό S4 δεν εκβάλλει χείμαρρος ή ποταμός, εντούτοις ο σταθμός S4 μοιάζει αρκετά με τον σταθμό S3, λόγω της μικρής απόστασης που απέχουν μεταξύ τους. Θα μπορούσε πάντως να ισχυριστεί κάποιος,



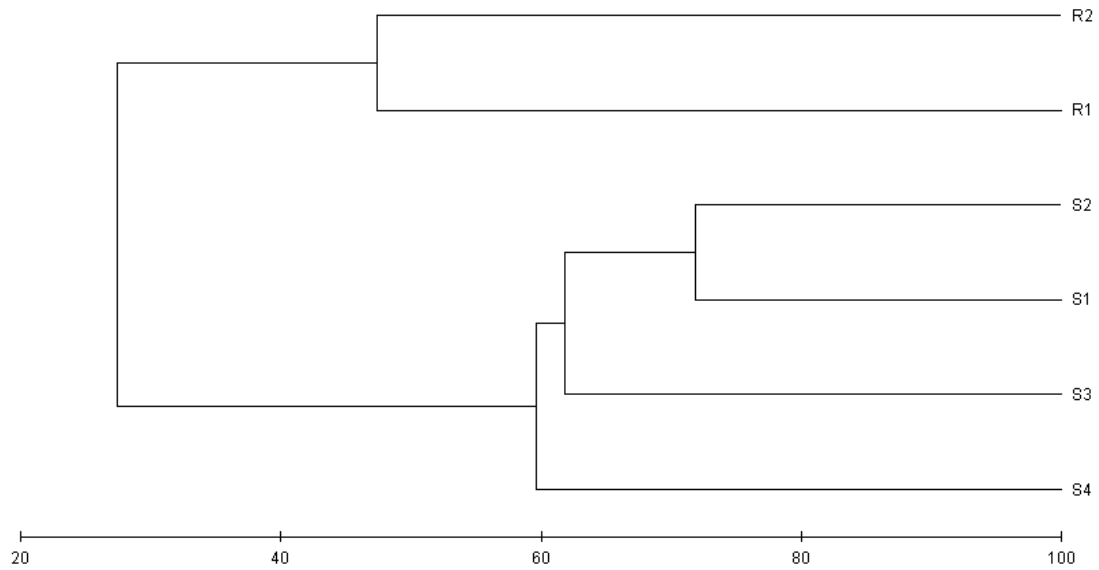
λαμβάνοντας την παραδεκτή υπόθεση, ότι όλοι οι σταθμοί βρίσκονται αρκετά κοντά ο ένας με τον άλλον, πως η ύπαρξη χειμάρρου, σε τελική ανάλυση διαφοροποιεί σε πολύ μικρό ποσοστό (περίπου 3%) την σύνθεση και ποσότητα της μεγαπανίδας στην ανώτερη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη.

Επιπλέον οι δειγματοληπτικοί σταθμοί R1 και R2 εμφανίζονται να μοιάζουν περίπου κατά το ήμισυ μεταξύ τους, σε ότι αφορά πάντα τη σύνθεση και την ποσότητα της μεγαπανίδας τους. Αυτό οφείλεται στο ότι μόνο ο χειμάρρος «Μεταμόρφωσης του Σωτήρος» (R2) περιείχε νερό έως το τέλος της εκβολής του, το οποίο και διαμόρφωσε τελικά ξεχωριστές τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες, ενώ ταυτόχρονα υπήρχε και η πύλη/δίοδος, ώστε τα θαλάσσια μακροβενθικά είδη να εισχωρήσουν προς το εσωτερικό της εκβολής του.

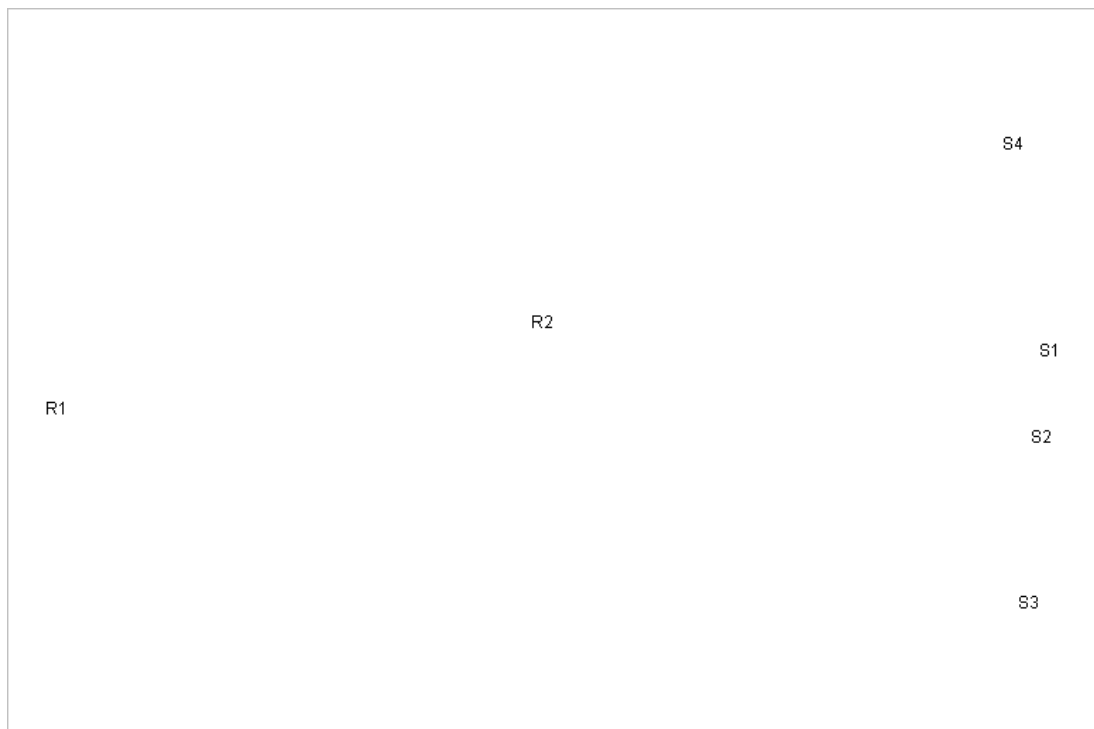
Τέλος σε ότι αφορά τους δειγματοληπτικούς σταθμούς R1 και R2 εμφανίζονται να μοιάζουν με τους υπόλοιπους σταθμούς, που βρίσκονται στο θαλάσσιο χώρο, κατά πολύ λιγότερο (27,8%), γεγονός που οφείλεται στις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες μιας εκβολής και ενός θαλάσσιου χώρου.

Τελικά οι διερευνήσεις της σύνθεσης της μεγαπανίδας τόσο στο θαλάσσιο χώρο της ανώτερης μεσοπαλιρροϊκής ζώνης όσο και στο χώρο της του εκβολικού συστήματος, έδειξαν πως η ύπαρξη των συγκεκριμένων χειμάρρων, δεν παίζει σημαντικό και ουσιαστικό ρόλο στη σύνθεση και ποσότητα της μεγαπανίδας στην ανώτερη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη. Αυτό οφείλεται κυρίως στη περιοδική και μικρή σε ποσότητα τροφοδοσία του θαλάσσιου χώρου με νερό, με αποτέλεσμα να μην επηρεάζονται σημαντικά οι αβιοτικοί παραγόντες του θαλάσσιου χώρου. Γεγονός που επαληθεύεται και από την καταγραφή των αβιοτικών παραγόντων σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας, με ειδικά όργανα, τα οποία έδειξαν μη ουσιαστικές μεταβολές και διακυμάνσεις.

## ΟΜΟΙΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ



Εικόνα 118



Εικόνα 119

**Εικόνες 118-119:** Τα αποτελέσματα της μεθόδου Cluster και MDS (Stress value 0), με βάση τον δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis, για τα δείγματα στους σταθμούς δειγματοληψίας (S1, S2, S3, S4, R1, R2) βάθους 0,5 m

### 6.5.6.3 Ποιοτικοί οικολογικοί δείκτες

Οι **ποιοτικοί οικολογικοί δείκτες** που καθορίστηκαν στην παρούσα βενθική ανάλυση, για την εκτίμηση της ποικιλότητας των ειδών, αποτελούν βασική παράμετρο, για τη περιγραφή μιας συνεύρεσης και παραθέτονται τιμολογιακά στον Πίνακα 43:

**Πίνακας 43:** Οι ποιοτικοί οικολογικοί δείκτες που καθορίστηκαν στην παρούσα βενθική ανάλυση

	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>H'</b>	<b>d</b>	<b>J'</b>
	Η ετήσια διακύμανση της αφθονίας των ειδών	Η ετήσια διακύμανση της αφθονίας των ατόμων	Ο δείκτης γενικής ποικιλότητας	Ο δείκτης αφθονίας των ειδών	Ο δείκτης ομοιόμορφης κατανομής των ατόμων
<b>S1</b>	5	474	1,501	0,649	0,933
<b>S2</b>	8	884	1,658	1,032	0,798
<b>S3</b>	13	1105	1,925	1,712	0,751
<b>S4</b>	12	1279	1,781	1,538	0,717
<b>R1</b>	6	758	1,191	0,754	0,665
<b>R2</b>	6	505	1,247	0,803	0,696

Σε ότι αφορά την **ετήσια διακύμανση της αφθονίας των ειδών (S)** αυτή διακυμαίνεται μεταξύ των σταθμών, από την μικρότερη τιμή 5 στον σταθμό S1, μέχρι τη μεγαλύτερη τιμή 13 στον σταθμό S3. Στο μέσο όρο των τιμών κυμαίνεται η τιμή (=8) που αντιστοιχεί στον σταθμό S2.

Σε ότι αφορά την **ετήσια διακύμανση της αφθονίας των ατόμων (N)** αυτή διακυμαίνεται μεταξύ των σταθμών, από την μικρότερη τιμή 474 στον σταθμό S1, μέχρι τη μεγαλύτερη τιμή 1279 στον σταθμό S4. Κοντά στο μέσο όρο των τιμών κυμαίνεται η τιμή (=884) που αντιστοιχεί στον σταθμό S2.

Από τα παραπάνω δεδομένα συμπεραίνουμε ότι ο σταθμός με υψηλές τιμές και στους δύο παραπάνω οικολογικούς δείκτες είναι ο σταθμός S4, ενώ αντίθετα ο σταθμός με χαμηλές τιμές και στους δύο παραπάνω οικολογικούς δείκτες είναι ο σταθμός S1.

Γεγονός λογικό, αφού ο σταθμός S1 διοχετεύει τον θαλάσσιο χώρο με γλυκό νερό και φερτά υλικά, που μεταβάλλουν το περιβάλλον της περιοχής και κάνουν δύσκολη την επιβίωση πολλών ειδών μεγαπανίδας, λόγω των ακραίων περιβαλλοντικών συνθηκών που αναπτύσσονται. Αντίθετα ο σταθμός S4 αποτελεί τον "μάρτυρα", στον οποίο οι περιβαλλοντικές συνθήκες που αναπτύσσονται ευνοούν την ανάπτυξη και εδραίωση των διαφόρων ειδών μεγαπανίδας.

Σε ότι αφορά το **δείκτη γενικής ποικιλότητας** (Shannon-Wiener, 1963), αποτελεί δείκτη ευρύτερης αποδοχής (Sanders 1968, Pielou 1969, Field 1971, Edwards *et al.* 1972, Burns 1978) και ο οποίος επηρεάζεται όχι μόνο από τον αριθμό των ειδών, αλλά κι από το πόσο ομοιόμορφα είναι κατανεμημένα τα άτομα στα είδη. (Sanders 1968). Ο δείκτης αυξάνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των ειδών κα όσο περισσότερο ομοιόμορφη γίνεται η εκπροσώπισή τους (Edwards *et al.* 1972), ενώ είναι σχετικά ανεξάρτητος από το μέγεθος και την επιφάνεια του δείγματος.

Ο παραπάνω δείκτης κυμαίνεται μεταξύ των σταθμών, από την μικρότερη τιμή 1,191 στον σταθμό R1, μέχρι τη μεγαλύτερη τιμή 1,925 στον σταθμό S3. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι και οι τιμές των σταθμών S2 και S4, προσεγγίζουν τη μέγιστη τιμή (1,658 και 1,781 αντίστοιχα). Επίσης κοντά στο μέσο όρο των τιμών κυμαίνεται η τιμή (=1,501) που αντιστοιχεί στον σταθμό S1.

Σε ότι αφορά το **δείκτη αφθονίας των ειδών** (richness index: d), χρησιμοποιείται για να ελεγχθεί η επίδραση του αριθμού των ειδών στις τιμές της ποικιλότητας.

Ο παραπάνω δείκτης διακυμαίνεται μεταξύ των σταθμών, από την μικρότερη τιμή 0,649 στον σταθμό S1, μέχρι τη μεγαλύτερη τιμή 1,712 στον σταθμό S3. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι και η τιμή του σταθμού S4, προσεγγίζει τη μέγιστη τιμή (=1,538).

