

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ



**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ

ΚΑΠΠΑΣ ΘΩΜΑΣ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ. Σουπιός Παντελής

ΧΑΝΙΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ

Κάππας Θωμάς – Αλέξανδρος

Επιβλέπων: Δρ. Σουπιός Παντελής

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Εξεταστής Π. ΣΟΥΠΙΟΣ, ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
2. Εξεταστής Ε. ΚΟΚΚΙΝΟΥ, ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
3. Εξεταστής Η. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, ΚΑΘ. ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΧΑΝΙΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση της παρούσας εργασίας δε θα ήταν δυνατή χωρίς την ουσιαστική συμβολή και υπομονή ορισμένων ανθρώπων.

Αρχικά οφείλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Σουπιό Παντελή για την άψογη συνεργασία που είχαμε και για την κατανόηση που μου έδειξε.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τον κ. Δημητρακόπουλο Δημήτρη ο οποίος με βοήθησε πολύ στην αναζήτηση πληροφοριών. Μπόρεσα μαζί του να βρεθώ από κοντά σε λιγνιτικά ορυχεία και να παρατηρήσω τα όσα αναφέρονται στη συγκεκριμένη εργασία.

Τέλος το μεγαλύτερο ευχαριστώ το χρωστάω στους γονείς μου για την ευκαιρία που μου έδωσαν να σπουδάσω και ήταν συνεχώς δίπλα μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	8
1.1. Παρουσίαση του προβλήματος των νερών στα ορυχεία, το οποίο επιβάλλει την αποστράγγιση των ορυχείων.....	8
1.2. Μέθοδοι και τεχνικές αποστράγγισης.....	12
1.3. Περιγραφή του προβλήματος των νερών, έλλειψη υδατικών πόρων, ποιότητας, απαίτηση για διαχείριση των υδατικών πόρων.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	22
2.1. Επιπτώσεις της αποστράγγισης στο υδατικό περιβάλλον.....	22
2.2. Μέτρα περιορισμού των επιπτώσεων της αποστράγγισης στο περιβάλλον – Διαχείριση υδατικών πόρων.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	29
3.1. Νομοθεσία που ισχύει γενικά για τα νερά και τη προστασία τους.....	29
3.2. Μεταλλευτική νομοθεσία στην Ευρώπη.....	30
3.3. Η νομοθεσία στην Ελλάδα για τα μεταλλεία σε σχέση με τους υδατικούς πόρους.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΟΡΥΧΕΙΩΝ.....	39
4.1. Διαχείριση των υδάτων μετά από το κλείσιμο του υπόγειου ορυχείου λιγνίτη στο Αλιβέρι.....	39
4.1.1. Γενικά.....	39
4.1.2. Γεωλογική, Υδρογεωλογική και Γεωτεχνική έρευνα.....	40
4.1.3. Υδροχημεία.....	42
4.1.4. Υδραυλικά χαρακτηριστικά.....	44
4.1.5. Ανάγκες νερού στη περιοχή.....	45
4.1.5.1. Διαχείριση των υδατικών πόρων της λίμνης και των παλαιών έργων εξόρυξης.....	46
4.1.5.2. Το νερό της λίμνης.....	48
4.1.5.3. Το νερό των παλαιών φρεατίων.....	48
4.2. Η περίπτωση των ορυχείων λιγνίτη στη περιοχή της Μεγαλόπολης.....	49
4.2.1 Γενικά.....	49
4.2.2 Διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων.....	51
4.2.3 Αξιολόγηση της διαχείρισης του νερού των ορυχείων.....	52
4.2.4 Συμπεράσματα.....	55
4.3. Η περίπτωση των ορυχείων λιγνίτη στη περιοχή της Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου.....	56
4.3.1 Γενικά.....	56
4.3.2 Υδρογεωλογικά στοιχεία και έρευνα.....	57
4.3.3 Υδατικό ισοζύγιο.....	59
4.3.4 Σύστημα διαχείρισης των υδάτων.....	60
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	66

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1.1: Σχηματικό διάγραμμα εκμετάλλευσης και αποστράγγισης ορυχείου. Διακρίνονται η πορεία εκμετάλλευσης, οι βαθμίδες εκσκαφής και απόθεσης και οι γεωτρήσεις αποστράγγισης (Πηγή : Δ.Ε.Η./ Τ.Υ.Μ.).....	9
Σχήμα 1.2: Παράκτια Α και υποθαλάσσιες Β, Γ πηγές και υποθαλάσσιες εισροές Δ (Τμήμα γεωλογίας Α.Π.Θ).....	20
Σχήμα 2.1: Διοχέτευση νερών σε τάφρο για τον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα (κατά τους Bize J., Bourguet L., Lemoine J. 1972) (Σούλιος Γ., 2008).....	26
Σχήμα 2.2: Τεχνητός εμπλουτισμός από γεώτρηση (α): ελεύθερο υδροφόρο στρώμα, (β): υπό πίεση υδροφόρο στρώμα (κατά Todd C., 1980, από τον Καλλέργη Γ., 2001)	27
Σχήμα 4.1: Χημική ανάλυση σε mg / l (α) Λατομείο Πύλη (5/3/2002) στον καρστικό σχηματισμό και (β) πηγή κάναλος (30/3/2001) στο νεογενή σχηματισμό. (Δ.Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, Διαχείριση του νερού μετά το κλείσιμο του υπόγειου ορυχείου λιγνίτη στο Αλιβέρι).....	43
Σχήμα 4.2: Δόκιμη άντλησης υπόγειων υδάτων από πιεζόμετρο σε απόσταση 3 μέτρων (Δ.Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, Διαχείριση του νερού μετά το κλείσιμο του υπόγειου ορυχείου λιγνίτη στο Αλιβέρι)	45
Σχήμα 4.3: Αριστερά οι τιμές του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και δεξιά η διακύμανση του TDS για την περίοδο 2003-2006. (Βασιλείου Ε. , Τσαγκαράτος Π. , Ηλία Ι. , Πάτρα, Μάιος 2010)	52
Σχήμα 4.4: Διαγράμματα των τιμών Mo και SO4 στον ποταμό Αλφειό(Βασιλείου Ε. , Τσαγκαράτος Π. , Ηλία Ι. , Πάτρα, Μάιος 2010).....	53
Σχήμα 4.5: Διαχείριση υδατικών πόρων στα Ορυχεία Πτολεμαΐδας κατά την τριετία 2006-2008 (Πανεπιστήμιο Πατρών τμήμα γεωλογίας)	63
Σχήμα 4.6: Αριθμός πηγαδιών για άρδευση στη λεκάνη Αμυνταίου (Δ. Δημητρακόπουλος, Ε. Γρηγοράκου, Ιούνιος 2001)	64
Σχήμα 4.7: Λεκάνη Αμυνταίου, η συνολική άντληση των ποσοτήτων για την περίοδο 1993-2000 (Δ. Δημητρακόπουλος, Ε. Γρηγοράκου, Ιούνιος 2001).....	64

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1.1: Σημείο περάσματος βαρέων οχημάτων στο ορυχείο της Μεγαλόπολης (2011).....	12
Εικόνα 1.2: Ποσοστό υδάτων στον πλανήτη μας.....	15
Εικόνα 1.3: Πληθυσμοί χωρίς πρόσβαση σε πόσιμο νερό, 1990-2006. Αναφορά UNEP/MAP, 2009 (Δρ. Θεοχάρη Χρ. 2010).....	16
Εικόνα 1.4: Οι κυριότερες καρστικές περιοχές της Ελλάδας (με συμπαγείς ή κατά κύριο λόγο ανθρακικούς σχηματισμούς). (Τμήμα γεωλογίας Α.Π.Θ).....	21
Εικόνα 2.1: Υδρογεώτρηση στο ορυχείο της Μεγαλόπολης (2011).....	22
Εικόνα 2.2: Διοχέτευση νερών σε τάφρο για τον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα (RWE Power International , 2008).....	26
Εικόνα 2.3: Εμπλουτισμός του υδροφόρου ορίζοντα με νερό που προέρχεται από τα αντλούμενα φρεάτια (Boehm B., Trumpff H., 1988) (Δημητρακόπουλος Δ. 1997).....	28
Εικόνα 4.1: Η μεγάλη λίμνη του παλαιού ορυχείου στο Αλιβέρι (2011).....	39
Εικόνα 4.2: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του Αλιβερίου (2003). (Δ.Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, Διαχείριση του νερού μετά το κλείσιμο του υπόγειου ορυχείου λιγνίτη στο Αλιβέρι).....	41
Εικόνα 4.3: Γεωλογικό τμήμα της περιοχής του Αλιβερίου (2003) (Δ. Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, Διαχείριση του νερού μετά το κλείσιμο του υπόγειου ορυχείου λιγνίτη στο Αλιβέρι).....	41
Εικόνα 4.4: Η στάθμη της μεγάλης λίμνης το 1985 επάνω και η στάθμη το 2002 κάτω (Δ.Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου Διαχείριση του νερού μετά το κλείσιμο του υπόγειου ορυχείου λιγνίτη στο Αλιβέρι).....	46
Εικόνα 4.5: Σημείο εξόρυξης λιγνίτη σε ορυχείο της Μεγαλόπολης (2011).....	49
Εικόνα 4.6: Χάρτης των σημείων δειγματοληψίας στα ορυχεία της Μεγαλόπολης(Βασιλείου Ε. , Τσαγκαράτος Π. , Ηλία Ι. , Πάτρα, Μάιος 2010).....	50
Εικόνα 4.7: Τεκτονική τάφρος της Δυτικής Μακεδονίας (Πανεπιστήμιο Πατρών – Τμήμα Γεωλογίας).....	56

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 3.1: Κύριο πλαίσιο νομοθεσίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με τη μεταλλεία και το νερό.(Βασιλείου Ε., Τσαγκαράτος Π., Ηλία Ι., Μάιος 2010, Περιβαλλοντική διαχείριση του νερού των μεταλλείων λαμβάνοντας υπόψη την ευρωπαϊκή νομοθεσία νερού. Ειδικό θέμα η περίπτωση των ορυχείων Μεγαλόπολης).....	31
Πίνακας 3.2: Κύρια νομοθεσία μεταλλείας και νερού στην Ελλάδα (Βασιλείου Ε., Τσαγκαράτος Π., Ηλία Ι. Μάιος 2010, Περιβαλλοντική διαχείριση του νερού των μεταλλείων λαμβάνοντας υπόψη την ευρωπαϊκή νομοθεσία νερού. Ειδικό θέμα η περίπτωση των ορυχείων Μεγαλόπολης).....	34
Πίνακας 4.1 :	43
Πίνακας 4.2: Πίνακας ποιότητας και στατιστικής ανάλυσης από δείγματα νερού στη περιοχή του λιγνιτωρυχείου στη Μεγαλόπολη. (2007) (Βασιλείου Ε. , Τσαγκαράτος Π. , Ηλία Ι. , Πάτρα, Μάιος 2010).....	54
Πίνακας 4.3: Παρουσιάζει τις μέσες τιμές των διαφόρων δειγμάτων από τον υδροφόρο ορίζοντα των υπερκείμενων (Δημητρακόπουλος Δ., 2001).....	58

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διερεύνηση του προβλήματος που παρουσιάζεται στην εξόρυξη των λιγνιτικών κοιτασμάτων όταν αυτά βρίσκονται κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα. Η εισροή των επιφανειακών αλλά κυρίως υπόγειων νερών στους χώρους της εκμετάλλευσης έχουν ως αποτέλεσμα την αντικοινομική ή απαγορευτική εκμετάλλευση και την δημιουργία δυσκολιών στις εργασίες εξόρυξης. Μερικά από τα προβλήματα που πιθανόν θα προκύψουν είναι οι πλημμύρες στις ανοικτές εκσκαφές, αστάθεια των πρανών και της απόθεσης των άγονων υλικών, μειωμένη παραγωγή κλπ. Για το λόγο αυτό απαιτείται η συστηματική αποστράγγιση για την προστασία των ορυχείων. Για την αποτελεσματική προστασία του ορυχείου από τα υπόγεια νερά οι υδροφορίες των στρωμάτων πάνω από το λιγνίτη (υπερκείμενα) θα πρέπει να αποστραγγιστούν τελείως μέσα στα όρια της επέκτασης της εκμετάλλευσης. Οι μέθοδοι της αποστράγγισης είναι πολλοί αλλά η κύρια μέθοδος είναι η όρυξη υδρογεωτρήσεων με προπορεία πολλών μηνών ή ετών πριν από την εξόρυξη.

Επειδή το νερό θεωρείται μοναδικό και αναντικατάστατο αγαθό, χωρίς να είναι απεριόριστο θα πρέπει να διαχειρίζεται αειφορικά με εξοικονόμηση και αποτελεσματική αξιοποίηση. Η ζήτηση των υδατικών πόρων αυξάνεται σε συνδυασμό με την αύξηση του πληθυσμού και καθώς το 1990 η συνολική κατανάλωση ήταν 770 km^3 και το 2025 προβλέπεται να φτάσει τα 5000 km^3 . Η ρύπανση των υδάτων από τη γεωργία, τη βιομηχανία και άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες μειώνουν ακόμη περισσότερο τα νερά που μπορούν να αξιοποιηθούν σωστά.

Από την αποστράγγιση των ορυχείων δημιουργούνται επιπτώσεις στο υδατικό περιβάλλον. Επηρεάζεται η ύδρευση και άρδευση καλλιεργήσιμων εκτάσεων, προκύπτει μείωση της έκτασης ή και αποξήρανση λιμνών και ποταμών, εκδηλώνονται καθιζήσεις του εδάφους, ρύπανση των υπόγειων νερών από τα υποβαθμισμένα ύδατα των ορυχείων καθώς και των επιφανειακών νερών που προέρχονται από την απόρριψη των αντλιοστασίων. Όλο αυτό το σύστημα χρειάζεται μια καλή διαχείριση ώστε να αποφευχθούν ή να μετριασθούν οι παραπάνω πιθανές συνέπειες.

Για να μειωθούν οι συνέπειες της πτώσης της στάθμης των υπόγειων υδάτων έξω από τα όρια του πεδίου εκμετάλλευσης, η Δ.Ε.Η πραγματοποιεί μια προσπάθεια για την ορθολογική διαχείριση του νερού που αντλείται για την προστασία των ορυχείων. Τα κυριότερα μέτρα που λαμβάνονται είναι: η άντληση των υπόγειων νερών πριν αυτά

εισέλθουν στο χώρο εκσκαφής, η διάθεση των αντλούμενων νερών για την κάλυψη αρδευτικών ή υδρευτικών αναγκών, η διοχέτευση των νερών που αντλούνται σε τάφρους και γεωτρήσεις για τον εμπλουτισμό των υπόγειων νερών και η διοχέτευση των νερών που προέρχονται από την αποστράγγιση στα ποτάμια και λίμνες της περιοχής για τη διατήρηση της υδατικής ισορροπίας.

Όσο αναφορά την νομοθεσία για τους υδατικούς πόρους και τη προστασία τους η οδηγία 2000/60/EK θεωρείται το πιο σημαντικό κομμάτι του ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου ακόμα και για την διαχείριση τους. Για την ελληνική εξορυκτική βιομηχανία τέσσερις (4) νόμοι είναι οι πιο σημαντικοί: ο κανονισμός των μεταλλευτικών και λατομικών εργασιών (Κ.Μ.Λ.Ε), ο νόμος 998/1979, ο νόμος 1650/1980, και το διυπουργικό διάταγμα 69269/5387/1996. Η εφαρμογή της οδηγίας πλαίσιο (2000/60/EK) στη χώρα μας ξεκίνησε αρνητικά, κυρίως λόγω σημαντικών παραλείψεων του νόμου που εναρμονίζει την ελληνική με την κοινοτική νομοθεσία. Άρα η επίτευξη της καλής κατάστασης των υδάτων είναι αμφίβολο αν θα επιτευχθεί έως το 2015, όπως προβλέπεται καθώς οι σχετικές δράσεις προχωρούν με βραδείς ρυθμούς.

Τέλος γίνεται λεπτομερής αναφορά στα ορυχεία της Μεγαλόπολης και της Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου και στα μέτρα που λαμβάνονται για την ορθολογική διαχείριση του νερού που αντλείται για την προστασία των ορυχείων. Επίσης γίνεται αναφορά στο κλειστό ορυχείο του Αλιβερίου, το οποίο με την εντατική και συνεχή άντληση των παλαιών έργων εξόρυξης και με την απομάκρυνση του νερού από τα κενά μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια για τουριστική εκμετάλλευση.

ABSTRACT

The subject of this thesis is to investigate the problem presented in the mining of lignite deposits when they are below the water table. The inflow of surface water but mainly of the groundwater in the mine works, results difficulties and possibly closure of mining operations. Some of the problems that will arise are flooding in open excavations, slope instability of the mine or the waste dump of materials. For this reason it is necessary a systematic drainage to protect the mine. To effectively protect the mine of groundwater aquifers overburden should be drained completely within the boundaries of the expansion of the farm. The methods of dewatering are many but the main method is dug wells with a head several months or years before mining. Because water is considered unique and irreplaceable without unlimited should be managed sustainably by saving and efficient recovery. Combined with population growth and increasing demand for water resources in 1990 the total consumption was 770 km³ and 2025 is projected to reach 5000 km³ Water pollution from agriculture, industry and other human activities reduce even more water that can be properly exploited.

The drainage of mines generates various consequences in aqueous environment. These effects are the water supply and irrigation farmland, reducing the extent and possibly even drying lakes and rivers, the subsidence of soil, groundwater pollution from mining degraded waters and surface waters from the discharge of pumping. The entire system needs a good management to avoid all these consequences.

To reduce the effects of falling groundwater levels outside the limits of the field operations, DEI made a bid for the rational management of water pumped for the protection of the mines. The main measures taken are: the abstraction of groundwater before they enter the site excavation, disposal of pumped water to meet irrigation or water supply needs, channelling the waters collected in trenches and drillings for maintaining water balance and channelling the water from draining into the rivers and lakes of the region.

As reference the legislation on water resources and their protection Directive 2000/60/EC is considered the most important part of the European institutional framework even for management. For the Greek mining industry four (4) laws are the most important: the regulation of mining and quarry operations (K.M.L.E), Act 998/1979, Law 1650/1980, and the inter-ministerial decree 69269 / 5387/1996. The implementation of the Framework Directive (2000/60/EC) in our country started mostly negative due to significant omissions of law harmonises the Greek and EU legislation. So to achieve good water status is doubtful achieved until 2015 and the related operations are proceeding slowly.

Finally, a description of the measures taken in the mines of Megalopolis and Ptolemais – Amyndeo to reduce the effects of falling groundwater levels, is given.

Also refer to the closed mine Aliveriou, in which the water coming from the intensive and continuous pumping from the voids of the mine, can be safely used for tourist development.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζεται κατά κύριο λόγο η εκμετάλλευση του λιγνίτη σε συνδυασμό με την παρουσία των υπόγειων κυρίως νερών. Για το λόγο αυτό περιγράφονται οι τρόποι με τους οποίους απομακρύνεται το νερό από το χώρο της εκμετάλλευσης πριν τη διαδικασία της εξόρυξης του λιγνίτη και η σωστή διαχείριση των αντλούμενων υδατικών πόρων. Για την καλύτερη αξιοποίηση των υδάτων απαιτείται ένα σχέδιο ορθολογικής διαχείρισης, ώστε το αντλούμενο νερό να αξιοποιείται αειφορικά, να χρησιμοποιείται για την λειτουργία του ορυχείου και για τις ανάγκες (ύδρευση – άρδευση) των γειτονικών χωριών – πόλεων. Τέλος γίνεται μια αναφορά στην νομοθεσία για την προστασία των υδατικών πόρων και τη μεταλλευτική νομοθεσία σε Ευρώπη και Ελλάδα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την νεολιθική εποχή η προστασία των μεταλλείων από τα επιφανειακά και υπόγεια νερά ήταν ένα κυρίαρχο πρόβλημα για τους εργαζόμενους εκεί και τα μεταλλεία έκλειναν όταν δεν υπήρχε κατάλληλη μέθοδος για την αποστράγγισή τους (Shepherd R., 1993).

Σήμερα οι τεχνικές αποστράγγισης για τα επιφανειακά και τα υπόγεια ορυχεία χρησιμοποιούνται ευρύτατα, ακόμα και τα μεταλλεία που έχουν βάθος χιλιάδων μέτρων μπορούν να αποστραγγιστούν αποτελεσματικά (Wolkerdorfer Ch., 2008).

Η εντατική χρήση μεταλλευμάτων και ορυκτών τους δυο τελευταίους αιώνες έχει οδηγήσει στην διαρκώς αυξανόμενη ανάγκη για εξόρυξη και παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων μεταλλευμάτων, ορυκτών στερεών καυσίμων, πετρελαίου, δομικών υλικών και πολύτιμων λίθων. Αυτό έχει σαν συνέπεια την σταδιακή εξάντληση των κοιτασμάτων που βρισκότουσαν σε μικρότερο βάθος και αντιμετώπιζαν σε γενικές γραμμές μικρότερα προβλήματα. Κατά συνέπεια απαιτείται τις τελευταίες δεκαετίες σε διεθνές επίπεδο η εκμετάλλευση των μεταλλείων και ορυχείων να προχωρήσει σε μεγαλύτερα βάθη που φθάνουν τα 1000m και σε δυσκολότερα κοιτάσματα από πλευράς γεωτεχνικών, υδρογεωλογικών, κλιματολογικών και μορφολογικών συνθηκών.

Ανάλογα προβλήματα αντιμετωπίζονται στην χώρα μας κυρίως στα ορυχεία λιγνίτη που αποτελούν την σημαντικότερη ίσως μεταλλευτική δραστηριότητα στην Ελλάδα.

Ο λιγνίτης αποτελεί για τη χώρα μας μια μεγάλη, βέβαιη και οικονομικά ανταγωνιστική πηγή ενέργειας και η συμβολή του είναι καθοριστική στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της. Στη σημερινή εποχή η Δ.Ε.Η εξορύσσει περίπου 58×10^6 tn λιγνίτη τον χρόνο. Η εξάντληση όμως με την πάροδο του χρόνου των ευνοϊκότερων κοιτασμάτων οδηγεί στην εκμετάλλευση δυσμενέστερων από άποψη σχέσεως και συνθηκών εκμετάλλευσης λιγνιτικών κοιτασμάτων.

Η διαρκώς μεγαλύτερη ανάπτυξη σε έκταση και βάθος των υπαίθριων λιγνιτικών εκμεταλλεύσεων της Δ.Ε.Η έχει ως συνέπεια την αντιμετώπιση συνεχώς αυξανόμενων προβλημάτων. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται έχουν να κάνουν με την ύπαρξη σημαντικών υδροφόρων οριζόντων στους γεωλογικούς σχηματισμούς, που αποκόπτονται κατά την πρόοδο της εκμετάλλευσης.

Για την αντιμετώπιση των υπόγειων νερών και των προβλημάτων που δημιουργεί η υπαρξή τους στην εκμετάλλευση του λιγνίτη η Δ.Ε.Η έχει αναπτύξει μια μεθοδολογία

σύμφωνη με τις αρχές της ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων, που αποβλέπει:

- Στην αποστράγγιση των υπερκείμενων του λιγνίτη στρωμάτων, δηλαδή αποστραγγίζονται τα γεωλογικά στρώματα που βρίσκονται άνω του λιγνιτικού κοιτάσματος ώστε η εκμετάλλευση να γίνει χωρίς πρόβλημα.
- Στον υποβιβασμό της στάθμης των υποκείμενων, δηλαδή γίνεται άντληση του υπόγειου νερού το οποίο βρίσκεται σε γεωλογικούς σχηματισμούς κάτω από το στρώμα του λιγνιτικού κοιτάσματος.
- Στην άντληση των νερών πριν αυτά εισέλθουν στο χώρο της εκσκαφής. Θα πρέπει να αντληθεί το νερό πριν από τη εκσκαφή ώστε να αποφύγουμε την εισχώρηση νερών στην περιοχή της εξόρυξης του λιγνίτη και την ανάμιξή τους με ρύπους.

Η άντληση τεραστίων ποσοτήτων νερού από τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες και η πτώση της στάθμης που επιτυγχάνεται στην περιοχή των ορυχείων έχει επιπτώσεις στο υδατικό καθεστώς της ευρύτερης περιοχής.

Για το λόγο αυτό απαιτείται ένα σχέδιο ορθολογικής διαχείρισης των τεραστίων ποσοτήτων νερού που αντλούνται για την προστασία των ορυχείων. Στόχος αυτού του σχεδίου διαχείρισης είναι η αξιοποίηση των νερών που αντλούνται και ο περιορισμός των επιπτώσεων από τις μεγάλες αντλήσεις στο υδατικό περιβάλλον. Αυτό μπορεί να γίνει με την λήψη ειδικών μέτρων αποκατάστασης της υδατικής ισορροπίας, διάθεση των αντλούμενων ποσοτήτων νερού για την κάλυψη των αρδευτικών και υδρευτικών αναγκών των ευρύτερων περιοχών γύρω από το λιγνιτωρυχείο. Επίσης το αντλούμενο νερό χρησιμοποιείται και για τις ανάγκες του ορυχείου όπως το πλύσιμο μηχανημάτων, πότισμα δια βροχής για την αντιμετώπιση της σκόνης, καθαρισμό των σκαπτικών μηχανημάτων, στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς (Α.Η.Σ) της Δ.Ε.Η για την ψύξη των ατμοηλεκτρικών μονάδων κ.α. Ακόμα το αντλούμενο νερό διοχετεύεται στα ποτάμια και τις λίμνες και έτσι διατηρεί την οικολογική ισορροπία στους υδατικούς πόρους στην εκάστοτε περιοχή.

