

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

# ΓΕΝΙΚΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

## **Επίδραση ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής του Όρμου Αλμυρής**

*Α. Αλεξούλη - Λειβαδίτη*

*Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Τμήμα Μηχανικών Μεταλ.  
Μεταλλουργών Ε.Μ.Π., Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780, Αθήνα*

### **Περίληψη**

Η περιοχή Αλμυρής βρίσκεται στη δυτική ακτή του Σαρωνικού κόλπου, περί τα 10 km νότια του Ισθμού της Κορίνθου.

Στην εργασία αυτή μελετώνται τα υδρογραφικά συστήματα της περιοχής, οι ανθρωπογενείς επιδράσεις στο χώρο και οι επιπτώσεις τους στο φυσικό περιβάλλον. Οι παρατηρήσεις προέρχονται από τήν υπαίθριο εργασία, από τη μελέτη αεροφωτογραφιών διαφόρων χρονολογιών λήψης, τοπογραφικών χαρτών και του γεωλογικού χάρτη. Από το συνδιασμό, την επεξεργασία των στοιχείων εξήχθησαν και παρουσιάζονται συμπεράσματα σχετικά με τις επιπτώσεις από τίς ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον.

### **Abstract**

Almyri area lays on the western coast of Saronicos gulf, 10km south of t he Channel of Corinthos.

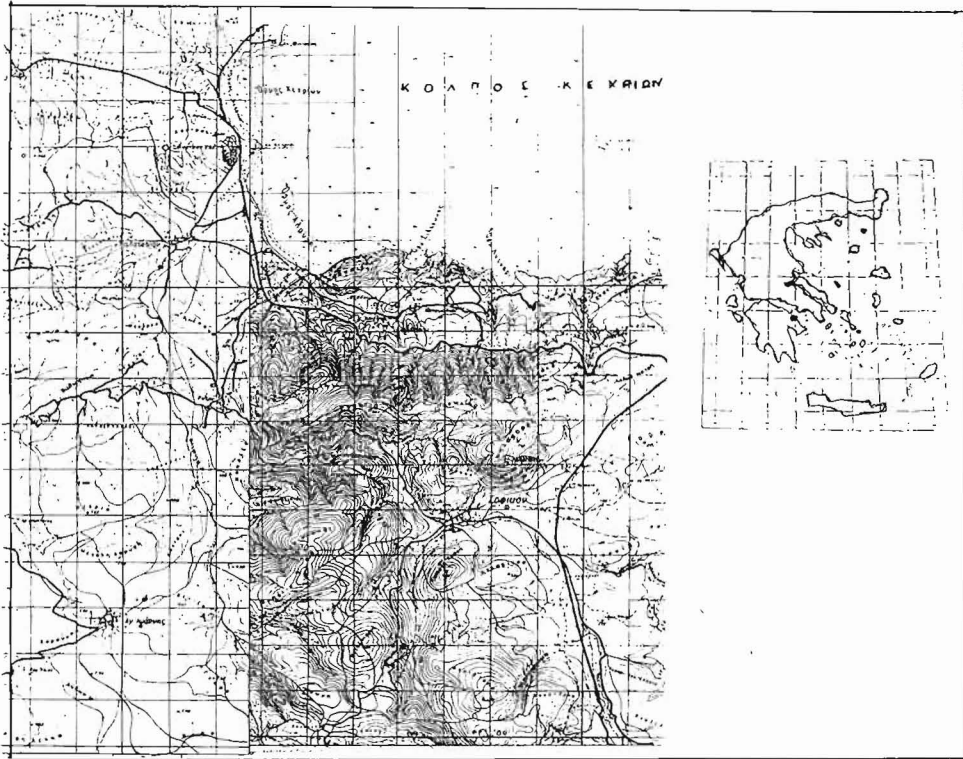
This paper deals with the drainage sytems of the area, human influences and their results on the physical environment. The data drawn from the field work, the study of the maps and the air photos of different years, were processed and the derived results concerning the changes of the environment are presented.

### **Σκοπός - Θέση**

Η εργασία αυτή αφορά στη μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής, στην καταγραφή των ανθρώπινων παρεμβάσεων και των μεταβολών που έχουν επέλθει απ' αυτές.

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται 10 km περίπου νότια του Ισθμού της Κορίνθου, στο βόρειο τμήμα του ορεινού όγκου της Τραπεζώνας (Σχ. 1)

και νότια των Ονείων ορέων. Η ερευνηθείσα περιοχή έχει συνολική έκταση περίπου 84 km<sup>2</sup>.



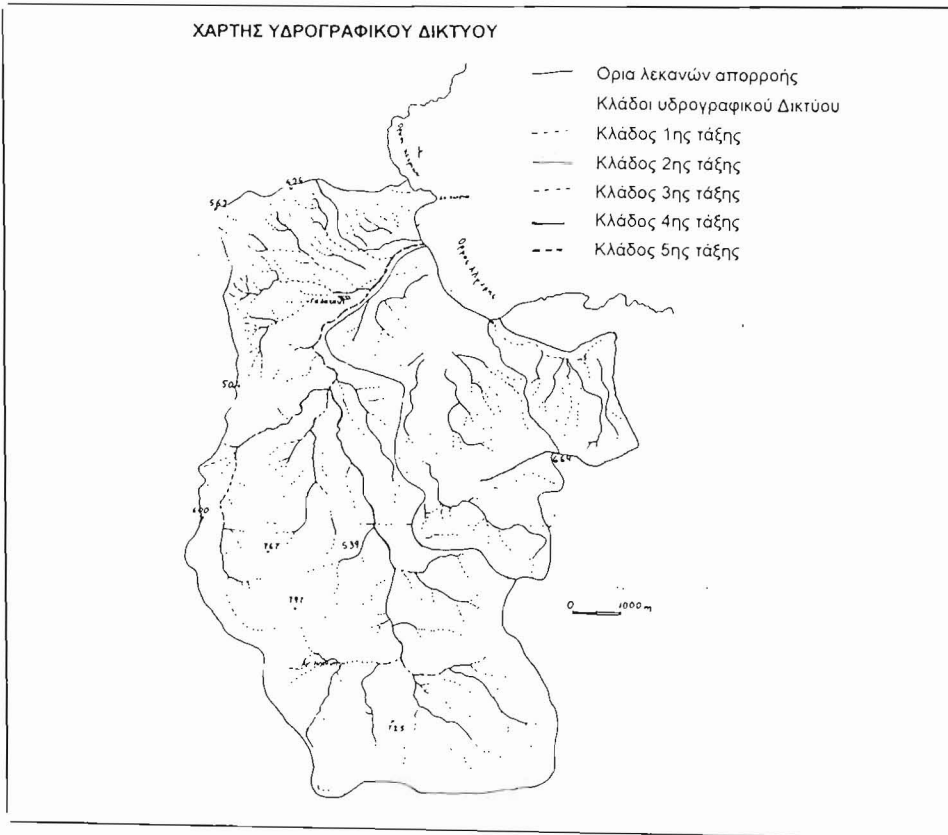
Σχ. 1. Χάρτης περιοχής όρμου Αλμυρής.

Γεωτεκτονικά η περιοχή εντάσσεται στην Πελαγονική ζώνη (γεωλογικοί χάρτες, φύλλα Σοφικό και Κόρινθος, ΙΓΜΕ, 1:50.000). Συναντώνται ασβεστόλιθοι Μέσου-Ανωτ. Τριαδικού, έντονα καρστικοποιημένοι και πάνω σ' αυτούς έχουν αποθεθεί Νεογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις. Οι Νεογενείς αποθέσεις περιλαμβάνουν τη μαργαϊκή σειρά και διακρίνουμε τις λεπτοστρωματώδεις έως λεπτοπλακώδεις λευκότεφρες ασβεστολιθικές μάργες με πολλές λεπτές αργιλικές παρεμβολές. Τους σχηματισμούς αυτούς διαδέχεται μια σειρά ιλυομιγών ή ψαμμιτικών μαργών, που μεταπίπτουν κατά θέσεις σε ελαφρώς κυανότερες ασβεστολιθικές μάργες. Οι τεταρτογενείς αποθέσεις περιλαμβάνουν: Παλαιοδιλυβιακά ιζήματα χερσαίας προέλευσης (συνεκτικά ή ημιχαλαρά κροκαλοπαγή, ιλυόλιθους, κ.λπ.), Τυρρήνιες αποθέσεις και νεότερους τεταρτογενείς σχηματισμούς (κώνους κορημάτων κ.λπ.), πλευρικά κορήματα και ποταμοχειμαρώδεις αποθέσεις.

