

## ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ

Κουμαντάκης, Ι.<sup>1</sup>, Βουδούρης, Κ.<sup>2</sup>, Μαρκαντώνης, Κ.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών Ε.Μ.Π.  
15780, Αθήνα, [mmgski@central.ntua.gr](mailto:mmgski@central.ntua.gr), [markantonis@metal.ntua.gr](mailto:markantonis@metal.ntua.gr)

<sup>2</sup> Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. 54124 Θεσσαλονίκη, [kvoudour@geo.auth.gr](mailto:kvoudour@geo.auth.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από αρχαιοτάτων χρόνων μέχρι σήμερα η χωροχρονικά μεταβαλλόμενη ζήτηση νερού στην Κορινθία δεν καλυπτόταν ικανοποιητικά από την αντίστοιχη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων. Στην ορεινή Κορινθία υπάρχουν κατά περιοχές, πλούσιοι υδατικοί πόροι, όπως συμβαίνει π.χ. στην ορεινή μάζα της Κυλλήνης (Ζήρια). Μεγάλη έλλειψη νερού υπάρχει στη βόρεια πεδινή και λοφώδη ζώνη, όπου είναι συγκεντρωμένο μεγάλο μέρος των παραγωγικών δραστηριοτήτων του Νομού, και κατά συνέπεια υπάρχει μεγάλη ζήτηση για νερό κατάλληλο για άρδευση και ύδρευση. Δυσμενέστερο, από πλευράς διαθεσιμότητας υδατικών πόρων είναι το καθεστώς στην Ανατολική Κορινθία, λόγω των γεωλογικών συνθηκών που επικρατούν, αλλά και του μειωμένου ύψους βροχοπτώσεων που σημειώνεται σε αυτό, σε σχέση με το δυτικό και νότιο τμήμα του Νομού. Το ελλειμματικό ισοζύγιο μεταξύ διαθεσιμότητας και ζήτησης, σε όλες τις ζώνες ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων στο Νομό, και η έλλειψη διαχειριστικού σχεδίου, έχουν οδηγήσει στην έντονη υπερεκμετάλλευση των υπόγειων νερών, με αποτέλεσμα την εμφάνιση τάσεων εξάντλησης κάποιων υδροφορέων, αλλά και έντονης ποιοτικής υποβάθμισης που εμφανίζεται κυρίως με τη μορφή υφαλμύρισης και νιτρορύπανσης.

## WATER STATUS IN KORINTHIA PREFECTURE

Koumantakis J.<sup>1</sup>, Voudouris K.<sup>2</sup>, Markantonis K.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> School of Mining and Metallurgical Engineering – Section of Geological sciences – National Technical University 15780, Athens, [mmgski@central.ntua.gr](mailto:mmgski@central.ntua.gr), [markantonis@metal.ntua](mailto:markantonis@metal.ntua).

<sup>2</sup> Lab. Of Engineering Geology & Hydrogeology, Department of Geology - Aristotle University 54124 Thessaloniki, [kvoudour@geo.auth.gr](mailto:kvoudour@geo.auth.gr)

### ABSTRACT

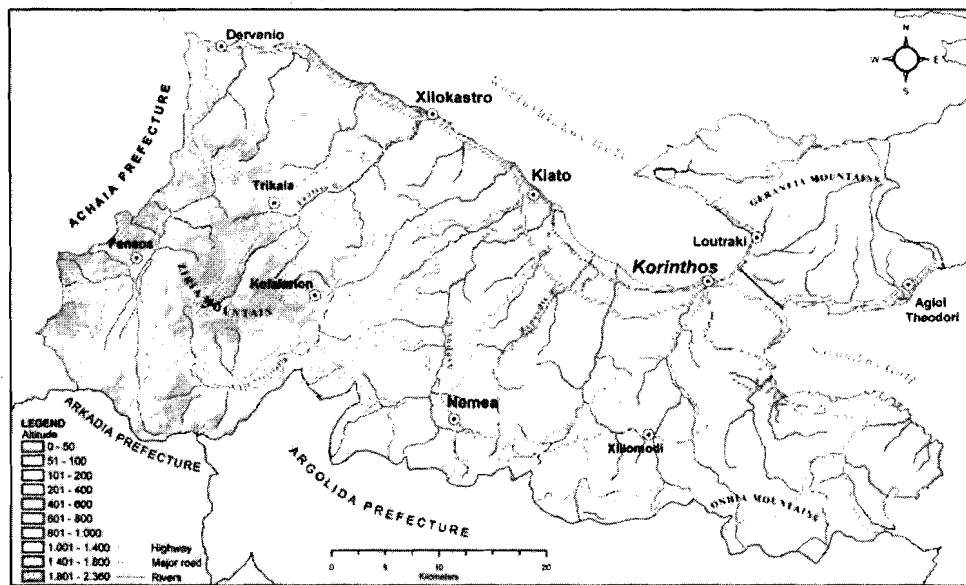
From ancient years until now, the temporal and spatial water demand in Korinthia prefecture was not covered sufficiently by the water resources of the area. In the mountainous Korinthia, in certain areas there is good amount of water resources especially in mountain Kilini. There is significant deficit of water in the northern lowland and the hill zone, where extensive productive activities take place, thus the demand for water is increasing dramatically year by year. The situation concerning water resources in Eastern Korinthia is even worse because of the geological conditions and the lower precipitation compared to western Korinthia. The discrepancy of the water balance between demand and supply in all productive zones of the prefecture and the lack of a water resources management plan, have led to overexploitation of groundwater. As a result, some of the aquifer systems are exhausted and intense quality degradation of groundwater is recorded, expressed by salinization in coastal aquifers and nitrate pollution.

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

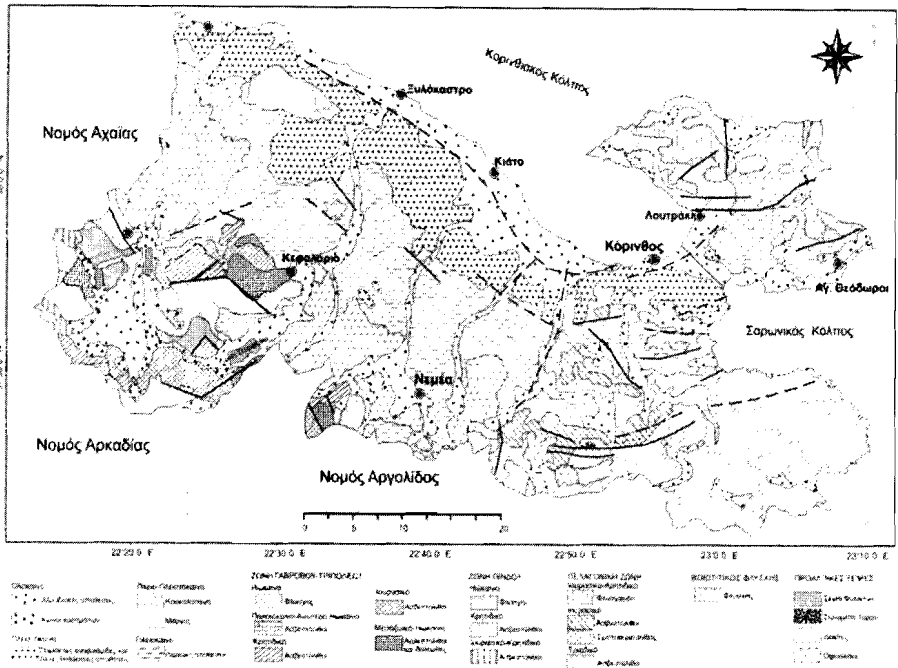
Με βάση τα στοιχεία της απογραφής του 2001 ο πληθυσμός του Νομού Κορινθίας ανέρχεται στους 154.000 κατοίκους, από τους οποίους περίπου το 75% κατοικεί στις πεδινές ζώνες (Σχήμα 1). Σε σχέση με την απογραφή του 1991 παρατηρήθηκε αύξηση του πληθυσμού κατά 8,5%. Η τουριστική ανάπτυξη εντείνεται τα τελευταία χρόνια, (τη θερινή αλλά και τη χειμερινή περίοδο), με αποτέλεσμα την αύξηση των υδατικών αναγκών και στον τομέα αυτόν. Οι αρδευόμενες εκτάσεις καλύπτουν το 24,5% των συνολικά καλλιεργούμενων και παρά την παγκόσμια τάση για ελάττωση των αρδευτικών αναγκών στο Νομό Κορινθίας παρατηρείται αύξηση.