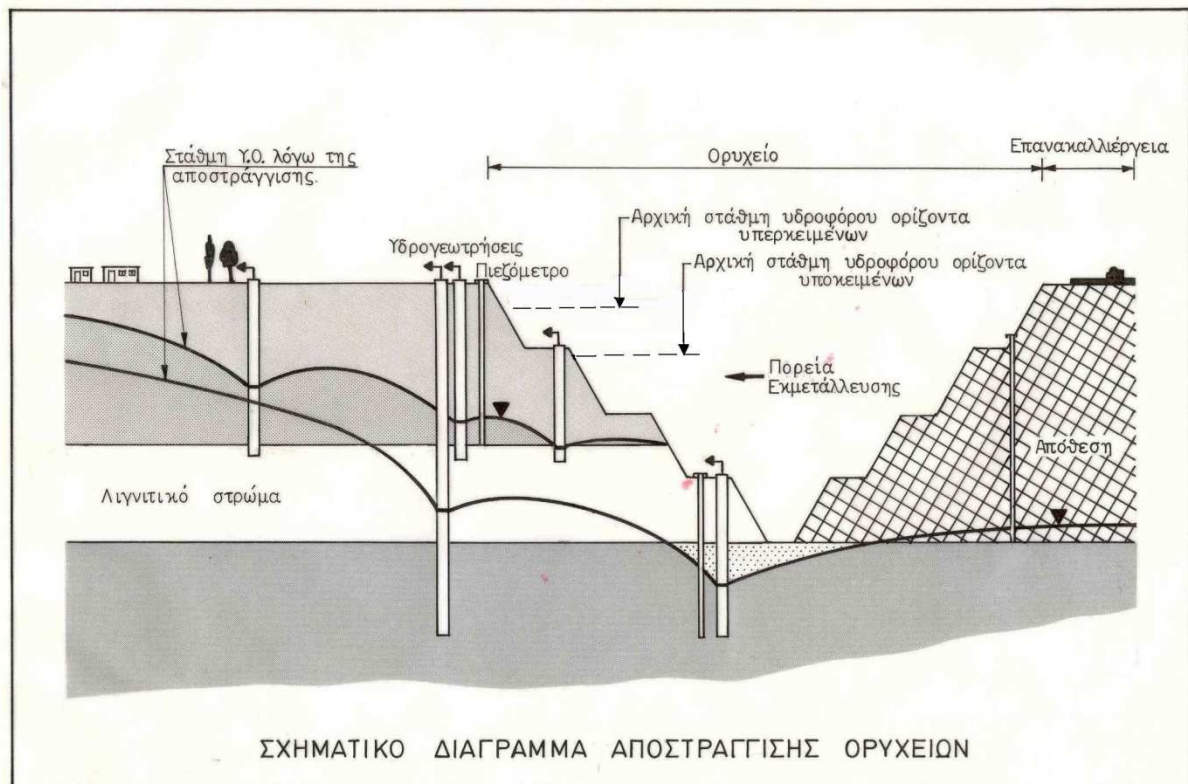
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

1.1. Παρουσίαση του προβλήματος των νερών στα ορυχεία, το οποίο επιβάλλει την αποστράγγιση των ορυχείων.

Όπως είναι γνωστό στις ανοικτές μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις εκτός από την εισροή εντός αυτών των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και πιθανώς μέρους των επιφανειακών απορροών των γύρω περιοχών, συχνά αντιμετωπίζονται σοβαρά προβλήματα και από τα υπόγεια νερά που μπορούν να καταστήσουν ακόμη και απαγορευτική την εκμετάλλευση του ορυκτού πόρου λόγω τεχνικών και οικονομικών προβλημάτων (Δ. Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ζ. Ηλιάδης, 1996).

Από τη στιγμή που τμήματα μεγάλων επιφανειακών μεταλλείων βρίσκονται κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα, μετά την εκσκαφή και την δημιουργία του ορυχείου το νερό εισέρχεται προς την ανοιχτή εκσκαφή μέσω των πρανών (Σχ.1.1). Ενώ το ορυχείο λειτουργεί, το νερό είτε εισέρχεται σε αυτό μέσω των πρανών, είτε αντλείται με υδρογεωτρήσεις που κατασκευάζονται γύρω από το ορυχείο . Η ανοικτή εκσκαφή γίνεται έτσι ένα μεγάλων διαστάσεων όρυγμα άντλησης εξ' αιτίας της οποίας, δημιουργείται μια πιεζομετρική επιφάνεια που κλίνει προς το ορυχείο και διατηρεί τη ροή του υπόγειου νερού προς αυτό. Το κωνικό σχήμα της πιεζομετρικής επιφάνειας γύρω από το ορυχείο είναι γνωστό ως "κώνος ταπείνωσης" ή "κώνος επιρροής". Όταν το ορυχείο εγκαταλειφθεί και σταματήσουν οι αντλήσεις, η εκσκαφή θα πληρωθεί από το υπόγειο νερό και θα αποκατασταθεί πάλι ένα επίπεδο ισορροπίας του νερού.



Σχήμα 1.1: Σχηματικό διάγραμμα εκμετάλλευσης και αποστράγγισης ορυχείου. Διακρίνονται η πορεία εκμετάλλευσης, οι βαθμίδες εκσκαφής και απόθεσης και οι γεωτρήσεις αποστράγγισης (Πηγή : Δ.Ε.Η./ Τ.Υ.Μ.)

Λόγω των εισροών των επιφανειακών και υπόγειων νερών μέσα στους χώρους της εκμετάλλευσης παρουσιάζονται αρνητικά φαινόμενα τόσο στις επιφανειακές όσο και στις υπόγειες μεταλλευτικές εργασίες, φαινόμενα που μπορούν να καταστήσουν ακόμη και απαγορευτική την εκμετάλλευση του ορυκτού πόρου λόγω τεχνικών και οικονομικών προβλημάτων.

Η ύπαρξη υπόγειων νερών μπορεί να δημιουργεί δυσκολίες στις μεταλλευτικές δραστηριότητες σε συγκεκριμένες περιοχές, με πλημμύρες π.χ. στις ανοικτές εκσκαφές, προβλήματα ευστάθειας των πρανών της εκσκαφής και της απόθεσης των άγονων υλικών. Πρωταρχικός επομένως στόχος της εφαρμογής της επιστήμης της υδρογεωλογίας στις ανοικτές εκσκαφές, είναι να βοηθήσει στην αναζήτηση της τεchnικοοικονομικά βέλτιστης λύσης για την σωστή εκμετάλλευση και ασφάλεια του μεταλλείου αφαιρώντας στο μέγιστο δυνατό βαθμό τις αρνητικές επιδράσεις από την ύπαρξη επιφανειακών και υπόγειων νερών στις μεταλλευτικές δραστηριότητες.

Στη συνέχεια παρατίθενται επιγραμματικά οι επιδράσεις του υπόγειου νερού σε κάθε μια από τις λειτουργίες και στάδια της επιφανειακής μεταλλευτικής δραστηριότητας (Λουλούδης Γ., 1989).

Γεωτεχνική ασφάλεια

Ο όρος αυτός ερμηνεύεται ως εξασφάλιση της ευστάθειας των πρανών της ανοικτής εκσκαφής, τόσο των πλευρικών όσο και του μετώπου, εξασφάλιση της ευστάθειας των πρανών των αποθέσεων των στείρων, προστασία της εκσκαφής από εισροές νερού και πλημμύρες, εξασφάλιση της φέρουσας ικανότητας των δαπέδων εκμετάλλευσης και διάνοιξης κ.λ.π.

Το υπόγειο νερό έχει καθαρά αρνητική επίδραση όσον αφορά την γεωτεχνική ασφάλεια.

- Η ύπαρξη υπόγειων νερών επιδεινώνει την αστάθεια των πρανών καθόσον αυξάνει τις κινητήριες δυνάμεις, εις βάρος των σταθεροποιητικών δυνάμεων.
- Επίσης προκαλεί αύξηση των δυνάμεων ροής κατά τη φυσική αποστράγγιση του μέσα στην εκσκαφή.

Συνεπώς, για μια δοθείσα και προκαθορισμένη για διάφορους λόγους γωνία κλίσης του πρανούς, ένα αποστραγγισθέν πρανές είναι περισσότερο ευσταθές από ένα κορεσμένο με νερό.

- Εξ αιτίας του υπόγειου νερού είναι δυνατόν επίσης να προκληθεί ανύψωση και διάρρηξη του δαπέδου λόγω υδροστατικής πίεσης υποκείμενου υδροφόρου ορίζοντα (Λουλούδης Γ., 1989).

Εξόρυξη και εκρηκτικά

Η ύπαρξη υπόγειου νερού μπορεί να έχει αρνητικές επιδράσεις στις εργασίες εξόρυξης, όταν αυτή γίνεται με τη βοήθεια εκρηκτικών υλών (δηλ. στην διάτρηση, γόμωση και πυροδότηση των διατρημάτων). Αυτές είναι:

- Πρόκληση καταπτώσεων των τοιχωμάτων των διατρημάτων που οδηγούν στην καταστροφή τους.
- Ελαχιστοποίηση της δυναμικής της έκρηξης.
- Αύξηση του κόστους των εκρηκτικών, καλωδίων και συνδέσεων.
- Χρονοβόρα γόμωση

Μεταφορά Απόθεση και Επεξεργασία αγόνων υλικών

Η ύπαρξη νερού κατά τις διεργασίες αυτές :

- Αυξάνει το κόστος μεταφοράς διότι το υλικό είναι λασπώδες
- Προωθεί την αστάθεια τόσο της εσωτερικής όσο και της εξωτερικής απόθεσης των στεύρων.
- Επιβάλλει μια πρόσθετη επεξεργασία και ανακατανομή των αγόνων υλικών προς επίτευξη της ευστάθειας της απόθεσης και συνεπώς μείωση της παραγωγικότητας.

Μεταφορά και επεξεργασία μεταλλεύματος

Η ύπαρξη νερού κατά τις διεργασίες αυτές προκαλεί :

- Αύξηση του κόστους μεταφοράς διότι το υλικό είναι λασπώδες.
- Δημιουργία καθυστερήσεων και φθορών κατά την μεταφορά.
- Πιθανή η αναγκαιότητα ξήρανσης του μεταλλεύματος.

Οικονομικότητα, Ασφάλεια, Λειτουργικότητα και Παραγωγικότητα της Εκμετάλλευσης

- Το υπόγειο νερό επιβάλλει μια μεγαλύτερη σχέση αποκάλυψης.
- Μείωση των δραστηριοτήτων δεδομένου εξοπλισμού σε κάθε βαθμίδα.
- Μη ικανοποιητική λειτουργία βαρύ εξοπλισμού κάτω από λασπώδεις και υγρές συνθήκες (Εικ.1.1).
- Αύξηση του κόστους συντήρησης του εξοπλισμού αυτού.
- Πρόκληση σημαντικών καθυστερήσεων, απώλειες μεταλλεύματος και εξοπλισμού λόγω κατολισθήσεων (Λουλούδης Γ., 1989).



Εικόνα 1.1: Σημείο περάσματος βαρέων οχημάτων στο ορυχείο της Μεγαλόπολης (2011).

1.2. Μέθοδοι και τεχνικές αποστράγγισης

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι τα προβλήματα που δημιουργούν τα νερά στα μεταλλεία είναι σημαντικά και έχουν σχέση τόσο με τη λειτουργία όσο και την ασφάλεια του μεταλλείου.

Επομένως απαιτείται η συστηματική αποστράγγιση για την προστασία των μεταλλείων – Ορυχείων από τα νερά. Όμως τα προβλήματα που πρέπει να επιλύσει ο μηχανικός για την προστασία του ορυχείου από τα υπόγεια νερά, διαφέρουν σε σημαντικό βαθμό από αυτά που αντιμετωπίζονται όταν ο σκοπός είναι η εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων για άρδευση και ύδρευση.

Στην περίπτωση της προστασίας του ορυχείου ο στόχος είναι να επιτευχθεί σε μια χρονική περίοδο, που καθορίζεται από το σχεδιασμό του ορυχείου, ο υποβιβασμός της στάθμης σε ένα επίπεδο, που θα προσδιοριστεί από τις γεωμηχανικές απαιτήσεις για την ευστάθεια των πρανών και του δαπέδου του ορυχείου, μέσω αντλιών, τοποθετημένων σε υδρογεωτρήσεις, η παροχή των οποίων μεταβάλλεται ανάλογα με την πτώση της στάθμης που επιτυγχάνεται.

Για την αποτελεσματική προστασία του ορυχείου από τα υπόγεια νερά πρέπει οι υδροφορίες των υπερκείμενων να αποστραγγιστούν τελείως μέσα στα όρια της επέκτασης της εκμετάλλευσης. Οι υπό πίεση υδροφορίες που βρίσκονται στα υποκείμενα

των λιγνιτικών στρωμάτων πρέπει να αποσυμπιεστούν σε τέτοιο βαθμό που θα επιτρέπουν την ασφαλή, από γεωμηχανική άποψη συνέχιση της εκμετάλλευσης σχήμα 1.1 .

Θεωρώντας ένα αδιαπέραστο στρώμα στο δάπεδο του ορυχείου με πυκνότητα π.χ. $d=2$ t/m ένα μέτρο πάχους του υλικού αυτού μπορεί να αντισταθμίσει την πίεση που ασκείται από 2m νερού. Δηλαδή ένα αδιαπέραστο στρώμα κάτω από το δάπεδο του ορυχείου αντισταθμίζει την πίεση μιας στήλης νερού σχεδόν διπλασίου ύψους, που ασκείται από ένα υδροφορέα που βρίσκεται βαθύτερα. Είναι προφανές ότι η πιεζομετρική επιφάνεια αυτού του υδροφορέα βρίσκεται πάνω από το δάπεδο του ορυχείου (Δ. Δημητρακόπουλος ,1997).

Η μέθοδος αποστράγγισης είναι ένα πολύ σημαντικό τμήμα των εργασιών εκμετάλλευσης ενός επιφανειακού μεταλλείου. Σε πολλές περιπτώσεις η δυνατότητα μιας ικανοποιητικής αποστράγγισης είναι ένας οριακός παράγοντας στη διάνοιξη του μεταλλείου. Επίσης το σύστημα αποστράγγισης επηρεάζει άμεσα και το σχεδιασμό της εκμετάλλευσης . Οι μέθοδοι αποστράγγισης περιλαμβάνουν ένα μεγάλο εύρος τρόπων απομόνωσης του ορυχείου από τα υπόγεια νερά. Αυτοί είναι:

- Υδραυλική προστασία με υπερεντατικές αντλήσεις σε γεωτρήσεις γύρω από την εκσκαφή και φράγματα.
- Δημιουργία αποστραγγιστικών τάφρων εντός και εκτός του ορυχείου.
- Αντλήσεις από αντλιοστάσια εντός των εκσκαφών.
- Απόκλιση του νερού σε υπόγειες δεξαμενές με φρέατα.
- Οριζόντιες αποστραγγιστικές στοές και γεωτρήσεις.
- Απόφραξη με γόμωση των υδροφόρων ρωγμών, εισάγοντας χημικά προσθετά στις διαρρήξεις πετρώματος.
- Επενδύσεις αργίλου.
- Στεγανά τοιχώματα.
- Υπόγεια διαφράγματα.
- Στοές και φρεάτια αποστράγγισης
- Εκτροπή της κοίτης ποταμών και υδατορευμάτων κ.λ.π. (Λουλούδης Γ., 1989)

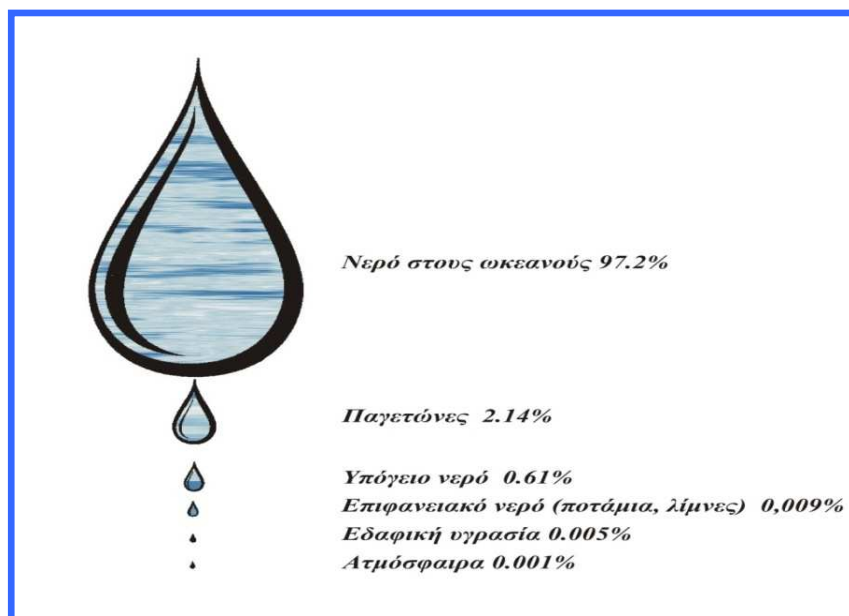
Γενικά η κύρια μέθοδος που ακολουθείται είναι η όρυξη υδρογεωτρήσεων με προπορεία πολλών μηνών ή ετών πριν από την εξόρυξη του λιγνίτη στην συγκεκριμένη περιοχή που

θα επεκταθεί η εκμετάλλευση. Ειδικότερα κατασκευάζονται σειρές από " περιφερειακές " υδρογεωτρήσεις στα όρια του πεδίου εκμετάλλευσης και μπροστά από το μέτωπο, τα οποία συλλέγουν ένα μέρος των υπόγειων νερών που ρέουν προς αυτό. Στο χώρο που θα επεκταθεί άμεσα η εκμετάλλευση ορύσσονται επίσης υδρογεωτρήσεις " πεδίου " οι οποίες προκαλούν περαιτέρω πτώση της στάθμης των υπόγειων νερών. Με την προώθηση του μετώπου εκμετάλλευσης οι υδρογεωτρήσεις αυτές αποκόπτονται κατά την εξόρυξη και καλύπτονται εν μέρει από τα υλικά της εκσκαφής. Στη συνέχεια όμως, μετά το " πέρασμα " του εκσκαφέα καθαρίζονται και αποκαθιστάται η " λειτουργία " τους για την συνέχιση της αποστράγγισης από το δάπεδο της τομής εκμετάλλευσης. Οι υδρογεωτρήσεις ορύσσονται συνήθως σε αποστάσεις οι οποίες εξαρτώνται από τις υδραυλικές παραμέτρους των υδροφόρων στρωμάτων και ειδικότερα από την ακτίνα επίδρασης των υδρογεωτρήσεων (Δ. Δημητρακόπουλος, 1997).

1.3. Περιγραφή του προβλήματος των νερών, έλλειψη υδατικών πόρων, ποιότητας, απαίτηση για διαχείριση των υδατικών πόρων.

Το νερό μπορεί να θεωρηθεί ως φυσικός πόρος, ως οικονομικό αγαθό και ως περιβαλλοντικό στοιχείο, ανάλογα με το κύριο κριτήριο και το είδος της διαχείρισης. Σε σχέση πάντως με άλλους φυσικούς πόρους και με άλλα οικονομικά αγαθά έχει μία ιδιαιτερότητα: είναι μοναδικό και αναντικατάστατο. Ένα μετάλλευμα π.χ. μπορεί να αντικατασταθεί από κάποιο άλλο (φυσικό ή συνθετικό υλικό) στην καθημερινή χρήση και στην οικονομική ανάπτυξη. Το νερό όμως όχι, αφού αποτελεί προϋπόθεση της ανθρώπινης ύπαρξης και ζωής στον πλανήτη και δεν έχει υποκατάστατο στην ανάπτυξη. Η βιώσιμη (αειφόρος) διαχείριση των υδατικών πόρων είναι η βασική παράμετρος της βιώσιμης ανάπτυξης.

Οι υδατικοί πόροι δεν είναι απεριόριστοι. Και μάλιστα σε πολλές περιοχές του κόσμου δεν είναι επαρκείς και η ανεπάρκειά τους αυτή συνιστά μέγιστο εμπόδιο στην ανάπτυξη. (Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ)

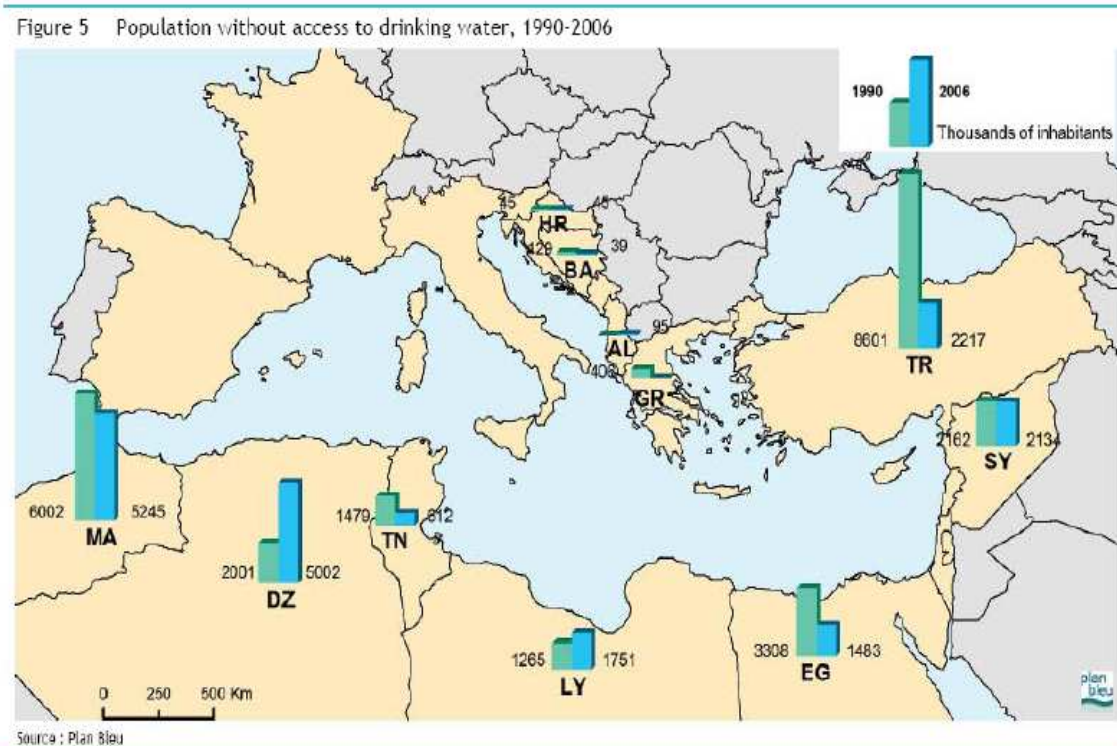


Εικόνα 1.2: Ποσοστό υδάτων στον πλανήτη μας.

Σήμερα υπάρχουν:

- 1,1 δισεκατομμύρια άνθρωποι ζουν χωρίς καθαρό πόσιμο νερό.
- 2,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι με ανεπαρκείς εγκαταστάσεις υγιεινής.
- 1,8 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο από διαρροϊκές ασθένειες.
- 900 παιδιά πεθαίνουν κάθε μέρα από ασθένειες που σχετίζονται με το νερό.

(www.kireas.org- Διαχείριση Υδατικών Πόρων, 2008)



Εικόνα 1.3: Πληθυσμοί χωρίς πρόσβαση σε πόσιμο νερό, 1990-2006. Αναφορά UNEP/MAP, 2009 (Δρ. Θεοχάρη Χρ., 2010).

Οι ανεπαρκείς βροχοπτώσεις οδηγούν σε ξηρασία. Κατά την προηγούμενη τριακονταετία σημειώθηκε σημαντική αύξηση των ξηρασιών ως προς τον αριθμό και την ένταση στις χώρες της Ευρώπης, με υψηλό οικονομικό κόστος. Το 2003, μία από τις πλέον εκτεταμένες ξηρασίες έπληξε πάνω από 100 εκατ. ανθρώπους και σχεδόν το ένα τρίτο της έκτασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κόστισε περίπου 8,7 δισεκατ. ευρώ. Η λειψυδρία είναι το αποτέλεσμα μακροχρόνιας ανισορροπίας, επειδή η ζήτηση υπερβαίνει τους διαθέσιμους πόρους νερού. Επιβάλλεται να προωθηθούν η εξοικονόμηση και η αποτελεσματική αξιοποίηση του νερού, καθώς υπολογίζεται ότι περίπου 20% του διαθέσιμου νερού κατασπαταλάται, ποσοστό που μπορεί να φθάνει και το 40% (Δρ. Θεοχάρη Χρ., Ιωάννινα 2010).