Αναλύοντας τα παραπάνω δεδομένα εντοπίζουμε το γεγονός, ότι οι τιμές των δεικτών  $H'$  και  $d$  στον δειγματοληπτικό σταθμό S3 αποτελούν το μέγιστο, ενώ η ελάχιστη τιμή για τους δύο συγκεκριμένους δείκτες προσεγγίζεται στον δειγματοληπτικό σταθμό R1. Σε ότι αφορά το **δείκτη ομοιόμορφης κατανομής των ατόμων** (evenness index:  $J'$ ) (Pielou, 1969), αποτελεί απαραίτητο στοιχείο, αφού δείχνει εάν η διαφορά στην ποικιλότητα οφείλεται σε διαφορετικό αριθμό ειδών ή στον τρόπο κατανομής των ατόμων στα είδη. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημάνουμε πως το  $(\log_2 S)$  αποτελεί τη θεωρητική μέγιστη τιμή του  $H'$ , την οποία θα είχε το δείγμα εάν τα άτομα ήταν ομοιόμορφα κατανεμημένα μεταξύ των ειδών.

Ο δείκτης της ομοιόμορφης κατανομής των ατόμων, στον οποίο η μέγιστη τιμή του είναι η μονάδα, διακυμαίνεται μεταξύ των σταθμών, από την μικρότερη τιμή 0,665 στον σταθμό R1, μέχρι τη μεγαλύτερη τιμή 0,933 στον σταθμό S1, η οποία είναι και με διαφορά η μεγαλύτερη από τις τιμές των υπόλοιπων σταθμών. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι και η τιμή του σταθμού R2, προσεγγίζει τη ελάχιστη τιμή ( $=0,696$ ).

#### 6.5.6.4 Συμπεράσματα-Συζήτηση

Ύστερα από την μελέτη και ανάλυση των δεδομένων από τη δειγματοληψία που συνέβη στις 25/5/2006, βγήκαν τα εξής χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τις αβιοτικές παραμέτρους όσο και για τη δομή και ποσότητα της μεγαπανίδας στις εκβολικές κοίτες των χειμάρρων και στο θαλάσσιο χώρο της ανώτερης μεσοπαλιρροϊκής ζώνης, στον οποίο εισρέει το γλυκό νερό.

Όσον αφορά τις **φυσικοχημικές παραμέτρους**, παρατηρούμε πως αυτές είναι περίπου ίδιες για όλους τους σταθμούς S1 έως S4. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται, λόγω του

γεγονότος ότι όλοι οι σταθμοί βρίσκονται σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους και ο μόνος χείμαρρος, από τον οποίον εισρέει γλυκό νερό προς το θαλάσσιο χώρο (δειγματοληπτικός σταθμός S2), είναι ο χείμαρρος «Μεταμόρφωσης του Σωτήρος». Στο συγκεκριμένο όμως χείμαρρο, επειδή η ποσότητα και η ταχύτητα του γλυκού νερού είναι πολύ μικρή, δεν δημιουργεί ουσιαστική μεταβολή στις αβιοτικές παραμέτρους (θερμοκρασία, αλατότητα, διαλυμένο οξυγόνο, αγωγιμότητα και pH).

Οι **συνευρέσεις** των ειδών της μεγαπανίδας χαρακτηρίστηκαν σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς, από σχετικά μέτρια ποικιλότητα (συνολικά σε όλους τους σταθμούς βρέθηκαν 277 άτομα που ανήκουν σε 25 είδη) και οι πληθυσμοί των ειδών σε κάποιους σταθμούς ήταν αρκετά μεγάλοι, σε σχέση με τους υπόλοιπους [(π.χ τα είδη *C. setosa* (31 άτομα στο σταθμό S4) και *S. marina* (30 άτομα στο σταθμό S3)]. Δε θα πρέπει να αγνοήσουμε το γεγονός πως οι πληθυσμοί των ειδών εξαρτώνται κατά πολύ από τη σταθερότητα του περιβάλλοντος, στο οποίο αναπτύσσονται. Οι περιοχές των σταθμών δειγματοληψίας δέχονται σοβαρές ανθρωπογενείς επιδράσεις που έχουν αλυσιδωτές επιπτώσεις στη συγκρότηση της συνεύρεσης συνολικά.

Όπως φαίνεται η **μικρότερη μικροπεριβαλλοντική μεταβολή** παρουσιάζεται στο σταθμό S3, αφού δεν υπάρχουν κατά μήκος του χείμαρρου έργα διευθέτησης και το γλυκό νερό εισρέει για μικρό χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του έτους. Αντίθετα, η μεγαλύτερη μικροπεριβαλλοντική μεταβολή παρουσιάζεται στο σταθμό S1 και R1, οι οποίοι επηρεάζεται κατά πολύ από τις ανθρωπογενείς επιδράσεις (τουρισμός, υδραυλικά έργα κ.λπ.).

Η **ανάλυση Cluster** δίνει μία ομαδοποίηση, η οποία χωρίζεται σε πέντε ομάδες δειγματοληπτικών σταθμών. Η μία ομάδα αποτελείται από τους σταθμούς S1 και S2 (ποσοστό ομαδοποίησης: 71,9%), ενώ η δεύτερη ομάδα αποτελείται από τους

σταθμούς S3 με τους σταθμούς S1 και S2 (ποσοστό ομαδοποίησης: 62,1%). Η τρίτη ομάδα αποτελείται από τον σταθμό S4 με τους σταθμούς S1, S2 και S3 (ποσοστό ομαδοποίησης: 59,7%). Η τέταρτη ομάδα αποτελείται από τους σταθμούς R1 και R2 (ποσοστό ομαδοποίησης: 47,8%). Τέλος η πέμπτη και τελευταία ομάδα αποτελείται από τους σταθμούς S1, S2, S3 και S4 με τους σταθμούς R1 και R2 (ποσοστό ομαδοποίησης: 27,5%).

Όλα τα παραπάνω ποσοστά δείχνουν πως τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, η ύπαρξη του ολοκληρωμένου εκβολικού συστήματος δεν διαφοροποιεί σημαντικά και ουσιαστικά το μικροπεριβάλλον του θαλάσσιου χώρου της ανώτερης μεσοποπαλιρροϊκής ζώνης του και άρα τη δομή και λειτουργία της μεγαπανίδας. Δε θα πρέπει να ξεχνάμε βέβαια πως η ποσότητα και η ταχύτητα του γλυκού νερού ήταν πολύ μικρή και δεν δημιουργούσε ουσιαστική μεταβολή στις αβιοτικές, αλλά και στις βιοτικές παραμέτρους.

Όσον αφορά τους σταθμούς R1 και R2 εμφανίζονται να μοιάζουν περίπου κατά το ήμισυ μεταξύ τους, γεγονός που οφείλεται, όπως ειπώθηκε και παραπάνω, στο ότι μόνο ο χειμάρρος «Μεταμόρφωσης του Σωτήρος» (R2) περιείχε γλυκό νερό έως το τέλος της εκβολή του. Το γεγονός αυτό διαμόρφωσε τελικά ξεχωριστές τοπικές μικροπεριβαλλοντικές συνθήκες, ώστε να δημιουργηθεί η πύλη/δίοδος για τα θαλάσσια μακροβενθικά είδη και να εισχωρήσουν τελικά προς το εσωτερικό της εκβολής του είτε θελημένα είτε αθέλητα, με την επίδραση των κυμάτων. Επίσης οι δειγματοληπτικοί σταθμοί R1 και R2 εμφανίζονται να μοιάζουν με τους υπόλοιπους σταθμούς, που βρίσκονται στο θαλάσσιο χώρο, κατά πολύ μικρό ποσοστό (27,5%), γεγονός που οφείλεται στις ουσιαστικές διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες μιας εκβολής και

ενός θαλάσσιου χώρου, συνυπολογίζοντας και τη μεγαλύτερη ανθρώπινη πίεση που δέχονται τα εκβολικά συστήματα των συγκεκριμένων χειμαρρικών ρευμάτων.

Ο δειγματοληπτικός σταθμός S4 παρουσιάζει **υψηλή ετήσια διακύμανση της αφθονίας των ατόμων**, αλλά και των ειδών, γεγονός που σημαίνει ότι ο συγκεκριμένος σταθμός αποτελεί περιβαλλοντικό χώρο, ιδιαίτερα προσιτό στη διαβίωση και στη δημιουργία κοινωνιών διαφόρων ειδών ζωοβένθους. Το παραπάνω επίπεδο ακολουθούν οι σταθμοί S3 και S2 αντίστοιχα, ενώ υπολείπεται ο σταθμός S1 από τους σταθμούς που ανήκουν στο θαλάσσιο χώρο. Το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει στους δειγματοληπτικούς σταθμούς R2 και R1 αντίστοιχα, αφού αποτελούν εσωτερικά τμήματα του εκβολικού συστήματος, τμήματα, τα οποία διαφέρουν κατά πολύ περιβαλλοντικά, σε σύγκριση με το θαλάσσιο χώρο.

Επίσης στο δειγματοληπτικό σταθμό S3 εμφανίζεται **αυξημένος αριθμός ειδών**, στα οποία η εκπροσώπησή τους στο χώρο, είναι σημαντικά ομοιόμορφη. Επιπλέον **η επίδραση του αριθμού των ειδών στη βιοποικιλότητα**, είναι η μεγαλύτερη, γεγονός φυσιολογικό, λόγω του μεγάλου αριθμού ειδών και ατόμων ανά είδος. Τον σταθμό S3 ακολουθούν, σε ότι αφορά τα παραπάνω αποτελέσματα, ο σταθμός S4, ενώ υπολείπεται ο σταθμός S2 από τους σταθμούς που ανήκουν στο θαλάσσιο χώρο. Τα αντίθετα αποτελέσματα εμφανίζονται στους δειγματοληπτικούς σταθμούς R1 και R2 αντίστοιχα.

Τέλος στο δειγματοληπτικό σταθμό S1 και συνέχεια στο δειγματοληπτικό σταθμό S2, εμφανίζεται **η μεγαλύτερη ομοιόμορφη κατανομή των ατόμων ανά είδος**, γεγονός που διαφοροποιείται στο ακριβώς αντίθετο, με μεγάλη διαφορά από τον σταθμό που βρίσκεται στην πρώτη θέση, στο δειγματοληπτικό σταθμό R1. Βέβαια στο συμπέρασμα αυτό βοηθάει και ο μικρός αριθμός ειδών που παρουσιάζεται στους



δειγματοληπτικούς σταθμούς S1 και S2. Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός του σταθμού S3, στον οποίο, ενώ που η αφθονία των ειδών του είναι η μεγαλύτερη, παρόλα αυτά η κατανομή των ατόμων τους είναι σημαντικά ομοιόμορφη.

## 6.6 ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ ΣΤΑ ΡΕΟΝΤΑ ΥΔΑΤΑ, ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Με σκοπό τη βελτίωση και ανάπτυξη της βιοποικιλότητας των υδρόβιων οργανισμών στα διάφορα υδατορεύματα, θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν **διάφοροι χειρισμοί**, οι οποίοι είναι οι εξής (Νεοφύτου, 1997):

### 1. Σταθεροποίηση των οχθών

Η διάβρωση των οχθών της κοίτης των υδατορευμάτων αποτελεί μια από τις κύριες αιτίες δημιουργίας φερτών υλικών που εισέρχονται μέσα σε αυτά. Οι διάφορες ανθρώπινες παρεμβάσεις και επεμβάσεις πάνω στις όχθες των ρευμάτων, όπως είναι η καταστροφή της παρόχθιας βλάστησης, οδηγούν στην αποσταθεροποίηση τους, με αποτέλεσμα να αυξάνεται κατά πολύ η διαβρωτική δύναμη του νερού. Για το λόγο αυτό οι διάφοροι χειρισμοί, οι οποίοι πρέπει να γίνουν, θα πρέπει να αφορούν διάφορα έργα συγκράτησης των φερτών υλικών, δηλαδή έργα σταθεροποίησης του εδάφους των περιοχών απ' όπου προέρχονται τα υλικά αυτά. Τα διάφορα φυτοκομικά και τεχνικά έργα για τη σταθεροποίηση των οχθών, όπως είναι τα έργα κατά μήκος των οχθών, συντελούν στην απομάκρυνση των νερών από αυτές. Έτσι λοιπόν στην περίπτωση του χειμάρρου «Γεραμπίνη», βλέπουμε πως η σταθεροποίηση των οχθών και η αποτροπή της παραγωγής φερτών υλικών έχει πραγματοποιηθεί με την κατασκευή των 21 φραγμάτων βαθμίδωσης της κοίτης. Ο εμπλουτισμός της περιοχής με φυτικά είδη, αν

και συνίσταται για περιοχές με πολύ μεγάλη διατάραξη, εντούτοις μια τέτοια σκέψη θα πρέπει να απομακρυνθεί.

