



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
Τ Μ Η Μ Α Γ Ε Ω Γ Ρ Α Φ Ι Α Σ
Π.Μ.Σ. ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ
Κατεύθυνση : Διαχείριση φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών



ΘΕΜΑ : Εκτίμηση των επιπτώσεων από την κατασκευή και λειτουργία των φραγμάτων στην λεκάνη απορροής του Άραχθου, στο περιβάλλον και στο Δέλτα - ανάπτυξη λογισμικού κοκκομετρικής ανάλυσης ιζημάτων.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ : Χαλκιά Χρυσούλα
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Καρύμπαλης Ευθύμιος

Αθήνα, Φεβρουάριος 2012



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τ Μ Η Μ Α Γ Ε Ω Γ Ρ Α Φ Ι Α Σ

Π.Μ.Σ. ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

Κατεύθυνση : Διαχείριση φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών

ΘΕΜΑ : Εκτίμηση των επιπτώσεων από την κατασκευή και λειτουργία των φραγμάτων στην λεκάνη απορροής του Άραχθου, στο περιβάλλον και στο Δέλτα - ανάπτυξη λογισμικού κοκκομετρικής ανάλυσης ιζημάτων.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ : Χαλκιά Χρυσούλα

Επιβλέπων Καθηγητής: Καρύμπαλης Ε. (Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο)

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Καρύμπαλης Ε. (Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο)

Λαζαρίδη Κ. (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τμήματος Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο)

Γάκη – Παπαναστασίου Κ. (Καθηγήτρια Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	<i>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</i>	<i>Σελ.5</i>
	<i>ABSTRACT</i>	<i>Σελ.6</i>
	<i>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</i>	<i>Σελ.7</i>
<i>1</i>	<i>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</i>	<i>Σελ.13</i>
<i>2</i>	<i>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ</i>	<i>Σελ.16</i>
<i>2.1.</i>	<i>ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ</i>	<i>Σελ.16</i>
<i>2.2.</i>	<i>ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ : ΟΡΙΣΜΟΣ-ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ-ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ</i>	<i>Σελ.18</i>
<i>2.3.</i>	<i>ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</i>	<i>Σελ.21</i>
<i>2.4.</i>	<i>ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ</i>	<i>Σελ.24</i>
<i>2.4.1.</i>	<i>ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ</i>	<i>Σελ.25</i>
<i>2.5.</i>	<i>ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ – ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟΥ</i>	<i>Σελ.31</i>
<i>2.5.1.</i>	<i>ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΡΑ 2000/60</i>	<i>Σελ.34</i>
<i>2.5.2.</i>	<i>ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΓΕΝΙΚΑ</i>	<i>Σελ.40</i>
<i>2.5.3.</i>	<i>ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ</i>	<i>Σελ.43</i>
<i>3</i>	<i>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</i>	<i>Σελ.51</i>
<i>3.1.</i>	<i>ΘΕΣΗ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ</i>	<i>Σελ.51</i>
<i>3.2.</i>	<i>ΚΛΙΜΑ</i>	<i>Σελ.59</i>
<i>3.3.</i>	<i>ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ / ΝΕΡΟΥ</i>	<i>Σελ.60</i>
<i>3.4.</i>	<i>ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ/ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ</i>	<i>Σελ.62</i>
<i>3.5.</i>	<i>ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</i>	<i>Σελ.65</i>
<i>3.6.</i>	<i>ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ</i>	<i>Σελ.68</i>

3.7.	<i>ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ</i>	<i>Σελ.69</i>
3.8.	<i>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗ</i>	<i>Σελ.73</i>
3.9.	<i>ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ</i>	<i>Σελ.76</i>
3.9.1.	<i>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ</i>	<i>Σελ.76</i>
3.9.2.	<i>ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ</i>	<i>Σελ.80</i>
3.9.3.	<i>ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ</i>	<i>Σελ.84</i>
4	<i>ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ - ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ</i>	<i>Σελ.86</i>
4.1.	<i>ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</i>	<i>Σελ.86</i>
4.1.1.	<i>ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ</i>	<i>Σελ.86</i>
4.1.2.	<i>ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ</i>	<i>Σελ.89</i>
4.1.3.	<i>ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ</i>	<i>Σελ.90</i>
4.2.	<i>ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ</i>	<i>Σελ.91</i>
5	<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</i>	<i>Σελ.102</i>
6	<i>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</i>	<i>Σελ.108</i>

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά (2000/60/EK) δημιουργεί ένα νέο καθεστώς στη διαχείριση των υδατικών πόρων. Κυρίαρχα χαρακτηριστικά της μεταξύ άλλων είναι η διαχείριση των υδατικών πόρων σε επίπεδο περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού, η επίτευξη συγκεκριμένων ποιοτικών στόχων που συνδέονται με την οικολογική κατάσταση των νερών (βιολογικοί δείκτες), καθώς και η διατήρηση των επιφανειακών υδατικών συστημάτων στη «φυσική» τους κατάσταση.

Στο νέο αυτό πλαίσιο, η ανάπτυξη φραγμάτων αποτελεί αντικείμενο ενδεδειγμένης έρευνας, τεκμηρίωσης και αιτιολόγησης με πολλά βήματα και παραμέτρους τόσο οικονομικές και κοινωνικές αλλά και οπωσδήποτε περιβαλλοντικές. Η κατασκευή φραγμάτων αν και παίζει σημαντικό ρόλο στην προσφορά νερού στους ανθρώπους, στη γεωργία και στη βιομηχανία, μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ομαλή λειτουργία των οικοσυστημάτων.

Στην παρούσα εργασία παρατίθεται το ιστορικό της κατασκευής των φραγμάτων και οι θετικές και αρνητικές επιπτώσεις από τη λειτουργία τους. Επιπλέον γίνεται σκιαγράφηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης στην ευρύτερη περιοχή του Αμβρακικού κόλπου βασιζόμενη σε βιβλιογραφικά δεδομένα, ιδιαίτερα στο δελταϊκό πεδίο των ποταμών Άραχθου και Λούρου, καθώς και των μεταβολών της ζώνης του δελταϊκού μετώπου του Άραχθου ποταμού εξαιτίας της λειτουργίας των φραγμάτων που έχουν κατασκευασθεί στην λεκάνη απορροής του.

Επιπλέον έγινε προσπάθεια αποτύπωσης της κοκκομετρίας κατά μήκος της ακτογραμμής, αναζητώντας δεδομένα τόσο από σχετικές μελέτες, όσο και από τη βιβλιογραφία ενώ ελήφθησαν και αναλύθηκαν κοκκομετρικά έξι δείγματα της περιοχής των εκβολών με σκοπό την αποτύπωση του κοκκομετρικού καθεστώτος την περίοδο δειγματοληψίας.

Τα δείγματα αυτά αποτελέσαν έναυσμα για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη προγράμματος επεξεργασίας των αποτελεσμάτων της κοκκομετρικής ανάλυσης με τη χρήση του οποίου εξάγονται οι στατιστικές και περιγραφικές παράμετροι των δειγμάτων (αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη, μέσο μέγεθος κόκκων, παράμετροι λοξότητας – κύρτωσης κ.α.). Ο έλεγχος καλής εκτέλεσης του λογισμικού αυτού πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή του στα δείγματα ιζήματος που ελήφθησαν.

ABSTRACT

The Directive Water Framework Directive (2000/60/EC) establishes a new regime in the management of water resources. Dominant features including the management of water resources at river basin, the achievement of specific qualitative objectives linked to the ecological status of water (biological indicators), and the maintenance of surface water bodies in the "natural" state.

In this new context, the development of dams is the subject of thorough research, documentation and justification of many steps and parameters both economic and social and certainly environmental. The construction of dams although it plays an important role in providing water to people, agriculture and industry, but can have serious effects on ecosystem functioning.

In this study the history of the construction of dams is presented along with the advantages and disadvantages for the immediate and broader area. Additionally, the palaeogeographic evolution of the broader Amvrakikos Gulf area is given based on the literature review of previous studies and research works. The study focuses on the deltaic front of the Arachthos and Louros rivers as well as on the changes of the Arachthos River delta front due to the dams that have been constructed at the upper reaches of the basin.

An attempt is also made to highlight the granulometry of the sediments along the coastline taking into account published papers and previous studies. Six sediment samples were collected from the broader area of the river mouth in order to show the granulometry of the sediments at the time they were collected.

These samples were the reason for the design and development of a software for the automatic calculation of useful statistic parameters regarding sediment grain size analysis (cumulative grain size curve, kurtosis, mean size, etc). This software was tested using the results of the six sediment samples sieving.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ανάθεση της παρούσας μελέτης έγινε στα πλαίσια των Μεταπτυχιακών μου Σπουδών με κατεύθυνση στη Διαχείριση Φυσικών και Ανθρωπογενών Καταστροφών του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου. Ένα μέρος της εκπονήθηκε στο εργαστήριο φυσικής γεωγραφίας του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, λόγω της ανάγκης για ιζηματολογική ανάλυση.

Θεωρώ χρέος μου να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους βοήθησαν και στήριξαν την ολοκλήρωση της μελέτης :

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ε. Καρύμπαλη, επικεφαλής της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου τη συγκεκριμένη εργασία, την ουσιαστική του επιστημονική καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές του, το μεγάλο ενδιαφέρον του, την βοήθεια καθώς και την υποστήριξη που προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της μελέτης.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τόσο την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κ.Αικατερίνη Λαζαρίδη όσο και την Καθηγήτρια κ.Γάκη-Παπαναστασίου Καλλιόπη για την συνεργασία, τις εύστοχες παρατηρήσεις τους και τη συμβολή τους στην τελική διαμόρφωση του κειμένου.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ / ΠΙΝΑΚΩΝ / ΕΙΚΟΝΩΝ

ΧΑΡΤΕΣ

Χάρτης 1.	Συνθήκες έλλειψης υδάτων το έτος 2025 αν συνεχιστούν οι υπάρχουσες τάσεις (I.W.M.I., 2000).	Σελ.14
Χάρτης 2.	Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας (ΥΠΙΑΝ, 2006).	Σελ.25
Χάρτης 3.	Γεωμορφολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 05 (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).	Σελ.26
Χάρτης 4.	Χωρική κατανομή συνολικών κατακρημνισμάτων στην Ελλάδα (σε mm ανά έτος) (http://ndbhmi.chi.civil.ntua.gr/el/index.html).	Σελ.30
Χάρτης 5.	Χρήσεις γής (CORINE, 2000).	Σελ.61
Χάρτης 6.	Γεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής κλίμακας 1:672.000 (ΓΓΜΕ, 1983).	Σελ.67
Χάρτης 7.	Γεωδυναμικός χάρτης Ελλάδος με τα σύνορα των πλακών (Anastasakis G, et al., (2007).	Σελ.68
Χάρτης 8.	Ταμιευτήρας του ποταμού Άραχθου (Δ.Ε.Η. Α.Ε. Άρτας).	Σελ.77

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1.	Υδατικοί πόροι στην Μεσόγειο (UNESCO, 1978).	Σελ.22
Πίνακας 2.	Γεωγραφική κατανομή των κυριότερων επιφανειακών υδατικών πόρων στην Ελλάδα (φυσικές και τεχνητές λίμνες, λιμνοθάλασσες, ποταμοί, έλη και άλλες υγροτοπικές περιοχές, ανά γεωγραφικό διαμέρισμα (αριθμός και έκταση σε τετραγωνικά χιλιόμετρα)) (ΕΚΒΥ, 1994).	Σελ.23
Πίνακας 3.	Υδρολογικό ισοζύγιο ηπειρωτικού τμήματος (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).	Σελ.28
Πίνακας 4.	Υδρολογικό ισοζύγιο νησιωτικού τμήματος (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).	Σελ.28

Πίνακας 5.	Μορφολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (Ανδριώτης, Γ., 2009).	Σελ.29
Πίνακας 6.	Χαρακτηριστικά του Δέλτα του ποταμού Άραχθου (Ρουλος, S.,2005).	Σελ.57
Πίνακας 7.	Λιθολογία της λεκάνης απορροής (Ρουλος, S.,2005).	Σελ.58
Πίνακας 8.	Βασικές χρήσεις γης (εκτάσεις σε χμ ²) ΕΣΥΕ (1995).	Σελ.60
Πίνακας 9.	Μέσες τιμές παροχών (m ³ /s) του ποταμού Άραχθου στο Πουρνάρι κατά την περίοδο 1950-1980 (Μερτζάνης Α., 1997).	Σελ.81
Πίνακας 10.	Μέσες ετήσιες αποδόσεις φερτών σε 4 θέσεις (Μιμίκου, 2005).	Σελ.81
Πίνακας 11.	Ροή νερού/ ιζήματος (Ρουλος, S.,2005).	Σελ.82
Πίνακας 12.	Ταξινόμηση αμμοδών ιζημάτων, ανάλογα με τη διάμετρο των κόκκων κατά Folk (Folk,1974).	Σελ.88
Πίνακας 13.	Λιθολογικές τάξεις κλαστικών ιζημάτων (κατά Folk et al., 1970).	Σελ.92
Πίνακας 14.	Γεωμετρική (mm) και αριθμητική (Φ) κλίμακα μέτρησης του μεγέθους ιζηματογενών κόκκων (Wentworth, C.K., 1922).	Σελ.94
Πίνακας 15.	Βαθμός ταξινόμησης ιζημάτων βάσει της τιμής της αποκλειστικής σταθερής απόκλισης σ _i (Καρύμπαλης, Ε.Θ., 2010).	Σελ.96
Πίνακας 16.	Κατάταξη και χαρακτηρισμός των δειγμάτων των ιζημάτων ανάλογα με τις τιμές κύρτωσης (Καρύμπαλης, Ε.Θ., 2010).	Σελ.96
Πίνακας 17.	Όρια τιμών λοξότητας και χαρακτηρισμός του ιζήματος κατά Folk (Καρύμπαλης, Ε.Θ., 2010).	Σελ.97

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1.	Ταξινόμηση του νερού ως φυσικό πόρο (Μιγκίρος, Γ., 2008).	Σελ.20
-----------------	---	--------

Σχήμα 2.	Κατανομή του νερού στη Γή (www.Fao.org).	Σελ.21
Σχήμα 3.	Ετήσια κατανομή νερού στην Ελλάδα (Καραβίτης, Χ., 2005).	Σελ.24
Σχήμα 4.	Συσχέτιση Βροχόπτωσης- Επιφανειακής Απορροής (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).	Σελ.30
Σχήμα 5.	Βασικά ζητήματα που αφορούν τη διαχείριση των φραγμάτων και την διαμόρφωση πολιτικής διαχείρισης της ζήτησης και της διανομής του νερού (I.U.C.N./U.N.E.P./W.C.D., 2001).	Σελ.37
Σχήμα 6.	Συνολική έκταση ταμιευτήρων μεγάλων φραγμάτων (σε χιλιάδες km ²) ανά περιοχή του κόσμου (Κουσουρής Θ., 1995).	Σελ.43
Σχήμα 7.	Πρωτογενείς, δευτερογενείς και τριτογενείς επιπτώσεις των φραγμάτων στα ποτάμια οικοσυστήματα (W.C.D., 2000).	Σελ.44
Σχήμα 8.	Σχέσεις ανάμεσα σε παράγοντες που αφορούν την ανάπτυξη των υδάτινων πόρων που προκαλούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις (I.U.C.N/U.N.E.P/W.C.D., 2001).	Σελ.47
Σχήμα 9.	Αιτίες και επιπτώσεις της υποβάθμισης της ποιότητας του νερού σε ποτάμιο σύστημα (T.C.Dougherty, A.W.Hall, 1995).	Σελ.49
Σχήμα 10.	Σχηματική παράσταση κυρίων κλάδων ποταμού Άραχθου (ΥΠΙΑΝ, 2005).	Σελ.52
Σχήμα 11.	Αποτύπωση υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης Άραχθου (Νικολάου, 2005,τροποποιημένο από Χαλκιά).	Σελ.53
Σχήμα 12.	Τοπογραφία λεκάνης του Άραχθου (Μιμίκου, 2005).	Σελ.54
Σχήμα 13.	Οι παράγοντες και οι διεργασίες που παίζουν κύριο ρόλο στη διαμόρφωση των ποτάμιων δέλτα (τροποποιημένο από Coleman & Wright, 1975).	Σελ.55
Σχήμα 14.	Ταξινόμηση των δέλτα βάσει των τριών διεργασιών διαμόρφωσής τους (Galloway,1975).	Σελ.56
Σχήμα 15.	Το Δέλτα του ποταμού Άραχθου (Μιμίκου,2005).	Σελ.58
Σχήμα 16.	Εδαφικό κάλυμμα της απορροής του ποταμού Άραχθου (Μιμίκου, 2005).	Σελ.58

Σχήμα 17.	Απεικόνιση της παλαιο-γεωγραφικής εξέλιξης του Αμβρακικού κόλπου, όταν η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν σε βάθος (a) 61m, b) 53m, (c) 46m, (d) 38m κάτω από τη σημερινή στάθμη (Καψιμάλης et al., 2004).	Σελ.70
Σχήμα 18.	Γεωλογικό υπόβαθρο και στερεοαπορροή (Μιμίκου, 2005).	Σελ.74
Σχήμα 19.	Σύγκριση ακτογραμμής για τρεις διαφορετικές χρονικές περιόδους (η κόκκινη γραμμή αποδίδει το περίγραμμα της ακτογραμμής το 1960, η μπλέ γραμμή αποτυπώνει την ακτογραμμή το έτος 1985, ενώ η κίτρινη γραμμή παρουσιάζει την ίδια ακτογραμμή το έτος 1996) (Μιμίκου, 2005).	Σελ.75
Σχήμα 20.	Ταξινόμηση και ονοματολογία λεπτόκοκκων ιζημάτων κατά Folk (Folk, 1974).	Σελ.87
Σχήμα 21.	Σχέση μεταξύ των κλιμάκων του μεγέθους των ιζηματογενών κόκκων σε mm και σε μονάδες Φ (Καρύμπαλης, Ε., 2010).	Σελ.94

ΕΙΚΟΝΕΣ

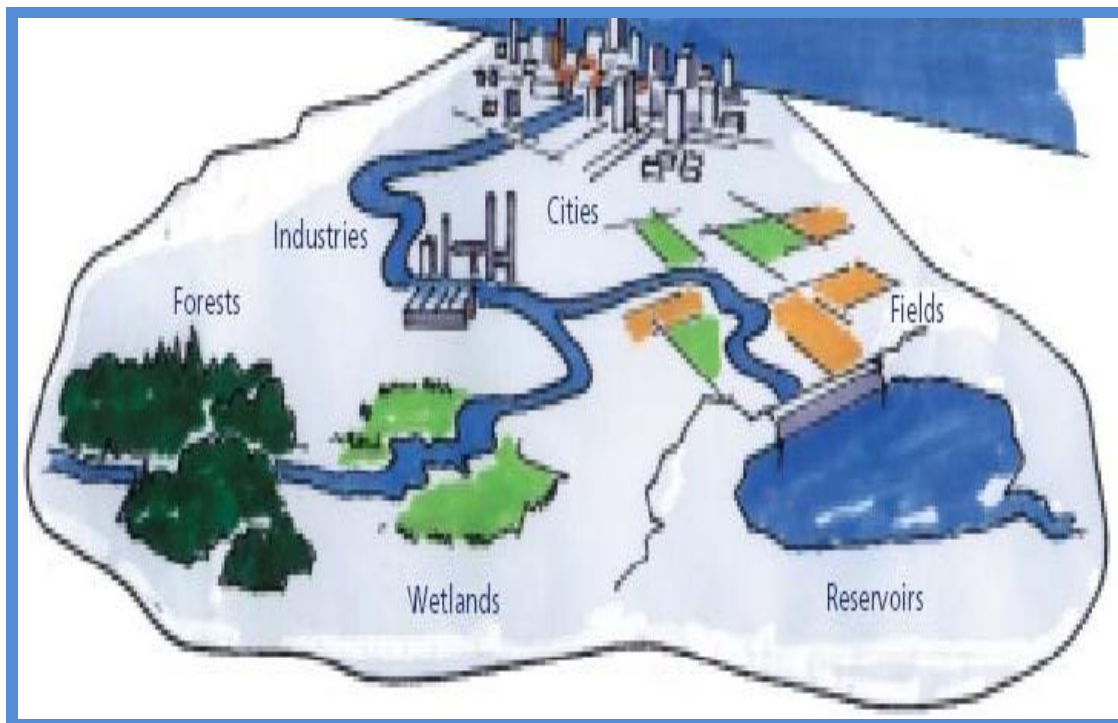
Εικόνα 1.	Υδατικοί πόροι και χρήσεις τους (G.W.P., 2000).	Σελ.13
Εικόνα 2.	Απλοποιημένη γραφική απεικόνιση του υδρολογικού κύκλου (www.usgs.gov).	Σελ.17
Εικόνα 3.	α)Φράγμα Sadd- el –Kafara, Αίγυπτος (Schnitter, N, J., 1994), β)Μυκηναϊκό φράγμα Τίρυνθας (http://www.newtirins.gr/tirinsguide4.html) όπως διασώζονται σήμερα.	Σελ.41
Εικόνα 4.	Ράφτινγκ στον Άραχθο (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009).	Σελ.61
Εικόνα 5.	Μετακινήσεις δελφινιών κατά το διάστημα 2001 – 2009. Οι μπλέ γραμμές αντιπροσωπεύουν ατομικές κινήσεις (Bearzi G., et al., 2008).	Σελ.63
Εικόνα 6.	Παραποτάμια βλάστηση του Άραχθου (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009).	Σελ.63

Εικόνα 7.	Χαρακτηριστική πανίδα του Άραχθου (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009).	Σελ.64
Εικόνα 8.	Δορυφορική εικόνα του Αμβρακικού κόλπου το 1977 (Lagring, R., 2008).	Σελ.73
Εικόνα 9.	Δορυφορική εικόνα του Αμβρακικού κόλπου το 1989 (Lagring, R., 2008).	Σελ.75
Εικόνα 10.	Δορυφορική εικόνα του Αμβρακικού κόλπου το 2000 (Lagring, R., 2008).	Σελ.76
Εικόνα 11.	Τα φράγματα στον ποταμό Άραχθο (www.panoramio.com).	Σελ.78
Εικόνα 12.	Το φράγμα Πουρναρίου (Στεφανάκος, Ι.Π., 2010).	Σελ.79
Εικόνα 13.	Το φράγμα Πουρνάρι ΙΙ (www.panoramio.com).	Σελ.80
Εικόνα 14.	Ο ποταμός Άραχθος (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009).	Σελ.83
Εικόνα 15.	Η γέφυρα Πλάκας στον Άραχθο (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009).	Σελ.84
Εικόνα 16.	Συσκευή δόνησης τύπου Retsch (Καρύμπαλης, Ε., 2010).	Σελ.91

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

«*Αρχή πάντων το ύδωρ*» κατά τον Θαλή τον Μιλήσιο τον 5ο π.χ. αιώνα. Η σημαντικότητα αυτή του νερού επιβεβαιώνεται, ανατρέχοντας στην ιστορία, από το γεγονός ότι οι μεγάλοι πολιτισμοί γεννήθηκαν και αναπτύχθηκαν κοντά στο νερό , το οποίο και θεοποιούσαν. Η ζωή πάνω στον πλανήτη, η επιβίωση και η ευημερία του ανθρώπου εξαρτάται από τους υδατικούς πόρους. Η κοινωνία χρησιμοποιεί νερό για να δημιουργήσει και να στηρίξει την οικονομική ανάπτυξη και ευημερία διαμέσου δραστηριοτήτων όπως (Παπαδουλάκης, Β., 2011) :

- ☐ Αγροτική παραγωγή
- ☐ Κτηνοτροφία
- ☐ Αλιεία – Ιχθυοκαλλιέργεια
- ☐ Βιομηχανία
- ☐ Παραγωγή Ενέργειας
- ☐ Μεταφορές-Τουρισμό-Αναψυχή

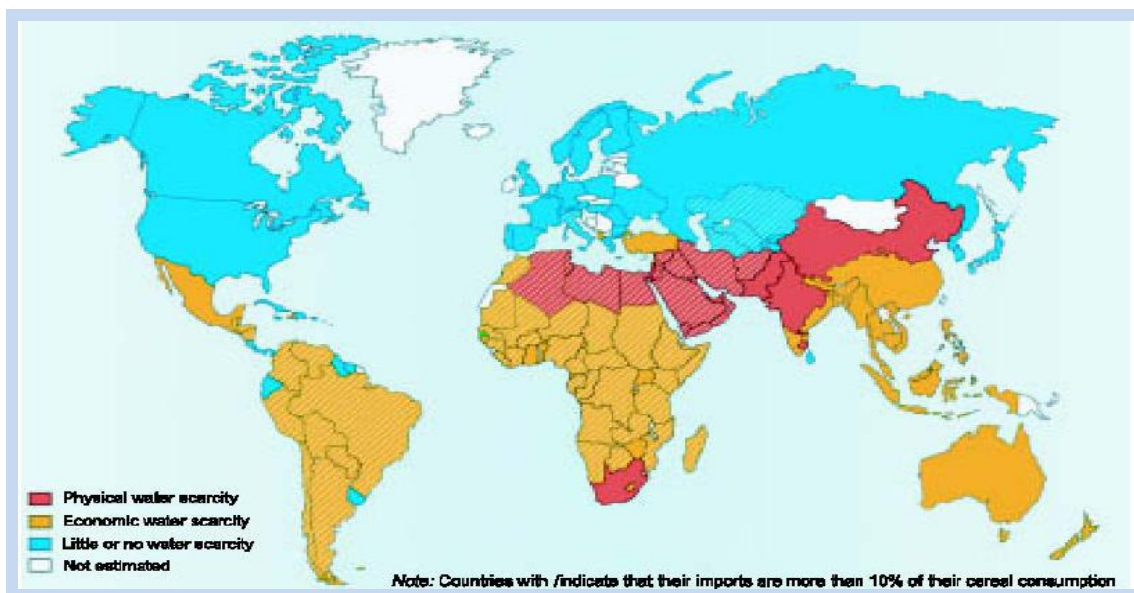


Εικόνα 1. : Υδατικοί πόροι και χρήσεις τους (G.W.P., 2000).

Εύκολα διαπιστώνεται ότι :

- ❖ Το νερό είναι ζωτικής σημασίας για την αγροτική παραγωγή και την κτηνοτροφία. Οι αρδευόμενες εκτάσεις αυξήθηκαν 20% μετά το 1990 και οι αρδεύσεις είναι ο κύριος καταναλωτής νερού (πάνω από 85%),
- ❖ Οι αποφάσεις για τις χρήσεις γης και την ανάπτυξη επηρεάζονται άμεσα από τη διαθεσιμότητα νερού και τις διευκολύνσεις στη διάθεση αποβλήτων,
- ❖ Η παραγωγή ενέργειας έχει ανάγκη όλο και μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού, όπως και η βιομηχανία και ο τουρισμός,
- ❖ Πάνω από όλα όμως το νερό είναι στο κέντρο των φυσικών οικοσυστημάτων και ρυθμιστής του κλίματος. Δεν είναι μόνο «υπηρεσία επισιτισμού», ένα βασικό υλικό. Έχει ρυθμιστικό ρόλο πάνω στο κλίμα και τις καιρικές συνθήκες και δίνει τη δυνατότητα στο πλανήτη να συνεχίσει να λειτουργεί.

Οι υδατικοί πόροι επομένως διαθέτουν περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική αξία. Το ζήτημα του νερού και της διαχείρισης των υδατικών πόρων καταγράφεται σήμερα ως υψηλής προτεραιότητας. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του ΟΗΕ το 2025 ένας στους τρεις κατοίκους της γης θα ζουν σε καθεστώς λειψυδρίας ή θα κινδυνεύουν άμεσα απ' αυτή.



Χάρτης 1. : Συνθήκες έλλειψης υδάτων το έτος 2025 αν συνεχιστούν οι υπάρχουσες τάσεις (I.W.M.I., 2000).

Σε περιοχές οι οποίες αντιμετωπίζουν προβλήματα έλλειψης υδάτων εκδηλώνεται έντονος ανταγωνισμός για τη χρήση τους, παρά την ύπαρξη νομικών ρυθμίσεων. Η έλλειψη των υδάτων δεν επιτρέπει την αγροτική, αστική, βιομηχανική και τουριστική ανάπτυξη χωρίς τη λήψη περιορισμών όσον αφορά τη χρήση τους και την εφαρμογή πολιτικών διανομής τους στους διάφορους τομείς χρήσεις του. Τα προβλήματα έλλειψης υδάτων οξύνονται σε περιοχές στις οποίες οι υδάτινοι πόροι έχουν ήδη υποβαθμιστεί ή υποβαθμίζονται ποσοτικά ή ποιοτικά. Στις υποανάπτυκτες ή αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου η απουσία κατάλληλων υδρευτικών, αρδευτικών και αποχετευτικών έργων σε συνδυασμό με την υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων, προκαλεί την εμφάνιση προβλημάτων στην υγεία των τοπικών πληθυσμών (Pereira L., et al., 2002).

Εκτιμάται ότι το νερό θα αποτελέσει κρίσιμο παράγοντα για την επιβίωση και την ανάπτυξη των περισσότερων αναπτυσσόμενων, αλλά και πολλών ήδη αναπτυγμένων χωρών. Εξάλλου, το νερό προβλέπεται ότι θα αποτελέσει αιτία διαμάχης και συγκρούσεων μεταξύ γειτονικών χωρών, δεδομένου ότι περίπου το 40% των κατοίκων της γης ζουν σε περισσότερες από 200 διακρατικές υδρολογικές λεκάνες που μοιράζονται περισσότερες από δύο σε κάθε περίπτωση χώρες. Ωστόσο, οι παραπάνω διαπιστώσεις και προβλέψεις διαφοροποιούνται από χώρα σε χώρα και από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες, το φυσικό, οικονομικό, κοινωνικό και πολιτικό επίπεδο.

Ετσι, οι αιτίες της κρίσης του νερού είναι δεδομένες, αλλά μπορούν να αναγνωριστούν ότι αυτές έχουν κοινά χαρακτηριστικά που μεταξύ των άλλων διαπιστώνεται ότι:

- το νερό είναι απαραίτητο για τη ζωή και για τις δραστηριότητες του ανθρώπου,
- η συνολική ποσότητα του νερού που είναι διαθέσιμη σε κάθε χώρα, σε μακροχρόνια κλίμακα είναι περίπου σταθερή,
- έχουν ήδη εξαντληθεί ή βρίσκονται στο στάδιο της αξιοποίησης, κατά τεκμήριο οι τεχνικά ευκολότερα και οικονομικά συμφερότερα υδατικοί πόροι,

- η συνεχή μείωση των κατά κεφαλή διαθέσιμων υδατικών πόρων εξαιτίας της αύξησης του πληθυσμού και η διαρκή αύξηση των απαιτήσεων ως αποτέλεσμα της μεταβολής των συνθηκών ζωής και της τεχνολογικής εξέλιξης,
- όσο αυξάνει ο πληθυσμός και οι δραστηριότητες του ανθρώπου, τόσο εντείνεται η ρύπανση των νερών,
- η διάσταση της διαχείρισης των υδατικών πόρων αποτελεί σημαντικό παράγοντα ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος.

Εξέλιξη του πληθυσμού και των ανανεώσιμων κατά κεφαλή υδατικών πόρων (όταν ο δείκτης των διαθέσιμων ανανεώσιμων υδατικών αποθεμάτων είναι > 1000 κυβικά μέτρα ανά κάτοικο, τότε υπάρχει πρόβλημα λειψυδρίας, ενώ όταν ο δείκτης > 1700 κυβικά μέτρα ανά κάτοικο, τότε κάποια στιγμή θα αντιμετωπίσουμε πρόβλημα νερού (ΟΗΕ & World Bank).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Ο υδρολογικός κύκλος περιγράφει τη δυναμική των υδάτινων αποθεμάτων, δηλαδή τη γενική μεταφορά υδάτινης μάζας σε όλες τις φάσεις της και από όλους τους δυνατούς δρόμους στο χώρο της Γης. Τα χωρικά όρια του κύκλου αυτού περιλαμβάνουν την τροπόσφαιρα και μέρος της λιθόσφαιρας, μέχρι το βάθος των 800 m περίπου και η ηλιακή ενέργεια αποτελεί την κύρια κινητήρια δύναμή του, προκαλώντας εξάτμιση του υγρού νερού και του πάγου (Ζαμπάκας, 1981). Ο κύκλος του νερού ρυθμίζεται από σειρά κλιματικών, φυσικογεωγραφικών, γεωλογικών συνθηκών καθώς και από τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις (Μερτζάνης, 1995).

Η προαναφερόμενη εξάτμιση του νερού από τη ξηρά και τη θάλασσα θεωρείται ως η έναρξη του κύκλου. Μία άλλη οδός επιστροφής του νερού στην ατμόσφαιρα είναι η διεργασία της διαπνοής των φυτών. Στη συνέχεια λαμβάνει χώρα η συμπύκνωση με αποτέλεσμα το σχηματισμό νεφών και τέλος, το νερό επιστρέφει στις ηπείρους και τους

ωκεανούς με τη μορφή βροχής, χιονιού, ή χαλαζιού. Ένα μέρος του νερού που καταλήγει στις ηπείρους ρέει επιφανειακά και το υπόλοιπο κατεισδύει και ακολουθεί υπόγεια πορεία. Και στις δύο περιπτώσεις το νερό καταλήγει στους ωκεανούς, με τη διαφορά πως η επιφανειακή ροή του μέσω των ποταμών, είναι οκτώ φορές μεγαλύτερη, από την υπόγεια σε ετήσια βάση. Όμως ο όγκος των υπόγειων υδάτων, είναι 6.000 φορές μεγαλύτερος από αυτόν των ποταμών σε οποιοδήποτε χρόνο (Δερμιτζάκης και Λέκκας, 1986).

Ο Μερτζάνης (1995), αναλύει τις διεργασίες οι οποίες συνιστούν τον υδρολογικό κύκλο και αναφέρει παράγοντες από τους οποίους επηρεάζονται. Όσον αφορά στην εξάτμιση, η ταχύτητά της εξαρτάται από την εξατμιστική ικανότητα της ατμόσφαιρας και τον τύπο της επιφάνειας εξάτμισης. Η διαπνοή διαφοροποιείται ανάλογα με την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία συμβάλει στο άνοιγμα των στομάτων των φύλλων, την υγρασία εδάφους, η οποία τροφοδοτεί με νερό τις ρίζες και με παράγοντες σχετικούς με τη φυσιολογία των φυτών.



Εικόνα 2. : Απλοποιημένη γραφική απεικόνιση του υδρολογικού κύκλου (www.usgs.gov).

Η επιφανειακή απορροή αντιπροσωπεύει την ποσότητα του νερού το οποίο κινείται στην επιφάνεια του εδάφους ή συγκεντρώνεται περιστασιακά σε λίμνες και σε έλη. Η ταχύτητά της ρυθμίζεται από τη μορφολογία του ανάγλυφου και ιδιαίτερα την κλίση του, το μήκος και τη διαμόρφωση της κοίτης των ποταμών και της λεκάνης απορροής καθώς και από τη διαπερατότητα των πετρωμάτων τα οποία συνιστούν τη λεκάνη αυτή. Η κατείσδυση του νερού προς βαθύτερα στρώματα συμβαίνει κυρίως με την επίδραση της βαρύτητας. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την καθοδική αυτή κίνηση είναι η μορφολογία της λεκάνης, η διάρκεια και η ένταση των βροχοπτώσεων, η διαπερατότητα των πετρωμάτων, το πορώδες και η αρχική υγρασία του εδάφους, τα οποία καθορίζουν τον όγκο του νερού που θα απορροφηθεί. Ένας άλλος παράγοντας είναι η παρουσία βλάστησης, η οποία συμβάλλει θετικά στη διεργασία της κατείσδυσης, επιβραδύνοντας την επιφανειακή ροή του νερού και ταυτόχρονα προστατεύει το έδαφος από την αποσαθρωτική και διαβρωτική δράση των ραγδαίων βροχών. Επίσης το ριζικό σύστημα αυξάνει τη διαπερατότητα των εδαφών διευκολύνοντας με αυτόν τον τρόπο την καθοδική κίνηση.

Οι δυνατότητες του ανθρώπου για αισθητή επέμβαση στον υδρολογικό κύκλο περιορίζεται στην επιφανειακή απορροή και σε μικρό βάθος της υπόγειας ροής (Ζαμπάκας, 1981).

Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον μεταβάλλουν το υδρολογικό καθεστώς μίας περιοχής με θετικά ή αρνητικά αποτελέσματα όσον αφορά στην επιφανειακή απορροή και την κατείσδυση. Τέτοιου είδους επέμβαση είναι η κατασκευή υδροηλεκτρικών και αρδευτικών φραγμάτων, τα οποία μεταβάλλουν τη δίαιτα ποταμών και χειμάρρων προσαρμόζοντας τη ροή τους στις τρέχουσες ενεργειακές και αρδευτικές ανάγκες (Μερτζάνης, 1995).

2.2. ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ : ΟΡΙΣΜΟΣ – ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ – ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Κάθε υδάτινος χώρος δεν είναι κατ'ανάγκη διαθέσιμος και δεν μπορεί να διατεθεί για χρήση. Για να είναι κάποιος υδάτινος χώρος, πόρος, πρέπει ο υδάτινος όγκος του να είναι διαθέσιμος ή και να μπορεί να διατεθεί για χρήση σε επαρκή ποσότητα, κατάλληλη ποιότητα, ενώ θα πρέπει να προσδιορίζεται και η χρονική περίοδος μέσα

στην οποία μπορεί να ικανοποιήσει τη συγκεκριμένη ζήτηση. Ένας υδατικός πόρος, είναι δυνατό ήδη να χρησιμοποιείται ή να αποτελεί αποθηκευτικό δυναμικό στρατηγικής για το μέλλον. Αυτό όμως που καθορίζει αυτόν τον πόρο είναι η τρέχουσα και η μελλοντική του αξιοπιστία, ενώ είναι δυνατό μεταβολές στο φυσικό περιβάλλον και στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες μιας περιοχής, να επηρεάσουν το μέγεθος, την αξιοπιστία ή και να ακυρώσουν τη χρήση του (Σούλιος, 1995, Τσακίρης, 1996).

Οι υδατικοί πόροι μπορούν να υποδιαιρεθούν (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011):

- Σε σχέση με τη θεώρησή τους ως ροή ή ως απόθεμα:
 - ❖ Υδατικοί πόροι ανανεώσιμοι ή δυναμικοί (ροή)
 - ❖ Υδατικοί πόροι μη ανανεώσιμοι (απόθεμα)
- Σε σχέση με τη φυσική κατάσταση στο περιβάλλον:
 - ❖ Υδατικοί πόροι επιφανειακοί
 - ❖ Υδατικοί πόροι υπόγειοι
- Σε σχέση με την πρακτική δυνατότητα αξιοποίησής ή αναρρυθμίσεώς τους:
 - ❖ Υδατικοί πόροι φυσικοί ή δυνητικοί
 - ❖ Υδατικοί πόροι ερευνήσιμοι

Η ανανέωση, στην περίπτωση των υδατικών πόρων έχει την έννοια της αναπαραγωγής, της διατηρήσεως της υποστάσεώς τους. Η διάκριση ανάμεσα σε ανανεώσιμους και μη ανανεώσιμους πόρους αντιστοιχεί στη διάκριση ανάμεσα στη ροή και στο απόθεμα, αλλά η ανανέωση είναι ο λόγος του ενός προς το άλλο. Είναι η ροή που ανανεώνει και το απόθεμα που ανανεώνεται. Ωστόσο, η διάκριση ανάμεσα σε πόρους (φυσικούς) ανανεώσιμους και μη ανανεώσιμους (πεπερασμένους) έχει και μια άλλη διάσταση, η αγνόηση της οποίας (χώρος και χρόνος) οδηγεί σε λανθασμένες αποφάσεις για το βαθμό και το χρόνο αξιοποίησής τους. Στην περίπτωση του νερού, αν το θέμα τεθεί για το σύνολο του νερού του πλανήτη (υδρόσφαιρα), ο πόρος είναι μη ανανεώσιμος. Σε τοπικό επίπεδο, ιδιαιτέρως σε χώρες με ξηρή περίοδο του υδρολογικού έτους, στη

διάρκεια, ακριβώς, της ξηρής περιόδου, το νερό είναι πόρος μη ανανεώσιμος, ενώ, σε υπερετήσια βάση, είναι ανανεώσιμος (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).

Στους επιφανειακούς υδατικούς πόρους ανήκουν τα ποτάμια, οι χείμαρροι, οι λίμνες, τα έλη, οι βάλτοι, οι λιμνοθάλασσες, οι λιμνοδεξαμενές και οι ταμιευτήρες, ενώ στους υπόγειους υδατικούς πόρους περιλαμβάνονται τα νερά των γεωτρήσεων, των πηγαδιών, των πηγών και των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων (Taub, 1984).