Η αύξηση της θερμοκρασίας στην Μεσόγειο σύμφωνα με μελέτη του UNEP/MAP που παρουσιάστηκε στο Μαράκες (Νοέμβριος 2009) είναι διπλάσια από αυτή των ωκεανών. Και η πρόβλεψη είναι ότι τα επόμενα 90 χρόνια θα αυξηθεί μεταξύ 2,2 και 5,1 βαθμών Κελσίου. Τα αποτελέσματα θα είναι καταστροφικά και μεταφράζονται σε: ελλείψεις νερού, ακραία καιρικά φαινόμενα, πλημμύρες κ.λπ. Οι βροχοπτώσεις αναμένεται να

μειωθούν κατά 27%, και τα καλοκαίρια θα είναι ιδιαίτερος δύσκολα στην Ιταλία, τις ακτές της Αδριατικής, την Ισπανία, την Ελλάδα και την Β.Αφρική.

Με το πέρασμα των χρόνων παρατηρείται η αύξηση της ζήτησης υδατικών πόρων σε συνδυασμό με την αύξηση του πληθυσμού και την αναπτυξιακή διαδικασία. Διεθνώς η κατανάλωση του νερού αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς: Το 1990 η κατανάλωση ήταν 770 κυβικά χιλιόμετρα, το 2000 ήταν 3.840 κυβικά χιλιόμετρα και το 2025 προβλέπεται ότι θα φτάσει τα 5000 κυβικά χιλιόμετρα. Η κατανάλωση νερού, σε παγκόσμιο επίπεδο διπλασιάζεται κάθε 20 χρόνια, αναπτυσσόμενη με διπλάσιους ρυθμούς απ' ότι η αύξηση του πληθυσμού. Στην Ευρώπη η συνολική κατανάλωση νερού το 1995 ήταν 100 κυβικά χιλιόμετρα/ χρόνο και το 2007 έφτασε στα 660 κυβικά χιλιόμετρα/ χρόνο.

Επίσης υποβαθμίζεται και η ποιότητα του νερού με την διαρκώς αυξανόμενη διάθεση αστικών, βιομηχανικών απόβλητων που περιλαμβάνουν και τις πάσης φύσεως μεταλλευτικές δραστηριότητες. Τα τελευταία 50 χρόνια σηματοδοτούν μια άνευ προηγούμενου ρύπανση των νερών παγκοσμίως. Στον αναπτυσσόμενο κόσμο το 90% των λυμάτων και το 70% των ανεπεξέργαστων βιομηχανικών αποβλήτων καταλήγουν στα επιφανειακά νερά (Δρ. Θεοχάρη Χρ., Ιωάννινα 2010).

Σήμερα, το στοίχημα στην Ε.Ε είναι η αντιμετώπιση της ρύπανσης και υπερεκμετάλλευσης του γλυκού νερού στη γεωργία, τη βιομηχανία και τις άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες. Σύμφωνα με τις στατιστικές της Επιτροπής:

- 50% των υδροτόπων βρίσκονται σε "επικίνδυνη κατάσταση" λόγω της υπερεκμετάλλευσης των υπόγειων νερών, και
 - Η επιφάνεια της αρδευόμενης γης στη Νότια Ευρώπη έχει αυξηθεί κατά 20% από το 1985.
 - 20% όλων των επιφανειακών νερών στην ΕΕ απειλείται σοβαρά από ρύπανση.
 - 60% των ευρωπαϊκών πόλεων υπερεκμεταλέονται τους υπόγειους υδάτινους πόρους οι οποίοι τροφοδοτούν περίπου το 65% του πόσιμου νερού στην Ευρώπη.
- (www.kireas.org- Διαχείριση Υδατικών Πόρων, 2008)

Η ΕΕ έχει θέσει τις παρακάτω προτεραιότητες για την καλύτερη διαχείριση των υδάτων:

1. Διαφανής και δημόσια διαχείριση των υδάτων
2. Μείωση των απωλειών και καλή χρήση του νερού
3. Περισσότερο χώρο (όχθες και διαδρομή) για τους ποταμούς
4. Υγιές και ασφαλές νερό για τους ανθρώπους και τη φύση
5. Ευέλικτες πολιτικές διαχείρισης των υδάτων με όραμα

Οι εντάσεις για τη διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων προέρχονται από τοπικές καταστάσεις στις οποίες υπάρχει ανισορροπία μεταξύ των υδάτινων πόρων και των αναγκών. Οι εντάσεις για τη διαθεσιμότητα του νερού είναι τοπικές:

- α) Το νερό είναι κατά βάση μια ανανεώσιμη πηγή, αλλά είναι άνισα κατανομημένη.
- β) Η αυξανόμενη αστικοποίηση οδηγεί σε τοπικές διαρθρωτικές ανισορροπίες μεταξύ της ανάγκης για το νερό και τους διαθέσιμους πόρους.
- γ) Επειδή είναι πολύ ακριβό να μεταφέρεις νερό, η έμφαση πρέπει να δοθεί στην καλύτερη διαχείριση των διαθέσιμων πόρων σε τοπικό επίπεδο.
- δ) Οι αναπόφευκτες επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος στην διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων είναι μακροπρόθεσμες και πιο δύσκολο να υπολογιστούν σήμερα από ό,τι είναι οι συνέπειες της αστικοποίησης και της ανθρώπινης δραστηριότητας, η οποίες είναι άμεσες (www.kireas.org- Διαχείριση Υδατικών Πόρων, 2008).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση πρέπει να επιλέξει μια "αφυδατωμένη" οικονομία, προκειμένου να αντιμετωπίσει τη λειψυδρία. Η καταπολέμηση της σπατάλης αποτελεί το πρώτο βήμα προς μια οικονομία χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό:

- α) Η αποτελεσματική χρήση του νερού πάνω από όλα απαιτεί να εκμεταλλευτούν όλες οι δυνατότητες για βελτίωση όσον αφορά την καταπολέμηση της σπατάλης του νερού και των απωλειών του δικτύου νερού.
- β) Ωστόσο, η μείωση της σπατάλης δεν είναι πάντα επαρκής για να διορθώσει την ανισορροπία μεταξύ της ζήτησης και των διαθέσιμων υδάτινων πόρων σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

Η επιλογή μιας "αφυδατωμένης" οικονομίας προϋποθέτει την αύξηση της αποδοτικότητας στη χρήση διαθέσιμων υδάτινων πόρων:

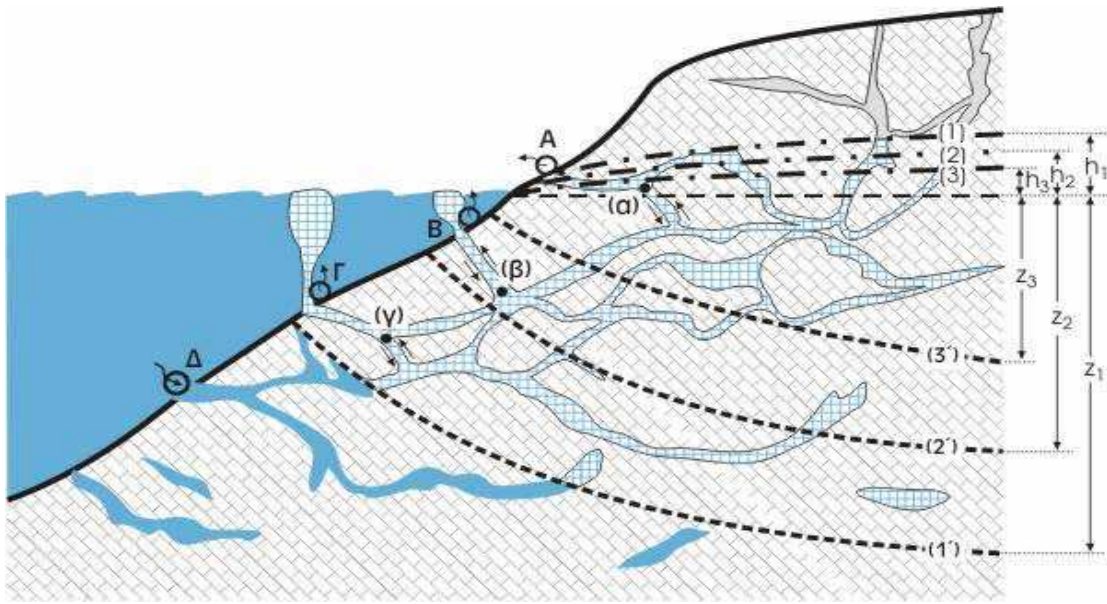
- α) Το βρόχινο νερό είναι μια εναλλακτική πηγή με περιορισμένη εφαρμογή.
- β) Η αφαλάτωση θαλασσινού νερού είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία, αλλά καταναλώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας.
- γ) Η χρήση των λυμάτων είναι μια μελλοντική λύση. (www.kireas.org- Διαχείριση Υδατικών Πόρων, 2008).

Όσο αφορά την Ελλάδα σύμφωνα με το WWF "Ιδιαίτερα δυσμενής είναι η θέση της χώρας μας και όσον αφορά την κατανάλωση νερού. Με μέση ετήσια κατανάλωση 2.389 κυβικών μέτρων ανά κάτοικο, έχουμε το δεύτερο μεγαλύτερο «υδατικό αποτύπωμα» μετά τις ΗΠΑ και διπλάσιο του παγκόσμιου μέσου όρου (1.243 κυβικά μέτρα / έτος / κάτοικο). Το μεγάλο υδατικό μας αποτύπωμα αποδίδεται στην αυξημένη χρήση νερού για τη γεωργία (87%), στις απώλειες που παρουσιάζει το απαρχαιωμένο αρδευτικό και υδρευτικό δίκτυο της χώρας, αλλά και στη συνολική κακοδιαχείριση των υδάτινων πόρων"(www.kireas.org - Διαχείριση Υδατικών Πόρων, 2008).

Η Ελλάδα είναι μια χώρα που βρίσκεται σε μεσογειακό κλίμα και αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα ποιότητας και ποσότητας των υδατικών αποθεμάτων. Αυτό οφείλεται κυρίως στους παρακάτω λόγους:

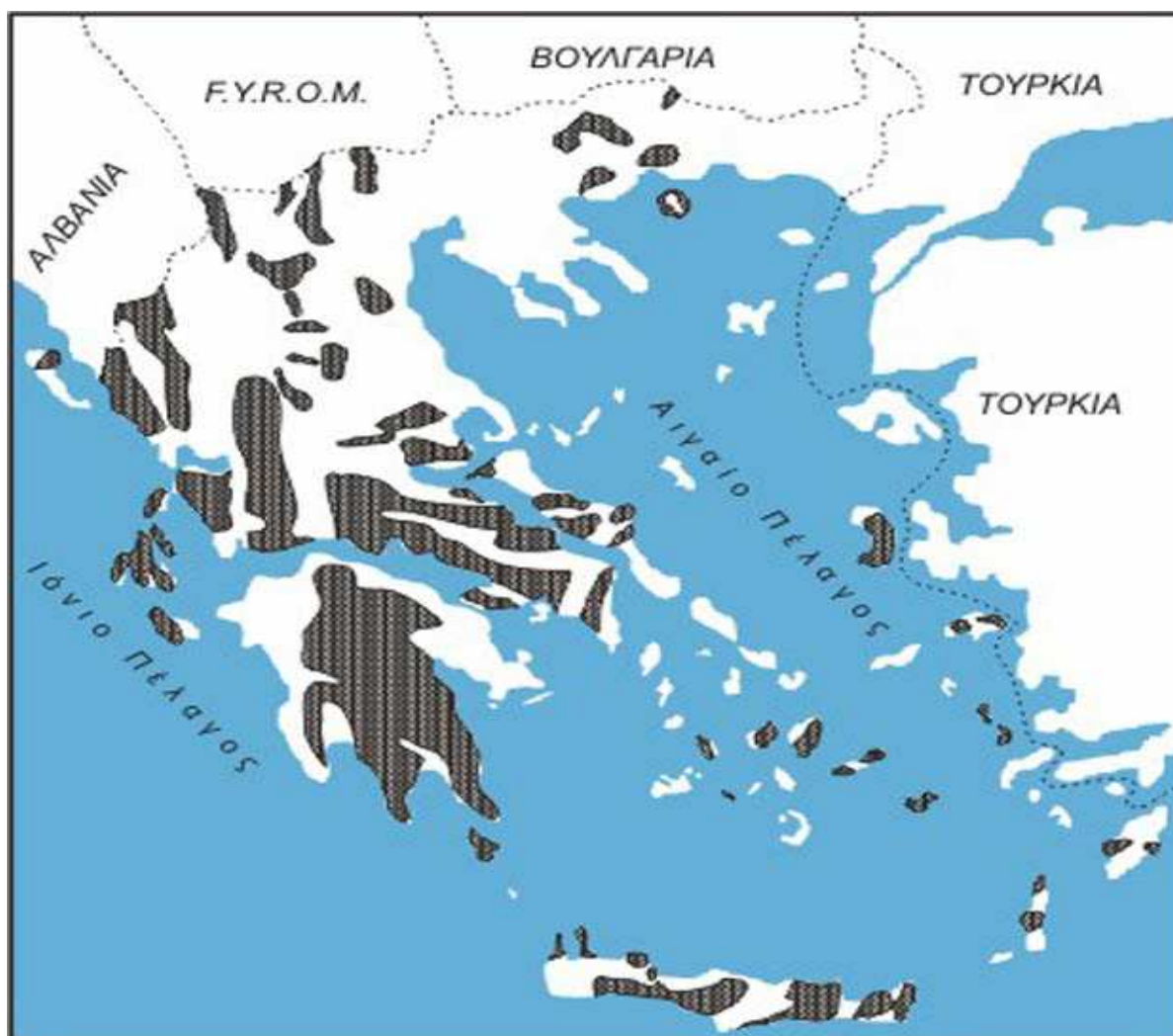
1. Κλιματολογικές συνθήκες: Οι αυξημένες θερμοκρασίες το καλοκαίρι έχουν σαν συνέπεια την αυξημένη εξάτμιση. Από την άλλη οι μειωμένες βροχοπτώσεις που σε πολλές περιοχές φτάνουν τα 300-400mm/ χρόνο έχουν ως απόρροια το αρνητικό ισοζύγιο πολλών περιοχών.
2. Οι αυξημένες θερμοκρασίες επιβάλλουν συχνότερα ποτίσματα ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο.
3. Η μικρή απόσταση πολλών περιοχών από τη θάλασσα και η έντονη άντληση έχει σαν αποτέλεσμα την διείσδυση θαλασσινού νερού στα υδροφόρα στρώματα που με αυτό το τρόπο γίνονται υφάλμυρα και δε μπορούν να

αξιοποιηθούν. (Πχ. Ο Αργολικός κάμπος τα νερά του οποίου είναι υφάλμυρα σε απόσταση 3-4 Km από την θάλασσα.)



Σχήμα 1.2: Παράκτια A και υποθαλάσσιες B, Γ πηγές και υποθαλάσσιες εισροές Δ (Τμήμα γεωλογίας Α.Π.Θ).

4. Το απότομο ανάγλυφο της επιφάνειας του εδάφους και σε συνδυασμό με την μικρή απόσταση έχει ως συνέπεια να μην προλαβαίνουν τα νερά των κατακρημνίσεων να εισχωρήσουν στο υπέδαφος αλλά να κυλάνε προς την θάλασσα και να χάνονται.
5. Οι γεωλογικές συνθήκες στον ελληνικό χώρο: Υπάρχουν πολλά ανθρακικά πετρώματα που έχουν υποστεί την διαδικασία της διάλυσης (καρστικοποίηση) ή έχουν πολλές ρωγμές. Έτσι όσα νερά εισχωρούν μέσα σ'αυτά κυλούν ανάμεσα στα πετρώματα συνεχώς έως να φτάσουν σε ένα σημείο αρκετά βαθύ. Σε αρκετές περιπτώσεις το θαλασινό νερό εισέρχεται στο παραπάνω σημείο και δημιουργείται όπως προαναφέρθηκε το φαινόμενο της υφαλμύρωσης. Συνεπώς το νερό δεν είναι κατάλληλο για χρήση.



Εικόνα 1.4: Οι κυριότερες καρστικές περιοχές της Ελλάδας (με συμπαγείς ή κατά κύριο λόγο ανθρακικούς σχηματισμούς). (Τμήμα γεωλογίας Α.Π.Θ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

2.1 Επιπτώσεις της αποστράγγισης στο υδατικό περιβάλλον.

Οι μεγάλης κλίμακας εντατικές αντλήσεις που απαιτούνται για την αποστράγγιση των ορυχείων και η επιτυγχανόμενη πτώση στάθμης των υπογείων νερών έχει ως συνήθως επιδράσεις σε μεγάλη έκταση γύρω από την περιοχή εκσκαφής των ορυχείων. Οι ενέργειες αυτές μπορεί να διαταράξουν το υδατικό ισοζύγιο της περιοχής η ακόμη και της ευρύτερης υδρολογικής λεκάνης και να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο οικολογικό σύστημα αλλά και στην οικονομία της περιοχής. (Δημητρακόπουλος Δ., 1997). Η μακροχρόνια επέκταση του κώνου ταπείνωσης του υδροφόρου ορίζοντα επηρεάζει τα υφιστάμενα υδροληπτικά έργα (π.χ γεωτρήσεις) και κατ'επέκταση την ύδρευση, την άρδευση καλλιεργήσιμων εκτάσεων και την δασοπονία.

Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκληθεί σημαντική ελάττωση της έκτασης ή και αποξήρανση γειτονικών λιμνών και μικρών ποταμών. Ακόμη σημαντικές πτώσεις της στάθμης των υπόγειων νερών, αποτελούν συχνά αιτίες για εκδήλωση καθιζήσεων του εδάφους. (Δημητρακόπουλος Δ., Κουμαντάκης Ι., Ηλιάδης Ζ., 1996)



Εικόνα 2.1: Υδρογεώτρηση στο ορυχείο της Μεγαλόπολης (2011)

Τα κυριότερα φαινόμενα που παρατηρούνται ή αναμένεται ενδεχομένως να δημιουργηθούν με την εξέλιξη της εξορυκτικής δραστηριότητας και της αποστράγγισης έχουν σχέση με την πτώση της στάθμης των υδροφόρων οριζόντων στον ευρύτερο χώρο τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά:

- Μείωση της παροχής ή ακόμη και αποξήρανση φυσικών πηγών και υδροληπτικών έργων (υδρογεωτρήσεων και πηγαδιών) που βρίσκονται μέσα στα όρια του δημιουργούμενου κώνου πτώσης της στάθμης.
- Εντονότερη διήθηση του νερού από τα ποτάμια ή λίμνες που οδηγεί σε ταπείνωση της στάθμης και πιθανόν σε εποχιακή αποξήρανση τους.
- Διαφορικές καθιζήσεις λόγω συνίξης των αποστραγγισθέντων χαλαρών σχηματισμών.
- Μείωση της υγρασίας των εδαφών στο χώρο του κώνου πτώσης της στάθμης στις περιοχές με αβαθείς φρεάτιους ορίζοντες.
- Ρύπανση των υπόγειων νερών λόγω διήθησης των ποιοτικά υποβαθμισμένων νερών των ορυχείων.
- Υπερβολική ανύψωση της πιεζομετρικής επιφάνειας, στο χώρο της απόθεσης, σε σχέση με το σημείο που αυτή βρισκόταν στη φυσική κατάσταση του αδιατάρακτου εδάφους.
- Ρύπανση των επιφανειακών νερών, λόγω της απόρριψης στους επιφανειακούς αποδέκτες των νερών που προέρχονται από τα αντλιοστάσια των ορυχείων (Δ. Δημητρακόπουλος, 1997 , Λουλούδης Γ., 1989)

Είναι φανερό ότι όλο αυτό το πολύπλοκο σύστημα χρειάζεται σωστή διαχείριση. Ο έλεγχος των ανθρωπίνων επιδράσεων στα αποθέματα του υπόγειου νερού απαιτεί σύνθετες τεχνικές και οικονομικές λύσεις λαμβάνοντας υπ' όψη τα αντικρουόμενα πολλές φορές συμφέροντα των διαφόρων καταναλωτών, αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος.(Δημητρακόπουλος Δ., Κουμαντάκης Ι., Ηλιάδης Ζ. 1996)

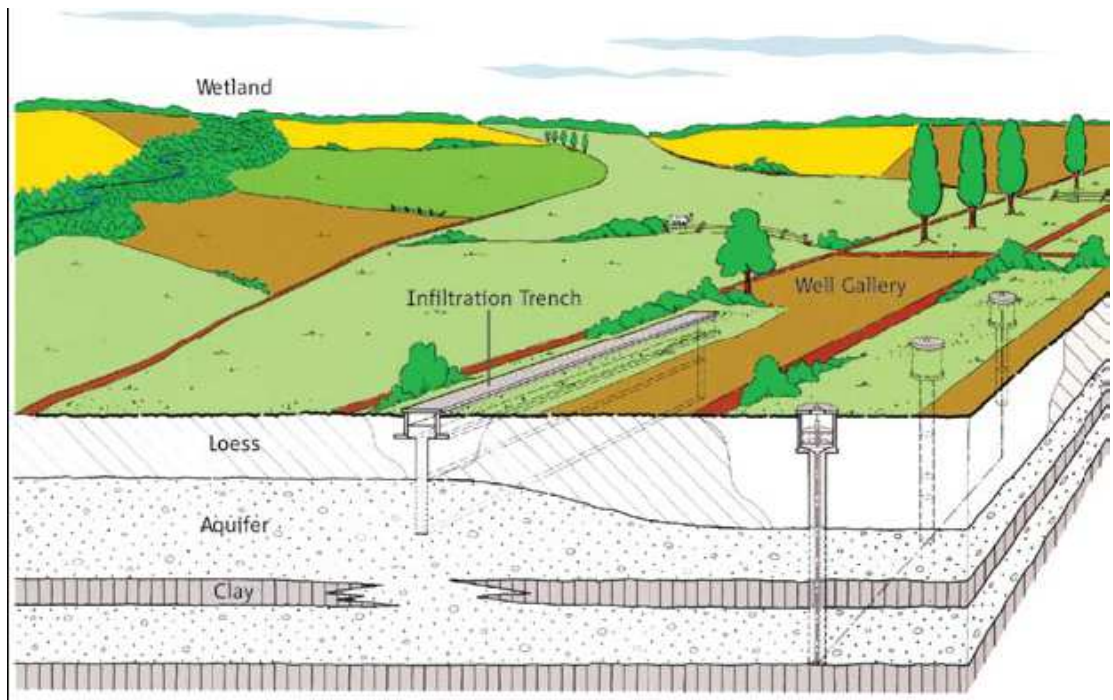
2.2 Μέτρα περιορισμού των επιπτώσεων της αποστράγγισης στο περιβάλλον – Διαχείριση υδατικών πόρων.