## **2. Βελτίωση των συνθηκών του περιβάλλοντος**

Η βελτίωση ενός ρέοντος ύδατος γίνεται συνήθως μέσα στην κοίτη του, όπου με διάφορους ορθολογικούς χειρισμούς μπορούν να βελτιωθούν οι συνθήκες διαβίωσης των υδρόβιων οργανισμών.

Αυτό μπορεί να γίνει με εκτεταμένα βελτιωτικά προγράμματα των κοιτών των υδατορευμάτων. Σκοπό θα πρέπει να αποτελεί η βελτίωση της ποιότητας των υδάτων, η αποτροπή της διατάραξης του περιβάλλοντος, η δημιουργία καταφυγίων και χώρων αναπαραγωγής και η αποτροπή της μόλυνσης του οικοσυστήματος. Θα πρέπει να υπάρξει περισσότερη φύλαξη, αλλά και να προσαρμοστεί και να γίνει περισσότερο αυστηρή η νομοθεσία, σε ότι αφορά το δασικό και περιβαλλοντικό δίκαιο. Τέλος θα πρέπει να αναπτυχθεί μια φιλοπεριβαλλοντική συνείδηση στον κόσμο γύρω από το περιβάλλον των ρεόντων υδάτων.

## **7 ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

Τα έργα διευθέτησης, όπως και κάθε ανθρώπινη ενέργεια άλλωστε, περικλείουν αντιθέσεις. Δηλαδή μαζί με τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από αυτά, όπως προστασία μιας περιοχής από το φαινόμενο των πλημμυρών, αύξηση της ποιότητας των νερών και φυσικά το ενεργειακό όφελος, ακολουθούν τις περισσότερες φορές διάφορες σημαντικές αρνητικές επιδράσεις για το περιβάλλον, όπως ιδιαίτερη μεταβολή του οικοσυστήματος τόσο σε χλωρίδα όσο και σε πανίδα της ευρύτερης περιοχής, μείωση σε μεγάλο ποσοστό του βιότοπου, διατάραξη της τροφικής αλυσίδας-

των τροφικών επιπέδων, μείωση της παραγωγικότητας και της βιοποικιλότητας και πτώση των ζωικών πληθυσμών. Τέλος σε πολλές περιπτώσεις εμφανίζεται και αύξηση της ροής των υδάτων και φυσικά το φαινόμενο της διάβρωσης.

Σε ότι αφορά την περιοχή έρευνας, αυτή ανήκει στο χειμμαρικό περιβάλλον τύπου G-I, όπου οι κλιματικές συνθήκες είναι ήπιες και η βλάστηση αποτελείται κυρίως από πλατύφυλλα. Η μορφολογία του εδάφους και η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου είναι μεσαία, η υδατοπαροχή κρίνεται αρκετά μικρής ποσότητας και συχνότητας, που συχνά μηδενίζεται κατά τη θερινή περίοδο, η στερεοπαροχή είναι μέτριας έντασης, τα χειμαρρικά φαινόμενα, που δρουν στο χώρο, κρίνονται από έντονη επιφανειακή διάβρωση, σημαντική χαραδρωτική και πρηνική διάβρωση, καθώς και από συχνές αποσαθρώσεις και γεωκατακρημνίσεις.

Από την πραγματοποιηθείσα έρευνα προκύπτει ότι η λεκάνη απορροής του ρεύματος «Γεραμπίνη» δέχεται σημαντικές σε μέγεθος και ραγδαιότητα βροχοπτώσεις, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη εντόνων διαβρώσεων και την παραγωγή άφθονων φερτών υλικών, τα οποία μεταφέρονται προς τα κατόντη και δημιουργούν σοβαρά προβλήματα σε όλο το μήκος του, καθώς και στο θαλάσσιο αποδέκτη του. Το μέγιστο δυνατό φορτίο φερτών υλικών ή του μέγιστου δυνατού στερεοφορτίου, βάση της μεθόδου Kronfellner-Kraus (1975), το οποίο μπορεί να αποτεθεί στον κώνο πρόσχωσης τους, λόγω έντονης στερεομεταφοράς μετά από έκτακτο πλημμυρικό γεγονός, προσδιορίστηκε για την περιοχή έρευνας σε 55681,512 m<sup>3</sup>.

Από την έρευνα πεδίου καταγράφηκε η εμφάνιση έντονης στερεομεταφορικής δραστηριότητας, η οποία οδήγησε στη μετακίνηση ογκόλιθων μέγιστης διαμέτρου 60cm. Τα κατασκευασμένα φράγματα, από τη Δασικής Υπηρεσία, λειτουργούν αποτελεσματικά και έχουν συγκρατήσει 14305 m<sup>3</sup>, επιτυγχάνοντας τη σταθεροποίηση

της κοίτης. Έτσι λοιπόν έγινε επιτακτική η κατασκευή των έργων διευθέτησης, τα οποία και σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν στην ευρύτερη περιοχή έρευνας, βασιζόμενα στο Γαλλικό δασοτεχνικό σύστημα διευθέτησης.

Σε ότι αφορά το γεωμορφολογικό τύπο συμπεραίνουμε ότι η περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη» ευνοεί την ύπαρξη, ανάπτυξη και βελτίωση πλούσιων ποιοτικά και ποσοτικά κλειστών παρόχθιων βιοτόπων, όπου η ύπαρξη και διεύρυνση στην ευρύτερη περιοχή των υδρονομικών δασών ευνοείται σε σημαντικό βαθμό. Με βάση τη σημερινή κατάσταση, που επικρατεί στην περιοχή του χειμάρρου «Γεραμπίνη», η ισχύς ενός σωστού και επιστημονικά μελετημένου σχεδιασμού της παραπάνω περιοχής, θα δώσει το έναυσμα για την βελτίωση, διεύρυνση και επικράτηση ενός πλούσιου βιότοπου-ευρύτερου οικοσυστήματος.

Η συντριπτική πλειοψηφία των δειγματοληπτικών θέσεων του χειμάρρου «Γεραμπίνη» αποτελούνται από βιότοπο, ο οποίος βρίσκεται σε μέτρια ή κακή κατάσταση. Πάντως σε καμία περίπτωση δε μπορούμε να αγνοήσουμε τη διαφορά των επιπέδων κατάστασης παρόχθιου βιοτόπου τόσο μεταξύ των αντίστοιχων δειγματοληπτικών θέσεων όσο και ως προς το σύνολο, με προβάδισμα φυσικά του φυσικού, με την ελάχιστη ανθρώπινη επίδραση, χειμαρρικού ρεύματος «Αφέντω». Η διαφορά αυτή κυμαίνεται σε ένα επίπεδο κατάστασης. Όμως τόσο η λεκάνη απορροής του χειμάρρου «Γεραμπίνη» όσο και αυτή του χειμάρρου «Αφέντω» ευνοούν την ύπαρξη, ανάπτυξη και βελτίωση πλούσιων ποιοτικά και ποσοτικά κλειστών παρόχθιων βιοτόπων, όπου η εξάπλωση των υδρονομικών δασών διευκολύνεται σε σημαντικό βαθμό. Και στους δύο παραπάνω χειμάρρους η αυξημένη συνδετικότητα που επικρατεί, οδηγεί σε αύξηση της βιοποικιλότητας. Έτσι με σωστή στρατηγική, σχεδιασμό και ενημέρωση από τους αρμόδιους φορείς, γίνεται εφικτή η μεταβολή και εξομοίωση των παραπάνω διαφορών

κατάστασης της παρόχθιας βλάστησης. Σημαντική είναι επίσης και η ποσότητα των υδρόβιων και υδροχαρών φυτών, με ευεργετικές ιδιότητες για τον άνθρωπο, που εντοπίστηκαν στη ευρύτερη περιοχή του «Γεραμπίνη» (Σύνολο: 43 είδη).

Τέλος σε ότι αφορά την ποιότητα και ποσότητα των βενθικών κοινοτήτων που εντοπίζονται στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη, παρατηρούμε πως οι συννευρέσεις των ειδών της μεγαπανίδας χαρακτηρίστηκαν σε όλες τις δειγματοληπτικούς περιοχές, από σχετικά μέτρια ποικιλότητα, αλλά και ποσότητα. Οι διερευνήσεις της σύνθεσης της μεγαπανίδας τόσο στο θαλάσσιο χώρο της ανώτερης μεσοπαλιρροϊκής ζώνης όσο και στο χώρο της του εκβολικού συστήματος, έδειξαν πως η ύπαρξη των συγκεκριμένων χειμάρρων, ως πηγές διοχέτευσης γλυκού νερού, δεν παίζουν σημαντικό και ουσιαστικό ρόλο στη σύνθεση και ποσότητα της μεγαπανίδας στην ανώτερη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη, λόγω της περιοδικής και μικρής σε ποσότητα τροφοδοσίας του θαλάσσιου χώρου με νερό, με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζεται εφικτή η διαφοροποίηση και μεταβολή των αβιοτικών παραγόντων του θαλάσσιου χώρου.

Όμως φαίνεται καθαρά πως σε ότι αφορά τον χείμαρρο «Γεραμπίνη» (στον οποίο έχουν κατασκευαστεί μια σειρά φραγμάτων βαθμίδωσης, αλλά και τοίχοι αντιστήριξης) και στη συνέχεια τον χείμαρρο «Μεταμόρφωσης του Σωτήρος» (στον οποίο έχει οπλιστεί με σκυρόδεμα ο πυθμένας της κοίτης και έχουν κατασκευαστεί τοίχοι αντιστήριξης στο εκβολικό του σύστημα), παρουσιάζεται αρκετά σημαντική μείωση του αριθμού των ειδών, αλλά και των ατόμων της μεγαπανίδας στην ανώτερη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη και στο εσωτερικό του εκβολικού συστήματος.

## 7.1 ΕΡΓΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ

Ο σύγχρονος άνθρωπος έχει ανάγκη από μια σημαντική ποσότητα νερού σε σταθερή βάση για την ικανοποίηση των αναγκών του, η δε σύγχρονη κοινωνία κάνει την εξάρτηση αυτή ακόμη πιο έντονη. Εξάλλου η βιομηχανία, η βιοτεχνία, η γεωργία και η παραγωγή ενέργειας απαιτούν όλο και περισσότερο νερό. Γι' αυτό, οι ποσότητες νερού που έχει ανάγκη η ανθρώπινη κοινωνία αυξάνονται αλματωδώς, ενώ οι υδάτινοι πόροι του πλανήτη μας παραμένουν σταθεροί.

Το νερό όμως δεν αποτελεί μόνο βασικό παράγοντα επιβίωσης του ανθρώπου. Συχνά, γίνεται και εχθρός της ανθρώπινης κοινωνίας, όταν και όπου εμφανίζεται με περίσσεια. Οι πλημμύρες των υδάτινων ρευμάτων προκαλούν συχνά μεγάλες καταστροφές καθώς και ανθρώπινα θύματα.

Διαπιστώνεται καθημερινά, ότι παρά τις προσπάθειες (ιδίως στα αναπτυγμένα κράτη) για την πρόληψη και καταστολή των πλημμυρών και για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας, οι δύο αυτές μάστιγες εξακολουθούν να ταλανίζουν σοβαρά τις ανθρώπινες κοινωνίες.