Η προέλευση, η κατανομή και ο σχηματισμός των φυσικών οδών επιφανειακής μεταφοράς και αποθήκευσης του νερού και των κάθε είδους υδατοσυλλογών σε οποιαδήποτε λεκάνη απορροής είναι αποτέλεσμα κλιματικών, γεωλογικών, γεωμορφολογικών παραγόντων και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (Dussart, 1966).

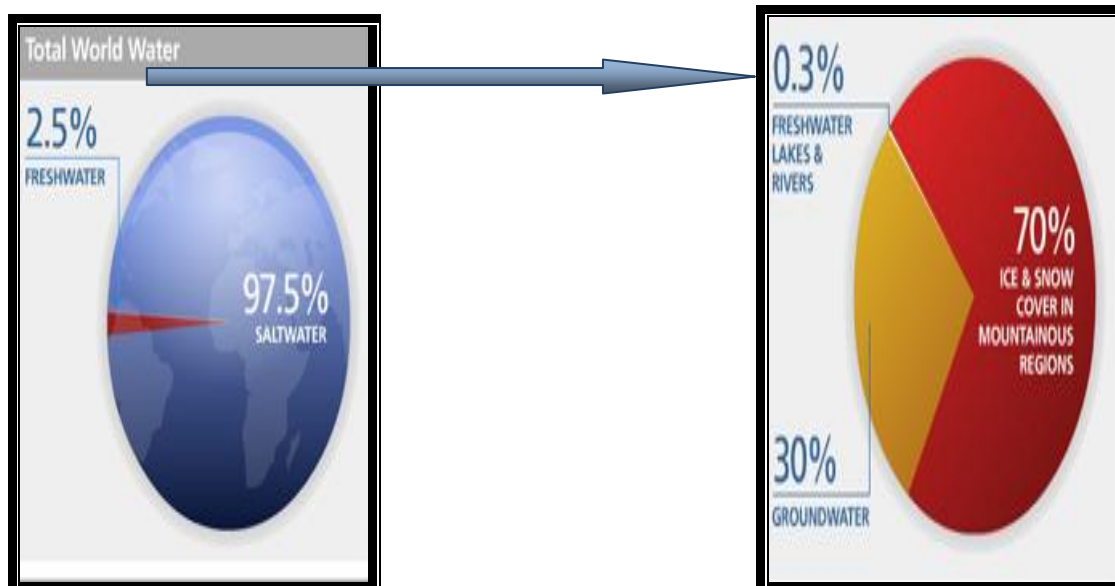
Οι υδάτινοι πόροι συνήθως διακρίνονται σε στάσιμα, τρεχούμενα και αποθηκευμένα νερά, όπως και σε γλυκά, υφάλμυρα και αλμυρά νερά. Στα στάσιμα νερά συγκαταλέγονται οι λίμνες, τα έλη, οι παροδικά ή μόνιμα κατακλυζόμενες εκτάσεις. Οι ποταμοί και οι χείμαρροι ανήκουν στα τρεχούμενα νερά, ενώ οι πηγές και τα πηγάδια στο αποθηκευμένο υπόγειο νερό.



Σχήμα 1. : Ταξινόμηση του νερού ως φυσικό πόρο (Μιγκίρος, Γ., 2008).

Οι υδάτινοι πόροι στον πλανήτη μας κατανέμονται κυρίως στις φυσικές λίμνες που συγκεντρώνουν γύρω στα 200.000 Km³ νερό, στις τεχνητές λίμνες και στα ποτάμια που

υπολογίζεται ότι έχουν 1200-1300 Km³ νερό και στα υπόγεια νερά που υπολογίζεται ότι έχουν 8.4 X 10⁶ Km³ αποθηκευμένο ή μετακινούμενο νερό στα ανώτερα 1000 μέτρα του φλοιού της γης, ενώ άλλα τόσα κυβικά χιλιόμετρα νερό βρίσκονται βαθύτερα (EKBY, 1994).



Σχήμα 2. : Κατανομή του νερού στη Γή (www.Fao.org).

2.3. ΟΙ ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας με τη γενικότερη γεωμορφολογική της σύσταση και την τεκτονική της δομή, την χαρακτηρίζουν ως σχεδόν άνυδρη χώρα. Αυτό πολλές φορές τεκμηριώνεται και από το ξηροθερμικό κλιματικό περιβάλλον του μεγαλύτερου μέρους της χώρας. Παρόλα αυτά όμως, για κάθε κάτοικό της Ελλάδας αναλογεί ετησίως μεγαλύτερη επάρκεια νερού, απ'ότι στις άλλες μεσογειακές χώρες, αν και η ανομοιόμορφη χωροχρονική κατανομή των βροχοπτώσεων δημιουργεί προβλήματα επάρκειας υδατικών πόρων (OECD, 1983).

<i>Χώρα</i>	<i>Εισροές στη Μεσόγειο</i> <i>Km³/yr</i>	<i>Χρησιμοποιούμενα νερά</i> <i>Km³/yr</i>	<i>Σχετική Χρήση ανά Κάτοικο</i> <i>m³/yr.inh</i>	<i>Διαθέσιμοι Υδάτινοι Πόροι ανά Κάτοικο</i> <i>m³/yr.inh</i>
Ελλάδα	49.1	4.3	470	5934
Γαλλία	68.5	8.2	510	3400
Ιταλία	158	36	645	2993
Ισπανία	25.2	14	667	2933

Πίνακας 1.: Υδατικοί πόροι στην Μεσόγειο (UNESCO, 1978).

Το σύνολο της επιφάνειας της χώρας (131.990 τ.χλμ) καλύπτεται με επιφανειακούς υδατικούς πόρους συνολικής επιφάνειας γύρω στα 2.200 τ.χλμ., δηλαδή ποσοστό κάλυψης 1.6%. Από αυτά οι φυσικές και οι τεχνητές λίμνες καλύπτουν έκταση περίπου 956 τ.χλμ. (47.2%), οι λιμνοθάλασσες 288 τ.χλμ (14.2%), οι ποταμοί έχουν μήκος 4.268 χλμ, και οι εκβολές ποταμών με τα δέλτα τους καλύπτουν έκταση περίπου 723 τ.χλμ. (35.7%) που χρόνο με το χρόνο μειώνονται με έργα αποξήρανσης και διευθέτησής τους (Κουσουρήs Θ., 1995).

Οι φυσικές λίμνες στην Ελλάδα που είναι 56 καταλαμβάνουν έκταση περίπου 29.5% (600 τ.χλμ) από το σύνολο των επιφανειακών εσωτερικών υδάτων της χώρας (2.026 τ.χλμ), ενώ οι τεχνητές λίμνες που είναι 25 καλύπτουν το 17.7% (358 τ.χλμ).

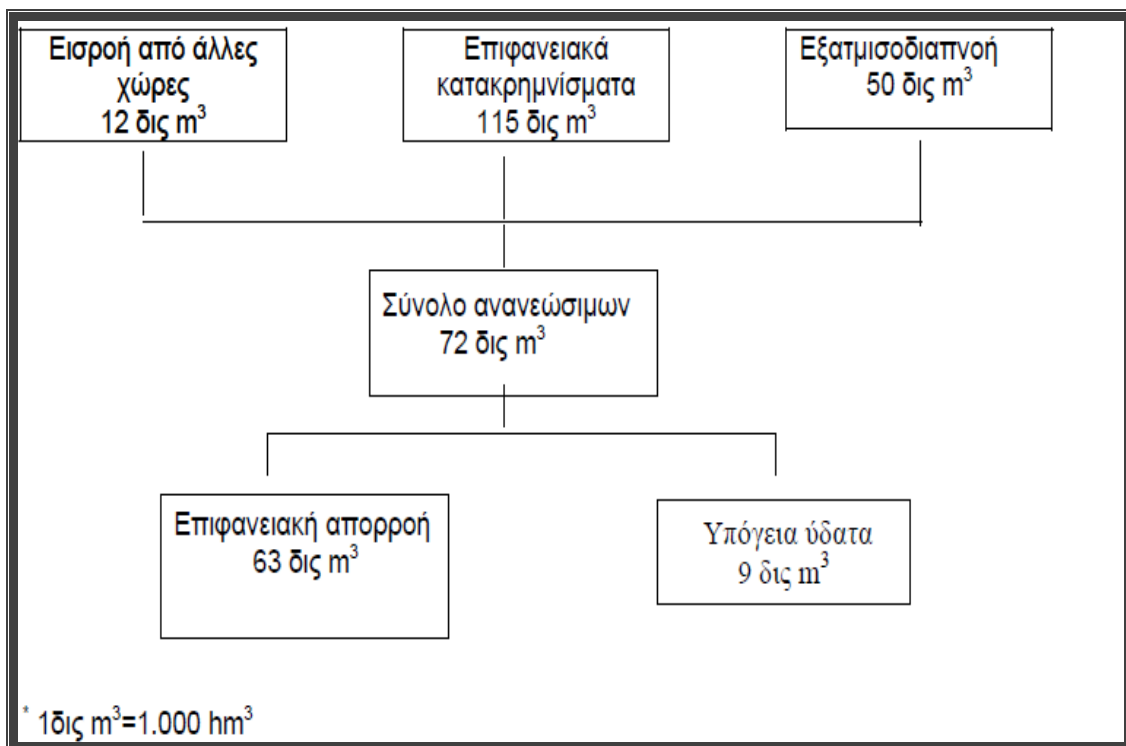
Από την άποψη της γεωγραφικής κάλυψης της χώρας μας με εσωτερικά νερά μπορούμε να πούμε ότι, η πλέον βροχοφόρα περιοχή, η δυτική Ελλάδα έχει τη μεγαλύτερη κάλυψη με εσωτερικά νερά (444 τ.χλμ) και ακολουθούν η κεντρική Μακεδονία (386 τ.χλμ), η Ηπειρος (337 τ.χλμ), η ανατολική Μακεδονία και Θράκη (316 τ.χλμ), η δυτική Μακεδονία (213 τ.χλμ), η Στερεά Ελλάδα (159 τ.χλμ), ενώ μικρότερες εκτάσεις με εσωτερικά ύδατα και υδροτοπικές περιοχές έχουν η Θεσσαλία (59 τ.χλμ), τα νησιά του βόρειου Αιγαίου (33 τ.χλμ), τα Ιόνια νησιά (22 τ.χλμ), η Κρήτη (14 τ.χλμ), τα νησιά του νότιου Αιγαίου (7 τ.χλμ) και τέλος η Αττική (5 τ.χλμ) (ΕΚΒΥ, 1994).

Γεωγραφικό Διαμέρισμα	Λίμνες Φυσικές		Λίμνες Τεχνητές		Λιμνοθά- λασσες		Ποταμοί		Ελη		Άλλοι Υγρότοποι	
	Νο	τ.χλμ	Νο	τ.χλμ	Νο	τ.χλμ	Νο	χλμ	Νο	τ.χλμ	Νο	τ.χλμ
Μακεδονία & Θράκη	14	370	5	150	7	63	29	1737	9	10	17	323
Θεσσαλία	3	1	3	30	4	0.7	8	649	13	2	6	26
Ηπειρος	13	32	2	54	3	2	8	466	2	0.6	6	248
Στερεά & Δ. Ελλάδα	15	188	8	121	14	297	21	846	13	10	16	102
Πελοπόννησος	4	6	1	1.4	6	4	7	276	7	11	5	29
Νησιά Β.Αιγαίου	-	-	1	2	6	13	1	8	12	16	2	0.8
Νησιά Ν. Αιγαίου	3	0.4	2	0.2	7	2.5	6	65	11	4	-	-
Νησιά Ιονίου	3	0.1	-	-	10	21	2	20	2	0.5	4	0.2
Κρήτη	1	0.6	3	0.3	3	4	9	201	6	3	15	5

Πίνακας 2. : Γεωγραφική κατανομή των κυριότερων επιφανειακών υδατικών πόρων στην Ελλάδα (φυσικές και τεχνητές λίμνες, λιμνοθάλασσες, ποταμοί, έλη και άλλες υγροτοπικές περιοχές, ανά γεωγραφικό διαμέρισμα (αριθμός και έκταση σε τετραγωνικά χιλιόμετρα)) (ΕΚΒΥ, 1994).

Η μέση ετήσια τιμή των κατακρημνισμάτων στην Ελλάδα είναι 115 δις m³ απ' όπου το 50-60% περίπου χάνεται με την εξατμισοδιαπνοή. Στη χώρα μας το 85-90% των αποθεμάτων του γλυκού νερού είναι επιφανειακά και το 10-15% υπόγεια, ενώ το 40% του νερού άρδευσης προέρχεται από υπόγειους υδροφορείς.

Μια απλή εκτίμηση της ετήσιας κατανομής μπορεί να είναι η παρακάτω:

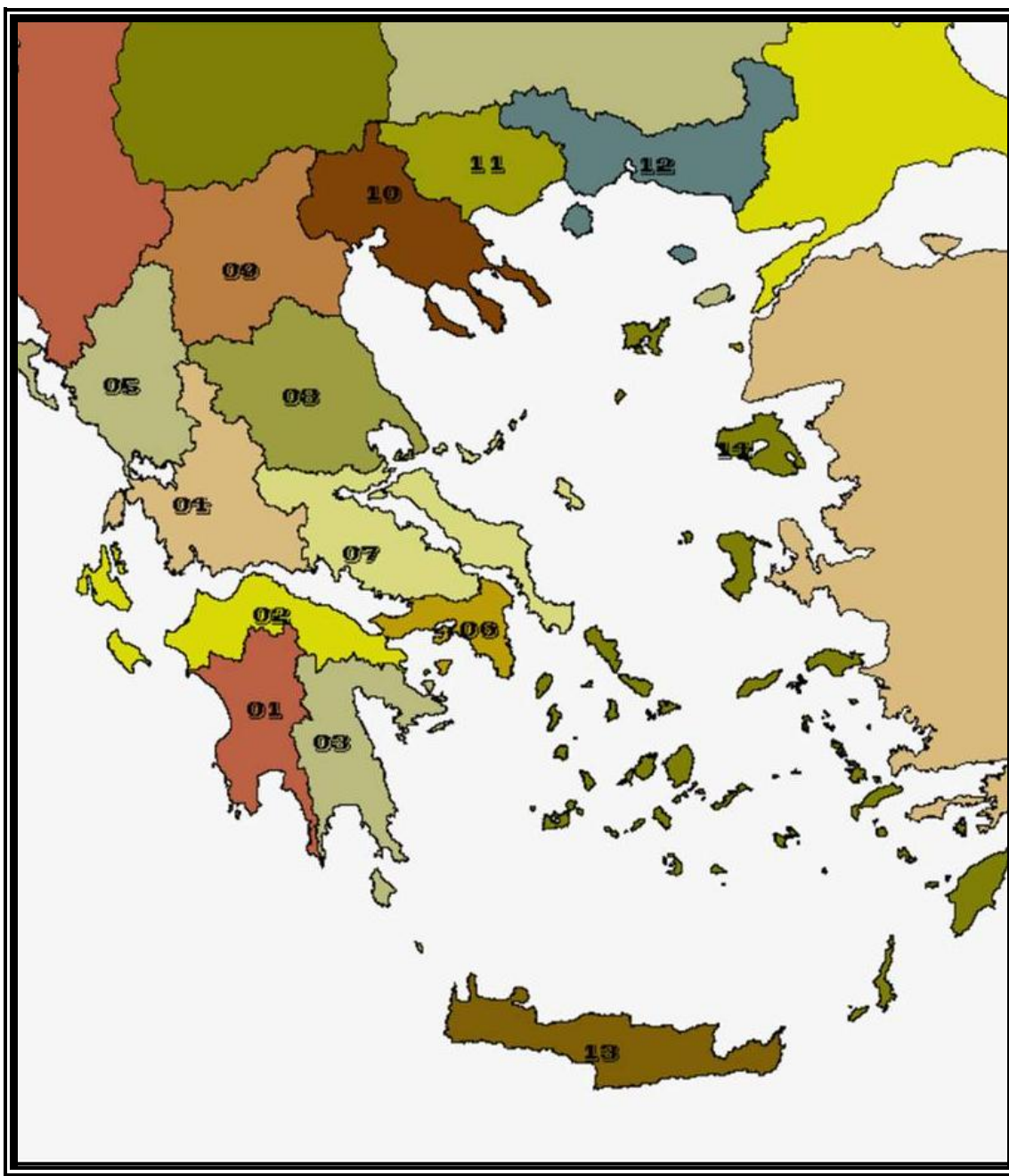


Σχήμα 3. : Ετήσια κατανομή νερού στην Ελλάδα (Καραβίτης, Χ., 2005).

2.4.ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ

Υδατικά διαμερίσματα είναι περιοχές οριοθετημένες μεταξύ τους από υδροκρίτες ή νησιωτικές περιοχές, που περιλαμβάνουν ολοκληρωμένα υδρογραφικά δίκτυα, με υδρολογικές συνθήκες κατά το δυνατόν όμοιες.

Ο ελληνικός χώρος διαιρείται στα εξής δεκατέσσερα υδατικά διαμερίσματα: Δυτικής Πελοποννήσου, Ανατολικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου, Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Ηπείρου, Αττικής, Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και Εύβοιας, Θεσσαλίας, Δυτικής Μακεδονίας, Κεντρικής Μακεδονίας, Ανατολικής Μακεδονίας, Θράκης, Κρήτης και Νησιών Αιγαίου.(Νόμος 1739/1987 «Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α'201/19-20.11.1987).



Χάρτης 2. : Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας (ΥΠΙΑΝ, 2006).

2.4.1. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ (Υ.Δ.05)

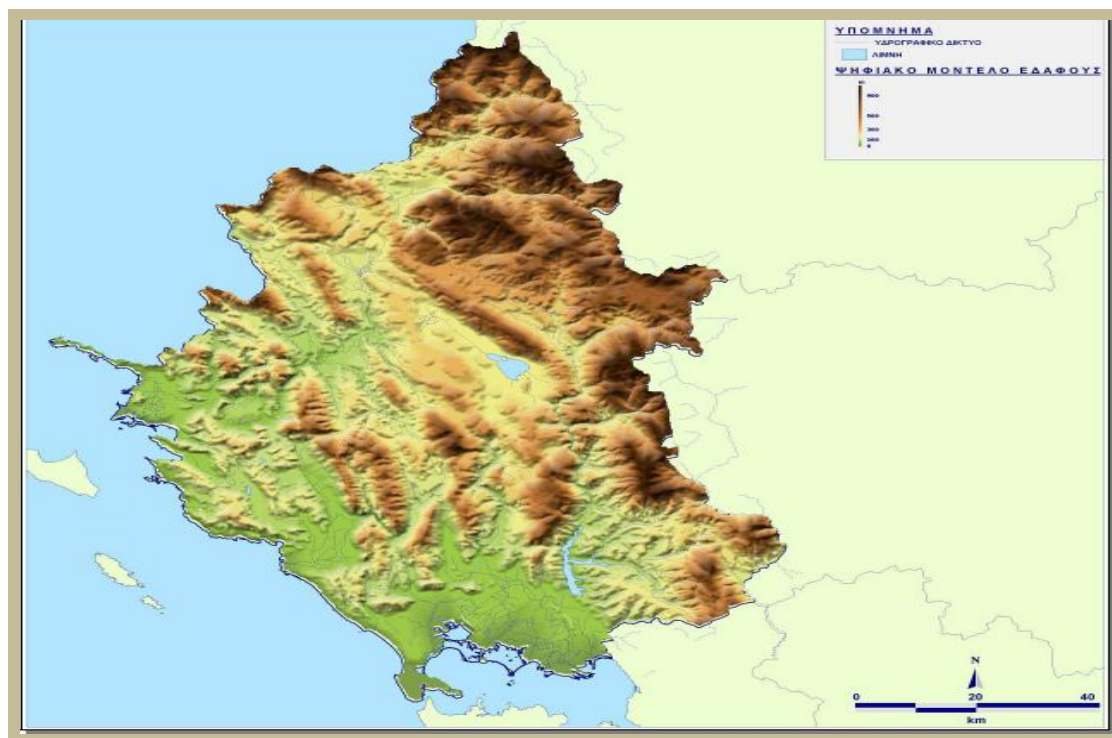
Γεωγραφικά στοιχεία και διοικητική δομή (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011)

Το Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου έχει έκταση 10.026 Km², από τα οποία τα 641 Km² ανήκουν στην Κέρκυρα. Ο υδροκρίτης του διαμερίσματος ορίζεται ανατολικά από τον

όρμο Κοπραίνης του Αμβρακικού Κόλπου, και συνεχίζει στους ορεινούς όγκους Βάλτου, Αθαμανικών, οροσειράς βόρειας Πίνδου, Βόιου, και Γράμμου. Στη συνέχεια τα όρια του διαμερίσματος ορίζονται από τα ελληνοαλβανικά σύνορα. Ο πληθυσμός του, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 1991 ήταν 445.658 κάτοικοι και το 2001 ήταν 464.093 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση 4.1% (ο πληθυσμός του 2001 έχει υπολογιστεί κατ' εκτίμηση, από τον πληθυσμό των νομών του 2001 και σύμφωνα με τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε νομού στο διαμέρισμα το 1991).

Γεωμορφολογικά – Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Από γεωμορφολογική άποψη, το Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου είναι από τα πιο ορεινά διαμερίσματα της χώρας, δεδομένου ότι οι ορεινές περιοχές της είναι το 70% της συνολικής εκτάσεως, ενώ οι πεδινές μόνο το 15%. Έχει έντονο ανάγλυφο με μεγάλες κλίσεις πρανών και βαθιές χαράδρες (π.χ. Βίκος, Άραχθος, Αχέροντας). Τα υψηλότερα βουνά του είναι ο Σμόλικας (2.617 m), τα Τζουμέρκα (2.500 m), ο Γράμμος (2.500 m), η Τύμφη (2.540 m), η Νεμέρτσκα (2.200 m), ο Τόμαρος (2.100 m), η Μουργκάνα (1.900 m) κ.ά. (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).



Χάρτης 3. : Γεωμορφολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 05 (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).

Υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που βρίσκονται στα δυτικά του διαμερίσματος είναι ο κυριότερος παράγοντας για την ανάπτυξη μιας σειράς καρστικών πηγών, που αποτελούν τη σημαντικότερη τροφοδοσία των ποταμών της Ηπείρου. Όσον αφορά στη ζώνη της Πίνδου, μια σειρά καρστικών πηγών υπερχείλισης που εμφανίζονται στα Τζουμέρκα και τον Λάμκο οφείλονται στην επώθηση των ανθρακικών σχηματισμών της ζώνης στον φλύσχη της Ιονίου Ζώνης. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ζώνης Γαβρόβου εκδηλώνουν μικρή μόνο υπόγεια απορροή προς το Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου, αφού η κύρια αποστράγγισή τους γίνεται προς τη λεκάνη του Αχελώου (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).

Από υδρολιθολογική άποψη και κύρια σε ότι αφορά στην υδροπερατότητα οι γεωολογικοί σχηματισμοί που συμμετέχουν στην γεωδελτική δομή του υδατικού διαμερίσματος χαρακτηρίζονται (Ε.Κ.Θ.Ε., 1989):

- Ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθοι και δολομίτες, ανθρακικά λατυποπαγή ή κροκαλοπαγή): Υδροπερατοί σχηματισμοί πορώδους ρωγμών (δευτερογενές πορώδες). Διαρρηγμένα – καρστικοποιημένα πετρώματα εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικοί υδροφόροι μεγάλης δυναμικότητας,
- Πετρώματα του οφιολιθικού συμπλέγματος της Πίνδου: Ημιπερατοί σχηματισμοί πορώδους ρωγμών (δευτερογενές πορώδες). Διαρρηγμένα πετρώματα εντός των οποίων αναπτύσσονται ασυνεχείς υδροφόροι μικρής δυναμικότητας με εξαίρεση τις έντονα ρωγματοωμένες ζώνες (όπου αναπτύσσονται μέτριας δυναμικότητας υδροφόροι),
- Κοκκώδης σχηματισμοί νεογενούς ή τεταρτογενούς περιόδου (αλλουβιακές αποθέσεις, κορήματα, άμμοι, αμμοχάλικα και κροκάλες ποικίλης σύστασης και διαβάθμισης): Υδροπερατοί σχηματισμοί πορώδους κόκκων (πρωτογενές πορώδες) στους οποίους αναπτύσσονται εκτεταμένοι ή και ασυνεχείς υδροφόροι μεγάλης δυναμικότητας,

- Φλύσχης, μάργες, αργιλομαργαϊκοί σχιστόλιθοι: Αδιαπέρατοι σχηματισμοί οι οποίοι δεν επιτρέπουν την διέλευση του νερού και αποτελούν συνήθως τα αρνητικά υδρογεωλογικά όρια. Στους αδιαπέρατους σχηματισμούς ανήκει και η σειρά των εβαποριτών (γύψοι και ορυκτό αλάτι).

Το Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου είναι ιδιαίτερος πλεονασματικό σε νερό. Κάποια προβλήματα ελλείψεως είναι τοπικά και μπορούν να καλυφθούν με ορθολογική διαχείριση και εσωτερική μεταφορά πόρων.

Ο συνολικός ετήσιος όγκος βροχής για το ηπειρωτικό τμήμα του διαμερίσματος είναι 15.956 hm³. Η ετήσια επιφανειακή απορροή είναι 5.550 hm³. Ο ετήσιος όγκος βροχής για το νησιωτικό τμήμα του διαμερίσματος είναι 1.090 hm³. Η ετήσια επιφανειακή απορροή είναι 388 hm³ και τα υπόγεια αποθέματα 266 hm³.

Υδρολογικό ισοζύγιο ηπειρωτικού τμήματος					
	Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί				
	Αδιαπέρ.	Ημιπερ.	Προσχωμ.	Καρστ.	Σύνολο
Επιφάνεια (km ²)	3688	643	1233	3821	9385
Ύψος βροχής (mm)	1700		1700	1700	
Όγκος βροχής (hm ³)	7364		2096	6496	15956
Συντελεστής εξατμίσεως	40%		40%	40%	
Εξάτμιση (hm ³)	2946		838	2598	6382
Συντελεστής κατεισδύσεως	3%		15%	95%	
Κατείσδυση (hm ³)	133		189	3703	4024
Επίγεια ροή (hm ³)	4286		1069	195	5550

Πίνακας 3. : Υδρολογικό ισοζύγιο ηπειρωτικού τμήματος (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).

Υδρολογικό ισοζύγιο νησιωτικού τμήματος					
	Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί				
	Αδιαπέρ.	Ημιπερ.	Προσχωμ.	Καρστ.	Σύνολο
Επιφάνεια (km ²)	14	290	86	251	641
Ύψος βροχής (mm)	1700		1700	1700	
Όγκος βροχής (hm ³)	517		146	427	1090
Συντελεστής εξατμίσεως	40%		40%	40%	
Εξάτμιση (hm ³)	207		58	171	436
Συντελεστής κατεισδύσεως	3%		15%	95%	
Κατείσδυση (hm ³)	9		13	243	266
Συντελεστής επιφ. απορροής	97%		85%	5%	
Επίγεια ροή (hm ³)	301		75	13	388

Πίνακας 4. : Υδρολογικό ισοζύγιο νησιωτικού τμήματος (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).

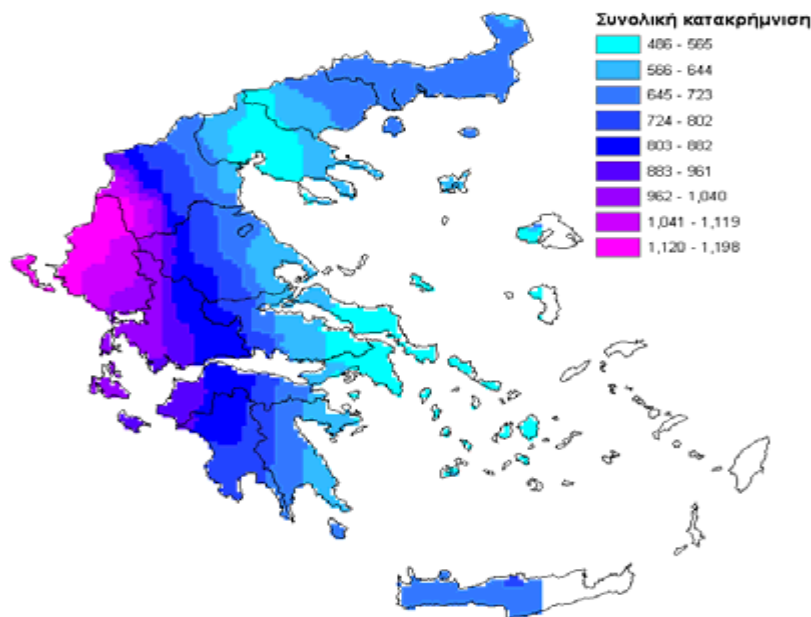
Ο γεωργικός τομέας αποτελεί το μεγαλύτερο καταναλωτή νερού στο διαμέρισμα, αφού ο ενεργειακός τομέας απλώς χρησιμοποιεί το νερό και δεν το καταναλώνει. Αποτελεί όμως και τη σημαντικότερη οικονομική δραστηριότητα στην περιοχή, με δυνατότητες αναπτύξεως και στο μέλλον. Οι δυνατότητες αναπτύξεως εστιάζονται στις πεδιάδες Άρτας-Πρέβεζας και Πέτα Κομποτίου, όπου απαιτείται ορθολογικότερη διαχείριση του υδατικού δυναμικού και των έργων, και σταδιακή αντικατάσταση του παλαιωμένου αρδευτικού δικτύου (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).

Η θέση του διαμερίσματος το ευνοεί από πλευράς ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (ομβροπλευρά), αλλά και από πλευράς αποθηκεύσεως σε επιφανειακά και υπόγεια, κυρίως, υδατικά σώματα (εκτεταμένα καρστικά πεδία, σε συνδυασμό με την ύπαρξη δολινών και άλλων αναλόγων καρστικών γεωμορφών).

ΛΕΚΑΝΗ	ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	ΕΚΤΑΣΗ km ²	ΜΕΣΟ ΥΨΟΜ/ΡΟ	ΜΕΣΗ ΒΡΟΧ/ΣΗ	ΣΥΝΤΕΛ. ΑΠΟΡ/ΗΣ
ΑΡΑΧΘΟΣ	ΑΡΑΧΘΟΣ	1098	664	1404	0,54
ΑΡΑΧΘΟΣ	ΜΕΤΣΟΒΙΤΙΚΟΣ	214	1198	1242	0,72
ΑΡΑΧΘΟΣ	ΚΑΛΑΡΥΤΙΚΟΣ	222	1254	1817	0,46
ΑΡΑΧΘΟΣ	ΚΑΛΕΝΤΙΝΗΣ	471	632	1425	0,65
ΑΩΟΣ	ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΣ	922	1186	1282	0,68
ΑΩΟΣ	ΑΩΟΣ	830	1279	1348	0,64
ΑΩΟΣ	ΒΟΪΔΟΜΑΤΗΣ	389	1184	1551	0,72
ΚΑΛΑΜΑΣ		1899	495	1309	0,66
ΛΟΥΡΟΣ		963	359	1426	0,55

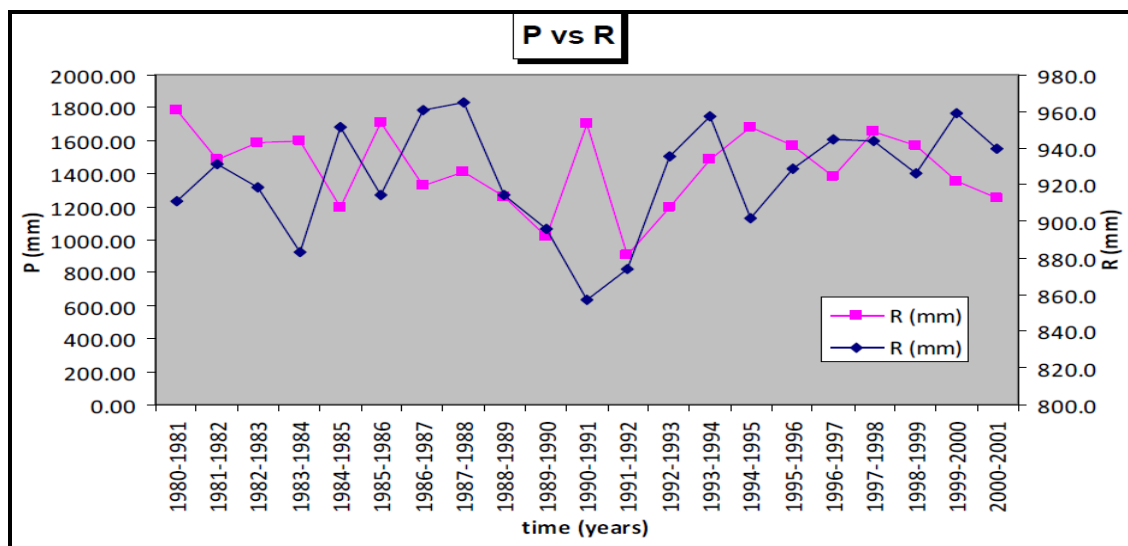
Πίνακας 5. : Μορφολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (Ανδριώτης, Γ., 2009).

Το υδροδυναμικό των κυριότερων ποταμών της Ηπείρου αποτελώντας το 38% περίπου του υδροδυναμικού όλων των σημαντικών ποταμών της χώρας εγχώριος ενεργειακός πόρος Εθνικής σημασίας και η αξιοποίησή του θα διπλασίαζε τη σημερινή υδροηλεκτρική ηλεκτροπαραγωγή (Ανδριώτης, Γ., 2009).



Χάρτης 4. : Χωρική κατανομή συνολικών κατακρημνισμάτων στην Ελλάδα (σε mm ανά έτος) (<http://ndbhmi.chi.civil.ntua.gr/el/index.html>).

Η κατείσδυση είναι, λίγο ευνοημένη, σε σχέση με τη απορροή, λόγω των μεγάλων και μεσαίων υψομέτρων και του απότομου αναγλύφου. Η διαταραχή του καθεστώτος των βροχοπτώσεων (μικρότερο ετήσιο ύψος βροχής, περισσότερα επεισόδια μεγάλης εντάσεων) θα επηρεάσουν αρκετά την κατείσδυση.



Σχήμα 4. : Συσχέτιση Βροχόπτωσης- Επιφανειακής Απορροής (Στουρνάρας Γ., κ.ά., 2011).

Βροχόπτωση: P (mm), Επιφανειακή Απορροή : R (mm), Χρονοσειρά :1980-2001

Οι τιμές αυξάνουν κατά τις περιόδους έντονων βροχοπτώσεων(1992-1994), ενώ μειώνονται αναλογικά κατά τις περιόδους μειώσεως των τιμών βροχοπτώσεως (1987 – 1990, 1997 – 1999). Αξιοσημείωτο γεγονός αποτελεί η περίοδος 1981 – 1987.

2.5. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ - ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Όταν μιλάμε για συστήματα υδατικών πόρων εννοούμε μία σειρά από φυσικές μορφολογικές και υδρολογικές ενότητες που συναντώνται στα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Αυτές οι φυσικές ενότητες με την παρέμβαση του ανθρώπου αξιοποιούνται μέσα από ειδικές κατασκευές τις οποίες χρησιμοποιεί προς όφελός του, ενώ συγχρόνως δημιουργούνται στο περιβάλλον του και μηχανισμοί ανάδρασης. Οι ταμιευτήρες, οι λιμνοδεξαμενές, τα φράγματα, οι διώρυγες μεταφοράς αποτελούν μερικά συστήματα αξιοποίησης των υδατικών πόρων (Κουσουρήs Θ., 1995).

Οι επιφανειακοί και οι υπόγειοι υδατικοί πόροι αποτελούν φυσικούς πόρους οι οποίοι περικλείουν σημαντικές λειτουργίες για τη βιόσφαιρά μας και το φυσικό μας περιβάλλον. Από τις λειτουργίες αυτές προκύπτουν οφελιμιστικές αξίες για τον άνθρωπο και το φυσικό περιβάλλον γενικότερα. Παρόλα αυτά δημιουργούνται απειλές, κίνδυνοι και προβλήματα από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, αλλά και από φυσικά αίτια τα οποία μπορούν να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στις λειτουργίες και αξίες των υδάτινων πόρων (Κουσουρήs Θ., 1995).

Ως αποτέλεσμα της αλόγιστης χρήσης και της συστηματικής υποβάθμισης των φυσικών πόρων του περιβάλλοντος, η μέχρι σήμερα διαχείρισή τους γινόταν αποσπασματικά και συμπτωματικά, χωρίς ορθολογικό σχεδιασμό, πρόβλεψη και συντονισμό. Το ίδιο συνέβει και με τους υδατικούς πόρους, μέχρι που εμφανίστηκαν τα πρώτα προβλήματα, οι απειλές και οι κίνδυνοι ανεπάρκειάς τους. Για την Ελλάδα στα μέσα της δεκαετίας του '80 καταρτίστηκε θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης των υδατικών πόρων, παρότι η πολιτιστική μας παράδοση για τη διαχείριση των υδατικών πόρων είναι αρκετά πλούσια

με παραδείγματα από τους προϊστορικούς χρόνους με τους Μηνύες στη Βοιωτία και αργότερα με τους νόμους του Σόλωνα στην αρχαία Αθήνα.

Η ορθολογική αξιοποίηση των υδατικών πόρων μιας ευρύτερης ή εγγύτερης περιοχής έχει στόχο την πληρέστερη δυνατή κάλυψη των κάθε είδους αναγκών σε νερό, ενώ παράλληλα αποτελεί επιχειρησιακή δραστηριότητα για την υλοποίηση της οποίας απαιτούνται προϋποθέσεις, διαδικασίες, μέτρα, επεμβάσεις, υποδομή κ.ά. Έτσι, η περιβαλλοντική πολιτική για τα υδατικά συστήματα και η ορθολογική διαχείριση θα πρέπει να βρίσκονται σε δυναμική σχέση αλληλεξάρτησης. Και τούτο, επειδή οι αποφάσεις της μιάς επηρεάζουν την άλλη σε βαθμό μάλιστα που η επιτυχία του περιβαλλοντικού σχεδιασμού να εξαρτάται, κατά κύριο λόγο από τα αποτελέσματα και την αξιοπιστία της υδατικής πολιτικής που ακολουθείται και αντιστρόφως (Myloroulos, 1996).

Πρωταρχικοί στόχοι και βασικές επιδιώξεις για τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό και για τη διαχείριση των υδατικών πόρων αποτελούν μεταξύ των άλλων, η γνώση για την υπάρχουσα κατάσταση, η προστασία, η διατήρηση και η ορθολογική αξιοποίηση των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων. Εξάλλου, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι δραστηριότητες που είναι συνδεδεμένες με αυτές τις διαδικασίες. Τέτοιες διαδικασίες περιλαμβάνουν μεταξύ των άλλων τον έλεγχο και τη συνεχή παρακολούθηση των ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων των υδατικών συστημάτων, το σχεδιασμό έργων αξιοποίησης και προστασίας τους, καθώς και την εκτίμηση για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εκτέλεση επεμβάσεων στο υδατικό περιβάλλον, με τη μορφή κάθε είδους τεχνικών έργων (ΥΑ/ΔΔΥΦΠ, 1996).

Στην Ελλάδα, οι υδρολογικές και γεωμορφολογικές ανισότητες, δηλαδή η άνιση χωροχρονική κατανομή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, οι έντονες γεωμορφολογικές διαφοροποιήσεις ανά υδατικό διαμερισμα, σε συνδυασμό με την κατανομή της ζήτησης και της υπερσυγκέντρωσης της σε χώρους με περιορισμένους υδατικούς πόρους, δεν ευνοούν από οικονομοτεχνική άποψη την τεχνικά αξιόπιστη και οικονομικά εφικτή κάλυψη των αναγκών στις διάφορες χρήσεις του νερού. Εξάλλου, η αναντιστοιχεία διοικητικής διαίρεσης της χώρας και υδατικών διαμερισμάτων και η

πολυδιάσπαση των αρμοδιοτήτων που σχετίζονται με τους υδατικούς πόρους, χωρίς συντονισμό σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, έχουν ως αποτέλεσμα την περιστασιακή και μη ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων.