Η περιοχή της Κορινθίας χαρακτηρίζεται από σύνθετη γεωλογική δομή (Σχήμα 2). Οι τεταρτογενείς αποθέσεις, που αντιπροσωπεύονται από χερσαίες έως και θαλάσσιες αποθέσεις, αναπτύσσονται κυρίως στη βόρεια παραλιακή ζώνη και στη λεκάνη Λουτρακίου. Οι πλειο-πλειστοκαινικές αποθέσεις παρουσιάζουν μεγάλη επιφανειακή εξάπλωση στην Κορινθία. Αναπτύσσονται στη λοφώδη ζώνη και αποτελούνται από: α) εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών, άμμων και ψηφιδοπαγών, β) μαργαϊκά κροκαλοπαγή με ενστρώσεις μαργών και γ) κροκαλοπαγή με παρεμβολές λεπτομερέστερων υλικών κατά θέσεις. Οι αδρομερείς φάσεις επικρατούν στο δυτικό τμήμα του Νομού. Σχηματισμοί του αλπικού υποβάθρου, αποτελούμενοι από ημι-μεταμορφωμένους κλαστικούς σχηματισμούς, ασβεστολίθους, δολομίτες, ιζημάτα του φλύσχη, οφιολίθους, και σχιστοκερατόλιθους, δομούν γεωλογικά τους ορεινούς όγκους της Κυλλήνης, του Αραχναίου και των Γερανείων (Κούκης, 1994; Antonakos & Lambrakis, 2007).

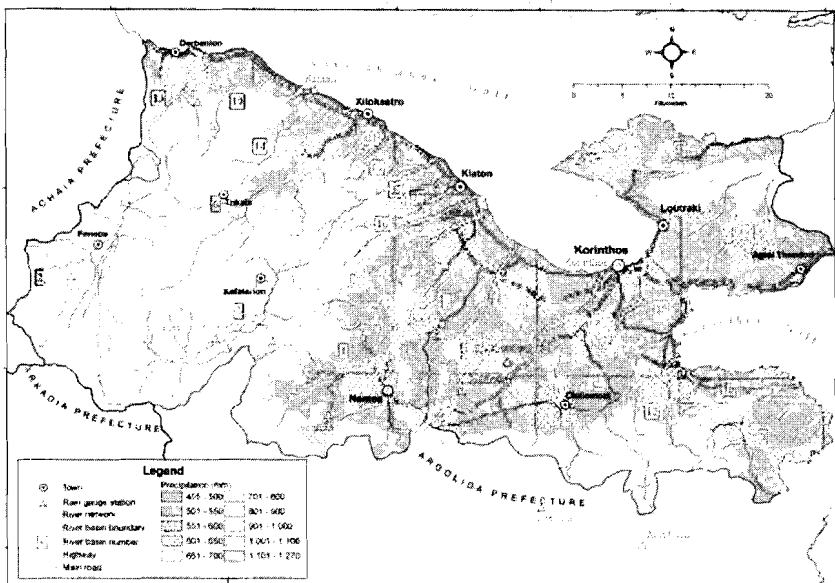
Το βροχομετρικό καθεστώς στην Κορινθία παρουσιάζει έντονη χωρική διαφοροποίηση (Σχήμα 3). Στη δυτική ορεινή Κορινθία το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης για την περίοδο 1970-1999 κυμαίνεται από 776 mm (Ταρσός), έως 912 mm (Καστανιά). Ελάττωση των βροχοπτώσεων παρατηρείται προς τα Βόρεια και Ανατολικά, όπου το μέσος ύψος βροχόπτωσης κυμαίνεται από 430 mm (Σπαθοβούνι) έως 473 mm (Βέλο). Η κατανομή των βροχοπτώσεων είναι άνιση εποχικά με το 85% των βροχοπτώσεων να πέφτει την υγρή περίοδο Οκτωβρίου-Απριλίου (Βουδούρης, 2001). Οι βροχοπτώσεις λαμβάνουν συχνά το χαρακτήρα ραγδαίων βροχών, όπως αυτή που συνέβη στις 12/1/1997 με συνολικό ύψος 24-ωρης διάρκειας 301,8 mm (σταθμός Βέλου). Καταγράφονται επίσης και επεισόδια ξηρασίας, όπου παρατηρείται σημαντική μείωση έως και 40% των ετησίων τιμών βροχόπτωσης (Voudouris et al., 2002).



Σχήμα 1. Τοπογραφικός χάρτης του Νομού Κορινθίας (Voudouris et al. 2007).



Σχήμα 2. Γεωλογικός χάρτης του Νομού Κορινθίας.



Σχήμα 3. Βροχομετρικός χάρτης του Νομού Κορινθίας (Voudouris et al. 2007).

Σε σχέση με τις παραμέτρους του υδρολογικού ισοζυγίου σε ετήσια βάση με τη χρήση της μεθόδου Thornthwaite και της τεχνικής των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) προκύπτει (Voudouris et al., 2007):

(i) η ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται σε  $1,39 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,

(ii) η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται σε  $672 \text{ mm}$  και

Πηγή: Γεωγραφικό Βιβλίο της Γεωγραφίας, Α.Π.Θ.

(iii) η κατείδυση και επιφανειακή απορροφή  $0,29 \times 10^9 \text{ m}^3$  και  $0,37 \times 10^9 \text{ m}^3$ , αντίστοιχα.

Σε χωρική βάση το υδρολογικό ισοζύγιο εμφανίζει πλεόνασμα στο Δυτικό τμήμα του Νομού και έλλειμμα στο Ανατολικό τμήμα.

Η κάλυψη των υδατικών αναγκών γίνεται από την εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων, με πολύ μεγάλο αριθμό γεωτρήσεων και πηγαδιών. Μεγάλο τμήμα του πληθυσμού τόσο στις παραλιακές ζώνες του Νομού, όσο και σε ορεινούς οικισμούς του ανατολικού τμήματος, δεν έχει στη διάθεσή του ποιοτικώς κατάλληλο νερό για πόση. Η διάθεση των ανεπεξέργαστων λυμάτων, κυρίως των ελαιουργείων στους χειμάρρους, και η παρουσία χωματερών συμβάλλει στην ποιοτική υποβάθμιση (Voudouris et al., 2000, Βουδούρης, 2006).

Η ανάλυση SWOT είναι μια τεχνική σχεδιασμού και οργάνωσης ενός πλαισίου λήψης των βέλτιστων αποφάσεων και προγραμματισμού κατάλληλων δράσεων (European Commission, 1999). Η λέξη SWOT προκύπτει από τα ακρωνύμια των λέξεων Strengths (Δυνατότητες-Πλεονεκτήματα), Weaknesses (Αδυναμίες), Opportunities (Ευκαιρίες) και Threats (Απειλές-Κίνδυνοι).

Με βάση την ανάλυση SWOT για τους υδατικούς πόρους του Νομού Κορινθίας (Voudouris, 2007) οι δυνατότητες (Strengths) είναι:

- Μεγάλη διαθεσιμότητα νερού (καρσικά συστήματα, πηγαία νερά, επιφανειακές χειμερινές απορροές), κυρίως στη Δυτική ορεινή Κορινθία, που παραμένουν ανεκμετάλλετες
- Διαθεσιμότητα επεξεργασμένων λυμάτων από μονάδες βιολογικού καθαρισμού
- Ευνοϊκές συνθήκες εφαρμογής τεχνητού εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων

Οι αδυναμίες (Weaknesses) είναι:

- Η αιχμή της ζήτησης συμβαίνει το θέρος που η προσφορά νερού είναι μικρή
- Συνεχής αύξηση της ζήτησης με συνέπεια την πτώση της στάθμης του υπόγειου νερού, λόγω αύξησης των απολήψεων
- Απουσία έργων υποδομής για την αξιοποίηση των επιφανειακών και πηγαίων νερών
- Παλαιωμένα δίκτυα μεταφοράς νερού που οδηγούν σε μεγάλες απώλειες
- Έλλειψη μονάδων επεξεργασίας οικιακών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων (κυρίως αποβλήτων ελαιουργείων) σε πολλούς παράκτιους δήμους
- Μη ικανοποιητικό επίπεδο ενημέρωσης των αγροτών στην εφαρμογή των βέλτιστων πρακτικών στη γεωργία (συστήματα άρδευσης, τρόπος λίπανσης κ.λπ.)
- Μη συστηματική παρακολούθηση (monitoring) των ποιοτικών και ποσοτικών παραμέτρων των υπόγειων και επιφανειακών νερών (φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, στάθμη υπόγειου νερού κ.λπ.)
- Ανεπαρκής τιμολογιακή πολιτική και έλλειψη οικονομικών κινήτρων για την αποτελεσματική χρήση του νερού.