## Μορφολογία

Ο όρμος Αλμυρής βρίσκεται στις ανατολικές ακτές της Κορινθίας επί του Σαρωνικού κόλπου. Στο βόρειο τμήμα βρίσκονται τα Όνεια όρη και στο νότιο οι βόρειες κλιτύες της Τραπεζώνας. Η ακτή κατά τον άξονα ΒΔ-ΝΑ είναι χαλικώδης και εκβάλλουν σ' αυτήν δύο ρεύματα, το ένα περίπου στο μέσον και το άλλο στο νότιο τμήμα. Οι νότιες ακτές του όρμου είναι ασβεστολιθικές και κλίνουν με κλίσεις περίπου  $30^\circ$  προς τη θάλασσα. Το εσωτερικό της περιοχής είναι τμήμα της λοφώδους Κορινθίας και αποτελείται από σχετικά χαμηλές εσωτερικές λεκάνες απορροής (Σχ. 2) που αποστραγγίζονται από τα ρεύματα, που εκβάλλουν στην ακτή.

Διακρίνουμε δύο κύρια υδρογραφικά συστήματα, το ένα είναι το ρεύμα Ξεριάς και το άλλο του Αγ. Ιωάννη. Το ρεύμα του Αγ. Ιωάννη, 5ης



Σχ. 2. Χάρτης υδρογραφικού Δικτύου.

τάξης, πηγάζει από τις νότιες κλιτύες της Τραπεζώνας, η κύρια κοίτη του ακολουθεί ΒΒΔ διεύθυνση για ένα μήκος περίπου 6 km και στη συνέχεια κάμπεται σχεδόν κατ' ορθήν γωνία προς ΑΒΑ και διασχίζοντας απόσταση 2 km, εκβάλλει στον όρμο Αλμυρής, ακολουθώντας τις κύριες τεκτονικές γραμμές. Το ρεύμα Ξεριάς, 3ης τάξης, αποστραγγίζει άλλη αυτοτελή λεκάνη, ρέει ανατολικά του προηγούμενου και εκβάλλει στο νότιο τμήμα του όρμου. Εκτός από τα υδρογραφικά αυτά συστήματα η περιοχή αποστραγγίζεται από άλλα μικρότερα, 2ης τάξης, τέσσερα στο νότιο τμήμα και τρία στο βόρειο τμήμα, που δεν εκβάλλουν στη θάλασσα, αλλά εξαφανίζονται στο κατώτερο τμήμα της λεκάνης.

Το ρεύμα του Αγ. Ιωάννη, 1 km μετά την προς ΑΒΑ καμπή του, κοντά στο χωριό Γαλατάκι, συμβάλλει με ένα κλάδο 4ης τάξης που αποστραγγίζει το βόρειο τμήμα της λεκάνης και συνεχίζουν την πορεία τους προς τη θάλασσα εκσκάπτοντας την κοίτη τους πάνω σε ένα μεγάλο κώνο κορημάτων. Στο ίδιο ύψος διακρίνονται άλλοι μικρότεροι κώνοι κορημάτων στους οποίους καταλήγουν τα άλλα μικρότερα αυτοτελή ρεύματα που βρίσκονται βορειότερα. Εκατέρωθεν της κοίτης του ρεύματος του Αγίου Ιωάννη, μόνον, παρατηρήθηκαν, 4 ζεύγη αναβαθμίδων. Οι αναβαθμίδες μαζί με τη μεγάλη ανάπτυξη των κώνων κορημάτων είναι ενδεικτικά στοιχεία της έντονης τεκτονικής δραστηριότητας, που επικρατεί στην περιοχή, όπου όπως φαίνεται επικρατούν ανοδικές τάσεις.

Το ρεύμα Ξεριάς παρουσιάζει μονόπλευρη ανάπτυξη των κλάδων του και σε πολλές θέσεις μεγάλη κατά βάθος διάβρωση της κοίτης του, ενώ αυτή κοντά στις εκβολές γίνεται τελείως ανενεργή. Στο ρεύμα αυτό δεν παρατηρήθηκαν ανθρωπογενείς επεμβάσεις.

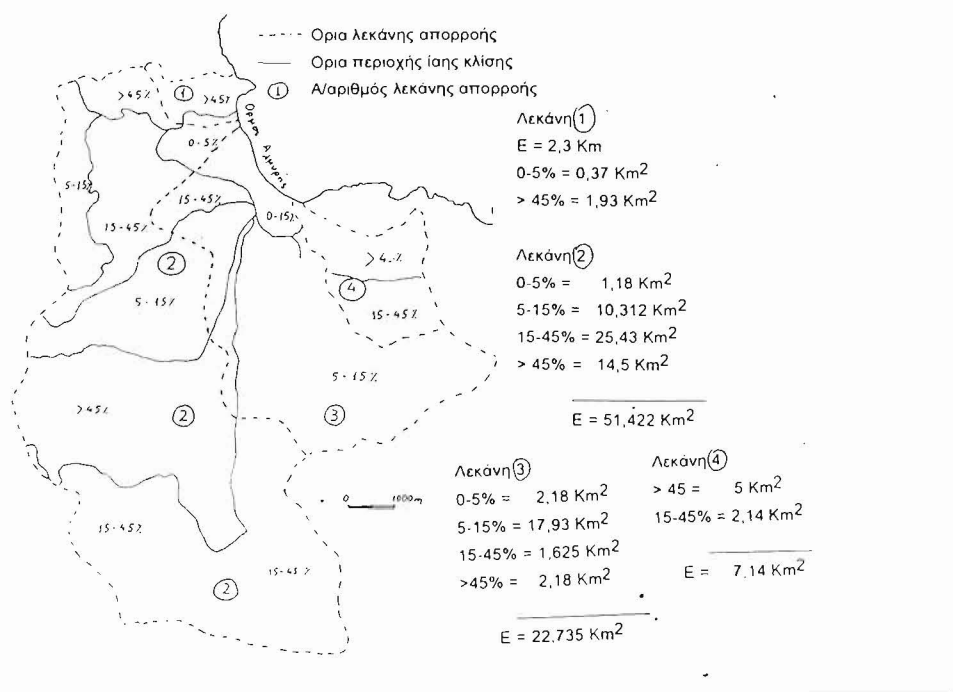
Η πεδιάδα της Αλμυρής - Ωραιάς Ελένης είναι μια τεκτονική τάφρος που σχηματίζεται μεταξύ των Ονείων ορέων και του ορεινού όγκου της Τραπεζώνας με διεύθυνση Α - Δ και είναι παράλληλη με την τάφρο του Ισθμού. Οι τεκτονικές κινήσεις κατά το τεταρτογενές και το ολόκαινο έχουν διαδραματίσει πολύ σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της περιοχής και αυτό θα αποτελέσει το αντικείμενο προσεχούς μορφοτεκτονικής μελέτης μας.

Κοινό χαρακτηριστικό όλων των υδρογραφικών συστημάτων της περιοχής είναι η έλλειψη νερού, κατά το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου, εκτός από περιόδους έντονων βροχοπτώσεων. Στα υψηλότερα τμήματα και έως τις ισούψεις των 20 m ή 30 m παρατηρείται έντονη κατά βάθος διάβρωση της κοίτης, που σε πολλά σημεία φθάνει τα 20 m, με ενεργές αλλά ξηρές κοίτες κατά το μεγαλύτερο διάστημα. Η διάβρωση εξασθενεί και σταματά εντελώς στο υψόμετρο αυτό και σχηματίζοντας αβαθείς και ασαφείς κατά τό πλείστον κοίτες, οι οποίες καταλαμβάνονται περιοδικά μόνον από νερό. Μερικές απ' αυτές σήμερα έχουν διαμορφωθεί και κα-

ταλήγουν στη θάλασσα, ενώ στο μεγαλύτερο μέρος εξαφανίζονται εξ' αιτίας της κατείσδυσης του νερού μέσα στις χαλαρές προσχώσεις και των καλλιεργειών και διαμορφώσεων, που έχουν γίνει.