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες και επεμβάσεις στους υδατικούς πόρους στην Ελλάδα αποτελούν σημαντικό παράγοντα εξέλιξής τους και έχουν άμεσο και έμμεσο χαρακτήρα. Στις άμεσες επεμβάσεις ανήκουν οι αλλαγές στις όχθες και κοίτες, οι εκτροπές, οι εγκιβωτισμοί καναλιών, οι αποξηράνσεις λιμνών, λιμνοθαλασσών, ελών ή και η διευθέτηση και εκμετάλλευση αυτών για ιχθυοκαλλιέργεια και αλυκές, η επέκταση των καλλιεργειών, γεωργοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων, βιομηχανιών και των οικισμών. Στις έμμεσες επεμβάσεις ανήκουν οι δραστηριότητες εκείνες οι οποίες αλλοιώνουν ή και ανατρέπουν την ισορροπία του φυσικού περιβάλλοντος. Οι κατασκευές φραγμάτων και τεχνητών λιμνών στις κοίτες των ποταμών, διακόπτουν την ελεύθερη ροή του νερού και των υλικών, οι αποψιλώσεις και τα έργα προστασίας από τη διάβρωση και τις πλημμύρες, η απόδοση εδαφών για καλλιέργεια με αντίστοιχη δέσμευση του νερού, ή και η ανεξέλεγκτη εγκατάσταση ανθρωπογενών δραστηριοτήτων κοντά στους υδάτινους πόρους επιδρούν δραστικά στο φυσικό περιβάλλον. Οι αλλοιώσεις όμως που προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες θα πρέπει να αντιμετωπίζονται στην πηγή τους μετά από ορθολογικό προγραμματισμό των χρήσεων και λειτουργιών των υδατικών πόρων.

Το «φυσικό περιβάλλον» εντός της λεκάνης απορροής κάθε ποταμού έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και κάθε παρέμβαση επί αυτού απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Εντός της λεκάνης υπάρχουν φυσικά οικοσυστήματα που περιλαμβάνουν όχι μόνο τους υδρόβιους βιότοπους που συνδέονται άμεσα με το νερό του ποταμού, αλλά με όλα τα στοιχεία της ποτάμιας λεκάνης απορροής. Τα οικοσυστήματα αυτά περιλαμβάνουν: το κεφαλόβρυσο (τις πηγές) του νερού και τη χωροταξική τοπιογραφία της λεκάνης απορροής, το φυσικό κανάλι από τις πηγές του νερού έως τη θάλασσα, τις παρόχθιες περιοχές, το σχετιζόμενο υπόγειο νερό στο κανάλι και τις όχθες του ποταμού και τις κοίτες πλημμυρών, τους υγρότοπους, την εκβολή του ποταμού και το πλησίον στις όχθες περιβάλλον που εξαρτάται από τις εισροές γλυκού νερού. Τα οικοσυστήματα αυτά εκτελούν λειτουργίες, όπως: ο έλεγχος πλημμυρών και η προστασία από καταγίδες, η παραγωγή προϊόντων όπως η άγρια πανίδα, τα αλιεύματα και οι δασικοί πόροι, ενώ

παράλληλα έχουν σημαντική αισθητική και πολιτιστική αξία.

Η συνολική αξία των αγαθών και των υπηρεσιών του οικοσυστήματος υπολογίζεται σε 50 τρισεκατομμύρια € ετησίως, εκ των οποίων περίπου 12,5 τρις € αφορούν άμεσα τα οικοσυστήματα γλυκού νερού (ICOLD, 1988b). Με δεδομένο την ύπαρξη και αναγνώριση των αξιών αυτών του οικοσυστήματος, η ανάπτυξη λεκανών απορροής ποταμών πρέπει να καθορίσει πόσο νερό απαιτείται για τη συντήρηση των οικοσυστημάτων, για να παρέχει τα περιβαλλοντικά αγαθά και τις ενδολεκάνιες υπηρεσίες και πόση ποσότητα νερού πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει τη γεωργία, τη βιομηχανία και τις αστικές δραστηριότητες της λεκάνης απορροής.

2.5.1. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά 60/2000

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά της ΕΕ άρχισε να ισχύει το Δεκέμβριο το 2000 σαν απάντηση στη συνειδητοποίηση πως η πολιτική για τα ύδατα δεν ήταν ενιαία στις χώρες της ΕΕ. Η Οδηγία επεκτείνει το νομικό πλαίσιο προστασίας των υδάτων σε όλες τις κατηγορίες επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, με στόχο την επίτευξη «καλής ποιότητας» έως το 2015 (Mediterranean Groundwater Report , 2007).

Τα κυριότερα στοιχεία της Οδηγίας είναι:

- Εισάγεται η έννοια της διαχείρισης των λεκανών απορροής των ποταμών με την δημιουργία περιοχών απορροής (RBD) ως βασικές μονάδες διαχείρισης (Άρθρο 3).
- Πρέπει να αναπτυχθεί ένα σχέδιο διαχείρισης για κάθε περιοχή απορροής, περιλαμβάνοντας ένα σχέδιο μέτρων που θα αποτελέσουν τη βάση για την επίτευξη της προστασίας και βελτίωσης των υδάτων (Άρθρα 11 και 13).
- Η Οδηγία ασχολείται και με τις τρεις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης κατά την εκπόνηση των σχεδίων διαχείρισης : περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές αρχές (Άρθρο 9).
- Τα σχέδια διαχείρισης θα εμποδίσουν την περαιτέρω υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων με στόχο, εκτός από κάποιες καθορισμένες εξαιρέσεις,

την επίτευξη τουλάχιστον καλής ποιότητας σε όλα τα σώματα υδάτων σε κάθε λεκάνη απορροής (Άρθρο 4).

- Εισάγονται μέτρα διατήρησης της ποσότητας των υδάτων ως βασικό στοιχείο της περιβαλλοντικής προστασίας (Άρθρο 11).
- Μέσω μέτρων χρέωσης της χρήσης του νερού εφαρμόζεται η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», περιλαμβάνοντας το πλήρες περιβαλλοντικό κόστος αποκατάστασης (Άρθρο 9).

Η Οδηγία Πλαίσιο είναι χωρίς αμφιβολία, η πιο κατανοητή προσέγγιση στην πολιτική υδάτων που έχει γίνει στην ΕΕ. Τα κυριότερα βήματα στη διαδικασία σχεδιασμού είναι:

- Αναγνώριση των σωμάτων υδάτων που αποτελούν την περιοχή της λεκάνης απορροής και των πιέσεων που ασκούνται σε αυτά.
- Εγκαθίδρυση των περιβαλλοντικών στόχων που σηματοδοτούν την καλή ποιότητα για κάθε σώμα υδάτων.
- Εγκαθίδρυση ενός προγράμματος εποπτείας για τη μέτρηση της κατάστασης του σώματος υδάτων.
- Εκπόνηση ενός σχεδίου διαχείρισης της λεκάνης απορροής και ενός προγράμματος μέτρων επίτευξης και διατήρησης της καλής κατάστασης.

Ο όρος σώμα υδάτων μπορεί να αναφέρεται σε λίμνες, τμήματα ποταμών και υπόγεια ύδατα.

Σημαντική καινοτομία της Οδηγίας είναι ότι η διαχείριση των υδατινών πόρων θα γίνεται σε επίπεδο λεκάνης απορροής. Ένα δεύτερο σημαντικό σημείο είναι το γεγονός ότι η πιστοποίηση της ποιότητας των επιφανειακών νερών θα στηρίζεται πλέον όχι μόνο σε φυσικοχημικά αλλά και σε βιολογικά κριτήρια, κάτι που αποτελεί σημαντική εξέλιξη σε σχέση με τις προηγούμενες προσεγγίσεις (Οικονόμου και Σκουλικίδης, 2003).

Η Οδηγία δημιουργεί ένα πλαίσιο για την προστασία όλων των υδατινών σωμάτων, (επιφανειακών, μεταβατικών, παράκτιων και υπόγειων) ώστε:

- Να αποτρέπεται η περαιτέρω υποβάθμιση των υδάτων και να προστατεύονται

και βελτιώνονται οι υδατικοί πόροι,

- Να προωθείται η βιώσιμη διαχείριση των υδάτων, μέσω της μακροπρόθεσμης προστασίας των υδατικών πόρων,
- Να υποβοηθείται η βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος μέσω εφαρμογής συγκεκριμένων μέτρων για τη σταδιακή μείωση της απόρριψης ρυπαντικών ουσιών προτεραιότητας και την εξάλειψη της απόρριψης τοξικών ρυπαντικών ουσιών προτεραιότητας,
- Να εξασφαλίζεται η προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και να αποτρέπεται η περαιτέρω ρύπανσή τους,
- Να υποβοηθείται η αντιμετώπιση των επιπτώσεων ακραίων φαινομένων πλημμύρων και ξηρασίας.

Η εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης ενός υδάτινου σώματος πραγματοποιείται με την χρήση μίας σειράς βιοτικών και αβιοτικών στοιχείων, που χαρακτηρίζονται ως ποιοτικά στοιχεία (EU, 2000).

Τα ποιοτικά στοιχεία περιλαμβάνουν το φυτοπλαγκτόν, τα μακρόφυτα (φυτοβένθος), τα βενθικά ασπόνδυλα και την ιχθυοπανίδα (Biological Quality Elements), με κάποιες μικρές διαφοροποιήσεις των οργανισμών αυτών ανάλογα με τη κατηγορία συστήματος. Για τα μεταβατικά ύδατα όπως τα εκβολικά συστήματα και οι λιμνοθάλασσες, χρησιμοποιούνται τα μακρόφυτα, το φυτοπλαγκτόν, τα βενθικά ασπόνδυλα και η ιχθυοπανίδα.

Στα αβιοτικά στοιχεία συγκαταλέγονται τα υδρομορφολογικά και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που υποστηρίζουν τα βιολογικά χαρακτηριστικά, δηλαδή τα χαρακτηριστικά αυτά που αφορούν το υδρολογικό καθεστώς και σχετίζονται με μορφολογικές συνθήκες, βασικές φυσικοχημικές παραμέτρους (θερμοκρασία, διαλυμένο οξυγόνο, αλατότητα, pH, θρεπτικά) και με συγκεκριμένους οργανικούς και ανόργανους ρύπους που επηρεάζουν το υδατικό σύστημα.

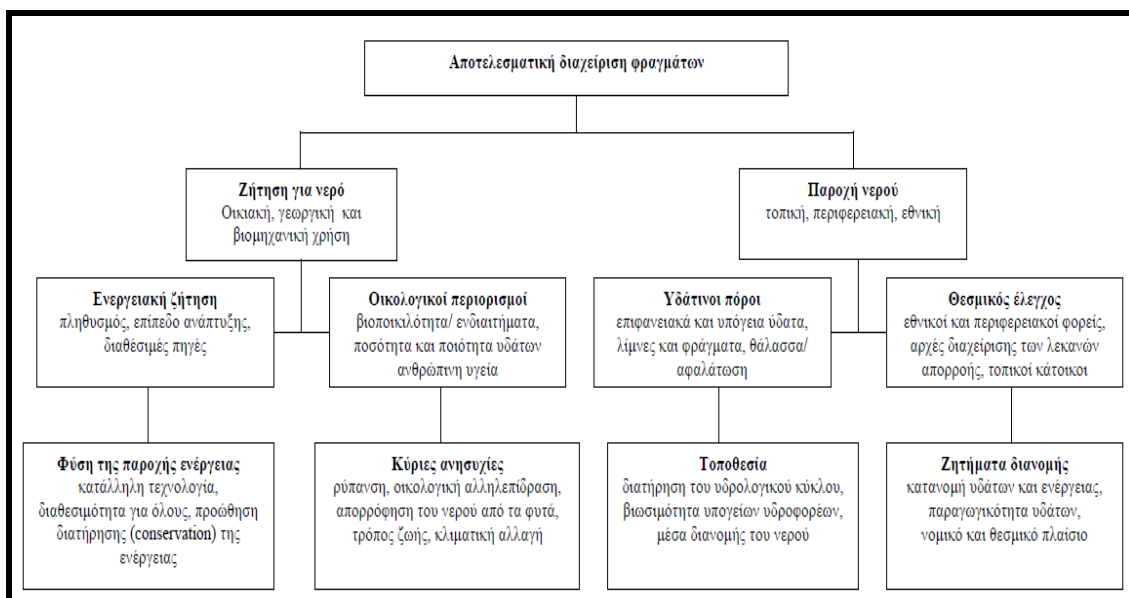
Τα υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία, όπως ορίζονται από την Οδηγία, είναι:

- α) Το υδρολογικό καθεστώς (ποσότητα και δυναμικό νερού, σύνδεση με τα υπόγεια ύδατα),
- β) Η συνέχεια του ποταμού,

γ) Η μορφή των διαύλων, η διακύμανση του πλάτους και του βάθους του ποταμού, η ταχύτητα του ρεύματος, οι συνθήκες υποστρώματος, η δομή και οι συνθήκες των παρόχθιων ζωνών (EU, 2000).

Η λειτουργία υπαρχόντων φραγμάτων ή η κατασκευή νέων φραγμάτων μπορεί να εμποδίσει την επίτευξη της καλής οικολογικής κατάστασης, της καλής κατάστασης του υπογείου ύδατος και στην περίπτωση των υπαρχόντων φραγμάτων την πρόληψη της περαιτέρω επιδείνωσης τα οποία, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, αποτελούν παράβαση της Οδηγίας.

Πιο συγκεκριμένα: η κατασκευή και η λειτουργία ενός φράγματος αποτελεί μια φυσική μεταβολή η οποία προκαλεί αλλαγές στις υδρομορφολογικές και φυσικοχημικές συνθήκες των υδατικών σωμάτων, συνεπώς μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την επίτευξη του στόχου της καλής οικολογικής κατάστασης έως το 2015 (Παράρτημα V, 1.2. Οδηγίας-Πλαισίου). Η κατασκευή ενός φράγματος μπορεί να προκαλέσει επίσης την επιδείνωση της οικολογικής κατάστασης ενός σώματος επιφανειακών υδάτων και επιπτώσεις στην ποσοτική κατάσταση ενός σώματος υπογείων υδάτων (όταν το σώμα του υπόγειου ύδατος συνδέεται με το επιφανειακό σώμα ύδατος όπου το φράγμα έχει κατασκευαστεί), (Barreira A., 2004) .



Σχήμα 5. : Βασικά ζητήματα που αφορούν τη διαχείριση των φραγμάτων και την διαμόρφωση πολιτικής διαχείρισης της ζήτησης και της διανομής του νερού (I.U.C.N./U.N.E.P./W.C.D., 2001).

Κατασκευή νέου φράγματος

Σε γενικές γραμμές, για την υλοποίηση της κατασκευής ενός φράγματος στα κράτη-μέλη της Ε.Ε. απαιτείται η διεξαγωγή διαδικασιών Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Καθώς η Οδηγία-Πλαίσιο τέθηκε σε ισχύ απαιτείται, στην περίπτωση που το προτεινόμενο προς κατασκευή φράγμα μπορεί να έχει επιπτώσεις στην κατάσταση του υδατικού συστήματος, η εκπλήρωση όλων των συνθηκών οι οποίες αναφέρονται στα Άρθρα 4(7), 4(8), και 4(9), (Barreira A., 2004). Αναλυτικότερα: Η κατασκευή ενός φράγματος δεν παραβιάζει την Οδηγία εάν ισχύουν τα παρακάτω (Barreira A., 2004):

1. “η αδυναμία επίτευξης της καλής κατάστασης των υπογείων υδάτων, καλής οικολογικής κατάστασης ή, κατά περίπτωση καλού οικολογικού δυναμικού ή πρόληψης της υποβάθμισης της κατάστασης ενός συστήματος επιφανειακών ή υπογείων υδάτων, οφείλεται σε νέες τροποποιήσεις των φυσικών χαρακτηριστικών του συστήματος επιφανειακών υδάτων ή σε μεταβολές της στάθμης των συστημάτων υπογείων υδάτων (Άρθρο 4(7))”
2. “η αδυναμία πρόληψης της υποβάθμισης από την άριστη στην καλή κατάσταση ενός συστήματος επιφανειακών υδάτων είναι αποτέλεσμα νέων ανθρώπινων δραστηριοτήτων βιώσιμης ανάπτυξης (Άρθρο 4(7))”
3. Πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις (Άρθρο 4(7)):

.. όλα τα πρακτικά βήματα έχουν ληφθεί για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στην κατάσταση του υδατικού συστήματος

.. στο σχέδιο διαχείρισης της λεκάνης απορροής ποταμού που απαιτείται (Άρθρο 13) πραγματοποιείται η αναγνώριση των περιπτώσεων όπου έγινε χρήση του Άρθρου 4(7)

.. οι λόγοι για τις τροποποιήσεις αυτές υπαγορεύονται από το δημόσιο συμφέρον και/ή τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη της επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων υπερκαλύπτονται από τα οφέλη των νέων τροποποιήσεων ή μεταβολών της ανθρώπινης υγείας, για τη διαφύλαξη της ανθρώπινης ασφάλειας ή για την βιώσιμη ανάπτυξη

.. οι στόχοι οι οποίοι εκπληρώνονται από αυτές τις τροποποιήσεις ή τις

μεταβολές των υδατικών συστημάτων δεν μπορούν για λόγους τεχνικούς ή υπέρμετρου κόστους να επιτευχθούν με άλλα μέσα, τα οποία θεωρούνται σημαντικά καλύτερες από περιβαλλοντική άποψη επιλογές

4. δεν αποκλείει μονίμως ή υπονομεύει την επίτευξη την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων σε άλλα υδατικά συστήματα της ίδιας περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού και συμβαδίζει με την εφαρμογή άλλων κοινοτικών περιβαλλοντικών νομοθετημάτων (Άρθρο 4(8)).

Υπάρχοντα φράγματα

Η λειτουργία υπαρχόντων φραγμάτων είναι μια δραστηριότητα η οποία πιθανά να οδηγήσει στον καθορισμό ενός υδατικού συστήματος ως ιδιαιτέρως τροποποιημένου, σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην Οδηγία-Πλαίσιο για τα Ύδατα (Barreira A., 2004). Τα ιδιαιτέρως τροποποιημένα υδατικά συστήματα (Άρθρο 2(9)) είναι υδατικά συστήματα των οποίων ο χαρακτήρας έχει μεταβληθεί ουσιαστικά λόγω φυσικών αλλοιώσεων από τις δραστηριότητες του ανθρώπου και κατά συνέπεια για τα συστήματα αυτά δεν είναι δυνατή η επίτευξη της καλής οικολογικής κατάστασης. Ο χαρακτήρας ενός υδατικού συστήματος έχει μεταβληθεί ουσιαστικά λόγω των μακροχρόνιων αλλαγών στην υδρομορφολογία, ως συνέπεια της χρήσης των υδάτων σε συγκεκριμένες δραστηριότητες. Στο Άρθρο 4(3) της Οδηγίας-Πλαισίου για τα Ύδατα αναφέρονται οι εξής τύποι δραστηριοτήτων οι οποίες θεωρούνται ότι πιθανά οδηγούν στον καθορισμό ενός υδατικού συστήματος ως ιδιαιτέρως τροποποιημένου:

- η ναυσιπλοΐα (συμπεριλαμβανομένων των λιμενικών εγκαταστάσεων) ή η αναψυχή,
- δραστηριότητες για τους σκοπούς των οποίων αποθηκεύονται ύδατα όπως η υδροδότηση, η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας ή η άρδευση,
- δραστηριότητες που αφορούν τη ρύθμιση ύδατος, την προστασία από πλημμύρες, την αποξήρανση εδαφών,
- άλλες εξίσου σημαντικές δραστηριότητες για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Οι δραστηριότητες αυτές συνεπάγονται σημαντικές υδρομορφολογικές αλλαγές στα

υδατικά συστήματα σε τέτοιο βαθμό ώστε η αποκατάσταση για την επίτευξη του στόχου της καλής οικολογικής κατάστασης μπορεί να μην είναι εφικτή χωρίς τον εμποδισμό των δραστηριοτήτων αυτών. Η έννοια των ιδιαιτέρως τροποποιημένων υδατικών συστημάτων προβλέφθηκε ακριβώς για να επιτρέψει τη συνέχιση των δραστηριοτήτων αυτών (οι οποίες παρέχουν κοινωνικά και οικονομικά οφέλη) ταυτόχρονα με τη λήψη κατάλληλων μέτρων για τη βελτίωση της ποιότητας των υδάτων.

2.5.2.ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΓΕΝΙΚΑ

Τα φράγματα είναι τεχνικά έργα που κατασκευάζονται κάθετα στην κοίτη ενός φυσικού υδατορεύματος και ο ρόλος τους είναι η αναρύθμιση της ροής τους και η χρησιμοποίηση των πολύτιμων υδάτινων πόρων κατά τρόπο οικονομικά αποδοτικότερο και περισσότερο ωφέλιμο.

Η κατασκευή τους ξεκίνησε πριν από πολλούς αιώνες πριν ακόμα δημιουργηθούν ερωτήματα κι ανησυχίες για τις περιβαλλοντικές μεταβολές που προκαλούν και τις αντιρρήσεις για τη ωφελιμιστική σκοπιμότητά τους. Τα πρώτα φράγματα που κατασκευάστηκαν αποσκοπούσαν κυρίως στην παροχή αντιπλημμυρικής προστασίας και την αποθήκευση νερού για αρδευτικούς και υδρευτικούς σκοπούς, ενώ στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, για ιχθυοκαλλιέργειες, για τουρισμό και αναψυχή. Σήμερα, τα φράγματα έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τις άλλες κατασκευές πολιτικού μηχανικού, έχουν πολύ μεγαλύτερο μέγεθος σε σχέση με το παρελθόν, αξιοποιούν τις γνώσεις της υδρολογίας και της υδρομηχανικής και το μέγεθος των επιπτώσεων άμεσων ή έμμεσων, οικονομικών ή μη οικονομικών έχει αυξηθεί (Φιλίντας Αγ., 2008).

Το παλαιότερο φράγμα που αναφέρεται στην Ιστορία (4η χιλιετία π.Χ.) βρίσκονταν στη Γιάβα της σημερινής Ιορδανίας και χρησίμευε για τη συλλογή πόσιμου νερού. Ένα άλλο φράγμα που κατασκευάστηκε την περίοδο 2600-2500 π.Χ., επίσης για τη συλλογή πόσιμου νερού, είναι το Sadd-el-Kafara στο Wadi Garawi της Αιγύπτου. Το γεώφραγμα στον ποταμό Ορόντες της σημερινής Συρίας κατασκευάστηκε περί το 1300 π.Χ. και χρησίμευε για συλλογή νερού προς άρδευση και πόση, και είναι ακόμα διατηρημένο,

γιατί αξιοποιήθηκε και συντηρήθηκε από μεταγενέστερους λαούς. Στα νεότερα χρόνια, σπουδαίο θεωρήθηκε το φράγμα Puentes στην Ισπανία, το οποίο κατασκευάστηκε το έτος 1753 και καταστράφηκε το 1891 (Φιλίντας Αγ., 2008).



Εικόνα 3. : α) Φράγμα Sadd- el –Kafara, Αίγυπτος (Schnitter, N, J., 1994), β) Μυκηναϊκό φράγμα Τίρυνθας (<http://www.newtirins.gr/tirinsguide4.html>) όπως διασώζονται σήμερα.

Στον ελληνικό χώρο, τα γνωστότερα φράγματα είναι αυτά που σχετίζονται (Πέτρου, Ν. 2001):

(α) Με **υδροηλεκτρική χρήση**, όπως του Λούρου (1954), του Λάδωνα (1955), του Ταυρωπού (1959), των Κρεμαστών (1965), του Καστρακίου (1969), του Πολυφύτου (1974), του Πουρναρίου (1981), της Σφηκιάς και των Ασωμάτων (1985), του Στράτου (1988) κ.ά..

(β) Με **υδρευτική χρήση**, όπως του Μαραθώνα που ξεκίνησε το έτος 1926 και ολοκληρώθηκε το 1931, του Μόρνου που ολοκληρώθηκε το έτος 1979 κ.ά..

(γ) Με **αρδευτική χρήση**, όπως της Λευκόγειας Δράμας (1972), της Απολακκιάς Ρόδου (1978), του Λειβαδιού Αστυπάλαιας (1978), της Φανερωμένης και της Πλακιώτισσας στην περιοχή Μεσαράς Ηρακλείου (1980), του Δοξά στην περιοχή του Φενεού Κορινθίας (1982), της Φωλιάς Καβάλας (1983), του Κατάφυτου Δράμας (1984) κ.ά..

Στη σύγχρονη εποχή η πλειονότητα των φραγμάτων χρησιμοποιείται για πολλαπλούς σκοπούς. Συγκεκριμένα παγκοσμίως τα φράγματα χρησιμοποιούνται για αρδευτικούς σκοπούς (37%), για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (16%), για παροχή πόσιμου νερού

(12%), για αντιπλημμυρικό έλεγχο (6%), για σκοπούς αναψυχής (3%) και για λοιπούς σκοπούς (4%) (ICOLD, 1998a). Τα οφέλη από τη λειτουργία αυτών των φραγμάτων υπήρξαν πολλαπλά, όμως έχουν σε πολλές περιπτώσεις σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (ICOLD, 1988b) .

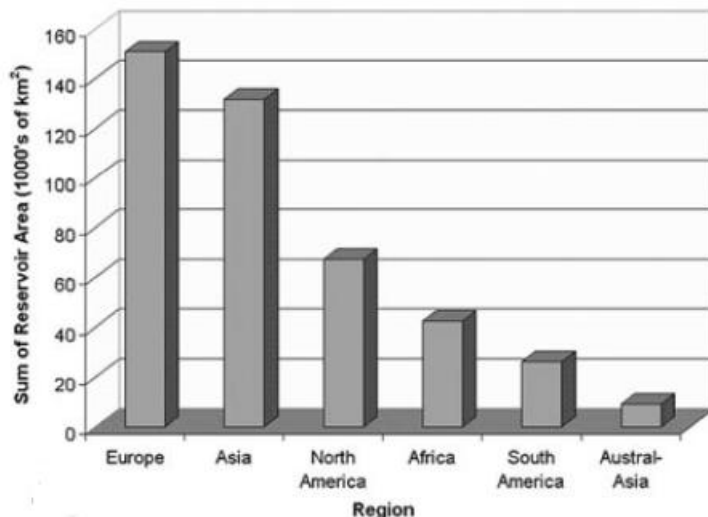
Μέχρι τη δεκαετία του '50 κατασκευάζονταν περίπου 700 μεγάλα φράγματα κάθε 10-ετία σε όλον τον κόσμο (ICOLD, 1999). Τα επόμενα χρόνια ο αριθμός αυτός αυξήθηκε κατακόρυφα, ενώ άρχισαν να εμφανίζονται οι πρώτες αντιδράσεις για τα πραγματικά οφέλη που προκύπτουν από τη λειτουργία τους, καθώς και απόψεις ότι προκαλούνται στο περιβάλλον καταστροφές και μακροχρόνιες αρνητικές επιδράσεις που υπερβαίνουν τα άμεσα οικονομικά οφέλη. Έτσι, αναδείχθηκε η ανάγκη για καλύτερο σχεδιασμό των φραγμάτων και για λήψη των κατάλληλων μέτρων, ώστε να μειωθούν στο ελάχιστο οι περιβαλλοντικές ή όποιες άλλες επιπτώσεις και απώλειες. Σε πολλές περιπτώσεις άλλαξε τελείως ο σχεδιασμός των φραγμάτων, με απώτερο στόχο τη βιώσιμη διαχείριση του ύδατος στην οποία θα λαμβάνονταν μέριμνα για την οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη, καθώς και για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Φιλίντας Αγ., 2008).

Βέβαια, δεν μπορεί να παραβλεφθεί το γεγονός ότι μετά τη δεκαετία του '60 στις αναπτυγμένες χώρες η ευαισθησία για περιβαλλοντικά ζητήματα αυξήθηκε σημαντικά, κυρίως λόγω της πληθυσμιακής διόγκωσης, της ανεξέλεγκτης ρύπανσης του εδάφους, του αέρα και των υδάτινων πόρων, της αύξησης των βιομηχανικών και οικιακών αποβλήτων, καθώς επίσης και των προκαλούμενων μεταβολών στα οικοσυστήματα και στην βιοποικιλότητά τους.

Η αύξηση πληθυσμού, η χρήση των τεχνολογικών επιτευγμάτων, η διόγκωση των οικονομικών δραστηριοτήτων, οι αστικές επεκτάσεις, η ανάπτυξη στο οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο, τα φράγματα, οι ταμιευτήρες νερού και άλλες υποδομές είχαν σημαντικές επιπτώσεις στη φυσική ισορροπία και οι περιβαλλοντικές μεταβολές έλαβαν ανησυχητικές διαστάσεις, ενώ το «περιβάλλον» ως θέμα έγινε ιδιαίτερα δημοφιλές. Τα παραπάνω είχαν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση αντιθέσεων, μεταξύ των αρμόδιων για το σχεδιασμό (planners) και των μηχανικών από τη μια πλευρά, και των διάφορων κοινωνικών, περιβαλλοντικών κι επιστημονικών ομάδων από την άλλη, που εναντιώνονται στην υλοποίηση και λειτουργία μεγάλων υποδομών (φράγματα,

ταμιευτήρες, έργα εκτροπής ποταμών, κλπ) με βασικό επιχείρημα την προστασία του περιβάλλοντος και τη διαφύλαξη της βιοποικιλότητας (Φιλίντας Αγ., 2008).

Σήμερα, θεωρείται γενικότερα αποδεκτό ότι οι πολιτιστικές, κοινωνικές, ανθρωπιστικές και περιβαλλοντικές αξίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον προγραμματισμό, σχεδιασμό και κατασκευή των μεγάλων έργων και η αξιολόγησή τους θα πρέπει να επεκτείνεται πέραν του συνυπολογισμού των παραδοσιακών οικονομικών αξιών (ICOLD, 1988b). Πλέον, η διαχείριση του ύδατος προσανατολίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος στην διαφύλαξη κι εξοικονόμηση των υδατικών πόρων, την επαναχρησιμοποίησή τους όταν είναι εφικτό, και την πρόληψη και μείωση της ρύπανσής τους.



Σχήμα 6. : Συνολική έκταση ταμιευτήρων μεγάλων φραγμάτων (σε χιλιάδες km²) ανά περιοχή του κόσμου (Κουσουρήs Θ., 1995).

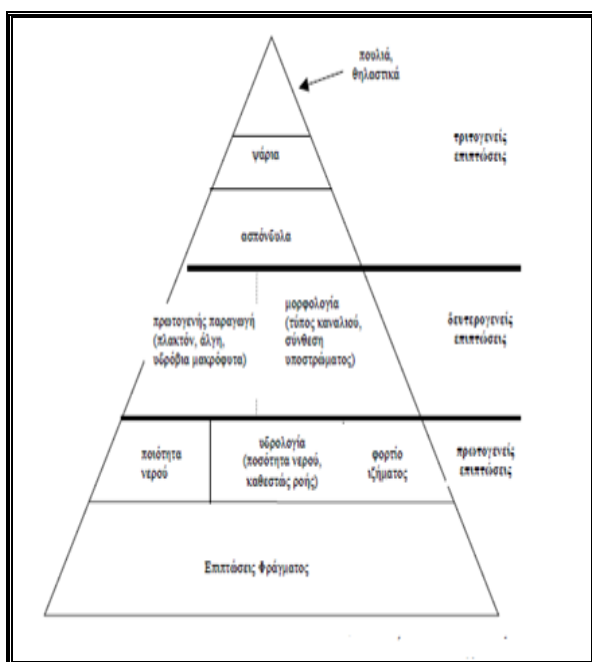
Γενικότερα, η αξιοποίηση των υδάτινων πόρων με τη χρήση φραγμάτων έχει δημιουργήσει πολλές συγκρούσεις και γίνεται όλο και περισσότερο σαφές ότι οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές διαστάσεις του θέματος πρέπει να τύχουν ουσιαστικότερης διερεύνησης και κοινωνικής διαβούλευσης.

2.5.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Η υπάρχουσα σήμερα γνώση, δείχνει ότι οι επιδράσεις των φραγμάτων στα

οικοσυστήματα είναι βαθύτατα εδραιωμένες, σύνθετες, ποικίλες, αλληλοεξαρτώμενες και σε πολλές περιπτώσεις αρνητικές. Στο βόρειο ημισφαίριο 77% των μεγαλύτερων ποταμών επηρεάζονται από τα φράγματα και σε πολλούς ποταμούς οι περιορισμοί στη ροή τους αρχίζουν από την περιοχή των πηγών τους (Dynesius, M. and Nilsson, C. 1994).

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε φράγματος είναι «μοναδικές» και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως η δομή του φράγματος και η λειτουργία του, η τοπική υδρολογία, οι ποτάμιες διαδικασίες, ο όγκος των φερτών υλών, οι γεωμορφολογικοί περιορισμοί, το κλίμα και οι βασικές ιδιότητες του τοπικού βióκοσμου (Kondolf, G.M. 1997), (IEA, 2000), (Friedl, G. and Wüest, A. 2002). Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των φραγμάτων μπορούν να ταξινομηθούν σε μακροπρόθεσμες και βραχυπρόθεσμες, επιπτώσεις που βρίσκονται στην εγγύς ή την ευρύτερη περιοχή τους.



Σχήμα 7. : Πρωτογενείς, δευτερογενείς και τριτογενείς επιπτώσεις των φραγμάτων στα ποτάμια οικοσυστήματα (W.C.D., 2000).

Τα φράγματα αλλάζουν συγχρόνως τις θεμελιώδεις διαδικασίες για τα φυσικά οικοσυστήματα, αφού λειτουργούν ως «εμπόδια» στις κατά μήκος ανταλλαγές νερού στους ποταμούς. Με την αλλαγή του τρόπου της κατάντη ροής (δηλ. ένταση, συγχρονισμός και συχνότητα), αλλάζουν το υδατικό ίζημα και τα θρεπτικά καθεστώτα,

μεταβάλλουν τη θερμοκρασία του ύδατος και τη χημεία του. Οι ταμιευτήρες πλημμυρίζουν τα χερσαία οικοσυστήματα, καταστρέφοντας φυτά και αναγκάζουν μετακίνηση των ζώων. Δεδομένου ότι πολλά είδη προτιμούν τα κατώτατα σημεία κοιλάδων, η συσσώρευση νερού σε μεγάλη κλίμακα μπορεί να επηρεάσει μοναδικούς βιότοπους άγριας φύσης και να εξαφανίσει ολόκληρους πληθυσμούς απειλούμενων υπό εξαφάνιση ειδών (Dynesius, M. and Nilsson, C. 1994).

Ο ρόλος των φραγμάτων είναι ανασταλτικός για την ανάπτυξη και τη φυσική εξέλιξη των δέλτα αλλά και καταστροφική για τις λεπτές ισορροπίες που απαιτούνται σε ευαίσθητα περιβάλλοντα υγρότοπων όπως αυτά που αναπτύσσονται στις εκβολές αρκετών ποταμών. Τα φράγματα δεσμεύουν το σύνολο σχεδόν των υλικών που μεταφέρονται με κύλιση και ένα σημαντικό ποσοστό αυτών που μεταφέρονται με αιώρηση ενώ διαταράσσουν εντελώς το ρυθμό άφιξης των ποσοτήτων γλυκού νερού στο χώρο των εκβολών. Μειώνονται τόσο η παροχή όσο και η στερεοπαροχή του ποταμού και συνεπώς περιορίζεται η προσφορά ιζήματος στο μέτωπο του δέλτα γεγονός που συχνά οδηγεί σε διάβρωση και υποχώρηση της ακτογραμμής από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών (Πούλος Σ., 1999).

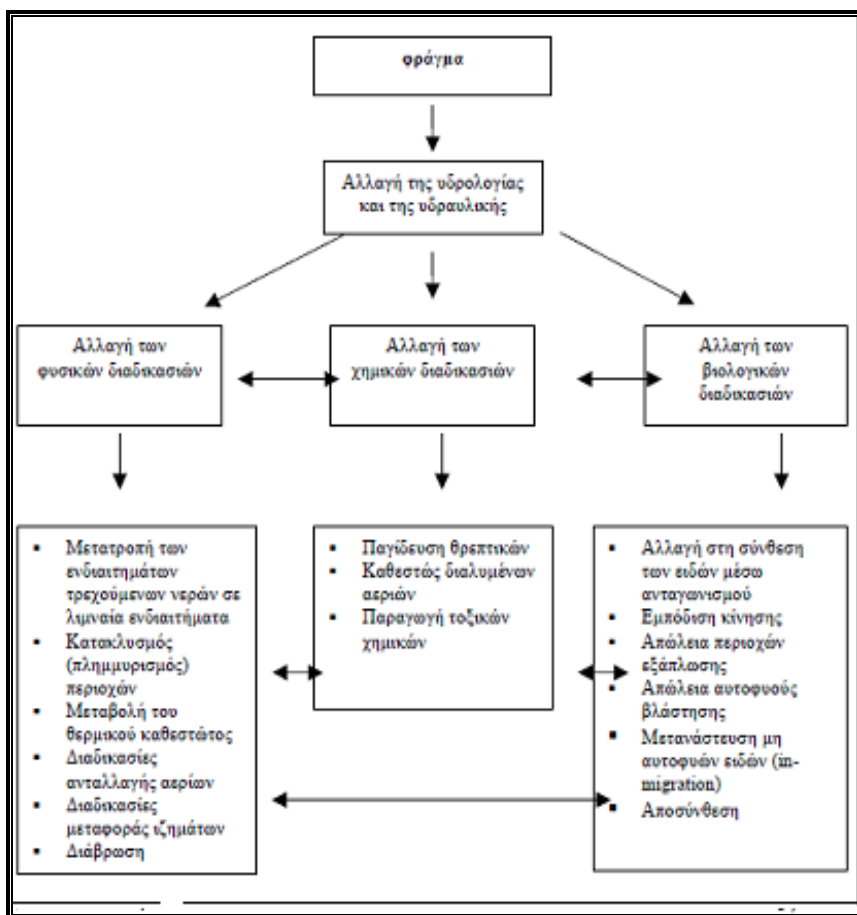
Η συμβολή των φραγμάτων στην εθνική οικονομία είναι μεγάλη και ποικίλη. Εξυπηρετούν την άρδευση, εξασφαλίζουν πόσιμο νερό, βοηθούν στον έλεγχο των πλημμυρών, εξασφαλίζουν παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δημιουργούν εστίες αλιείας, βοηθούν τον τουρισμό. Ένα νέο περιβάλλον δημιουργείται από τη λειτουργία του φράγματος, αφού συμβάλλει στην έλευση και την ανάπτυξη μιας άλλης πανίδας στην περιοχή. Τα φράγματα συμβάλλουν όχι μόνο στην οικονομική, αλλά και στην περιφερειακή ανάπτυξη, αφού σε πολλές αναπτυγμένες χώρες, τα φράγματα έχουν παίξει σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη των υπανάπτυκτων περιοχών (Φιλίντας Αγ., 2008).

Η κύρια υδραυλική επίδραση από την κατασκευή και λειτουργία των φραγμάτων είναι η εκφόρτιση της λεκάνης συλλογής νερού σε μια στάσιμη δεξαμενή (ταμιευτήρα) αντί στη κοίτη ποταμού ή χειμάρρου. Επομένως, μια τέτοια αλλαγή θα αρχίσει κατάντη ενός ρεύματος όπου η κατάντη περιοχή ξεραίνεται μερικώς ή ολικώς και ο ταμιευτήρας αρχίζει να συσσωρεύει νερό.

Κατά τη διάρκεια αυτού του προσωρινού ή περιοδικά επαναλαμβανόμενου χρονικού

διαστήματος αναπλήρωσης νερού, η υδρολογική ισορροπία της περιοχής μπορεί να καταρρεύσει, να παρατηρηθούν εξαφάνιση ειδών και απότομες δομικές αλλαγές στο υδατικά εξαρτώμενο οικοσύστημα. Η αποσύνθεση της νεκρής χλωρίδας και πανίδας στο νεοερχόμενο σώμα ύδατος επιταχύνεται. Έτσι, οι ανάντη ροές του νερού ρυπαίνονται, χωρίς οξυγόνο στα βαθύτερα μέρη του υδατικού όγκου που βρίσκονται υπό σκοτάδι για μεγάλο χρονικό διάστημα και μυρίζουν συνήθως σαπίλα λόγω της πλούσιας διάθεσης υδρογόνου. Μετά από αυτή τη διαδικασία το ποτάμιο ρεύμα διαμορφώνει ένα νέο και υγιές οικοσύστημα, όμως αυτή η νέα υδατική ισορροπία στο χερσαίο οικοσύστημα και στο θαλάσσιο περιβάλλον στις εκβολές όπου συναντά το ρεύμα τη θάλασσα, δεν έχει την πιθανότητα να αποκτήσει την προηγούμενη οικολογική κατάστασή του (Φιλίντας Αγ., 2008).