Οι απειλές (Threats) είναι:

- Τάση στη γεωργία για αναδιάρθρωση με δυναμικές και υδροβόρες καλλιέργειες
- Κλιματικές αλλαγές που θα οδηγήσουν σε άνοδο της στάθμης της θάλασσας με αποτέλεσμα την προέλασή της στην ενδοχώρα και αύξηση των αρδευτικών αναγκών, λόγω αύξησης της θερμοκρασίας και επέκτασης της αρδευτικής περιόδου

Τέλος οι ευκαιρίες (Opportunities) είναι:

- Υποχρεωτική εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/Ε.Κ. για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων και η ενσωμάτωσή της στην ελληνική νομοθεσία (Ν. 3199/2003).
- Σύνταξη και προώθηση από το Υπουργείο Γεωργίας του Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για την προστασία των νερών από τη νιτροϋπανση γεωργικής προέλευσης
- Κατασκευή μικρών φραγμάτων ανάσχεσης και εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων
- Σχεδιασμός υλοποίησης χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων και μονάδων βιολογικού καθαρισμού των οικιακών λυμάτων, αξιοποιώντας ευρωπαϊκά προγράμματα.

Κατωτέρω περιγράφονται συνοπτικά, αντιπροσωπευτικά υδροφόρα συστήματα του Νομού Κορινθίας, οι δυνατότητες που έχουν, καθώς και τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν.

## 2 ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ – ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

### 2.1 Υδροφόρο σύστημα Κυλλήνης

Η ορεινή μάζα της Κυλλήνης αποτελεί μεγάλη μορφολογική μονάδα που αναπτύσσεται σε υψόμετρα  $>600 \text{ m}$  (κορυφή 2374 m). Στα δυτικά της αναπτύσσεται το οροπέδιο του Φενεού και στα νοτιοανατολικά το τεκτονικό βύθισμα Στυμφαλίας-Κασαρίου. Ο ορεινός αυτός όγκος, στο σύνολό του σχεδόν, Υπηρεσία Βιβλιοθήκης Θεσσαρίας - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

καλύμματος της ζώνης Ωλονού, τα οποία προς τα βόρεια και ανατολικά βυθίζονται κάτω από μεγάλο πάχους πλειστοκαινικά κροκαλοπαγή, κατά θέσεις δε καλύπτονται από χερσαίες τεταρτογενείς αποθέσεις μικρού γενικά πάχους. Από τα δυτικά και τα νοτιοανατολικά έρχονται σε επαφή με τα μικρής περατότητας έως στεγανά υλικά πλήρωσης των λεκανών Φνευού και Στυμφαλίας. Υπόβαθρο όλης αυτής της ορεινής ανθρακικής μάζας αποτελούν τα στρώματα Τυρού και η σειρά φυλλίων - χαλαζιτών, που στο σύνολό τους παίζουν ρόλο υδροστεγανού υποβάθρου και κατά θέσεις πλευρικού στεγανού ορίου, όπως συμβαίνει από τα νότια και δυτικά.

### 2.1.1 Υδρογεωλογικό μοντέλο

Η μεγάλης επιφανειακής εξάπλωσης σειρά των φυλλίων - χαλαζιτών της περιοχής Καστανιάς - Δροσοπηγής (νότιο όριο) επεκτείνεται υπεδαφικά προς τα ανατολικά, όπως έχει δείξει γεωφυσική έρευνα, μέχρι τα Κιόνια (Ζερβογιάννης, 1991). Η επέκταση αυτή του στεγανού υποβάθρου οριοθετεί ουσιαστικά προς τα νότια τους υδροφορείς της Κυλλήνης και λόγω της κλίσης του προς τα ανατολικά, κατευθύνει τη ροή των υπόγειων νερών προς το μέτωπο Κιόνια - Καλιάννοι, στη χαμηλότερη ζώνη του οποίου αναβλύζουν οι πηγές του μετώπου Στυμφαλίας και βορειότερα η πηγή Κεφαλαρίου (ανατολικά του ομώνυμου χωριού).

Το στεγανό μεταμορφωμένο φυλλιτικό υπόβαθρο εμφανίζεται και στις βορειοανατολικές παρυφές της Κυλλήνης στην κοίτη του Τρικαλίτικου, 3 km νότια των Τρικάλων Κορινθίας, σε μικρή επιφανειακή έκταση και σε υψόμετρο μεταξύ 700 και 1000 m. Στην επαφή του στεγανού υποβάθρου στην περιοχή αυτή με τα υπερκείμενα ανθρακικά πετρώματα της ζώνης της Τρίπολης αναβλύζουν οι πηγές του μετώπου της Αγ. Βαρβάρας. Η ανύψωση του στεγανού υποβάθρου στην περιοχή αυτή της βορειοανατολικής Κυλλήνης αποτελεί μια ουσιαστική ένδειξη η οποία σε συνδυασμό με τη μεγάλη εξάπλωση της πρακτικά στεγανής σειράς των νεογενών ιζημάτων που απόκεινται των κροκαλοπαγών και την πολύ υψηλή στάθμη υπόγειων νερών στα ανθρακικά πετρώματα (περί τα 600 m υψόμετρο), οδηγούν στο συμπέρασμα ότι, υπόγεια νερά της ορεινής μάζας δεν βρίσκουν διέξοδο προς τα βόρεια, δηλαδή προς τη θάλασσα του Κορινθιακού κόλπου. Εν τούτοις μένει ανοικτό το θέμα της προέλευσης των νερών των υποθαλάσσιων πηγών στο Μελίσσι του Δήμου Ξυλοκάστρου, με πολύ μεγάλη όμως πιθανότητα η τροφοδοσία τους να προέρχεται από τους καρστικούς υδροφορείς της Κυλλήνης.

Υπό τις ως άνω γενικές υδρογεωλογικές και γεωμορφολογικές συνθήκες αναμένεται ότι οι μεγάλοι καρστικοί υδροφόροι της ορεινής μάζας της Κυλλήνης εκτονώνονται κυρίως προς τα νοτιοανατολικά δια των πηγών του μετώπου Στυμφαλίας και της πηγής Κεφαλαρίου και ένας μικρός όγκος νερού διακινείται μέσω βαθύτερου καρστ προς την ίδια κατεύθυνση, πιθανότατα και βόρεια προς τον Κορινθιακό, στο Μελίσσι, έξω από την υδρολογική λεκάνη της Στυμφαλίας. Μικρής έκτασης ανθρακική μάζα του τεκτονικού καλύμματος στα βόρεια του ορεινού όγκου εκτονώνει την υπόγεια υδροφορία της από τις πηγές Αγ. Βαρβάρας Τρικάλων.

### 2.1.2 Υδρογεωλογικές ενότητες

Το σύνολο των υδρογεωλογικών ενότητων της Κυλλήνης ταξινομείται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες (Βουδούρης κ.ά., 2002):

- (α) των ασβεστολίθων του τεκτονικού καλύμματος της ζώνης Ωλονού,
- (β) των ανθρακικών πετρωμάτων της ζώνης της Τρίπολης και
- (γ) των κοκκωδών αποθέσεων του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς.

#### 2.1.2.1 Ενότητες τεκτονικού καλύμματος ζώνης Ολονού

Στους πλακώδεις πηχωμένους ασβεστόλιθους του καλύμματος αναπτύσσονται πολλές ανεξάρτητες μεταξύ τους υδρογεωλογικές ενότητες, που κάποιες αποστραγγίζονται προς τους υποκείμενους ασβεστολίθους της ζώνης Τρίπολης και άλλες εκφορτίζονται από μικρές πηγές στην επαφή τους με το στεγανό τεκτονοϊζηματογενές σύμπλεγμα. Μεγαλύτερες από αυτές είναι οι πηγές Μπουζίου, Καστανιάς και Μοσιά. Οι κυριότερες από τις υδρογεωλογικές αυτές ενότητες είναι της Νότιας Κυλλήνης που αποτελεί τη μεγαλύτερη σε έκταση ασβεστολιθική εμφάνιση, των Δύο Βουνών που αποτελεί το ανατολικότερο τμήμα της ορεινής μάζας και της Βόρειας Κυλλήνης (Γυμνό) στο νότιο τμήμα της οποίας όπου το πάχος των πλακωδών ασβεστολίθων είναι μικρό, δημιουργείται ένα καρστικό οροπέδιο με κακή αποχέτευση, με τοπικά κλειστές λεκάνες που αποχετεύονται δια μέσου καταβόθρων. Εξ αυτών η καταβόθρα Μεγαγιάννη επικοινωνεί με τις πηγές Στυμφαλίας, όπως έχει διαπιστωθεί με ιχνηθετήσεις (Morfis & Zojer, 1986).