Σχεδόν ολόκληρη η πεδινή έκταση καλύπτεται από κροκάλες και τροχμάλες διαμέτρου 10-30 cm που, όπως φαίνεται από τη σύσταση των πετρωμάτων, δεν οφείλεται στη διάβρωση, αλλά έχουν μεταφερθεί κατά τη διάρκεια μεγάλων πλημμυρικών επεισοδίων. Από το γεγονός αυτό αφ' ενός και από την διαπίστωση 2-3 μεγάλων πλημμυρικών επεισοδίων που υπέπεσαν στην αντίληψή μας μετά το 1970, αποφασίσαμε να διερευνήσουμε τα αίτια που τα προκάλεσαν. Για το λόγο αυτό προβήκαμε στις ακόλουθες ενέργειες. Εντοπίσαμε και καταγράψαμε τις μεταβολές που επήλθαν από ανθρωπογενείς παράγοντες, με επιτόπιες έρευνες και με χρήση αεροφωτογραφιών που ελήφθησαν σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα (1945, 1960, 1987) και συγκρίναμε τα στοιχεία αυτά με τη σημερινή κατάσταση. Υπολογίσαμε την επιφανειακή απορροή 24ώρου των υδρογραφικών λεκανών και την πλημμυρική παροχή αιχμής. Επίσης υπολογίσαμε την παροχетеυτική ικανότητα των γεφυρών

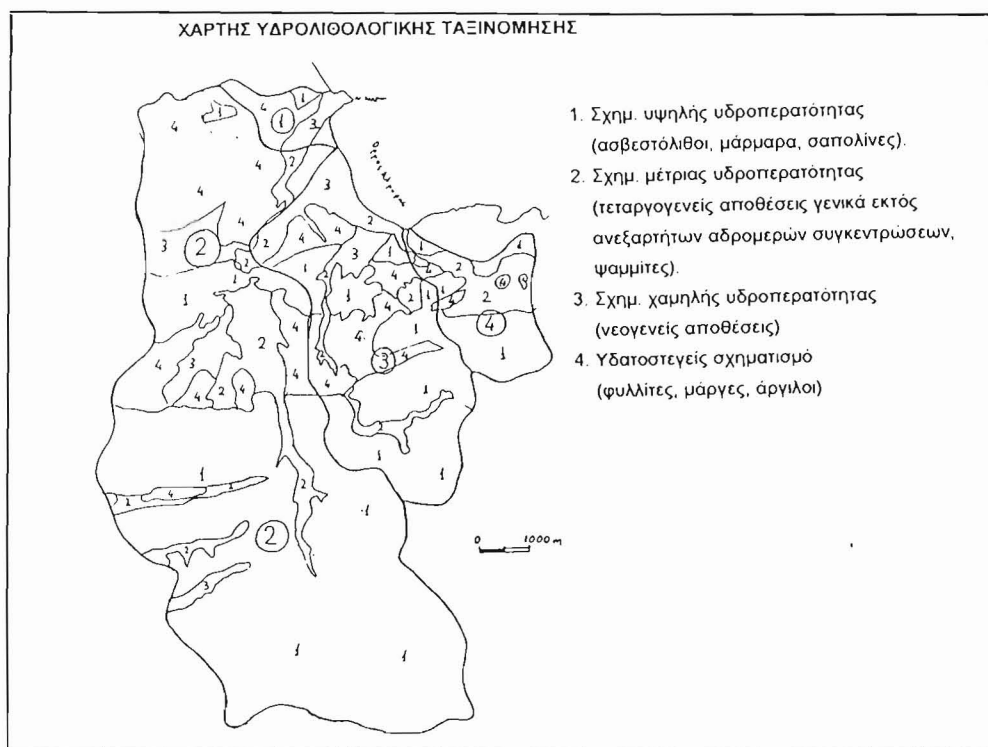
#### ΧΑΡΤΗΣ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΛΙΣΕΩΝ



Σχ. 3. Χάρτης μορφολογικών κλίσεων.

και των αγωγών που έχουν κατασκευασθεί στην εθνική οδό, που στην περιοχή της Ωραίας Ελένης περνά σε μικρή απόσταση από τη θάλασσα (μέχρι και 5 m από την ακτή) και επιτρέπουν την αποστράγγιση του εσωτερικού χώρου.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται στο υψηλότερα τμήματα από ένονο ανάγλυφο. Η κλίση των κλιτύων ποικίλλει από θέση σε θέση και εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη λιθολογία (Σχ. 3 και 4). Για παράδειγμα αναφέρουμε ότι η κλίση των κλιτύων των Ονείων ορέων (ασβεστόλιθοι) είναι μεγαλύτερη του 45% , ενώ στο σχεδόν επίπεδο αλλουβιακό πεδίο οι κλίσεις είναι της τάξης 0-5%. Η κατανομή των κλίσεων δίνεται στο χάρτη του Σχ. 3.

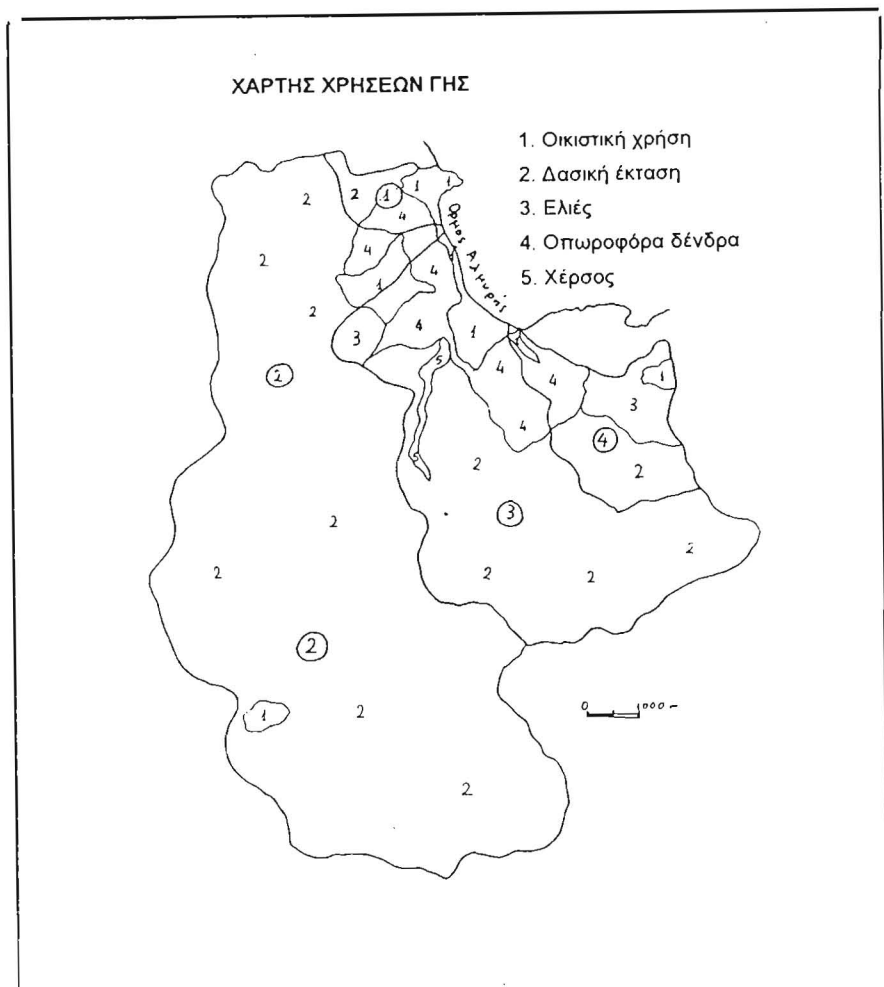


Σχ. 4. Χάρτης υδρολιθικής ταξινόμησης.

## Χρήση γης - Τεχνικά έργα

Η ανάπτυξη των διαφόρων περιοχών και κυρίως των παράκτιων είναι ραγδαία τις τελευταίες δεκαετίες με συνέπειες θετικές και αρνητικές για το φυσικό περιβάλλον. Η ανάπτυξη αυτή έχει ως συνέπεια τη δημι-

ουργία τεχνικών έργων και την αλλαγή της χρήσης γης (Σχ. 5). Οι μεταβολές αυτές είναι μεγάλες και οφθαλμοφανείς στην περιοχή που διερευνούμε, τις οποίες θα αναφέρουμε σε συντομία.