Οι ταμιευτήρες νερού επιφέρουν φυσικές, χημικές και βιολογικές αλλαγές στο αποθηκευμένο νερό και στα υποκείμενα εδάφη και πετρώματα, τα οποία επηρεάζουν την ποιότητα νερού. Η χημική σύσταση του νερού μέσα σε ένα ταμιευτήρα μπορεί να είναι σημαντικά διαφορετική από αυτήν των εισρεόμενων ποσοτήτων νερού. Το μέγεθος του ταμιευτήρα, η θέση του στο ποτάμιο σύστημα, η γεωγραφική θέση του όσον αφορά το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος και μήκος του, ο χρόνος διατήρησης αποθήκευσης του νερού και η υδατική πηγή(ες), επηρεάζουν τον τρόπο που η κράτηση αποθήκευσης τροποποιεί την ποιότητα του νερού.



Σχήμα 8. : Σχέσεις ανάμεσα σε παράγοντες που αφορούν την ανάπτυξη των υδάτινων πόρων που προκαλούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις (I.U.C.N/U.N.E.P/W.C.D., 2001).

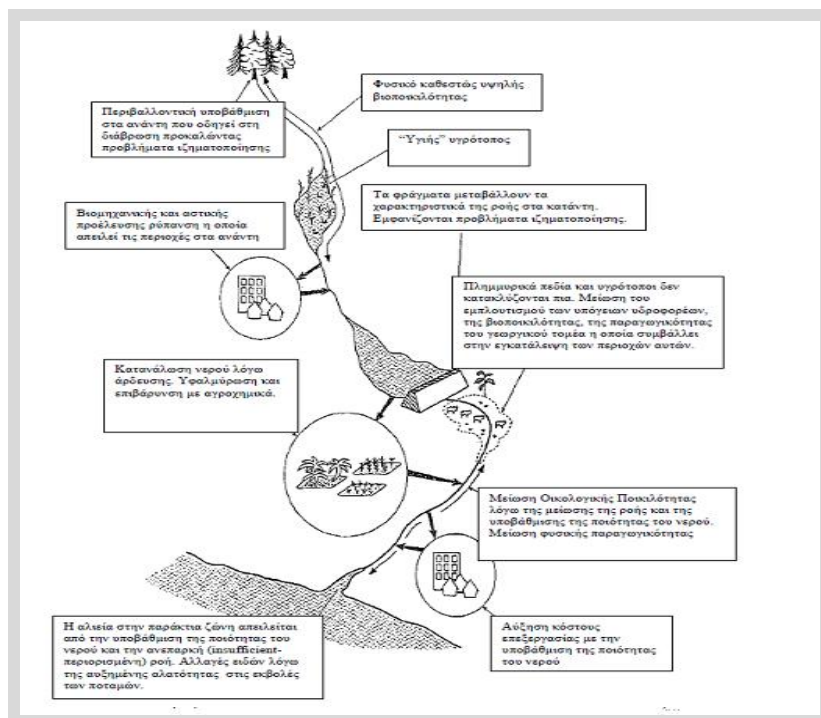
Σημαντικές βιολογικά-οδηγούμενες αλλαγές εμφανίζονται μέσα στους θερμικά στρωματοποιημένους ταμιευτήρες νερού. Στο επιφανειακό στρώμα, το φυτοπλαγκτόν (phytoplankton) πολλαπλασιάζεται συχνά και απελευθερώνει οξυγόνο, διατηρώντας με αυτόν τον τρόπο τις συγκεντρώσεις σε κοντινά επίπεδα κορεσμού για τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους (Φιλίντας Αγ., 2008).

Αντίθετα, η έλλειψη μίξης φυτοπλαγκτόν και ηλιακής ακτινοβολίας για εν θερμώ σύνθεση με συνένωση με το οξυγόνο που χρησιμοποιείται στην αποσύνθεση της υποβρύχιας βιομάζας, μπορούν να οδηγήσουν σε συνθήκες μη οξυγόνωσης ιστών, στο κατώτατο υδατικό στρώμα.

Οι θρεπτικές ουσίες (δηλαδή ο φώσφορος και το άζωτο), απελευθερώνονται βιολογικά και εκπλύνονται από την πλημμυρισμένη βλάστηση και το έδαφος. Αν και η απαίτηση

οξυγόνου και τα θρεπτικά επίπεδα μειώνονται γενικά με το πέρασμα του χρόνου, καθώς η οργανική ουσία μειώνεται, μερικοί ταμιευτήρες απαιτούν μια περίοδο περισσότερων από 20 έτη για να αναπτύξουν σταθερά σε ποιότητα υδατικά καθεστώτα. Κυριότεροι αποδέκτες της ρύπανσης με νιτρικά είναι συνήθως τα αγροτικής χρήσης εδάφη και οι υδατικοί πόροι που επηρεάζονται από αυτά (επιφανειακοί και υπόγειοι), (Filintas, T.Ag., et al., K.D. 2006), (Filintas, Ag., et al., 2008). Το φαινόμενο της ρύπανσης των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων συνδέεται άμεσα με την υποβάθμιση του εδάφους, αφού τα υλικά της διάβρωσης που συσσωρεύονται σε αυτά μπορούν να υποβαθμίσουν την ποιότητά τους, (Filintas, T.Ag., et al., K.D. 2006), (Φιλίντας, Αγ., κ.α., 2008α), και κατά ακολουθία να υποβαθμίσουν τη ποιότητα των νερών των ταμιευτήρων των φραγμάτων, που λειτουργούν ως αποδέκτες νιτρικών και διαφόρων άλλων ρυπογόνων ουσιών.

Μετά από την ωρίμανση, οι ταμιευτήρες, όπως οι φυσικές λίμνες, μπορούν να ενεργήσουν ως θρεπτικοί αποδέκτες (οχετοί), ιδιαίτερα για τις θρεπτικές ουσίες που συνδέονται με τα ιζήματα. Ο ευτροφισμός των ταμιευτήρων μπορεί να εμφανιστεί συνεπεία των μεγάλων εισροών της οργανικής φόρτισης ή/και των θρεπτικών ουσιών. Σε πολλές περιπτώσεις αυτές οι εισροές είναι μια συνέπεια των ανθρωπογενών επιρροών στην ποτάμια λεκάνη απορροής (π.χ. χρήση λιπασμάτων, υγρών αποβλήτων κ.λπ.), παρά μια άμεση συνέπεια της παρουσίας των ταμιευτήρων.



Σχήμα 9. : Αιτίες και επιπτώσεις της υποβάθμισης της ποιότητας του νερού σε ποτάμιο σύστημα (T.C.Dougherty, A.W.Hall, 1995).

Υπάρχει πιθανότητα να μεταβληθεί το μικροκλίμα της περιοχής του φράγματος, λόγω της δημιουργίας του ταμιευτήρα και των προκαλούμενων μεταβολών στην υγρασία και τη θερμοκρασία. Η δημιουργία στάσιμου υδάτινου όγκου μπορεί να επηρεάσει την κίνηση του αέρα κάτι που εξαρτάται από τη μορφολογία του εδάφους της περιοχής.

Οι επιπτώσεις στο γήινο φλοιό δεν μπορούν να χαρακτηρισθούν ως σημαντικές ή ανησυχητικές. Από πολλούς υποστηρίζεται ότι οι ταμιευτήρες μπορούν να προκαλέσουν σεισμούς μικρής κλίμακας, λόγω της ισοστατικής πίεσης που παράγεται με την συσσώρευση νερού (IEA, 2000), ή να αυξήσουν τη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής, εν τούτοις η μεταβολή αυτή δεν έχει τεκμηριωθεί επαρκώς επιστημονικά (Goldsmith, E. and Hildyard, N. 1984).

Η βιοποικιλότητα (βιολογική ζωή) του ποταμού αλλάζει γρήγορα στον ταμιευτήρα και στην κατάντη περιοχή, που συνήθως αποτελείται από αγροοικοσυστήματα. Τα μέρη του βιοοικοσυστήματος που επηρεάζονται άμεσα από το φράγμα είναι τα βρεχόμενα μέρη στην ακτή (Φιλίντας Αγ., 2008).

Κατά τη διάρκεια των εργασιών πλήρωσης του φράγματος, ενώ τα εδάφη παραμένουν κάτω από το νερό, το χερσαίο μέρος της περιοχής μειώνεται. Εντούτοις, τα όρια νερού-

εδάφους επεκτείνονται και οι περιοχές με καλλιέργειες, με ζώα ή οικισμούς αλλάζουν. Δασικές και γεωργικές περιοχές μπορούν να βρεθούν κάτω από το νερό. Δεδομένου ότι η στάθμη ύδατος διαφοροποιείται περιοδικά, μερικά είδη αρχίζουν να ζουν κάτω από το νερό κατά διαστήματα, στη ζώνη παλίρροιας. Αυτή η περιοχή μπορεί να αλλάξει σε ελώδη γη ή γη καλαμιώνων εξαρτώμενη από τη δομή του εδάφους (Φιλίντας Αγ., 2008).

Οι θρεπτικές ουσίες, (φώσφορος, άζωτο κ.λπ.) απελευθερώνονται βιολογικά και διηθούνται από την πλημμυρισμένη βλάστηση και το έδαφος στον υπόγειο υδατικό ορίζοντα και αρκετές φορές επηρεάζουν και τους επιφανειακούς υδατικούς πόρους.

Αν και η απαίτηση οξυγόνου και τα θρεπτικά επίπεδα μειώνονται γενικά με την παρέλευση του χρόνου, καθώς η οργανική ουσία μειώνεται, μερικοί ταμειυτήρες απαιτούν μια περίοδο περισσότερων από 20 έτη για να αναπτύξουν σταθερά σε ποιότητα υδατικά καθεστώτα. Οι σχέσεις νερού-εδάφους-θρεπτικών, που ρυθμίζονται μετά από τις πλημμύρες στην κατάντη περιοχή του φράγματος, αλλάζουν σε μια μακριά χρονική περίοδο. Επιπλέον, επιτακτικές αλλαγές εμφανίζονται στη χλωρίδα, την πανίδα και τις γεωργικές παραδόσεις των ανθρώπων στην περιοχή, επίδραση που μπορεί να επεκταθεί για χιλιόμετρα (Φιλίντας Αγ., 2008).

Το φράγμα είναι ένα πραγματικό εμπόδιο για τα έμβια όντα που κολυμπούν από το ένα άκρο του ποταμού στο άλλο. Η ύπαρξη του φράγματος σημαίνει το θάνατο για τα είδη ψαριών που διαβιούν σε ορισμένες περιόδους της ζωής τους στις πηγές ή στο νερό πλημμυρών και άλλες περιόδους στο δέλτα του ποταμού όπου αυτός ενώνεται με τη θάλασσα. Έχει προβλεφθεί ότι παρακαμπτήριες ροές νερού (υδάτινοι οδοί) πρέπει να σχεδιάζονται για αυτόν το λόγο.

Παρά το γεγονός ότι τα φράγματα συμβάλλουν σημαντικά στην εθνική και τοπική ανάπτυξη, δεν είναι εύκολα αποδεκτά για τους ανθρώπους των οποίων οι γεωργικές εκτάσεις, τα σπίτια και το περιβάλλον που ζουν βυθίζονται κάτω από το νερό (Φιλίντας Αγ., 2008).

Επί πλέον, πρέπει να αναφερθούν αλλαγές στη μορφή οικονομικής ανάπτυξης και στα συστήματα παραγωγής που αρχίζουν πριν από την κατασκευή του φράγματος συμπεριλαμβανομένης της απαλλοτρίωσης της γης, της απασχόλησης εργαζομένων στην κατασκευή και τις μεταφορές. Εργαζόμενοι από την περιοχή κατασκευής του

φράγματος συμμετέχουν στην κατασκευή αν και τις περισσότερες φορές οι τεχνικοί και οι εμπειρογνώμονες προέρχονται από άλλα μέρη.

Η αύξηση της απασχόλησης στην περιοχή και η οικονομική ανάπτυξη δημιουργεί δευτερογενώς νέα απασχόληση και αυξάνει τις ανάγκες για κατοικίες, εγκαταστάσεις, νέα έργα. Σε πολλές περιπτώσεις, η μεταβολή στην ανάπτυξη της περιοχής είναι σημαντική, ώστε το φράγμα να καθίσταται ένα είδος «συμβόλου» για την περιοχή. Η κοινωνική ζωή γίνεται ενεργή, το εμπόριο παρουσιάζει αύξηση και οι πολιτιστικές δραστηριότητες άνοδο. Επί πλέον, τα φράγματα βελτιώνουν τη ζωή και το επίπεδο αγροτικής παραγωγής στις κατάντη περιοχές λόγω της μείωσης του κινδύνου για πλημμύρες (Φιλίντας Αγ., 2008).

Ταυτόχρονα με τις αλλαγές που οφείλονται στην αλλαγή του καθεστώτος της ροής ενός ποταμού, οι κατασκευαστικές δραστηριότητες προκαλούν επιπτώσεις διαφορετικού τύπου, οι οποίες δε σχετίζονται απαραίτητα με το καθεστώς της ροής (π.χ. ατμοσφαιρική ρύπανση και θόρυβος). Η κατασκευή δρόμων πρόσβασης, οι εκσκαφές και οι αποθέσεις υλικών, η λειτουργία λατομείων, οι απορρίψεις απορριμμάτων είναι μόνο μερικοί από τους παράγοντες που προκαλούν αλλαγές στα υδατικά και χερσαία ενδιαίτηματα (I.U.C.N./ U.N.E.P./W.C.D., 2001).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελώντας μια μορφή «καθαρής» ενέργειας μπορεί να υποκαταστήσει την καύση πετρελαίου ή λιθάνθρακα μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

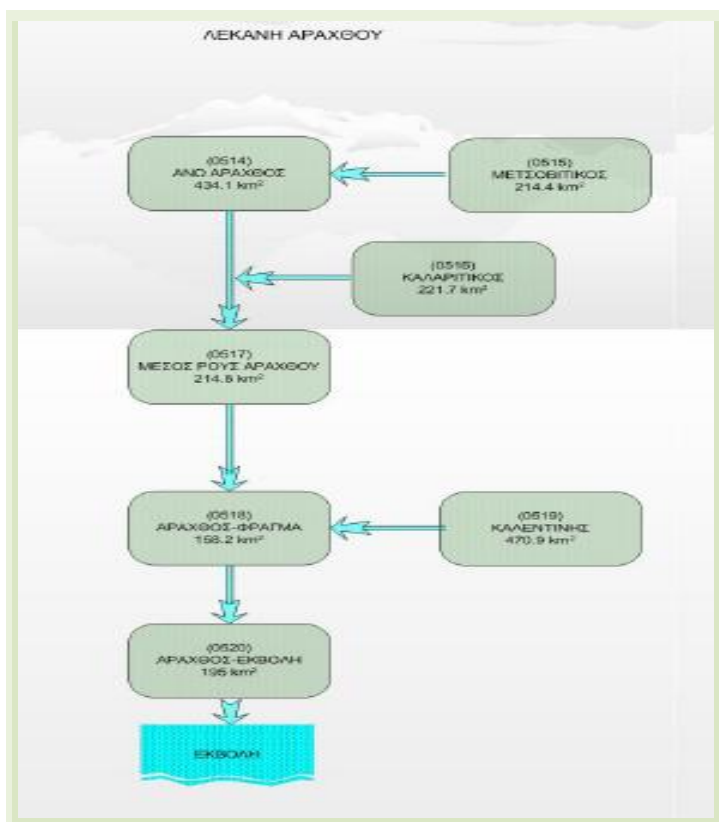
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. : ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΑΡΑΧΘΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ

3.1 ΘΕΣΗ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

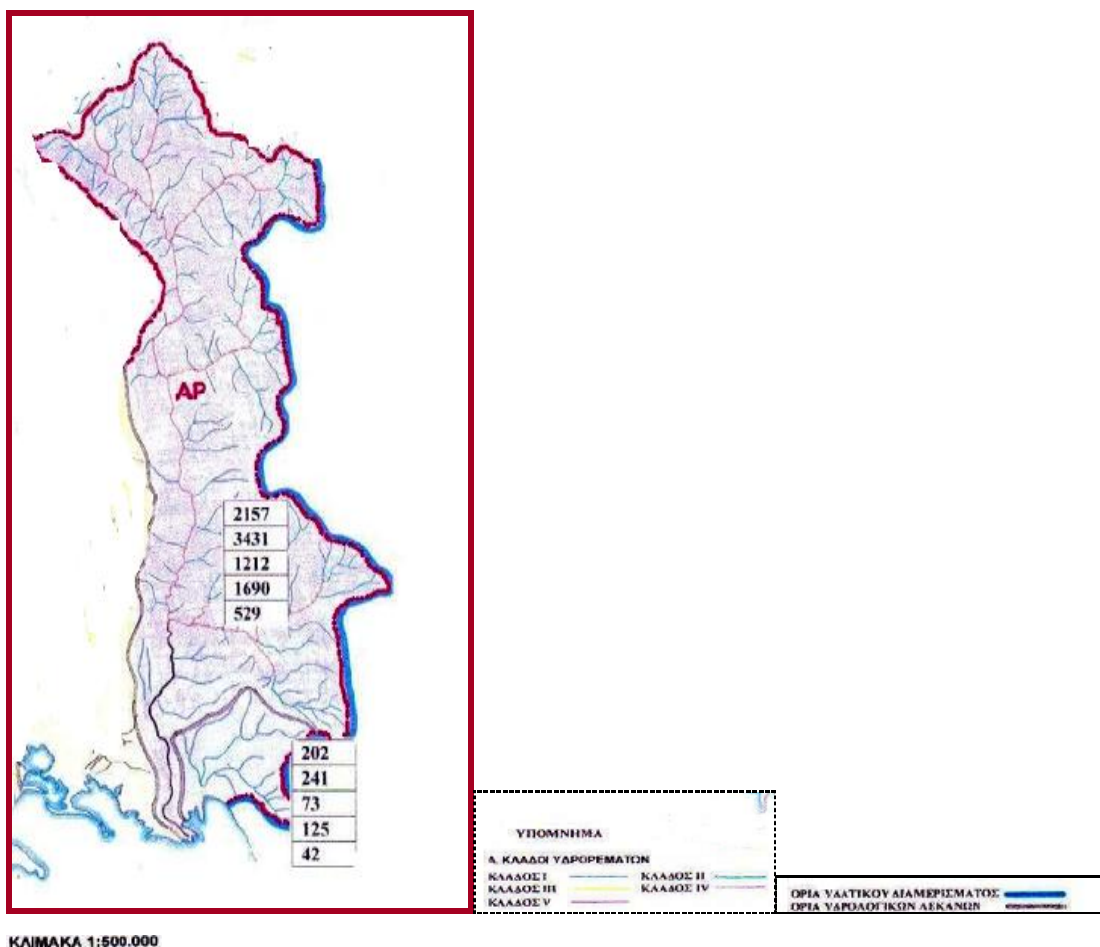
Ο ποταμός Αραχθος πηγάζει από την οροσειρά της Πίνδου (Β.Πίνδος, όρος Λάκμωνα, στη θέση Οξυά – Δεσπότη, σε υψόμετρο 1.700 μέτρα) κοντά στο Μέτσοβο, ρέει με γενική κατεύθυνση Β-Ν και εκβάλλει στον Αμβρακικό Κόλπο. Είναι ο μεγαλύτερος ποταμός της Ηπείρου και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του οικοσυστήματος του

Αμβρακικού, έχοντας μια άμεση και λειτουργική σχέση με τον υδροβιότοπο του βορείου τμήματός του και κυρίως την περιοχή των Δέλτα, αλλά και με τις λιμνοθάλασσες Άγριλο, Πλαματερό, Κόφτρα και Παλιομπούκα.. Στην αρχή διερχόμενος νότια του Μετσόβου ονομάζεται Μετσοβίτικος, ενώ το όνομα Άραχθος το παίρνει μετά από τη συνάντησή του με τον ποταμό Διπόταμο. Τροφοδοτείται από τους παραπόταμους Καλεντίνη ή ποτάμι Πέτα, ποτάμι Λοζίτσι, Μετσοβίτικο, Διπόταμο ή Ζαγορίσιο και Καλλαρίτικο.

Η λεκάνη απορροής του Αράχθου έχει έκταση 1.850 km² στα Β.ΒΑ. και η κύρια κοίτη του έχει μήκος 105 km. Η διεύθυνση της κύριας κοίτης του ποταμού είναι Β.ΒΔ.-Ν.ΝΑ. και ακολουθεί τη διεύθυνση των αξόνων πτύχωσης των πετρολογικών σχηματισμών της ευρύτερης περιοχής, που ταυτίζεται βέβαια με τη διεύθυνση των τεκτονικών ζωνών της Ελλάδας.

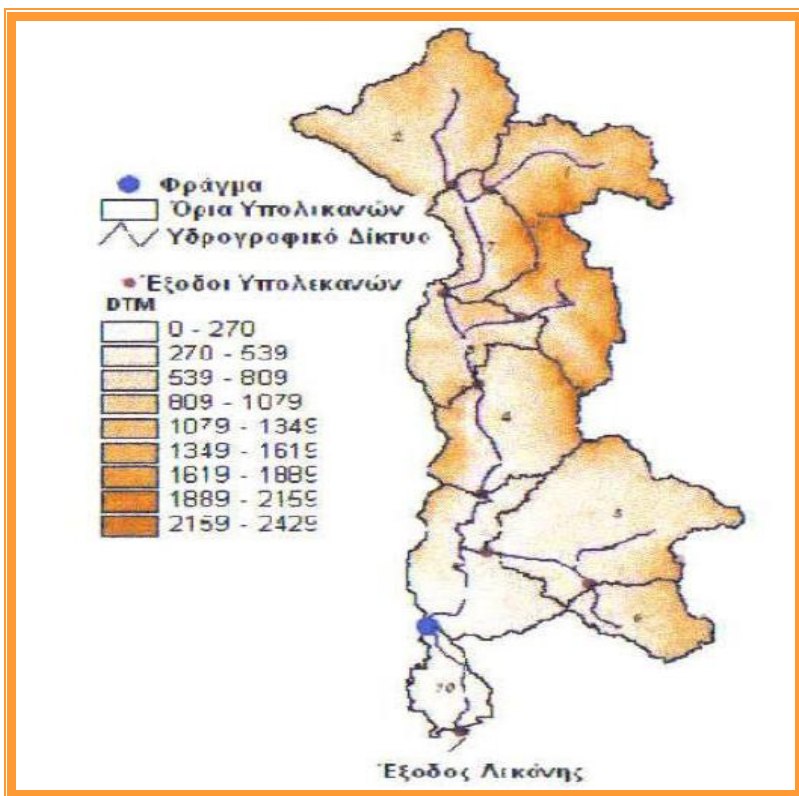


Σχήμα 10. : Σχηματική παράσταση κυρίων κλάδων ποταμού Άραχθου (ΥΠΙΑΝ, 2005).



Σχήμα 11. : Αποτύπωση υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης Άραχθου (Νικολάου, 2005, τροποποιημένο από Χαλκιά).

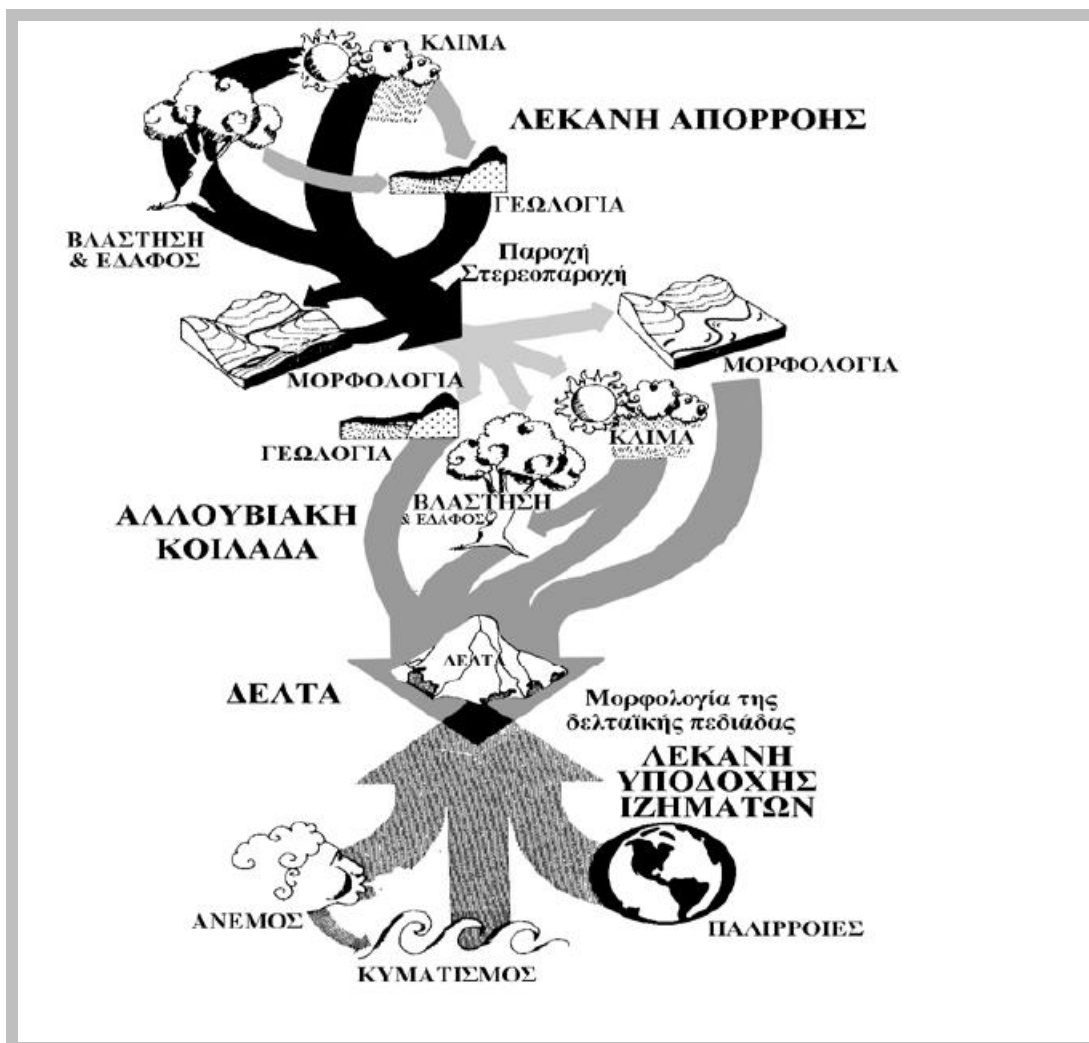
Από τις πηγές του στη βόρεια Πίνδο έως και τις εκβολές του στον Αμβρακικό κόλπο κινείται σε περιοχές με διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα να διακρίνονται σε όλο το μήκος του τρία διακριτά τμήματα το άνω, το μεσαίο και το κατώτερο πεδινό. Στο άνω τμήμα του ο ποταμός κινείται σε υψόμετρα από 1000μ έως 2393μ. Οι κλίσεις των πρανών του στο τμήμα αυτό είναι απότομες και η κοίτη του ποταμού στενή. Στο μεσαίο τμήμα του ο Άραχθος, από την συμβολή Καλαρρύτικου έως και την Άρτα διέρχεται από περιοχές με χαμηλότερο υψόμετρο, που κυμαίνεται από 100μ έως 1000μ, το πλάτος στον πυθμένα του φτάνει τα 250μ και οι πλευρικές κλίσεις 1/7. Στο τελευταίο τμήμα του ο ποταμός από την Άρτα έως την εκβολή του στον Αμβρακικό κόλπο κινείται στην πεδιάδα της Άρτας.



Σχήμα 12. : Τοπογραφία λεκάνης του Αραχθού (Μιμίκου, 2005).

Το Δέλτα του ποταμού

Ένα δέλτα σχηματίζεται από συσσώρευση ιζημάτων εκεί που ο ποταμός συναντάει τη θάλασσα. Ο όγκος των ιζημάτων αυτών και κατά συνέπεια η έκταση που καταλαμβάνει το δέλτα εξαρτάται, αφενός από τη δυνατότητα του ποταμού να διαθέσει ίζημα, αφετέρου από την ικανότητα των παράκτιων διεργασιών (ρεύματα, κύματα) να μεταφέρουν μακριά από τις εκβολές το ίζημα. Δηλαδή αν το προσφερόμενο υλικό είναι περισσότερο από αυτό που απομακρύνεται με την παράκτια μετακίνηση, τότε η συσσώρευση και κατά συνέπεια και η έκταση του δέλτα είναι μεγάλη. Στην αντίθετη περίπτωση ενδέχεται να μην σχηματίζεται καθόλου δέλτα.

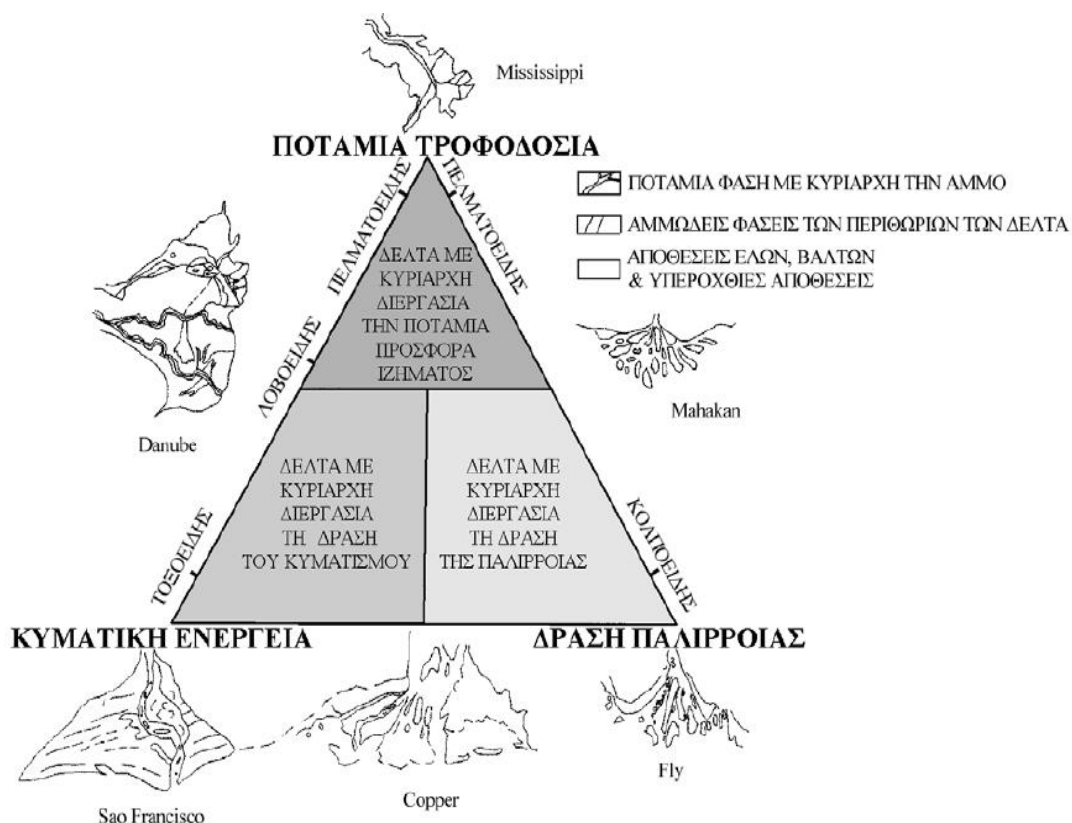


Σχήμα 13. : Οι παράγοντες και οι διεργασίες που παίζουν κύριο ρόλο στη διαμόρφωση των ποτάμιων δέλτα (τροποποιημένο από Coleman & Wright, 1975).

Τα σημερινά δέλτα είναι σχετικά πρόσφατοι (Ολοκαινικοί) γεωλογικοί σχηματισμοί, τα χαρακτηριστικά των οποίων επηρεάζονται κυρίως από :

- ❖ Τη γεωλογική δομή και σύσταση
- ❖ Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής
- ❖ Την τεκτονική σταθερότητα της λεκάνης
- ❖ Τις κλιματικές συνθήκες
- ❖ Τα χαρακτηριστικά του ποταμού (κλίση, παροχή)
- ❖ Τις διεργασίες πρόσχωσης- διάβρωσης και την έντασή τους στην περιοχή δράσης του δέλτα

- ❖ Τις παλιρροιακές και ευστατικές κινήσεις και
- ❖ Τις υδρολογικές συνθήκες που επικρατούν στην παράκτια ζώνη.



Σχήμα 14. : Ταξινόμηση των δέλτα βάσει των τριών διεργασιών διαμόρφωσής τους (Galloway, 1975).

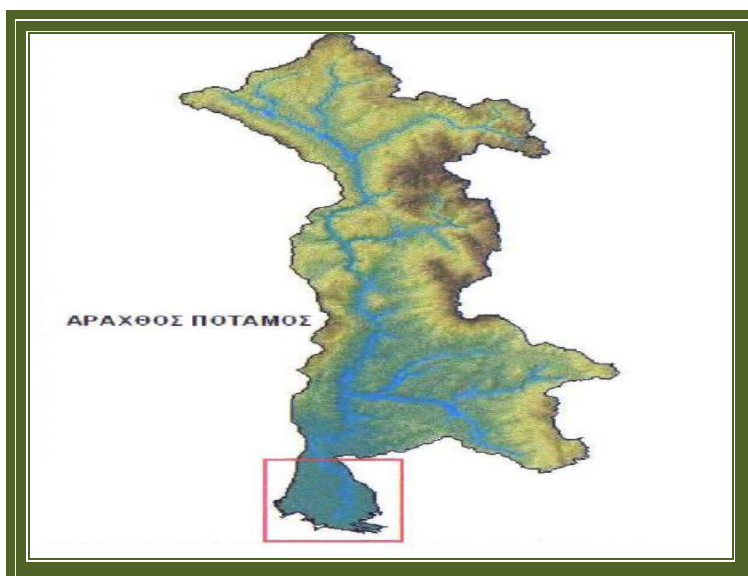
Το δέλτα του Άραχθου έχει σχήμα επίμηκες, χαρακτηριστικό της ποτάμιας δράσης. Η επίδραση της παλίρροιας και η κυματική δράση στις εκβολές του έχουν μικρό εύρος. Η προσχωματική ικανότητα του Αράχθου είναι μεγάλη, καθώς η λεκάνη απορροής του είναι μεγάλη και αποτελείται κατά το μεγαλύτερο μέρος από αδιαπέρατο από τα νερά της βροχής φλύσχη και εύκολα διαβρούμενο. Οι νότιοι και νοτιοανατολικοί άνεμοι στην περιοχή του Άραχθου δεν φαίνονται ικανοί να αναχαιτίσουν την ανάπτυξη του δέλτα, ενώ οι νοτιοδυτικοί το αναγκάζουν να στρέφεται ανατολικά (Τζιαβός, 1996).



Έκταση δελταϊκής πεδιάδας km ²)	350	
Τύπος στομίου ποταμού	Πέλμα πουλιού	
Μέγιστο βάθος νερού μπροστά από το στόμιο του ποταμού	35	

Πίνακας 6. : Χαρακτηριστικά του Δέλτα του ποταμού Άραχθου (Ρουλος, S.,2005).

Αποτέλεσμα αυτών είναι ο Άραχθος να έχει αναπτυγμένο δελταϊκό πεδίο και να είναι ο κύριος υπεύθυνος της δημιουργίας της πεδιάδας της Άρτας (Ε.Κ.Θ.Ε., 1989).

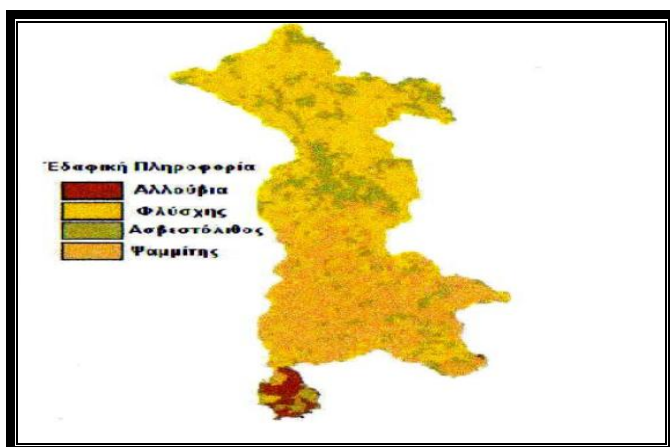


Σχήμα 15. : Το Δέλτα του ποταμού Άραχθου (Μιμίκου, 2005)

Λιθολογία της λεκάνης απορροής	
Κλαστικά ιζήματα (φλύσχη, αλλούβια) (%)	78,2
Ανθρακικά πετρώματα (%)	19,3
Μεταμορφωμένα πετρώματα (%)	0,7
Πυριγενή πετρώματα (%)	1,8

Πίνακας 7. : Λιθολογία της λεκάνης απορροής (Poulos, S., 2005).

Ο Άραχθος προσφέρει χονδρόκοκκο υλικό, κατά κύριο λόγο χαλαζιακό, αλλά και σημαντικές ποσότητες λεπτόκοκκου υλικού ιλύος, που εν μέρει προέρχεται, εκτός του φλύσχη, από τα υπερβασικά πετρώματα που βρίσκονται στον άνω ρου της λεκάνης του ποταμού.

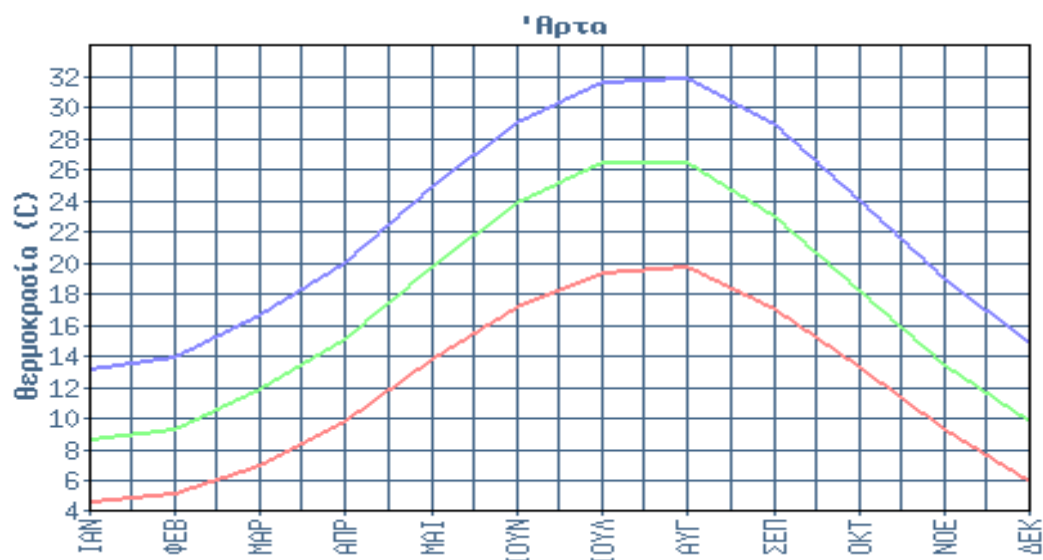


Σχήμα 16. : Εδαφικό κάλυμμα της απορροής του ποταμού Άραχθου (Μιμίκου, 2005).

3.2. ΚΛΙΜΑ

Σύμφωνα με την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Περίοδος δεδομένων 1976-1997)

Άρτα: Γ.Μήκος(Lon) 21⁰ 0' 0'' / Γ.Πλάτος(Lat) 39⁰ 10' 0'' / Ύψος 10.5 μ.



Το βασικότερο κλιματολογικό στοιχείο της περιοχής είναι οι ποικίλες κλιματικές καταστάσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονται από την ποικιλία των θερμοκρασιών μεταξύ περιοχών με διαφορετικό υψόμετρο και απόσταση από τη θάλασσα καθώς και από τις πολλές βροχές και υψηλά επίπεδα υγρασίας που επικρατούν κατά τους χειμερινούς κυρίως μήνες.

Το κλίμα της περιοχής επηρεάζεται από τις υγρές αέριες μάζες που έρχονται από το Ιόνιο πέλαγος στα δυτικά και η εκφόρτωσή τους γίνεται στον ορεινό όγκο της Πίνδου στα ανατολικά. Το μικρότερο ύψος βροχόπτωσης στη διάρκεια του έτους παρατηρείται στα δυτικά προς τις ακτές του Ιονίου και δεν υπερβαίνει τα 1200 mm, προς τις περιοχές του Δέλτα φτάνει μέχρι 1600 mm, ενώ ανατολικότερα και βορειότερα στους ορεινούς όγκους το ύψος της βροχόπτωσης φτάνει μέχρι και 2600 mm. Στο βόρειο τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού το ύψος των βροχοπτώσεων είναι συγκριτικά χαμηλότερο από ότι στο μέσο της λεκάνης. Ο μέσος αριθμός ημερών βροχής υπολογίζεται σε 120.4 ημέρες το χρόνο (Μιμίκου, 2005).