### 2.1.2.2 Ενότητες ασβεστολιθων ζώνης Τρίπολης

Στους ασβεστολιθους της ζώνης Τρίπολης διαμορφώνονται δύο κύριες υδρογεωλογικές ενότητες: Μία μεγάλη που καταλαμβάνει το μεγάλο όγκο της Κυλλήνης και εκτονώνεται από τις πηγές της Στυμφαλίας και την πηγή Κεφαλαρίου (που αποκαλούμε μεγάλη καρστική ενότητα Κυλλήνης) και μία πολύ μικρότερη στο νότιο τμήμα, που χωρίζεται υδραυλικά από την προηγούμενη με τα στεγανά πετρώματα του μεταμορφωμένου υποβάθρου της ζώνης Καστανιάς - Δροσοπηγής - Κιονίων η οποία συνδέεται με τις μικρότερες πηγές Βελατσούρι (Αρχαία Στύμφαλος) και Φόρτα κοντά στις δυτικές ακτές της λίμνης, που λειτουργούν ως εσταβέλες. Το υπερετήσιο ισοζύγιο του καρστικού συστήματος έχει εκτιμηθεί στα πλαίσια της μελέτης αναρρύθμισης του υδροφορέα των πηγών Στυμφαλίας (Ζερβογιάννης, 1991) ως εξής (Πίν. 1 και 2):

Πίνακας 1. Υδρολογικό ισοζύγιο καρστικής ενότητας Κυλλήνης.

Κατακρημνίσματα	Εξατμισοδιαπονή	Επιφ. απορροή	Κατείδυση
$171,4 \times 10^6 \text{ m}^3$	$101,8 \times 10^6 \text{ m}^3$	$10,8 \times 10^6 \text{ m}^3$	$60,18 \times 10^6 \text{ m}^3$
100%	59%	5,9%	35,1%

Πίνακας 2. Ισοζύγιο υπόγειων νερών καρστικής ενότητας Κυλλήνης.

Κατείδυση (I)	Εκροές πηγών (Q)	Απολήψεις (A)	Υπόγειες εκροές (YE)
$60,18 \times 10^6 \text{ m}^3$	$50,2 \times 10^6 \text{ m}^3$	$0,7 \times 10^6 \text{ m}^3$	$9,18 \times 10^6 \text{ m}^3$
100%	83,4 %	1,1%	15,2%

Τα  $50,2 \times 10^6 \text{ m}^3$  πηγαίων απορροών αφορούν στις πηγές του μετώπου Στυμφαλίας στα Κιόνια με μέσες ετήσιες ποσότητες  $32 \times 10^6 \text{ m}^3$ , την πηγή Κεφαλαρίου με  $4,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ , που μαζί με τις μεταξύ αυτών αναβλύσεις φθάνουν τα  $41,5 \times 10^6 \text{ m}^3$  και αποτελούν το 69% των μέσων ετήσιων ανανεώσιμων αποθεμάτων. Το 11% εκφορτίζεται από τις πηγές Αγ. Βαρβάρας με  $6,6 \times 10^6 \text{ m}^3$  και το 3,5% δηλαδή περί τα  $2 \times 10^6 \text{ m}^3$  από τις μικρές πηγές του τεκτονικού καλύμματος (Μπουζίου, Καστανιάς, Μοσιάς και άλλες μικρότερες). Το υπόλοιπο των ετήσιων ανανεώσεων, που αντιστοιχεί στο 16,5% του συνόλου (Ζερβογιάννης, 1991), εκρέει εκτός της κύριας υδρογεωλογικής ενότητας της Κυλλήνης κυρίως από το βαθύτερο καρστ. Τα νερά όλων των πηγών, πλην αυτών της Αγ. Βαρβάρας και Μοσιάς, συγκεντρώνονται στην περιοχή της Στυμφαλίας σε περιφερειακή τάφρο που περιβάλλει από τα Β-ΒΔ/κά τη λίμνη. Στη συνέχεια μέσω των ρωμαϊκών σηράγγων Σούρι και Πράθι, απορρέουν με καταρράκτη (παρά τον οικισμό Αϊδόνια) στη λεκάνη του ποταμού Ασωπού. Στην έξοδο του ποταμού Ασωπού από την ορεινή ζώνη έχει κατασκευαστεί μικρού ύψους φράγμα εκτροπής και δι' αυτού και δικτύου συνδεδεμένων περιφερειακών τάφρων, μέρος των νερών διατίθεται για χειμερινές κυρίως αρδεύσεις της πεδινής ζώνης μεταξύ Κορίνθου και Κιάτου. Τους θερινούς μήνες ελάχιστες ποσότητες είναι διαθέσιμες για αξιοποίηση, ενώ οι μεγάλες πλημμυρικές απορροές καταλήγουν ανεκμετάλλετες στη θάλασσα.

Η αναμενόμενη κατασκευή του φράγματος στον Ασωπό και η λειτουργία του ταμειυτήρα, αποτελεί βελτιωμένο σχέδιο εκμετάλλευσης του υδατικού δυναμικού της περιοχής σε σχέση με το υφιστάμενο καθεστώς. Δεν παρεμβαίνει όμως αναρρυθμιστικά στον υδροφορέα της Κυλλήνης, τα νερά του οποίου από το υψόμετρο της πηγής Κιονίων (610 m) και χαμηλότερα παραμένουν ανεκμετάλλετα και διαθέσιμα για το μέλλον.

## 2.2 Υδροφορείς ορεινών ζωνών Δήμου Ξυλοκάστρου

Εντός των νεογενών σχηματισμών που επικρατούν στη λοφώδη και ορεινή ζώνη του Δήμου Ξυλοκάστρου, αναπτύσσονται κατά θέσεις μεγάλο πάχους στρώματα κροκαλοπαγών, συχνά μαζί με ψαμμίτες, με μορφή ενστροφών, μεταξύ μαργών και αργίλων. Υπ' αυτές τις λιθοστρωματογραφικές και τεκτονικές συνθήκες, δημιουργούνται πολλές μικρές αλλά ενίοτε και μεγάλες υδρογεωλογικές αυτόνομες ενότητες με ενδιαφέρουσα έως αξιόλογη υπόγεια υδροφορία (Κουμαντάκης, 2004).

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Οι υδρογεωλογικές αυτές μονάδες εκφορτίζονται μέσω πηγών επαφής και ενίοτε υπερχειλίσσης, περιοδικής ή μόνιμης ροής, με ποικίλες παροχές που ξεπερνούν τα 200 ή 300 m<sup>3</sup>/h και ενίοτε φθάνουν έως και 1000 m<sup>3</sup>/h σε χρονιές πλούσιες σε βροχοπτώσεις. Λίγες από τις πηγές αυτές αξιοποιούνται για ύδρευση (π.χ. Ξυλοκάστρο, Δερβένι, Μάνα, Τρίκαλα, Παναρίτι). Τα νερά των υπολοίπων χρησιμοποιούνται για αρδεύσεις, αλλά κατά την περίοδο των πλούσιων παροχών απορρέουν ανεκμετάλλευτα και καταλήγουν στη θάλασσα.

Μεταξύ των πλέον αξιόλογων υδρογεωλογικών μονάδων αυτής της μορφής στην Κορινθία είναι του Μαύρου Όρους νοτιοδυτικά του Ξυλοκάστρου (Σταυρόπουλος, 2001, Κουμαντάκης, 2002), που εκφορτίζεται μέσω τριών μεγάλων πηγών υπερπλήρωσης και άλλων μικρότερων, καθώς και ο υδροφορέας των κροκαλοπαγών επίσης στην περιοχή Μάνας, που εκφορτίζονται από την ομώνυμη πηγή με παροχή που κυμαίνεται από 200 έως 400 m<sup>3</sup>/h. Τα υψηλής ποιότητας αυτά νερά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τεχνητό εμπλουτισμό άλλων υδροφορέων της κατάντη περιοχής του Δήμου Ξυλοκάστρου, οι οποίοι λόγω υπερεκμετάλλευσης έχουν υποστεί ποσοτική μείωση. Ένας εξ αυτών, ιδιαίτερης αξίας, είναι ο καρστικός υδροφορέας Παναγιάς Κορφιώτισας, Νότια του Καμαριού, ο οποίος την τελευταία 10-ετία υπεραντλείται και η υδροστατική στάθμη έχει πέσει περισσότερο από 20 m, καθώς και ο παράκτιος αλλουβιακός υδροφορέας Ξυλοκάστρου - Δερβενίου. Λόγω του μεγάλου υψομέτρου εκδήλωσης των πηγών αυτών είναι ερευνητέα και η δυνατότητα εγκατάστασης μικρών Υ/Η μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, από την έξοδο των οποίων με κλειστό αγωγό το πολύ καλής ποιότητας νερό μπορεί να διατεθεί κατευθείαν για τεχνητό εμπλουτισμό μέσα στις υφιστάμενες γεωτρήσεις και φρέατα της χαμηλής ζώνης (Σταυρόπουλος, 2000).