Για να μειωθούν οι συνέπειες της πτώσης της στάθμης των υπόγειων νερών έξω από τα όρια του πεδίου εκμετάλλευσης και της ποιοτικής υποβάθμισης των νερών, γίνεται από την Δ.Ε.Η μια συστηματική προσπάθεια για την ορθολογική διαχείριση των νερών, που αντλούνται για την προστασία των ορυχείων, η οποία είναι σύμφωνη με την πρακτική που ακολουθείται διεθνώς σε παρόμοιες συνθήκες. Τα κυριότερα μέτρα που λαμβάνονται είναι τα εξής:

- 1. Η άντληση των υπόγειων νερών πριν αυτά εισέλθουν στο χώρο εκσκαφής.** Η άντληση αυτή γίνεται για να αποφευχθεί η ανάμιξη των υπόγειων νερών με τα επιφανειακά νερά των αντλιοστασίων των ορυχείων, που έχουν σαφώς υποβαθμισμένη ποιότητα διότι αναμιγνύονται με αιωρούμενα σωματίδια (λιγνιτόσκονη, τέφρα) και με άλλους ρυπαντές (π.χ λάδια και λιπαντικά μηχανημάτων). Έτσι η αποστράγγιση σχεδιάζεται ώστε το μεγαλύτερο μέρος των αντλούμενων νερών για την προστασία των ορυχείων να προέρχεται από τις υδρογεωτρήσεις, οι οποίες κατασκευάζονται περιφερειακά γύρω από τον χώρο της εκσκαφής (ορυχείο). Έτσι τα νερά που αντλούνται έχουν πολύ καλή ποιότητα.
- 2. Διάθεση των αντλούμενων νερών για την κάλυψη αρδευτικών ή υδρευτικών αναγκών.** Η αποφυγή της υποβάθμισης της ποιότητας των υπόγειων νερών παρέχει την δυνατότητα καλύτερης αξιοποίησης τους στη συνέχεια, δεδομένου ότι υπάρχει ανάγκη για καλής ποιότητας νερό στις περισσότερες χρήσεις. Η ποιότητα των νερών που προέρχεται από τις υδρογεωτρήσεις αποστράγγισης είναι συνήθως εξαιρετική (δηλαδή είναι ίδια με την ποιότητα των νερών των άλλων υδρογεωτρήσεων της περιοχής), και έτσι υπάρχει δυνατότητα διάθεσής τους σε καταναλωτές που έχουν ανάγκη καλής ποιότητας νερό. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα να διατεθεί:
 - α) Για την υδροδότηση πόλεων και χωριών των γειτονικών περιοχών του ορυχείου.
 - β) Για την κάλυψη βιομηχανικών αναγκών

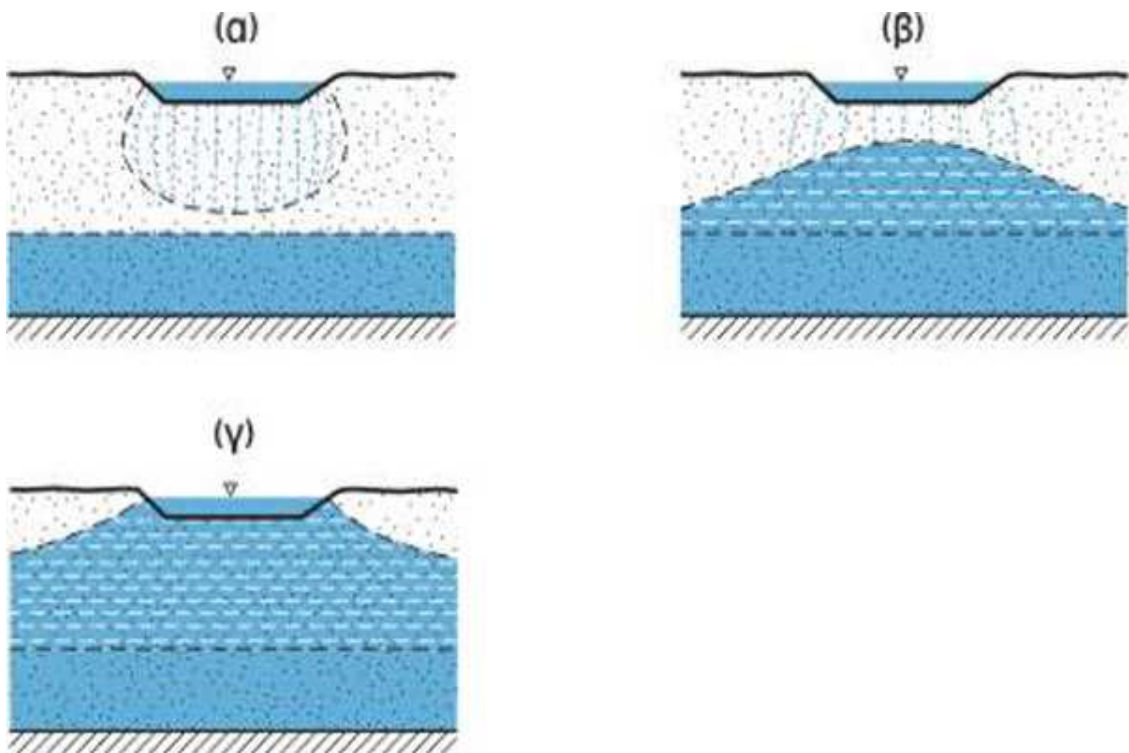
γ) Για άρδευση των αγροτικών εκτάσεων γύρω από το ορυχείο. Τονίζεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των νερών που προέρχονται από την αποστράγγιση διατίθεται και χρησιμοποιείται από τους αγρότες των γειτονικών περιοχών. Έτσι αποζημιώνονται για την προκαλούμενη από την αποστράγγιση πτώση στάθμης των υπόγειων νερών στην περιοχή τους, και δεν είναι αναγκασμένοι οι αγρότες να αντλήσουν παραπάνω νερό για να αρδεύσουν τις καλλιέργειές τους. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η περαιτέρω άντληση νερών στα όρια του δημιουργούμενου κώνου ταπείνωσης της στάθμης από την αποστράγγιση του ορυχείου και δεν επεκτείνεται πιο πολύ η πτώση στάθμης και ο κώνος που δημιουργείται από το ορυχείο. Στις λεκάνες που βρίσκονται τα λιγνιτωρυχεία της Δ.Ε.Η υπάρχουν πολυάριθμες αρδευτικές υδρογεωτρήσεις. Οι γεωτρήσεις αυτές σχηματίζουν ένα κώνο πτώσης της στάθμης των υπόγειων νερών γύρω τους και αφαιρούν νερό από τον υπόγειο υδροφορέα. Αν ένας τέτοιος κώνος επικαλύπτει τον κώνο που δημιουργείται λόγω της αποστράγγισης του ορυχείου η επίδραση είναι αθροιστική και η περιοχή που παρουσιάζει πτώση της στάθμης των υπόγειων νερών διευρύνεται (Εικ. 2.3).

- 3. Διοχέτευση των νερών που αντλούνται σε τάφρους και γεωτρήσεις για την διατήρηση της υδατικής ισορροπίας.** Υπάρχουν περιπτώσεις που οι τεράστιες αντλήσεις που γίνονται για αρδευτικούς σκοπούς, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες, δημιουργούν υπερβολική πτώση στάθμης σε όλη την περιοχή και επηρεάζουν υδροληπτικά έργα που βρίσκονται σ' αυτήν και έχουν σχέση με την ύδρευση. Σ' αυτήν την περίπτωση, αν και η πτώση της στάθμης δεν οφείλεται στις αντλήσεις του ορυχείου η Δ.Ε.Η αλλά και άλλες εταιρίες με αντίστοιχα ορυχεία στην Γερμανία, Πολωνία κλπ, στα πλαίσια της πολιτικής της για την ορθολογική διαχείριση και αξιοποίηση των αντλούμενων νερών στις λεκάνες που έχει μεταλλευτική δραστηριότητα χρησιμοποιεί κατάλληλες διατάξεις για την διαρροή μεγάλων ποσοτήτων νερών στο υπέδαφος και τη διατήρηση της στάθμης των υπόγειων νερών στις προβληματικές περιοχές. Πιο συγκεκριμένα διοχετεύει το νερό στις τάφρους των γειτονικών περιοχών. Από εκεί το νερό εισχωρεί στο υπέδαφος και εμπλουτίζει τους υπόγειους υδροφορείς. (Εικ. 2.2)



Εικόνα 2.2: Διοχέτευση νερών σε τάφρο για τον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα (RWE Power International , 2008).

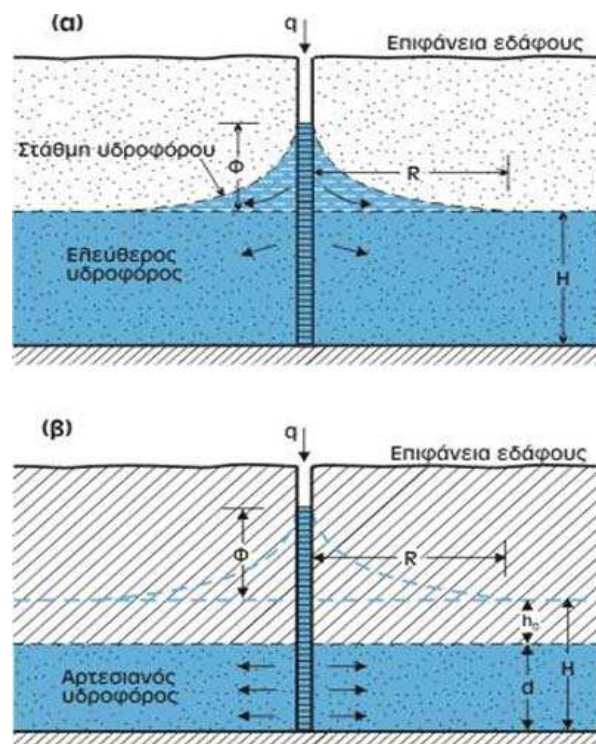
Η ίδια τεχνική χρησιμοποιείται και στην Γερμανία από την εταιρία RWE, που εκμεταλλεύεται κοιτάσματα λιγνίτη στη περιοχή του Aachen.



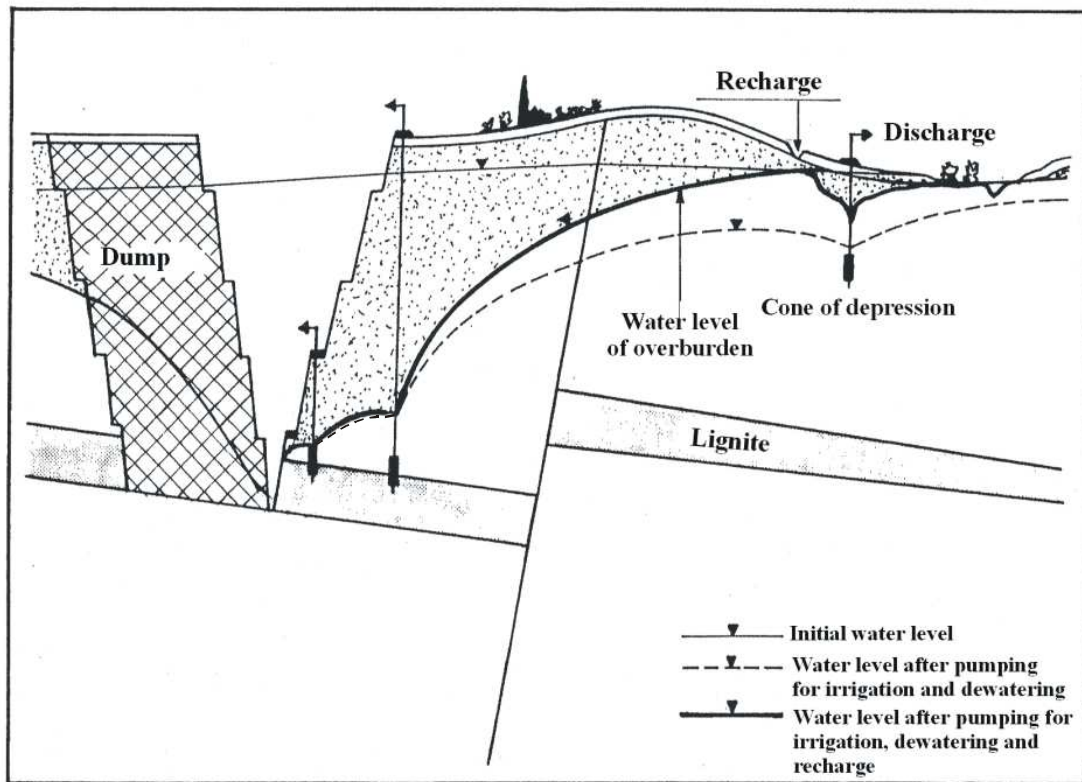
Σχήμα 2.1: Διοχέτευση νερών σε τάφρο για τον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα (κατά τους Bize J., Bourguet L., Lemoine J. 1972) (Σούλιος Γ., 2008)

4. Διοχέτευση των νερών που προέρχονται από την αποστράγγιση στα ποτάμια και λίμνες της περιοχής.

Τα νερά τα οποία περισσεύουν από τις παραπάνω χρήσεις διοχετεύονται στα ρέματα και τα ποτάμια της περιοχής ώστε να διατηρείται και πολλές φορές να βελτιώνεται η λεγόμενη «οικολογική παροχή» δηλαδή η απαραίτητη παροχή για την διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας και της ζωής του ποταμού. Παράλληλα βελτιώνεται η ποιότητα του νερού του ποταμού η οποία είναι συνήθως υποβαθμισμένη από λιπάσματα και φυτοφάρμακα ενώ η ποιότητα του νερού των υδρογεωτρήσεων είναι, όπως προαναφέρθηκε, αρκετά καλή (Δ. Δημητρακόπουλος, 1997).



Σχήμα 2.2: Τεχνητός εμπλουτισμός από γεώτρηση (α): ελεύθερο υδροφόρο στρώμα, (β): υπό πίεση υδροφόρο στρώμα (κατά Todd C., 1980, από τον Καλλέργη Γ., 2001)



Εικόνα 2.3: Εμπλουτισμός του υδροφόρου ορίζοντα με νερό που προέρχεται από τα αντλούμενα φρεάτια (Boehm B., Trumpff H., 1988) (Δημητρακόπουλος Δ. 1997)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

3.1 Νομοθεσία που ισχύει γενικά για τα νερά και την προστασία τους.

Από τη νομοθεσία που ισχύει σήμερα για τα νερά κρίνεται σκόπιμο να εστιάσουμε στην Οδηγία 2000/60/ΕΚ καθώς συμπεριλαμβάνει τις προηγούμενες διατάξεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα των υδάτων, συνδυάζοντας ταυτόχρονα τα ζητήματα ποιότητας και προστασίας αυτών από τη ρύπανση. Έτσι λοιπόν, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι η Οδηγία 2000/60/ΕΚ αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο του ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου για την προστασία και διαχείριση των υδάτων.

Η σημαντικότερη ίσως καινοτομία της Οδηγίας Πλαίσιο είναι η θέσπιση συγκεκριμένων "περιβαλλοντικών στόχων ποιότητας" για τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού. Σημειώνεται ότι η θέσπιση συγκεκριμένων ποιοτικών κριτηρίων είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της σύγχρονης τάσης του ευρωπαϊκού δικαίου περιβάλλοντος, ώστε να συνδέεται η θέσπιση καθορισμένων στόχων με την υιοθέτηση αντίστοιχων εργαλείων για την επίτευξή τους, όπου στην προκειμένη περίπτωση είναι τα Σχέδια Διαχείρισης και τα Προγράμματα Μέτρων. Ο πιο σημαντικός "ποιοτικός περιβαλλοντικός στόχος" που θεσπίζει η Οδηγία Πλαίσιο αφορά στην κατάκτηση και διατήρηση της "καλής κατάστασης" όλων των υδατικών πόρων που υπάγονται στην εδαφική επικράτεια της Ε.Ε., σε χρονικό ορίζοντα 15 ετών από την έναρξη ισχύος της (Καραγεώργου, 2003). Η έννοια της "καλής κατάστασης" προσδιορίζεται, αφενός μεν από την "καλή οικολογική κατάσταση (good ecological status)", που έχει σχέση με βιολογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά, καθώς και από την "καλή χημική κατάσταση (good chemical status)", που έχει σχέση με συγκεκριμένα ποιοτικά όρια στα ύδατα.

Το ουσιαστικότερο εργαλείο της κοινοτικής Οδηγίας 2000/60 αποτελούν τα σχέδια διαχείρισης (Άρθρο 13). Συγκεκριμένα, στο άρθρο αυτό προβλέπεται ότι τα Κράτη-Μέλη θα πρέπει να συντάσσουν ένα σχέδιο διαχείρισης για κάθε λεκάνη απορροής ποταμού (παράρτημα VII της Οδηγίας). Στα Σχέδια Διαχείρισης θα πρέπει να περιγράφονται τα

χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής ποταμού, κυρίως μέσω της χαρτογράφησης της τοποθεσίας και των ορίων των υδατικών συστημάτων.

Προβλέπεται επίσης η συμμετοχή του κοινού κατά την κατάρτιση, επισκόπηση και επικαιροποίηση των σχεδίων διαχείρισης. Η εν λόγω συμμετοχή συνίσταται κατά κύριο λόγο στην πληροφόρηση και στην υποβολή γραπτών παρατηρήσεων, ενώ εναπόκειται στα Κράτη-Μέλη, στο πλαίσιο της ενσωμάτωσης της Οδηγίας, το κατά πόσο οι παρατηρήσεις αυτές του κοινού θα λαμβάνονται υπόψη κατά την κατάρτιση των Σχεδίων Διαχείρισης (Σάλτας και Κατσιμπάρδης, 2004, Τάτσης Λ., 2008).

Η Οδηγία 2000/60/EK θεωρεί το νερό ως ταυτόχρονα περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό αγαθό. Έτσι λοιπόν ένα επιπρόσθετο σημαντικό εργαλείο που εισάγει η Οδηγία Πλαίσιο είναι η ανάκτηση του κόστους των υπηρεσιών νερού, ορίζοντας ως συνιστώσες αυτού, το οικονομικό κόστος, το περιβαλλοντικό κόστος και το κόστος των φυσικών πόρων. Για πρώτη φορά στην ευρωπαϊκή περιβαλλοντική πολιτική, ένα νομικό κείμενο προτείνει οικονομικές αρχές και οικονομικά εργαλεία ως βασικά μέτρα για την επίτευξη συγκεκριμένων περιβαλλοντικών στόχων. Με τον τρόπο αυτό η Οδηγία δημιουργεί μια μοναδική ευκαιρία και ταυτόχρονα πρόκληση, για το συνδυασμό της εμπειρικής έρευνας με την ανάπτυξη πολιτικών διαχείρισης και προστασίας των υδατικών πόρων (Ασημακόπουλος, 2005). Η διάσταση του νερού ως οικονομικού αγαθού αποτυπώνεται με έναν εξαιρετικά σαφή τρόπο στο περιεχόμενο της Οδηγίας Πλαίσιο, καθώς στο Άρθρο 9 θεσπίζεται η αρχή της ανάκτησης του κόστους για τις υπηρεσίες νερού, έτσι ώστε να χαράσσονται και να εφαρμόζονται οι αντίστοιχες πολιτικές κοστολόγησης. Ο βασικός στόχος μιας τέτοιας πολιτικής κοστολόγησης έγκειται στη μείωση της καταναλισκόμενης ποσότητας ύδατος, και στην επίτευξη του στόχου της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισής του. Περαιτέρω, η τιμολόγηση της χρήσης του ύδατος, σύμφωνα με την αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει" μπορεί και σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να αποτελέσει ένα σημαντικό κίνητρο για τη βιώσιμη χρήση του ύδατος και για την επίτευξη συγκεκριμένων ποιοτικών περιβαλλοντικών στόχων(Κουτούπα-Ρεγκάκου, 2007, Τάτσης Λ., 2008)

3. 2 Μεταλλευτική νομοθεσία στην Ευρώπη

Η μεταλλευτική δραστηριότητα εξαιρέθηκε από την οδηγία πρόληψης και ελέγχου ρύπανσης (IPPC) (96/61/EC) και Σεβέξο II την οδηγία (96/82/EC), αλλά και στην

οδηγία εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων (97/11/EC). Η οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα (75/442/EEC) αναφέρει ότι τα απόβλητα των μεταλλείων θα εξαιρεθούν όπου καλύπτονται ήδη από άλλη νομοθεσία. Επιπλέον, η οδηγία πλαίσιο για τα νερά (WFD) (2000/60/EC) ισχύει για τις μεταλλευτικές δραστηριότητες υπό μια γενική έννοια αλλά δεν υπάρχει καμία συγκεκριμένη νομοθεσία νερού που να αναφέρεται στις απαιτήσεις αυτού του τομέα (Amezaga και Younger, 2004)

Το τρέχον πλαίσιο (οδηγία 2006/21/EC για τη διαχείριση των αποβλήτων από τις εξορυκτικές βιομηχανίες, και η οδηγία 2000/60/EC) θεωρεί ότι πρέπει να ληφθούν συγκεκριμένα μέτρα από τις εξορυκτικές βιομηχανίες προκειμένου να αποτραπεί η ρύπανση του εδάφους και του νερού. Ιδιαίτερως , αυτά τα μέτρα πρέπει να περιλαμβάνουν ένα σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων που θα απέτρεπε ή θα μείωνε τον όγκο των αποβλήτων και τις αρνητικές επιπτώσεις τους, θα ενθάρρυνε την ανάκτηση αποβλήτων μέσω της ανακύκλωσης, της επαναχρησιμοποίησης και τελικά θα ενθάρρυνε τη βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη ασφαλή διάθεση των αποβλήτων. Σχετικά με τους υδάτινους πόρους, πρέπει να αξιολογήσουν τις ποσότητες και την ποιότητα του αντλούμενου νερού, να ελαχιστοποιήσουν τη μόλυνση των επιφανειακών και υπόγειων νερών, και να επεξεργαστούν το μολυσμένο νερό πριν την απόρριψή του. Το κύριο πλαίσιο της μεταλλευτικής νομοθεσίας και της νομοθεσίας που αφορά τα νερά στην ΕΕ παρουσιάζεται στον πίνακα 3.1 (Βασιλείου Ε., Τσαγκαράτος Π., Ηλία Ι., 2010).

Πίνακας 3.1: Κύριο πλαίσιο νομοθεσίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με τη μεταλλεία και το νερό.(Βασιλείου Ε., Τσαγκαράτος Π., Ηλία Ι., 2010)

- **Οδηγία 2006/21/EC** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τη διαχείριση των αποβλήτων από τις εξορυκτικές βιομηχανίες και την τροποποίηση της οδηγίας 2004/35/EC - δήλωση από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο και την Επιτροπή.
- **Οδηγία 2003/105/EC** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της οδηγίας του Συμβουλίου και την τροποποίηση 96/82/EC σχετικά με τον έλεγχο των κινδύνων σοβαρού ατυχήματος που περιλαμβάνουν τις επικίνδυνες ουσίες.
- **Οδηγία του Συμβουλίου 96/61/EC** σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο ρύπανσης.
- **Οδηγία 2000/60/EC** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου που θεσπίζει πλαίσιο για την κοινοτική δράση στον τομέα της πολιτικής νερού.

- **Οδηγία 2004/35/CE** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την περιβαλλοντική ευθύνη όσον αφορά την πρόληψη και την αποκατάσταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων .
- **Οδηγία του Συμβουλίου 75/442/EEC** για τα απόβλητα της εξορυκτικής βιομηχανίας που δεν συμπεριλαμβάνεται στην **οδηγία 2006/21/EC**.
- **Οδηγία του Συμβουλίου 92/32/EEC** για την τροποποίηση (30ης Απριλίου 1992) της οδηγίας **67/548/EEC** για την προσέγγιση της νομοθεσίας , των κανονισμών και των διοικητικών διατάξεων σχετικά με την ταξινόμηση, τη συσκευασία και την επισήμανση των επικίνδυνων ουσιών.
- **Οδηγία του Συμβουλίου 85/337/EEC** της 27ης Ιουνίου 1985 σχετικά με την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ορισμένων δημόσιων και ιδιωτικών προγραμμάτων για το περιβάλλον.
- **Οδηγία 2001/42/EC** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (27ης Ιουνίου 2001) για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ορισμένων σχεδίων και των προγραμμάτων για το περιβάλλον.
- **Οδηγία 2003/4/EC** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (28ης Ιανουαρίου 2003) για τη δημόσια πρόσβαση στις περιβαλλοντικές πληροφορίες και την ακύρωση της οδηγίας του Συμβουλίου **90/313/EEC**

Μεταβαίνοντας στον ελληνικό χώρο ο Ν.3199/2003 (ΦΕΚ 280Α/09-12-2003) ενσωματώνει την Οδηγία 2000/60/EK στην εθνική νομοθεσία. Το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ (Υ.ΠΕ.ΚΑ) , ως το αρμόδιο υπουργείο για τα ζητήματα διαχείρισης των υδατικών πόρων της Ελλάδας, προκήρυξε τον Ιούλιο του 2004 διαγωνισμό με τίτλο "Δράσεις για την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/EK". Το βασικό αντικείμενο του έργου αυτού συνοψίζεται σε τρεις βασικές δραστηριότητες:

1. Ο προσδιορισμός των εθνικών και των διασυνοριακών λεκανών απορροής ποταμού της χώρας, ο προσδιορισμός των αρμόδιων αρχών διαχείρισής τους και ο καθορισμός των αρμοδιοτήτων τους, καθώς και η αξιοποίηση των δεδομένων για την εφαρμογή της οδηγίας 2000/60/EK στην Ελλάδα. Οι πιέσεις προς τη χώρα μας αναμένονται να είναι ιδιαίτερα ισχυρές από την πλευρά της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, καθώς μέχρι τις 16 Ιανουαρίου του 2009 η εθνική μας νομοθεσία θα έπρεπε να έχει ενσωματώσει την Οδηγία 2006/118/EK "σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση", η οποία, έχει ως βασικό της σκοπό τη λήψη μέτρων για την

πρόληψη της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και τον καθορισμό κριτηρίων για την καλή τους χημική κατάσταση.

2. Η ανάλυση των χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής της χώρας, η ανάπτυξη των δικτύων και μεθοδολογιών παρακολούθησης της ποιότητας και η αξιολόγηση και ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης των νερών της χώρας.

3. Η υλοποίηση ενός πιλοτικού προγράμματος για την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/EK, η οποία ουσιαστικά θα αποτελέσει την πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια εφαρμογής της Οδηγίας για τα ύδατα σε επίπεδο λεκάνης απορροής και η επιτυχής ολοκλήρωσή του θα συντελέσει στην ανάπτυξη περισσότερο ειδικευμένων και πρακτικών κατευθύνσεων και στην απόκτηση εμπειρίας για την εφαρμογή των διατάξεων της Οδηγίας στις υπόλοιπες λεκάνες απορροής της χώρας μας (Μιμίκου, Φωτόπουλος, 2004).

