

# Ανάπτυξη Συστήματος Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων και Μεθόδων Τεχνητού Εμπλουτισμού

σε Περιοχές Υπαίθριων Λιγνιτικών Εκμεταλλεύσεων.  
Περίπτωση Νοτίου Πεδίου Πτολεμαΐδας

των Δ. Δημητρακόπουλου, Ι. Κουμαντάκη και Ζ. Ηλιάδη

## Περίληψη

Οι συγγραφείς του παρόντος άρθρου είχαν την ευθύνη για τη σύλληψη και επεξεργασία μιας πρότασης ερευνητικού προγράμματος, που εγκρίθηκε και χρηματοδοτείται από την Γ.Γ.Ε.Τ. στα πλαίσια του Ε.Π.Ε.Τ. II και στοχεύει στην ανάπτυξη ενός αυτοματοποιημένου συστήματος διαχείρισης των υδατικών πόρων, όπως και αντίστοιχου λογισμικού, στην περιοχή του λιγνιτωρυχείου Νότιου πεδίου Πτολεμαΐδας. Η περιοχή αυτή συνδυάζει έντονη μεταλλευτική δραστηριότητα, υψηλές υδατικές ανάγκες, εντατικές αντλήσεις για προστασία του ορυχείου από τα υπόγεια νερά, ελλειμματικό ισοζύγιο νερού, αυξανόμενη με το χρόνο ζήτηση κ.λπ. Παράλληλος στόχος του προγράμματος είναι η αναζήτηση λύσεων για τον περιορισμό των μη αντιστρεπτών επιπτώσεων στο υδατικό περιβάλλον της περιοχής στην οποία δεν θα επεκταθεί η εκμετάλλευση του λιγνίτη.

**Λέξεις κλειδιά:** Διαχείριση υδατικών πόρων, αποστράγγιση ορυχείων, επιπτώσεις, περιβάλλον, τεχνητός εμπλουτισμός.

## 1. Γενικά

Όπως είναι γνωστό στις ανοικτές μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις εκτός από την εισροή εντός αυτών των ατμο-

σφαιρικών 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.

Από την άλλη πλευρά οι μεταλλευτικές δραστηριότητες αλλοιώνουν τα υπάρχοντα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά και το υδρογραφικό δίκτυο, καθώς και τα συστήματα αποθεμάτων του υπόγειου νερού. Η ταπεινώση του υδροφόρου ορίζοντα γύρω από τις μεγάλες ανοικτές εκσκαφές των ορυχείων είναι από τα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, γιατί επηρεάζει το υδατικό ισοζύγιο τεράστιων περιοχών. Η μακροχρόνια επέκταση του κώνου ταπεινώσης του υδροφόρου ορίζοντα, επηρεάζει τα υφιστάμενα υδροληπτικά έργα και κατ'επέκταση την ύδρευση, την άρδευση καλλιεργήσιμων εκτάσεων και τη 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 υπογείων νερών, αποτελούν συχνά αιτίες για εκδήλωση καθιζήσεων του εδάφους.

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.

## 2. Υδρογεωλογικά στοιχεία και καθεστώς εκμετάλλευσης

Η λεκάνη του Νοτίου Λιγνιτικού

Πεδίου Πτολεμαΐδας ανήκει στη μεγάλη τεκτονική τάφρο Μοναστηρίου - Φλώρινας - Πτολεμαΐδας, καταλαμβάνει το νοτιότερο τμήμα της και περιβάλλεται από τα όρη Βέρμιο, Ασκιο και Σκοπό. Βόρεια οριοθετείται από το ασθενές έξαρμα του Κομάνου.

Παρουσιάζει τεράστιο οικονομικό ενδιαφέρον, γιατί σ' αυτήν βρίσκεται ένα από τα μεγαλύτερα κοιτάσματα λιγνίτη της Ελλάδας, δυναμικότητας μεγαλύτερης του  $1 \times 10^9$  tn εκμεταλλεύσιμου λιγνίτη. 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 ευρύτερης περιοχής.