## 2.3 Ανατολική Κορινθία

Το ανατολικό τμήμα του Νομού Κορινθίας αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα κάλυψης των συνεχώς αυξανόμενων τις τελευταίες δεκαετίες υδατικών αναγκών, με την εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων να αποτελεί το μοναδικό τρόπο για το σκοπό αυτό. Οι κυριότεροι υδροφόροι αναπτύσσονται στα μεσοζωικά ανθρακικά πετρώματα και τις αδρομερείς φάσεις των νεογενών και των σύγχρονων προσχώσεων. Οι δυσμενείς υδρογεωλογικές συνθήκες σε συνδυασμό με την αξιοποίηση των υπόγειων υδροφόρων σε συνθήκες μη ασφαλούς απόδοσης, έχουν οδηγήσει στην πλημμελή κάλυψη των αυξημένων υδατικών αναγκών. Κυρίαρχο πρόβλημα αποτελεί η ποιοτική υποβάθμιση των υπόγειων νερών η οποία εκφράζεται με υφαλμύριση των καρστικών υδροφόρων και νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης και άλλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, σε εκτεταμένες ζώνες.

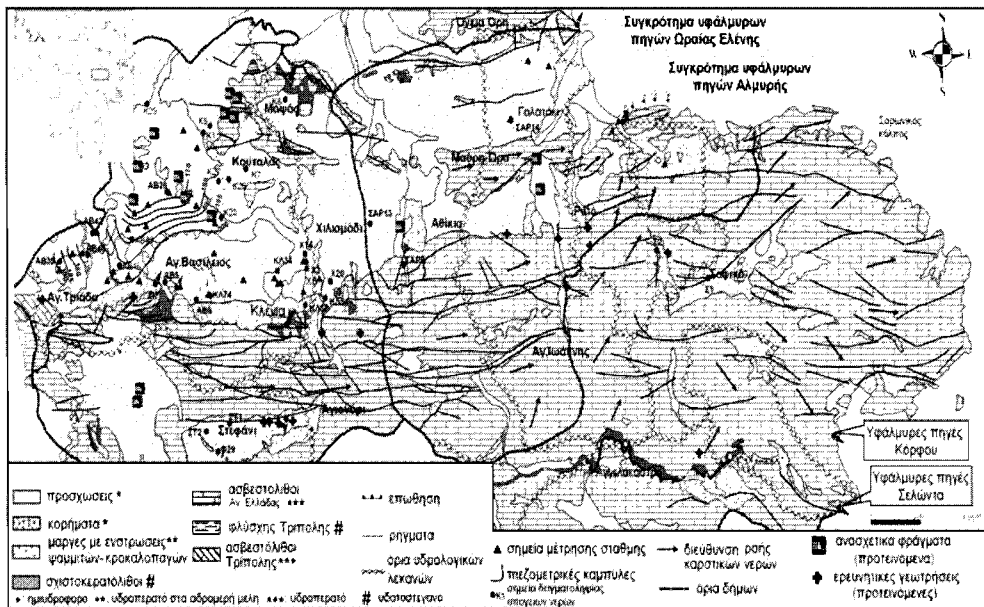
### 2.3.1 Καρστικοί υδροφορείς ανατολικής Κορινθίας

Η μεγάλη ορεινή μάζα από την περιοχή των Δερβενικών στα δυτικά, μέχρι τις ακτές του Σαρωνικού στα ανατολικά, αποτελούμενη σχεδόν εξ ολοκλήρου από ανθρακικά πετρώματα, φιλοξενεί ένα μεγάλο σε έκταση καρστικό σύστημα το οποίο βρίσκεται σε άμεση υδραυλική επικοινωνία με τη θάλασσα του Σαρωνικού κόλπου. Η εκφόρτιση της καρστικής υδροφορίας γίνεται μέσω των παράκτιων και υποθαλάσσιων υφάλμυρων καρστικών πηγών, που εκδηλώνονται κατά μήκος του παραλιακού μετώπου από τον όρμο Κεχρεών μέχρι και τον όρμο Σελώντα (Σχ. 4). Η εκμετάλλευση του υδροφορέα αυτού λόγω των μεγάλων υψομέτρων και του χαμηλού υδραυλικού φορτίου σε μικρές αποστάσεις από τη θάλασσα, είναι δυσχερής και γίνεται μόνο από δύο γεωτρήσεις μεγάλου βάθους στην περιοχή Σοφικού, σε υψόμετρα περί τα 430 m. Οι γεωτρήσεις αυτές εντοπίζονται σε απόσταση 5 km περίπου από τη θαλάσσια περιοχή του όρμου της Αλμυρής και σε απόσταση 7 km περίπου από τον όρμο του Κόρφου.

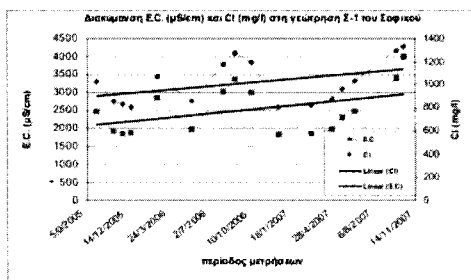
Το υφιστάμενο καθεστώς εκμετάλλευσης, σε συνδυασμό με τα τεχνικά των δύο γεωτρήσεων, έχει οδηγήσει στην υφαλμύριση του αντλούμενου νερού, ιδιαίτερα στην Σ-1 (Σχ. 5α, 5β). Η μικρή βελτίωση της ποιότητας από πλευράς υφαλμύρισης από την επανατροφοδοσία και τη μείωση των αντλήσεων κατά την χειμερινή περίοδο, δεν είναι ικανή να αντιστρέψει πλήρως την προσκληθείσα υποβάθμιση από τις υπεραντλήσεις της θερινής περιόδου. Είναι αναγκαία η συστηματική παρακολούθηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του αντλούμενου υπόγειου νερού και αντίστοιχη ρύθμιση του καθεστώτος άντλησης, ώστε να αποφευχθεί η περαιτέρω αύξηση της ρύπανσης από τη θαλάσσια διείσδυση, η οποία θα είναι πολύ δύσκολα αναστρέψιμη.

Οι ασβεστόλιθοι της λοφώδους βορειοανατολικής ζώνης αναδύονται μέσα από τις νεογενείς αποθέσεις υπό τη μορφή τεκτονικών κεράτων στις περιοχές Μαυρός, Κουταλάς, Μαύρη Ωρα και Όνειρα όρη (Σχήμα 4). Η καρστική υδροφορία των Ονείων ορέων εκφορτίζεται μέσω των υφάλμυρων πηγών Ωραίας Ελένης, ενώ της Μαύρης Ωρας συμμετέχει στην τροφοδοσία των υφάλμυρων πηγών Αλμυρής. Η υδραυλική επικοινωνία μεταξύ των παράκτιων υδροφόρων Μαυρού

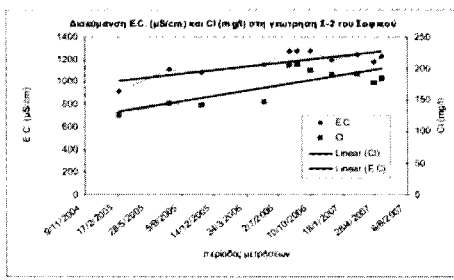
Ονείων και Μαύρης Θρας είναι δυσχερής, αλλά όχι αδύνατος όπως αποδείχθηκε από την υφαλμύριση του καρστικού υδροφόρου στην περιοχή Μαψού. Μεταξύ τους παρεμβάλλονται μεγάλο πάχος λεπτομερή νεογενή ιζηματα, όπως διαπιστώθηκε από τη γεωφυσική και γεωτρητική έρευνα (Μάστορης κ.ά., 1971). Στο δυτικότερο τομέα του ασβεστολιθικού όγκου του Μαψού (μεταξύ Κουταλά – Σπαθοβουνίου), 15 km από τη ακτή του Σαρωνικού λειτουργούν σήμερα περί τις 20 γεωτρήσεις με παροχές που κυμαίνονται από 40-70 m<sup>3</sup>/h. Οι γεωτρήσεις αυτές έχουν προωθηθεί δεκάδες μέτρα κάτω από το επίπεδο της θάλασσας, τα σημεία αναρρόφησης των αντλιών σ' αυτές βρίσκονται λίγα μέτρα πάνω από τον πυθμένα τους, με αποτέλεσμα τη σταδιακή υφαλμύριση του καρστικού υδροφόρου.