- Σε ό,τι αφορά τις γεωργικές δραστηριότητες, πραγματοποιείται ανάλυση και εκτίμηση της δυνατότητας των υφιστάμενων προγραμμάτων μέτρων για την αγροτική ανάπτυξη, όπως είναι για παράδειγμα η μείωση της νιτρορύπανσης, καθώς και η συμβολή τους στην επίτευξη των στόχων της Οδηγίας 2000/60/EK. Παράλληλα, διεξάγονται ενέργειες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των αγροτών και του ευρύτερου κοινού, σχετικά με τις περιβαλλοντικές πιέσεις και υποβαθμίσεις που υφίσταται ο αγροτικός χώρος.

- Όσον αφορά τη διαχείριση των υπόγειων υδάτων έχουμε το συντονισμό μαζί με την Ε.Ε. της Μεσογειακής Ομάδας Εργασίας για τα Υπόγεια Ύδατα (MED-EUWI Groundwater WG) με στόχο την ανάπτυξη συνεργασίας μεταξύ των Κρατών-Μελών της Ε.Ε. και των μη ενταγμένων στην Ε.Ε. Κρατών της Μεσογείου, με απώτερο σκοπό την υιοθέτηση μιας κοινής πολιτικής στην διαχείριση των υπόγειων υδατικών αποθεμάτων και την επίλυση κοινών προβλημάτων. (Λαζάρου, 2006, Τάτσης Λ., 2008).

3.3 Η νομοθεσία στην Ελλάδα για τα μεταλλεία σε σχέση με τους υδατικούς πόρους.

Η νομοθεσία για τα μεταλλεία στην Ελλάδα, αν και αποτρέπει την αλόγιστη εκμετάλλευση, είναι υπεύθυνη για τις μικρές περιβαλλοντικές επιδόσεις. Υπάρχουν πολυάριθμοι νόμοι και κανονισμοί που επηρεάζουν την ελληνική εξορυκτική βιομηχανία (πίνακας 3.2). Εντούτοις, τέσσερις νόμοι, σχετικά με τα περιβαλλοντικά θέματα, είναι οι πιο σημαντικοί για την ελληνική εξορυκτική βιομηχανία, ο κανονισμός των

μεταλλευτικών και λατομικών εργασιών (Κ.Μ.Λ.Ε), ο νόμος 998/1979, ο νόμος 1650/1980 και το διυπουργικό διάταγμα 69269/5387/1990.

Πίνακας 3.2: Κύρια νομοθεσία μεταλλείας και νερού στην Ελλάδα (Βασιλείου Ε., Τσαγκαράτος Π., Ηλία Ι., 2010).

- Νόμος και διάταγμα-νόμος που προσαρμόζουν τις οδηγίες της ΕΕ στην ελληνική νομοθεσία
- 51/2007 (ΦΕΚ 54/Α'/8.3.2007) προσδιορισμός των μέτρων και των διαδικασιών για την ολιστική προστασία και διαχείριση των υδάτινων πόρων στη συμφωνία της οδηγίας 2000/60/ΕC
- Προστασία Λ 3199/2003 (ΦΕΚ 280/Α'/9.12.2003) και διαχείριση των υδάτινων πόρων - που συμφωνούν με την οδηγία 2000/60/ΕC
- Αποφάσεις σχετικά με τα όρια διάθεσης του νερού ορυχείων που αφορούν ορισμένες επιχειρήσεις μεταλλείας
- Αποφάσεις σχετικά με τα όρια διάθεσης των υγρών αποβλήτων αποχέτευσης που εφαρμόζονται στο νομαρχιακό επίπεδο
- Διαδικασία για την περιβαλλοντική άδεια
- Κοινή υπουργική απόφαση (ΚΥΑ) 126880/2007 (ΦΕΚ 435/Β'/29.3.2007)
- ΚΥΑ 37111/2021/2003 (ΦΕΚ1391/Β'/29.9.2003)
- ΚΥΑ 13727/724/2003 (ΦΕΚ 1087/Β'/5.8.2003)
- ΚΥΑ 11014/703/Β'/20.3.2003 (ΦΕΚ 332/Β'/20.3.2003)
- ΚΥΑ 25535/3281/2002 (ΦΕΚ 1463/Β'/20.11.2002)
- ΚΥΑ 15393/2332/2002 (ΦΕΚ 1022/Β'/5.8.2002)
- Νόμος 3010/2002 (ΦΕΚ 91/Α'/25.4.2002) συμφιλίωση του 1650/1986 με 97/11/ΕC και 96/61/ΕC
- ΚΥΑ 69269/5387/1990 (ΦΕΚ 678/Β'/25.10.1990)
- Νόμος 1650/1986 (ΦΕΚ 160/Α'/16.10.1986) Στην προστασία του περιβάλλοντος

Σχετικά με τα περιβαλλοντολογικά θέματα, ο ΚΜΛΕ αναφέρει ότι οι μεταλλευτικές και οι λατομικές εργασίες πρέπει να εκτελεστούν με τέτοιο τρόπο ώστε οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις πρέπει να περιοριστούν στην ελάχιστη έκταση. Επίσης καθορίζει ότι οι μεταλλευτικές εταιρίες υποχρεώνονται για να εφαρμόσουν τα μέτρα περιορισμού των δυσμενών επιπτώσεων. Για αυτόν το λόγο, οι μεταλλευτικές επιχειρήσεις πρέπει να συνεργαστούν με τους κυβερνητικούς φορείς καθώς επίσης και

με τις τοπικές αρχές, ειδικά για τον σχεδιασμό των χρήσεων γης στις περιοχές των ορυχείων μετά το τέλος της εκμετάλλευσης. Η συμμετοχή πολλών αρχών, φορέων και οργανώσεων (Υπουργείο περιβάλλοντος, φυσικός προγραμματισμός και δημόσια έργα, Υπουργείο γεωργίας, Υπουργείο Ανάπτυξης, Νομαρχίες, Επιθεώρηση μεταλλείων) που εμφανίζονται να είναι αρμόδια για τα περιβαλλοντολογικά θέματα στην Ελλάδα, θα μπορούσε να κατηγορηθεί σε κάποιο βαθμό για την αδύνατη απόδοση προστασίας του περιβάλλοντος. Αυτή η πολυδιάσταση έχει σαν συνέπεια τις καθυστερήσεις στην εφαρμογή της περιβαλλοντικής νομοθεσίας. περιβαλλοντική επιτρέποντας διαδικασία, τα λειτουργικές προβλήματα και τη δήλωση των εργασιών μεταλλείας (Βασιλείου Ε., Τσαγκαράτος Π., Ηλία Ι., 2010).

Παρά τις δράσεις που υλοποιούνται, εντούτοις θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι η κατάσταση στη χώρα μας κρίνεται απογοητευτική και αυτό διότι καμία από τις ενέργειες που προβλέπει η Οδηγία-Πλαίσιο έχει έρθει σε πέρας, παρά μόνο βρίσκονται σε εξέλιξη. Επισημαίνεται ότι η χώρα μας έχει ανοιχτά μέτωπα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε ό,τι αφορά την Οδηγία Πλαίσιο για το Νερό. Συγκεκριμένα, η Ε.Ε. είχε εκκινήσει προδικαστική διαδικασία κατά της Ελλάδας για ατελή ενσωμάτωση της Οδηγίας Πλαίσιο από το Δεκέμβριο του 2005, καθώς ο έλεγχος της έδειξε ότι ο Ν.3199/2003 δεν ήταν ακριβής στη μεταφορά, αλλά χρειαζόταν περαιτέρω εξειδίκευση, μέσω της έκδοσης διαφόρων εκτελεστικών πράξεων. Δεδομένου ότι η Οδηγία 2000/60/ΕΚ θεωρείται θεμελιώδους σημασίας σε ό,τι αφορά την προστασία και τη βιώσιμη διαχείριση των υδάτων, οι καθυστερήσεις αυτές είναι τουλάχιστον προβληματικές. Λόγω των συνεχιζόμενων καθυστερήσεων, η Ε.Ε. παρέπεμψε την χώρα στο Δικαστήριο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων(ΔΕΚ) τον Ιούνιο του 2006. Οι ελληνικές αρχές είχαν από τότε αναγνωρίσει την έλλειψη, αλλά ισχυρίζονται ότι αυτή πλέον έχει αντιμετωπιστεί, μέσω της έκδοσης του ΠΔ 51/2007. Το ίδιο θεωρεί και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή η οποία έκλεισε την υπόθεση τον Ιούνιο του 2007. Συνεχίζοντας, η Ε.Ε. στις 22 Μαρτίου 2007 παρέπεμψε την Ελλάδα στο ΔΕΚ, ανοίγοντας δεύτερη υπόθεση για την Οδηγία 2000/60/ΕΚ, επειδή δεν έχει υποβάλει τις προβλεπόμενες αναλύσεις για τις λεκάνες απορροής ποταμών, για τις επιδράσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε αυτές καθώς και οικονομική ανάλυση για τη χρήση των υδάτων. Σημειωτέον ότι οι αναλύσεις αυτές θα έπρεπε να είχαν υποβληθεί έως τον Μάρτιο του 2005. Παρόλα αυτά, η Ελλάδα υπέβαλε ημιτελή αναφορά το καλοκαίρι του 2006 και δήλωσε ότι θα την ολοκλήρωνε ως τα τέλη του 2007.

Η χώρα μας δεν έχει ακόμα διαχειριστικά σχέδια για την προστασία των υδάτων και δεν τα έχει ολοκληρώσει έως το καλοκαίρι του 2012. Κι όμως, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία για τα νερά, τα διαχειριστικά σχέδια θα έπρεπε να είχαν κατατεθεί στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή εντός του 2009. Ήδη η Ελλάδα έχει παραπεμφθεί στο Ευρωπαϊκό δικαστήριο γι' αυτήν την καθυστέρηση, μαζί με τη Δανία, το Βέλγιο, και την Πορτογαλία. Παρ' όλα αυτά η διαδικασία βρίσκεται σε εξέλιξη και σημειώνεται πρόοδος (Τάτσης Λ., 2008).

« Έχουν αρχίσει ήδη να εκπονούνται οι μελέτες των 3 εκ των 14 διαμερισμάτων στα οποία έχει χωριστεί η χώρα, ενώ άλλες 10 έχουν ανατεθεί. Μόνο μια καθυστερεί λόγω προσφυγής.. Αυτά ήταν τα λόγια του κ. Α. Ανδρεαδάκη το 2011 ο οποίος είναι ειδικός γραμματέας Υδάτων στο Υπουργείο Περιβάλλοντος. Επίσης αναφέρει ότι: « Τα διαχειριστικά σχέδια θα καλύψουν 45 λεκάνες απορροής σε όλη τη χώρα. Το Υ.ΠΕ.ΚΑ έχει θέσει νέα κριτήρια για την προστασία των υδατικών αποθεμάτων, την ποιότητα του νερού (με 2.000 σημεία από 400 σήμερα), τον υπολογισμό του πραγματικού του κόστους, την τιμολόγηση του, καθώς και τις κατάλληλες καλλιέργειες » (Γ. Ελαφρός, ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ 2011).

Σε ό,τι αφορά την Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων (ΚΥΥ), αυτή έχει αρχίσει να δραστηριοποιείται, παρόλο που αντιμετωπίζει ουσιαστικά προβλήματα έλλειψης προσωπικού και χώρου. Συγκεκριμένα, προχώρησε στην προκήρυξη έργων για την υλοποίηση της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και την παρακολούθηση των υδάτων, ενώ συμμετέχει και σε σχετικές συναντήσεις. Αξίζει να ειπωθεί ότι από την ΚΥΥ ορίστηκε εκπρόσωπος στην τεχνική επιτροπή του Πάρκου Πρεσπών, ενώ έχει ξεκινήσει προεργασία για την ενεργοποίησή της σε θέματα διαχείρισης διασυνοριακών υδάτινων συστημάτων (Νάντσου , 2007).

Σύμφωνα με τα παραπάνω έχει συναντήσει πολλά προβλήματα. Η εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο για τη διαχείριση των υδάτων στη χώρα μας ξεκίνησε αρνητικά, κυρίως λόγω των σημαντικών παραλείψεων του νόμου που εναρμονίζει την ελληνική με την κοινοτική νομοθεσία. Επομένως η επίτευξη της καλής κατάστασης των υδάτων είναι αμφίβολο αν θα επιτευχθεί έως το έτος 2015, καθώς οι σχετικές δράσεις και εργασίες προχωρούν με εξαιρετικά βραδείς ρυθμούς. Πέραν αυτών, η ανάθεση των σχετικών προγραμμάτων και μελετών σε ιδιωτικές επιχειρήσεις, και όχι σε επιστημονικούς φορείς δημόσιου χαρακτήρα υποδηλώνει ότι ο τομέας της διαχείρισης των υδατικών πόρων στην Ελλάδα αντιμετωπίζεται ως μια επιπρόσθετη παράμετρος για τη μεγιστοποίηση του κέρδους, και

όχι ως ένα μείζον εθνικό ζήτημα, το οποίο συσχετίζεται σε κάθε περίπτωση πολυεπίπεδα με τα ζητήματα περιβάλλοντος και ανάπτυξης της χώρας μας.

Η αρνητική εικόνα που έχει προκύψει σχετικά με την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/EK στον ελληνικό χώρο οφείλεται στο γεγονός ότι η εφαρμογή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από τις διοικητικές αδυναμίες της χώρας μας. Παρόλο που υπάρχει ένα πλήθος ζητημάτων, τα οποία χρήζουν βελτίωσης, εντούτοις στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν ορισμένοι μόνο άξονες, οι οποίοι κρίνονται ως πρώτης προτεραιότητας για την επίλυση των υφιστάμενων προβλημάτων. Έτσι λοιπόν, το βασικό τρίπτυχο της επιτυχίας συνίσταται στα εξής:

- Ενεργοποίηση του επιστημονικού δυναμικού της χώρας, η οποία μπορεί να διασφαλισθεί μόνο μέσα από τον κατάλληλο σχεδιασμό από την πλευρά της δημόσιας διοίκησης, με παράλληλη αξιοποίηση των κονδυλίων.
- Προώθηση της διοικητικής αναδιοργάνωσης, ούτως ώστε να υπάρξουν και να λειτουργήσουν αποτελεσματικά μηχανισμοί ολοκληρωμένης διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών, αξιοποιώντας παραδείγματα από τη διεθνή εμπειρία.
- Ολοκληρωμένη θεώρηση του ζητήματος διαχείρισης των υδατικών πόρων από την άποψη του αναπτυξιακού σχεδιασμού με την ένταξη της περιβαλλοντικής συνιστώσας, στα πλαίσια της Αειφόρου Ανάπτυξης (Μιμίκου, 2006).

Επιπλέον, η επιτυχής εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/EK αποτελεί την κυρίαρχη πρόκληση για τη χώρα μας σε ό,τι αφορά την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων και προϋποθέτει (Γάτσης Α. 2008):

- Την ύπαρξη κατάλληλων υποδομών⁴⁴.
- Την καταβολή μέγιστης προσπάθειας από όλους τους ενδιαφερόμενους.
- Τον ολοκληρωμένο και μακροπρόθεσμο σχεδιασμό.
- Την αλλαγή νοοτροπίας και την ανάληψη πρωτοβουλιών.
- Τη διάθεση πόρων.
- Την πολιτική βούληση.

Ορισμένες δράσεις για τη διασφάλιση των κατάλληλων υποδομών στον τομέα των υδατικών πόρων είναι οι εξής: 1) Η αναβάθμιση του μετρητικού δικτύου της χώρας. 2) Η επιχειρησιακή λειτουργία της Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας(ΕΤΥΜΠ). 3) Ο καθορισμός προδιαγραφών σύνταξης των υδρολογικών μελετών. 4) Η κατάρτιση ισοϋέτιων καμπύλων σε εθνικό επίπεδο. 5) Η εκπόνηση διαχειριστικών σχεδίων στις κρίσιμες ελλειμματικές περιοχές. 6) η ενίσχυση της βασικής

έρευνας σε πειραματικές λεκάνες απορροής, αστικές και εξωαστικές. 7) Η στήριξη της καινοτομίας, τεχνολογίας και τεχνογνωσίας που παράγεται στα ερευνητικά κέντρα της χώρας μας (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε και Ε.Μ.Π., 2007:717)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΟΡΥΧΕΙΩΝ

4.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΟΡΥΧΕΙΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΟ ΑΛΙΒΕΡΙ



Εικόνα 4.1: Η μεγάλη λίμνη του παλαιού ορυχείου (2011)

4.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο νησί της Εύβοιας στην κεντρικό-ανατολική Ελλάδα, κοντά στη πόλη του Αλιβερίου έχει υπάρξει ένα λιγνιτικό κοίτασμα περίπου $26,5 \times 10^6$ tn. Έχει γίνει αντικείμενο εκμετάλλευσης από το 1951 τόσο υπό την επιφανειακή όσο και την υπόγεια εξόρυξη. Η δραστηριότητα της υπόγεια εξόρυξης τελείωσε το 1980, ενώ οι επιφανειακές δραστηριότητες συνεχίστηκαν έως το 1990. Κατά τη διάρκεια των διαδικασιών εξόρυξης η απομάκρυνση του νερού έπρεπε να συνεχιστεί προκειμένου να κατασταθεί ασφαλής η εκμετάλλευση. Τα υπόγεια έργα είχαν αναπτυχθεί σε δυο διαφορετικά ορυχεία, ορυχείο 1

και ορυχείο 2, τα οποία από την αρχή δεν ήταν σενδεδεμένα. Αργότερα με την πρόοδο των έργων συνδέθηκαν με κάποιες σήραγγες.

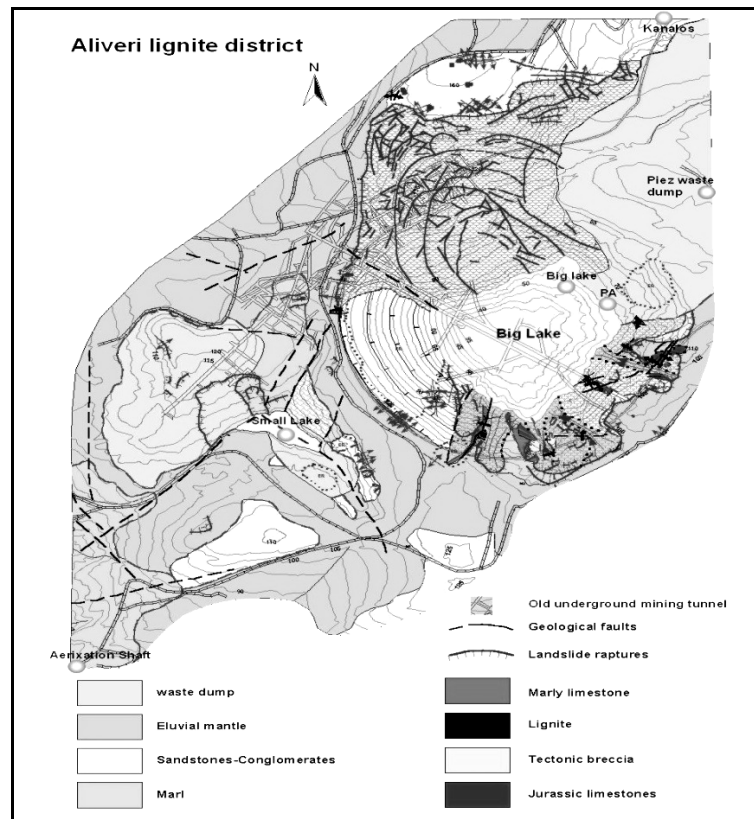
Οι εργασίες εξόρυξης (υπόγειες και επιφανειακές) προκάλεσαν νέες και πολύ περίπλοκες υδρογεωλογικές και γεωμηχανικές συνθήκες, οι οποίες οδήγησαν στην εμφάνιση ρωγμών και τεραστίων κενών στην επιφάνεια. Αυτές οι ρωγμές, τα κενά και τα χάσματα έχουν δημιουργήσει νέους δρόμους ροής του νερού στο υπέδαφος και στην επιφάνεια. Οι υδροφόροι ορίζοντες έχουν συνδεθεί σε μερικά σημεία και το θαλασσινό νερό που αρχικά απομονώθηκε από ένα στρώμα αργίλου είχε εισβάλει στα υπόγεια έργα. Στα τελικά κενά του του ανοιχτού ορυχείου έχουν σχηματιστεί μικρές λίμνες. Η δημιουργία των λιμνών φαίνεται να είναι αισθητικά αποδεκτή λύση αλλά δεν είναι σίγουρα ότι είναι και οικολογικά σταθερή. Τελικά οι αποτυχίες της μεγάλης επέκτασης έχουν εμφανιστεί στη βόρεια πλευρά (που δεν είναι προσιτή).

4.1.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ, ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

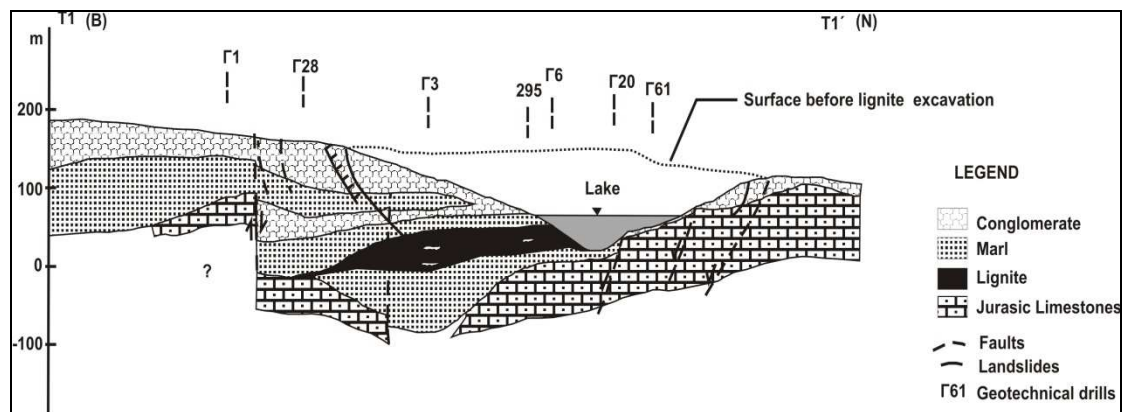
Σύμφωνα με τον Bergis.S (1977) και την λεπτομερή γεωλογική μελέτη στο πλαίσιο αυτής της έρευνας, στη περιοχή εμφανίζονται ιουρασικο-κρητιδικοί ασβεστόλιθοι και χαλαρά ιζήματα. Τα κοιτάσματα λιγνίτη επικαλύπτουν πλειομαινικά ιζήματα, τα οποία αποτελούνται από μάργες και από κροκαλοπαγή (Εικ. 4.2). Επάνω από τα προαναφερθέντα νεογενή ιζήματα υπάρχουν αλούβιες αποθέσεις. Τέλος μια ευρεία περιοχή καλύπτεται από την απόθεση αποβλήτων των ορυχείων (αποθέσεις).

Τα 3 υδροφόρα στρώματα έχουν προσδιοριστεί, ένα χαμηλότερο καρστικό υδροφόρο στρώμα στον ασβεστόλιθο, ένα ανώτερο υδροφόρο στρώμα στα επικαλύπτοντα νεογενή ιζήματα και ένα τοπικό υδροφόρο στρώμα στην απόθεση αποβλήτων των ορυχείων.

Εκτός από τα υπόγεια υδάτινα συστήματα, δυο επιφανειακά υδροφόρα σώματα (μεγάλη λίμνη και μικρή λίμνη) έχουν αναπτυχθεί στα εναπομείναντα κενά της επιφανειακής εκμετάλλευσης των ορυχείων. Οι λίμνες τροφοδοτούνται κυρίως από τις επιφανειακές απορροές (Εικ.4.2,4.3).



Εικόνα 4.2: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του Αλιβερίου (Δ.Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, 2003).



Εικόνα 4.3: Γεωλογικό τμήμα της περιοχής του Αλιβερίου (Δ.Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, 2003)

Η αλληλεπίδραση των ρηγμάτων με τα έργα εξόρυξης επιφανειακών και υπόγειων, είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση των κατολισθήσεων δίπλα στη βόρεια πλάγια της μεγάλης

λίμνης. Τα κενά που δημιουργήθηκαν εξαιτίας της υπόγειας εξόρυξης, προκάλεσαν εκτεταμένες ρωγμές και καθιζήσεις. Το φαινόμενο είναι σε εξέλιξη και επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

- Η διαβρωτική δράση του νερού. Το επιφανειακό νερό που εισέρχεται στα υπόγεια νερά παίρνει μαζί το αργιλλοαμώδες συνδετικό υλικό τους και οδηγεί στην αύξηση των κενών.