**Σχ. 5.** Χάρτης χρήσεων Γης.

Η πρώτη σημαντική παρέμβαση έγινε αρκετά χρόνια πριν τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο με τη δημιουργία του επαρχιακού δρόμου Κορίνθου-Σοφικού. Όπως φαίνεται στο Σχ. 6 μόνο δύο γέφυρες υπήρχαν για τη διέλευση των κλάδων 10-11 και 12. Στη συνέχεια η κατασκευή της Εθνικής Οδού που έγινε γύρω στο 1968 επέφερε τις μεγαλύτερες μεταβολές. Περνά πολύ κοντά στην ακτή, μέχρι και 5 m απ' αυτή και σε



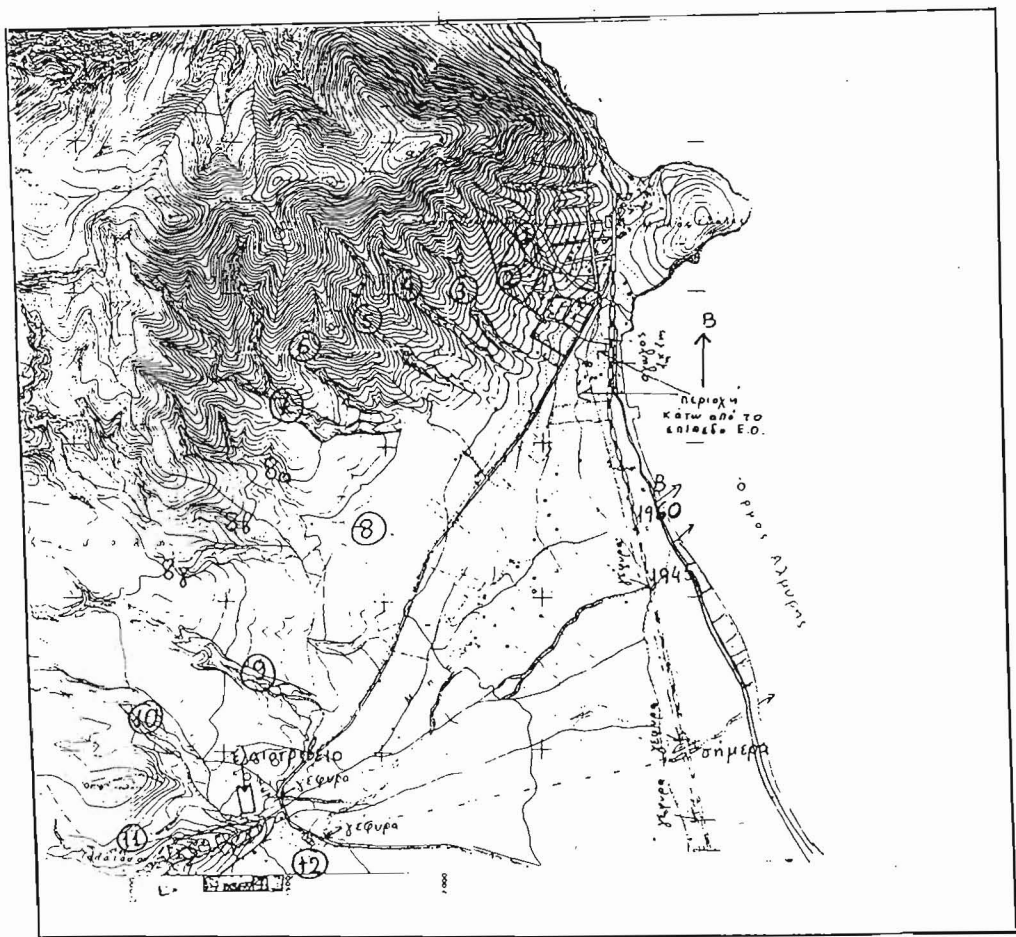
πολλά σημεία είναι υπερυψωμένη από 1 m έως 5 m. Κατά μήκος του δρόμου (Σχ. 6) έχουν δημιουργηθεί αγωγοί ή γέφυρες για να διέρχονται τα νερά, που προέρχονται από την αποστράγγιση των λεκανών απορροής.

Μετρήσαμε τις διαστάσεις των αγωγών και των γεφυρών και υπολόγισαμε την παροχετευτική τους ικανότητα σε συνάρτηση με την κλίση τους και την τραχύτητα της κοίτης, την οποία δίνουμε πιο κάτω.

Διαστάσεις αγωγού	Παροχετευτική ικανότητα
κυκλικός αγωγός δ. 80cm	2 m <sup>3</sup> /sec
1m × 1m τσιμέντ.	5 m <sup>3</sup> /sec
γέφυρα 4m × 4m	190 cm <sup>3</sup> /sec
γέφυρα 20m × 3m	1000 m <sup>3</sup> /sec
γέφυρα 2m × 1,5m κλίση 2%	20 m <sup>3</sup> /sec
αν θεωρηθεί η κλίση 2,5%	25 m <sup>3</sup> /sec
1 × 1	6 m <sup>3</sup> /sec

Άλλες παρεμβάσεις που τροποποιούν τη μορφή του υδρογραφικού δικτύου είναι οι επιχωματώσεις που γίνονται στις κοίτες και διακόπτουν την επικοινωνία των κοιτών μικρής τάξεως με τις μεγαλύτερες κατά την περίοδο βροχοπτώσεων, το όργωμα και οι καλλιέργειες και τέλος η δημιουργία δρόμων ή το κτίσιμο κατά μήκος της κοίτης. Στο Σχήμα 6 σημειώνουμε τέτοιες επεμβάσεις. Στα σημεία 1,2 και 9 η κοίτη διακόπτεται από την κατασκευή δρόμου, 11α κατασκευή κτιρίου: 6,7,8,9 και Γ δενδροφυτεύσεις και 10 τεχνητή επιπέδωση και δενδροφύτευση, με αποτέλεσμα να εξαφανίζονται οι κοίτες και το νερό να διαχέεται στην ευρύτερη περιοχή.

Η μορφή που παρουσιάζουν οι κοίτες δηλ. να διακόπτονται και να μην καταλήγουν στη θάλασσα, να είναι ασυνεχείς ή να παλινδρομούν, είναι ένα συνηθισμένο φαινόμενο όταν διασχίζουν κώνους κορημάτων, όπως στην προκειμένη περίπτωση. Για την αποφυγή όμως πλημμυρών θά μπορούσε να διευθετηθούν τεχνητά μερικές κοίτες, που θα διευκόλυναν την κατευθυνόμενη αποστράγγιση, ώστε να αποφεύγεται η διάχυτη απορροή και οι πλημμύρες. Η εκβολή της κύριας κοίτης, όπως φαίνεται από τις αεροφωτογραφίες κατά τη διάρκεια πλημμυρικών επεισοδίων έχει μετακινηθεί κατ' αρχήν βόρεια και στη συνέχεια νότια της αρχικής θέσης (Σχ. 6).



Σχ. 6. Χάρτης της περιοχής Ωραιάς Ελένης - Αλμυρός.

Μια άλλη σημαντική μεταβολή επήλθε από τη δημιουργία του μώλου, μετά το 1945 και εντάθηκε μετά τη δημιουργία της Εθνικής Οδού. Στη διαμόρφωση των ιζημάτων των ακτών, όπως είναι γνωστό, συνεργάζονται θαλάσσιοι και χερσαίοι παράγοντες. Οι επικρατούντες άνεμοι ΒΑ διευθύνσεις, προκαλούν μετακίνηση των ιζημάτων με τη δημιουργία ρευμάτων προς νότον, πράγμα που επιφέρει ελάττωση του πλάτους του αιγιαλού βόρεια του μώλου, εξαιτίας της απομάκρυνσης του υλικού και αύξηση του πλάτους νότια του μώλου, δημιουργώντας αυτή την κλιμακωτή ακτογραμμή. Εξαιτίας της δημιουργίας του δρόμου παρατηρείται ελάττωση της ποσότητας των προφερομένων στην ακτή ιζημάτων και συγχρόνως σμίκρυνση του μεγέθους τους εξαιτίας των κυμάτων. Από

τη δημιουργία του δρόμου (1968) έως σήμερα είναι εμφανής η σμί-κρυνση του μεγέθους των ιζημάτων της ακτής τουλάχιστον από τον Μύλο έως το σημείο Β. Βόρεια του μώλου η ακτή αποτελείται από ψη-φίτες (6-4 mm), νότια του μώλου από χαλίκια 20-64 mm και στο Κοκ-κώση 64-25,6 mm. Εκτός της Εθνικής Οδού όμως, ένας άλλος δρόμος παράκτιος (2 -5 m από την ακτή) δημιουργήθηκε πρόσφατα αλλοιώνον-τας τελείως τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά του αιγιαλού. Είναι προ-φανές ότι στην περίπτωση αυτή ο μώλος λειτούργησε ως groin (τε-χνητός βραχίονας), που εμπόδισε την προς νότο μετακίνηση των ιζημάτων και τη διατήρηση του αιγιαλού στο βόρειο τμήμα. Σε αντίθετη περίπτωση η απομάκρυνση του υλικού σε συνδυασμό με τη μείωση της τροφοδοσίας από την ξηρά εξ αιτίας των ανθρωπογενών παρεμβάσε-ων, θα είχε ως συνέπεια την εξαφάνιση του αιγιαλού από το τμήμα αυτό.

Τέλος στο νότιο τμήμα του όρμου Αλμυρής, στη ζώνη κυματογής και σε απόσταση 50 m απ' αυτή, δια μέσου των αλλουβιακών σχηματισμών αναβλύζουν υφάλμυρες καρστικές πηγές. Αυτές τροφοδοτούνται από τους τριαδικούς ασβεστόλιθους και έχουν παροχή που φθάνει τα 3000 m<sup>3</sup>/h (Σκαγιάς, 1978). Ο χώρος αυτός αποτελούσε υδροβιότοπο και τα νερά του χρησίμευαν στο παρελθόν για την κίνηση νερόμυλου. Σήμερα επιχωματώθηκε και δημιουργήθηκε γήπεδο.