Σχήμα 4. Απλοποιημένος υδρογεωλογικός χάρτης ανατολικής Κορινθίας (Μαρκαντώνης κ.ά, 2005).



Σχήμα 4α. Διακύμανση E.C (μS/cm) και Cl (mg/L) περιόδου 2005-07 στη γεώτρηση Σ-1 του Σοφικού.



Σχήμα 4β. Διακύμανση E.C (μS/cm) και Cl (mg/L) περιόδου 2005-07 στη γεώτρηση Σ-2 του Σοφικού.

Στα βόρεια περιθώρια της μεγάλης ασβεστολιθικής ενότητας του Αρακαίου, από τον Άγιο Βασίλειο μέχρι τα Αθίκια, εμφανίζονται στην επιφάνεια, αλλά και σε διάφορα βάθη κάτω από τους ασβεστόλιθους του Μέσου Ιουραϊκού, υδατοστεγανοί ή μικρής περατότητας σχηματισμοί της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιολιθικά σώματα. Οι εμφανίσεις αυτές διαμορφώνουν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη, αυτόνομων καρστικών υδροφόρων σε θετικά υψόμετρα, ανεξάρτητων του βαθύς μεγάλου καρστικού υδροφόρου και συνεπώς δεν κινδυνεύουν από υφαλμύριση. Σε τέτοιες εμφανίσεις, με τη συνδρομή της τεκτονικής δράσης μέσω της οποίας έχουν αποκοπεί μικροκλίμακα υδροστρωμάτωμα, όπως ορατά στην περιοχή Γεωλογίας Α. Β. Θ.



πηγές Κλένιας και Αγίου Βασιλείου. Τέτοια υδροφορία εκτιμάται ότι εκμεταλλεύονται αρκετές γεωτρήσεις στην περιοχή Ξερόκαμπος, νότια του Χιλιομοδίου. Το πάχος και ο βαθμός καρστικοποίησης των υπερκείμενων της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης ασβεστολίθων, καθορίζουν τη δυναμικότητα των υδροφόρων αυτών (παροχές εκμετάλλευσης 15-25 m<sup>3</sup>/h). Επιβάλλεται η λήψη μέτρων για την προστασία των υδροφόρων αυτών από ρυπάνσεις ανθρωπογενούς προέλευσης (γεωργική δραστηριότητα, αστικά απόβλητα), καθώς η εκμετάλλευσή τους συμβάλλει σημαντικά στην υδροδότηση των οικισμών τη περιοχής και σήμερα παρουσιάζουν, κατά θέσεις, σημαντική νιτρορύπανση.

Σύμφωνα με υπολογισμούς του υδρολογικού ισοζυγίου για το σύνολο των ασβεστολίθων της ανατολικής Κορινθίας (ορεινή και λοφώδης ζώνη), η μέση ετήσια τροφοδοσία τους είναι της τάξης των 100x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (Κουμαντάκης & Μαρκαντώνης, 2007). Το σύνολο σχεδόν των ποσοτήτων αυτών εκφορτίζεται στη θάλασσα μέσω των παράκτιων και υποθαλάσσιων υφάλμυρων καρστικών πηγών. Η δυνατότητα αξιοποίησης, μέρους έστω, από τις ανωτέρω ποσότητες νερού θα συνέβαλε καθοριστικά στην επίλυση του υδατικού προβλήματος της περιοχής. Μια τέτοια όμως προοπτική απαιτεί συστηματική έρευνα σημαντικού κόστους. Η Νομαρχία Κορινθίας έκανε έναρξη χρηματοδότησης της έρευνας αυτής, σε 1<sup>η</sup> Φάση, στο Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας του Ε.Μ.Π., τα συμπεράσματα της οποίας έχουν ήδη παραδοθεί (Κουμαντάκης & Μαρκαντώνης, 2007).

Σχετικά με την ανάχωση της υφαλμύρωσης του καρστικού υδροφορέα των πηγών Ωραίας Ελένης, έχει προταθεί η κατασκευή υπόγειου στεγανού διαφράγματος (Κουμαντάκης, 2005), απαιτείται όμως περαιτέρω έρευνα.

Υδροφόροι μεταλλικών σχηματισμών

Η δυναμικότητα των υδροφόρων που αναπτύσσονται σε διακριτές εμφανίσεις κροκαλοπαγών ή αδρομερών φάσεων των πλειοκαινικών αποθέσεων, που με τη μορφή ενστρώσεων ή φακών περιέχονται εντός των λεπτομερών υδατοστεγανών στρωμάτων στην ανατολική Κορινθία είναι σχετικά μικρή και ποικίλει από θέση σε θέση. Οι παροχές των υφιστάμενων γεωτρήσεων την αρχική περίοδο εκμετάλλευσης κυμαίνονται από 15-30 m<sup>3</sup>/h, μειώνονται όμως δραματικά με τον χρόνο, λόγω των κακών συνθηκών επανατροφοδοσίας. Το καθεστώς υπερεκμετάλλευσης των μικρής δυναμικότητας υδροφόρων των μεταλλικών σχηματισμών είναι γενικευμένο σε όλη την περιοχή, με αποτέλεσμα την εγκατάσταση αρνητικού ισοζυγίου.

Πέραν της ποσοτικής, παρατηρείται και σημαντική ποιοτική υποβάθμιση των υπόγειων νερών. Διαπιστώθηκε εκτεταμένη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης στην περιοχή μεταξύ Κλένιας-Χιλιομοδίου και στη μεγάλη έκταση της καλλιεργητικής ζώνης, μεταξύ Αγίου Βασιλείου-Κλεωνών-Σπαθοβουνίου-Κουταλά (Μαρκαντώνης κ.ά., 2005). Ιδιαίτερα αυξημένες περιεκτικότητες νιτρικών ιόντων παρατηρούνται κατάντη οικιστικών ζωνών (Κλένια, Άγιος Βασίλειος, Κουταλάς, Μαμός, Στεφάνι), γεγονός που δείχνει τη συμβολή στη νιτρορύπανση και των αστικών λυμάτων.

## 2.4 Παραλιακή ζώνη Κορίνθου-Κιάτου

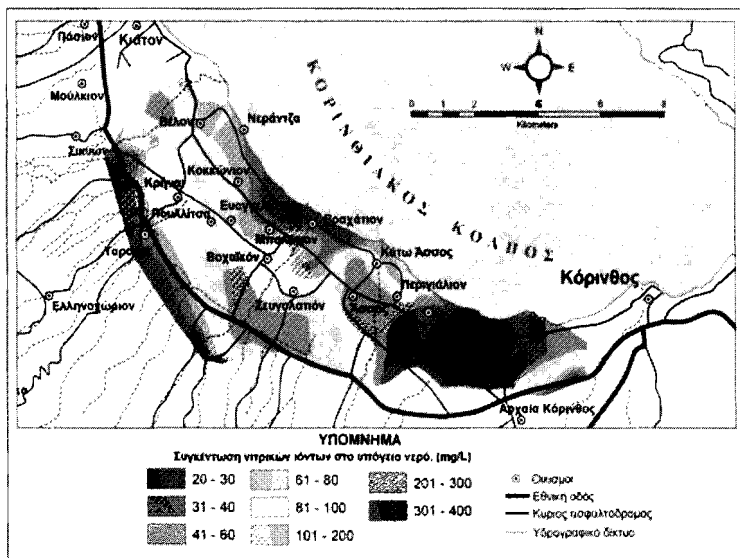
Στη βόρεια παραλιακή ζώνη της Κορινθίας, υφίστανται σημαντικές παραγωγικές δραστηριότητες (οικιστική ανάπτυξη, γεωργία, τουρισμός), δημιουργώντας έτσι υψηλή ζήτηση υδατικών πόρων. Το πρόβλημα επιτείνεται, με την επέκταση των καλλιεργειών στη λοφώδη ζώνη, στην οποία οι αρδευτικές ανάγκες καλύπτονται με μεταφορά νερού από την πεδινή ζώνη (Σταμάτης κ.ά., 2002, Βουδούρης, 2005, Βουδούρης κ.ά., 2005)

Η υπερεκμετάλλευση των υπόγειων νερών για την κάλυψη της αυξημένης ζήτησης, έχει οδηγήσει σε διάνοιξη πολυάριθμων παράνομων γεωτρήσεων, σε παράνομη διακίνηση και εμπορία νερού, σε σπατάλη μεγάλων κεφαλαίων για ανόρυξη γεωτρήσεων σε ακατάλληλες θέσεις, από ιδιώτες αλλά και από τους Δήμους της περιοχής.