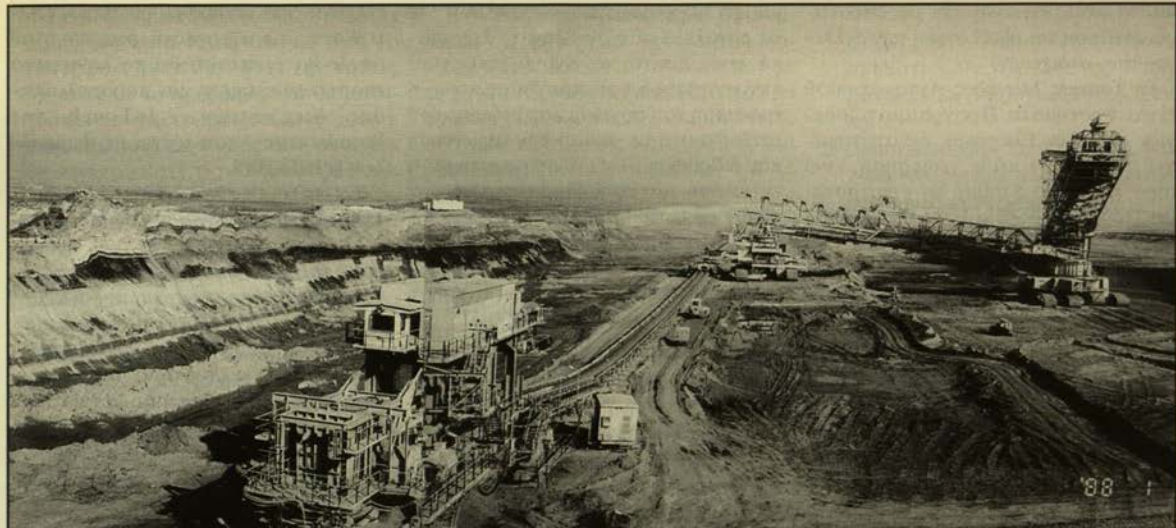
Η υδροφορία αναπτύσσεται στους υπερκείμενους του λιγνίτη χαλαρούς Νεογενείς και Τεταρτογενείς σχηματισμούς. Το αργιλομαργαϊκό λιγνιτοφόρο σύστημα αποτελεί το αδιαπέρατο υπόβαθρο της υδροφορίας αυτής. Ο υδροφόρος αποτελείται από επάλληλους διασυνδεδεμένους υδραυλικά υδροφόρους ορίζοντες και εμφανίζεται ενιαίως.

Δεν υπάρχει σημαντική υδραυλική σχέση μεταξύ των καροτικών νερών των ορεινών περιθωρίων της λεκάνης και των υδροφορέων των χαλαρών ιζημάτων της, όπως αυτό πιστοποιήθηκε από σταθμιμετρήσεις και υδροχημική έρευνα και επιβεβαιώθηκε κατά τη ρύθμιση του υδρογεωλογικού μοιώματος 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 από ΒΑ προς ΝΔ. Η ανατροφοδοσία πραγματοποιείται κυρίως από απ' ευθείας κατεσόδους.

Το μέσο ετήσιο ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στην περιοχή των χαλαρών ιζημάτων της λεκάνης ανέρχεται σε 610 mm (υπερετήσιος

Ο Δ. Δημητρακόπουλος είναι Μηχανικός Μεταλλειολόγος, ο Ι. Κουμαντάκης είναι καθηγητής στο Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργιών ΕΜΠ και ο Ζ. Ηλιάδης είναι Ηλεκτρολόγος Μηχανικός. Το κείμενο αποτελεί εισήγησή τους στο Συνέδριο του ΤΕΕ «Διαχείριση Υδατικών Πόρων», που έγινε στη Λάρισα το Νοέμβριο 1996.





11ετής μέσος όρος 63-73). 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  $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (93 mm) (Λουλουδής Γ., 1991).

Η μοναδική διαπιστωμένη απορροφή από τη λεκάνη πραγματοποιείται μέσω του αποσταγματοειδούς ρέματος Σουλού, όπου μερικώς εκφορτίζονταν παλαιότερα και οι αβαθείς υδροφόροι της λεκάνης. Η απορροφή αυτή σύμφωνα με υδρομετρήσεις του ΙΓΜΕ κυμαίνεται από  $9.7 \cdot 10^6$  έως  $18.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  ετησίως.

Ο συντελεστής μεταβιαστικότητας (T) του συνολικού πακέτου των επάλληλων υδροφόρων στρωμάτων, κυμαίνεται από  $1.15 \cdot 10^{-3}$  έως  $2.0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$  και το ενεργό πορώδες των αμοχαλικωδών υδροφόρων σχηματισμών έχει εκτιμηθεί σε 25% (Rheinbraun C., 1988).