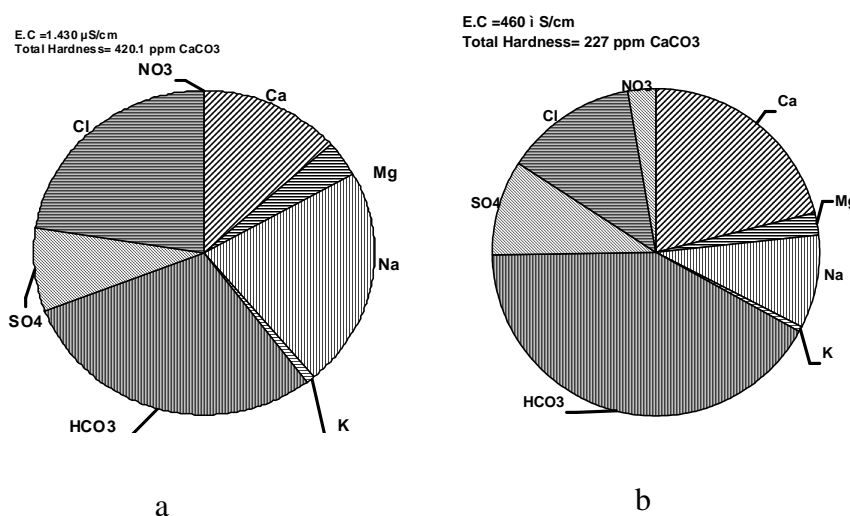
- Τα υπόλοιπα κενά στις υπόγειες εργασίες έχουν σχέση με τη διάβρωση. Τα υπόγεια κενά έχουν γεμίσει ως επάνω με νερό, του οποίου η διακύμανση θα οδηγήσει στην υποβάθμιση της αντοχής των σχηματισμών και την καταστροφή στυλοβατών. Όπως συνάγεται από τη συσχέτιση των υπόγειων εργασιών με την εμφάνιση των ρωγμών στην επιφάνεια, η κατάρρευση των στοών συνδέεται με την κατάρρευση των πρανών.

4.1.3 ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ

Στο πλαίσιο αυτής της έρευνας, 31 δείγματα νερού (υπόγεια και επιφανειακά) συλλέχθηκαν σε τρεις περιόδους 9/2/2000, 27/11/2000, 5/3/2002. Όλα τα βασικά ανιόντα, κατιόντα, τα βαρέα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία προσδιορίστηκαν. Οκτώ από τα δείγματα ελήφθησαν από το καρστικό υδροφόρο στρώμα, πέντε από τις λίμνες των ορυχείων (Δ.Ε.Η 2003).

Σχετικά με το καρστικό υδροφόρο στρώμα παρατηρείται μια επιρροή από το θαλασσίνο νερό (πίνακας 4.1). Η αύξηση του Na, Cl και του δείκτη Revelle (3.92) από ένα φρεάτιο νερού σε απόσταση 3 χλμ από τη θάλασσα μετά την άντληση αποκαλύπτει την κινητοποίηση του θαλασσινού νερού και συνεπώς το υδροφόρο στρώμα είναι σε υδραυλική επικοινωνία με τη θάλασσα. Το καρστικό νερό είναι κακής ποιότητας για την κατανάλωση. Ο τύπος του είναι Na-Cl-B και Na-Ca-B-HCO₃. Οι σχετικά μικρές τιμές του Cl – και ο δείκτης Revelle (0.44) του νερού των δείχνουν ότι η σύνδεση του καρστικού υδροφόρου ορίζοντα με τις υπόγειες εργασίες δεν υπάρχει πια. Αυτό το συμπέρασμα πρέπει να ερευνηθεί περαιτέρω, όπως οι εισροές θαλασσινού νερού είχαν παρατηρηθεί στο παρελθόν, κατά τη διάρκεια της υπόγειας εκμετάλλευσης των ορυχείων. Η υδροχημική ανάλυση της πηγής κάναλος που σχετίζονται με τα νεογενή ιζήματα, έχει δείξει ότι αυτό το νερό είναι πόσιμο και πολύ καλής ποιότητας (2007). Ο

τύπος του είναι Ca-Na-HCO₃-Cl. Η σημαντική διάφορα της ποιότητας νερού σε αυτά τα δυο υδροφόρα στρώματα υποδεικνύει ότι διαμορφώνουν διαφορετικά συστήματα χωρίς, ή με μια ασήμαντη, υδραυλική σύνδεση (σχ.4.1). Το υδροφόρο στρώμα στην απόρριψη απόβλητων έχει γενικά υψηλές συγκεντρώσεις SO₄-2 , Mn και Ni (πίνακας 4.1). Αυτά τα ιόντα προήλθαν ενδεχομένως από την τέφρα που κατατέθηκε στην χωματερή των παλαιών ορυχείων (2007). Το νερό της λίμνης είναι σχετικά καλής ποιότητας, αλλά αυξήθηκε το SO₄-2 και οι τιμές του B όπου παρατηρήθηκαν σε ορισμένες χρονικές περιόδους.



Σχήμα 4.1: Χημική ανάλυση σε mg / l (α) Λατομείο Πύλη (5/3/2002) στον καρστικό σχηματισμό και (β) πηγή κάναλος (30/3/2001) στο νεογενή σχηματισμό. (Δ.Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, 2003)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1

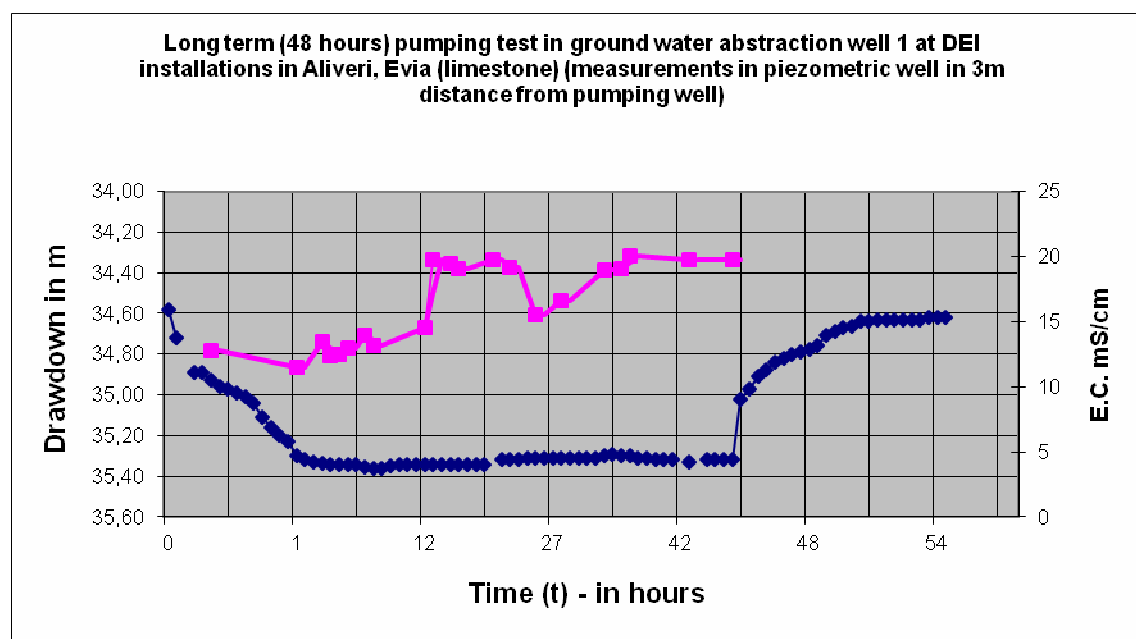
		Αγωγιμότητα μS/cm	Σκληρότητα (ppmCaCO3)	Na (ppm)	SO ₄ (ppm)	CL (ppm)	Mn (ppb)	B (ppb)	Ni (ppb)
Καρστικό Υδροφόρο στρώμα	Έναρξη άντλησης	17.020	2606	3680	1246	090	31	920	<10
	Τερματισμός άντλησης	20.500	2800	4780	1576	8366	79	828	<10
Απόρριψη Αποβλήτων		1400	1069	111	574	92	409	56	118
Μεγάλη λίμνη		1260-1310	650-693,9	101	220-660	80-109	<10	0-62	<10

4.1.4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Κατά τη διάρκεια της έρευνας, διάφορες δοκιμές άντλησης διεξήχθησαν σε δυο φρεάτια στην απόθεση αποβλήτων, στο πηγάδι αερισμού και σε δυο γεωτρήσεις καρστικού υδροφόρου ορίζοντα. Η διαδικασία περιελάμβανε την προκαταρκτική άντληση, τη δοκιμή άντλησης βημάτων και τη μακροπρόθεσμη δοκιμή άντλησης. Η απαλλαγή, η ελάττωση και η αγωγιμότητα καταγράφηκαν με ένα αυτόματο σύστημα καταγραφής.

Οι δοκιμές άντλησης στην απόρριψη αποβλήτων παρουσίασαν την ύπαρξη των καλά ανεπτυγμένων υδροφόρων στρωμάτων (μέσος όρος απαλλαγής $40 \text{ m}^3 / \text{h}$, ελάττωση $8,5 \text{ m}$, $T = 5,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{s}$, 2003), αλλά μέτρια ποιότητα των υπόγειων υδάτων (E.C =1400 – 2000 $\mu\text{S} / \text{cm}$, 2007). Το σύστημα υδροφόρου ορίζοντα στους νεογενείς ψαμμίτες και στα κροκαλοπαγή έχει την καλύτερη ποιότητα αλλά παρόμοια υδραυλικά χαρακτηριστικά.

Η δόκιμη άντλησης 1 στον καρστικό υδροφόρο ορίζοντα ($Q = 45 \text{ m}^3 / \text{h}$, ελάττωση $0,85 \text{ m}$) δίνει μια τιμή $T = 3.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$. Ακόμα κι αν ο ρυθμός άντλησης και η παρατηρούμενη ελάττωση ήταν τόσο μικρή, οι συνεχείς αυξανόμενες τιμές της αγωγιμότητας κατά τη διάρκεια της δόκιμης επιβεβαιώνουν το αλατούχο νερό και την άμεση υδραυλική σύνδεση του καρστικού υδροφόρου στρώματος με τη θάλασσα (σχ. 4.2)



Σχήμα 4.2: Δόκιμη άντλησης υπόγειων υδάτων από πιεζόμετρο σε απόσταση 3 μέτρων (Δ.Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, 2003).

Δυο δοκιμές άντλησης έγιναν στο πηγάδι αερισμού. Η καταγραφή των τιμών της αγωγιμότητας και της θερμοκρασίας εκτελέστηκαν πριν και κατά τη διάρκεια της άντλησης μέχρι το βάθος των 160 μ. Οι καταγεγραμμένες τιμές δεν παρουσίασαν σημαντική μεταβλητότητα. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν επηρεάζεται από την παρείσφρηση θαλασσινού νερού προς το παρόν.

4.1.5 ΑΝΑΓΚΕΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

Γενικά

Μετά από την περάτωση των ορυχείων λιγνίτη, η περιοχή έχει υποβιβαστεί περιβαλλοντικά. Το αίτημα των τοπικών αρχών είναι η ανάπτυξη των προηγούμενων περιοχών μεταλλείας και της περιβάλλουσας περιοχής. Η εγκαταλειμμένη περιοχή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως παιδική χαρά και μερικά παλαιά κτήρια θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως συνεδριακά κέντρα ή μουσείο της μεταλλευτικής ιστορίας της περιοχής (Μενεγάκη Μ. 2005). Άλλες δραστηριότητες όπως πάρκα αναψυχής, υδάτινα πάρκα, αθλητικές εγκαταστάσεις θα μπορούσαν να σχεδιαστούν εάν ο τομέας απόρριψης απόβλητων θα ήταν εκ νέου καλλιέργειας. Σήμερα οι παροχές νερού παρουσιάζουν χαμηλή επάρκεια επειδή οι ανάγκες νερού της περιοχής του Αλιβερίου αυξάνονται ειδικά

τους θερινούς μήνες. Όταν οι παροχές νερού δεν είναι ικανοποιητικές και υπάρχει υποβάθμιση στην ποιότητα των υπόγειων νερών λόγω της διείσδυσης θαλασσινού νερού τότε επέρχεται η μείωση των αξιοποιήσιμων υδατικών πόρων. Επίσης υπάρχει ανάγκη από νερό για βιομηχανική χρήση και για την άρδευση των νέων εδαφών τα οποία έχουν δημιουργηθεί στις παλιές περιοχές απόρριψης αποβλήτων.

4.1.5.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΑΛΑΙΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΞΟΡΥΞΗΣ.

Η λίμνη του ορυχείου δημιουργήθηκε μετά την ολοκλήρωση της επιφανειακής εκμετάλλευσης του λιγνίτη. Το 1985 η στάθμη της λίμνης ήταν 35μ και τον Οκτώβριο του 2002 ήταν 60μ (εικόνα 4.4).



Εικόνα 4.4: Η στάθμη της μεγάλης λίμνης το 1985 επάνω και η στάθμη το 2002 κάτω (Δ.Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, 2003).

Η άνοδος του επιπέδου 25μ σε 17 έτη δείχνει τις αλλαγές στην ανύψωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Ο όγκος της λίμνης υπολογίζεται σε $0,45 - 0,50 \times 10^6 \text{m}^3$. Η συνολική χωρητικότητα του υπόλοιπου κενού είναι $8 \times 10^6 \text{m}^3$. Όμως σύμφωνα με την προηγούμενη έρευνα δεν αναμένεται να διαμορφωθεί μια μεγαλύτερη λίμνη (Δ. Δημητρακόπουλος, 1996, 2006). Από την άλλη πλευρά οι σημαντικές ποσότητες υπόγειων νερών έχουν πλημμυρίσει επίσης τα φρεάτια των ορυχείων, τις κύριες στοές και αλλά εγκαταλελειμμένα κενά των ορυχείων. Σύμφωνα με τη Δ.Ε.Η την περίοδο 1956 – 1978 η άντληση από τα δυο λιγνιτωρυχεία ήταν $20.000 \text{m}^3 - 50.000 \text{m}^3$ (Μ.Ο 35.000m^3) το μήνα. Το νερό των φρεατίων και της λίμνης θα μπορούσε να είναι μια πιθανή δεξαμενή κατά τον προγραμματισμό των υδάτινων πόρων της περιοχής.

Το νερό της λίμνης, των υδροφόρων οριζόντων, των ψαμμιτών και των κροκαλοπαγών, καθώς επίσης και της εσωτερικής περιοχής της χωματερής έχει γενικά καλή ποιότητα. Δεδομένου ότι το pH ποικίλλει μεταξύ 7 – 8 για όλα τα δείγματα νερού, δεν υπάρχει καμία ένδειξη όξινου νερού στο ορυχείο. Το επίπεδο σταθμών του υδροφόρου ορίζοντα στους ψαμμίτες και στα κροκαλοπαγή είναι πάνω από την λίμνη και την επαναφορτίζει με τις υπόγειες εισροές. Ο συνδυασμός των εν λόγω υδάτων με τις βροχοπτώσεις, είναι καλής ποιότητας νερού για την άρδευση ($EC= 1300 \mu\text{S} / \text{cm}$), αλλά και οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις SO_4^{2-} ιόντων ($220-660 \text{mg} / \text{l}$) έχουν παρατηρηθεί επίσης (πίνακας 4.1). Αυτό το πρόβλημα μπορεί να λυθεί με την επαναφόρτιση εάν περισσότερες ποσότητες γλυκού νερού (βρόχινο νερό, επιφάνειας, ρεύματα κ.λ.π) εκτραπούν στη λίμνη. Αυτό το νερό θα μπορούσε να καλύψει εν μέρει ή εξ' ολοκλήρου τις ανάγκες (πόσιμο, βιομηχανικό) για την ανάπτυξη της περιοχής .

Διάφορα ζητήματα απαιτούν ιδιαίτερη ανησυχία για μια ρεαλιστική διαχείριση των υδατικών πόρων όπως :

1. Ο προσδιορισμός της απαραίτητης ποσότητας νερού που εξυπηρετεί τα σχέδια για τη νέα ανάπτυξη της περιοχής.
2. Η έρευνα για τις δυνατότητα να αυξηθεί η ποσότητα της λίμνης (σχήμα 5). Όμως η αύξηση της στάθμης ύδατος της λίμνης θα επηρεάσει περαιτέρω τη σταθερότητα των πρανών της. Έτσι μια περαιτέρω γεωτεχνική έρευνα είναι απαραίτητη.

3. Ο συνεχής έλεγχος της ποιότητας του πρόσθετου νερού που θα εκτραπεί στη λίμνη, έτσι ώστε θα βελτιώσει την ποιότητα του υπάρχοντος νερού.

4. Η συνολική έρευνα για τη χρήση του νερού των παλαιών φρεατίων και στοών των ορυχείων είτε ταυτόχρονα με νερό από τη λίμνη είτε εναλλακτικά. Οι άτρακτοι γεμίζουν με νερό και χρειάζονται συνεχή άντληση $150 - 200\text{m}^3 / \text{h}$, προκειμένου να παραμείνουν κενοί και να γίνουν επισκευές. Αυτό το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση, δεδομένου ότι δεν είναι αλατούχο-νερό σύμφωνα με τη χημική ανάλυση.

4.1.5.2 ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ

Η δεξαμενή του νερού της λίμνης μπορεί να βοηθήσει σε:

- Κάλυψη των αναγκών άρδευσης της αγροτικής περιοχής και της εκ νέου καλλιέργειας περιοχής.
- Κάλυψη των αναγκών σε νερό για την ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής (γήπεδα αντισφαίρισης, αίθουσες συνδιαλέξεων, μουσείο κ.λ.π) (Ε.Μ.Π).
- Η διαμόρφωση ενός πάρκου νερού και άλλων οικολογικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την ύπαρξη της λίμνης. Έχει μετατραπεί σε ένα χώρο υψηλής οικολογικής σημασίας, δεδομένου ότι τα πουλιά και τα μικρά ζώα φωλιάζουν εκεί.

4.1.5.3 ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΩΝ ΠΑΛΑΙΩΝ ΦΡΕΑΤΙΩΝ

Το νερό των φρεατίων μπορεί να είναι χρήσιμο:

- Σαν πρόσθετη δεξαμενή στο νερό των λιμνών
- Για την άρδευση, εάν η ποιότητα του νερού ελέγχεται συνεχώς, για την τυχόν εισβολή θαλασσινού νερού.
- Για τη βιομηχανική χρήση. Χρησιμοποιείται ήδη για τις ανάγκες των Α.Η.Σ Αλιβερίου.
- Για την πυρόσβεση και την προστασία των περιοχών εκ νέου καλλιέργειας.

Η εντατική και συνεχής άντληση των παλαιών έργων εξόρυξης είναι αναγκαία προκειμένου να εκκενωθούν και να διατηρηθούν κενά από νερό έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια για τουριστική εκμετάλλευση. Αυτό είναι πολύ

σημαντικό δεδομένου ότι αυτά τα φρεάτια είναι τα βαθύτερα στην Ελλάδα και από τα λιγότερα στο κόσμο που φθάνουν 160 μέτρα κάτω από τη θάλασσα (Δ. Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, 2003).

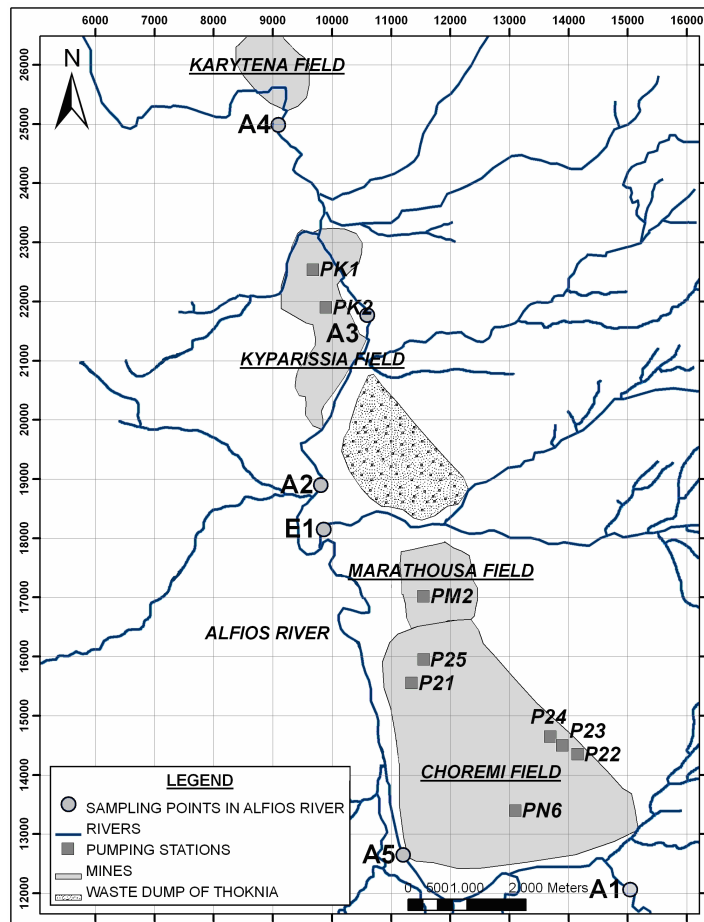
4.2 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΟΡΥΧΕΙΩΝ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ



Εικόνα 4.5: Σημείο εξόρυξης λιγνίτη σε ορυχείο της Μεγαλόπολης (2011).

4.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στη Μεγαλόπολη λειτουργούν σήμερα τρία ανοιχτά υπαίθρια ορυχεία λιγνίτη, στη Χωρέμη, στη Μαραθούσα και στα Κυπαρίσσια, ενώ το ορυχείο λιγνίτη στη Θωκνία έχει τελειώσει τη δραστηριότητα του από το 1994. Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί (Α.Η.Σ) για την καύση του λιγνίτη και την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκονται επίσης σε αυτήν την περιοχή. (Εικ. 4.6)



Εικόνα 4.6: Χάρτης των σημείων δειγματοληψίας στα ορυχεία της Μεγαλόπολης (Βασιλείου Ε. , Τσαγκαράτος Π. , Ηλία Ι. , 2010).

Στο ορυχείο Κυπαρισσιών αντλούνται από τον καρστικό υδροφορέα που βρίσκεται υπό πίεση κάτω από το δάπεδο του ορυχείου περίπου 18 εκατομμύρια κυβικά νερό το χρόνο με 10-15 υδρογεωτρήσεις. Στη λεκάνη της Μεγαλόπολης η κάλυψη των αναγκών των ΑΗΣ σε νερό, η κάλυψη των αναγκών της Μεγαλόπολης αλλά και των κοινοτήτων της περιοχής σε νερό άρδευσης και ύδρευσης αλλά και η διατήρηση μιας ικανοποιητικής παροχής και αποδεκτής ποιότητας στο νερό του Αλφειού ήταν οι παράγοντες ενός προβλήματος που έπρεπε να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό της αποστράγγισης του ορυχείου. Από την άντληση των νερών καλύπτονται πλήρως οι ανάγκες των ΑΗΣ και υδροδοτούνται πλήρως οι κοινότητες Τριποτάμου και Κυπαρισσιών. (Δ. Δημητρακόπουλος 1997)

Στον ποταμό Αλφειό ο οποίος ρέει κοντά σε όλα τα ορυχεία έγιναν διάφορες εκτροπές της κοίτης του για την προστασία και την ασφαλή λειτουργία των ορυχείων.

Τα απόβλητα και τα υποπροϊόντα των εγκαταστάσεων αποθείωσης γεμίζουν βαθμιαία το κενό του υπαίθριου ορυχείου Θωκνία, όπου έχει δημιουργηθεί προσωρινά μια λίμνη. Επίσης σε αυτή τη περιοχή υπάρχει ένα φτωχό υδροφόρο στρώμα κάτω από τα στρώματα λιγνίτη στα νεογενή ιζήματα.

4.2.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Στα βραχώδη ανθρακικά πετρώματα που διαμορφώνουν το υπόβαθρο και τα περιβάλλοντα βουνά των ορυχείων υπάρχει ένα καρστικό σύστημα. Τρεις καρστικοί υδροφορείς του μεγάλου ενδιαφέροντος έχουν βρεθεί εκεί.

Για την εκμετάλλευση των ορυχείων στην Μεγαλόπολη η Δ.Ε.Η είναι υποχρεωμένη να λάβει μια άδεια εκμετάλλευσης από το Υπουργείο (πρώην ΥΠ.ΕΧ.ΩΔΕ). Αυτή η άδεια θα συνοδευτεί από περιβαλλοντικούς όρους όπως περιγράφονται στη σχετική ΚΥΑ ΥΠΕΧΟΔΕ/GDP/DPS/rel.100532/200/23.1.2004. Σε αυτήν την ΚΥΑ οι υποχρεώσεις της ΔΕΗ και τα μέτρα που λαμβάνονται για τη διαχείριση και την προστασία των νερών είναι οι ακόλουθες:

1. Το βρόχινο νερό που αντλείται από τα επιφανειακά αντλιοστάσια στο ορυχείο υποβάλλεται σε σχετική επεξεργασία πριν απορριφθεί σε επιφανειακούς αποδέκτες (Αλφειός)
2. Όλες οι εργασίες εκτροπής των επιφανειακών νερών στον ποταμό Αλφειό πρέπει να είναι καθαρές από μπαζώματα και από βλάστηση προκειμένου να εξασφαλίσουν ικανότητα ροής του ποταμού.
3. Τα υπόγεια νερά που αντλούνται από τα ορυχεία για τη προστασία τους χρησιμοποιούνται κατ'αρχήν για να καλύψουν τις βιομηχανικές ανάγκες της ΔΕΗ. Έτσι από τα 18-24 εκατομμύρια κυβικά νερού που αντλούνται τον χρόνο τα 16-20 εκατομμύρια κυβικά δίνονται στους Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς.
4. Ένα μέρος από τα αντλούμενα νερά που έχουν πολύ καλή ποιότητα δίνεται για να καλύψει τις ανάγκες της Μεγαλόπολης αλλά και διάφορων οικισμών της περιοχής (Κυπαρίσσια, Κατσιμπαλη κ.λ.π). Το υπόλοιπο νερό που περισσεύει απορρίπτεται στον Αλφειό συμβάλλοντας έτσι ώστε να υπάρχει επαρκής ροή νερού και οικολογική

ισορροπία στον ποταμό. Σε περίπτωση που υπάρχει ποσοτική επάρκεια και κατάλληλη ποιότητα, διατίθεται για τις ανάγκες ύδρευσης ή άρδευσης της περιοχής.