### **Η σχέση βροχής-απορροής 24ώρου Q και πλημμυρικής παροχής αιχμής Q<sub>p</sub> των υδρογραφικών λεκανών της περιοχής Αλμυρής**

Η περιοχή μελέτης των τεσσάρων ερευνοούμενων λεκανών της πε-ριοχής Αλμυρής Ν. Κορινθίας, ανήκει σύμφωνα με το σύστημα διαίρεσης της Διεύθυνσης υδατικού δυναμικού και φυσικών πόρων του Υ.Β.Ε.Τ., στο υδατικό διαμέρισμα (092) της Βόρειας Πελοποννήσου και συγκεκρι-μένα στα υπόλοιπα (99) των υπολεκανών της ευρύτερης περιοχής Αλμυ-ρής-Λουτρών Ωραίας Ελένης, βόρεια του Σοφικού.

Η διαίρεση αυτή της Βόρειας Πελοποννήσου, κατά το Υ.Β.Ε.Τ., σε λεκάνες είναι πολύ χονδρική για τους σκοπούς της έρευνάς μας. Για το λόγο αυτό συντάξαμε το χάρτη του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής (Σχ. 2), χρησιμοποιώντας τοπογραφικούς χάρτες της Γ.Υ.Σ., κλίμακας 1 : 50.000, 1 : 5.000 και αεροφωτογραφίες (Σχ. 2).

Προσδιορίστηκαν το εμβαδόν της λεκάνης σε τετρ. μέτρα, το μέγιστο μήκος της, το μέγιστο πλάτος της, το μέσο πλάτος της, το μέσο υψόμε-τρο της το υψόμετρο εκβολής του κύριου ρεύματος, και η περίμετρός της σε μέτρα. Τα στοιχεία αυτά αναφέρονται αναλυτικά στον Πίν. 1.

Όνομα Λεκάνης	Εκταση (m <sup>2</sup> )	Μέγιστο Μήκος (m)	Μέγιστο Πλάτος (m)	Μέσο Πλάτος (m)	Περιμετρος (m)	Μέσο Υψόμετρο (m)	Ελάχιστο Υψόμετρο (m)	Χρόνος Συρροής		Συντελεστές Ομοιομορφίας Βροχής		
								Ώρες	Λεπτά	Fantoni	Specht	Fruhling
1	2300000	2500,0	1300,0	920,0	8000,0	85	0	1,33	80	0,90	0,93	0,79
2	51420000	14500,0	6750,0	3546,2	43500,0	420	0	3,08	185	0,29	0,72	0,54
3	22735000	7750,0	3500,0	2933,5	26000,0	310	0	2,18	131	0,48	0,77	0,62
4	7140000	4250,0	2400,0	1680,0	12500,0	270	0	1,30	78	0,75	0,85	0,72

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1:** Χαρακτηριστικά των υδρολογικών λεκανών περιοχής Αλμυρής και χρόνος απορροής ή συρροής.

Στη συνέχεια προσδιορίσθηκε ο χρόνος συρροής και οι συντελεστές ομοιομορφίας των λεκανών απορροής, τα οποία αναφέρονται στον ίδιο Πίν. (1). Οι δύο τελευταίοι συντελεστές είναι ιδιαίτερα απαραίτητοι στον προσδιορισμό πλημμυρικών παροχών και συνεπώς στις μελέτες αντιπλημμυρικής προστασίας.

Το μέσο ετήσιο υπολογισθέν ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων ανά υδρογραφική λεκάνη κυμαίνεται από 438 mm έως 445 mm, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5. Τα στοιχεία αυτά προήλθαν από πρόσφατη έρευνα που έχει εκπονηθεί στην ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος. Με βάση τις μέγιστες βροχοπτώσεις εικοσιτετραώρου, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις κατά Gumbel και προσδιορίστηκαν οι μέγιστες προβλεπόμενες - αναμενόμενες τιμές των υψών βροχής για διάστημα πέντε (5), δέκα (10) και εικοσιπέντε (25) ετών. Τα αποτελέσματα αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα.

Μέγιστες τιμές βροχής 24ώρου για διαστήματα 5, 10, και 25 ετών, κατά Gumbel.

47	$< X_5 <$	69
53	$< X_{10} <$	83
60	$< X_{25} <$	101

### Υπολογισμός της απορροής 24ώρου (Q) και της παροχής αιχμής (Qp) των ερευνομένων υδρολογικών λεκανών με τη μέθοδο της S.C.S.

Χρησιμοποιήθηκε και εφαρμόστηκε η μεθοδολογία προσδιορισμού της σχέσης βροχής - απορροής και παροχής αιχμής της «Soil Conservation Service (S.C.S.)» των Η.Π.Α.

Ο υπολογισμός του αριθμού καμπύλης απορροής ή ειδικού συντελεστή απορροής (CN) κατά στοιχειώδες ομοιογενές τμήμα εδαφικής επιφάνειας των ερευνομένων λεκανών απορροής στην ευρύτερη περιοχή Αλμυρής, έγινε με τις εξής επιμέρους διαδικασίες. Συντάχθηκαν χάρτες υδρολιθολογικής ταξινόμησης (Σχ. 4, Πίν. 2 και χρήσεων γης Σχ. 5, Πίν. 3):

Όνομα Λεκάνης	Εκταση Υδρολογικής Λεκάνης (m <sup>2</sup> )	Υδροπέρατοι		Μέτρια Υδροπέρατοι		Χαμηλά Υδροπέρατοι		Υδατοστεγείς	
		Εκταση (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό %	Εκταση (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό %	Εκταση (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό %	Εκταση (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό %
1	2300000	120000	5,22	900000	39,13	480000	20,87	800000	34,78
2	51420000	32670000	63,54	3500000	6,81	2500000	4,86	12750000	24,80
3	22735000	15000000	65,98	2000000	8,80	2000000	8,80	3735000	16,43
4	7140000	2700000	37,82	3640000	50,98	0	0	800000	11,20

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2:** Περαιτότητα πετρωμάτων υδρολογικών λεκανών (4 κατηγορίες).

Όνομα Λεκάνης	Εκταση Υδρολογικής Λεκάνης (m <sup>2</sup> )	Αστική Περιοχή		Δασική Περιοχή		Δενδροκαλλιέργειες		Χέρσα Περιοχή	
		Εκταση (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό %	Εκταση (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό %	Εκταση (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό %	Εκταση (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό %
1	2300000	610000	26,52	970000	42,17	720000	31,30	0	0
2	51420000	870000	1,69	46690000	90,80	1870000	3,64	1990000	3,87
3	22735000	180000	0,79	18105000	79,63	4450000	19,57	0	0
4	7140000	500000	7,00	4100000	57,42	2540000	35,57	0	0

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3:** Κάλυψη (χρήση) γης της επιφάνειας των υδρολογικών λεκανών (4 κατηγορίες).

Τέλος συντάχθηκε χάρτης αριθμού καμπύλης απορροής (CN). Ο προσδιορισμός αυτός αποτελεί παράγωγο του τροποποιημένου χάρτη εδαφικής κάλυψης, (5) και του χάρτη υδρολιθολογικής ταξινόμησης (4). Επικουρικά χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από αεροφωτογραφίες (Α/Φ) και δορυφορικές φωτογραφίες της περιοχής μελέτης (Sojuzkarta, κλίμακας 1:210.000 περίπου λήψεως 1984).

Οι αριθμοί καμπύλης απορροής (CN) που δεχθήκαμε για κάθε συνδυασμό χρήσης/κάλυψης γης και υδρολιθολογικής ταξινόμησης είναι αυτοί που προτείνονται από την μέθοδο της S.C.S. των Η.Π.Α.

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΙΘΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ 24ΩΡΟΥ (Q)

Στον Πίνακα (4) έχει υπολογισθεί ο μέσος σταθμικός αριθμός καμπύλης απορροής και των τεσσάρων υδρολογικών λεκανών της ευρύτερης περιοχής Αλμυρής.

Όνομα Λεκάνης	Έκταση (m <sup>2</sup> )	Ειδικό Συντελεστής Απορροής (CN)					Συντελεστής Λεκάνης
		30-35	49-62	67-74	75-84	85-95	
1	2300000	92000	966000	575000	0	667000	68
2	51420000	33423000	4627800	10798200	0	2571000	45
3	22735000	14777750	2500850	0	2728200	2728200	48
4	7140000	2213400	4355400	0	0	571200	51

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4:** Ειδικός συντελεστής απορροής των υδρολογικών λεκανών της Αλμυρής.