### 3. Υδατικό ισοζύγιο

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  $4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$  νερού (Λουλουδής Γ. 1995). Οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις καλύπτονται αρδευτικά σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα από τις πολυάριθμες γεωτρήσεις, εκ των οποίων αντλούνται  $7.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ .

Για συμπλήρωση των αρδεύσεων αντλούνται σημαντικές επίσης ποσότητες από το ρέμα Σουλού.

Για την προστασία του ορυχείου του

Νοτίου Πεδίου από υπόγεια νερά η Δ.Ε.Η. έχει αναπτύξει ένα δίκτυο υδρογεωτρήσεων, οι οποίες καλύπτουν περιφερειακά τη σημερινή εκσκαφή. Από τις γεωτρήσεις αυτές αντλούντο μέχρι το 1987 κατά μέσο όρο  $1.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$  και από τα αντλιοστάσια στο εσωτερικό της εκσκαφής περίπου  $2.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$  που προέρχονται από τα εισρέοντα εντός αυτής νερά. Η αποσταγματοειδής αυτή διαδικασία, θα έχει μακροχρόνια σαν αποτέλεσμα την πτώση της στάθμης σε τμήμα της περιοχής των υπαρχουσών γεωτρήσεων και συνεπώς τη μείωση της παροχής τους.

Βεβαίως τα νερά που αντλούνται από τις αποσταγματοειδείς 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 από το 1987 σχεδόν στο όριο εκμετάλλευσης των ανανεωμένων αποθεμάτων.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί οι ανάγκες των καταναλωτών ή έχουν προκύψει νέες, με αποτέλεσμα το διπλασιασμό των αντλήσεων. Για παράδειγμα η Κοζάνη καταναλώνει  $5.6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  ετησίως τα τελευταία χρόνια από αντλήσεις υπόγειων νερών της λεκάνης Σαριγκιόλ, μεγάλες ποσότητες επίσης διατίθενται για την ύδρευση των γύρω χωριών και των βιομηχανικών μονάδων και από τις κοινότητες της περιοχής σχεδιάζεται, σε συνεργασία με τη ΔΕΗ, η κατασκευή ενός αρδευτικού έργου που θα αξιοποιεί τα

νερά που αντλούνται για την προστασία του ορυχείου, για την άρδευση των καλλιεργειών της περιοχής που σήμερα δεν αρδεύονται. Παράλληλα όμως από το 1987 οι Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί (ΑΗΣ) της ΔΕΗ, δεν υδροδοτούνται από τη λεκάνη Σαριγκιόλ, αλλά από την τεχν. λίμνη Πολυφύτου που ανήκει σε άλλη υδρολογική λεκάνη και με τον τρόπο αυτό εμπλουτίζουν τη λεκάνη με τα απόνερα του συστήματος ψύξης με ποσότητες της τάξης των  $5.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  νερού το χρόνο.

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.

### 4. Περιγραφή του συστήματος

Σε επιλεγμένες θέσεις στον ευρύτερο χώρο της εκμετάλλευσης του λιγνίτου στην περιοχή Κοζάνης - Πτολεμαΐδας, δηλ. σε αντλούμενες υδρογεωτρήσεις για την προστασία του ορυχείου, σε αντλούμενες υδρογεωτρήσεις υδροδότησης του Δήμου, σε ανεξάρτητα σημεία μπροστά από το μέτωπο της εκμετάλλευσης αλλά και μελλοντικά στο χώρο των αποθέσεων, θα τοποθετηθούν αυτόματα συστήματα με σκοπό τη λήψη των μετρήσεων για τη διακύμανση της στάθμης, τη μεταβολή της παροχής, τη μεταβολή της ποιότητας του νερού, τον έλεγχο της καλής λειτουργίας της εγκατάστασης και τη μετάδοση των πληροφοριών σε Κεντρικό Σύστη-



μα, το οποίο θα αναλάβει την περαιτέρω ανάλυση και αξιολόγηση των συλλεγόμενων στοιχείων.

Οι Τοπικές Μονάδες Αυτοματισμού είναι συστήματα Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών, εγκατεστημένες τοπικά σε κάθε γεώτρηση, ενώ στον Κεντρικό Σταθμό θα εγκατασταθεί Προσωπικός Υπολογιστής, που θα τρέχει το λογισμικό InTouch της Wonderware.