Οι απόλυτες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες για το σταθμό της Άρτας σε ετήσια βάση είναι 37 °C και 41 °C κατά το θέρος και -3,6 °C και -7,2 °C κατά το χειμώνα αντίστοιχα. Η εξάτμιση και η υγρασία έχουν υψηλές τιμές σε όλη τη διάρκεια του έτους. Η μέση ετήσια σχετική υγρασία αέρος ανέρχεται σε 69.3% με μέγιστο 76.0% κατά τους μήνες Νοέμβριο – Δεκέμβριο και ελάχιστο 61.0% κατά τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο. Το κλίμα λοιπόν μπορεί να χαρακτηριστεί εύκρατο, ήπιο μεσογειακού τύπου (Μιμίκου, 2005).

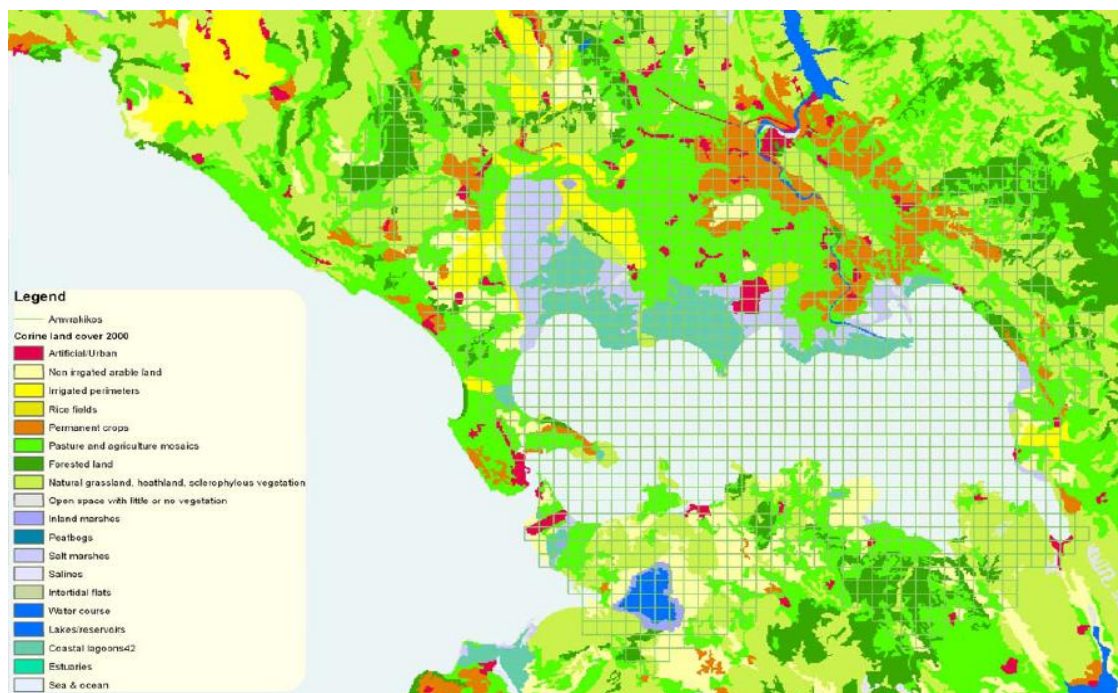
3.3. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ / ΝΕΡΟΥ

Αναφορικά με τις χρήσεις γης, αυτές συντίθενται σε γεωργικές εντατικά και σε μικρότερο βαθμό εκτατικά καλλιεργούμενες εκτάσεις, βοσκοτόπια, δασικές εκτάσεις και εκτάσεις που χρησιμοποιούνται για οικοδομική δραστηριότητα. Η ανάπτυξη της τουριστικής δραστηριότητας εντοπίζεται στους οριοθετημένους οικισμούς πρώτης κατοικίας και σε πολύ μικρό βαθμό δευτερεύουσας κατοικίας.

Στην περιοχή που περιβάλλει τον ποταμό Άραχθο αναπτύχθηκε ο κλάδος της γεωργίας με την καλλιέργεια εσπεριδοειδών (πορτοκάλια), εκμετάλλευση ελαιώνων, καλλιέργεια καλαμποκιού, διαφόρων ειδών σανού καθώς και κηπευτικά προϊόντα. Κατά μήκος της κοίτης του, καταγράφονται επίσης μονάδες ιχθυοτροφείων, κυρίως πέστροφας και χελιών.

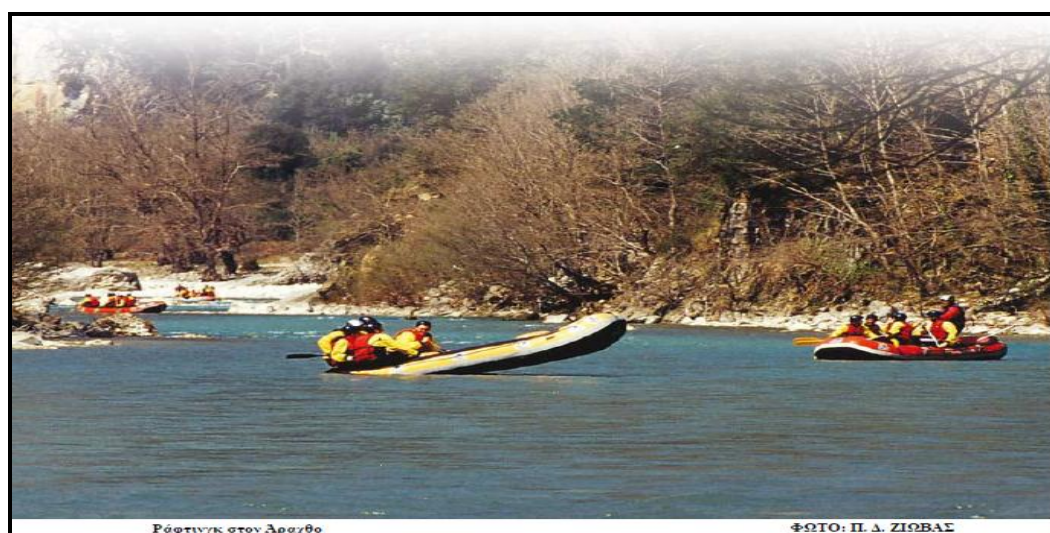
NOMOS ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΧΩΡΑ	Σύνολο εκτάσεων	Καλλιεργούμενες εκτάσεις	Βοσκότοποι	Δάση	Εσωτερικά νερά	Οικισμοί	Λοιπές εκτάσεις
Ν. Ιωαννίνων	4.990	399	2.750	1.474	107	175	85
Κατανομή (%)	100,0	8,0	55,1	29,6	2,1	3,5	1,7
Ν. Άρτας	1.662	334	371	664	133	105	55
Κατανομή (%)	100,0	20,1	22,3	40,0	8,0	6,3	3,3

Πίνακας 8. : Βασικές χρήσεις γης (εκτάσεις σε χμ²) ΕΣΥΕ (1995).



Χάρτης 5. : Χρήσεις γης (CORINE, 2000).

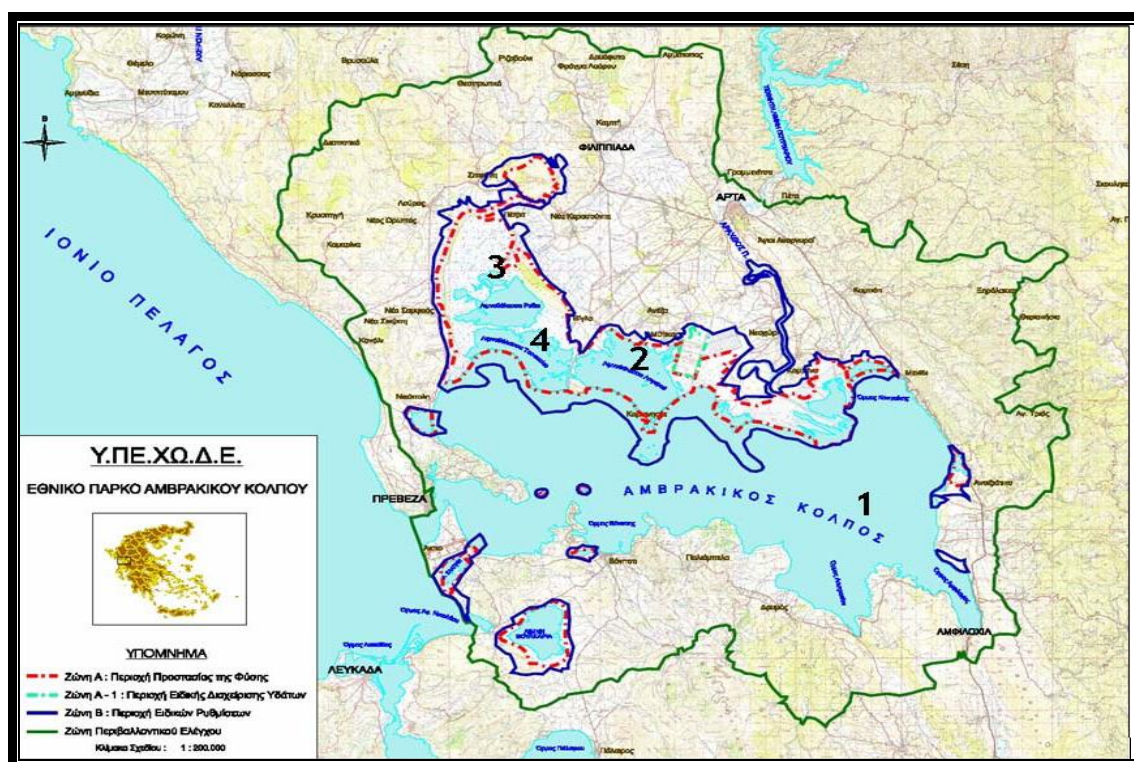
Η οικιακή, βιομηχανική και κτηνοτροφική δραστηριότητα είναι σημαντικά περιορισμένες σε σχέση με τις λοιπές χρήσεις των υδάτων του Άραχθου ποταμού. Ο ποταμός προσφέρεται για διασκέδαση, αναψυχή μέσω αθλημάτων όπως το ράφτινγκ και το καγιάκ (Μιμίκου, 2005).



Εικόνα 4. : Ράφτινγκ στον Άραχθο (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009).

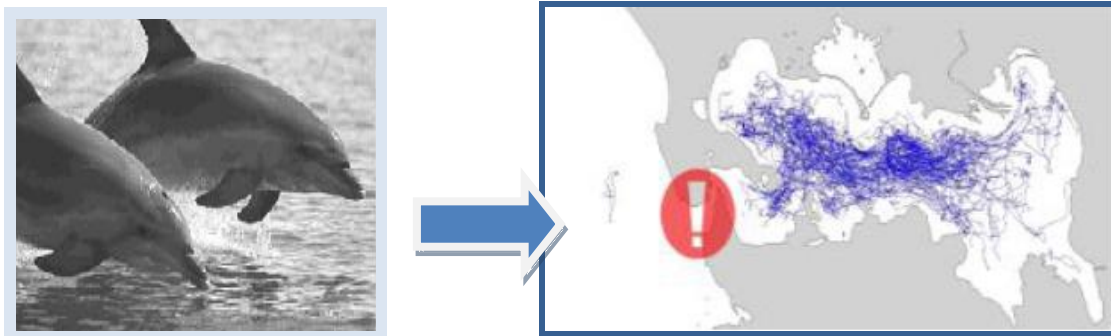
3.4. ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ / ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Η περιοχή του Αμβρακικού κόλπου περιλαμβάνεται στους Υγροτόπους Ramsar Διεθνούς Σημασίας, στο Δίκτυο Natura 2000 κι έχει χαρακτηριστεί ως τόπος Κοινοτικής Σημασίας, Ζώνη Ειδικής Προστασίας και Καταφύγιο Άγριας Ζωής. Ωστόσο, μόλις το 2008 η βόρεια περιοχή του κόλπου κηρύχθηκε Εθνικό Πάρκο τμήμα του οποίου είναι και ο ποταμός Άραχθος..



Ο Αμβρακικός με τους υδροβιότοπούς του αποτελεί ένα μοναδικό οικολογικό τοπίο, ιδανικό καταφύγιο για την ανάπτυξη πλούσιας ορνιθοπανίδας και ιχθυοπανίδας. Έχουν καταγραφεί πάνω από 160 είδη πουλιών, ως επισκέπτες το χειμώνα από το βορρά ή για ανοιξιάτικη αναπαραγωγή από την Αφρική.

Έως το 2001, σε έρευνες που διεξήχθησαν καθημερινά στον Αμβρακικό Κόλπο, έγιναν 500 θεάσεις ρινοδέλφινων και 408 θεάσεις χελωνών (*Caretta caretta*). Μεταξύ του 2001 και του 2009, εντοπίστηκαν. Η πυκνότητα των δελφινιών στον Αμβρακικό κόλπο είναι από τα υψηλότερα καταγράφονται σε όλη την Μεσόγειο (Bearzi G., et al., 2008).



Εικόνα 5. : Μετακινήσεις δελφινιών κατά το διάστημα 2001 – 2009. Οι μπλέ γραμμές αντιπροσωπεύουν ατομικές κινήσεις (Bearzi G., et al., 2008).

Παράλληλα με την οικολογία, ο Αμβρακικός είναι σημαντικό παραγωγικό τοπίο και για την αλιεία. Οι λιμνοθάλασσες του κόλπου παρουσιάζουν μεγάλη βιολογική ποικιλότητα και παραγωγικότητα, λειτουργώντας, λόγω της παράκτιας ιδιαιτερότητας του κόλπου, ως φυσικά εκτροφεία ψαριών, αλλά και καρκινοειδών, ήδη από τη Ρωμαϊκή εποχή.

Χλωρίδα του ποταμού Άραχθου (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009)

Στη Λεκάνη απορροής στα υψηλότερα σημεία: έλατα, πεύκα, καρυδιές, καστανιές, μηλιές, συκιές, κορομηλιές.

Στα χαμηλότερα σημεία: πουρνάρια, κουμαριές, φιλίκια, μυρτιές και άλλοι θάμνοι, αγριο-κλήματα και καλλιεργούμενα φυτά: αχλαδιές, ελιές και κλήματα.



Εικόνα 6. : Παραποτάμια βλάστηση του Άραχθου (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009).

Στις όχθες παραπόταμων: πλατάνια, ιτιές, λεύκες, λυγαριές.

Κοντά στις εκβολές (Πέτα-Αμβρακικός): καλάμια, βούρλα, ψαθιά και καλλιεργούμενα φυτά: λεμονιές, πορτοκαλιές, μανταρινιές, κιτριές.

Πανίδα του ποταμού Άραχθου (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009)

Στα φαράγγια: αρπακτικά (αετοί, κοράκια, γύπες, ξεφτέρια, αγριοπερίστερα).

Στις όχθες: κοτσύφια, μελισσουργοί, σπίνιοι, αηδόνια.

Στην κοίτη: καρακάξες, τρυγόνια.

Από την Ακροποταμιά και κάτω ο Άραχθος γίνεται πλωτός και το κλίμα είναι πιο ευνοϊκό. Η περιοχή είναι πλουσιότερη σε υδρόβια πτηνά και υδρόφιλα ζώα.

Στις λουρνησίδες καθώς και στο Δέλτα Αράχθου: νερόκοτες, νανογλάρωνα, αργυροπελεκάνοι, ερωδιοί, χουλιαρομούτρες, αγριόπαπιες, καλαμοκανάδες.

Στους καλαμιώνες και τους υγρότοπους των παραποτάμιων πεδινών εκτάσεων: νεροβούβαλοι.



Εικόνα 7. : Χαρακτηριστική πανίδα του Άραχθου (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009).

3.5. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Αράχθου επεκτείνεται και εκτός της Αδριατικοϊονίου ζώνης στις ζώνες Γαβρόβου -Τριπόλεως και Πίνδου. Τα πετρώματα που διαβρέχει ο ποταμός είναι κυρίως φλύσχης και σε μικρή έκταση ασβεστόλιθος.

Τα νερά του προέρχονται κυρίως από τη βροχή, το λιωμένο χιόνι και από διάφορες πηγές που ανήκουν σε δύο σημαντικά καρστικά συστήματα :

- ❖ το αντίκλινο του Αραχθου (ανατολικές πλαγιές των βουνών Μιτσικέλι – 1.810 μ. Υψόμετρο- και Ξεροβούνι – 1.614μ, υψόμετρο-)
- ❖ το αντίκλινο των Τζουμέρκων (2.393 μ. Υψόμετρο)

Αδριατικοϊόνιος ζώνη

Αποτελεί το ελληνικό “μειογεωσύγκλινο”, στο οποίο δεν έχουμε διεισδύσεις και εκχύσεις βασικού μάγματος (Μαράτος, 1972).

Τα αλπικά ιζήματα της Αδριατικοϊονίου ζώνης αρχίζουν με γύψο, η οποία βρίσκεται εντός συνεκτικού λατυποπαγούς κυρίως από ανθρακικά υλικά. Ακολουθούν οι ασβεστόλιθοι “Σινιών” και “Παντοκράτορα” και κρυσταλλικοί, φαιοί ή λευκοί δολομίτες.

Κατά το Ιουρασικό έχουμε καταβύθιση και διαχωρισμό της ζώνης στην αξονική και τις δύο παρυφές αυτής με απόθεση σχιστολίθων -πυριτολίθων στην αξονική και ασβεστολίθων στις παρυφές.

Από το Μάλμιο και μετά έχουμε την ιζηματογένεση των ασβεστολίθων της “Βίγλας” και μέχρι το Ηώκαινο μικρολατυποπαγών ασβεστολίθων. Ακολουθεί η ιζηματογένεση του φλύσχης μέχρι τις αρχές του Μειοκαίνου και των ψαμμιτών και μαργών του Βουρδιγαλίου, με τις πρώτες ορογενετικές κινήσεις, από το τέλος του Ακουϊτανίου.

Ζώνη Γαβρόβου -Τριπόλεως

Οι σχηματισμοί της ζώνης αυτής βρίσκονται εκτός από τα Α. και ΒΑ. με παρουσία σε αρκετά σημεία της λεκάνης απορροής του Αράχθου. Τα αλπικά ιζήματα αρχίζουν με

ανωτριάδικους δολομίτες και συνεχίζουν με μαύρους ιουρασικούς ασβεστολίθους. Στη συνέχεια ακολουθούν μελανοί ασβεστόλιθοι του Κρητιδικού και σε συμφωνία ασβεστόλιθοι του Ηωκαίνου. Η ασβεστολιθική σειρά ιζημάτων καλύπτεται από τον ηωκαινικό -ολιγοκαινικό φλύσχη. Η παροξυσμική φάση πτυχώσεων που προκάλεσε την οριστική ανάδυση της ζώνης αντιστοιχεί στη Σαβική πτύχωση.

Ζώνη Πίνδου

Σχηματισμοί της ζώνης αυτής με τους επικαθήμενους από επώθηση οφιολίθους τροφοδοτούν με υλικά τον ποταμό Άραχθο στις βορειότερες απολήξεις των παραποτάμων του.

Οι παλαιότεροι σχηματισμοί της ζώνης είναι δολομίτες και ασβεστόλιθοι μεσοτριάδικης ηλικίας. Στη συνέχεια έχουμε πλακώδεις ασβεστολίθους και πυριτολίθους σε εναλλαγές με σχιστολίθους. Ακολουθεί η σχιστοκερατολιθική διάπλαση μέχρι το Κάτω Κρητιδικό και συνεχίζεται προς τα πάνω με μάργες, ψαμμίτες και λατυποπαγή του Κάτω Κρητιδικού και ασβεστολίθους του Άνω Κρητιδικού. Η μεσοζωϊκή αυτή σειρά κλείνει προς τα πάνω με φλύσχη που τελειώνει στις αρχές του Ολιγοκαίνου.

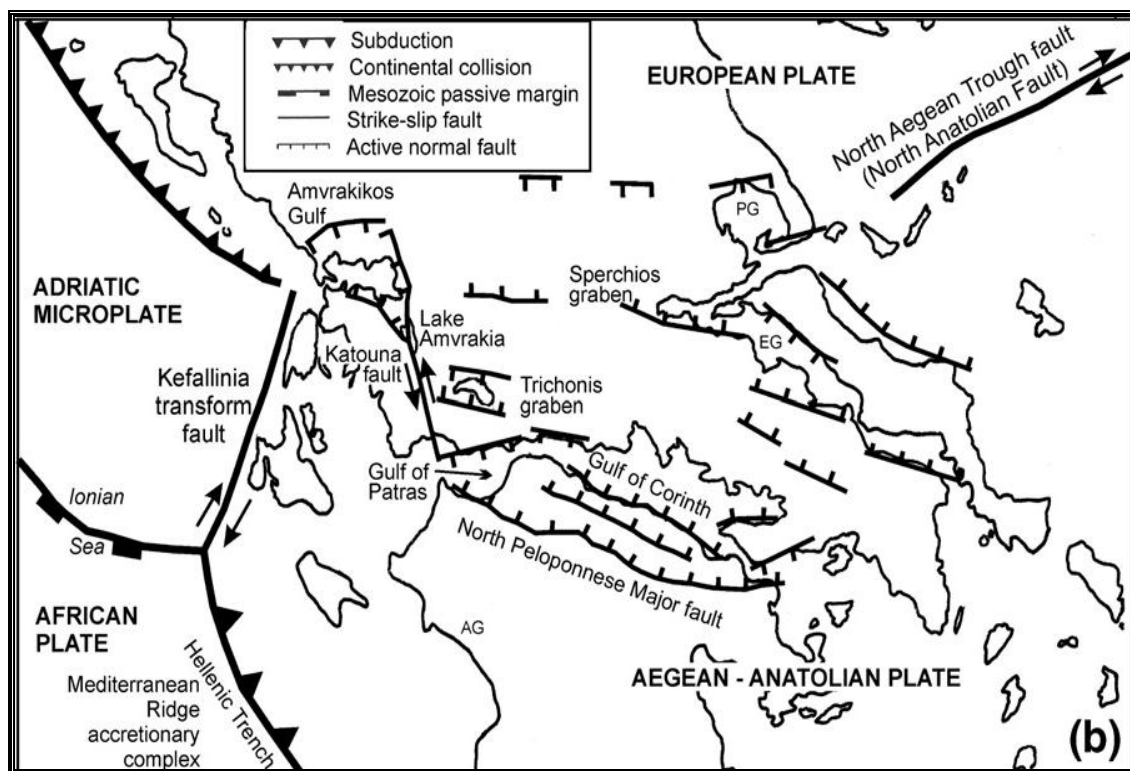
Μεταλλικά ιζήματα

α) Νεογενείς σχηματισμοί του Αρχαγγέλου και της Νέας Φιλιππιάδας: Αποτελούνται από χερσαία κροκαλοπαγή, αργιλούχες άμμους, λευκές μάργες αλλά και θαλάσσιες αργίλους.

β) Τεταρτογενείς αποθέσεις: Κυριαρχούν αυτές που καταλαμβάνουν την πεδινή έκταση του Δέλτα. Η σύστασή τους δεν είναι σταθερή και ποικίλει ανάλογα με το είδος των σχηματισμών της περιοχής τροφοδοσίας, την απόσταση μεταφοράς, την παροχή του ποταμού κ.λ.π. Στα ανατολικά και κεντρικά τα εδάφη των αποθέσεων του Αράχθου είναι περισσότερο αμμοπηλώδη (Βруниώτης, 2001).

3.6. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται έντονα από την επωθητική δράση των ζωνών από την ανατολή προς τη δύση και τη δημιουργία εναλλασσομένων συγκλινικών και αντικλινικών δομών διεύθυνσης Β.ΒΔ.-Ν.ΝΑ.. Οι άξονες των τεκτονικών αυτών δομών συμπίπτουν με τη γενική διάταξη των κυριοτέρων μορφολογικών χαρακτηριστικών και αποκαλύπτουν τη στενή σχέση μεταξύ της σημερινής μορφολογίας του αναγλύφου, της διάταξης των γεωλογικών σχηματισμών και της δράσης της αλπικής πύχωσης (Μερτζάνης, 1995).



Χάρτης 7. : Γεωδυναμικός χάρτης Ελλάδος με τα σύνορα των πλακών (Anastasakis G, et al., (2007).

Τα ρήγματα της περιοχής ακολουθούν την παραπάνω διεύθυνση Β.ΒΔ.-Ν.ΝΑ. αλλά υπάρχουν και εγκάρσια προς αυτά, συνήθως νεώτερης ηλικίας, με γενική διεύθυνση Α.-Δ., σαν αποτέλεσμα της τεκτονικής διαρρήξεων που ακολούθησε των επωθήσεων-

εφιππεύσεων. Σημαντικό στοιχείο επίσης είναι η παρουσία της γύψου, που ελέγχει τη διαταραγμένη τεκτονική δομή της ευρύτερης περιοχής, και αποτέλεσε το στρώμα ολίσθησης και των διαπειρικών φαινομένων που τη συνοδεύουν (Μερτζάνης, 1995).

3.7. ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

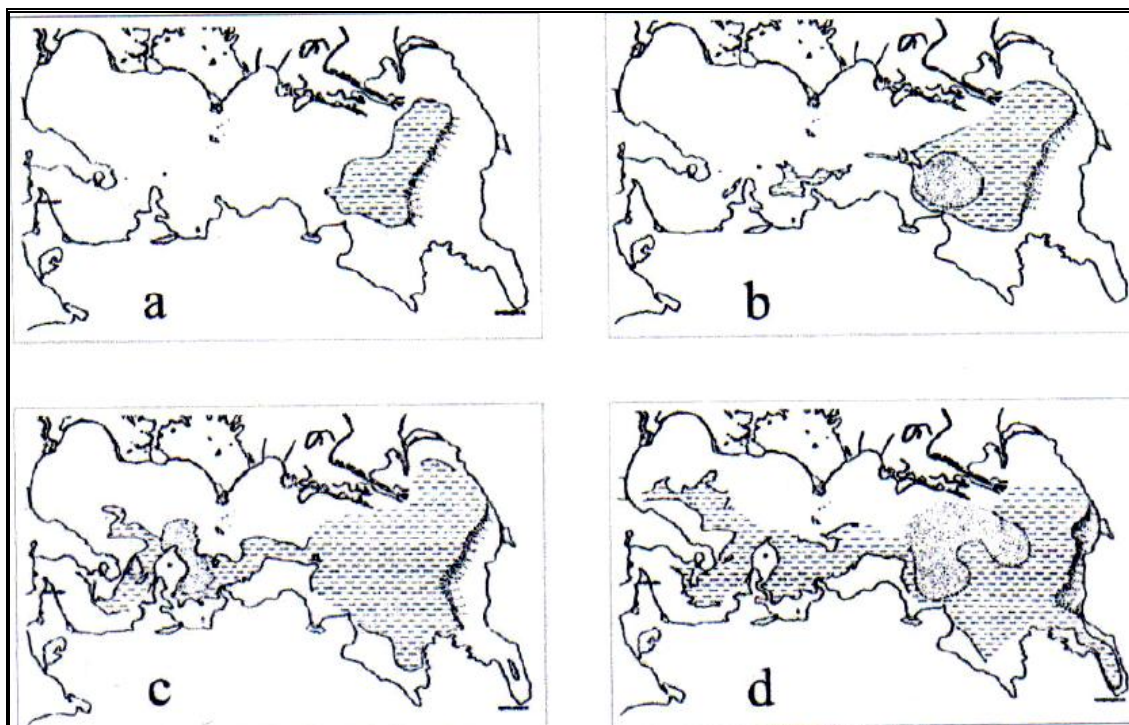
Η εκτεταμένη παρουσία του εύκολα αποσαθρούμενου φλύσχη, κυρίως στο ανατολικό τμήμα της ευρύτερης βόρειας περιοχής του Δέλτα, έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής, στις στερεοπαροχές του δικτύου και επομένως στην ανάπτυξη του Δέλτα (Βρυγιώτης et al., 2004).

Αφετηρία των γεωμορφολογικών εξελίξεων της περιοχής, για τη σημερινή κατάληξη του αναγλύφου, αποτέλεσε η έντονη τεκτονική δραστηριότητα κατά τα τέλη Πλειόκαινου - αρχές Πλειστόκαινου, με τη δημιουργία του βυθίσματος του Αμβρακικού κόλπου (Βρυγιώτης et al., 2004).

Σύμφωνα με τη μελέτη των Καψιμάλη et al., 2004, ο Αμβρακικός κόλπος είναι μια ρηξιγενής λεκάνη, η οποία σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια του Πλειο-Τεταρτογενούς (Poulos et al., 1995). Μία ευδριάκριτη ασυνέχεια εμφανίζεται στο δυτικό τμήμα και σε κάποια σημεία του ανατολικού τμήμα του. Η ασυνέχεια αυτή καταδεικνύει την ύπαρξη μιας διαβρωσιγενούς επιφάνειας, η οποία σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια χαμηλού επιπέδου της θαλάσσιας στάθμης, όταν το τμήμα αυτό του κόλπου ήταν υποαέριο. Στον διάυλο επικοινωνίας, το βαθύτερο σημείο της παλαιο-επιφάνειας βρίσκεται σε βάθος περίπου 53 m, επομένως η θάλασσα δεν εισέβαλλε στον κόλπο στα πρώιμα στάδια της τελευταίας παγετώδους περιόδου, η οποία χρονολογείται περί τα 18.000 και 10.500 χρόνια πριν.

Στην περίοδο αυτή, το βαθύτερο τμήμα του ανατολικού κόλπου το οποίο τοποθετείται σε βάθος μεγαλύτερο των 53m σήμερα ήταν πιθανότατα μιά παλαιολίμνη (Σχήμα 17a, b), ενώ δελταϊκές αποθέσεις έκλεισαν/έφραξαν το δυτικό τμήμα του με ιζήματα πάχους 5 m. Σε ένα επόμενο στάδιο εξέλιξης, όταν η επιφάνεια της θάλασσας βρισκόταν

περίπου 46 m κάτω από την σημερινή επιφάνεια της θάλασσας δελταϊκό ριπίδιο αποτέθηκε στο κεντρικό τμήμα του κόλπου (Σχήμα 17c), ενώ στις νότιες ακτές συσσωρεύτηκε σχετικά χονδρόκοκκα ιζήματα, δηλαδή αδρομερής λεπτόκοκκη άμμος, προερχόμενο από μικρά ποτάμια. Μία πρόσθετη αύξηση της θαλάσσιας στάθμης σε βάθος περί τα 38 m, συνοδεύτηκε από την ανάπτυξη ενός νέου ριπίδιου με δύο λοβούς, στο ανατολικό τμήμα του κόλπου και η συνεχής απόθεση αργιλικών ιζημάτων στο υπόλοιπο τμήμα (Σχήμα 17d) (Κασιμάλης et al., 2004).



Σχήμα 17. : Απεικόνιση της παλαιο-γεωγραφικής εξέλιξης του Αμβρακικού κόλπου, όταν η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν σε βάθος (a) 61m, (b) 53m, (c) 46m, (d) 38m κάτω από τη σημερινή στάθμη (Κασιμάλης et al., 2004).

Στις αρχές του Πλειστόκαινου θεωρείται ότι έχουμε συμβολή των ποταμών Λούρου και Άραχθου στο βόρειο τμήμα του ήδη υπάρχοντος βυθίσματος του Αμβρακικού κόλπου, με αποτέλεσμα την αφετηρία δημιουργίας των πεδινών εκτάσεων Άρτας - Πρεβέζης (Μερτζάνης, 1992; Βруниώτης et al., 2004). Η συμβολή αυτή των ποταμών Λούρου και Άραχθου σε ενιαίο υδρογραφικό σύστημα με σημαντικές στερεοπαροχές από τη λεκάνη του φλύσχη, δημιούργησε στη συνέχεια τα παλαιότερα εκτεταμένα δελταϊκά μέτωπα στις περιοχές της Κορωνησίας και της Σαλαώρας (Ε.Κ.Θ.Ε., 1989; Βруниώτης et al., 2004).

Ο ποταμός Άραχθος έπαιξε πρωταρχικό ρόλο στην εξελικτική πορεία της λεκάνης του Αμβρακικού κόλπου. Ο ποταμός σήμερα μπορεί να βρίσκεται περιορισμένος στο ανατολικό τμήμα του κόλπου, μα τα ιζήματά του έχουν κατακλύσει σχεδόν ολόκληρη τη λεκάνη του Αμβρακικού κόλπου από το Πλειστόκαινο έως σήμερα. Έτσι ο Άραχθος συνεισφέροντας το μεγαλύτερο ποσοστό ιζήματος, συνέβαλλε καθοριστικά στη διαμόρφωση του δέλτα, των λιμνοθαλασσών και της παράκτιας ζώνης (Τζιαβός, 1996).

Πριν 10.000 περίπου χρόνια, η θάλασσα εισβάλλει στη λεκάνη του Αμβρακικού και αρχίζει η υποχώρηση των ακτών. Πριν 7.000 χρόνια η ακτογραμμή βρισκόταν 300 m βόρεια της λιμνοθάλασσας Λογαρού και 7 km περίπου βόρεια της Κορωνησίας. Το δελταϊκό πεδίο του Άραχθου την εποχή εκείνη φαίνεται πως βρισκόταν σε ανάπτυξη.

Στους αιώνες που ακολούθησαν, η ξηρά προεκτάθηκε σε βάρος της θάλασσας με σχηματισμό λιμνοθαλασσών, που κλείστηκαν από αμμώδεις νησίδες και αποξηράνθηκαν στη συνέχεια για να σχηματιστούν άλλες λιμνοθάλασσες νοτιότερα, φθάνοντας έτσι στη σημερινή όψη των διαδοχικών λιμνοθαλασσών (Ροδιά, Τσουκαλιό, Τσουκαλού) (Παναγιωτίδης et al., 1985).

Το δέλτα του Άραχθου, πριν 6.000 χρόνια πρέπει να βρισκόταν βόρεια της περιοχής της Γαβριάς, με τάση ανάπτυξης προς ένα νοτιοανατολικό άξονα. Σ' αυτό βοήθησε πολύ ο όγκος της Βίγλας, ο οποίος λειτούργησε σαν ασπίδα από τους δυτικούς ανέμους. Αργότερα, κατά τους ελληνιστικούς χρόνους, ο ποταμός μετατοπίστηκε προς τα νότια και με τη βοήθεια των δυτικών ανέμων μετατίθεται συνεχώς ανατολικότερα. Η ακτογραμμή την περίοδο αυτή βρισκόταν 6,5 km βόρεια από το Μύτικα και 13,5 km από την Κορωνησία. Ο Αμβρακικός αποκτά την μεγαλύτερη έκταση επιφάνεια (Τζιαβός, 1996).

Τρεις τοπογραφικές εξάρσεις, ο επιμήκης λόφος της Βίγλας, η Σαλαώρα και το σύμπλεγμα των νησιών της Κορωνησίας, αποτελούν αφ' ενός φυσικά εμπόδια και αφετέρου οριακές θέσεις για την ανάπτυξη των ακτών (Τζιαβός, 1993).

Κατά την κλασσική εποχή φαίνεται ότι ο Άραχθος είχε ήδη καλύψει το μεγαλύτερο μέρος της πεδιάδας και οι εκβολές του βρίσκονταν μεταξύ Σαλαώρας και Βίγλας. Το επιμήκες θαλάσσιο ύβωμα που παρατηρείται σήμερα νοτιοδυτικά της Σαλαώρας, αποτελεί εγκαταλελειμένο δέλτα (Τζιαβός, 1993).

Ο ποταμός Άραχθος πριν ακολουθήσει ξεχωριστή πορεία, στρεφόταν στο ύψος του Αμμότοπου προς την κοιλάδα του Λούρου, διανοίγοντας την κοιλάδα του Αμμότοπου και δημιουργώντας το ριπίδιο Καμπής- Χανόπουλου (Βруниώτης et al., 2004).

Η ανύψωση των περιοχών του Δρίσκου και του Ξηροβουνίου, διαχωρίζει τελείως την ροή των ποταμών και δημιουργεί ξεχωριστά δελταϊκά μέτωπα. Ο ποταμός Άραχθος μετατοπίζεται όλο και περισσότερο ανατολικά διαμορφώνοντας δελταϊκά μέτωπα στην Παλαιομπούκα και στην συνέχεια στην Μπούκα, απωθώντας εξαιτίας της μεγάλης προσχωματικής του ικανότητας, όλο και πιο δυτικά τον Λούρο ποταμό (Μερτζάνης, 1992).

Συμπερασματικά λοιπόν (Βруниώτης et al., 2004) :

1. Ο ποταμός Άραχθος έχει παίξει τον κυρίαρχο ρόλο στην απόθεση προσχωματικών υλικών σε όλη την περιοχή έρευνας αλλά και δυτικότερα προς τις ακτές του Ιονίου, μόνος του ή ενωμένος με το Λούρο.
2. Ο Άραχθος ενωμένος με το Λούρο σε κοινή εκβολή έχει τροφοδοτήσει το δυτικό τμήμα μέχρι και τις ανατολικές ακτές της λιμνοθάλασσας Λογαρού, όπου και το κοινό δελταϊκό μέτωπο της Κορωνησίας. Στη φάση αυτή δεν είχαμε έντονη τροφοδοσία των στερεοπαροχών με οφιολιθικά υλικά.
3. Ο Άραχθος, μετά τη δημιουργία των μετώπων της Σαλαώρας και της Κορωνησίας με το Λούρο, αποσχίστηκε και συνέχισε να τροφοδοτεί κυρίαρχα, με νεώτερα ιζήματα αυξημένης περιεκτικότητας σε οφιολιθικά υλικά, την περιοχή που περικλείεται από την Άρτα, τα βόρεια της λιμνοθάλασσας Ροδιάς και των σημερινών εκβολών του, με μία προοδευτική μετατοπίσή του κατ' αρχήν προς τα δυτικά και στη συνέχεια από τα δυτικά προς τα ανατολικά με ταυτόχρονη προοδευτική πτώση των περιεκτικότητων του σε οφιολιθικά υλικά.

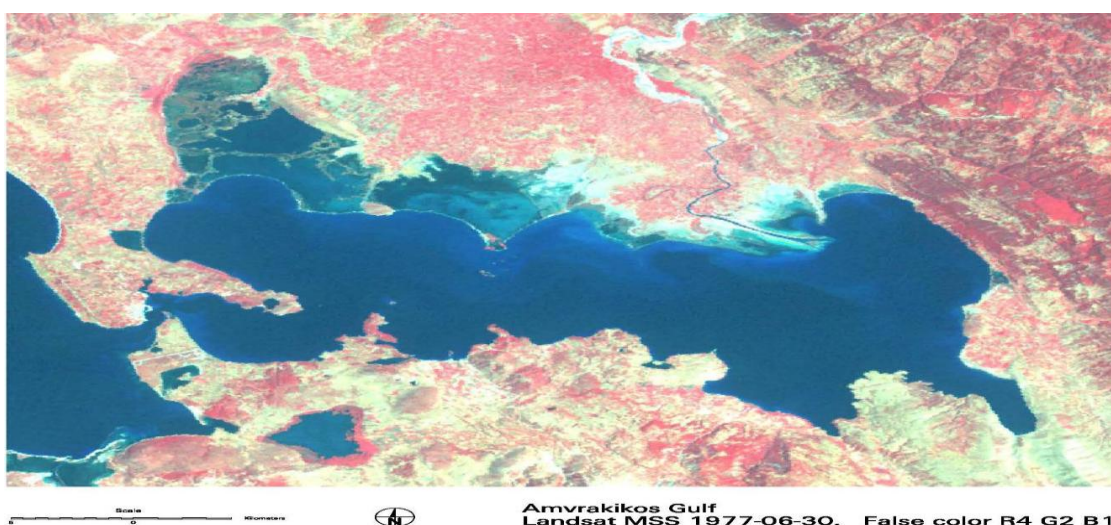
3.8.ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗ

Στα τέλη της δεκαετίας του 1930, όταν έγινε διευθέτηση και ευθυγράμμιση της κατώτερης κοίτης του Άραχθου ποταμού, ο σημερινός δελταϊκός λοβός άρχισε να αναπτύσσεται νοτιονατολικά με ταχύ ρυθμό. Η παλιά εκβολή βρισκόταν 1 περίπου χιλιόμετρο νοτιοδυτικά της σημερινής, όπως μαρτυρούν οι εγκαταλελειμένοι μαϊάνδροι. Από τη διάνοιξη του νέου διαύλου μέχρι το 1945, το δέλτα εισχώρησε ταχύτατα στη θάλασσα, κατά 2 km τουλάχιστον.