Για να καταστεί δυνατό να αποτραπούν οι πλημμυρικές καταστροφές και να αντιμετωπισθούν οι μελλοντικές ανάγκες μας σε νερό χρειάζεται ένας ευρύτερος σχεδιασμός και μια κατάλληλη υδατική πολιτική. Εάν θέλουμε να επιβιώσουμε, ως κοινωνία είμαστε υποχρεωμένοι να προσαρμόζουμε τις ανάγκες μας σύμφωνα με τους διαθέσιμους υδάτινους πόρους. Δηλαδή θα πρέπει να καταρτίσουμε υδατικά ισοζύγια για το μέλλον. Για το σκοπό αυτό απαιτούνται υδρολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα από μακρόχρονες παρατηρήσεις, συστηματικές έρευνες των επιφανειακών και των υπόγειων νερών καθώς και των διακυμάνσεών τους, εκτιμήσεις της πληθυσμιακής εξέλιξης των αστικών και των αγροτικών περιοχών, καθώς και

διερεύνηση των προοπτικών της βιομηχανικής ανάπτυξης. Πέρα από αυτά όμως θα πρέπει να έχουμε και επίγνωση των φυσικοχημικών διαδικασιών, σε ότι αφορά τα φυσικά ύδατα. Ο γενικός σχεδιασμός θα συμβάλλει στο να ληφθούν έγκαιρα τα αναγκαία μέτρα από άποψη υδατικής οικονομίας και να καθοριστούν οι προδιαγραφές της μελλοντικής αξιοποίησης των επίγειων και υπόγειων υδατικών πόρων. Ένας τέτοιος σχεδιασμός καλύπτει συνήθως τις ανάγκες μας για ένα διάστημα 50 ετών περίπου και χαράσσει τις γενικές αρχές για την επόμενη 50ετία. Κατά τον σχεδιασμό εξετάζονται ως ενιαία σύνολα ευρείες εκτάσεις και ιδίως ολόκληρες λεκάνες απορροής ποταμών, σε ορισμένες δε περιπτώσεις και ολόκληρες οικονομικές ενότητες, διερευνώνται δε ακόμη και οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τους. Ο σχεδιασμός καθορίζει τα κριτήρια και τα πλαίσια της ακολουθητέας πολιτικής, η οποία πρέπει να προσαρμόζεται συνεχώς στις μεταβαλλόμενες καταστάσεις. Από αυτόν προκύπτουν οι δυνατότητες της μελλοντικής ανάπτυξης των υδατικών πόρων και τα βασικά στοιχεία των έργων, τα οποία θα υλοποιήσουν την υδατική πολιτική. Ο υδατικός προγραμματισμός πρέπει να γίνεται σε στενή συσχέτιση με το γενικό χωροταξικό σχεδιασμό. Πρέπει να αναμένεται, ότι στο μέλλον οι πλημμυρικές καταστροφές θα πολλαπλασιαστούν, λόγω της συνεχούς παρέμβασης του ανθρώπου στη φύση [αύξηση της δομημένης έκτασης, νέα τεχνικά έργα (εξαιρούνται τα έργα διευθέτησης), καταστροφές της βλάστησης κ.λ.π.] και ότι ελάχιστοι νέοι πόροι υπόγειου νερού θα είναι διαθέσιμοι για εκμετάλλευση, επειδή οι υπάρχοντες θα έχουν εξαντληθεί. Κατ' ανάγκη λοιπόν θα πρέπει στο μέλλον να αποφευχθούν πλημμυρικές καταστροφές και να χρησιμοποιηθούν σε μεγαλύτερη έκταση τα επιφανειακά νερά. Αν όμως η ρύπανση των ποταμών και των λιμνών, η οικοπεδοποίηση του ορεινού χώρου και η καταστροφή των δασών προχωρήσουν με τον ίδιο ρυθμό που παρατηρείται σήμερα,

τότε θα βρεθούμε στην ανάγκη να προβλέπουμε δαπανηρά και συχνά αναποτελεσματικά έργα διευθέτησης και εγκαταστάσεις καθαρισμού.

Είναι όμως αδιανόητο να αναζητούμε τρόπους αύξησης των διαθέσιμων ποσοτήτων νερού, χωρίς παράλληλα να δίνουμε την αναγκαία προσοχή στη διατήρηση της καθαρότητας του νερού που βρίσκεται στη φύση, περιλαμβανομένου και του θαλάσσιου νερού. Για το σκοπό αυτό απαιτείται, όχι μόνο η προστασία των υδάτων γενικά, αλλά και ο προσδιορισμός ζωνών ασφαλείας τους. Τα ζητήματα που σχετίζονται με το νερό έπαψαν να αποτελούν αντικείμενα αποκλειστικής δικαιοδοσίας των επιμέρους κρατών. Αυτό γίνεται φανερό και από την απόφαση του Συμβουλίου της Ευρώπης της 6<sup>ης</sup> Μαΐου του έτους 1968 (Ευρωπαϊκός Χάρτης Υδάτων), με την οποία διακηρύσσεται μεταξύ των άλλων και η ανάγκη διακρατικών συμφωνιών στα θέματα του νερού.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Augier H. (1982). Inventory and classification of marine benthic biocenosis of the Mediteranean. Nature and Envir. Series 25: Council of Europe, Strasbourg. 57pp.

Aulitzky H. (1976). Wildbachkunde und methoden der Wildbachverbauung, katastropheneinsatz. Wien.

Bailey R. (1947). Watershed management for flood control in Utah. U.S Forest Service. Misch. Publ. No 639, p. 24.

Bakus J. G. (1990). Quantitative ecology and marine biology. Balkema/Rotterdam.

Barbour MT, Gerritsen J, Snyder BD, Stribling JB. (1999). Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, 2nd edn. EPA 841-B-99-002. US EPA, Office of Water: Washington, D. C.

Barnes R. S. K. (1974). Estuarine biology. Studies in Biology, no. 49. London: Edward Arnold. (Distributed in U.S. by Baltimore: University Park Press).

Boon PJ, Holmes NTH, Maitland PS, Rowall TA, Davies J. (1997). A system for evaluating rivers for conservation (SERCON): development structure and function. In Freshwater Quality: Defining the Indefinable? Boon PJ, Howell DL (eds). The Stationery Office: Edinburgh; 299–326.

Boon PJ, Wilkinson J, Martin J. (1998). The application of SERCON (System for Evaluating Rivers for Conservation) to selection of rivers in Britain. Aquatic Conservation, Marine and Freshwater Ecosystems 8: 597–616.

Boulton AJ. (1999). An overview of river health assessment: philosophies, practice, problems and prognosis. Freshwater Biology 41: 469–479.

Boulton AJ. (1999). An overview of river health assessment: philosophies, practice, problems and prognosis. Freshwater Biology 41: 469–479.

Bunn SE, Davies PM, Mosisch TD. (1999). Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation. Freshwater Biology 41: 333–345.

Burns G. R. (1978). Distribution of benthos in a stagnant estuarine bay. Can. J. Zool., 56(8):1664-1668.

Chow V.T., et all. (1988) Applied Hydrology. Mc Graw International Editions.572 p.

Dauvin J. Cl. (1993). Typologie des ZNIEFF – Mer. Liste des parametres et des biocenoses des cotes francaises metropolitaines. Coll. Patrimoines Naturels, vol. 12. Paris, Secretariat Faune – Flore/MNHN:46p.

Derrua M. (1956). *Precis de geomorphologie*. Paris.

Digby P. G. N. And Kempton R. A. (1987). *Multivariate analysis of ecological communities*. Published by Chapman and Hall. U.K.

Dudgeon D. (1994). The influence of riparian vegetation on macroinvertebrate community structure and functional organization in six New Guinea streams. *Hydrobiologia* 294:65–85.

Edwards R. W., Benson-Evans K., Learner M. A., Williams P. and Williams R. (1972). A biological survey of the river Taff. *Wat. Poll. Control*, No 2:24 pp.

European Commission. (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23rd October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* L327:1–72.

Field L. G. (1971). A numerical analysis of changes in the soft bottom fauna along a transect across False Bay. S. Africa. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 7:215-253.

Galevski W. (1955). La correlation entre les pluies torrentielles et l' intensite de l' erosion, *Annales de l' Ecole Nationale des Eaux et Forets*, XIV. Nancy.

Kronfellner-Kraus G. (1975). “Zur Geschiebebilanzierung”. *Interprävent*.

Kotoulas D. (1972). *Die Wildbache Suddesdeutschlands und Griechenlandes, Teil L. Bericht nr. 25 der versuchsanst. F. Wasserbau d. T.U. Munchen*.

Ladson AR, White LJ, Doolan JA, Finlayson BL, Hart BT, Lake PS, Tilleard JW. (1999). Development and testing of an Index of Stream Condition for waterway management in Australia. *Freshwater Biology* 41: 453–468.

Linsley R, Max K. and P. Joseph. (1975). *Hydrology for Engineers*. 482p. Second Edition.

Margalef R. (1957). La teoria de information en ecologia. *Mem. Real. Acad. Cienc. Artes Barcelona*, 32:373-449.[Information theory in ecology]. *Gen. Syst.*, 3:36-71 (1958) (translated).

Tyler Miller G., JR. (1999). Βιώνοντας το περιβάλλον II, Προβλήματα περιβαλλοντικών συστημάτων. Ένατη έκδοση. Εκδόσεις Ίων, 179-206:328-347. Αθήνα.

Meyer–Peter E., Muller R. (1949). Eine Formel zur Berechnung des Geschiebetriebe. Schweiz. Bauzeitung, Nr. 3.

Muller E. (1997). Mapping riparian vegetation along rivers: old concepts and new methods. *Aquatic Botany* 58:411–437.

Munne A., Prat N., Sola C., Bonada N. and Rieradevall M. (2002). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. Wiley Inter Science. Spain

Naiman RJ, Decamps H. (1997). The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 28:621–658.

Naiman RJ, Decamps H, Pollock M. (1993). The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*. 3:209–212.

Naiman RJ, Decamps H, Pastor J, Johnson CA. (1988). The potential importance of boundaries to fluvial ecosystem. *Journal of the North American Benthological Society*. 7:289–306.

Narumalani S, Zhou Y, Jensen JR. (1997). Application of remote sensing geographic information system to the delineation and analysis of riparian buffer zones. *Aquatic Botany*. 58:393–409.

Nybakken James W. (2005). Θαλάσσια Βιολογία, Μια Οικολογική Προσέγγιση. Α' Ελληνική έκδοση. Εκδόσεις Ίων, 179-206:328-347. Αθήνα

Peres J. M. (1967 b.) The Mediteranean benthos. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.* 5:449-553

Petersen RC. (1992). The RCE: a riparian, channel, and environmental inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology* 27:295–306.

Pielou G. C. (1969). An introduction to mathematical Ecology. Ed. Wiley. N. York: 286 pp.

Prat N, Munne A, Sola C, Rieradevall M, Bonada N, Chacon G. (1999). La qualitat ecologica del Llobregat, el Besos i el Foix. Informe 1997. *Estudis de la Qualitat Ecologica dels Rius*, vol. 6. Diputacio de Barcelona, Area de Medi Ambient.

Raus Thomas. (1979-80). Die Vegetation Ostthessaliens (Griecheland)

Raven PJ, Boon PJ, Dawson FH, Ferguson AJD. (1998a). Towards an integrated approach to classifying and evaluating rivers in the UK. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 8: 383–393.

Saccardy M. (1942). Necessite de la lutte contre les erosions - Methodes modernes de Conservation des sols et des eaux. Extrait du Bull. Tech. d' Inform. Des Ing. No 142. P. 11.

Sanders H. L. (1968). Marine benthic diversity: A comparative study. *The American Nature*, 102 (925):243-282.

Shannon C. E. And Weaver W. (1963). *The mathematical theory of communication*. Univ. Press. Illinois. Urbana, 147 pp.

Shaw E. (1993). *Hydrology in practice*. Chapman and Hall (Second Edition), 539p.

Soil Conservation Service. (1972). *National Engineering Handbook, Section 4*, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.

Stefanidis P. (1992). Morphometrischer und hydrographischer Aufbau der Wildbachtypen im nordgriechischen Raum. *WLW. Heft 121*.

Stefanidis P. (1995). The cause and the mechanism of the debris flow in Brasna and Asprovalta, North Greece. *Scientific Conference with Participation of Foreign Specialists "90 Years of soil Erosion Control in Bulgaria"* Sofia, pp:30-36.

Stiny J. (1931). *Die geologischen Grundlagen der Verbauung der Geschiebeherde*. Wien.

Strahler A. (1952). Hypsometric (area – altitude) analysis of erosional topography. *Geol. Soc. Amer. Bull* 63 p. 1117-42.

Strahler A. (1954). Statistical analysis in geometric research. *J. Geol.* 62 p. 11-25.

Strahler A. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Amer. Geophys. Union. Trans.* 38 (6) p. 913-20.

Sutherland J. P. (1974). Multiple stable points in natural communities. *Amer. Nat.* 108:859-873.

Surell A. (1841). *Etudes sur les torrents des Hautes–Alpes*. Paris.

Thorhthwaite, C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical review*, 38:226-234

Thorson G. (1955). Modern aspects of marine level bottom animal communities. *J. Mar. Res.* 14:387-397.

Tutin et al. (1964-1980). *Flora Europea*. Vol 1-5. Cambridge.

- Tuzun I. and Albayrak I. (2005). The Effect of Disturbances to Habitat Quality on Otter (*Lutra lutra*) Activity in the River Kizilirmak (Turkey): a Case Study. Tubitak. Turkey.
- U.S.D.A. Soil Conservation Service (1972). National Eng. Handbook, Sect. 4. Washington, D.C.
- U.S.D.A. Soil Conservation Service (1986). Urban hydrology for small watershed w. Technical Release No 55. Washington, D.C.
- U.S.D.I. (1987). Design of Small Dams, A Water Resources Technical Publication. pp 23-57.
- U.S EPA. (1997). Field and laboratory methods for macroinvertebrate and habitat assessment of low gradient nontidal streams. US Environmental Protection Agency, Mid-Atlantic Coastal Streams Workgroup, Environmental Services Division, Region 3, Wheeling, WV.
- Ward JV. (1989). The four dimensional nature of lotic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society* 8:2–8.
- Weber A. (1964). Wildbachverbauung. Taschenbush. "Landwirtsch. Wasserbau" von Uhden. Stuttgart.
- Wischmeier W. H. and Smith D. D. (1978). "Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning", U. S. Dep. of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Αθανασιάδης Ν. Ηρ. (1986). Δασική Βοτανική (Δέντρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδας) Μέρος ΙΙ. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, 64-66:68-71:96-98:108-110:113-115:156-160:222-225:278-283:284-286. Θεσσαλονίκη.