Το σύστημα Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή κάθε γεώτρησης αποτελείται από την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας, της σειράς SLC-500, από τις απαραίτητες κάρτες εισόδων και εξόδων, για ψηφιακά και αναλογικά σήματα, τοποθετημένες σε κατάλληλο πλαίσιο τοποθέτησης (rack), με κατάλληλο τροφοδοτικό.

Ο Κεντρικός Σταθμός θα εγκατασταθεί σε κτίριο της ΔΕΗ, ενώ με modems θα συνδεθεί με δύο άλλους Σταθμούς που θα εγκατασταθούν, ο ένας στο κτίριο του Κ.Τ.Ε.Σ.Κ.<sup>(1)</sup>, και ο άλλος σε κτίριο της ΔΕΥΑΚ<sup>(2)</sup>, που αποτελούν δύο εκ των φορέων του εκτελούμενου ερευνητικού προγράμματος.

Αναλυτικά, τα χαρακτηριστικά των υλικών, που θα εγκατασταθούν στους Τοπικούς Σταθμούς Γεώτρησης, είναι ως ακολούθως:

#### 4.1 Τοπική μονάδα αυτοματισμού

Το σύστημα που θα εγκατασταθεί αποτελείται από:

##### 1) Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας

Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU) 5/02, με κωδικό 1747-L524, μπορεί να εξυπηρετήσει μέχρι 480 σήματα, ψηφιακά και αναλογικά.

Η κεντρική μνήμη του ελεγκτή είναι 4K instructions user memory και ο χρόνος επεξεργασίας των 1000 εντολών είναι μικρότερος του 4.8 ms, με bit execution μικρότερο από 2.4 ms.

Μερικές από τις εντολές που υποστηρίζονται από τον ελεγκτή είναι:

- δυαδικές λογικές
- Set - Reset εξόδων
- απαρίθμηση, χρονικά
- αριθμητικές πράξεις
- εντολές σύγκρισης
- έλεγχος PID

- μεταφορά ελέγχου σε υποπρογράμματα και άλλες.

Προγραμματίζεται με τη χρήση του Λογισμικού Προγραμματισμού της Allen-Bradley, σε γλώσσα ladder (με τη

μορφή ηλεκτρολογικών επαφών). Με τα εργαλεία που διαθέτει το λογισμικό, είναι δυνατό να γίνουν, εκτός από την ανάπτυξη του προγράμματος, η εμφάνιση του αρχείου κατάστασης του επεξεργαστή με σκοπό την ανίχνευση και διόρθωση βλαβών στο σύστημα, η εκτύπωση του προγράμματος και των τιμών σε εκτυπωτή, η τεκμηρίωση και πολλές ακόμη χρήσιμες για το χρήστη λειτουργίες. Για επιτόπιο χειρισμούς, εξυπηρετεί ιδιαίτερα η χρήση Φορητού Προγραμματιστή Χειρός.

##### 2) Κάρτες Εισόδων/ Εξόδων

Οι πληροφορίες που απαιτούνται για τον έλεγχο του συστήματος είναι:

Για τον έλεγχο κινητήρα αντλίας, θα ληφθούν στο PLC τα ακόλουθα ψηφιακά σήματα εισόδου από:

- α) διακοπή LOCAL/REMOTE/OFF,
- β) επαφή από θερμικό κινητήρα,
- γ) σήμα Λειτουργίας (RUN) (επιβεβαίωση λειτουργίας),
- δ) το ψηφιακό σήμα εξόδου, για STAR/STOP κινητήρα.

Επιπλέον, για τον σωστό έλεγχο και λειτουργία της εγκατάστασης σε μια γεώτρηση είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τις ακόλουθες πληροφορίες, οι οποίες λαμβάνονται στο PLC ως αναλογικά σήματα εισόδου:

- α) απορρόφηση ισχύος κινητήρα,
- β) στάθμη νερού υδροφόρου ορίζοντα,
- γ) παροχή νερού από γεώτρηση.

Για το λόγο αυτό θα τοποθετηθούν τα ακόλουθα όργανα:

Βατόμετρο, εμβασπιζόμενο μετρητικό όργανο στάθμης, μηχανικό ροόμετρο, τα οποία θα δίνουν σήμα εξόδου 4-20mA.