Στη συνέχεια από τις γνωστές εξισώσεις ή από το διάγραμμα συσχέτισμού, όπως προτείνεται στην μέθοδο της S.C.S. υπολογίσθηκε ο αριθμός καμπύλης απορροής υγρής και ξηράς περιόδου.

Έτσι υπολογίζεται και παρουσιάζεται τελικά το αποτελέσμα της μέγιστης πιθανής απορροής εικοσιτετράωρου, τόσο σε κανονικές όσο και σε υγρές συνθήκες εδάφους, πριν την εκδήλωση του περιστατικού της βροχής, που προκύπτει από το μοντέλο απορροής των υδρολογικών λεκανών της Αλμυρής, με βάση τις μέγιστες βροχοπτώσεις εικοσιτετράωρου που προέκυψαν από τις αναλύσεις βροχοπτώσεων κατά Gumbel.

Όνομα Λεκάνης	Εκταση Λεκάνης (m <sup>2</sup> )	Ύψος Μέσης Ετήσιας Βροχής (mm)	Ύψος Μέγιστης Βροχής 24ώρου (P) (mm)			Χρόνος Συρροής (min)	Μέσος Ειδικός Συντελεστής Απορροής (CN) %			Ia = 0,2 • S		
			5 έτη	10 έτη	25 έτη		Κανον. Συνθ.	Υγρές Συνθ.	Ξηρές Συνθ.	Κανον. Συνθ.	Υγρές Συνθ.	Ξηρές Συνθ.
1	2300000	440,00	69	83,00	101,00	79,85	68	83	49	23,54	10,05	53,69
2	51420000	445,00	69	83,00	101,00	184,57	45	66	27	61,03	26,06	139,22
3	22735000	442,00	69	83,00	101,00	130,76	48	68	28	55,99	23,91	127,71
4	7140000	438,00	69	83,00	101,00	77,88	51	71	31	48,55	20,73	110,75

P-Ia (με P στα 25 έτη)			Μέγιστη Απορροή 24ώρου (Q) (mm)	Μέγιστη Απορροή 24ώρου (Q) (m <sup>3</sup> )	Μέγιστης Απορροής 24ώρου (Q) (mm)	Μέγιστη Απορροή 24ώρου (Q) (m <sup>3</sup> )	Μέγιστη Πιθανή Παροχή Αιχμής (Qp) (m <sup>3</sup> /sec)	Μέγιστη Πιθανή Παροχή Αιχμής (Qp) (m <sup>3</sup> /sec)
Κανον. Συνθ.	Υγρές Συνθ.	Ξηρές Συνθ.	Κανονικές συνθήκες με περίοδο επαναφοράς τα 25 έτη	Κανονικές συνθήκες με περίοδο επαναφοράς τα 25 έτη	Υγρές συνθήκες με περίοδο επαναφοράς τα 25 έτη	Υγρές συνθήκες με περίοδο επαναφοράς τα 25 έτη	Κανονικές συνθήκες με περίοδο επαναφοράς τα 25 έτη	Κανονικές συνθήκες με περίοδο επαναφοράς τα 25 έτη
77,46	90,95	47,31	30,74	70712,96	58,58	134730,92	0,92	1,75
39,97	74,94	- 38,22	4,63	237989,73	27,36	1406948,52	3,09	18,29
45,01	77,09	- 26,71	6,23	141737,00	30,23	687171,07	1,84	8,94
52,45	80,27	- 9,75	9,32	66522,70	35,03	250102,98	0,87	3,25

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5:** Μοντέλο Απορροής Μέγιστης Βροχής 24ώρου και Πλημμυρικής Παροχής Αιχμής.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών φαίνονται πινακοποιημένα στον Πίνακα (5). Από αυτόν τον Πίνακα προκύπτει ότι η μέγιστη πιθανή απόρροη 24ώρου (Q) σε κάθε ερευνοούμενη λεκάνη είναι:

Όνομα Λεκάνης	Μέγιστη πιθανή Απορροή 24ώρου (Q) σε mm		Μέγιστη πιθανή Απορροή 24ώρου (Q) σε m <sup>3</sup> /24ωρο	
	Κανονικές Συνθ. Υγρές Συνθ.		Κανονικές Συνθ. Υγρές Συνθ.	
1	30,74	58,58	70713	134731
2	4,63	27,36	237990	1406949
3	6,23	30,23	141737	687171
4	9,32	35,03	66523	250103

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ (Q<sub>p</sub>).

Για την εκτίμηση της παροχής αιχμής των υδρολογικών λεκανών της Αλμυρής, σύμφωνα με τη μεθοδολογία της S.C.S., είναι απαραίτητος η γνώση της διάρκειας της μοναδιαίας πλεονασματικής βροχής ΔD του μοναδιαίου υδρογραφήματος της λεκάνης, που ορίζεται ίση με  $0,133 \times T_c$  (όπου  $T_c$  ο χρόνος ολικής συρροής της λεκάνης), καθώς και το ύψος της βροχής στα χρονικά διαστήματα ΔD.

Ο χρόνος συρροής  $T_c$  υπολογίστηκε με βάση τους τύπους του GBiandotti και του Kerby, σύμφωνα με το Π.Δ. 696/74, άρθρο 187. Έτσι ο μέσος χρόνος συρροής  $T_c$  και επομένως η διάρκεια της πλεονασματικής βροχής ΔD για τις λεκάνες της Αλμυρής βρέθηκαν να είναι:

Όνομα Λεκάνης	Χρόνος συρροής ( $T_c$ ) σε min	Διάρκεια πλεονασματικής βροχής (ΔD) σε min
1	79,85	10,62
2	184,57	24,55
3	130,76	17,39
4	77,88	10,36

Για το μετρικό σύστημα η παροχή αιχμής  $Q_p$  του μοναδιαίου υδρογραφήματος δίνεται από την εξίσωση:

$$Q_p = (0,208 \cdot A \cdot Q) / [\Delta D / 2 + 0,6 \cdot T_c]$$



όπου ισχύει:

Λεκάνη 1	Λεκάνη 2	Λεκάνη 3	Λεκάνη 4
A = 2,30km <sup>2</sup>	A = 51,42 km <sup>2</sup>	A = 22,735 km <sup>2</sup>	A = 7,14 km <sup>2</sup>
Κανονικές Συνθήκες Q = 30,74 mm	Κανονικές Συνθήκες Q = 4,63 mm	Κανονικές Συνθήκες Q = 6,23 mm	Κανονικές Συνθήκες Q = 9,32 mm
Υγρές Συνθήκες Q = 58,58 mm	Υγρές Συνθήκες Q = 27,36 mm	Υγρές Συνθήκες Q = 30,23 mm	Υγρές Συνθήκες Q = 35,03 mm
ΔD = 0,177 ώρες Tc = 1,33 ώρες	ΔD = 0,409 ώρες Tc = 3,076 ώρες	ΔD = 0,290 ώρες Tc = 2,179 ώρες	ΔD = 0,173 ώρες Tc = 1,298 ώρες
<b>Κανονικές Συνθήκες</b> <b>Qp = 0,92 m<sup>3</sup>/sec</b>	<b>Κανονικές Συνθήκες</b> <b>Qp = 3,09 m<sup>3</sup>/sec</b>	<b>Κανονικές Συνθήκες</b> <b>Qp = 1,84 m<sup>3</sup>/sec</b>	<b>Κανονικές Συνθήκες</b> <b>Qp = 0,87 m<sup>3</sup>/sec</b>
<b>Υγρές Συνθήκες</b> <b>Qp = 1,75 m<sup>3</sup>/sec</b>	<b>Υγρές Συνθήκες</b> <b>Qp = 18,29 m<sup>3</sup>/sec</b>	<b>Υγρές Συνθήκες</b> <b>Qp = 8,94 m<sup>3</sup>/sec</b>	<b>Υγρές Συνθήκες</b> <b>Qp = 3,25 m<sup>3</sup>/sec</b>

Ας σημειωθεί ότι για τον υπολογισμό της απορροής Q χρησιμοποιήθηκε ως ύψος βροχής P η μέγιστη τιμή της βροχόπτωσης 24ώρου με περίοδο επαναφοράς τα 25 έτη, με βάση την κατανομή Gumbel από την ανάλυση των χρονοσειρών των ημερησίων (24ώρου) μεγίστων τιμών των υψών υετού που αντιστοιχεί σε χρόνο ίσο με το χρόνο συρροής της λεκάνης (Tc). Έγινε δηλαδή η παραδοχή ότι το ύψος του υετού που έπεσε σε χρονικό διάστημα ίσο με την διάρκεια του χρόνου συρροής (Tc), είναι ίσο με  $P \times (Tc/24)$ , και το Tc εκφράζεται σε ώρες. Οπωσδήποτε η παραδοχή αυτή δίδει τις ακραίες τιμές της μέγιστης πιθανής παροχής αιχμής που μπορεί να εκδηλωθεί στην περιοχή των ερευνούμενων υδρολογικών λεκανών σε ακραίες περιπτώσεις και σπανίως. Παρόλαυτα είναι πιθανές να εμφανισθούν κάποια χρονική στιγμή και τα σχεδιαζόμενα αποχετευτικά και αποστραγγιστικά έργα θα πρέπει να τις προβλέπουν και να τις λαμβάνουν υπόψη.