Αραμπατζής Θ. (1998). Θάμνοι και δέντρα στην Ελλάδα. Οικολογική κίνηση Δράμας. Τ.Ε.Ι Καβάλας. Δράμα.

Βουζαράς Α. (1994). Η σχέση βροχής – απορροής της SCS με ελληνικά πειραματικά δεδομένα. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. Τομ. 5. Τεύχος 4/1994, σελ. 52-64.

Γκαγκάκης Ε. (1990). Επιπτώσεις μιας οικολογικής καταστροφής (Πλημμύρα 1986 στο Β.Α Πήλιο στη θάλασσα: μερικές επισημάνσεις για την παράκτια αλιεία στην περιοχή). 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας. ΕΚΘΕ, 718-725. Αθήνα.

Γκαγκάκης Ε. (2000). Ψάρεμα με δυμανίτες στις ακτές του ανατολικού Αιγαίου. Τυπογραφείο Απ. Κοράκης, 9-10. Βόλος.

Γκανιάτσα Κων. (1982). Συστηματική βοτανική. Μέρος Β. Θεσσαλονίκη.

Ι.Γ.Μ.Ε. (1978). Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας. Φύλλο Χάρτη Ζαγορά–Συκή.

Καββάδας, Δ. (1956-1964). Εικονογραφημένον Βοτανικόν Λεξικόν. Τόμοι Ι-ΙΧ. Αθήνα.

Κουμπλή-Σοβαντζή, Λ. (1983). Έρευνες στα τραχειόφυτα των λιμνών και άλλων υδροβιοτόπων της Αιτωλοακαρνανίας. Ταξινομική, χλωριδική, φυτογεωγραφική, οικολογική μελέτη. Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα.

Κωτούλας Δ. (1969). Οι χειμάρροι της Βορείου Ελλάδος. Ταξινομήσεις αυτών εις τύπου. Αρχαί διευθετήσεων των. Διατριβή επί Υψηγείας. Ανάτυπον εκ του Παραρτήματος της Επιστημονικής Επετηρίδος της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής.

Κωτούλας Δ. (1973). Οι Χειμαρρικοί Τύποι της Ελλάδος. Συνοπτική Περιγραφή. Εργαστήριο Δασοκομίας και Ορεινής Υδρονομικής, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας Δ. (1975). Οι χειμάρροι της περιοχής του Βερμίου – Πιερίων. Ταξιμόμησις, Χαρτογράφησις, Διευθέτησις. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας Δ. (1983-84). Προστασία από Διάβρωση - Πλημμύρες. Επιστημονική Επετηρίδα της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Τόμος ΚΣΤ'/ΚΖ', Αριθ. 18. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας Δ. (1989). Τα χαμηλά φράγματα. Εκδόσεις ΓΕΩΤ.Ε.Ε. Θεσσαλονίκη.

- Κωτούλας Δ. (1995). Φυσική Γεωγραφία, Γεωμορφολογία, Ωκεανογραφία. Θεσσαλονίκη.
- Κωτούλας Δ. (1997). Υδραυλικά Έργα. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., 255-264:266-270. Θεσσαλονίκη.
- Κωτούλας Δ. (2001). Ορεινή Υδρονομική Ι, Τα ρέοντα ύδατα, 38-62. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Κωτούλας Δ. (2001). Ορεινή Υδρονομική Ια, Μέθοδοι και Συστήματα Υδρονομικής Διευθέτησης. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., 3-4:9-10:103-107:295-298:287:291. Θεσσαλονίκη.
- Κωτούλας Δ. (2001). Ορεινή Υδρονομική Ιβ, Υδρονομικά έργα. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., 3-8:52. Θεσσαλονίκη.
- Κωτούλας Δ. (2001). Μαθήματα Υδρολογίας και Υδραυλικής. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., 13-15:143-150. Θεσσαλονίκη.
- Λυκάκης Σ. (1996). Υδροβιολογία. Αθανασόπουλος-Παπαδάμης & ΣΙΑ Ε.Ε., 48-57:201-203. Πάτρα.
- Μαργαρόπουλος Π. (1963). Η υδατική διάβρωση και το χειμαρρικό φαινόμενον. Αθήνα.
- Μαριολόπουλος Η. Γ. (1938). Το κλίμα της Ελλάδος. Αθήνα.
- Μπαλούτσος Γ., Κουτσογιάννης Δ., Οικονόμου Α., Καλλίρης Π. (2000). Διερεύνηση της απόκρισης της λεκάνης απορροής Ξηριά Κορίνθου στην καταιγίδα της 11-13 Ιανουαρίου 1997 με τη μέθοδο SCS. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. Τομ. 11. Τεύχος 1/2000, σελ. 77-90.
- Νεοφύτου Χ. Ν. (1997). Ιχθυολογία. University Studio Press, 21-36:261-262:263-275. Θεσσαλονίκη.
- Ντάφης Σ.Α. (1973). Ταξινόμησης της Δασικής Βλαστήσεως της Ελλάδος. Επιστημονική Επετηρίς Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής. Τόμος ΙΕ, Τεύχος Β', σελ. 75-86. Θεσ/νίκη.
- Ντάφης Σ. και Χατζηστάθης Α. (1989). Αναδασώσεις-Δασικά Φυτώρια. Θεσσαλονίκη.
- Πανταζής Π. (2003). Συμπληρωματικές σημειώσεις Γενικής Υδροβιολογίας. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, 4-30. Βόλος.

Παπαθανασίου Θ. (2004). Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις των αναπτυξιακών προγραμμάτων: Η περίπτωση της κοινότητας Ζαγοράς Πηλίου. Διπλωματική Διατριβή του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων Δ.Π.Θ. Ν. Ορεστιάδα.

Παπαμιχαήλ Δ. και Παπαδήμος Δ. (1995). Διερεύνηση σχέσεων βροχής – απορροής, με τη βοήθεια του μοναδιαίου υδρογραφήματος του Nash και του αριθμού καμπύλης απορροής CN της SCS. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΥΕ, σελ. 262-270.

Παπαμιχαήλ Δ., Μπαμπατζιμόπουλος Χ., Κωτσόπουλος Σ., Γεωργίου Π., Τερζίδης Γ. (1995). Διερεύνηση των σχέσεων βροχής – απορροής της λεκάνης της Αλμωπίας με τη βοήθεια του HEC-1. Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου της ΕΕΔΥΠ 12-13/1/1995. σελ. 57-64. Αθήναι.

Παπαμιχαήλ Δ., Γεωργίου Π., Καραμούζης Δ. (2001). Εκτίμηση των πλημμυρογραφημάτων της ραγδαίας βροχόπτωσης της 7-8 Οκτωβρίου 2000 στην περιοχή της Μεγάλης Παναγίας της Χαλκιδικής Δ.. Υδροτεχνικά, τόμος 11, σελ. 47-60.

Παπαμιχαήλ Δ. Μ. (2004). Τεχνική υδρολογία επιφανειακών υδάτων. Εκδόσεις Γιαχούδη, 131-135:143-150:181-190. Θεσσαλονίκη.

Παπουτσόγλου Σ. Ε. (1992). Εφηρμοσμένη Υδροβιολογία, Το υδάτινο περιβάλλον και οι οργανισμοί του, Μέρος Α'. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, 43-44:49-52:93-96:193-197:256-259. Πειραιάς.

Ράπτης Σ. (1987). Μελέτη κατασκευής φραγμάτων στο χειμάρρο «Γεραμπίνη» της κοινότητας Ζαγοράς Πηλίου.

Σαπουντζής Μ. (2000). Η χειμαρρικότητα των περιοχών Σιδηροκάστρου και Σερρών και η αποτελεσματικότητα των εφαρμοσθέντων συστημάτων διευθέτησης, Διδ. Διατρ. Επιστ. Επ. του Τμήμ. Δασολ. και Φ. Π. Α.Π.Θ., (παραρ.). Θεσσαλονίκη.

Σαπουντζής Μ., Στάθης Δ. και Γούλας Κ. (2002). Δασοτεχνική Διευθέτηση των χειμαρρικών ρευμάτων με μικρές λεκάνες απορροής. 10<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, Μάιος 2002.

Σαπουντζής Μ. και Στάθης Δ. (2003). Η επίδραση του βαθμού δασοκάλυψης υδρολογικής λεκάνης στην πλημμυρική απορροή και στερεομεταφορά. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου συνεδρίου ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης. Θεσσαλονίκη.

Σαπουντζής Μ., Βαφειδής Δ., Παπαθανασίου Θ., Μυρωνίδης Δ., Αγγελακόπουλος Ι., Χουλιάρης Ι., Πάντος Β., Κούκος Μ., Μπλάντα Α. και Κοντογιάννη Β. (2006). Πρώτα αποτελέσματα του Ερευνητικού Προγράμματος "Η επίδραση της κατασκευής φραγμάτων στην κεντρική κοίτη του χειμαρρικού ρεύματος 'Γεραμπίνη' Ζαγοράς, στη στερεομεταφορά και στο υδρόβιο οικοσύστημα της ζώνης εκβολής του".



Σαρλής, Γ. (1999). Συστηματική Βοτανική. Εφαρμογές Κορμοφύτων. Αθήνα.

Σαρλής, Γ. (1994). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Αθήνα.

Στάθης Δ. και Σαπουντζής Μ. (2003). Διερεύνηση της σχέσης βροχής-απορροής της λεκάνης απορροής του χειμαρρικού ρεύματος Πετρένια Γοματίου Ν. Χαλκιδικής στην καταιγίδα της 7-9 Οκτωβρίου 2000. Επιστημονικά Γεωτεχνικά Θέματα. Τόμος 13, σειρά II, τεύχος 1/2003.

Στάθης Δ. και Σαπουντζής Μ. (2002). Εκτίμηση του στερεοφορτίου της λεκάνης απορροής στη θέση κατασκευής του φράγματος ταμίευσης νερού. 10<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, Μάιος 2002.

Στεφανίδης Π. (1995). Διερεύνηση αιτιών και μηχανισμών λειτουργίας πλημμυρικών φαινομένων στον Ελλαδικό χώρο. Πρακτικά διεθνούς συμποσίου με θέμα "Προστασία και Περιβαλλοντική Διαχείριση των Ρευμάτων" ΥΠΕΧΩΔΕ, 139-140. Αθήνα.

Στεφανίδης Π. (1990). Μορφομετρική και Υδρογραφική συγκρότηση των χειμαρρικών τύπων στο χώρο της Β. Ελλάδας. (διδ. Διατριβή) Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, (παραρ.), αριθμ. 6, Τόμος. ΛΒ'. Θεσσαλονίκη.

Τσακίρης Γ. (1995). Υδατικοί πόροι: Τεχνική Υδρολογία. Εκδόσεις Συμμετρία, 149-164:503-504. Αθήνα.

Υπουργείο Γεωργίας. (1989). Δασική Υπηρεσία, Δασικός Χάρτης Ν. Μαγνησίας.

Φλόκας Απόστολος Αθ. (1997). Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, 373-380. Θεσσαλονίκη.

Χατζηστάθης Α. (1972). Η επίδραση της βαθμιδώσεως και βαθιάς κατεργασίας ου εδάφους στην υγρασία και τη γονιμότητά του και η σημασία της για τις αναδασώσεις. (διδ. Διατριβή) Επιστημονική Επετηρίδα της Γ. Δ. Σχολής. Τόμος ΙΔ'. Θεσσαλονίκη.

Χρυσάνθου Β. (1987). Μοντέλο στερεοπαροχής μιας υδρολογικής λεκάνης, Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Πανελλήνιου Συνεδρίου ΕΥΕ, Θεσσαλονίκη, σελ. 631-638.

## ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

[http://www.cfb.ie/salmonid\\_workshop/mark\\_diamond.htm](http://www.cfb.ie/salmonid_workshop/mark_diamond.htm)

<http://carbon.cudenver.edu/stc-link/aswan1/>

<http://www.elwha.org/Photos/elwha%20area%20map%2020001.jpg>

<http://www.nps.gov/archive/olym/elwha/documents.htm>

<http://www.nps.gov/archive/olym/issues/isselwha2.htm>

[http://www.americanrivers.org/site/DocServer/Elwha\\_General\\_Fact\\_Sheet\\_FINAL.pdf?docID=2982](http://www.americanrivers.org/site/DocServer/Elwha_General_Fact_Sheet_FINAL.pdf?docID=2982)

<http://www.elwha.org/River%20Restoration.htm>

<http://www.nwfsc.noaa.gov/research/divisions/ec/wpg/elwha.cfm>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Elwha\\_River](http://en.wikipedia.org/wiki/Elwha_River)

<http://www.usbr.gov/pmts/sediment/projects/ElwhaRiver/ElwhaGlinesCanyon.htm>

<http://geography.about.com/od/specificplacesofinterest/a/nile.htm>

<http://www.egyptattraction.com/TheAswanHighDam.html>

<http://www.answers.com/topic/aswan-dam>

<http://www-ocean.tamu.edu/Quarterdeck/QD3.1/Elsayed/elsayed.html>

<http://carbon.cudenver.edu/stc-link/aswan1/geo.html>

<http://www.3gorgesdam.info/task.htm>

<http://www.dbc.uci.edu/~sustain/global/sensem/tyaa97.htm>

<http://www.yangtzeriver.org/>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Three\\_Gorges\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Yangtze\\_River](http://en.wikipedia.org/wiki/Yangtze_River)

<http://www.apae.uth.gr/Gerampini/index.htm>

<http://www.apae.uth.gr/Gerampini/indexGr.htm>

<http://www.zagora.gr>

<http://www.zagora-guide.gr>

<http://en.wikipedia.org/wiki/flora>

<http://en.wikipedia.org/wiki/fauna>

**ABSTRACT**

The torrent «Gerampini» Zagora in N.E. Pelion (Greece), clearly presents an intense sediment transport action, which is developed during the outbreak of strong intensive rainfalls. These transported materials emanate either from erosions taking place in its watershed area or from axial erosion of its stream. For the flood-preventing protection of region, the Forest Service conceiving the big problem that it creates the torrent in question since 1958, it proceeded in the manufacture of gradual dams along the torrent's watercourse. Totally were manufactured twenty dams, from which the nine at the last four-year period.

Aim of present postgraduate thesis constitutes to be attributed with the most scientific and comprehensible way the sequences of arrangement works in water race in the abiotic and biotic factors from the environmental space. For the achievement of aim above it is able to investigate the torrential environment of the research region, to determine the torrential type of «Gerampini», to present the adding or centesimal hydrographic curves of the torrential currents «Gerampini» and «Afento», aiming at the determination from the scope of the morphological development at these torrents, so as to determine the rapidity of erosion at the rocks of report regions and "to forecast" their further development with the time. Also is determined the morphometrical and hydrographical constitution of the region torrents at the report, is searched and calculated the relation of rain-flow-solid transport, is allocated the measure of stone distribution from the torrents «Gerampini» and «Afento», is allocated and analyzed the QBR index, for the two torrential currents above, which index constitutes a reliable qualitative factor of riparian vegetation of this research region and it gives important and precious elements, so as to come out useful conclusions for the structure of so

much geological support as the hortsociety, is determined zoobenthos in the estuaries of the three torrents «Gerampini», «Metamorfofi toy Sotiros», «Afento» and the "witness", so as to be studied more extensively the benthos-ecosystem of the estuarine and coastal systems and come out useful conclusions on the productivity and the ecological situation at the particular regions, which are influenced with different way and degree from the human factor.

Based on the environmental data (geological support, bas-relief, morphology, climatic conditions, vegetation) the basin of flow from torrential current «Gerampini», it results that the torrential type, that is presented in the region, is the Unmixed G-I.

With base adding or centesimal raining curves of the torrential currents «Gerampini» and «Afento», we conclude that the torrent «Gerampini» enlists in the category (B), where the landscape has the morphological maturation, while also the torrent «Afento» enlists in the category (B), the landscape in this case has been removed least by the morphological youth, so that it presents little smaller transitivity to the stage of maturity, in terms of the torrent «Gerampini».

Processing and analyzing the data of the rainfalls in the wider research region and using the suitable program in the PC, are categorized the episodes of rain from 1999 until 2004 and then, with the method Soil Conservation Service (SCS), are calculated the rate of the biggest water supply, at the duration of the rain episodes. Also, based on the previous elements, with base in the mathematical formula from Stiny and Herheullidze, are allocated the prices of the biggest solid supply. Still with help of method Kronfellner-Kraus is determined the biggest possible charge of transported materials, which can laying down in the cone of illuviation of torrent from the report, because of the intense solid transport, after extra ordinary flooding case. For the

determination of dab allocation constitution of natural mobile torrent beds of currents «Gerampini» and «Afento», was used the linear sampling method, that is based on use of frame (1m \* 1m), in special sampling places at the mentioned regions. Keeping in mind the price of volume from stones per rung ( $\frac{4}{3} * \pi * R_{\beta}^3$ ), is calculated the total volume per rung ( $n * \frac{4}{3} * \pi * R_{\beta}^3$ ) and at extension the sum of total volume of all rungs [ $\Sigma(n * \frac{4}{3} * \pi * R_{\beta}^3)$ ]. With help of these, is calculated the medium diameter ( $d_{\mu}$ ). After that is calculated the centesimal percentage of total volume per rung to the sum of the total volume of all rungs, for each rung separately. The results of the mentioned analysis are depicted in a system of rectangles of coordinates. Thus is created the dab allocation curve of the torrential currents «Gerampini» and «Afento» in the region Zagora Pelion, which constitutes an adding curve. Also is calculated the representative or decisive diameter ( $d_m$ ), for each torrent.

In the case of analysis of riparian vegetation from torrential currents «Gerampini» and «Afento», was selected to be used the QBR index, which is verified for the Mediterranean riparian ecosystems. The aim of this index is to service the administrators and the responsible institutions a simple method, for the evaluation of quality in riparian biotope.

After the data processing and analysing of sampling, was realised that the overwhelming majority of sampling places from torrent «Gerampini», is constituted by biotope, which is found in mediocre or bad situation, contrary to the torrent «Afento», where is constituted by biotope, which is found in mediocely or very good situation. So much the basin of flow from torrent «Gerampini» as the torrent «Afento»,

encourage the existence, growth and improvement rich qualitatively and quantitatively "closed" riparian biotopes, where the existence and enlargement, in the wider region, of water supply forests, is facilitated in important degree. In the two mentioned torrents, the increased connectivity where prevails, leads to increase of biodiversity. Also in the watercourses of this two torrents were located seventy eight hydric plants, with beneficial attributes for the human and which some of them are one-year or foreign, where they did not influence the price of the QBR index.

The estuary system of the three torrents of research region «Gerampini», «Metamorfosi toy Sotiros» and «Afento», constitute mainly seasonal or transitory estuary system.

By the data analysing and treatmenting of samples, from all the stations of sampling, was realised that the copulation of megafauna types in all the sampling stations, are characterized by relatively mediocre diversity. The investigations of megafauna' s composition so much in the marine space of superior sub tidal area as in its space of estuary system, showed that the existence of particular torrents, do not perform important and essential role in the composition and quantity of megafauna, in the superior sub tidal area, because the periodical and small in quantity of catering the marine area with water, so that are not presented feasible the differentiation and change of abiotic factors in marine area.

**Key-words:** flood, arrangement works, QBR index, estuary, benthos

## Παραρτήματα

**Παράρτημα 1:** Η μηκοτομή του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη»

**Παράρτημα 2:** Ο γεωμορφολογικός τύπος του παρόχθιου βιότοπου (για εφαρμογή στο επίπεδο 3, στην ποιότητα κάλυψης)

**Παράρτημα 3:** Το κύριο φύλο σύνταξης του δείκτη QBR

**Παράρτημα 4:** Έντυπο Προσδιορισμού Λιθοκοκκομετρικής Σύστασης (Περιοχή χειμάρρου «Γεραμπίνη»)

**Παράρτημα 5:** Έντυπο Προσδιορισμού Λιθοκοκκομετρικής Σύστασης (Περιοχή χειμάρρου «Αφέντω»)

**Παράρτημα 6:** Ενδεικτικά τα φύλλα σύνταξης του δείκτη QBR, για το χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη»

**Παράρτημα 7:** Ενδεικτικά τα φύλλα σύνταξης του δείκτη QBR, για το χειμαρρικό ρεύμα «Αφέντω»



**Παράρτημα 1:** Η μηκοτομή του χειμαρρικού ρεύματος «Γεραμπίνη»

**Παράρτημα 2:** Ο γεωμορφολογικός τύπος του παρόχθιου βιότοπου (για εφαρμογή στο επίπεδο 3, στην ποιότητα κάλυψης)

Το αποτέλεσμα λαμβάνεται από το άθροισμα των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τα αριστερά και δεξιά πρηνή των χειμάρρων, σύμφωνα με την κλίση τους. Το παραπάνω αξίωμα μπορεί να τροποποιηθεί εάν νησίδες ή σκληρά υποστρώματα είναι παρόντα.

A		Αποτέλεσμα	
		Αριστερά	Δεξιά
<b>Κλίση και μορφή της παρόχθιας ζώνης</b>			
Πολύ απότομα, κάθετα ή ακόμα και κοίλα (κλίση $>75^\circ$ ), πολύ υψηλά, τα περιθώρια δεν αναμένεται να ξεπεραστούν από τις πλημμύρες. Η κλίση είναι η γωνία που υποτείνεται από τη γραμμή μεταξύ της κορυφής της παρόχθιας περιοχής και της άκρης της συνηθισμένης πλημμύρας του ποταμού.		6	6
Παρόμοια με την προηγούμενη κατηγορία, αλλά με μια τράπεζα που διαφοροποιεί τη συνηθισμένη πλημμυρίζουσα ζώνη από το κύριο κανάλι.		5	5
Κλίση των περιθωρίων μεταξύ $45^\circ$ και $75^\circ$ , με ή χωρίς πεζούλια ( $a > b$ )		3	3
Κλίση μεταξύ $20^\circ$ και $45^\circ$ , με ή χωρίς πεζούλια ( $a < b$ )		2	2
Κλίση $<20^\circ$ , μεγάλη παρόχθια ζώνη.		1	1

B		Αποτέλεσμα
<b>Παρουσία ενός ή περισσότερων νησιών στο υδατορεύμα</b>		
Πλάτος όλων των νησιών 'a' $> 5$ m.		-2
Πλάτος όλων των νησιών 'a' $< 5$ m.		-1

<b>Γ</b>	<b>Αποτέλεσμα</b>
<i>Ποσοστό των σκληρών υποστρωμάτων που μπορούν να καταστήσουν αδύνατη την παρουσία εγκαταστάσεων με τις ρίζες</i>	
> 80%	Όχι εφαρμόσιμο
60 - 80%	+6
30 - 60%	+4
20 - 30%	+2

<b>Συνολικό αποτέλεσμα</b>	
----------------------------	--

<b>Γεωμορφολογικός τύπος σύμφωνα με το συνολικό αποτέλεσμα</b>		
>8	Τύπος 1	Κλειστοί παρόχθιοι βιότοποι. Παρόντα παρόχθια δέντρα, που περιορίζονται σε μια μικρή λουρίδα εδάφους.
5 – 8	Τύπος 2	Τυπικοί μεσογειακοί παρόχθιοι βιότοποι. Το δάσος μπορεί να είναι μεγάλο.
<5	Τύπος 3	Μεγάλοι παρόχθιοι βιότοποι και ενδεχομένως εκτενή δάση.

### Παράρτημα 3: Το κύριο φύλο σύνταξης του δείκτη QBR

#### Δείκτης QBR: φύλλο στοιχείων των τομέων.

Παρόχθια ποιότητα βιοτόπων



Σταθμός	
Παρατηρητής	
Στοιχεία	

A		
Συνολική παρόχθια κάλυψη		
Πόντοι		Αποτέλεσμα
25	> 80% παρόχθια κάλυψη (αποκλείοντας τις ετήσιες εγκαταστάσεις)	
10	50-80% παρόχθια κάλυψη	
5	10-50% παρόχθια κάλυψη	
0	<10% παρόχθια κάλυψη	
+10	Εάν η συνδετικότητα μεταξύ του παρόχθιου δάσους και της δασώδους περιοχής είναι συνολική	
+5	Εάν η συνδετικότητα είναι πάνω από 50%	
-10	Συνδετικότητα μεταξύ 25 και 50%	
-5	Συνδετικότητα κάτω 25%	
Συνολικό Αποτέλεσμα		

<b>B</b>		
<b>Δομή κάλυψης</b>		
<i>Πόντοι</i>		<i>Αποτέλεσμα</i>
25	>75% κάλυψη δέντρων	
10	50-75% η κάλυψη δέντρων ή κάλυψη δέντρων σε ποσοστό 25%-50% και άλλα 25% που καλύπτονται από τους θάμνους	
5	Κάλυψη δέντρων κάτω από 50% και κάλυψη θάμνων μεταξύ 10% και 25%	
0	<10% κάλυψη δέντρων ή θάμνων	
+10	Εάν τουλάχιστον 50% του καναλιού περιέχει ελόφυτα ή θάμνους	
+5	Εάν το 25-50% του καναλιού περιέχει ελόφυτα ή θάμνους	
+5	Εάν τα δέντρα και οι θάμνοι είναι στα ίδια μπαλώματα	
-5	Εάν τα δέντρα διανέμονται τακτικά, αλλά η περιοχή των θάμνων είναι >50%	
-5	Εάν τα δέντρα και οι θάμνοι διανέμονται στα χωριστά μπαλώματα, χωρίς συνοχή	
-10	Δέντρα διανεμημένα τακτικά και η περιοχή των θάμνων < 50%	
<i>Συνολικό Αποτέλεσμα</i>		