Από το 1945 έως και το 1960, οι προσχώσεις επεκτάθηκαν άλλα 1700, ενώ κοντά στον παλιό δίαυλο η ακτογραμμή φαίνεται να υποχωρεί κατά 2 χιλιόμετρα τουλάχιστον.

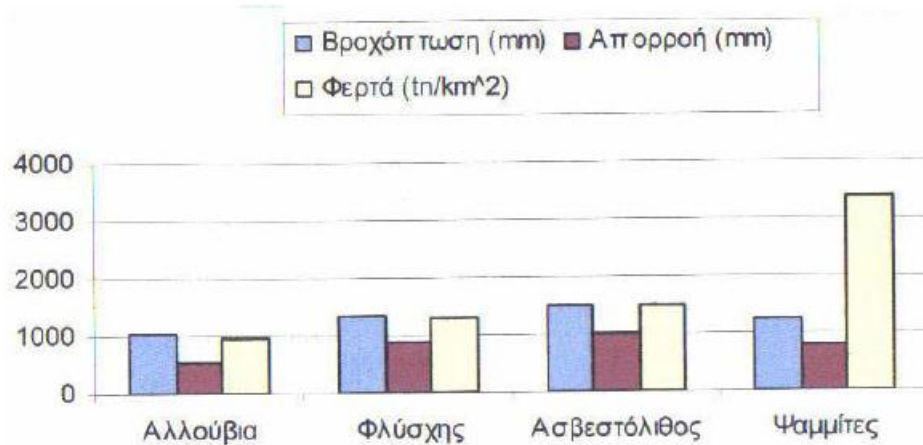
Ο Άραχθος σήμερα έχει αλλάξει πορεία προς τα ανατολικά και οι εκβολές του βρίσκονται ανατολικά του Φιδόκαστρου. Το τελευταίο διάστημα 1987-1999 χαρακτηρίζεται από καθολική υποχώρηση της ακτογραμμής στην περιοχή γύρω από τον παλιό και νέο δίαυλο, λόγω έλλειψης ποτάμιου ιζήματος και επικράτησης θαλάσσιων διεργασιών (Κασιμάλης et al., 2003).

Οι μεταβολές στην ακτογραμμή (ρυθμοί διάβρωσης ή απόθεσης), είναι πολύ σημαντικές για την περίοδο 1945-1971 και σαφώς μικρότερες στην περίοδο 1971-1981. Σαν παράδειγμα αναφέρεται ότι η νέα εκβολή του Αράχθου προελαύνει κατά 2 km την περίοδο 1945-1981 και μόνο 200 m την δεκαετία 1971-1981 (Τσαρμπός, 1995).



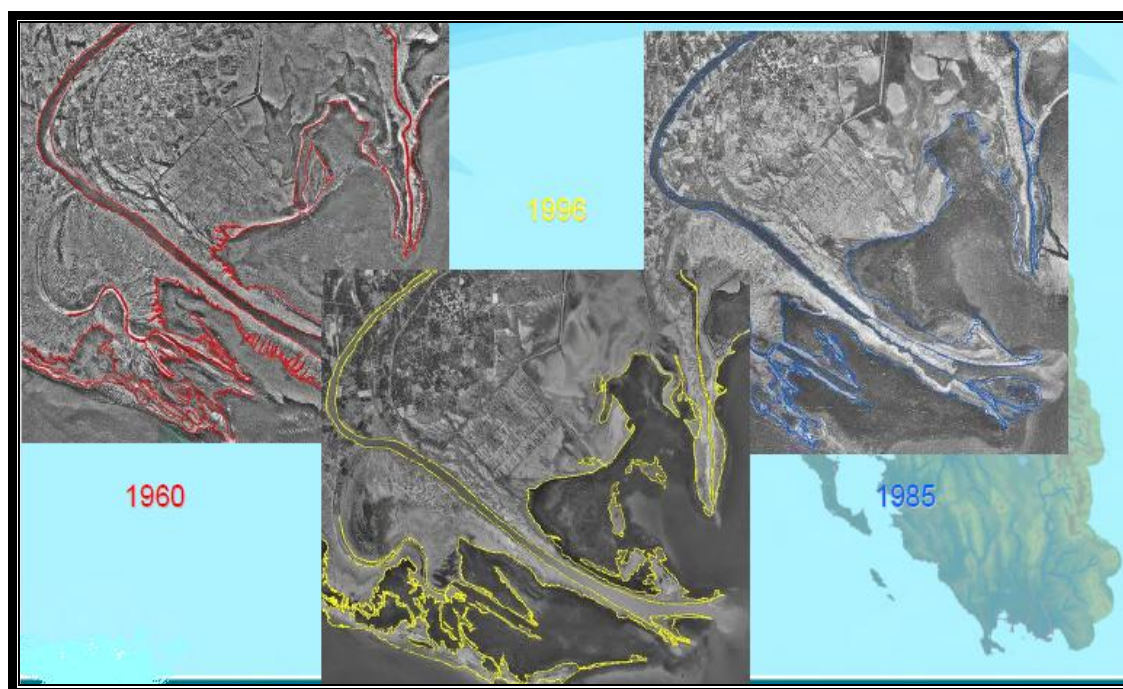
Εικόνα 8. : Δορυφορική εικόνα του Αμβρακικού κόλπου το 1977 (Lagring, R., 2008).

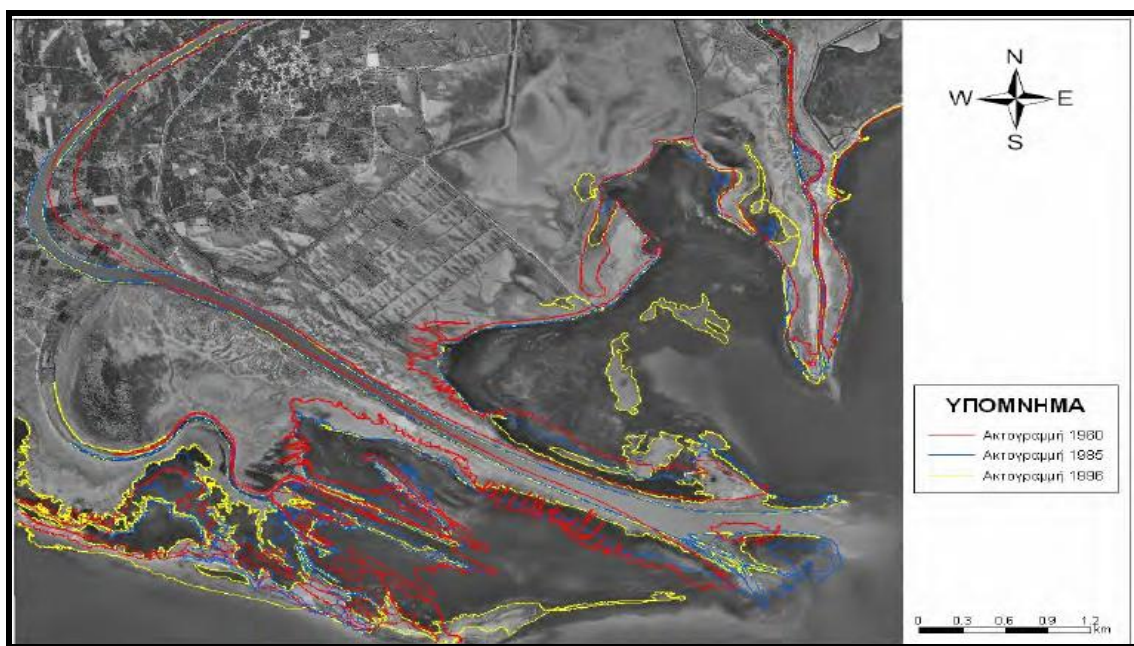
Με την απομάκρυνσή του ανατολικά, η ακτή λόγω αποστέρησης ιζήματος άρχισε να παρουσιάζει διαβρωτικά φαινόμενα (υποχώρηση των νησίδων άμμου και σπάσιμο αυτών σε ασθενή σημεία, αύξηση βάθους λιμνοθαλασσών).



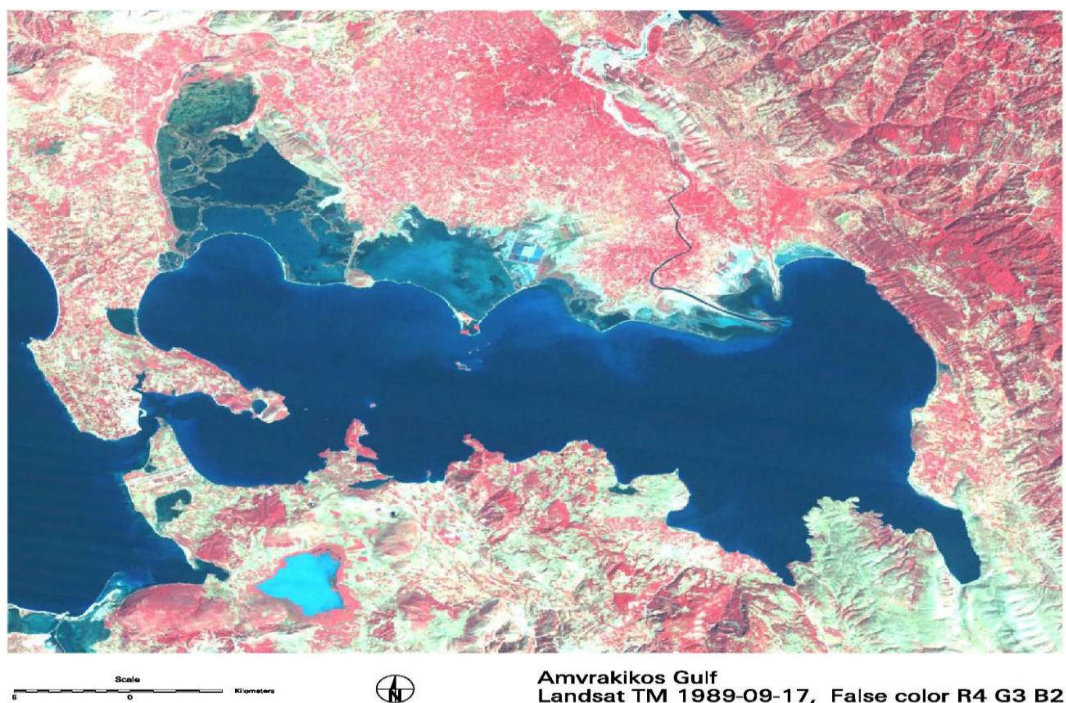
Σχήμα 18. : Γεωλογικό υπόβαθρο και στερεοαπορροή (Μιμίκου, 2005).

Από το παραπάνω διάγραμμα γίνεται φανερό ότι οι ψαμμίτες δημιουργούν γεωλογικό υπόβαθρο αρκετά επιρρεπές στη διάβρωση.

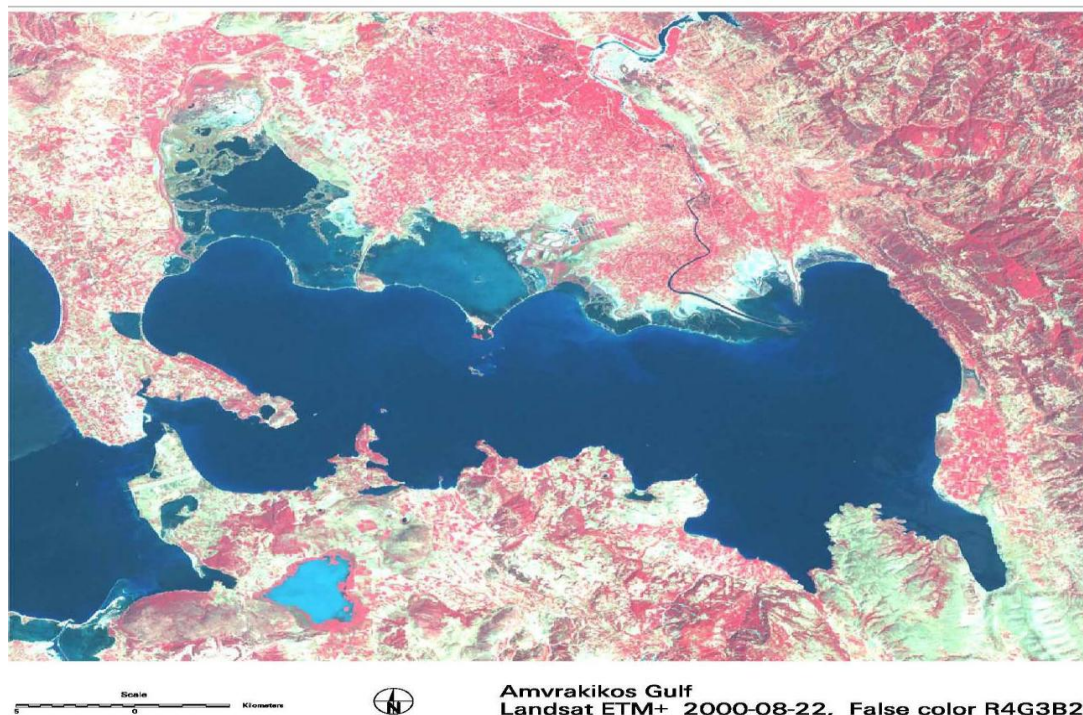




Σχήμα 19. : Σύγκριση ακτογραμμής για τρεις διαφορετικές χρονικές περιόδους (η κόκκινη γραμμή αποδίδει το περίγραμμα της ακτογραμμής το 1960, η μπλέ γραμμή αποτυπώνει την ακτογραμμή το έτος 1985, ενώ η κίτρινη γραμμή παρουσιάζει την ίδια ακτογραμμή το έτος 1996) (Μιμίκου, 2005).



Εικόνα 9. : Δορυφορική εικόνα του Αμβρακικού κόλπου το 1989 (Lagring, R., 2008).

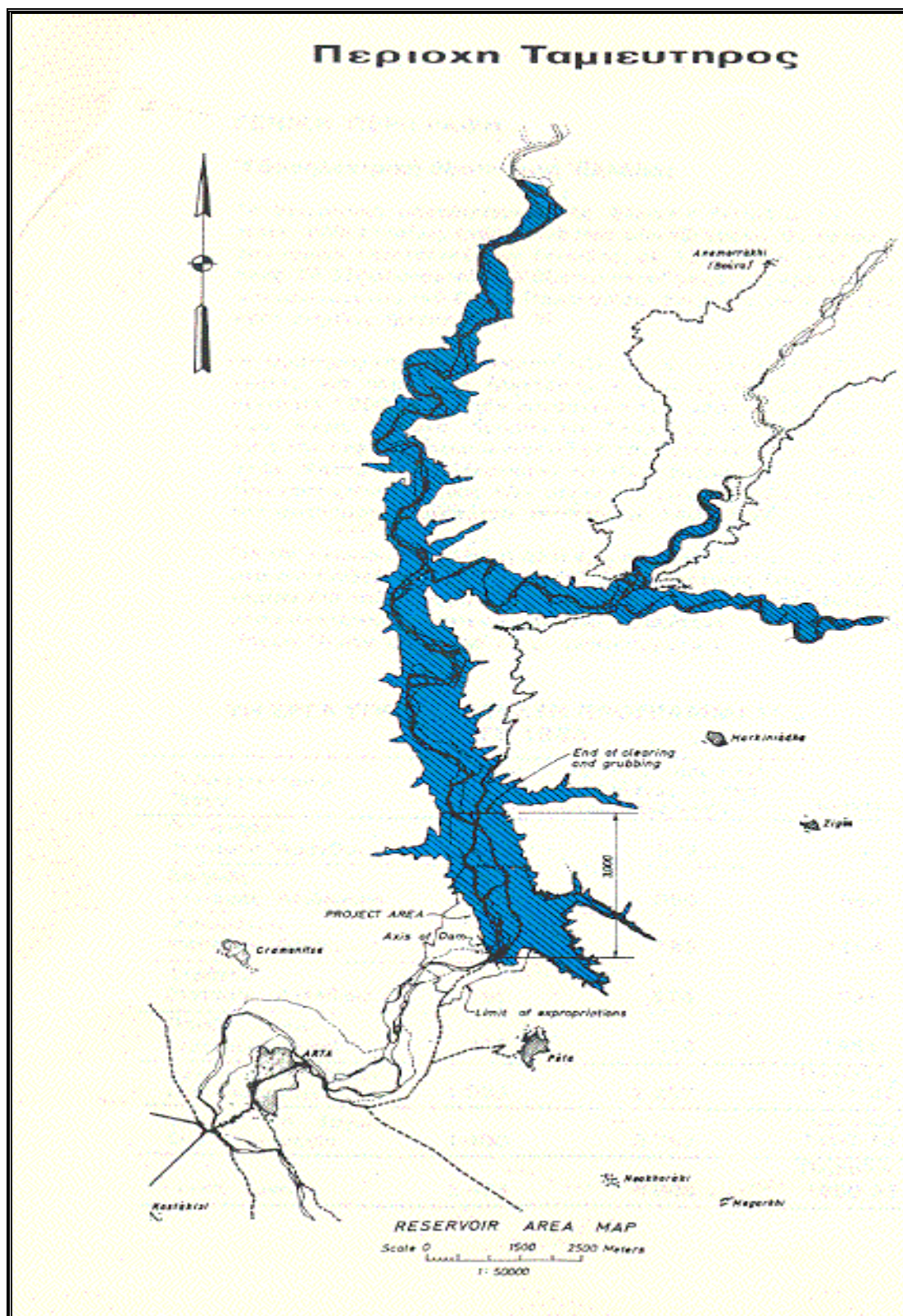


Εικόνα 10. : Δορυφορική εικόνα του Αμβρακικού κόλπου το 2000 (Lagring, R., 2008).

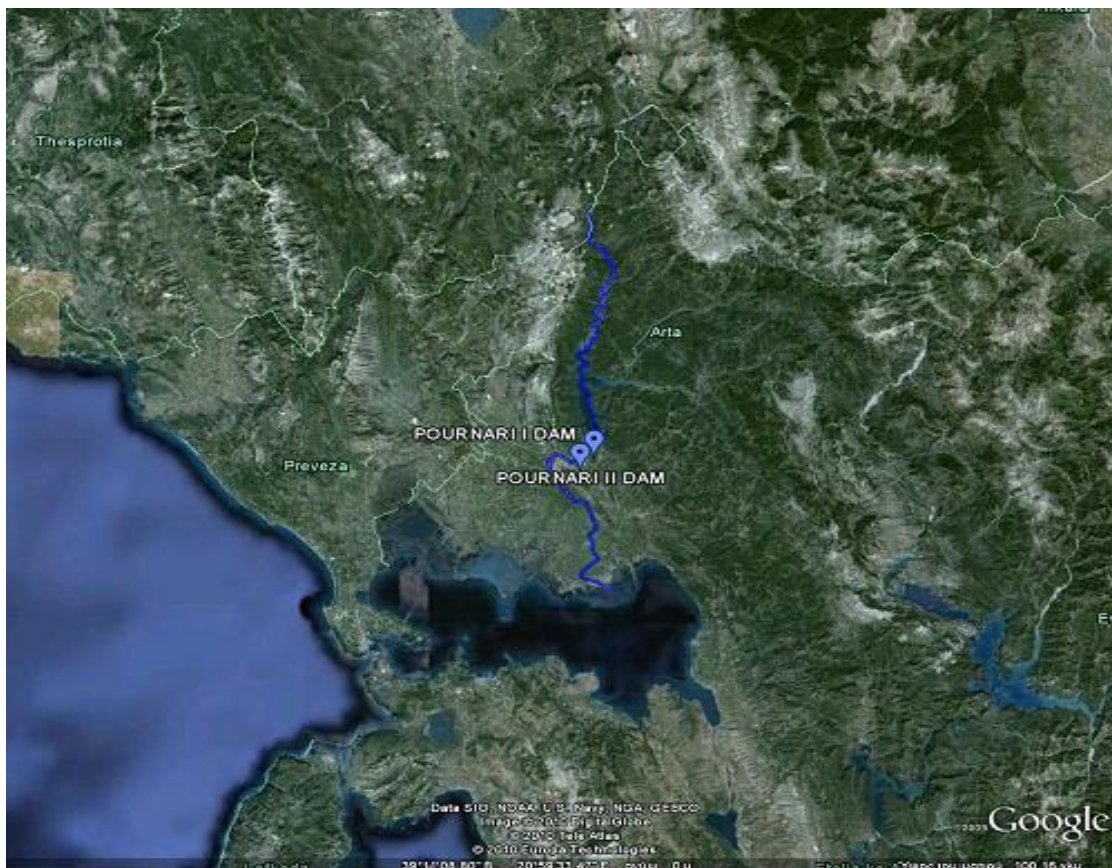
3.9. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ

3.9.1. Υφιστάμενα Υδροηλεκτρικά Έργα

Η λεκάνη του ποταμού Άραχθου, λόγω της γεωμορφολογίας της αλλά και του υδατικού δυναμικού της, προσφέρεται ιδιαίτερα για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας (Μιμίκου, 2005).



Χάρτης 8. : Ταμιευτήρας του ποταμού Αραχθού (Δ.Ε.Η. Α.Ε. Άρτας).



Εικόνα 11. : Τα φράγματα στον ποταμό Άραχθο (www.panoramio.com).

Το Υ/Η φράγμα Πουρνάρι Ι δημιουργήθηκε το 1981, στον ποταμό Άραχθο, κοντά στην Άρτα (4,5 km ΒΑ Άρτας), με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ομώνυμο Υδροηλεκτρικό σταθμό. Η κατασκευή και η λειτουργία του έχει μεταβάλλει τη φυσιογνωμία και την εξέλιξη των υδρογεωμορφολογικών διεργασιών της λεκάνης του ποταμού Άραχθου.

Οι μεταβολές αυτές ξεπερνούν κατά πολύ τα γεωγραφικά όρια της εγγύς περιοχής του έργου και ήδη έχουν γίνει αισθητές στην κατάντη αναπτυσσόμενη, χαμηλή περιοχή των εκβολών και του Δέλτα. Οι μεταβολές αυτές και οι αλλοιώσεις που παρατηρούνται αποδίδονται κυρίως στη συγκράτηση των νερών και των φερτών υλών στον ταμιευτήρα Πουρνάρι Ι.



Εικόνα 12. : Το φράγμα Πουρναρίου (Στεφανάκος, Ι.Π., 2010).

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (Αργυράκης, Ι., (2010).

Θέση	: Ήπειρος, Ν. Άρτας
Σκοπός	: υδροηλεκτρική παραγωγή, άρδευση, αντιπλημμυρική προστασία
Έναρξη εμπορ. λειτ.	: 1981
Εγκατ. Ισχύς	: 300 MW (3x100)
Francis type turbines	
Μέση ετήσια παραγ.	: 235 GWH
Φράγμα:	χωμάτινο, 87 m ύψος
Ωφελ. χωρητ. ταμ.	: 303 m.c.m.

Η κατασκευή του έργου αυτού προχώρησε προκειμένου να αξιοποιηθεί υδροηλεκτρικά, το υδάτινο δυναμικό του ποταμού Αραχθού. Το φράγμα χρησιμοποιείται και για την κάλυψη αρδευτικών και υδρευτικών αναγκών, καθώς και για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής, επομένως πρόκειται για έργο πολλαπλής σκοπιμότητας. Κατά την κατασκευή του Πουρνάρι Ι κατασκευάστηκε το αναρυθμιστικό φράγμα Πουρνάρι ΙΙ.



Εικόνα 13. : Το φράγμα Πουρνάρι II (www.panoramio.com).

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (Αργυράκης, Ι., (2010).

Θέση	: Ήπειρος, Ν. Άρτας
Σκοπός	: υδροηλεκτρική παραγωγή, άρδευση
Έναρξη εμπορ. λειτ.	: 1998/9
Εγκατ. Ισχύς	: 33,6 MW
(2x16) bulb & (1x1,6) S type units	
Μέση ετήσια παραγ.	: 45 GWH
Φράγμα:	χωμάτινο, 15 m ύψος
Ωφελ. χωρητ. ταμ.	: 4 m.c.m.

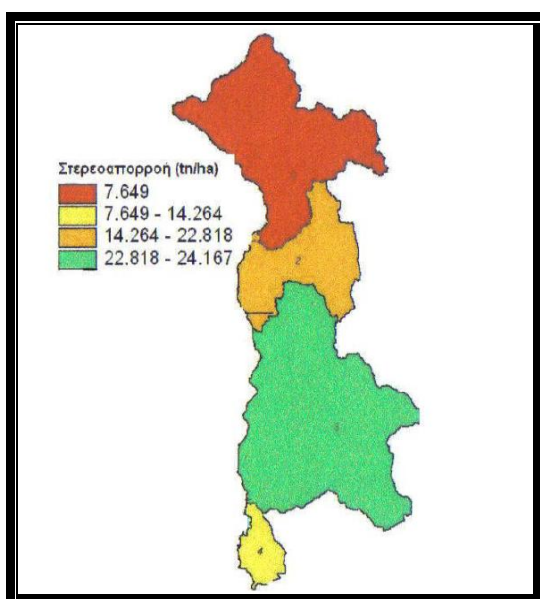
3.9.2.Επιπτώσεις των Υδροηλεκτρικών έργων

Η μέση τιμή παροχών στη θέση του φράγματος Πουρνάρι Ι, για την περίοδο 1950-1980, σύμφωνα με μετρήσεις της ΔΕΗ, φθάνει τα 66,41 m³/s, ενώ ο ετήσιος όγκος απορροής εκτιμάται σε 2.095 x 10⁶ m³/year. Οι ακανόνιστες ώρες λειτουργίας του Υ.Η.Σ. Πουρνάρι Ι, οι οποίες προσαρμόζονται κατά βάση στις ώρες αιχμής απαιτήσεων σε ενέργεια του ηλεκτρικού δικτύου της χώρας, συντελούν στη μεταβολή εκτεταμένων

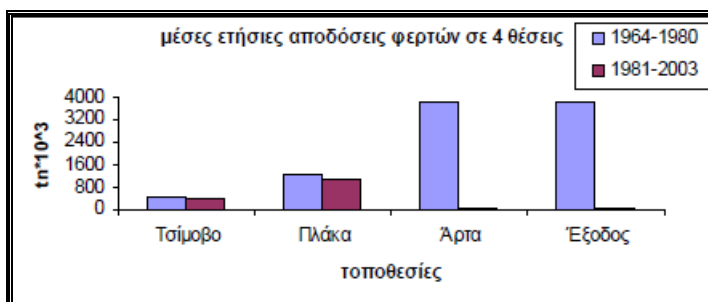
περιόδων απουσίας νερού στην κοίτη, που εναλλάσσονται με πλημμυρικές παροχές. Στον Πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσες τιμές παροχών στη θέση Πουρνάρι Ι, για την περίοδο 1950-1980.

Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μέση τιμή παροχών
121,6	106,9	87,7	83,5	67,1	32,3	17,0	11,5	16,4	33,9	90,3	130,9	66,41

Πίνακας 9. : Μέσες τιμές παροχών (m^3/s) του ποταμού Άραχθου στο Πουρνάρι κατά την περίοδο 1950-1980 (Μερτζάνης Α., 1997).



Μελέτη κατέδειξε έντονες αλλαγές στην ακτογραμμή και στις εκβολές του ποταμού Άραχθου. Θεωρεί σημαντική επίσης, τη διείσδυση θαλασσινού νερού προς τα ανάντη, φαινόμενα που αποδίδονται σε κατασκευή φραγμάτων και αναχωμάτων στην κοίτη του ποταμού, η αλλαγή στις παραποτάμιες χρήσεις γης, η ευθυγράμμιση του ποταμού Άραχθου και οι εναποθέσεις διαφόρων υλικών στην κοίτη του ποταμού.



Πίνακας 10.: Μέσες ετήσιες αποδόσεις φερτών σε 4 θέσεις (Μιμίκου, 2005).

Ασφαλώς θα πρέπει να βρεθούν τρόποι αποκατάστασης της ποσότητας που χάνεται και προστασίας της ακτογραμμής (Μιμίκου, 2005).



Ροή νερού / ιζημάτων	
Μέση ετήσια παροχή νερού (m^3/s)	70
Μέγιστη μηνιαία παροχή (m^3/s)	167 (Δεκ)
Ελάχιστη μηνιαία παροχή (m^3/s)	4 (Αυγ)
Μέση ετήσια ροή αιωρούμενων ιζημάτων (10^6 t)	7,31
Μέγιστη μηνιαία ροή αιωρούμενων ιζημάτων (10^6 t)	19,4 (Νοεμ)
Ελάχιστη μηνιαία ροή αιωρούμενων ιζημάτων (10^6 t)	0,1 (Αυγ)

Πίνακας 11. : Ροή νερού/ ιζήματος (Poulos, S.E., 2005).

Οι κυριώτερες επιπτώσεις που προέκυψαν κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας του υδροηλεκτρικού έργου Πουρναρίου :

- ❖ Επιπτώσεις στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, ιδιαίτερα στην περιοχή κατάντη του έργου, που οφείλονται στις μεταβολές της κίνησης, της ποιότητας και της ποσότητας νερού,
- ❖ Επιπτώσεις στις γεωμορφές, που οφείλονται στη διαταραχή της φυσιογνωμίας, της μορφολογίας του αναγλύφου καθώς και των διεργασιών διαμόρφωσης και εξέλιξης των υδρογεωμορφολογικών συνθηκών της λεκάνης του ποταμού Άραχθου,

- ❖ Επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα και ιδιαίτερα στο Δέλτα του ποταμού Άραχθου και στις λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού, λόγω συρρίκνωσής τους και κατά συνέπεια διατάραξη της ισορροπίας των περιβαλλοντικών συνθηκών και της τροφικής αλυσίδας,
- ❖ Επιπτώσεις στο μικροκλίμα, λόγω αύξησης της εξάτμισης από την τεχνητή λίμνη Πουρναρίου (730 mm/year), της σχετικής υγρασίας του αέρα και του αριθμού ημερών ομίχλης,
- ❖ Επιπτώσεις στην ποιότητα αέρα και εδάφους, που οφείλονται στη δημιουργία σκόνης και την εκπομπή καυσαερίων από τα βαρέα οχήματα και τον εξοπλισμό εκσκαφής και κατασκευής του έργου,
- ❖ Πρόκληση θορύβου και δονήσεων, που οφείλονται στις εκρήξεις και στη διάτρηξη σηράγγων και υπόγειων θαλάμων.



Εικόνα 14. : Ο ποταμός Άραχθος (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009).

Το υδρολογικό ισοζύγιο του Αμβρακικού κόλπου έχει υποστεί σημαντικές διαταραχές την τελευταία 35ετία με αποτέλεσμα να δημιουργείται αφενός σημαντικό πρόβλημα στην ποιότητα των νερών του, με αποτέλεσμα να έχει πολύ μικρότερη ιχθυοπαραγωγική δυνατότητα, αφετέρου να διαταράσσονται τα ενδιαιτήματα των

υδάτινων οργανισμών και να υποφέρει όλο και περισσότερο από φαινόμενα ευτροφισμού (Μιμίκου, Μ. Α., 2010).

3.9.3. Μελλοντικά Υδροηλεκτρικά Έργα

Ο σχεδιασμός των ΥΗΕ στο μέσο ρου του ποταμού Αράχθου από τη ΔΕΗ (1984-86), προέβλεπε μεταξύ άλλων και το ΥΗΕ Αγίου Νικολάου, με φράγμα ύψους 115 m περίπου (με στέψη στο υψόμετρο +276.30), ωφέλιμο όγκο ταμιευτήρα 100 hm³ και κατακλυζόμενη έκταση 5000 στρεμμάτων. Με την προβλεπόμενη μέγιστη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα στο υψόμετρο +270 θα κατακλυζόταν στο σύνολό της η ιστορική γέφυρα της Πλάκας (κοίτη ποταμού στη θέση της γέφυρας στο +238, κλείδα γέφυρας στο +256 περίπου) (Στεφανάκος, Ι.Π., 2008).



Εικόνα 15. : Η γέφυρα Πλάκας στον Άραχθο (Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Άραχθου Άρτας, 2009).

Η ετήσια παραγωγή του έργου, με βάση τα μάλλον αισιόδοξα υδρολογικά στοιχεία της εποχής, προβλεπόταν στις ~400 GWh και η ισχύς των μονάδων του υδροηλεκτρικού σταθμού στα 140 MW. Το έργο περιλαμβανόταν, μέχρι και στο τελευταίο, πριν από το νόμο για την απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας, εγκεκριμένο από το ΥΠ.ΑΝ. πενταετές πρόγραμμα της ΔΕΗ (1998-2002), με την προοπτική

ανασχεδιασμού του λόγω και της κατάκλυσης της γέφυρας της Πλάκας, αλλά περιλαμβάνεται επίσης ακόμη και στα διάφορα κατά καιρούς διαχειριστικά σχέδια των υδατικών πόρων της Ηπείρου (Στεφανάκος, Ι.Π., 2008).

Όταν η ΔΕΗ εγκατέλειψε την ιδέα να κατασκευάσει το έργο, υπεβλήθη πρόταση από ιδιώτη επενδυτή, ο οποίος και έλαβε, εδώ και μερικά χρόνια, την προβλεπόμενη άδεια παραγωγής από τη ΡΑΕ, για κατασκευή στην ίδια περιοχή, μικρότερου σε ύψος φράγματος (~90 m), δηλαδή με μέγιστη στάθμη λειτουργίας κατά 30 m χαμηλότερη από την αρχική (στο +240), με κατακλυζόμενη έκταση 2700 στρέμματα, με υπόγειο αγωγό προσαγωγής (σήραγγα) προς το σταθμό παραγωγής μήκους 7.5 km, και πρόβλεψη για οικολογική παροχή 6 m³/s, στον πόδα του φράγματος, ώστε να διατηρείται συνεχής ροή στο ενδιάμεσο τμήμα της κοίτης μεταξύ φράγματος και σταθμού παραγωγής (Στεφανάκος, Ι.Π., 2008).

Η εγκατεστημένη ισχύς του κυρίως σταθμού παραγωγής θα είναι ~90 MW, με εκτιμώμενη συνολική παραγωγή ενέργειας ~320 GWh. Το συνολικό κόστος του έργου εκτιμάται περί τα 150 εκατ. €. Τέλος σημαντικό από περιβαλλοντική άποψη είναι να επισημανθεί ότι με το υπόψη σχήμα αξιοποίησης όταν ο ταμιευτήρας θα βρίσκεται στη ΜΣΛ, θα κατακλύζεται μόνο ένα μικρό τμήμα της κοίτης του ποταμού, βάθους 2.0 m περίπου, στην περιοχή της ιστορικής γέφυρας της Πλάκας (Στεφανάκος, Ι.Π., 2008).

Παρά τις ριζικές τροποποιήσεις σχεδιασμού, ώστε να μη θίγεται το γεφύρι της Πλάκας, το νέο περιβαλλοντικά βελτιωμένο έργο κινδυνεύει να ναυαγήσει οριστικά μετά από ενστάσεις και προσφυγές για περιβαλλοντικούς λόγους. Η βασική αρχική αντίρρηση στην κατασκευή του ΥΗΕ Αγίου Νικολάου με τον αρχικό σχεδιασμό του, (ΜΣΛ +270), ήταν το γεγονός της ολοκληρωτικής κατάκλυσης της ιστορικής γέφυρας της Πλάκας, της οποίας το υψηλότερο σημείο του τόξου (κλείδα) βρίσκεται στο υψόμετρο +256 περίπου. Με τον αναθεωρημένο όμως σχεδιασμό (ΜΣΛ +240), η γέφυρα πλέον δεν κατακλύζεται (Στεφανάκος, Ι.Π., 2008).

Το μόνο μεγάλο έργο με σημαντική αποθήκευση νερού στον Άραχθο είναι το ΥΗΕ Πουρναρίου με ωφέλιμο όγκο ταμιευτήρα 340 hm³. Ο ποταμός όμως στη θέση του Πουρναρίου έχει μέσες ετήσιες απορροές της τάξεως των 1850 hm³ και στη θέση του Αγ. Νικολάου περί τα 1480 hm³. Άρα υπάρχει χώρος αποθήκευσης μόνο για το 18.5 % των μέσων ετήσιων απορροών του ποταμού (Στεφανάκος, Ι.Π., 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

4.1. ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Πολλές φορές για τη κατανόηση των παράκτιων και όχι μόνο, διεργασιών που είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία συγκεκριμένων γεωμορφών απαιτείται η λήψη δειγμάτων ιζήματος από τα περιβάλλοντα αυτά. Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων αυτών βοηθάει στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το μέσο με το οποίο μεταφέρθηκε το συγκεκριμένο ίζημα (θαλάσσιο ή ποτάμιο νερό, άνεμος κ.α.) (Καρύμπαλης Ε., 2005). Η λήψη δειγμάτων ιζήματος έγινε από επιλεγμένες θέσεις και η κοκκομετρική τους ανάλυση πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου. Η δειγματοληψία όλων των δειγμάτων έγινε τον Αύγουστο του 2011.

4.1.1. Γενικά για την κοκκομετρία και την σημασία της

Οι κόκκοι, αποτελούν τη δομική μονάδα των ιζημάτων και περικλείουν όλη εκείνη τη πληροφορία που σχετίζεται με το περιβάλλον προέλευσης του υλικού, καθώς και με το περιβάλλον απόθεσής του. Είναι σαφές ότι το ίζημα χαρακτηρίζεται από τις ιδιότητες του υλικού από το οποίο αποτελείται (κόκκοι) και για να μπορέσουμε να το ορίσουμε και να το μελετήσουμε, πρέπει πρώτα να περιγράψουμε τις ιδιότητες αυτές (Komar, 1976).

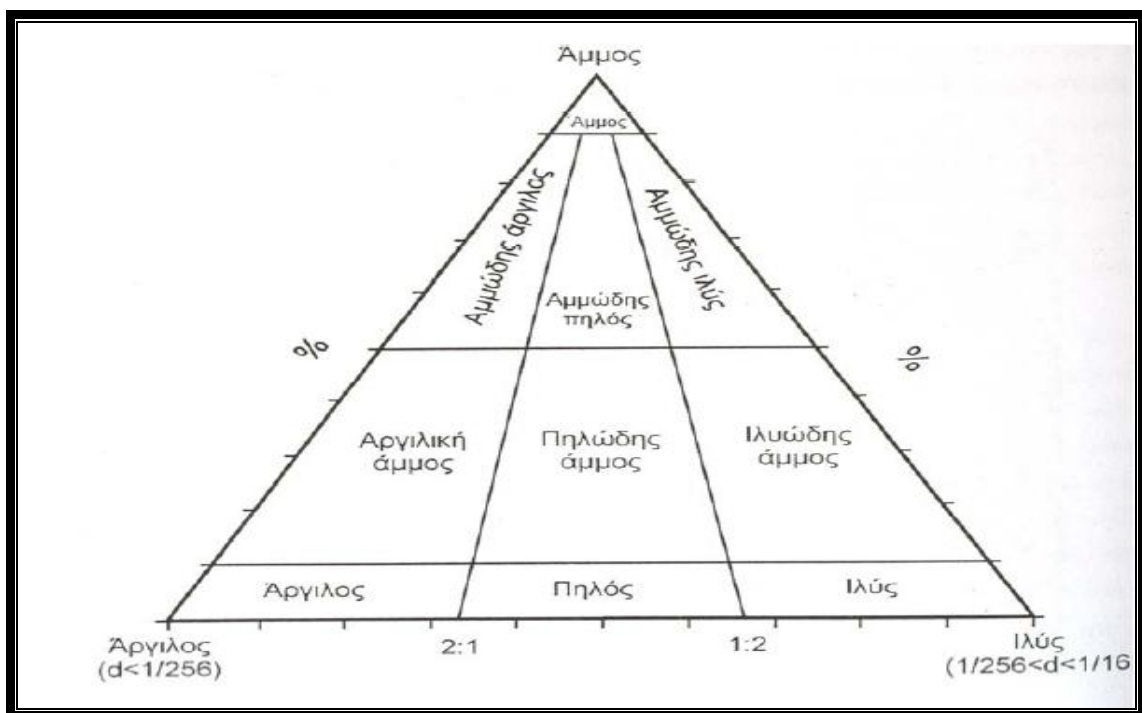
Το μέγεθος των κόκκων των ιζημάτων στη φύση παρουσιάζει ένα εύρος που ποικίλει από μικρά (μm) έως εκατοστά (cm) ή και μέτρα (m). Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό είναι πολλές και βασίζονται στις ακόλουθες αρχές :

- Μέτρηση του όγκου του κόκκου, που είναι άμεσα συνδεδεμένος με την έννοια του μεγέθους. Γίνεται μέτρηση των διαστάσεων των κόκκων μετρώντας εκτόπιση κατά την εμβάπτιση σε υγρό μέσο (οξύ).
- Μέτρηση ενός άξονα του κόκκου συγκρίνοντας τους διάφορους κόκκους με βάση αυτούς τους κοινούς άξονες.