Ο προσχωματικός υδροφορέας που αναπτύσσεται στη ζώνη μεταξύ Κορίνθου – Κιάτου, βρίσκεται σε αρνητικό ισοζύγιο, διαπιστωμένο από την προηγούμενη 10-ετία (Κουμαντάκης κ.ά., 1999). Το ετήσιο έλλειμμα κυμαίνεται από 4,5x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> έως 15x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (Panagoroulos et al., 2002; Voudouris, 2006). Οι ετήσιες απολήψεις είναι μεγαλύτερες από την ασφαλή απόδοση (safe yield) του υδροφορέα. Η εμφάνιση δύο συνεχόμενων ιδιαίτερα ξηρών υδρολογικών ετών (2006-07 και 2007-08), έχει οδηγήσει την κατάσταση σε οριακό σημείο, με αναμενόμενες πλέον σοβαρές οικονομικές επιπτώσεις στους κατοίκους της περιοχής.

Τα υπόγεια νερά της περιοχής αυτής είναι ποιοτικά υποβαθμισμένα, λόγω νιτρορύπανσης (Σχ. 5) και υφαλμύρισης κατά τόπους, που τα καθιστούν ακατάλληλα για οικιακή και αρδευτική χρήση (Panagoroulos et al., 2001; Stamatis & Voudouris, 2003; Δόκου κ.ά., 2003; Voudouris et al., 2004). Η κατασκευή και λειτουργία του σχεδιαζόμενου φράγματος στον Ασπιτό ποταμό, χωρητικότητας 20x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, θα συμβάλει στην επίλυση του προβλήματος και στην κάλυψη των αναγκών την αρδευτική

περίοδο (Κούκης κ.ά., 2005). Επίσης θα υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησης του φράγματος για εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού, μέσω γεωτρήσεων στην εσωτερική πεδινή ζώνη της λεκάνης (Βουδούρης κ.ά., 2005), η οποία θα συμβάλει και στη βελτίωση της ποιότητας των νερών του παράκτιου υδροφορέα (Hionidi et al., 2001).



Σχήμα 5. Χάρτης κατανομής νιτρικών ιόντων (Voudouris et al., 2004).

## 2.5 Υδροφορέας μεταλλικών νερών Λουτρακίου

Ο σημαντικός για την Κορινθία προσχωματικός, μεταλλικών νερών υδροφορέας του Λουτρακίου, βρίσκεται σε αρνητικό ισοζύγιο, εδώ και 10-ετίες. Λόγω της υπερεκμετάλλευσής του κινδυνεύει τόσο από υπαλίμωση, όσο και από εξάντληση. Στο ακραίο δυτικό τμήμα του, λόγω της χαμηλής πιεζομετρίας, παρατηρείται διείσδυση της θάλασσας, γεγονός που εκφράζεται με περιεκτικότητες χλωριόντων από 100-500 mg/L (Σταμάτης & Βουδούρης, 2000; Λάππας, 2004; Κούνης & Βιτωρίου – Γεωργούλη, 2005).

Η συνέχιση ή/και αύξηση των υπεραντλήσεων θα οδηγήσει σε εξάντληση των μόνιμων αποθεμάτων και πρόελαση του μετώπου της υπαλίμωσης, τουλάχιστον μέχρι το μέσο περίπου της πεδινής έκτασης, καταστρέφοντας το μισό υδροφορέα. Επιβεβλημένη θεωρείται η μελέτη για τον άμεσο επανασχεδιασμό του καθεστώτος εκμετάλλευσής και εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού του τόσο σημαντικού αυτού υδροφορέα για την Κορινθία. Σχετικές προτάσεις έχουν υποβληθεί στο Δήμο και στη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση, αλλά μέχρι σήμερα δεν υπήρξε ανταπόκριση (Κουμαντάκης, ΕΜΠ).

## 3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ο Νομός Κορινθίας χαρακτηρίζεται από έλλειμμα νερού στην παράκτια ζώνη και στο Α/κό τμήμα, όπου ζει το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού και αναπτύσσονται οι κυριότερες οικονομικές δραστηριότητες. Πολλοί υδροφορείς εμφανίζουν σημάδια εξάντλησης και ποιοτικής υποβάθμισης, η οποία αντικατοπτρίζεται από υπαλίμωση και νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης. Η ποσοτική και ποιοτική κατάσταση των υπόγειων νερών στην Κορινθία, ιδιαίτερα στις ζώνες όπου αναπτύσσονται έντονες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, βρίσκεται σε οριακό σημείο. Επιβάλλεται η λήψη διαχειριστικών μέτρων, τα οποία θα συμβάλουν στην αντιστροφή της υφιστάμενης κατάστασης. Συγκεκριμένα προτείνεται:

- Εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφόρων της παράκτιας ζώνης, από τις χειμερινές χειμαρρικές απορροές και από κατάλληλα επεξεργασμένα αστικά λύματα.
- Εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού στον υδροφορέα μεταλλικού νερού Λουτρακίου.
- Ορθολογική, Βιώσιμη, Ορόσημο, Τμήμα Κορινθίας. Α.Π.Θ.

- Βελτίωση των συστημάτων άρδευσης προς εξοικονόμηση αρδευτικού νερού.
- Κατασκευή απαραίτητων έργων αξιοποίησης χειμερινών απορροών (φράγματα ανάσχεσης, ταμιευτήρες κ.λπ.).
- Διερεύνηση της δυνατότητας μεταφοράς νερού από περιοχές που πλεονάζει σε ελλειμματικές περιοχές (ανατολικό τμήμα του Νομού).

Επιπλέον πρέπει να υιοθετηθούν πολιτικές με στόχο τον περιορισμό των ιδιωτικών γεωτρήσεων προς όφελος των συλλογικών αρδευτικών έργων, την ενημέρωση των αγροτών, την επεξεργασία των λυμάτων και των αποβλήτων ελαιοτριβείων και τη χωροθέτηση χώρων υγιεινολογικής ταφής απορριμμάτων για την προστασία της ποιότητας των επιφανειακών και υπόγειων νερών.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Antonakos, A., Lambrakis, N., 2007. Development and testing of three hybrid methods for the assessment of aquifer vulnerability to nitrates, based on the DRASTIC model: An example from NE Korinthia, Greece. *Journal of Hydrology*, Vol. 333, Issues 2-4, 288-304.
- Βουδούρης, Κ., 2001. Το κλίμα του Νομού Κορινθίας. Εκδ. Καταγράμμα.
- Βουδούρης, Κ., Παναγόπουλος, Α., Μαρκαντώνης, Κ., 2002. Υδρολογικό ισοζύγιο και δυνατότητες βιώσιμης διαχείρισης των υδατικών πόρων της λεκάνης Συμφαλίας (Ν. Κορινθίας). Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη, 3-6 Οκτωβρίου 2002. Τόμος II, 327-334.
- Βουδούρης, Κ., 2005. Οι επιπτώσεις της αγροτικής και τουριστικής ανάπτυξης στη βιωσιμότητα των υπόγειων νερών: Δύο παραδείγματα από τη Νότια Ελλάδα. *Γεωγραφίες*, Τεύχος 10, 130-146.
- Βουδούρης, Κ., Αντωνάκος, Α., Κουμαντάκης, Ι., 2005. Συμβολή στην εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης του Ασωπού ποταμού του Νομού Κορινθίας. Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Εθνικού Συνεδρίου της Ελληνικής Επιτροπής Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (ΕΕΔΥΠ). Ξάνθη, 119-127.
- Βουδούρης, Κ., 2006. Ρυπαντική επιδεκτικότητα των γεωλογικών σχηματισμών και εδαφική διάθεση των λυμάτων: Η περίπτωση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων του Νομού Κορινθίας. Πρακτικά Συνεδρίου «Μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων μικρής κλίμακας». Παν. Θεσσαλίας, Τμήμα Χημείας ΑΠΘ, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, ΤΕΕ. Πορταριά Πηλίου 8-9 Απριλίου 2006, 279-286 (Εκδότες Α. Ζουμπουλής, Α. Κούγκολος, Π. Σαμαράς, Χ. Προχάσκα).
- Δόκου, Ζ., Μουσκεφτάρα, Σ., Παγκάλου, Δ., Καρατζάς, Γ., 2003. Μοντελοποίηση της υπόγειας ροής και της μεταφοράς νιτρικών στον αβαθή υπόγειο υδροφόρο στην παράκτια ζώνη του Κορινθιακού κόλπου. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελλ. Υδροτεχνικής Ένωσης, Θεσσαλονίκη, 345-352.
- European Commission, 1999. «SWOT analysis». Evaluating socioeconomic programmes: Principal evaluation techniques and tools. Vol. 3, Means collection, EC Structural funds, Luxembourg, 41-45.
- Ζερβογιάννης, Γ. (Γραφείο Μελετών με Τεχνικό Σύμβουλο Ι. Κουμαντάκη), 1991. "Οριστική υδρογεωλογική μελέτη αναρρύθμισης πηγών Συμφαλίας". Υπουργείο Γεωργίας.
- Hionidi, M., Panagoropoulos, A., Koumantakis, J., Voudouris, K., 2001. Groundwater quality considerations related to artificial recharge to the aquifer of the Korinthos Prefecture, Greece. Proc. Third International Conference on Groundwater Quality: Natural and enhanced restoration of groundwater pollution. Sheffield, U.K. IAHS publ. No 275, 85-90.
- Κούκης, Γ., 1994. Προκαταρκτική γεωτεχνική- τεχνικοοικονομική έρευνα του Νομού Κορινθίας. Τελική έκθεση ερευνητικού προγράμματος. Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας.
- Κούκης, Γ., Ρόζος, Δ., Σαμπτακάκης, Ν. 2005. Η διαχείριση των επιφανειακών νερών με την κατασκευή μεγάλων τεχνικών έργων. Παράδειγμα εφαρμογής στο Νομό Κορινθίας. 7<sup>ο</sup> Υδρογεωλογικό Συνέδριο. Ελληνική Επιτροπή Υδρογεωλογίας, Αθήνα, 187-194.
- Κουμαντάκης, Ι., Παναγόπουλος, Α., Σταυρόπουλος, Ξ., Βουδούρης, Κ., 1999. Εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού στο παράκτιο υδροφόρο σύστημα του Βόρειου τμήματος του Νομού Κορινθίας. Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Υδρογεωλογικού Συνεδρίου.
- Κουμαντάκης, Ι., Παναγόπουλος, Α., Σταυρόπουλος, Ξ., Βουδούρης, Κ., 1999. Εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού στο παράκτιο υδροφόρο σύστημα του Βόρειου τμήματος του Νομού Κορινθίας. Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Υδρογεωλογικού Συνεδρίου.
- Κουμαντάκης Ι., 2002. Ανάγκη αξιοποίησης των ορεινών υπόγειων υδροφορέων. Παραδείγματα από την Κορινθία. Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Υδρογεωλογικού Συνεδρίου.
- Κουμαντάκης Ι., 2004. Υφιστάμενο υδατικό καθεστώς Κεντρικής Κορινθίας. Σχεδιασμός διαχείρισης υπόγειων και επιφανειακών νερών. Έκδοση Ε.Μ.Π. Τιμητικός τόμος Αντ. Κοντόπουλου.
- Κουμαντάκης Ι., 2005. Ανάσχεση της υπαλμύρωσης υδροφορέων μέσω υπόγειων στεγανών διαφραγμάτων. Η περίπτωση του καρστικού υδροφόρου των πηγών Ωραίας Ελένης Κορινθίας. Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Υδρογεωλογικού Συνεδρίου. Αθήνα, 195-201.
- Κουμαντάκης Ι., Μαρκαντώνης Κ., 2007. Έρευνα αξιοποίησης παράκτιων και υποθαλάσσιων υφάλμυρων καρστικών πηγών Κορινθίας. Ερευνητικό Πρόγραμμα Ε.Μ.Π., χρηματοδοτηθέν από τη Νομαρχία Κορινθίας.