<b>Γ</b>					
<b>Ποιότητα κάλυψης (ο γεωμορφολογικός τύπος πρέπει πρώτα να καθορισθεί)</b>					
<i>Πόντοι</i>		<i>Τύπος 1</i>	<i>Τύπος 2</i>	<i>Τύπος 3</i>	<i>Αποτέλεσμα</i>
25	Αριθμός εγγενών ειδών δέντρων	>1	>2	>3	
10	Αριθμός εγγενών ειδών δέντρων	1	2	3	
5	Αριθμός εγγενών ειδών δέντρων	-	1	1-2	
0	Απουσία εγγενών δέντρων				
+10	Εάν η κοινότητα των δέντρων είναι συνεχή τουλάχιστον 3m ευρέως κατά μήκος του ποταμού και καλύπτει τουλάχιστον 75% της παρόχθιας περιοχής				
+5	Η κοινότητα δέντρων είναι σχεδόν συνεχής και καλύπτει τουλάχιστον 50% της παρόχθιας περιοχής				
+5	Εάν η παρόχθια κοινότητα έχει μια δομή στοάς				
+5	Αριθμός ειδών θάμνων:	>2	>3	>4	
-5	Εάν υπάρχουν μερικά προκαλούμενα από τον άνθρωπο κτήρια στην παρόχθια περιοχή				
-5	Εάν υπάρχουν μερικά απομονωμένα μη ιθαγενή δέντρα				
-10	Παρουσία κοινοτήτων μη ιθαγενών δέντρων				
-10	Παρουσία απορριμμάτων				
<i>Συνολικό Αποτέλεσμα</i>					

<b>Δ</b>		
<b>Αλλαγή κοίτης</b>		
<i>Πόντοι</i>		<i>Αποτέλεσμα</i>
25	Χωρίς τροποποιήσεις το κανάλι του υδατορεύματος	
10	Ποτάμια πεζούλια τροποποιημένα, περιορισμός του καναλιού ποταμών	
5	Κανάλι που τροποποιείται από τις ασυνεχείς άκαμπτες δομές κατά μήκος των τραπεζών	
0	Εγκάρσιες δομές μέσα στο κανάλι (π.χ. ρυθμιστικά φράγματα)	
-10	Κοίτη του ποταμού με άκαμπτες δομές (π.χ. τοίχοι)	
-10	Εάν υπάρχει ρυθμιστικό φράγμα ή κάποια άλλη εγκάρσια υποδομή πέρα από την κοίτη του ποταμού.	
<i>Συνολικό Αποτέλεσμα</i>		

<i>Τελικό αποτέλεσμα (ποσό των αποτελεσμάτων επιπέδων)</i>	
--	--

**Παράρτημα 4:** Έντυπο Προσδιορισμού Λιθοκοκκομετρικής Σύστασης (Περιοχή χειμάρρου «Γεραμπίνη»)

Έντυπο Προσδιορισμού Λιθομετρικής Σύστασης (Περιοχή χειμάρρου "Γεραμπίνη")									
Βαθμίδα Μέσης Διαμέτρου Λίθων ( $d_{max} + d_{min}$ )/2 (cm)	Αριθμός Λίθων Ενδειξη (n)			Όγκος Λίθων ανά Βαθμίδα ( $4/3$ ) * $\pi$ * ( $d_p/2$ ) <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> )	Συνολικός Όγκος ανά Βαθμίδα $n$ * ( $4/3$ ) * $\pi$ * ( $d_p/2$ ) <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> )	Αριθμός Κλάστων a	Υπολογισμός της Μέσης Διαμέτρου Υλικών Κοίτης $d_p$	$[n * (4/3) * \pi * (d_p/2)^3 / \Sigma n * (4/3) * \pi * (d_p/2)^3] * 100$	Άθροισμα προηγούμενων $[n * (4/3) * \pi * (d_p/2)^3 / \Sigma n * (4/3) * \pi * (d_p/2)^3] * 100$ στο επόμενο
2 έως 4	3	3	1.5	14.137155	42.411465	26	26.7	0.008611204	0.008611204
4 έως 6	19	5	2.5	65.44979167	1243.546042			0.25248901	0.261100214
6 έως 8	27	7	3.5	179.5942283	4849.044165			0.984547673	1.245647887
8 έως 10	22	9	4.5	381.703185	8397.47007			1.705018418	2.950666305
10 έως 12	8	11	5.5	696.9093817	5575.275053			1.132001254	4.082667559
12 έως 14	9	13	6.5	1150.345538	10353.10985			2.102090609	6.184758168
14 έως 16	10	15	7.5	1767.144375	17671.44375			3.588001722	9.77275989
16 έως 18	4	17	8.5	2572.438612	10289.75445			2.089226956	11.86198685
18 έως 20	6	19	9.5	3591.360968	21548.16581			4.375129567	16.23711642
20 έως 22	5	21	10.5	4849.044165	24245.22082			4.922738363	21.15985478
22 έως 24	2	23	11.5	6370.820922	12741.24184			2.586975819	23.7468306
24 έως 26	2	25	12.5	8181.223958	16362.44792			3.322223817	27.06905441
26 έως 28	1	27	13.5	10305.986	10305.986			2.092522604	29.16157702
28 έως 30	2	29	14.5	12770.03975	25540.0795			5.185645867	34.34722288
30 έως 32	1	31	15.5	15598.51795	15598.51795			3.167115831	37.51433872
32 έως 34	1	33	16.5	18816.55331	18816.55331			3.820504234	41.33484295
34 έως 36		35	17.5	22449.27854				0	41.33484295
36 έως 38	1	37	18.5	26521.82638	26521.82638			5.384979296	46.71982225
38 έως 40	1	39	19.5	31059.32953	31059.32953			6.306271827	53.02609407
40 έως 42		41	20.5	36086.92073				0	53.02609407
42 έως 44		43	21.5	41629.73269				0	53.02609407
44 έως 46		45	22.5	47712.89812				0	53.02609407
46 έως 48	1	47	23.5	54361.54976	54361.54976			11.03754379	64.06363786
48 έως 50		49	24.5	61600.82032				0	64.06363786
50 έως 52	1	51	25.5	69455.84251	69455.84251			14.10228197	78.16591983
58 έως 60	1	59	29.5	107536.1021	107536.1021			21.83408017	100
	$\Sigma n = 127$				$\Sigma v_p = 492514.9183$				

**Παράρτημα 5:** Έντυπο Προσδιορισμού Λιθοκοκκομετρικής Σύστασης (Περιοχή χειμάρου «Αφέντω»)


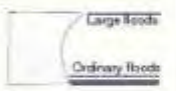
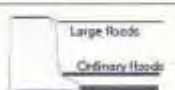
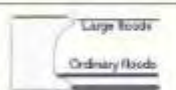
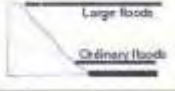
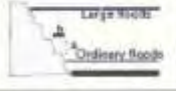
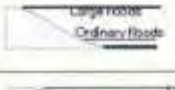
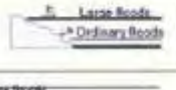
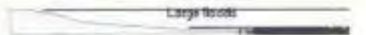
Έντυπο Προσδιορισμού Λιθομετρικής Σύστασης (Περιοχή χειμάρου "Αφέντω")									
Βαθμίδα Μέσης Διαμέτρου Λιθών (d <sub>max</sub> +d <sub>min</sub> )/2 (cm)	Αριθμός Λιθών	Ενδειξη (n)	Όγκος Λιθών ανά Βαθμίδα (4/3) π*(d <sub>p</sub> /2) <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> )	Συνολικός Όγκος ανά Βαθμίδα n*(4/3) π*(d <sub>p</sub> /2) <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> )	Αριθμός Κλάσεων	Υπολογισμός της Μέσης Διαμέτρου Υλικών Κοίτης d <sub>p</sub>	[n*(4/3) π*(d <sub>p</sub> /2) <sup>3</sup> / Σ n*(4/3) π*(d <sub>p</sub> /2) <sup>3</sup> ] * 100	Αθροισμα προηγούμενων [n*(4/3) π*(d <sub>p</sub> /2) <sup>3</sup> / Σ n*(4/3) π*(d <sub>p</sub> /2) <sup>3</sup> ] * 100 στο επόμενο	
									a
<2		1						0	
2 έως 4	1	3	14.137155	14.137155	27	33.8	0.00135389	0.00135389	
4 έως 6	4	5	65.449792	261.7991667			0.025072032	0.026425922	
6 έως 8	12	7	179.59423	2155.13074			0.206392967	0.232818889	
8 έως 10	5	9	381.70318	1908.515925			0.182775113	0.415594002	
10 έως 12	9	11	696.90938	6272.184435			0.600675741	1.016269743	
12 έως 14	18	13	1150.3455	20706.21969			1.98299715	2.999266893	
14 έως 16	12	15	1767.1444	21205.7325			2.030834587	5.03010148	
16 έως 18	9	17	2572.4386	23151.9475			2.217220073	7.247321553	
18 έως 20	6	19	3591.361	21548.16581			2.063628805	9.310950357	
20 έως 22	10	21	4849.0442	48490.44166			4.643841756	13.95479211	
22 έως 24	4	23	6370.6209	25482.48369			2.440411301	16.39520341	
24 έως 26	6	25	8181.224	49087.34376			4.701005989	21.0962094	
26 έως 28	5	27	10305.986	51529.82997			4.934928047	26.03113745	
28 έως 30	4	29	12770.04	51080.15901			4.891854296	30.92299175	
30 έως 32	2	31	15598.518	31197.0359			2.987683614	33.91067536	
32 έως 34		33	18816.553				0	33.91067536	
34 έως 36		35	22449.279				0	33.91067536	
36 έως 38	3	37	26521.826	79565.47913			7.619841803	41.53051716	
38 έως 40	3	39	31059.33	93177.9886			8.923487176	50.45400434	
40 έως 42	2	41	36086.921	72173.84146			6.911958053	57.36596239	
42 έως 44		43	41629.733				0	57.36596239	
44 έως 46	2	45	47712.898	95425.79625			9.138755642	66.50471803	
46 έως 48		47	54361.55				0	66.50471803	
48 έως 50		49	61600.82				0	66.50471803	
54 έως 56	1	55	87113.673	87113.67271			8.342718628	74.84743666	
60 έως 62	1	61	118846.87	118846.8733			11.38174976	86.22918642	
64 έως 66	1	65	143793.19	143793.1923			13.77081354	100	
	Σ n = 120			Σ V = 1044188.071					



## Παράρτημα 6: Ενδεικτικά τα φύλλα σύνταξης του δείκτη QBR, για το χειμαρρικό ρεύμα «Γεραμπίνη»

18

*Το γεωμορφολογικό φύλλο σύνταξης του δείκτη QBR.*

Α	Κλίση και μορφή της παρόχθιας ζώνης	Αποτέλεσμα			
		Αριστερά	Δεξιά		
	Πολύ απότομα, κάρβια ή ακόμα και κοίλα (κλίση >75°), πολύ υψηλά, τα περιθώρια δεν αναμένεται να ξεπαραστούν από τις πλημμύρες. <i>Η κλίση είναι η γωνία που υποπίπτει από τη γραμμή μεταξύ της κορυφής της παρόχθιας περιοχής και της άκρης της συνηθισμένης πλημμύρας του ποταμού.</i>			6	6
	Παρόμοια με την προηγούμενη κατηγορία, αλλά με μια ερώση που διαφοροποιεί τη συνηθισμένη πλημμυρίζουσα ζώνη από το κύριο κανάλι.			5	5
	Κλίση των περιθωρίων μεταξύ 45° και 75°, με ή χωρίς πεζούλια (a>b)			3	3
	Κλίση μεταξύ 20° και 45°, με ή χωρίς πεζούλια (a < b)			2	2
	Κλίση <20°, μεγάλη παρόχθια ζώνη			1	1

B	Αποτέλεσμα
Παρουσία ενός ή περισσότερων νησιών στο υδατορεύμα	
Πλάτος όλων των νησιών 'a' > 5 m.	-2
Πλάτος όλων των νησιών 'a' < 5 m.	-1

Γ	Αποτέλεσμα
Ποσοστό των σκληρών υποστρωμάτων που μπορούν να καταστήσουν αδύνατη την παρουσία εγκαταστάσεων με τις ρίζες	
> 80%	Όχι εφαρμογή
60 - 80%	+6
30 - 60%	+4
20 - 30%	+2

Συνολικό αποτέλεσμα	12
---------------------	----

Γεωμορφολογικός τύπος σύμφωνα με το συνολικό αποτέλεσμα		
>8	Τύπος 1	Κλειστοί παρόχθιοι βιότοποι. Παρόχθια δέντρα, που περιορίζονται σε μια μικρή λουρίδα.
5 - 8	Τύπος 2	Τυπικοί μεσογειακοί παρόχθιοι βιότοποι. Το δάσος μπορεί να είναι μεγάλο και αρχικά στη στεριά.
<5	Τύπος 3	Μεγάλοι παρόχθιοι βιότοποι και ενδεδειγμένος εκτενή δάση.