- Μέτρηση της ταχύτητας καθίζησης των κόκκων μέσα στο νερό.
- Απορρόφηση μιας ακτινοβολίας από τους αιωρούμενους κόκκους σε υγρό μέσο (νερό).
- Μέτρηση της συμπεριφοράς των κόκκων κατά το κοσκίνισμα, με κόσκινα προκαθορισμένων διαμέτρων.

Μια πρώτη ταξινόμηση των ιζημάτων με βάση την κοκκομετρία τους, είναι αυτή που τα διαχωρίζει σε λεπτόκοκκα (με μέγεθος κόκκων $<63\mu\text{m}$) και σε αδρομερή (με μέγεθος κόκκων $>63\mu\text{m}$). Τόσο στα λεπτόκοκκα, όσο και στα αδρομερή ιζήματα, υπάρχουν και άλλες ενδιάμεσες τιμές διαχωρισμού.

Στα ιζήματα γενικά, επικρατούν κυρίως οι κοκκομετρικές τάξεις της άμμου ($2\text{mm} > \dots > 63\mu\text{m}$), της ιλύος ($63\mu\text{m} > \dots > 2\mu\text{m}$) και της αργίλου ($< 2\mu\text{m}$), ενώ σε λιγότερες περιπτώσεις υπάρχουν χαλίκια ($2\text{cm} > \dots > 2\text{mm}$) και κροκάλες ($> 2\text{cm}$).



Σχήμα 20. : Ταξινόμηση και ονοματολογία λεπτόκοκκων ιζημάτων κατά Folk (Folk, 1974).

Τα κατεξοχήν αμμώδη ιζήματα (περιεκτικότητα σε άμμο $> 90\%$), ταξινομούνται περαιτέρω, στις ακόλουθες κατηγορίες:

Πολύ χοντρή άμμος	1mm – 2mm
Χοντρή άμμος	500μm -1 mm
Μεσαία άμμος	250 μm – 500 μm
Λεπτή άμμος	125 μm – 250 μm
Πολύ λεπτή άμμος	63 μm - 125 μm

Πίνακας 12. : Ταξινόμηση αμμοδών ιζημάτων, ανάλογα με τη διάμετρο των κόκκων κατά Folk (Folk, 1974).

Γενικά ισχύει ότι τα σωματίδια με μεγάλη μάζα (αδρομερή υλικά), μόλις έρθουν σε επαφή με το θαλάσσιο περιβάλλον, καθιζάνουν πρώτα, ακολουθούμενα από προοδευτικά ελαφρύτερα υλικά. Συνεπώς τα χονδρόκοκκα υλικά, μη μπορώντας να μεταφερθούν μακριά από τα σημεία εισόδου τους στο θαλάσσιο περιβάλλον, παρά μόνο κάτω από την επίδραση ισχυρών υδροδυναμικών παραγόντων, διευθετούνται και παραμένουν στη παράκτια ζώνη. Αντιθέτως, τα πιο λεπτόκοκκα υλικά, είναι δυνατό να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις ακόμα και κάτω από την επίδραση ασθενών υδροδυναμικών παραγόντων (Λειβαδίτης, 2002).

Είναι λοιπόν σύνηθες, σε παράκτια περιβάλλοντα όπου επικρατεί σταθερό υδροδυναμικό καθεστώς, τα ιζήματα να εμφανίζουν πολλή καλή ταξινόμηση των κοκκομετρικών τους τάξεων και να υπάρχει ένα μόνο εύρος κοκκομετρικού μεγέθους, το οποίο κυριαρχεί. Αποτέλεσμα αυτού είναι η κανονική κατανομή των λογαρίθμων των κόκκων του ιζήματος στις διάφορες κοκκομετρικές τάξεις, που προσεγγίζει ικανοποιητικά την κανονική κατά Gauss κατανομή (Komar, 1976).

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι γενικά, παρατηρείται μείωση του μεγέθους των κόκκων των ιζημάτων όσο κινούμαστε από την ακτή προς το μέρος της ανοιχτής θάλασσας, ενώ είναι δυνατόν λόγω ακραίων υδροδυναμικών καθεστώτων (έντονος κυματισμός και ισχυρά θαλάσσια ρεύματα, προερχόμενα από φαινόμενα καταιγίδας), να

δημιουργηθούν ειδικές συνθήκες που θα έχουν ως αποτέλεσμα την καταστροφή και τη κακή ταξινόμηση των κοκκομετρικών τάξεων των ιζημάτων (Segar, 1998).

4.1.2 Δειγματοληψία

Η μέθοδος που ακολουθείται για την δειγματοληψία του ιζήματος είναι μια σημαντική παράμετρος που αντανακλάται στην αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, συμπερασμάτων σχετικά με το ιζηματολογικό καθεστώς μιας περιοχής. Σημαντικός παράγοντας στη δειγματοληψία είναι η ποσότητα του ιζήματος και η θέση από την οποία λαμβάνεται. Το δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό της περιοχής, για το λόγο αυτό πρέπει να προκαθοριστούν οι θέσεις από τις οποίες λαμβάνεται. Το ίδιο ισχύει και για την ποσότητα του. Για ένα αμμώδες υλικό, δείγμα 100 gr είναι γενικά επαρκές ενώ για περισσότερο χονδρόκοκκο υλικό, ειδικά όταν περιλαμβάνει μεγάλο εύρος μεγεθών, η δειγματοληψία απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα ιζήματος. Έτσι ίζημα που περιέχει υλικό με διάμετρο μεγαλύτερη από 2,5 cm απαιτεί δείγμα 5 kg, ενώ υλικό διαμέτρου μεγαλύτερης των 5 cm απαιτεί δείγμα 35 kg (Καρύμπαλης Ε., 2005).

Στην παρούσα εργασία η δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων έγινε στις εκβολές του Άραχθου ποταμού. Συνολικά λήφθηκαν 6 δείγματα.



Η λήψη των δειγμάτων γινόταν με ειδική σπάτουλα περισυλλογής και κατόπιν, αφού αφαιρούνταν κατά το δυνατόν το υπερκείμενο νερό, τοποθετούνταν σε πλαστικές αεροστεγείς σακούλες, οι οποίες μαρκάρονταν με ανεξίτηλο μαρκαδόρο ώστε να είναι δυνατό αργότερα να αναγνωρίσουμε τη περιοχή λήψης κάθε δείγματος, χωρίς να δημιουργηθεί κάποιο πρόβλημα. Κρίθηκε αναγκαίο η ποσότητα του δείγματος να είναι ικανοποιητική ώστε κατά τα κοσκίνισμα να χρησιμοποιηθούν 200 gr. Η απόσταση μεταξύ των δειγμάτων ήταν περίπου 100 m.

4.1.3 Προετοιμασία Δειγμάτων

Πριν τη διαδικασία του κοσκίνισματος απαιτείται η κατάλληλη προετοιμασία των δειγμάτων. Ο διαχωρισμός (αποκροκίδωση) των κόκκων του ιζήματος (συνήθως οι κόκκοι είναι συγκολλημένοι μεταξύ τους με άλατα) και η ξήρανσή τους για την απομάκρυνση του νερού είναι δύο απαραίτητες διαδικασίες. Μία μέθοδος αποκροκίδωσης είναι η τοποθέτηση των δειγμάτων σε 10 % διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2) για 24 ώρες περίπου (Καρύμπαλης Ε., 2005). Η ξήρανση των δειγμάτων πραγματοποιείται σε φούρνο όπου και τοποθετείται το δείγμα για 72 ώρες στους 60 °C.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για το κοσκίνισμα των δειγμάτων μετά την απαραίτητη προετοιμασία τους έχει αναλυτικότερα ως εξής:

Από τα ξηρά πλέον δείγματα ελήφθησαν και τοποθετήθηκαν, ένα κάθε φορά, σε ένα κόσκινο που βρίσκεται στην κορυφή μιας σειράς από επτά κόσκινα, τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο, με διαφορετικό άνοιγμα οπών το καθένα και με το μικρότερης διαμέτρου να βρίσκεται στο κάτω μέρος. Για την παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε σειρά κόσκινων με τις ακόλουθες διαμέτρους οπών: 63 μm , 125 μm , 250 μm , 500 μm , 1mm, 2 mm και 4 mm.

Σκοπός αυτού του σταδίου της αναλυτικής διαδικασίας είναι να επιτευχθεί ο διαχωρισμός του δείγματος στις ακόλουθες κοκκομετρικές τάξεις:

<4 mm , 2 – 4 mm, 1 – 2 mm, 500 μm – 1 mm, 250 μm – 500 μm , 125 μm – 250 μm , 63 μm – 125 μm . Στη βάση της σειράς των κόσκινων, τοποθετήθηκε τάσι στο οποίο κατέληγε το κλάσμα του ιζήματος που ήταν μικρότερο από 63 μm .



Εικόνα 16. : Συσκευή δόνησης τύπου Retsch (Καρύμπαλης, Ε., 2010).

Τα κόσκινα τοποθετήθηκαν πάνω σε συσκευή δόνησης (κοσκινιτή) τύπου Retsch και το κάθε δείγμα κοσκινίστηκε για 10 λεπτά, σε συχνότητα 60 Hz. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια πινέλου συλλέχθηκε προσεκτικά το υλικό που είχε παραμείνει σε κάθε κόσκινο και ζυγίστηκαν τα βάρη τους σε ζυγό ακριβείας.

4.2. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Προκειμένου να επιτευχθεί ιζηματολογική ανάλυση των δειγμάτων αναπτύχθηκε λογισμικό σε γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic, έχοντας ως εργαλείο το Microsoft Visual Studio. Για την εξυπηρέτηση της εφαρμογής αναπτύχθηκε Βάση Δεδομένων χρησιμοποιώντας το λογισμικό Microsoft Access, που διαθέτει ενσωματωμένους τους πίνακες, οι οποίοι περιλαμβάνουν ομοειδή στοιχεία και με τους οποίους επιτυγχάνουμε την εισαγωγή, επεξεργασία και ανάκτηση των δεδομένων στη βάση. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε ένα πλήθος πινάκων.

Κάθε εγγραφή αποτελείται από κατακόρυφες στήλες που λέγονται πεδία και παρέχουν συγκεκριμένες πληροφορίες για την εγγραφή αυτή. Το όνομα κάθε πεδίου προσδιορίζει το είδος της πληροφορίας που παρέχει.

Μια βάση δεδομένων σε υπολογιστικό περιβάλλον είναι το αντίστοιχο μιας οργανωμένης λίστας πληροφοριών. Η λίστα αυτή έχει οργανωθεί σε ένα πίνακα γραμμών και στηλών, που ονομάζονται εγγραφές και πεδία αντίστοιχα, σύμφωνα με την ορολογία των βάσεων δεδομένων. Για παράδειγμα στον πίνακα των δειγμάτων (Samples) τα πεδία περιέχουν τον τύπο της πληροφορίας των δειγμάτων (Φ5, Φ16, Φ25, Κύρτωση, κ.ά), ενώ κάθε εγγραφή αφορά σε διαφορετικό έργο (Project) ή περιοχή δειγματοληψίας διαφορετικής χρονικής περιόδου.

Επεξεργασία στοιχείων κοκκομετρικής ανάλυσης

Βήματα :

1. Ο χαρακτηρισμός των των δειγμάτων έγινε με βάση τις λιθολογικές τάξεις κλαστικών ιζημάτων κατά Folk

Συμβολισμός	Ονομασία	Συμβολισμός	Ονομασία
G	Κροκαλώδες	mS	Πηλοαμμώδες
mG	Πηλοκροκαλώδες	S	Αμμώδες
msG	Πηλοαμμοκροκαλώδες	cS	Αργιλοαμμώδες
sG	Αμμοκροκαλώδες	mS	Πηλοαμμώδες
gM	Κροκαλοπηλώδες	zS	Ιλυοαμμώδες
gmS	Κροκαλοπηλοαμμώδες	sC	Αμμοαργιλώδες
gS	Κροκαλοαμμώδες	sM	Αμμοπηλώδες
(g)M	Ημικροκαλοπηλώδες	sZ	Αμμοϊλυώδες
(g)mS	Ημικροκαλοπηλοαμμώδες	C	Αργιλώδες
(g)S	Ημικροκαλοαμμώδες	M	Πηλώδες
sM	Πηλοαμμώδες	Z	Ιλυώδες

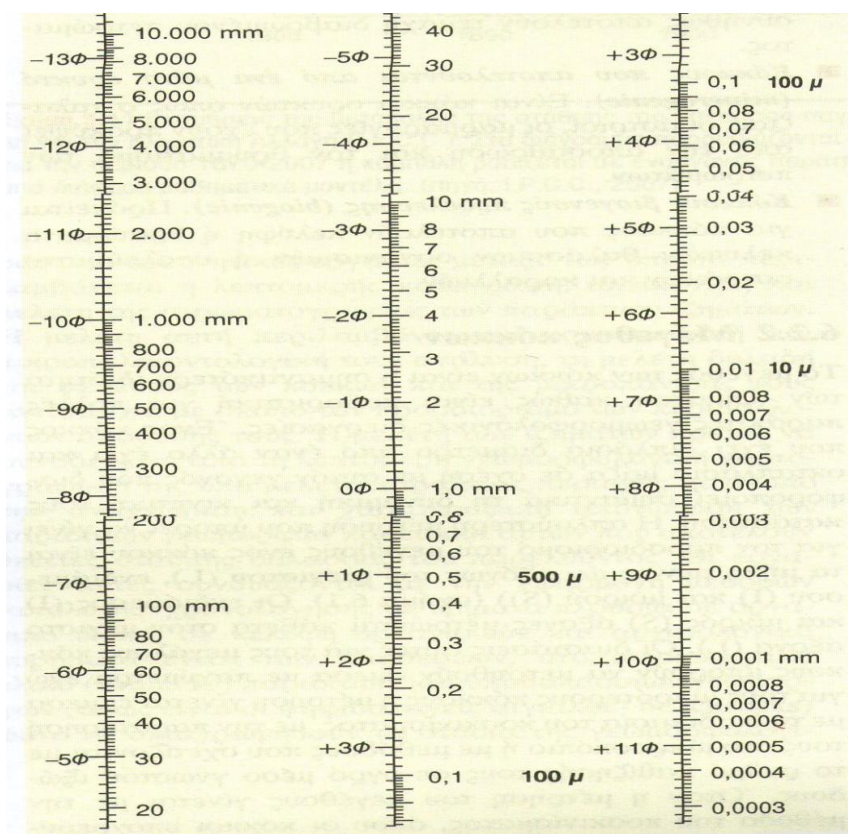
G ή g=gravel (κροκάλες), S ή s=sand (άμμος), M ή m=mud (πηλός), Z ή z=silt (ιλύς) και C ή c=clay (άργιλος).

Πίνακας 13. : Λιθολογικές τάξεις κλαστικών ιζημάτων (κατά Folk et al., 1970).

2. Ο χαρακτηρισμός των ιζηματογενών κόκκων κατά τη διαδικασία της ανάλυσης, όσον αφορά το μέγεθός τους, έγινε με βάση την αριθμητική κλίμακα Φ του Wentworth σύμφωνα με τον κάτωθι πίνακα.

Διάμετρος κόκκων		Χαρακτηρισμός
D (mm)	$\Phi = -\log_2 D$	
4.096	-12	Κροκάλες
2.048	-11	
1.024	-10	
512	-9	
256	-8	
128	-7	
64	-6	
32	-5	
16	-4	
8	-3	
4	-2	
2	-1	
1	0	Πολύ Χονδρόκοκκη Άμμος Χονδρόκοκκη Μεσόκοκκη Λεπτόκοκκη Πολύ Λεπτόκοκκη
0,5	1	
0,25	2	
0,125	3	
0,0625	4	
0,031	5	Χονδρόκοκκη Ιλύς Μεσόκοκκη Λεπτόκοκκη Πολύ Λεπτόκοκκη
0,016	6	
0,0078	7	
0,0039	8	
0,002	9	Χονδρόκοκκη Άργιλος Μεσόκοκκη Λεπτόκοκκη Πολύ Λεπτόκοκκη
0,00098	10	
0,00049	11	
0,00024	12	

Πίνακας 14. : Γεωμετρική (mm) και αριθμητική (Φ) κλίμακα μέτρησης του μεγέθους ιζηματογενών κόκκων (Udden - Wentworth, 1922).



Σχήμα 21. : Σχέση μεταξύ των κλιμάκων του μεγέθους των ιζηματογενών κόκκων σε mm και σε μονάδες Φ (Καρύμπαλης, E., 2010).

3. Υπολογισμός των παραμέτρων του μεγέθους των κόκκων.

Ο Folk αλλά και άλλοι ερευνητές χρησιμοποίησαν στατιστικές παραμέτρους που περιγράφουν ποσοτικά ορισμένα χαρακτηριστικά των καμπυλών. Οι παράμετροι αυτές μπορούν να συγκριθούν άμεσα για πολλά δείγματα και ορισμένοι συνδυασμοί των τιμών τους είναι ενδεικτικοί των συνθηκών της περιοχής λήψης των δειγμάτων (Καρύμπαλης Ε., 2005).

Οι σημαντικότερες παράμετροι και αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα εργασία είναι: το μέσο μέγεθος των κόκκων M_z (Mean), η αποκλειστική σταθερή απόκλιση σ_i ή συντελεστής ταξινόμησης (Standard deviation ή Sorting), ή αποκλειστική γραφική λοξότητα S_{KI} ή ασυμμετρία (Skewness) και η γραφική κύρτωση K_G (Kurtosis).

Μέσο μέγεθος Γραφικό (graphic mean) (M_z)

Η παράμετρος αυτή, αποτελεί δείκτη για την υφή του ιζήματος. Εκφράζει τη γενική και αντιπροσωπευτική εικόνα του ιζήματος, ως προς το μέγεθος των κόκκων του, δηλαδή εάν το μίγμα είναι αδρομερέστερο ή πιο λεπτόκοκκο από κάποιο άλλο. Κατ'έκταση λοιπόν, η τιμή του M_z μπορεί να αντιπροσωπεύει και το μέγεθος της δύναμης που δρα για τη μεταφορά του ιζήματος. Η τιμή του M_z κατά Folk δίνεται από τον τύπο:

$$(\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84})/3$$

Αποκλειστική σταθερή απόκλιση (σ_i)

Ο συντελεστής αυτός εκφράζει τον βαθμό διαβάθμισης των ιζημάτων, δείχνει δηλαδή πόσο ομοιογενές ή ανομοιογενές κοκκομετρικά είναι κάποιο δείγμα. Επίσης, η τιμή της παραμέτρου σ_i ανταποκρίνεται αντίστοιχα στο εύρος των δυνάμεων που έδρασαν για να δώσουν το ίζημα. Μεγάλη τιμή του σ_i ή αλλιώς, μικρός βαθμός διαβάθμισης, σημαίνει ότι συνέβη περιορισμένη διαλογή στους κόκκους του ιζήματος, κατά την μεταφορά τους ή την απόθεσή τους. Αντιθέτως, καλή ταξινόμηση ή μικρή τιμή της παραμέτρου σ_i , σημαίνει ότι έχει γίνει καλή διαβάθμιση των κόκκων του ιζήματος από τις δυνάμεις που έδρασαν (π.χ. ο

άνεμος ή το κύμα μεταφέρουν και αποθέτουν εκλεκτικά, σε μια περιοχή, κόκκους ενός περιορισμένου εύρους μεγεθών (Folk, 1974)).

Η τιμή του σ_i κατά Folk δίνεται από τον τύπο:

$$[(\Phi_{84} - \Phi_{16}) / 4] + [(\Phi_{95} - \Phi_5) / 6,6]$$

Αποκλειστική σταθερή απόκλιση σ_i	Ταξινόμηση
$< 0,35 \Phi$	Πολύ καλή
$0,35 - 0,50 \Phi$	Καλή
$0,50 - 0,71 \Phi$	Μετρίως καλή
$0,71 - 1,0 \Phi$	Μέτρια
$1,0 - 2,0 \Phi$	Κακή - φτωχή
$2,0 - 4,0 \Phi$	Πολύ κακή - φτωχή
$> 4,0 \Phi$	Εξαιρετικά κακή - φτωχή

Πίνακας 15. : Βαθμός ταξινόμησης ιζημάτων βάσει της τιμής της αποκλειστικής σταθερής απόκλισης σ_i (Καρύμπαλης, Ε.Θ., 2010).

Αποκλειστική γραφική λοξότητα ή ασυμμετρία S_{KI} (Skewness) και γραφική κύρτωση K_G (Kurtosis)

Η λοξότητα εκφράζει το βαθμό ασυμμετρίας μιας καμπύλης συχνότητας και η κύρτωση, το μέτρο διαβάθμισης των άκρων μιας καμπύλης συχνότητας. Ειδικότερα η λοξότητα, χαρακτηρίζει την μη κανονικότητα μιας κατανομής, εκφράζοντας τον βαθμό ασυμμετρίας των καμπυλών κατανομής των δειγμάτων και δείχνει πιο κλάσμα του δείγματος έχει την καλύτερη ταξινόμηση. Έτσι, το αν μια καμπύλη κατανομής προεκτείνεται προς την πλευρά των λεπτόκοκκων ή προς την πλευρά των χονδρόκοκκων, αυτό επηρεάζεται από τη λοξότητα. Η τιμή του S_{KI} και K_G κατά Folk δίνονται αντίστοιχα από τους τύπους:

$$S_{KI} = [(\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50})/2 (\Phi_{84} - \Phi_{16})] + [(\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50})/2(\Phi_{95} - \Phi_5)]$$

$$K_G = [(\Phi_{95} - \Phi_5)/2,4(\Phi_{75} - \Phi_{25})]$$

Όρια τιμών κύρτωσης K_G	Χαρακτηρισμός ιζήματος
$K_G < 0.67$	Πολύ πλατύκυρτο
$0.67 < K_G < 0.90$	Πλατύκυρτο
$0.90 < K_G < 1.11$	Μεσόκυρτο
$1.11 < K_G < 1.50$	Λεπτόκυρτο
$1.50 < K_G < 3.00$	Πολύ λεπτόκυρτο
$K_G > 3.00$	Πάρα πολύ λεπτόκυρτο

Πίνακας 16. : Κατάταξη και χαρακτηρισμός των δειγμάτων των ιζημάτων ανάλογα με τις τιμές κύρτωσης (Καρύμπαλης, Ε.Θ., 2010).

Μια κατανομή μπορεί να είναι θετικής ή αρνητικής λοξότητας. Οι τιμές που μπορεί να πάρει η παράμετρος S_{KI} κυμαίνονται από -1 έως +1. Μια κανονική κατανομή, δηλαδή μια συμμετρική καμπύλη, έχει λοξότητα $S_{KI} = 0$. Η κατανομή αρνητικής λοξότητας ($S_{KI} < 0$), σημαίνει ότι η καμπύλη προεκτείνεται προς την πλευρά των πιο χονδρόκοκκων κλασμάτων. Επίσης, κατανομή με θετική λοξότητα, σημαίνει ότι η καμπύλη προεκτείνεται προς την πλευρά των πιο λεπτόκοκκων κλασμάτων και επομένως έχουμε μεγαλύτερο ποσοστό λεπτόκοκκου υλικού στο δείγμα. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται προσθήκη λεπτόκοκκων συστατικών στις αποθέσεις, ή εκλεκτική απομάκρυνση χονδρότερων κλασμάτων από την παραλία.

Η παρακάτω εμπειρική κλίμακα (κατά Folk) δείχνει τον χαρακτηρισμό των καμπυλών ανάλογα με την τιμή της λοξότητας (S_{KI}).

Όρια τιμών αποκλειστικής γραφικής λοξότητας (S_{KI})	Χαρακτηρισμός ιζήματος
1,00 έως 0,30	Πολύ θετική (λεπτόκοκκη) λοξότητα
0,30 έως 0,10	Θετική (λεπτόκοκκη) λοξότητα
0,10 έως -0,10	Συμμετρικό
-0,10 έως -0,30	Αρνητική (χονδρόκοκκη) λοξότητα
-0,30 έως -1,30	Πολύ αρνητική (χονδρόκοκκη) λοξότητα

Πίνακας 17. : Όρια τιμών λοξότητας και χαρακτηρισμός του ιζήματος κατά Folk (Καρύμπαλης, Ε.Θ., 2010).

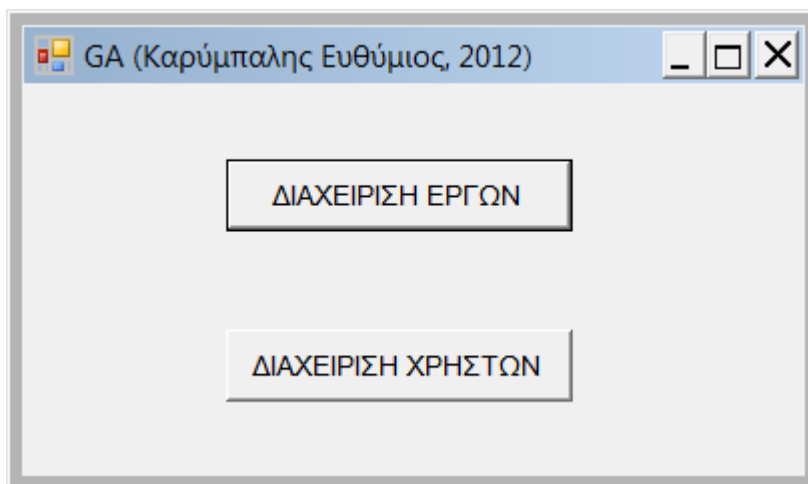
Σχετικά με τις καμπύλες κατανομής, θα πρέπει να σημειωθεί, ότι στη φύση οι πληθυσμοί των κόκκων εμφανίζουν γενικά μια «λογαριθμική» κανονική κατανομή. Απόκλιση από αυτή την κατανομή μπορεί να προκληθεί όταν

διαφοροποιούνται οι παράγοντες που καθορίζουν την σύσταση του ιζήματος, ή όταν υπάρξει μίξη κόκκων διαφορετικής προέλευσης (π.χ. μίξη χερσογενούς και βιογενούς υλικού). Σε περίπτωση που υπάρξει φαινόμενο μίξης δύο ή και περισσότερων πληθυσμών κόκκων, αυτό συνήθως απεικονίζεται στις καμπύλες κατανομής με διπλό ύψωμα ή και περισσότερα υψώματα. Αυτό βέβαια εξαρτάται και από τις επιμέρους κατανομές. Η κύρτωση μετρά το λόγο μεταξύ της διαβάθμισης στην ουρά της καμπύλης και την διαβάθμιση στο κεντρικό τμήμα της καμπύλης. Αν το κεντρικό τμήμα είναι καλύτερα διαβαθμισμένο από τα άκρα η καμπύλη είναι λεπτόκυρτη. Στην αντίθετη περίπτωση, η καμπύλη είναι πλατύκυρτη (Καρύμπαλης Ε., 2005).

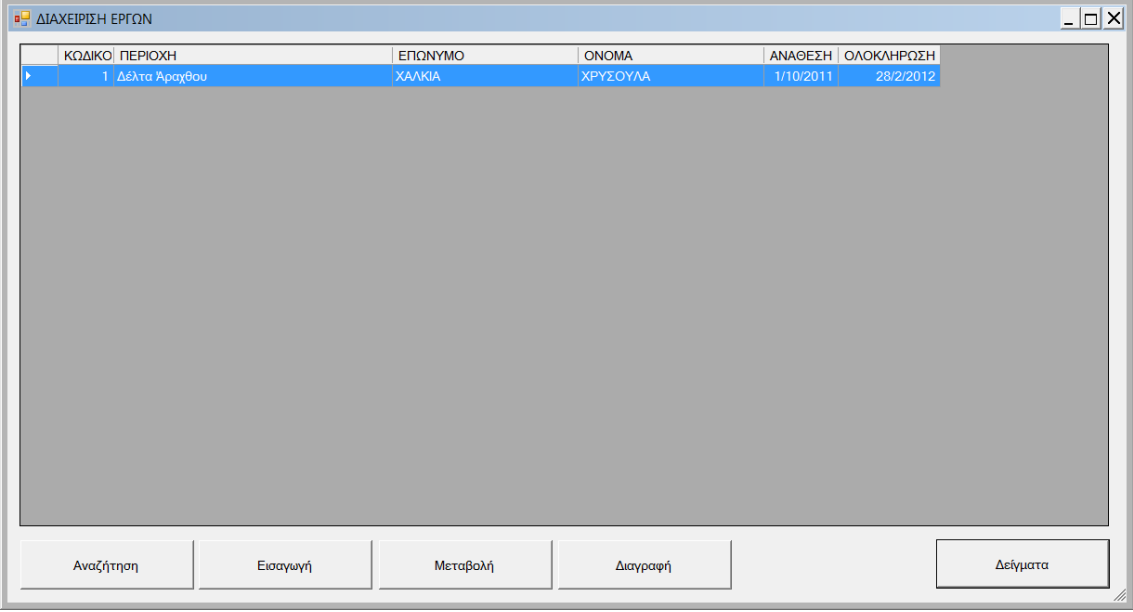
4. Τα αθροιστικά (%) ποσοστά κατά βάρος τοποθετούνται σε ένα διάγραμμα με δύο άξονες. Ο οριζόντιος άξονας είναι αριθμητικός και απεικονίζει το μέγεθος των κόκκων σε μονάδες Φ. Στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούνται τα αθροιστικά (%) ποσοστά. Τα σημεία που προκύπτουν ενώνονται με μικρές ευθείες και έτσι κατασκευάζεται η αθροιστική κοκκομετρική καμπύλη (Folk, 1974).

Βήματα Εφαρμογής:

Αρχική οθόνη εφαρμογής



Ο χρήστης επιλέγοντας το πλήκτρο διαχείριση έργων μεταβαίνει στην ακόλουθη οθόνη, όπου εμφανίζονται όλα τα έργα με μοναδικό κωδικό.



ΚΩΔΙΚΟ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑ	ΑΝΑΘΕΣΗ	ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ
1	Δέλτα Άραχθου	ΧΑΛΚΙΑ	ΧΡΥΣΟΥΛΑ	1/10/2011	28/2/2012

Αναζήτηση Εισαγωγή Μεταβολή Διαγραφή Δείγματα

Παρέχεται η δυνατότητα να εισαγάγει, να μεταβάλει ή και να διαγράψει υπάρχον έργο χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα κουμπιά. Μπορεί επίσης να προβεί σε αναζήτηση συγκεκριμένου έργου. Χρησιμοποιώντας το πλήκτρο Δείγματα οδηγείται στην ακόλουθη οθόνη, όπου εμφανίζονται κατά αύξουσα αρίθμηση όλα τα δείγματα που αφορούν το επιλεγμένο έργο και κάποια σταθερά στοιχεία τόσο του έργου, όσο και των επεξεργασμένων δειγμάτων του.

Κωδικός Έργου

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΩΝΥΜΟ ΟΝΟΜΑ

	ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΜΕΣΟ ΜΕΓΕΘΟΣ	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΛΟΞΟΤΗΤΑ	ΚΥΡΤΩΣΗ
▶	1	2,57	1,3	-2,64	0,65
	2	2,54	1,28	-0,56	0,65
	3	3,09	1,21	-4,46	0,73
	4	3,13	1,18	-4,3	0,68
	5	2,6	1,31	-2,71	0,65
	6	2,56	1,3	-0,86	0,65

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΔΙΑΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΟΛΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ

Παρέχεται η δυνατότητα εισαγωγής, μεταβολής, διαγραφής, προβολής ή και εκτύπωσης συγκεκριμένου δείγματος.

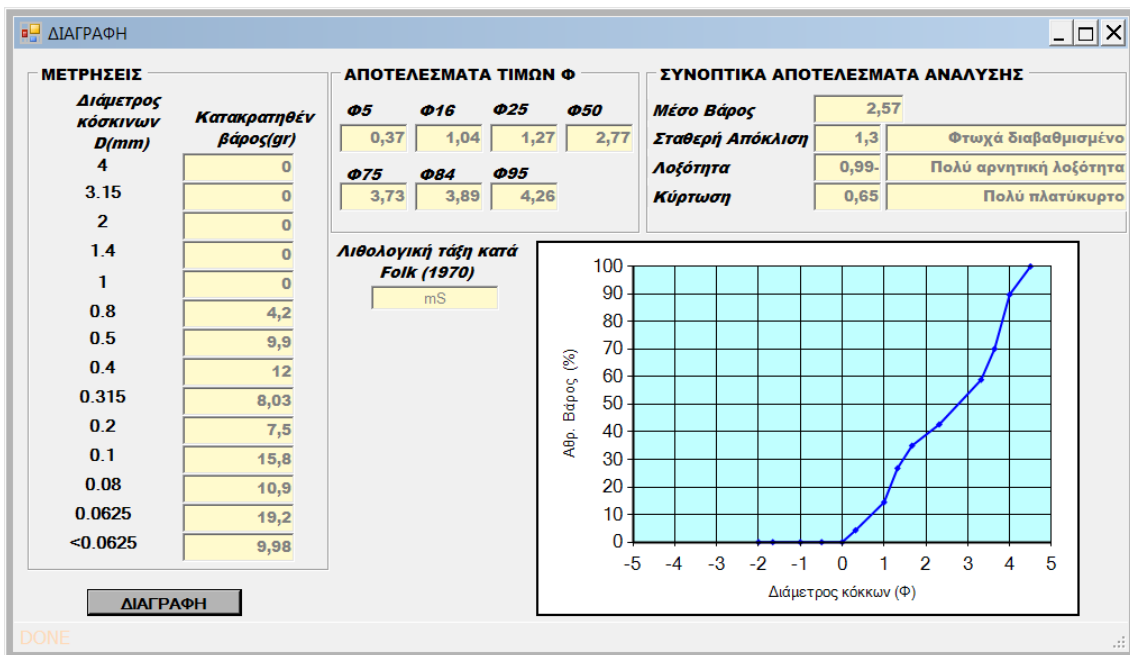
ΕΙΣΑΓΩΓΗ/ΑΝΑΛΥΣΗ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ		ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΙΜΩΝ Φ				ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	
Διάμετρος κόσκινων D(mm)	Κατακρατηθέν βάρος(gr)	Φ5	Φ16	Φ25	Φ50	Μέσο Βάρος	
4							
3.15							
2							
1.4							
1							
0.8							
0.5							
0.4							
0.315							
0.2							
0.1							
0.08							
0.0625							
<0.0625							

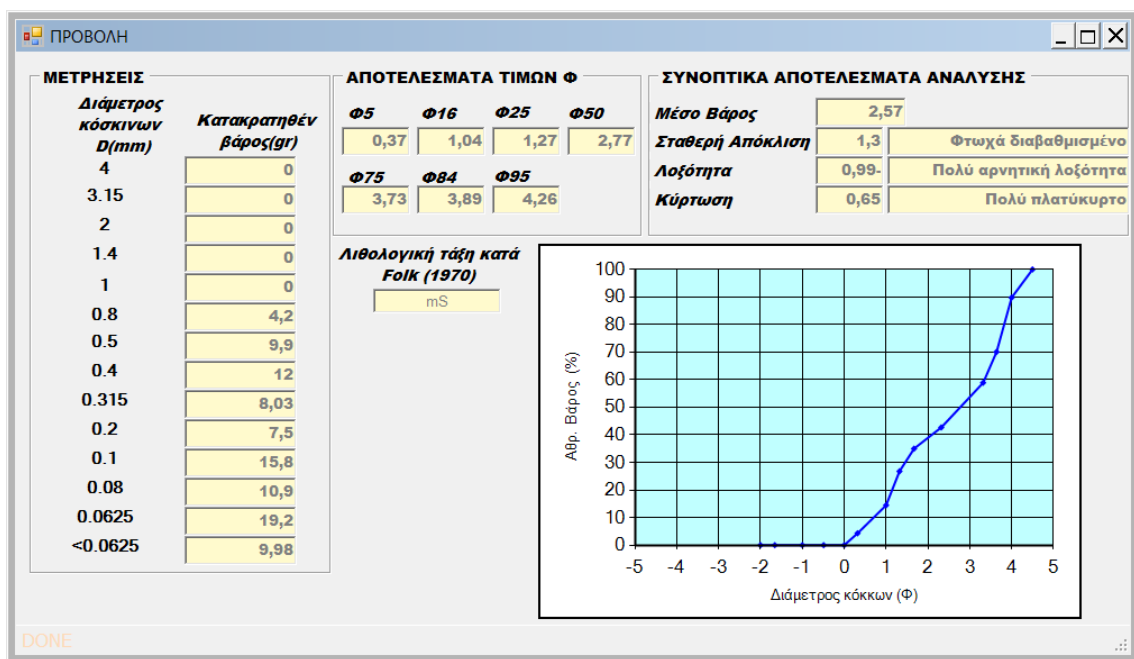
Φ75 Φ84 Φ95

Λιθολογική τάξη κατά Folk (1970)

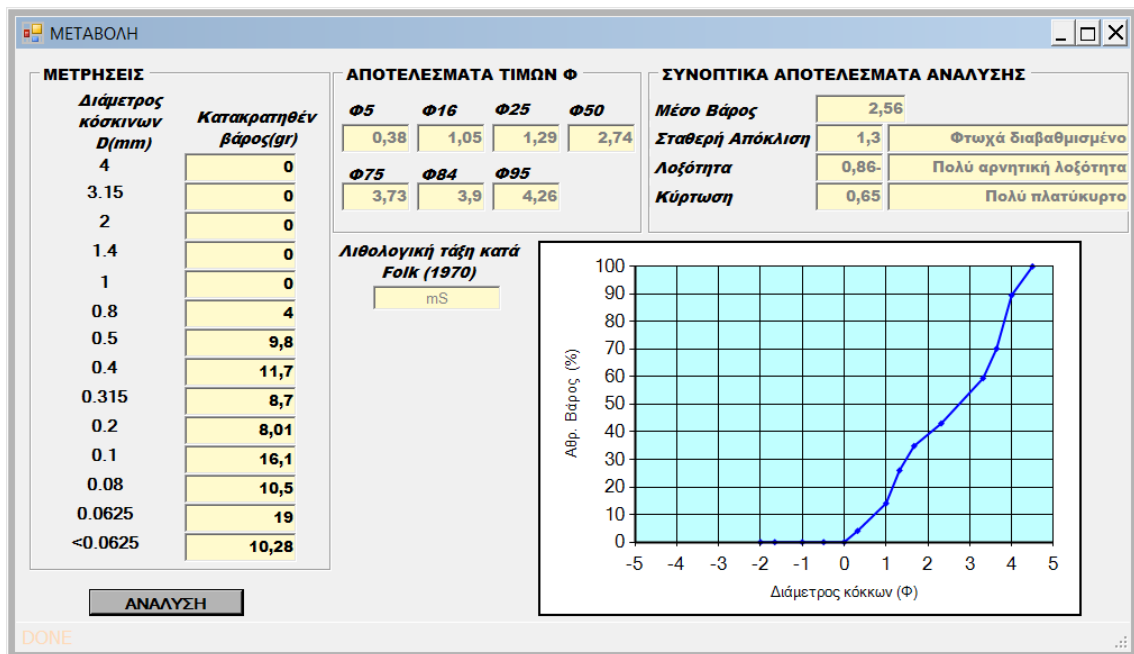
ΑΝΑΛΥΣΗ



Στην περίπτωση της επιλογής της προβολής εμφανίζονται τα στοιχεία της ιζηματολογικής ανάλυσης για το δείγμα.



Στην περίπτωση της επιλογής της μεταβολής εμφανίζονται τα στοιχεία της ιζηματολογικής ανάλυσης για το δείγμα και ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει μόνο το κατακρατηθέν βάρος.



Στη συνέχεια με την επιλογή του πλήκτρου ΑΝΑΛΥΣΗ, πραγματοποιείται η νέα ιζηματολογική ανάλυση και εμφανίζεται η οθόνη στην οποία ο χρήστης αφού ελέγξει

τα νέα στοιχεία, θα πρέπει να επιλέξει το πλήκτρο METABOLH έτσι ώστε αυτά να καταχωρηθούν στην βάση.