Τέλος ας σημειωθεί ότι όλες οι αναλύσεις έγιναν τόσο σε κανονικές όσο και σε υγρές συνθήκες εδάφους πριν από την εκδήλωση του περιστατικού της βροχής.

## Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η περιοχή του όρμου Αλμυρής είναι τμήμα της λοφώδους Κορινθίας και περιλαμβάνεται μεταξύ των βορείων κλιτύων της Τραπεζώνας και των Ονειών ορέων, ανατολικά δε, βρέχεται από το Σαρωνικό κόλπο. Δοαρρέεται από δύο κύρια υδρογραφικά συστήματα. Ένα στο νοτιοανα-

τολικό τμήμα της με διεύθυνση περίπου Β-Ν, του ρέματος Ξεριά, 3ης τάξης και ένα κατά πολύ μεγαλύτερο του Αγ. Ιωάννη, 5ης τάξης με διεύθυνση της κοίτης κατά το μεγαλύτερο τμήμα ΒΒΔ-ΝΝΑ η οποία στη συνέχεια κάμπτεται προς ΑΒΑ, ακολουθώντας τις κύριες τεκτονικές γραμμές και εκβάλλουν και τα δύο στον όρμο της Αλμυρής.

Η περιοχή έχει έντονο ανάγλυφο και στο εσωτερικό λοφώδες τμήμα τα ρεύματα εκσκάπτουν έντονα τις κοίτες τους κατά βάθος από 1-20 m. Φθάνοντας τα ρεύματα προς το πεδινό τμήμα γίνονται ανενεργά και οι περισσότερες κοίτες διαχέονται και αποστραγγίζονται μέσα στις προσχώσεις. Από το χωριό Γαλατάκι σε υψόμετρο 50-30 m περίπου έχει αναπτυχθεί ένας μεγάλος κώνος κορημάτων, ο οποίος επικαλύπτει τα κατώτερα όρια άλλων μικροτέρων κώνων κορημάτων, που είχαν διαμορφωθεί μπροστά στα ρεύματα που αποστραγγίζουν τις νότιες κλιτύες των Ονείων ορέων. Στο σημείο αυτό διακρίναμε την ύπαρξη τεσσάρων ζευγών αναβαθμιδών, οι οποίες σε συνδυασμό με την κατά βάθος διάβρωση των ρεμάτων συνηγορούν για την έντονη πρόσφατη ή και σύγχρονη τεκτονική δραστηριότητα της περιοχής και μάλιστα για ανοδικές κινήσεις. Με το αντικείμενο αυτό επιφυλασσόμαστε να ασχοληθούμε σε προσεχή εργασία.

Αλεπάλληλα πλημμυρικά επεισόδια της τελευταίας εικοσαετίας μας ώθησαν να διερευνήσουμε τους φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες που προκαλούν τα φαινόμενα αυτά. Για το λόγο αυτό συντάξαμε χάρτες χρήσεων γης, υδρολιθολογικό και κλίσεων και υπολογίσαμε την απορροή 24ώρου και την παροχή αιχμής των ερευνημένων υδρογραφικών λεκανών με τη μέθοδο S.C.S. Επίσης τη μεγίστη πιθανή απορροή 24ώρου σε ξηρές και υγρές συνθήκες με περίοδο επαναφοράς 5, 10 και 25 χρόνια. Σημειώσαμε τη θέση των αγωγών και γεφυρών που υπάρχουν κυρίως στην Εθνική Οδό και υπολογίσαμε την παροχετευτική τους ικανότητα. Συγκρίναμε τα στοιχεία αυτά και διαπιστώσαμε ότι τα υπάρχοντα έργα είναι ικανοποιητικά και επαρκή για την αποστράγγιση της περιοχής χωρίς προβλήματα. Τα προβλήματα οφείλονται σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις, όπως είναι η δημιουργία δρόμων ή κτισμάτων στις κοίτες καθώς και οι καλλιέργειες που εξομαλύνουν τις κοίτες. Τα προβλήματα αυτά θα μπορούσαν να αποφευχθούν αν οι κοίτες που πολλές απ' αυτές είναι υποτυπώδεις διευθετηθούν ώστε να διευκολύνεται η σύνδεση των μικροτέρων κλάδων του ρέματος με την κυρία κοίτη. Το πρόβλημα είναι αρκετά οξύ για τους βόρειους κλάδους κοντά στο χωριό Γαλατάκι που έχουν αποκοπεί κυρίως από την οικιστική δραστηριότητα. Τα νερά σε έντονες βροχοπτώσεις κατακλίζουν την περιοχή, η οποία εξαιτίας του δρόμου (βρίσκεται 4-5 m χαμηλότερα απ' αυτόν) και δημιουργούνται πλημμύρες. Μια άλλη, εξ ίσου προβληματική θέση είναι ανα-

τολικά του Γαλατακίου στο τμήμα ανάμεσα στην Ε.Ο. και στον επαρχιακό δρόμο όπου υπάρχει ένα βύθισμα, ίχνος παλιάς κοίτης. Όπως διαπιστώσαμε από τις αεροφωτογραφίες, η κοίτη του ρέματος το 1945 ήταν λίγο βορειότερα της σημερινής, ενώ το 1960 ακόμη βορειότερα και σήμερα έχει διευθετηθεί στη θέση που πρέπει να βρισκόταν κατά το παρελθόν, όπως φαίνεται από το σχήμα των εκβολών (Σχ. 6).

Εξαιτίας των επικρατούντων ΒΑ ανέμων στην περιοχή τα ιζήματα που καλύπτουν τον αιγιαλό μεταφέρονται νότια. Επιπλέον η Εθνική Οδός εμποδίζει την τροφοδοσία με χαλαρά υλικά από την ξηρά με αποτέλεσμα να μειώνεται το πλάτος του αιγιαλού στο βόρειο τμήμα και να αυξάνει στο νότιο. Η ύπαρξη του μώλου, που λειτουργεί ως τεχνητός βραχίονας εμποδίζει την απομάκρυνση των ιζημάτων και δημιουργεί μια κλιμακωτή ακτογραμμή.

Μια άλλη ανθρωπογενής παρέμβαση στην περιοχή με αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον είναι η καταστροφή του υδροβιότοπου στην περιοχή των πηγών Αλμυρής.

## Discussion Conclusions

The area of the bay of Almyri is part of hilly Corinthia and is situated between the north slopes of Trapezona and Onia mountains, while, to the east, it is washed by the Gulf of Saronikos. It is run through by two main drainage systems. One, of the stream of Xeria, third class, at the southeastern part of the area, with a direction N-S approximately; and a second, much bigger one, that of Ag. ioannis, fifth class, with a river bed directed for the most part NNWSSE but further on bending to ENE following the main tectonic lines. Both drainage systems flow into the bay of Almyri.

The area is in high relief, and at the inner hilly part the currents excavate their channels to a depth from 1 to 20m. Reaching the plain, the streams become inactive and most channels disappear draining into the alluvia. From the village of Galataki at an altitude of about 50-30 m. a large talus cone has developed, which covers the lowest ends of other smaller talus cones that had been formed in front of the streams draining the south slopes of Onia mountain. In this area we detected the existence of four pairs of terraces.

The observation of the existence of the active erosion of the channels in addition to the existence of four pairs of terraces account for the latest or contemporary intense tectonic activity of the area and, in particular, for uplifting. We reserve our intention to deal with this subject of study in a forthcoming paper.

The successive floods of the last two decades prompted us to look into the natural and human factors that cause these phenomena. For this purpose we drew up maps of using of earth, a hydrological one and a map of inclination, and we calculated the 24 hour runoff as well as the peak of the runoff of the drainage basins under investigation with the S.C.S. method. We also calculate the maximum possible 24 hour runoff under dry and wet conditions with a perior of 5, 10 and 25 years. We marked the position of the National Road mainly and estimated their channeling capacity. After comparing these clues, we found out that the existing construction s are satisfactory and sufficient for the draining of the area without any problems. The problems, then, are due to human interventions, such as the construction of roads or buildings on the river beds, as well as the cultivation of land that effaces the river beds. These problems could be avoided if the river beds, many of which are rudimentary, are arranged so that the connection of the smaller branches of the stream with the main river bed is facilitated. The problem is quite acute as to the northern area near Galataki, which is flooded in times of heavy rainfall.