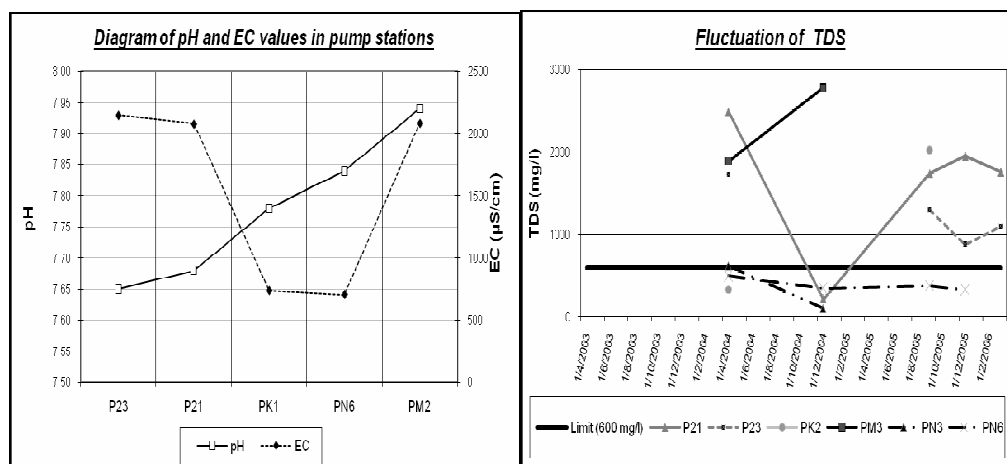
5. Η ποιότητα του νερού που απορρίπτεται στον Αλφειό ποταμό ελέγχεται ως προς το pH, την θερμοκρασία και την αγωγιμότητα σε συνεχή βάση. Οι μετρήσεις των συγκεντρώσεων των διαλυμένων μορίων καθώς επίσης και τα ιχνοστοιχεία όπως το Cd, το Pb, το Zn, το Cr, το Hg, το Ni, το B και το Se γίνονται μια φορά ανά τρεις μήνες σύμφωνα με την συγκεκριμένη ΚΥΑ. Επιπλέον τα υγρά απόβλητα της μεταλλευτικής δραστηριότητας υποβάλλονται σε βιολογική επεξεργασία με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση.

6. Η στάθμη του νερού και η παροχή άντλησης καταγράφονται σε συνεχή βάση.

4.2.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΟΡΥΧΕΙΩΝ

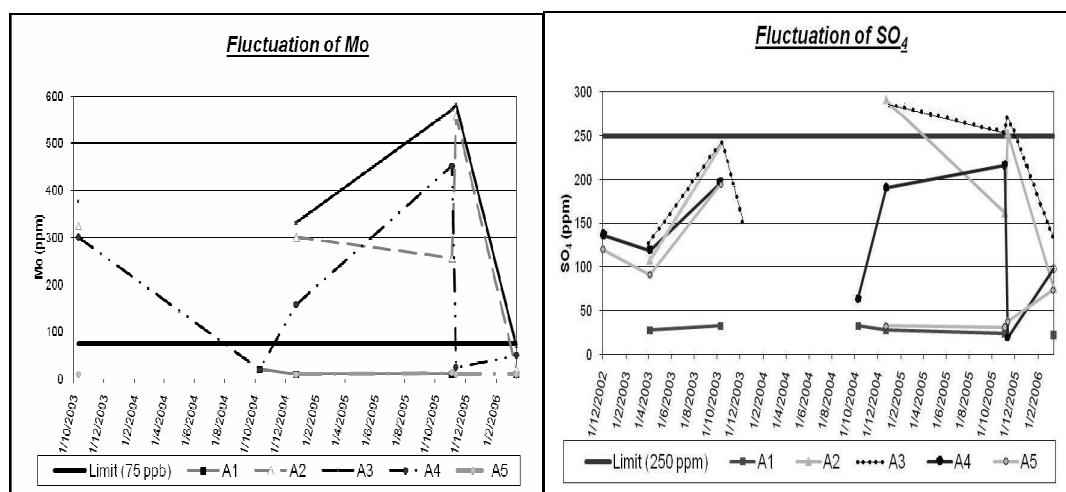
Η διαχείριση του νερού των ορυχείων κατά τη διάρκεια και μετά από την εκμετάλλευση είναι ενδιαφέρον για τις επιχειρήσεις μεταλλείας και για τις τοπικές κοινωνίες. (Δημητρακόπουλος Δ., 1996, Μώδης Κ., 2009). Η Δ.Ε.Η είναι υποχρεωμένη να πραγματοποιήσει διάφορες χημικές αναλύσεις και να τις παρουσιάζει στις ετήσιες εκθέσεις.

Στο ορυχείο της Μεγαλόπολης οι μετρήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω σχεδιάστηκαν στα παρακάτω διαγράμματα και έγινε στατιστική ανάλυση προκειμένου αυτές να αξιολογηθούν. (Σχήματα 4.3, 4.4 και πίνακας 4.2)



Σχήμα 4.3: Αριστερά οι τιμές του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και δεξιά η διακύμανση του TDS για την περίοδο 2003-2006. (Βασιλείου Ε. , Τσαγκαράτος Π. , Ηλία Ι. , 2010).

Σχετικά με το pH και την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) είναι μέσα στα αποδεκτά όρια, σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς όρους (EC 2000μS/cm και pH 7.5-8.5). Τα συνολικά διαλυμένα στέρεα (TDS) εμφανίστηκαν σε υψηλές τιμές στα δείγματα που λήφθηκαν από τα φρέατα, γεγονός αναμενόμενο λόγω της σύστασης των πετρωμάτων (σχ. 4.3). Οι ιδιαίτερες υψηλές τιμές του μολυβδαίνιου (ανώτερο όριο 75ppb) που παρατηρούνται στα σημεία A2 , A3 και A4 στον ποταμό Αλφειό αποδίδονται στη χημική σύνθεση του λιγνίτη (σχ. 4.4) . Οι συγκεντρώσεις του SO4 είναι μέσα στα αποδεκτά πόσιμα όρια, με μια εξαίρεση στο σημείο A3 κατά τη διάρκεια του 2004, εντούτοις φαίνεται να μειώνεται φθάνοντας το 2006 στα αποδεκτά όρια (Δημητρακόπουλος 2007).





Σχήμα 4.4: Διαγράμματα των τιμών Mo και SO₄ στον ποταμό Αλφειό (Βασιλείου Ε. , Τσαγκαράτος Π. , Ηλία Ι. , 2010).

Στον πίνακα 4.2 παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση στην οποία τα αποτελέσματα είναι πολύ ενδιαφέροντα. Η μέγιστη μέση τιμή του pH που μετρήθηκε στον Αλφειό ποταμό δεν ήταν επάνω από τα όρια για πόσιμη χρήση. Η υψηλή τιμή του pH (αλκαλικό περιβάλλον) δε βοηθά τη διάλυση των κατιόντων από τους γεωλογικούς σχηματισμούς ή από τα απόβλητα. Κατά συνεπεία το νερό του Αλφειού ποταμού είναι γενικά καλής ποιότητας. Οι χαμηλότερες μέσες τιμές των παραμέτρων υπό έρευνα παρατηρούνται στο καρστικό υδροφόρο στρώμα. Αυτό είναι μια ισχυρή ένδειξη ότι το νερό δεν έχει επηρεαστεί από την μεταλλευτική δραστηριότητα και είναι γενικά καλής ποιότητας. Το νερό των λιμνών και το επιφανειακό νερό στην περιοχή απόρριψης των αποβλήτων στη Θωκνία είναι υποβαθμισμένο και παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές στην EC, TDS, SO₄,

Μο (πίνακας 4.2) . Αυτές οι τιμές δεν απεικονίζονται στα δείγματα από το βαθύ υδροφόρο στρώμα ή από τον Αλφειό ποταμό. Το συμπέρασμα από αυτήν την ανάλυση είναι ότι οι δραστηριότητες του ορυχείου δεν έχουν επηρεάσει τους κύριους υδάτινους πόρους της περιοχής. Οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις του Μο στον Αλφειό οφείλονται στο γεγονός ότι είναι μέρος της γεωχημικής σύστασης του λιγνίτη και είναι ιδιαίτερα ευδιάλυτο. Οι αυξήσεις των τιμών των υπόλοιπων χημικών στοιχείων προέρχονται από τις αστικές και γεωργικές δραστηριότητες στην περιοχή. Ο κύριος λόγος για τις αυξημένες τιμές του ασβεστίου και του μαγνησίου είναι οι γεωλογικοί ανθρακικοί σχηματισμοί .

	Sample ID	pH	EC μ S/cm	TDS mg/l	Ca ppm	Mg ppm	SO ₄ ppm	Mn ppb	Ba ppb	Mo ppb
RIVERS	MIN	7,64	250,00	180,00	6,40	4,65	19,50	2,00	24,00	2,08
	MAX	8,42	1300,00	1010,00	229,00	25,10	573,00	64,00	70,30	583,00
	AVERAGE	8,04	638,04	415,87	94,04	14,43	134,67	11,90	46,87	242,74
PONDS I-II IN THOKNIA	MIN	6,90	840,00	570,00	118,00	10,90	308,00	2,00	50,80	730,00
	MAX	8,00	4370,00	3120,00	684,00	64,30	1807,00	2154,00	113,00	11110,00
	AVERAGE	7,58	2113,85	1733,85	350,77	34,31	1050,77	434,42	86,25	4487,33
PONDS IN OTHER MINES	MIN	6,85	430,00	102,00	5,80	1,49	82,00	2,00	18,00	5,00
	MAX	11,00	3660,00	2810,00	580,00	129,00	1650,00	2090,00	205,00	547,00
	AVERAGE	7,77	1815,72	1273,90	299,71	52,59	728,00	472,50	80,90	104,96
KARSTIC AQUIFERS	MIN	7,65	380,00	230,00	75,00	8,39	16,10	2,20	20,00	10,00
	MAX	8,10	550,00	330,00	87,80	17,00	37,30	112,00	65,30	12,60
	AVERAGE	7,99	487,00	293,33	81,88	14,45	29,58	46,90	34,40	10,98
DEEP AQUIFER IN THOKNIA	MIN	7,20	570,00	360,00	34,80	12,10	4,90	4,10	52,40	5,00
	MAX	8,10	1130,00	730,00	210,00	20,00	228,00	538,00	503,00	32,50
	AVERAGE	7,63	882,00	582,00	148,68	15,97	97,86	158,07	209,12	18,78
GROUNDWATER AROUND WASTE DUMP	MIN	6,60	540,00	450,00	11,80	11,60	0,39	59,00	0,12	5,00
	MAX	8,90	2940,00	1710,00	506,00	91,70	1181,00	5082,00	884,00	97,70
	AVERAGE	7,65	1504,11	950,77	186,71	29,44	180,94	687,04	242,73	31,64
GROUNDWATER IN WASTE DUMP	MIN	6,41	870,00	580,00	115,00	0,30	86,70	14,00	4,00	5,00
	MAX	9,40	4980,00	3200,00	1030,00	167,00	2080,00	4792,00	250,00	5800,00
	AVERAGE	7,46	2587,91	1959,80	459,94	73,22	1224,23	772,51	39,94	616,94

 The maximum average value
 Minimum average value

Πίνακας 4.2: Πίνακας ποιότητας και στατιστικής ανάλυσης από δείγματα νερού στη περιοχή του λιγνιτωρυχείου στη Μεγαλόπολη. (2007) (Βασιλείου Ε. , Τσαγκαράτος Π. , Ηλία Ι. , 2010).

Εκτός από τις υποχρεώσεις της Δ.Ε.Η και τα μέτρα που αναφέρθηκαν ανωτέρω, η Δ.Ε.Η συμμετείχε σε τρία (3) ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα (Minewater, Interwatpol, Waterchem). Σε αυτήν την έρευνα οι επιπτώσεις των μεταλλείων στο υδατικό περιβάλλον ερευνήθηκε και προτάθηκαν διάφορες μέθοδοι για την διαχείριση και προστασία των υπόγειων νερών, (Δ. Δημητρακόπουλος 1998, Στεφούλη Μ. 2005). Κατά τη διάρκεια των ερευνητικών προγραμμάτων στη Μεγαλόπολη ερευνήθηκε η ποιότητα των μικτών νερών από το καρστικό υδροφόρο στρώμα, τον Αλφειό ποταμό και το νερό από το ορυχείο στη περιοχή της Θώκνια (Βασιλείου Αλ. 2008).

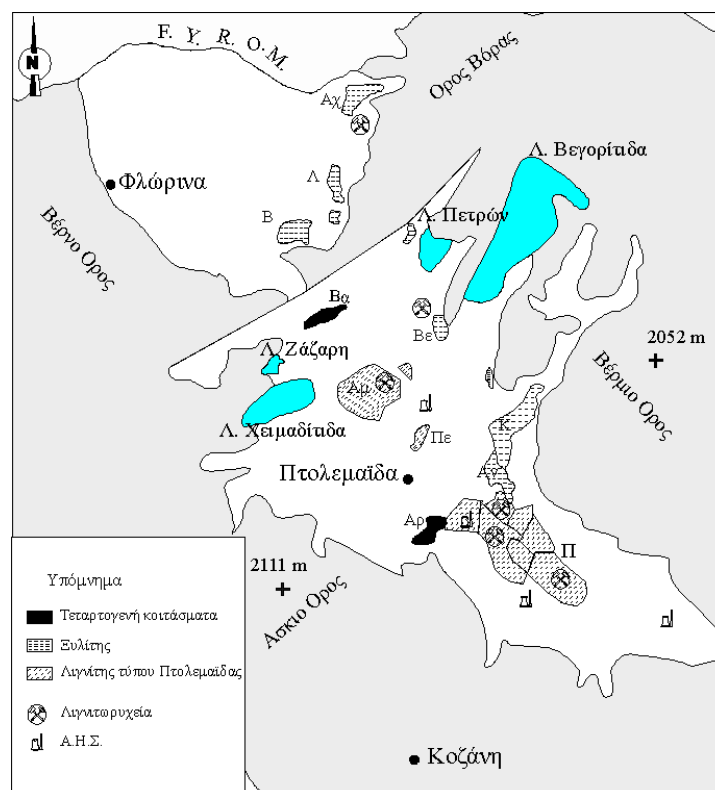
4.1.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα ορυχεία λιγνίτη στη Μεγαλόπολη γίνεται μια συντονισμένη προσπάθεια να επιτηρηθεί και να ελεγχθεί η ποιότητα των υπόγειων και επιφανειακών νερών με τακτικές μετρήσεις στάθμης και δειγματοληψίες νερού. Όλες αυτές οι ενέργειες γίνονται πέρα από τις υποχρεωτικές μετρήσεις που προτείνονται από τη σχετική ΚΥΑ σύμφωνα με την οποία η Δ.Ε.Η προγραμματίζει σχεδιασμένες μετρήσεις νερού προκειμένου να ελέγχεται η ισορροπία νερού της περιοχής. Στην περιοχή της Μεγαλόπολης υπάρχει εντατική μεταλλευτική δραστηριότητα. Εντούτοις η ποιότητα του νερού στον Αλφειό ποταμό και στο καρστικό υδροφόρο στρώμα που είναι κύριες πηγές νερού της περιοχής είναι γενικά υψηλή. Αυτό αποδίδεται κατά κύριο λόγο στην εφαρμογή της διαδικασίας, η οποία ακολουθεί τη νομοθεσία.

4.3 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΟΡΥΧΕΙΩΝ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ – ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ

4.3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η λεκάνη του Αμυνταίου βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της Πτολεμαΐδας στην Δυτική Μακεδονία. Η λεκάνη του νότιου λιγνιτικού πεδίου Πτολεμαΐδας ανήκει στην μεγάλη τεκτονική τάφρο Μοναστηρίου-Φλώρινας- Πτολεμαΐδας και καταλαμβάνει το νοτιότερο τμήμα της όπου περιβάλλεται από τα όρη Βέρμιο, Άσκιο και Σκοπό (εικ.4.7). Η Δ.Ε.Η λειτουργεί από τη δεκαετία του 1950 πολλά μεγάλα ορυχεία επιφανειακής εξόρυξης σε αυτόν τον τομέα. Παρουσιάζει τεράστιο οικονομικό ενδιαφέρον, γιατί σ' αυτήν την περιοχή βρίσκεται ένα από τα μεγαλύτερα κοιτάσματα λιγνίτη της Ελλάδας, δυναμικότητας πέραν του 1×10^9 tn εκμεταλλεύσιμου λιγνίτη. Το 2000 η παραγωγή λιγνίτη ήταν 8.8×10^6 tn. Η ίδια λεκάνη περιέχει επίσης αξιόλογους αξιοποιημένους υπόγειους υδατικούς πόρους. Επομένως τόσο οι λιγνίτες όσο και το νερό είναι άμεσα και έμμεσα συνδεδεμένα με την οικονομική ανάπτυξη της περιοχής.



Εικόνα 4.7: Τεκτονική τάφρος της Δυτικής Μακεδονίας (Πανεπιστήμιο Πατρών – Τμήμα Γεωλογίας).

Η λεκάνη Πτολεμαΐδας- Αμύνταιου είναι η μοναδική υδρολογική λεκάνη στον Ελλαδικό χώρο στα όρια της οποίας περιέχονται τέσσερις λίμνες (Βεγορίτιδα, Πετρών, Χειμαδίτιδα και Ζάζαρη).

Οι λίμνες πλην της Βεγορίτιδας περιέχουν μικρό όγκο νερού γιατί έχουν μεγάλη έκταση και μικρό βάθος. Αποτέλεσμα αυτού είναι οι μικρές μεταβολές στον όγκο του νερού λόγω αντλήσεων για άρδευση ή αυξημένης εξάτμισης να έχουν σαν συνέπεια μεγάλες μεταβολές στην έκταση των λιμνών. Οι λίμνες συνδέονται υδραυλικά μεταξύ τους επομένως κάθε επέμβαση στην μια εξ' αυτων έχει επιπτώσεις και στις άλλες προς τα κατάντη. Στο ορυχείο Αμυνταίου υπάρχουν περίπου είκοσι (20) υδρογεωτρήσεις από τις οποίες αντλούνται $8-13 \times 10^6$ m³ νερού ετησίως από τους υδροφορείς τον υπερκείμενων και στο ορυχείο Ν. Πεδίου από αντίστοιχο αριθμό υδρογεωτρήσεων αντλούνται $3-4 \times 10^6$ m³.

Η πρωτεύουσα του νομού Κοζάνης, στον οποίο ανήκει διοικητικά η λιγνιτοφόρος λεκάνη του Νοτίου Πεδίου υδρεύεται σε ποσοστό 80% και πλέον από τους υπόγειους υδροφορείς της λεκάνης αυτής, αντλώντας 4×10^6 m³/έτος νερού (Λουλούδης Γ. 1995). Οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις καλύπτονται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα πολυάριθμες γεωτρήσεις, εκ των οποίων αντλούνται $7,5 \times 10^6$ m³/ έτος.

4.3.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ

Η ανάγκη για την έρευνα και την προστασία του ευαίσθητου και περίπλοκου συστήματος της λεκάνης Αμυνταίου η ΔΕΗ πραγματοποίησε αρκετές μελέτες για την περιοχή. (Κουμαντάκης Ι.- Δ. Δημητρακόπουλος, 1993, Voigt R., 1996, Δ. Δημητρακόπουλος, 2001).

Τα κύρια αποτελέσματα αυτών των ερευνών, όσον αφορά την υδατική ισορροπία, είναι οι εξής:

1. Ο αριθμός των πηγαδιών και κατά συνέπεια ο όγκος των ποσοτήτων άντλησης έχουν αυξηθεί δραματικά κατά τα τελευταία χρόνια. Κατά την περίοδο μεταξύ 1991-1995 ο αριθμός φρεατίων νερού για άρδευση έχουν αυξηθεί 70% (σχ. 4.6).
2. Το 1996, τα 581 φρεάτια νερού έχουν καταγραφεί στη λεκάνη Αμυνταίου (Δ. Δημητρακόπουλος, 2001). 543 από αυτά τα φρεάτια (93%) χρησιμοποιούνται για γεωργική χρήση, 11 (2%), για οικιακή χρήση και 27 (5%) για την διαδικασία αποστράγγισης και το σύστημα ψύξης του σταθμού παραγωγής ενέργειας.

3. Το σχήμα 4.7 δείχνει ότι η διαδικασία αποστράγγισης στο λιγνιτωρυχείο Αμυνταίου, που ξεκίνησε το 1993 ακολουθεί μια σταθερή αύξηση στην ποσότητα άντλησης, όπως το ορυχείο επεκτείνεται και η εκμετάλλευση πηγαίνει βαθύτερα.
4. Τα φρεάτια νερού άρδευσης στην περιοχή του κώνου ταπείνωσης έχουν επηρεαστεί από την άντληση και αποδίδουν μικρότερες ποσότητες νερού
5. Η χημική σύνθεση των υπόγειων υδάτων είναι μάλλον καλή, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 4.3) , που δείχνει τις μέσες τιμές των διαφόρων δειγμάτων από τον υδροφόρο ορίζοντα του υπερκείμενων (Δημητρακόπουλος Δ., 2001).

Πίνακας 4.3

T.D.S	P.H.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Fe	SiO ₂	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
506	7.7	71	52	50	0.178	16	5.5	458	57	26	86	0.05

Η υδροφορία αναπτύσσεται στους υπερκείμενους του λιγνίτη χαλαρούς Νεογενείς και Τεταρτογενείς σχηματισμούς. Το αργιλομαργακικό λιγνιτοφόρο σύστημα αποτελεί το αδιαπέρατο υπόβαθρο της υδροφορίας αυτής . Ο υδροφορέας αποτελείται από επάλληλους διασυνδεδεμένους υδραυλικά υδροφόρους ορίζοντες και εμφανίζεται ενιαίος σ'όλη του την έκταση, παρά τις παρεμβολές αργιλοαμμούχων ενστρώσεων και μεταπτώσεων των ποταμολιμναίων και ποταμοχειμάρριων αποθέσεων.

Δεν υπάρχει σημαντική υδραυλική σχέση μεταξύ των καρστικών νερών των ορεινών περιθωρίων της λεκάνης και των υδροφορέων των χαλαρών ιζημάτων της, όπως αυτό πιστοποιήθηκε από σταθμημετρήσεις και υδροχημική έρευνα και επιβεβαιώθηκε κατά τη ρύθμιση του υδρογεωλογικού ομοιώματος της λεκάνης (Λουλούδης Γ. , Δημητρακόπουλος Δ. 1991). Η βασική κατεύθυνση της ροής του υπόγειου νερού μέσα στη λεκάνη των χαλαρών ιζημάτων του Νοτίου Πεδίου είναι ΒΑ προς ΝΔ .

Το μέσο ετήσιο ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στην περιοχή των χαλαρών ιζημάτων της λεκάνης ανέρχεται σε 610 mm, ενώ η μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή φθάνει στα 434 mm . Η μέση ετήσια ανανέωση των αποθεμάτων του υπόγειου νερού όπως αυτή υπολογίστηκε από το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης, ανέρχεται σε $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Λουλούδης Γ. 1991) . Στο ορυχείο του Αμύνταιου το 1996 αντλήθηκαν $16.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού από τα οποία τα $13 \times 10^6 \text{ m}^3$ (78%) από υδρογεωτρήσεις και τα $3.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ (22%) από επιφανειακά αντλιοστάσια. Διευκρινίζεται ότι το

μεγαλύτερο μέρος των νερών των επιφανειακών αντλιοστασίων προέρχεται από βροχοπτώσεις και δεν είναι υπόγειο νερό (Δ. Δημητρακόπουλος 1997).

Η μοναδική διαπιστωμένη απορροή από τη λεκάνη πραγματοποιείται μέσω του αποστραγγιστικού ρέματος Σουλού, όπου μερικώς εκφορτίζονταν παλαιότερα και οι αβαθείς υδροφόροι της λεκάνης. Η απορροή αυτή σύμφωνα με υδρομετρήσεις του ΙΓΜΕ κυμαίνεται από 9.7×10^6 έως 18.7×10^6 m³ ετησίως .