5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η βιβλιογραφική προσέγγιση του θέματος των επιπτώσεων της κατασκευής των φραγμάτων του ποταμού Άραχθου εστιάζονταν στον χώρο των εκβολών του πδήγησε σε ορισμένες διαπιστώσεις. Οι κατά καιρούς ερευνητικές εργασίες και μελέτες έδειξαν ότι η κατασκευή και λειτουργία του υδροηλεκτρικού έργου Πουρναρίου έχει μεταβάλλει τη φυσιογνωμία και την εξέλιξη των υδρογεωμορφολογικών διεργασιών της λεκάνης του ποταμού Άραχθου με:

- A. Αλλαγές στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, ιδιαίτερα στην περιοχή κατάντη του έργου, που οφείλονται στις μεταβολές της κίνησης, της ποιότητας και της ποσότητας νερού,
- B. Διακοπή των φυσικών διεργασιών διάνοιξης (κατά βάθος διάβρωση της κοίτης) και διαμόρφωσης της κοιλάδας του ποταμού Άραχθου, στο τμήμα μεταξύ Πτέρης και φράγματος Πουρναρίου,
- C. Διακοπή της μεταφοράς και απόθεσης φερτών υλικών από την λεκάνη του ποταμού Άραχθου προς την κατάντη των φραγμάτων προσχωματική και δελταϊκή περιοχή. Περί τα 2.900.000 m³/year φερτών υλών αποτίθενται μέσα στον ταμιευτήρα Πουρναρίου και επομένως η χαμηλή προσχωματική περιοχή, το Δέλτα και ο Αμβρακικός κόλπος στερούνται σημαντικών ποσοτήτων και περιορίζονται στα 700.000 m³/year.
- D. Εμφάνιση φαινομένων διάβρωσης εντός της κοίτης του ποταμού Άραχθου και ειδικότερα στο τμήμα κατάντη του φράγματος Πουρναρίου, εξαιτίας των αυξημένων παροχών κατά τη λειτουργία του έργου και της μειωμένης ποσοστιαίας συμμετοχής φερτών υλών στο υδρογραφικό δίκτυο,

Ε. Μείωση της ταχύτητας προέλασης της ακτογραμμής στην περιοχή του Δέλτα και εμφάνιση τάσεων οπισθοδρόμησης της. Διαφαίνεται μια συνολική τάση αδυνατίσματος των νησίδων άμμου και οπισθοδρόμησης της ακτογραμμής στο δυτικό τμήμα των εκβολών του μέχρι την Κορωνησία. Η γενική τάση οπισθοδρόμησης οφείλεται στη στέρηση ποσότητας ιζήματος, από την περιοχή εξαιτίας του φράγματος Πουρναρίου Ι, αλλά και στη φυσιολογική μετατόπιση του Δέλτα προς ανατολάς.

Ε. Τοπικά φαινόμενα προέλασης της ακτογραμμής, παρατηρούνται σε ζώνη 800 m περίπου εκατέρωθεν του στομίου εκβολής του ποταμού Άραχθου στον Αμβρακικό κόλπο. Η προέλαση αυτή οφείλεται κυρίως στην τροφοδοσία της παράκτιας ζώνης με προσχωματικά υλικά που προέρχονται από τη διάβρωση της κοίτης και στις όχθες του ποταμού, κατάντη του έργου, κατά της φάσεις λειτουργίας των μονάδων παραγωγής ενέργειας. Τα διαβρωθέντα υλικά, παρά τη μικρή ποσότητά τους, διοχετεύονται άμεσα στην περιοχή των εκβολών, χωρίς απώλειες, λόγω των αντιπλημμυρικών αναχωμάτων που έχουν κατασκευαστεί στις όχθες του ποταμού.

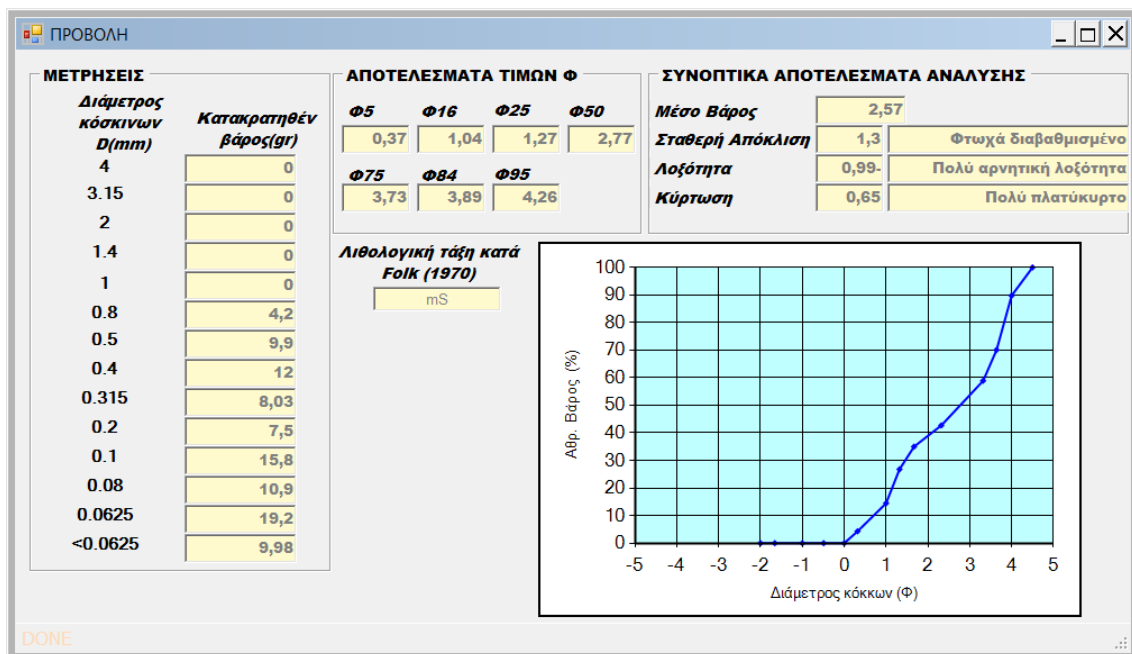
Οι μεταβολές αυτές ξεπερνούν κατά πολύ τα γεωγραφικά όρια της εγγύς περιοχής του έργου και ήδη έχουν γίνει αισθητές στην κατάντη αναπτυσσόμενη, χαμηλή περιοχή των εκβολών και του Δέλτα. Οι μεταβολές αυτές και οι αλλοιώσεις που παρατηρούνται αποδίδονται κυρίως στη συγκράτηση των νερών και των φερτών υλών στον ταμιευτήρα Πουρνάρι Ι.

Επιπλέον καταγράφηκε συρρίκνωση στα φυσικά οικοσυστήματα και ιδιαίτερα στο Δέλτα του ποταμού Άραχθου και στις λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού και κατά συνέπεια διατάραξη της ισορροπίας των περιβαλλοντικών συνθηκών και της τροφικής αλυσίδας, και μεταβολή στο μικροκλίμα, λόγω αύξησης της εξάτμισης από την τεχνητή λίμνη Πουρναρίου (730 mm/year), της σχετικής υγρασίας του αέρα και του αριθμού ημερών ομίχλης.

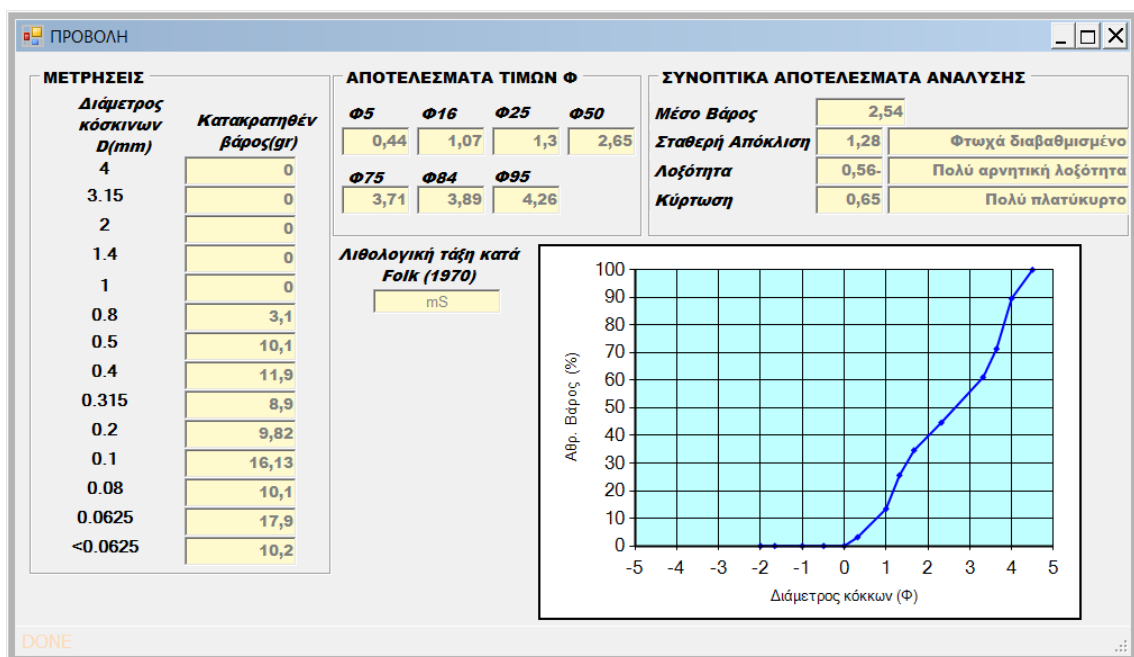
Η κοκκομετρία των δειγμάτων ιζήματος που συλλέχθηκαν για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας ήταν ίδια, χωρίς να παρατηρηθεί κάποια ιδιαίτερη διαφοροποίηση. Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων έδειξε ότι πρόκειται για πηλοαμμώδη (Ms). Είναι προφανές ότι οι συνθήκες χαμηλής ενέργειας που ισχύουν στην περιοχή της έχουν ως αποτέλεσμα την απόθεση ενός υψηλού ποσοστού αργίλου στα ιζήματα, κάτι που αποδείχθηκε από τις κοκκομετρικές αναλύσεις.

Όσον αφορά την ιζηματολογική ανάλυση όπως αυτή πραγματοποιήθηκε τη χρήση του λογισμικού που σχεδιάστηκε σε γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic τα αποτελέσματα από τα 6 δείγματα των ιζημάτων :

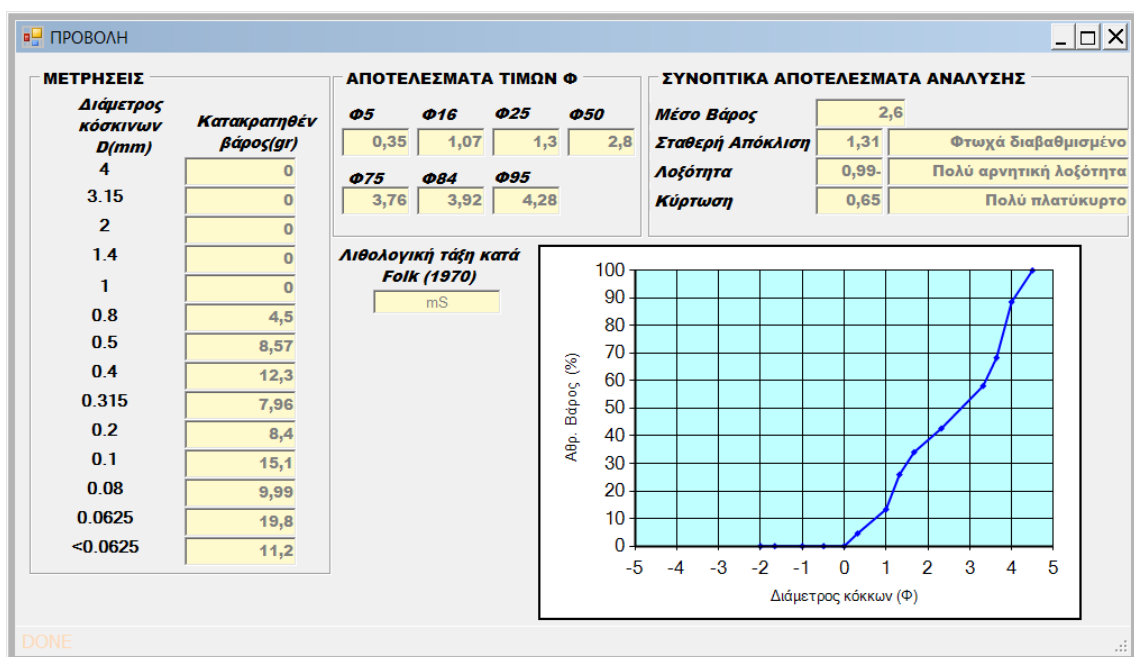
Δείγμα 1.



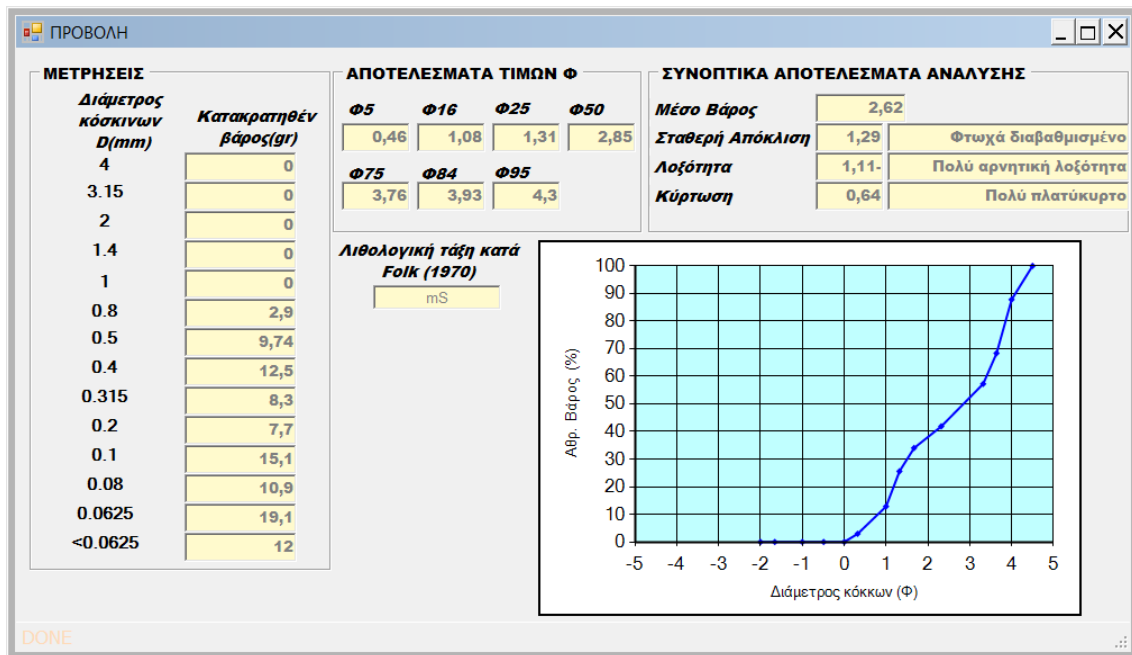
Δείγμα 2.



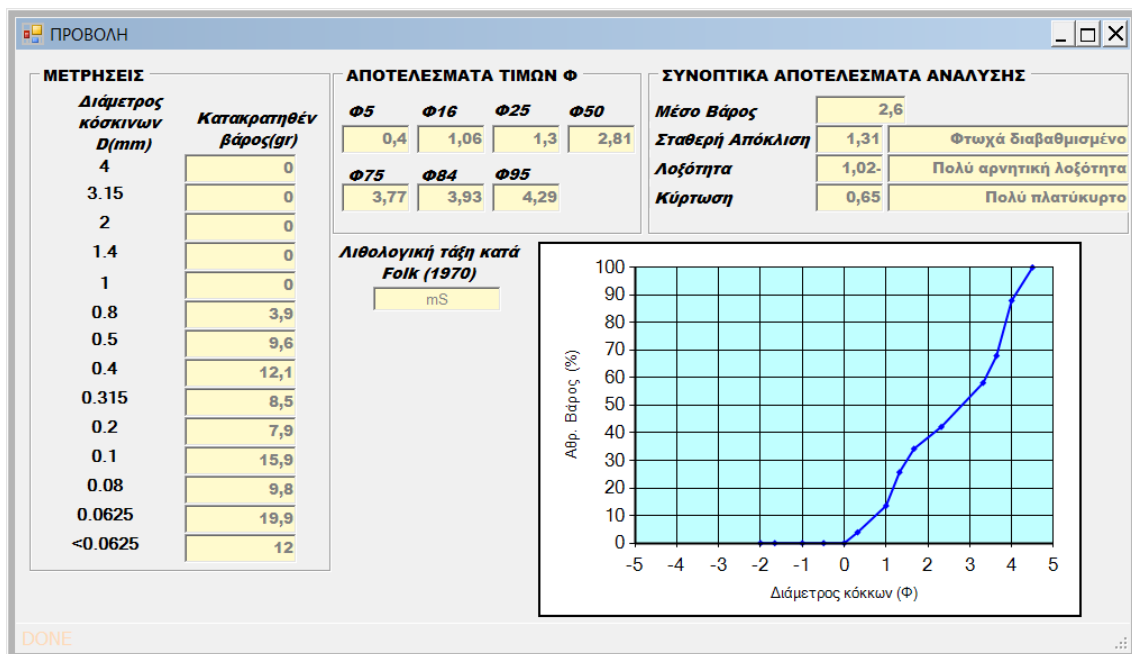
Δείγμα 3.



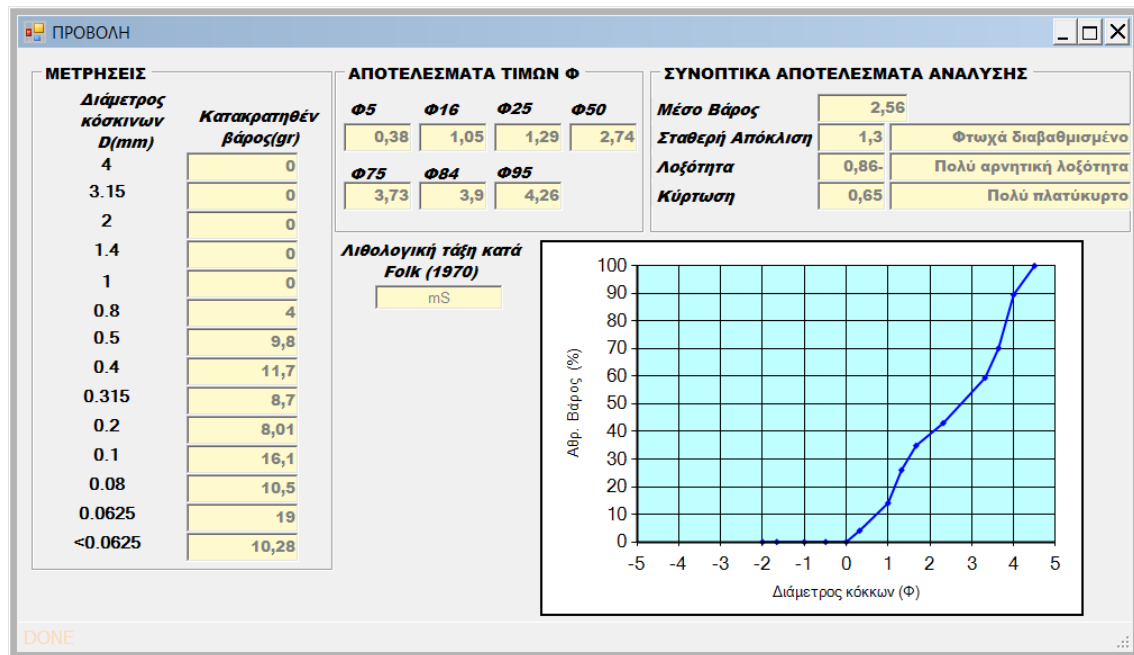
Δείγμα 4.



Δείγμα 5.



Δείγμα 6.



Από τις τιμές των παραμέτρων μεγέθους του ιζήματος που προέκυψαν από την στατιστική ερμηνεία τους, έγινε δυνατός ο χαρακτηρισμός του.

- Σε όλα τα δείγματα η σταθερή απόκλιση που μετράει την συγκέντρωση των κόκκων γύρω από τον μέσο όρο, δηλαδή την ομοιογένεια του, οδήγησε σε χαρακτηρισμό του ιζήματος ως φτωχά διαβαθμισμένο,
- Η τιμή της λοξότητας που εκφράζει τη συμμετρία ή μη της κατανομής των κόκκων γύρω από το μέσο όρο ορίστηκε ως αρνητική, που σημαίνει ότι υπάρχει περίσσεια χονδρόκοκκων συστατικών στον πληθυσμό,
- Η κύρτωση που εκφράζει την συμμετρία ή την ασυμμετρία της κατανομής του πληθυσμού στα άκρα, χαρακτηρίστηκε ως πολύ πλατύκυρτη, που συνεπάγεται μικρή συγκέντρωση των κόκκων κοντά στο μέσο όρο.

Η σχεδίαση του λογισμικού αυτού θεωρείται σημαντική για την ανάλυση δειγμάτων ιζημάτων καθώς παρέχει τη δυνατότητα άμεσης και γρήγορης εκτίμησης των στατιστικών παραμέτρων. Πλεονέκτημα είναι η εύκολη χρήση του

ακόμη και από μη σχετικούς με χειρισμό προγραμμάτων χρήστες και η διαχρονική παρακολούθηση της κοκκομετρίας κάθε περιοχής, καθώς όλα τα στοιχεία που εισάγονται καταχωρούνται στη βάση δεδομένων, πρόσβαση στην οποία έχουν μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες όπως αυτοί ορίζονται από το 2^ο μέρος της εφαρμογής και σύμφωνα με τις ανάγκες του Πανεπιστημίου.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

Anastasakis George, David J.W. Piper, Christos Tziavos, (2007). Sedimentological response to neotectonics and sea-level change in a delta-fed, complex graben: Gulf of Amvrakikos, western Greece, *Marine Geology* 236 (2007) 27–44.

Barreira A. (2004), Dams in Europe: The Water Framework Directive and the World Commission on Dams Recommendations: A legal and Policy analysis, W.W.F. International Dams Initiative

Bearzi Giovanni, Fortuna Caterina Maria, Reeves Randall.R.,2008. Ecology and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea, EarthWatch Institute, *Mammal Rev.* 2008, Volume 39, No. 2, 92–123. *Printed in Singapore.*

Biswas, Asit K., 2004. 'Dams: cornucopia or disaster?'. *International Journal of Water Resources Development*, 20:1, 3-14.

Coleman, J.M. and Wright. L.D., 1975. Modern river deltas : variability of processes and sand bodies, In: M.L., Broussard (ed.): *Deltas models for explonation*, 99-150, 2nd edition, Houston Geological Society, Houston, Texas.

Dougherty T., Hall A. (1995), Environmental impact assessment of irrigation and drainage projects, HR Wallingford, United Kingdom, F.A.O.

Dynesius, M. and Nilsson, C. 1994. Fragmentation and Flow Regulation of River Systems in the Northern Third of the World. *Science*, Vol. 266 (11):753-762.

EU, 2000. Directive 2000/60/EC of European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L.327, 22.12.2000:1-72.

Filintas, T.Ag., Christakopoulos, E.P., Stamatis, G., Hatzopoulos, N.J., Retalis, D.An. and Paronis, K.D. 2006. Ground water nitrate pollution from agricultural sources in agriculture-dominated watersheds. *Proc. of the 21st European Conference EUC2006 for ESRI users*, Athens, Greece, 6-8 November, pp.14.

Filintas, Ag., Dioudis, P., Stamatis, G. and Valmis, S., 2008. Environmental study of water springs pollution in mountain Pilion with the use of GIS techniques, spatial analysis and geostatistics. *Proc. of 8th International Hydrogeological Congress*, Athens, Greece, October 8-10, ISBN xxx, pp.15, (forthcoming).

Friedl, G. and Wüest, A. 2002. Disrupting biogeochemical cycles - Consequences of damming. *Aquat. Sci.*, 64, 55-65.

Folk R.L., Andrews P.B., Lewis D.W., 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in N.Zealand. *N.Z.J. Geol.Geophys.*, 13, pp. 937 – 968.

Fouache, E., 1999. L'Alluvionnement historique en Grece occidentale et au Peloponnese : geomorphologie, archeology et histoire. Supplement BCH, 35, Ed. De Boccard, 235p.

Goldsmith, E. and Hildyard, N. 1984. The Social and Environmental Effects of Large Dams. San Francisco, CA, USA:A Sierra Club Book, 404 pp.

ICOLD 1998a. World Register of Large Dams. ICOLD, Paris.

ICOLD 1988b. Dams and Environment. Case Histories. ICOLD Bulletin 65, Paris, 112 pp.

IEA 2000. Hydropower and the environment: Present context and guidelines for future action. International Energy Agency, Technical Reports, Montréal, Canada.

International Rivers Network 2001. Reviving the world's rivers. International Rivers Network Web Site. URL: <http://www.revirrevival.org/brochure/rrpt2.html>.

I.U.C.N./ U.N.E.P./ W.C.D. (2001), Ecosystem impacts of large dams.

I.U.C.N./ U.N.E.P./ W.C.D. (2001), International Mechanisms for avoiding, mitigating and compensating the impacts of large dams on aquatic and related ecosystems and species, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources and the United Nations Environmental Programme.

Kapsimalis V., Poulos S.E., Tsiavos C., Pavlakis P., Alexandri S., Sioulas A. (2003), Internal Structure of the Late Quaternary Prodelta deposits in a semi-enclosed embayment :The Amvrakikos gulf, NW GREECE. 1st International Conference on Comparing Mediterranean and Black Sea Prodeltas – ComDelta, pp. 54-55.

Kondolf, G.M. 1997. Hungry Water: Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels. *Environmental Management*, Vol. 21, No. 4, pp. 533–551.

Komar D. (1976), Beach Processes and Sedimentation Prentice - Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Lagring, R., (2008) : Monitoring wetlands along 'Western- Greek Bird Migration Route', Vrije Universiteit, Brussel.

M.A. Mimikou: Water Resources in Greece: Present and Future, 2004.

Mediterranean Groundwater Report: Technical Report on groundwater management in the Mediterranean and the Water Framework Directive, 2007.

Mimikou M., 1984, "Floodflow forecasting during dam construction", Water Power & Dam Construction, pp. 15-17.

Mylopoulos Y., (1996).- Sustainable water management in Greece. A dream or a vision? Rational and sustainable use of water resources. Coll. Envir. De l' Univ.deMontreal, II, 652-660.

OECD, 1983.- Environmental policies in Greece. OECD Publ., Paris, 138pp.

Pereira L., Cordery I., Iacovides I. (2002), Coping with water scarcity, International Hydrological Programme, Technical Documents in Hydrology No. 58, U.N.E.S.C.O.

Poulos S.E., Lykousis V., Collins M.B., 1995, "Late Quaternary Evolution of Amvrakikos Gulf, Western Greece", Geo-Marine Letters, Vol.15, pp.9-16.

Poulos S.E., Kapsimalis V., Tziavos C., Pavlakis P., Leivaditis G., Collins M.B., 2005, Sea-level stands and Holocene geomorphological evolution of the northern deltaic margin of Amvrakikos Gulf (western Greece), Zeitschrift fur Geomorphologie N.F., Suppl Vol.137, p.125-145.

Shnittler, N.J., (1994), "A History of Dams. The Useful Pyramids", A.A. Balkema, Rotterdam, Netherlands, 282p.

Taub F. B., 1984.- Ecosystems of the world-lakes and reservoir. Elsevier, Amsterdam, 421pp.

U.N.E.P. (2000), Lakes and Reservoirs Similarities, Differences and Importance, Short Series on Planning and Management of Lakes and Reservoirs, Volume 1 United Nations

Economic Commission for Europe, Environmental Impact Assessment checklist consolidated list, Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context.

UNESCO, 1978.- World water balance and water resources of the earth. UNESCO Publ., Paris, 128pp.

U.S. Geological Survey (USGS), 2005. Science for a changing world.

Vanclay F., Stuart C. (2000), Social Impact Assessment, Contributing Paper, Prepared for the Thematic V2, World Commission on Dams.

Vött A., 2007, “Relative sea level changes and regional tectonic evolution of seven coastal areas in NW Greece since the mid-Holocene”, Quaternary Science Reviews, doi:10.1016/j.quascirev.2007.01.004.

Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments, J. Geology, 30, 377-392.

W.C.D. Guidelines Global Water Partnership (2000), Framework for Action for the Mediterranean: Achieving the vision for the Mediterranean.

W.C.D. (2000), Dams, ecosystems functions and environmental restoration.

W.C.D. (2000), Participation, negotiation and conflict management in large dams projects, Thematic Review V.5, RESOLVE Inc and its International Partners, World Health Organization (1999), Human Health and Dams European Environmental Agency (1998), Lakes and reservoirs in the EEA area.

World Commission on Dams: Dams and Development: a new framework for decision-making, 2000.

Ελληνόγλωσση

Αλμπάνης, Γ., (2010). Προβλήματα ρύπανσης Αμβρακικού κόλπου, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 20/10/2010 Ιωάννινα.

Ανδριώτης, Γ., (2009). “ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟ ΗΠΕΙΡΟΥ-Ένας ανανεώσιμος ενεργειακός πόρος εθνικής σημασίας και πως μπορεί να αξιοποιηθεί.” ΙΩΑΝΝΙΝΑ 20-21 ΜΑΡΤΙΟΥ 2009. library.tee.gr/digital/m2380/m2380_andriotis.pdf.

Αργυράκης, Ι., (2010). Εκμετάλλευση των Υδροηλεκτρικών Σταθμών ως Έργων Πολλαπλού Σκοπού, ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ Α.Ε.

Βερροϊόπουλος, Γ., (1995). Επιλεγμένα θέματα διαχείρισης περιβάλλοντος, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.

Βρυνιώτης Δ. και Παπαδοπούλου Κ., 2004. “Ο πόλος των ποταμών Λούρου και Άραχθου στην ανάπτυξη των ιζημάτων της πεδιάδας της Άρτας με τη συμβολή γεωχημικών παραμέτρων”, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, Vol. XXXVI, Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, σελ. 150-157.

Γεράκης Π.Α.-Τσιούρης Σ.Ε, (1991), Υγρότοποι της Ελλάδας, ΑΠΘ, Τμήμα γεωπονίας, Θεσσαλονίκη.

Δερμιτζάκης Μ.Δ., Λέκκας Σ.Π., 1986. Διερευνώντας τη Γη. Εισαγωγή στη γενική γεωλογία. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Αθηνών, Β΄ Έκδοση.

EKBY.- 1994.- Απογραφή ελληνικών υγροτόπων ως φυσικών πόρων. Εκδ., Ζαλίδης Χ.Γ., Α.Α. Μαντζαβέλας, 587+xviii.

EKBY (Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων) (1998): Μεσογειακή επιτροπή για τους υγροτόπους (MEDCOM 1) περιοδικό «Αμφίβιον» τ. 19/Μάρτιος 1998.

Ε.Κ.Θ.Ε., 1989. Ωκεανογραφική μελέτη Αμβρακικού κόλπου. Τόμος 2.1., Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Τελική Έκθεση, Αθήνα.

Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία & Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, 1992. Το κόκκινο βιβλίο των Απειλούμενων Σπονδυλοζώων της Ελλάδας, Αθήνα, Σελ. 356.

Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, 1994. Σημαντικές περιοχές για τα πουλιά της Ελλάδας.

ΕΛΚΕΘΕ, 2001. Επιστημονικές και τεχνικές υπηρεσίες για τη δημιουργία εγκατάσταση, δοκιμαστική παρακολούθηση και υποστήριξη λειτουργίας συστήματος αυτοματοποιημένου τηλεμετρικού δικτύου σταθμών μέτρησης και έρευνας περιβαλλοντικών παραμέτρων στις λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού.

Ε.Ο.Ε (Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία), 1999. Επιπτώσεις έργων και δραστηριοτήτων στα πτηνά και τους βιοτόπους τους. Διαχείριση βιοτόπων Ορνιθοπανίδας» Επιμέλεια Διονυσία Χατζηλάκου, Ε.Ο.Ε.

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος, 1995, Απογραφή Γεωργίας – Κτηνοτροφίας 1991, ΕΣΥΕ, Αθήνα.

Ζαμάνη – Παπαπέτρου Α. (1995), Γεωμορφολογία, εκδόσεις Παπαδάμη.

Ζαμπάκας Ι., 1981. Γενική Κλιματολογία. Αθήνα Α.Ε.

Καραβίτης, Χ. (2005), Σημειώσεις Διαχείριση Περιβάλλοντος, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Καρπαδάκης Κ., 2001. *Υγρότοποι της Ελλάδας (Αξίες-Κίνδυνοι-Προστασία)*. www.ekby.gr/ekby/el/Greek_Wetlands_main_el.html.

Καρύμπαλης, Ε. (2005), Σημειώσεις Παράκτιας Γεωμορφολογίας, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, Αθήνα.

Καρύμπαλης, Ε.Θ., (2010), Παράκτια Γεωμορφολογία, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.

Καψιμάλης Β., Τζιαβός Χ., Λιβανός Ι., Αναγνώστου Χ., 2004, 'Η νέα εκβολή του Άραχθου ποταμού (ΒΔ Ελλάδα) : Παράγοντες που επηρεάζουν την γεωμορφολογική εξέλιξη', 7^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, σελ 215-221.

Κουσουρήs Θ., 1995.- Δομή και διαχείριση εσωτερικών υδάτων. Διδακτικές σημειώσεις Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Κουσουρήs, Θεόδωρος Σ., 2004, Υγρότοποι και Υγροτοπικές περιοχές.

Λαζάρου Α. (2006). Οδηγία Πλαίσιο για τα νερά (2000/60/ΕΚ). Προκλήσεις και ευκαιρίες για την Ελλάδα. ΥΠΕΧΩΔΕ.

Λεοντάρης Σ., Λειβαδίτης Γ., Σαμπώ Β., Γκουρνέλλος Θ., 1991. Γεωμορφοογία Ελλάδας. Αθήνα.

Μερτζάνης Α., 1995. Γεωμορφολογική Εξέλιξη του Αμβρακικού Κόλπου. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωγραφίας - Κλιματολογίας.

Μερτζάνης Α., 1997, 'Γεωγραφική εξάπλωση των μεταβολών στα υδρογεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης του π.Άραχθου, από την κατασκευή και λειτουργία του Υ/Η φράγματος Πουρνάρι Ι (Αρτα)', 7^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Υ.Ε., σελ. 130-137.

Μπόλτσης, Θ., 1986. Συμβολή στη μελέτη του υδατικού ισοδυνάμου των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων της περιοχής Ηπείρου. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Μιγκίρος, Γ. 2008, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΩΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΠΟΡΟΣ, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών & Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, παρουσίαση PowerPoint.

Μιμίκου Μ.Α., 2005. 'Η περίπτωση του ποταμού Άραχθου' Πρόγραμμα CADSEALAND, Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων Ε.Μ.Π., παρουσίαση PowerPoint.

Μιμίκου, Μ., (2010). Διάβρωση και υφαλμύριση υπογείων υδάτων, ΕΜΠ, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, 20/10/2010 Ιωάννινα.

Νικολάου Ε., 2005, « Εισήγηση – Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του υπόγειου υδατικού δυναμικού της Ηπείρου – διαχειριστικές προτάσεις », ΙΓΜΑ Περιφ.Μονάδα Ηπείρου.

Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων.

Παναγιωτίδης Π., Αναγνώστου Χ., Γεωργόπουλο Δ., Παπαθανασίου Ε., 1985. "Πρόταση περιβαλλοντικής μελέτης για την ορθολογική ανάπτυξη του Αμβρακικού κόλπου", Πρακτικά Επιστημονικής Ημερίδας με θέμα : Προστασία & Ανάπτυξη του Αμβρακικού, σελ. 53-56.

Παπαδουλάκης Β., 2011. Ορθολογική διαχείριση Υδατικών πόρων για την προστασία του Περιβάλλοντος και την αειφορία. www.ekke.gr. Σπάρτη 17/1/2011.

Παπανικολάου Δ., 1989. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΕΛΛΑΔΑΣ, Πανεπιστήμιο Αθηνών. Χάρτης των γεωτεκτονικών ενοτήτων του ελληνικού χώρου.

Πέτρου, Ν. 2001. Αχελώος. Εκδόσεις ΚΟΑΝ / ΒΙΒΛΙΑ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ.

Πούλος, Σ.Ε., 1997. “Το ιζηματολογικό δυναμικό των ελληνικών ποταμών”, Πρακτικά 5^{ου} Πανελλήνιου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Τόμος Ι, σελ.481-482.

Πούλος, Σ., 1999. Ο ρόλος των φραγμάτων στην υδάτινη και ιζηματολογική διαίτα της ελληνικής παράκτιας ζώνης. Πρακτ. 5ου Πανελλήνιου Γεωγρ. Συν. 600-609.

Σούλιος Γ., 1986.- Γενική υδρολογία, Τομ.1, Univ. Stud. Press, Θεσ/νίκη 295σ.

Στεφανάκος Ι.Π., 2008. Πραγματικές περιβαλλοντικές ανησυχίες και προβληματισμοί ή αφορμές για καθολική αντίθεση στα μεγάλα φράγματα;. 1^ο Πανελλήνιο συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων, ΤΕΕ, ΤΕΕ-Τμ.ΚΔΘ, 13-15 Νοεμβρίου, 2008: Λάρισα.

Στουρνάρας Γ., Νάστος Π., Γιόζας Γ., Ευελπίδου Ν., Βασιλάκης Εμμ., Παρτσινεβέλου Σ.Α., Ηλιόπουλος Β., (ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ), 2011 : Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα επιφανειακά και υπόγεια σώματα του Ελλαδικού Χώρου, Ιούνιος 2011.

Τζιαβός Χ., 1993, “Γεωμορφολογική εξέλιξη των βορείων ακτών του Αμβρακικού κόλπου κατά το Ολόκαινο”, *Πρακτικά 4^{ου} Πανελλήνιου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας* σελ.250-253.

Τζιαβός Χ., 1996, “Ωκεανογραφική έρευνα και παλαιογεωγραφική εξέλιξη του Αμβρακικού κόλπου”, Διδακτορική διατριβή Παν/μιου Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωγραφίας - Κλιματολογίας.

Τσαρμπός Β., 1995, “Μελέτη των μεταβολών των ακτών στο Βόρειο Αμβρακικό Κόλπο με GIS” Διπλωματική εργασία στα πλαίσια του Ενδεικτικού Ωκεανογραφίας, σελίδες 160. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2004, “Υγράτοποι μια πολύτιμη εθνική κληρονομιά” Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος.

Τσακίρης Γ., 1966.- Διαχείριση υδατικών πόρων μεγάλης κλίμακας. Διεθνείς εμπειρίες και προοπτικές. Πρακ.Δ. Συν. Διαχ. Υδατ. Πόρων, ΤΕΕ, Λάρισα, σελ 14.

Υ.Α./ΔΥΔΦΠ, 1996.- Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων.Υπουργείο Ανάπτυξης/Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων,σελ., 335+Παραρτ., 1,2,3,4.

ΥΠ.ΑΝ., 2006 :REPORT ON THE PRESSURES AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF WATER BODIES IN THE WATER DISTRICTS OF GREECE AND A METHODOLOGICAL APPROACH FOR FURTHER ANALYSIS ,JUNE 2006

Φιλίντας Αγ., 2008 ; Φράγματα, λειτουργίες οικοσυστήματος και περιβαλλοντικές επιπτώσεις 1ο Πανελλήνιο συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων, ΤΕΕ, ΤΕΕ-Τμ.ΚΔΘ, 13-15 Νοεμβρίου, 2008: Λάρισα

Φιλίντας, Αγ., Χατζόπουλος, Ι. και Πολύζος, Σ. 2008α. Αξιολόγηση της ποιότητας υδατικών επιφανειακών πηγών με χρήση τεχνικών GIS και Γεωστατιστικής. Στο «Φυσικοί πόροι, Περιβάλλον και Ανάπτυξη», επιμ. Αραμπατζής, Γ. και Πολύζος, Σ., Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 695-728.

Φιλίντας, Αγ., Πολύζος, Σ. και Ντιούδης, Π. 2008β. Αγροοικολογικός σχεδιασμός για προστασία εδαφικών και υδατικών πόρων. Στο «Φυσικοί πόροι, Περιβάλλον και Ανάπτυξη», επιμ. Αραμπατζής, Γ. και Πολύζος, Σ., Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 667-694.

Links :

www.etanam.gr

amvrakikos.eu

ekby.gr

ekt.gr

env.duth.gr

ditikiellada.gov.gr

hcmr.gr

library.tee.gr

minerv.gr / ypeka.gr

ornithologiki.gr

ramsar.org

web.auth.gr

wetlands.org