- Κούνης Γ., Βιτωρίου – Γεωργούλη Α., 2005. Επί της διακεκριμένης ποιότητας υδροφορίας της προσχωσιγενούς λεκάνης Λουτρακίου Κορινθίας. Υδρογεωλογικές συνθήκες, Εισροές, Εκροές και αποταμίευμα. 7<sup>ο</sup> Υδρογεωλογικό Συνέδριο. Ελληνική Επιτροπή Υδρογεωλογίας, Αθήνα, 211-218.
- Λάππας Ι., 2004. Υδρογεωλογικό καθεστώς λεκάνης Λουτρακίου, με έμφαση στα χαρακτηριστικά του υδροφορέα Μεταλλικού νερού και στον καθορισμό των ζωνών προστασίας του. Διπλωματική Διατριβή στα πλαίσια του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Π. «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων» (Επιβλέπων Καθ. Ι. Κουμαντάκης).
- Μαρκαντώνης Κ., Βουδούρης Κ., Κουμαντάκης Ι., 2005. Υπόγεια νερά νοτιοανατολικού τμήματος Κορινθίας. 7<sup>ο</sup> Υδρογεωλογικό Συνέδριο. Ελληνική Επιτροπή Υδρογεωλογίας, Αθήνα.
- Μάστορης Κ, Μονόπωλης Δ., Σκαγιάς Σ, 1971. Υδρογεωλογική Έρευνα περιοχής Κορίνθου - Λουτρακίου, Εκδόσεις Ι.Γ.Μ.Ε. Νο 3.
- Morfis, A., Zojer, H., 1986. Karst Hydrology of the central and eastern Peloponnesus (Greece). 5<sup>th</sup> International Symposium on groundwater tracing. Athens, 1986.
- Panagopoulos, A., Voudouris, K., Koumantakis, J., Hionidi, M., 2001. Groundwater evolution of the Northern Korinthia region coastal aquifer system, as indicated by Hydrochemistry. Πρακτικά του 9<sup>ου</sup> Διεθνούς Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, Αθήνα. Volume XXXIV/5, 1991-1997.
- Panagopoulos, A., Voudouris, K., Hionidi, M., Koumantakis, J., 2002. Irrational water resources management impacts on the coastal aquifer system of Korinthia. Proc. of International Conference «Restoration and Protection of the Environment V», July 2002, Skiathos. Vol. I, 419-426.
- Σταμάτης, Γ., Βουδούρης, Κ., 2000. Καθορισμός περιμέτρου προστασίας υδροληπτικών έργων του υδροφορέα των μεταλλικών νερών της λεκάνης Λουτρακίου βάσει υδρογεωλογικών κριτηρίων. Ορυκτός Πλούτος 116/2000, 13-36.
- Σταμάτης, Γ., Ααμπράκης, Ν., Ψωμιάδης, Ε., Γάτσος, Ι., 2002. Χωροχρονική εξέλιξη της ποιοτικής υποβάθμισης του φρεάσιου υδροφορέα από ανθρωπογενείς επιδράσεις στην περιοχή Εξαμίλια Κορινθίας. 6<sup>ο</sup> Υδρογεωλογικό Συνέδριο. Ελληνική Επιτροπή Υδρογεωλογίας, Ξάνθη, 259-268.
- Stamatis, G., Voudouris, K., 2003. Marine and human activity influences on the groundwater quality of southern Korinthos area (Greece). Hydrological processes, 17, 2327-2345.
- Σταυρόπουλος, Ε. (Γραφείο Μελετών με Τεχνικό Σύμβουλο Ι. Κουμαντάκη), 2000. "Προκαταρκτική μελέτη προβλημάτων υπόγειας υδροφορίας του Δήμου Ξυλοκάστρου", ΔΕΥΑ Ξυλοκάστρου.
- Σταυρόπουλος, Ε. (Γραφείο Μελετών με Τεχνικό Σύμβουλο Ι. Κουμαντάκη), 2001. "Υδρογεωλογική έρευνα Μαύρου Όρους Δήμου Ξυλοκάστρου", ΔΕΥΑ Ξυλοκάστρου.
- Voudouris, K., Panagopoulos, A., Daniil, D., 2000. Implications to surface water quality of Corinth's Prefecture from anthropogenic activities. Proceedings of International Conference «Restoration and Protection of the Environment V». July 2000, Thasos. Vol. I, 235-242.
- Voudouris, K., Hionidi, M., Panagopoulos, A., Koumantakis, J., 2002. Extreme climatic events in the Prefecture of Korinthos (Greece) and their impact on groundwater resources. Proc. 5<sup>th</sup> International Conference "Water resources management in the era of transition". European Water Resources Association. Athens, 107-114.
- Voudouris, K., Panagopoulos, A., Koumantakis, J., 2004. Nitrate pollution in the coastal aquifer system of the Korinthos Prefecture (Greece). Global Nest: The International Journal, Vol. 6, No 1, 31-38, 2004.
- Voudouris, K., 2006. Groundwater Balance and Safe Yield of the coastal aquifer system in NEastern Korinthia, Greece. Applied Geography, Volume 26 (2006), 291-311.
- Voudouris, K., Mavrommatis, T., Antonakos, A., 2007. Hydrologic balance estimation using GIS in Korinthia prefecture, Greece. Advances in Science and Research 1, 1-8.
- Voudouris, K., 2007. An application of SWOT analysis and GIS for the optimization of water resources management in Korinthia prefecture, Greece. Proc. of International Conference "Water resources management: New approaches and technologies. European Water Resources Association. Chania, Crete, 14-16 June 2007, 307-315.