4.3.3. ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Για την προστασία του ορυχείου του Νοτίου Πεδίου από υπόγεια νερά η Δ.Ε.Η έχει αναπτύξει ένα δίκτυο φρεατίων, τα οποία καλύπτουν περιφερειακά την σημερινή εκσκαφή. Από τις γεωτρήσεις αυτές αντλούνταν μέχρι το 1987 κατά μέσο όρο 1.5×10^6 m³ / έτος και από τα αντλιοστάσια στο εσωτερικό της εκσκαφής περίπου 2.5×10^6 m³ / έτος που προέρχονται από τα εισρέοντα εντός αυτής νερά. Η αποστραγγιστική αυτή διαδικασία θα έχει μακροχρόνια σαν αποτέλεσμα τη πτώση της στάθμης σε τμήμα της παροχής των υπαρχουσών γεωτρήσεων και συνεπώς τη μείωση της παροχής τους.

Βεβαίως τα νερά που αντλούνται από τις αποστραγγιστικές γεωτρήσεις του ορυχείου πληρούν τις προϋποθέσεις και διατίθενται για να καλύψουν υδρευτικές και αρδευτικές ανάγκες, πλην όμως η απαγωγή τους από το γεωλογικό περιβάλλον έχει συνέπεια στα αποθέματα της λεκάνης που με δυσκολία αναπληρώνονται και το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης βρισκόταν (1987) σχεδόν στο όριο εκμετάλλευσης των ανανεούμενων αποθεμάτων.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί οι ανάγκες των καταναλωτών ή έχουν προκύψει νέες. Για παράδειγμα η Κοζάνη τροφοδοτείται τα τελευταία χρόνια από αντλήσεις υπόγειων νερών της λεκάνης Σαριγκιόλ. Από τις κοινότητες της περιοχής σχεδιάζεται, σε συνεργασία την Δ.Ε.Η, η κατασκευή ενός αρδευτικού έργου που θα αξιοποιεί τα νερά που θα αντλούνται για την προστασία του ορυχείου, για την άρδευση των καλλιεργειών της περιοχής που σήμερα δεν αρδεύονται.

Είναι φανερό ότι το πολύπλοκο αυτό υδατικό σύστημα απαιτεί ορθολογική διαχείριση προκειμένου να αξιοποιηθούν οι αντλούμενες ποσότητες νερού, να συνδυαστούν τα υδροληπτικά έργα με τις ανάγκες των καταναλωτών (ύδρευση, άρδευση και

βιομηχανική χρήση) και να μειωθούν οι επιπτώσεις των εντατικών αντλήσεων στο περιβάλλον. (Δ. Δημητρακόπουλος , Ι. Κουμαντάκης , Ζ. Ηλιάδης, 1996)

Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές λύσεις όπως:

1) Η διοχέτευση νερών κυρίως μέσω γεωτρήσεων αλλά και μέσω αποστραγγιστικών τάφρων που ήδη υπάρχουν είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για τις γεωλογικές συνθήκες της λεκάνης Πτολεμειδας για εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφόρων. Ήδη έχουν κατασκευαστεί τέσσερις (4) υδρογεωτρήσεις κοντά στις γεωτρήσεις υδροδότησης του Δήμου Κοζάνης ώστε να γίνει τεχνητός εμπλουτισμός με νερά που θα προέρχονται από τις γεωτρήσεις αποστράγγισης του Ν. Πεδίου.

2) Μια άλλη δυνατότητα η οποία χρησιμοποιείται ευρέως είναι η διοχέτευση αντλούμενων νερών στο εκτεταμένο δίκτυο των αποστραγγιστικών τάφρων που υπάρχει στη λεκάνη του Ν. Πεδίου και του Αμυνταίου. Η διήθηση του νερού που πραγματοποιείται μέσω αυτών συμβάλει στη διατήρηση της στάθμης κυρίως των αβαθών υδροφόρων οριζόντων και αποφεύγεται η μείωση της υγρασίας των εδαφών αυτών. (Δ. Δημητρακόπουλος)

Επιπλέον η διοχέτευση των νερών αυτών στα ρέματα της περιοχής συμβάλει στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας των ρεμάτων και των λιμνών, στις οποίες αυτά καταλήγουν.

4.3.4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Για την προστασία του περιβάλλοντος, τη διατήρηση ενός αποδεκτού υδάτινου περιβάλλοντος και για να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις στο ευαίσθητο σύστημα των λιμνών της ΔΕΗ έχει υιοθετήσει ένα σύστημα διαχείρισης των υδάτων, τα κύρια σημεία της οποίας είναι τα εξής:

α) Εγκατάσταση ενός αυτόματου συστήματος καταγραφής.

Το πρώτο βήμα για τη δημιουργία ενός αξιόπιστου συστήματος διαχείρισης των υδάτων είναι η απόκτηση αξιόπιστων και ακριβή στοιχείων.

Μια σειρά αυτόματων σταθμών καταγραφής τοποθετήθηκαν στις λίμνες της λεκάνης, σε επιλεγμένα πηγάδια και πιεζόμετρα, στο ρέμα Σουλού και στα χαρακώματα που συνδέουν τις λίμνες.

Τα δεδομένα, σχετικά με τη διακύμανση της στάθμης του νερού σε λίμνες και πιεζόμετρα, την καθίζηση, την απαλλαγή των ρευμάτων, που μεταδίδονται από ραδιοφωνικούς μόντεμ με τις αρχές διαχείρισης των υδάτων.

β) Άντληση των υπόγειων υδάτων πριν από την έναρξη της εκσκαφής.

Ο σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι να γίνει άντληση των υπόγειων υδάτων από τις υδρογεωτρήσεις απευθείας από τον υδροφόρο ορίζοντα, πριν από αυτό θα πρέπει να συγχέονται με το νερό που έρχεται από το εσωτερικό της εκσκαφής. Αυτό το νερό είναι κακής ποιότητας, έχει υψηλότερα TDS (Σύνολο διαλυμένων στερεών) και περιέχει αιωρούμενα στερεά, όπως τέφρα, λιγνίτης, ιλυώδη υλικό κλπ.

Στο ορυχείο Αμυνταίου το υψηλότερο ποσό των ποσοτήτων που αντλούνται προέρχεται από τις περιμετρικές υδρογεωτρήσεις. Το 1996, για παράδειγμα αντλήθηκαν $16,8 \times 10^6$ m³, 13×10^6 m³ των οποίων προερχόταν από υδρογεωτρήσεις και $3,8 \times 10^6$ m³ από τους επιφανειακούς σταθμούς άντλησης.

γ) Η χρήση της άντλησης υπόγειων υδάτων για γεωργική και οικιακή χρήση.

Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος της άντλησης νερού είναι καλής ποιότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλούς σκοπούς

1) 4×10^6 m³, όντας το 50% του συνολικού νερού που απαιτείται ανά έτος, χρησιμοποιείται για το σταθμό ηλεκτροπαραγωγής Αμυνταίου,

2) μικρή ποσότητα από τις αντλητικές ποσότητες διανέμεται στα γύρω χωριά και τα κτίρια και τις εγκαταστάσεις, όπως πόσιμο νερό.

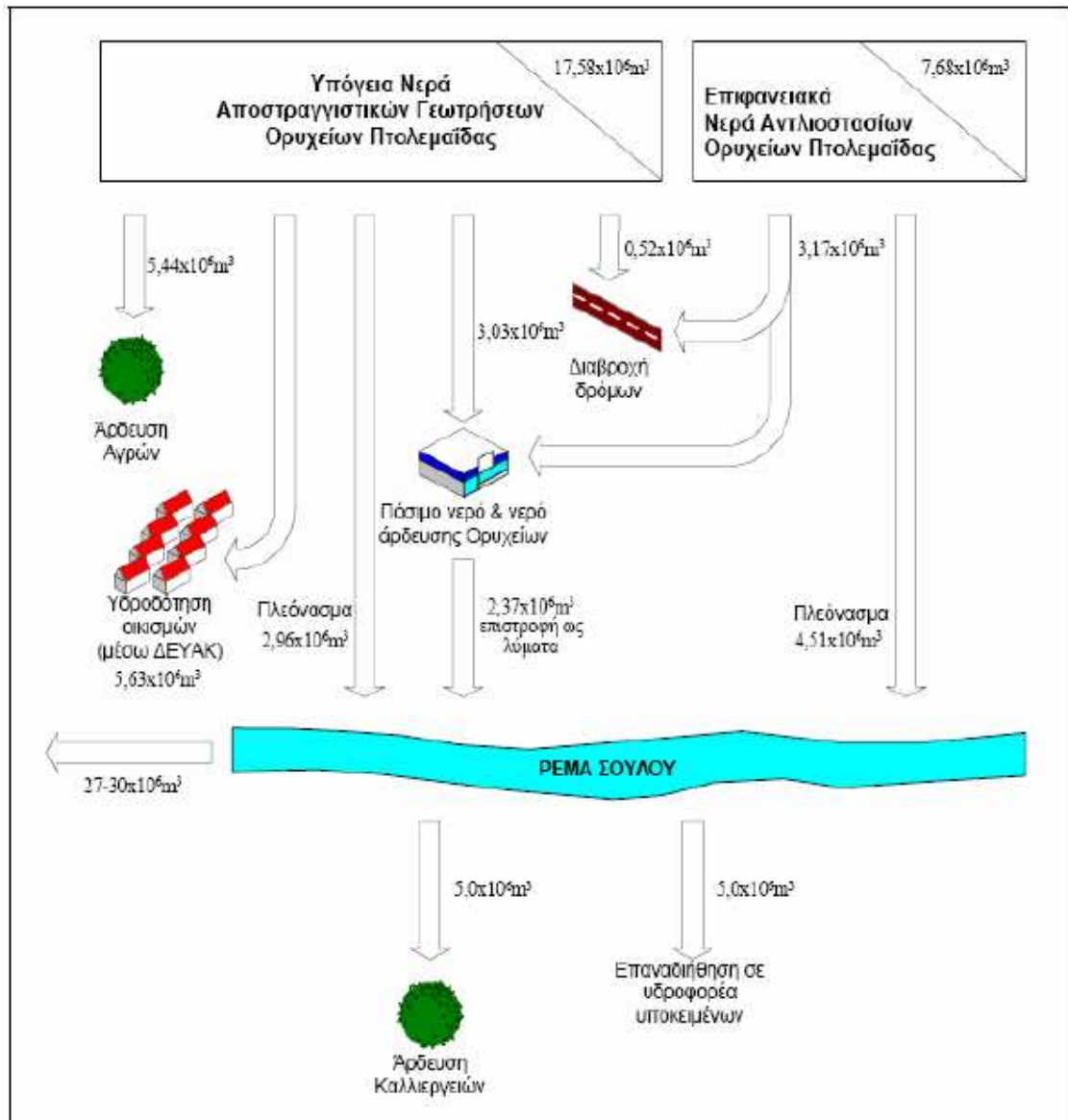
3) την υψηλότερη ποσότητα της άντλησης υπόγειων νερών χρησιμοποιείται για άρδευση. Με αυτόν τον τρόπο οι χωρικοί αντισταθμίζουν τα προβλήματα που προκαλούνται στα χωράφια τους στον κώνο ταπείνωσης , δηλαδή μείωση της αποτελεσματικότητας των φρεάτων ύδατος και υψηλότερο κόστος άντλησης. Η άντληση στα όρια του κώνου ταπείνωσης αποφεύγεται επίσης, πράγμα που θα μπορούσε να προκαλέσει την επέκταση της

δ) Διάθεση των υπογείων υδάτων που προέρχονται από τις αντλήσεις στις τάφρους.

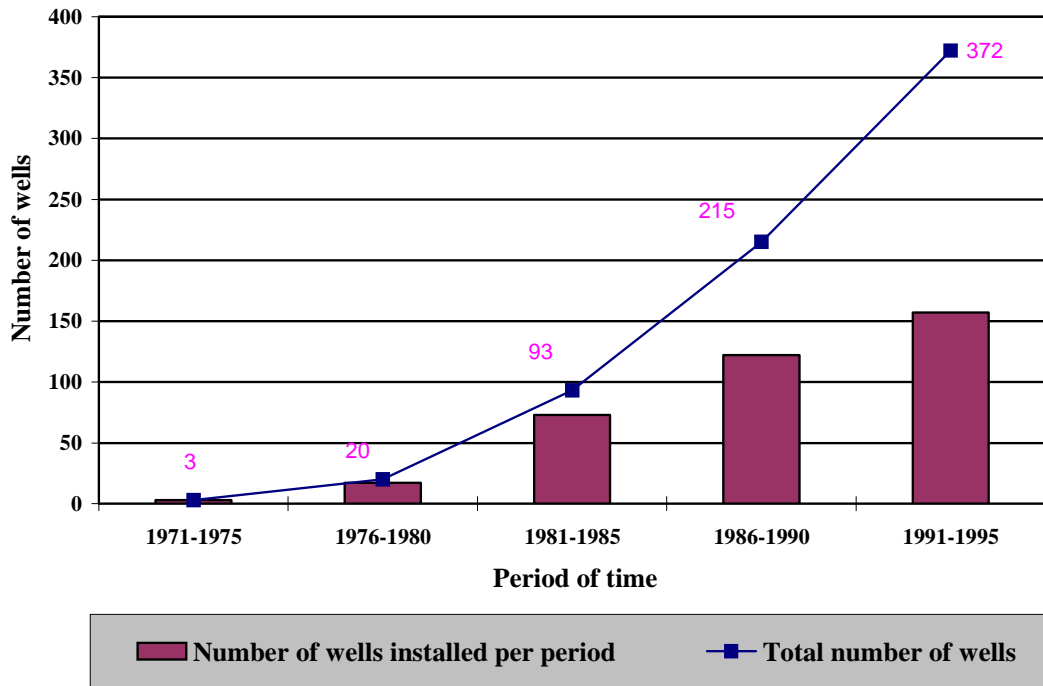
Η συνδυασμένη επίδραση της άντλησης τεράστιων ποσοτήτων υπογείων υδάτων στη λεκάνη για γεωργική χρήση, ειδικά το καλοκαίρι, καθώς και για την προστασία και την αποστράγγιση του ορυχείου, προκαλεί σημαντική πτώση της πιεζομετρικής στάθμης. Συνεπώς το επίπεδο του νερού σε φρεάτια που χρησιμοποιούνται για σκοπούς άρδευσης ή πόσιμου νερού μειώνεται επίσης. Η σχετικά καλή ποιότητα του νερού που αντλείται από τα φρεάτια αποστράγγισης επιτρέπει τη χρήση του για την επανατροφοδοσία του υδροφορέα χωρίς να διακυβεύεται η απόφραξη του. Στο Αμύνταιο ένα δίκτυο τάφρων είχε κατασκευαστεί για την αποστράγγιση της πρώην βαλτώδους περιοχής.

Η διάθεση των υπόγειων υδάτων στο δίκτυο των τάφρων βοηθά τον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα, ελαχιστοποιεί την επέκταση του κώνου της ταπείνωσης και διατηρεί το επίπεδο των υπόγειων υδάτων στην περιοχή του εμπλουτισμού. Από την άλλη πλευρά όταν η συνολική ποσότητα του νερού δεν μπορεί να απορροφηθεί από το έδαφος, οι αγρότες αντλούν το υπόλοιπο του νερού άμεσα από τις τάφρους για άρδευση

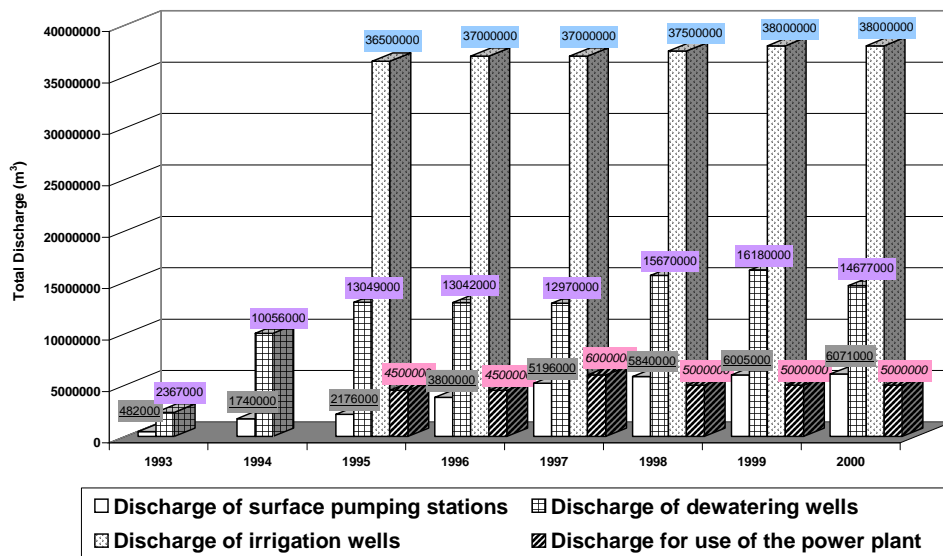
Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται σχηματικά η διαχείριση υδατικών πόρων από τα Ορυχεία Πτολεμαΐδας, κατά την τριετία 2006-2008



Σχήμα 4.5: Διαχείριση υδατικών πόρων στα Ορυχεία Πτολεμαΐδας (Πανεπιστήμιο Πατρών τμήμα γεωλογίας).



Σχήμα 4.6: Αριθμός πηγαδιών για άρδευση στη λεκάνη Αμυνταίου (Δ. Δημητρακόπουλος, Ε. Γρηγοράκου, 2001).



1. For the private wells real data exist only for 1995, for the period 1996-2000 the data are based on estimations.
2. The irrigation wells of Amyndeon town district are not included.
3. A part of the discharge coming from dewatering wells is used by the power plant.

Σχήμα 4.7: Λεκάνη Αμυνταίου, η συνολική άντληση των ποσοτήτων για την περίοδο 1993-2000 (Δ. Δημητρακόπουλος, Ε. Γρηγοράκου, 2001).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή διερευνώνται ορισμένα θέματα όπως η παρουσία των νερών στα ορυχεία, οι μέθοδοι και οι τεχνικές αποστράγγισης του ορυχείου, την έλλειψη των υδατικών πόρων με την απαραίτητη διαχείριση τους, τις επιπτώσεις της αποστράγγισης στο υδάτινο περιβάλλον και τα μέτρα περιορισμού των επιπτώσεων της αποστράγγισης. Επίσης γίνεται αναφορά στη νομοθεσία που ισχύει για τα νερά και τη προστασία τους σε Ευρωπαϊκό επίπεδο αλλά και συγκεκριμένα η μεταλλευτική νομοθεσία στη χώρα μας.

Από την έρευνα που έγινε προέκυψαν τα παρακάτω:

1) Σήμερα η Δ.Ε.Η εξορύσσει περίπου 58×10^6 tn λιγνίτη το χρόνο, αυτό σημαίνει ότι συνεχώς θα γίνεται δυσμενέστερη η εκμετάλλευση του και θα αυξάνεται η έκταση και το βάθος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αποκοπή σημαντικών υδροφόρων οριζόντων και την αλλαγή του υδάτινου περιβάλλοντος.

2) Απαιτείται ένα σχέδιο ορθολογικής διαχείρισης των ποσοτήτων νερού που αντλείται για την προστασία του ορυχείου ώστε να αξιοποιηθούν σωστά και να περιοριστούν οι επιπτώσεις από τις αντλήσεις. Το αντλούμενο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά κύριο λόγο για ύδρευση, άρδευση, στους Α.Η.Σ της Δ.Ε.Η, για τις ανάγκες του ορυχείου, ακόμα και για τη διοχέτευση των υδάτων σε λίμνες ή ποτάμια για την διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας της περιοχής.

3) Η οδηγία 2000/60/EK αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο του ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου για την προστασία και διαχείριση των υδάτων. Το ουσιαστικότερο εργαλείο της κοινοτικής Οδηγίας 2000/60 αποτελούν τα σχέδια διαχείρισης (Άρθρο 13). Συγκεκριμένα, στο άρθρο αυτό προβλέπεται ότι τα Κράτη-Μέλη θα πρέπει να συντάσσουν ένα σχέδιο διαχείρισης για κάθε λεκάνη απορροής ποταμού. Η χώρα μας χρειάζεται να επισπεύσει τις απαραίτητες διαδικασίες για την επίτευξη της καλής κατάστασης των υδάτων χωρίς να υπάρξουν κυρώσεις από την Ε.Ε και εκτός από αυτό να υπάρξει ένα σύστημα ορθής διαχείρισης των υδάτων για το παρόν και το μέλλον.

Επισημαίνεται ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στην αρχική διερεύνηση των παραπάνω θεμάτων. Η πλήρης μελέτη των θεμάτων αυτών απαιτεί διεπιστημονική συνεργασία πολλών ειδικοτήτων όπως Μηχανικών Μεταλλείων, Υδρογεωλόγων, Περιβαλλοντολόγων, Εδαφοτεχνικών, Αρχιτεκτόνων κ.λ.π.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Shepherd R., 1993 – Ancient mining, Elsevier N.Y
- Wolkerdorfer Ch., 2008 – Water management at Abandoned Flooded Underground Mines, Springer, Germany
- Δ. Δημητρακόπουλος 1997, Λιγνιτικές Εκμεταλλεύσεις και Υδατικό Περιβάλλον
- Δ. Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ζ. Ηλιάδης, 1996, Ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης υδατικών πόρων και μεθόδων τεχνητού εμπλουτισμού σε περιοχές υπαίθριων λιγνιτικών εκμεταλλεύσεων
- Δ.Ε.Η./ Τ.Υ.Μ.
- Λουλούδης Γ., Γενική θεώρηση του προβλήματος αποστράγγισης ανοικτής επιφανειακής μεταλλευτικής εκμετάλλευσης και αντιμετώπιση του. Σεμινάριο ΤΕΕ Υπόγεια νερά και Τεχνικά έργα 1989.
- Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ – www.geo.auth.gr
- Διαχείριση Υδατικών Πόρων, 2008 - www.kireas.org
- Αναφορά UNEP/MAP, 2009
- Δρ. Θεοχάρη Χρ., 2010 ΠΡΟΣΥΝΕΔΡΙΑΚΗ ΗΜΕΡΙΔΑ HELECO ΤΕΕ και ΤΕΕ/ΠΤ ΗΠΕΙΡΟΥ, << Ρύπανση υπόγειων και επιφανειακών υδάτων >> , Η διαχείριση των υδατικών πόρων την εποχή της κλιματικής αλλαγής, Ιωάννινα 2010.
- RWE Power International , 2008
- Bize J., Bourguet L., Lemoine J. 1972 - Σούλιος Γ., 2008
- Todd C., 1980 - Καλλέργης Γ., 2001
- Boehm B., Trumpff H., Water management to Protect wetland to the North of Rheinich Lignite district. 3rd International imwa Congress Melbourne, 1988
- Τάτσης Λ., Κοινοτική νομοθεσία για την προστασία και τη διαχείριση των υδατικών πόρων, 2008.
- Βασιλείου Ε., Τσαγκαράτος Π., Ηλία Ι., Περιβαλλοντική διαχείριση του νερού των μεταλλείων λαμβάνοντας υπόψη την ευρωπαϊκή νομοθεσία υδάτων, Μάιος 2010, Πάτρα.

- Γ. Ελαφρός, ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ 2011
- Δ. Δημητρακόπουλος, Ι. Κουμαντάκης, Ε. Βασιλείου, Διαχείριση υδάτων μετά το κλείσιμο του υπόγειου ορυχείου λιγνίτη στο Αλιβέρι 2003
- Βασιλείου Ε., Τσαγκαράτος Π., Ηλία Ι., Περιβαλλοντική διαχείριση του νερού των μεταλλείων, Περίπτωση των ορυχείων της Μεγαλόπολης, Μάιος 2010, Πάτρα.
- Water resources management at the Amyndeon basin, West Macedonia, Greece, D. Dimitrakopoulos, E. Grigorakou, Freiberg June 2001

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΜΟΥ ΣΤΑ
ΟΡΥΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ**



Εικόνα 1: Η μεγάλη λίμνη στο κλειστό ορυχείο του Αλιβερίου.



Εικόνα 2: Αντλιοστάσιο στο ορυχείο της Μεγαλόπολης και στο βάθος ο χώρος απόθεσης.



Εικόνα 3: Πιεζόμετρο στο ορυχείο της Μεγαλόπολης.



Εικόνα 4: Αντλιοστάσιο στο ορυχείο της Μεγαλόπολης και στο βάθος δεξιά η εξόρυξη του λιγνίτη με την εμφανή παρατήρηση των πρανών.



Εικόνα 5: Εξόρυξη λιγνίτη στο ορυχείο της Μεγαλόπολης καθώς και τα επίπεδα εκμετάλλευσης, το πρανές καφέ χρώματος ήταν η αρχική εκμετάλλευση.



Εικόνα 6: Κλειστή υδρογεώτρηση στο ορυχείο της Μεγαλόπολης.



Εικόνα 7: Ταινιόδρομος μεταφοράς λιγνίτη στο ορυχείο της Μεγαλόπολης και στο βάθος διακρίνονται δυο αντλιοστάσια.



Εικόνα 8: Ατμοηλεκτρικός Σταθμός (ΑΗΣ) στο ορυχείο της Μεγαλόπολης.