Another equally problematic spot is east of Galataki, in the part between the National Road and the provincial road, where there is a trace of an old channel. As we discovered from the air photos, the stream mouth changed its position. The movements of the stream mouth are indicated in Figure 6.

Because of the prevailing NE winds in the area the sediments covering the beach are carried to the north. Additionally the National Road obstructs the supply with sediments from the land having as a result a decrease of the width of the beach in the northern part and an increase in the southern part. The existence of the breakwater causes a graded coastline.

Yet another human intervention in the area that affects the natural environment is the destruction of the hydrobiota in the area of the springs of Almyri.

## **Βιβλιογραφία**

- Αλεξούλη-Λειβαδίτη, Α., Σαχπάζης, Κ. (1993). Διερεύνηση της ευστάθειας των πρανών της περιοχής Αλμυρής-Κατακαλίου (Ν. Κορίνθου), τρόποι αντιμετώπισης-συγκράτηση αστοχιών. Πρακτ. 3ου Πανελ. Γεωγρ. Συνεδρ. Αθήνα, σελ. 380-402.

- Anon. (1972). The preparation of maps and plans in terms of geology. Q. J. Engng. Geol., 5, 293-281.
- Anon. (1972). The preparation of maps and plans in terms of engineering geology. Q. J. Engng. Geol., 5, 293-281.
- Anon. (1977). The description of rock masses for engineering purposes. Report by the Geological Society Engineering Group Working Party Q. J. Engng. Geol., 10, 355-388.
- Anon. (1981). Rock and Soil description for engineering geological mapping. Report by the commission of Engineering Geological Mapping. Bull. Int. Assoc. Engng. Geol. 24.
- Bogoimolov, G. (1965). Hydrogeologie et notions de geologie d'ingenieur. Ed. de la Paix, Moscou (trad. Ft. 1965)
- Βουζαράς, Α. (1992). Εκτίμηση Απορροής και Παροχών, από το Μέγεθος των Επεισοδίων Βροχής και τη Χρήση Γης, σε Λεκάνες χωρίς Υδρομετρικά Στοιχεία. «ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ» Προγράμματος Επαγγελματικής Κατάρτισης Γεωτεχνικών. ΓΕΩΤ. Ε.Ε. Παρ. Ανατολικής Στερεάς Ελλάδος.
- Cheng-lung, C. (1982). Infiltration Formulas by Curve Number Procedure. J. Hydr. Div. ASCE, 108 (7), 823-829.
- Chow, V.T. (1964). Handbook of Applied Hydrology, Section 21. Mc Graw-Hill, New York.
- Dufaure J.J., Karaudren, B. and Sebrier, M. (1975). Les terrasses de Corinthe chronologie et deformation. C.R. Acad. Sci. Paris, 281-1943-1945.
- Gray, D.D., P.G. Katz, S.M. de Monsabert and N.P. Cogo. (1982). Antecedent Moisture Condition Probabilitier, J. Irrig and Drain. Engrg., ASCE, 108(2), 107-114.
- Hawkins, R.H. (1978). Runnoff curve numbers with varying site Moisture. J. Irrig. and Drain. Div., ASCE, 104 (4), 389-398.
- Hawkins, R.H. (1983). Discussion of «Antecedent Moisture Condition Probabilities», by D.D. Gray et J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE 109 (2), 298-299.
- Hawkins, R.H., A.T. Hjelmfelt and A.W. Zevenbergen. (1985). Runoff Probability, Storm, depth and curve numbers. J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 111 (4), 330-340.
- Hjelmfelt, A.T. (1980b). I An empirical investigation of the curve number technique. J. Hydr. Div. ASCE, 106 (9), 1471-1476.
- Hjelmfelt, A.T. (1991). Investigation of Curve Number Procedure. J. Hydr. Div. ASCE, 117 (6), 725-737.
- Κωτούλας, Δ. (1986). Μαθήματα Γενικής Υδρολογίας και Υδραυλικής Α.Π.Θ. Έκδοση Υπηρ. Δημοσιευμάτων.

- Anon. (1972). The preparation of maps and plans in terms of geology. Q. Jl. Engng. Geol., 5, 293-281.
- Anon. (1972). The preparation of maps and plans in terms of engineering geology. Q. Jl. Engng. Geol., 5, 293-281.
- Anon. (1977). The description of rock masses for engineering purposes. Report by the Geological Society Engineering Group Working Party Q. Jl. Engng. Geol., 10, 355-388.
- Anon. (1981). Rock and Soil description for engineering geological mapping. Report by the commission of Engineering Geological Mapping. Bull. Int. Assoc. Engng. Geol. 24.
- Bogoimolov, G. (1965). Hydrogeologie et notions de geologie d'ingenieur. Ed. de la Paix, Moscou (trad. Ft. 1965)
- Βουζαράς, Α. (1992). Εκτίμηση Απορροής και Παροχών, από το Μέγεθος των Επεισοδίων Βροχής και τη Χρήση Γης, σε Λεκάνες χωρίς Υδρομετρικά Στοιχεία. «ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ» Προγράμματος Επαγγελματικής Κατάρτισης Γεωτεχνικών. ΓΕΩΤ. Ε.Ε. Παρ. Ανατολικής Στερεάς Ελλάδος.
- Cheng-lung, C. (1982). Infiltration Formulas by Curve Number Procedure. J. Hydr. Div. ASCE, 108 (7), 823-829.
- Chow, V.T. (1964). Handbook of Applied Hydrology, Section 21. Mc Graw-Hill, New York.
- Dufaure J.J., Karaudren, B. and Sebrier, M. (1975). Les terrasses de Corinthe chronologie et deformation. C.R. Acad. Sci. Paris, 281-1943-1945.
- Gray, D.D., P.G. Katz, S.M. de Monsabert and N.P. Cogo. (1982). Antecedent Moisture Condition Probabilitier, J. Irrig and Drain. Engrg., ASCE, 108(2), 107-114.
- Hawkins, R.H. (1978). Runnoff curve numbers with varying site Moisture. J. Irrig. and Drain. Div., ASCE, 104 (4), 389-398.
- Hawkins, R.H. (1983). Discussion of «Antecedent Moisture Condition Probabilities», by D.D. Gray et J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE 109 (2), 298-299.
- Hawkins, R.H., A.T. Hjelmfelt and A.W. Zevenbergen. (1985). Runoff Probability, Storm, depth and curve numbers. J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 111 (4), 330-340.
- Hjelmfelt, A.T. (1980b). I An empirical investigation of the curve number technique. J. Hydr. Div. ASCE, 106 (9), 1471-1476.
- Hjelmfelt, A.T. (1991). Investigation of Curve Number Procedure. J. Hydr. Div. ASCE, 117 (6), 725-737.
- Κωτούλας, Δ. (1986). Μαθήματα Γενικής Υδρολογίας και Υδραυλικής Α.Π.Θ. Έκδοση Υπηρ. Δημοσιευμάτων.

- Λειβαδίτης, Γ., Αλεξούλη-Λειβαδίτη, Α. (1983). Γεωμορφολογική μελέτη της Αίγινας. Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών, Τομ. 58ος, σ. 520-542.
- Mariolakos, I. and Schrober, B. Agii Theodori-Korinth. Publ. of Depart. of Geological Paleont. Univ. of Athens, S.A., No 34, p. 17-21.
- Μπορνόβας, Ι., Λαλεχός, Ν., Φιλιππάκης, Ν., Χριστοδούλου, Γ., Τσαΐλα-Μονόπωλη, Στ. (1971). Γεωλογικός χάρτης, φύλλο Σοφικού, Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα.
- Μπορνόβας, Ι., Λαλεχός, Ν., Φιλιππάκης, Ν., Χριστοδούλου, Γ., Τσαΐλα-Μονόπωλη, Στ. (1972). Γεωλογικός χάρτης, φύλλο Κορίνθου, Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήνα.
- Σκαγιάς, Σ. (1978). Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδος. Πελοπόννησος-Ζάκυνθος-Κεφαλονιά. Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήναι.
- Strahler, A.N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. Amer. Geoph. Union trans, 38, p. 913-920.
- Soil Conservation Service, U.S.D.A. (1972). S.C.S National Engineering Handbook, Section 4. Hydrology, Soil Conservation Service, U.S. Dept. of Agriculture, Washington D.C.
- Von Freyberg, B. (1972). Geologie des Isthmus von Korinth. Erlanger Geol. Abh., 95: 1-183.
- Υδατικού Δυαμικού και Φυσικών Πόρων Δ/νση. (1987). «Μετεωρολογικοί Βροχομετρικοί Σταθμοί της Χώρας-Μητρώο». Βιβλιοθήκη Υ.Β.Ε.Τ.