Το κύριο φύλλο σύνταξης του δείκτη QBR.

### Δείκτης QBR: φύλλο στοιχείων των τομέων.

Παρόχθια ποιότητα βιότοπων



Σταθμός	8
Παρατηρητής	Θ. Παναθανάσιου
Στοιχείο	

Α		
Συνολική παρόχθια κάλυψη		
Πόντοι		Αποτέλεσμα
25	> 80% παρόχθια κάλυψη (αποκλείοντας τις ετήσιες εγκαταστάσεις)	25
10	50-80% παρόχθια κάλυψη	
5	10-50% παρόχθια κάλυψη	
0	<10% παρόχθια κάλυψη	
+10	Εάν η συνδετικότητα μεταξύ του παρόχθιου δάσους και της δασώδους περιοχής είναι συνολική	10
+5	Εάν η συνδετικότητα είναι πάνω από 50%	
-10	Συνδετικότητα μεταξύ 25 και 50%	
-5	Συνδετικότητα κάτω 25%	
Συνολικό Αποτέλεσμα		35 → 25

<b>B</b>		
<b>Δομή κάλυψης</b>		
<i>Πόντοι</i>		<i>Αποτέλεσμα</i>
25	>75% κάλυψη δέντρων	
10	50-75% η κάλυψη δέντρων ή κάλυψη δέντρων σε ποσοστό 25%-50% και άλλα 25% που καλύπτονται από τους θάμνους	
5	Κάλυψη δέντρων κάτω από 50% και κάλυψη θάμνων μεταξύ 10% και 25%	5
0	<10% κάλυψη δέντρων ή θάμνων	
+10	Εάν τουλάχιστον 50% του καναλιού περιέχει ελάφια ή θάμνους	
+5	Εάν το 25-50% του καναλιού περιέχει ελάφια ή θάμνους	
+5	Εάν τα δέντρα και οι θάμνοι είναι στα ίδια μπάλωματα	5
-5	Εάν τα δέντρα διανεμόνται τακτικά, αλλά η περιοχή των θάμνων είναι >50%	
-5	Εάν τα δέντρα και οι θάμνοι διανεμόνται στα χωριστά μπάλωματα, χωρίς συνοχή	
-10	Δέντρα διανεμημένα τακτικά και η περιοχή των θάμνων < 50%	
<i>Συνολικό Αποτέλεσμα</i>		10

<b>Γ</b>					
<b>Ποιότητα κάλυψης (ο γεωμορφολογικός τύπος πρέπει πρώτα να καθορισθεί)</b>					
<i>Πόντοι</i>		<i>Τύπος 1</i>	<i>Τύπος 2</i>	<i>Τύπος 3</i>	<i>Αποτέλεσμα</i>
25	Αριθμός εγγενών ειδών δέντρων	>1	>2	>3	25
10	Αριθμός εγγενών ειδών δέντρων	1	2	3	
5	Αριθμός εγγενών ειδών δέντρων	-	1	1-2	
0	Απουσία εγγενών δέντρων				
+10	Εάν η κοινότητα των δέντρων είναι συνεχή τουλάχιστον 3m πλάτος κατά μήκος του ποταμού και καλύπτει τουλάχιστον 75% της παράχθιας περιοχής				
+5	Η κοινότητα δέντρων είναι σχεδόν συνεχής και καλύπτει τουλάχιστον 50% της παράχθιας περιοχής				
+5	Εάν η παράχθια κοινότητα έχει μια δομή στόας				
+5	Αριθμός ειδών θάμνων	>2	>3	>4	5
-5	Εάν υπάρχουν μερικά προκαλούμενα από τον άνθρωπο κτήρια στην παράχθια περιοχή				
-5	Εάν υπάρχουν μερικά απομονωμένα μη ιθαγενή δέντρα				-5
-10	Παρουσία κοινοτήτων μη ιθαγενών δέντρων				
-10	Παρουσία απορριμμάτων				
<i>Συνολικό Αποτέλεσμα</i>					25

Δ		
Αλλαγή καναλιών		
Πόντοι		Αποτέλεσμα
25	Χωρίς τροποποιήσεις το κανάλι του υδατορεύματος	
10	Ποτάμια πεζούλια τροποποιημένα, περιορισμός του καναλιού ποταμών	10
5	Κανάλια που τροποποιείται από τις ασυνεχείς άκαμπτές δομές κατά μήκος των τραπεζιών	
0	Εγκάρσιες δομές μέσα στο κανάλι (π.χ. ρυθμιστικά φράγματα)	0
-10	Κοίτη του ποταμού με άκαμπτές δομές (π.χ. τοίχοι)	
-10	Εάν υπάρχει ρυθμιστικό φράγμα ή κάποια άλλη εγκάρσια υποδομή πέρα από την κοίτη του ποταμού.	
Συνολικό Αποτέλεσμα		10

Τελικό αποτέλεσμα (ποσό των αποτελεσμάτων επίδειξιν)



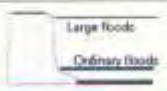
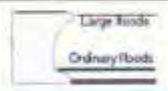

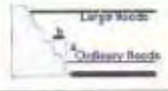
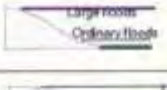
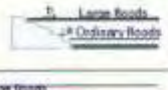
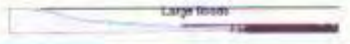
70



## Παράρτημα 7: Ενδεικτικά τα φύλλα σύνταξης του δείκτη QBR, για το χειμαρρικό ρεύμα «Αφέντω»

Δ 25

Το γεωμορφολογικό φύλλο σύνταξης του δείκτη QBR.

A	Κλίση και μορφή της παρόχθιας ζώνης	Αποτέλεσμα			
		Αριστερά	Δεξιά		
	Πολύ απότομα, κόνιβα ή ακόμα και κοίλια (κλίση >75°), πολύ υψηλά, τα περιθώρια δεν αναμένεται να ξεπεραστούν από τις πλημμύρες. Η κλίση είναι η γωνία που υποπίπτει από τη γραμμή μεταξύ της κορυφής της παρόχθιας περιοχής και της άκρης της αναθηλασμένης πλημμύρας του ποταμού.			6	6
	Παρόμοια με την προηγούμενη κατηγορία, αλλά με μια τρύπα που διαφοροποιεί τη συνθήσιμη πλημμυρίζουσα ζώνη από το κύριο κανάλι.			5	5
	Κλίση των περιθωρίων μεταξύ 45° και 75°, με ή χωρίς πεζούλια (a > b)			3	3
	Κλίση μεταξύ 20° και 45°, με ή χωρίς πεζούλια (a < b)			2	2
	Κλίση <20°, μεγάλη παρόχθια ζώνη.			1	1

B	Παρουσία ενός ή περισσότερων νησιών στο υδατορεύμα	Αποτέλεσμα
	Πλάτος όλων των νησιών 'a' > 5 m.	-2
	Πλάτος όλων των νησιών 'a' < 5 m.	-1

Γ	Ποσοστό των σκληρών υαλοτριμμάτων που μπορούν να καταστήσουν αδύνατη την παρουσία εγκαταστάσεων με τις ρίζες	Αποτέλεσμα
	> 80%	Δχι εφαρμογίμο
	60 - 80%	+6
	30 - 60%	+4
	20 - 30%	+2

Συνολικό αποτέλεσμα	8
---------------------	---

Γεωμορφολογικός τύπος σύμφωνα με το συνολικό αποτέλεσμα		
>8	Τύπος 1	Κλίματοι παρόχθιοι βιότοποι. Παρόχθια δέντρα, που περιορίζονται σε μια μικρή λωρίδα.
5-8	Τύπος 2	Τυπικοί μεσογειακή παρόχθιοι βιότοποι. Το δάσος μπορεί να είναι μεγάλο και αρχικά στη σκιά.
<5	Τύπος 3	Μεγάλοι παρόχθιοι βιότοποι και ενδεχομένως εκτενή δάση.

Το κύριο φύλλο σύνταξης του δείκτη QBR.

### Δείκτης QBR: φύλλο στοιχείων των τομέων.

Παρόχθια ποιότητα βιότοπων



Σταθμός	23
Παρατηρητής	Θ. Παπαθανασίου
Στοιχεία	

Α		
Συνολική παρόχθια κάλυψη		Αποτέλεσμα
Πόντοι		
25	> 80% παρόχθια κάλυψη (αποκλείοντας τις ετήσιες εγκαταστάσεις)	25
10	50-80% παρόχθια κάλυψη	
5	10-50% παρόχθια κάλυψη	
0	<10% παρόχθια κάλυψη	
+10	Εάν η συνδετικότητα μεταξύ του παρόχθου δάσους και της διασποδούς περιοχής είναι συνολική	10
+5	Εάν η συνδετικότητα είναι πάνω από 50%	
-10	Συνδετικότητα μεταξύ 25 και 50%	
-5	Συνδετικότητα κάτω 25%	
Συνολικό Αποτέλεσμα		35 → 25

B		
Δομή κάλυψης		
Βόντοι		Αποτέλεσμα
25	>75% κάλυψη δέντρων	25
10	50-75% η κάλυψη δέντρων ή κάλυψη δέντρων σε ποσοστό 25%-50% και άλλα 25% που καλύπτονται από τους θάμνους	
5	Κάλυψη δέντρων κάτω από 50% και κάλυψη θάμνων μεταξύ 10% και 25%	
0	<10% κάλυψη δέντρων ή θάμνων	
+10	Εάν τουλάχιστον 50% του καναλιού περιέχει ελάφια ή θάμνους	
+5	Εάν το 25-50% του καναλιού περιέχει ελάφια ή θάμνους	
+5	Εάν τα δέντρα και οι θάμνοι είναι στα ίδια μπλοκάκια	5
-5	Εάν τα δέντρα διανεμονται τακτικά, αλλά η περιοχή των θάμνων είναι >50%	
-5	Εάν τα δέντρα και οι θάμνοι διανεμονται στα χωριστά μπλοκάκια, χωρίς συνοχή	
-10	Δέντρα διανεμημένα τακτικά και η περιοχή των θάμνων < 50%	
Συνολικό Αποτέλεσμα		30 → (25)

Γ						
Ποιότητα κάλυψης (ο γεωμορφολογικός τύπος πρέπει πρώτα να καθορισθεί)						
Βόντοι		Τύπος 1	Τύπος 2	Τύπος 3	Αποτέλεσμα	
25	Αριθμός εγγενών ειδών δέντρων	>1	>2	>3	25	
10	Αριθμός εγγενών ειδών δέντρων	1	2	3		
5	Αριθμός εγγενών ειδών δέντρων	-	1	1-2		
0	Απουσία εγγενών δέντρων					
+10	Εάν η κοινότητα των δέντρων είναι συνεχή τουλάχιστον 3m πλάτος κατά μήκος του ποταμού και καλύπτει τουλάχιστον 75% της παράχθιας περιοχής				10	
+5	Η κοινότητα δέντρων είναι σχεδόν συνεχής και καλύπτει τουλάχιστον 50% της παράχθιας περιοχής					
+5	Εάν η παράχθια κοινότητα έχει μια δομή στοάς					
+5	Αριθμός ειδών θάμνων	>2	>3	>4	5	
-5	Εάν υπάρχουν μερικά προκαλούμενα από τον άνθρωπο κτήρια στην παράχθια περιοχή					
-5	Εάν υπάρχουν μερικά απομονωμένα μη ιθαγενή δέντρα					
-10	Παρουσία κοινοτήτων μη ιθαγενών δέντρων				-10	
-10	Παρουσία απορριμμάτων					
Συνολικό Αποτέλεσμα					30 → (25)	

Δ		
Αλλαγή καναλιών		
Πόντοι		Αποτέλεσμα
25	Χωρίς τροποποιήσεις το κανάλι του υδατορεύματος	
10	Ποτάμια πεζούλια τροποποιημένα, περιορισμός του καναλιού ποταμών	10
5	Κανάλια που τροποποιείται από τις ασυνεχείς άκαμπτές δομές κατά μήκος των τραπεζιών	
0	Εγκάρσιες δομές μέσα στα κανάλια (π.χ. ρυθμιστικά φράγματα)	
-10	Κοίτη του ποταμού με άκαμπτές δομές (π.χ. τοίχοι)	
-10	Εάν υπάρχει ρυθμιστικό φράγμα ή κάποια άλλη εγκάρσια υποδομή πέρα από την κοίτη του ποταμού.	
Συνολικό Αποτέλεσμα		10

Τελικό αποτέλεσμα (ποσό των αποτελεσμάτων επιπέδων) 85