Ακόμη, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την ειδική αγωγιμότητα του νερού της γεώτρησης, που θα μας δώσει στοιχεία για την ποιότητά του και θα μας οδηγήσει στη σωστή αξιοποίησή του. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ειδικού οργάνου, με σήμα εξόδου 4-20mA.

Όλες οι παραπάνω πληροφορίες θα συλλεγούν στο PLC, με τη χρήση κατάλληλων καρτών και θα μεταφέρονται στον Κεντρικό Σταθμό, με τη χρήση κατάλληλων radiomodems.

#### 4.2. Λογισμικό εμπορικού ελέγχου και παρακολούθησης παραγωγής και διεργασιών

Ο Κεντρικός Σταθμός Ελέγχου απο-

τελείται από ισχυρό Προσωπικό Υπολογιστή, με επεξεργαστή pentium στον οποίο θα εγκατασταθεί το λογισμικό εμπορικού ελέγχου και παρακολούθησης διεργασιών InTouch της Wonderware<sup>®</sup>, που τρέχει σε περιβάλλον WINDOWS.

Το InTouch είναι λογισμικό κατάλληλο για επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής, του οποίου οι εξαιρετικά φιλικές προς το χρήστη ιδιότητες και η λειτουργία του με βάση τη χρήση παραθύρων, παρέχουν πλήρη έλεγχο μέσω της οθόνης. Επιτρέπει τη δημιουργία γραφικών απεικονίσεων των διεργασιών, διαχειρίζεται συναγερμούς (alarms), δημιουργεί συνταγές, καταγράφει γεγονότα και γραφικές παραστάσεις και υποστηρίζει ειδικά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Δίνει επίσης τη δυνατότητα παραγωγής αναφορών και μηνυμάτων στην ελληνική γλώσσα.

Η επιλογή του περιβάλλοντος των Windows, που αποτελεί πλέον το standard στη διεθνή αγορά, οδήγησε στην επιλογή του λογισμικού InTouch. Η δε πλήρης υποστήριξη από το λογισμικό, του πρωτοκόλλου Dynamic Data Exchange (DDE) της Microsoft, εγγυάται την ανοικτή σύνδεση και ανταλλαγή δεδομένων με άλλα προγράμματα των Windows, όπως για παράδειγμα το EXCEL.

Επιπλέον δε, και σε συνεργασία με το InTouch, θα εγκατασταθεί το νέο προϊόν της Wonderware InSupport, το οποίο προσφέρει τη δυνατότητα της on-line διάγνωσης προβλημάτων και ανωμαλιών στο σύστημα, της επιδιόρθωσης αυτών καθώς και της τεκμηρίωσης των λειτουργιών.

Με τις υπηρεσίες, που προσφέρονται από το InSupport, οι τεχνικοί και οι χρήστες του συστήματος έχουν μία άμεση βοήθεια κατά τον εντοπισμό των προβλημάτων που εμφανίζονται σε μια διεργασία. Χρησιμοποιώντας κείμενα, εικόνες, φωτογραφίες, ήχους, οι εφαρμογές του InSupport δίνουν βήμα προς βήμα, όλες τις απαραίτητες πληροφορίες διάγνωσης και επιδιόρθωσης βλαβών ή ανωμαλιών.

Συγκεκριμένα, όταν οι τεχνικοί συντήρησης λαμβάνουν ένα μήνυμα σφάλματος ή ειδοποιούνται μέσω του συστήματος, ότι υπάρχει κάπου στη διεργασία πρόβλημα, μπορούν να έχουν πρόσβαση στις αντίστοιχες λειτουργίες του InSupport, και να προσδιορίσουν ποιό σύστημα, υποσύστημα

(1): Κέντρο Τεχνολογίας & Εφαρμογών Στερεών Κανσίμων (Κ.Τ.Ε.Σ.Κ.)

(2): Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης - Αποχέτευσης Κοζάνης (Δ.Ε.Υ.Α.Κ.)



ή επιμέρους στοιχείο, παρουσιάζει πρόβλημα κατά τη λειτουργία του. Το InSupport τότε θα κάνει ερωτήσεις σχετικές με το πρόβλημα και θα καταγράψει τα συμπτώματα που αναφέρονται από τους τεχνικούς. Στη συνέχεια θα επεξεργαστεί τις πληροφορίες και θα προσδιορίζει την πιο αποτελεσματική οδό. Ο χρήστης τότε οδηγείται μέσω μιας σειράς δοκιμών και επιδιορθώσεων, φθάνοντας τελικά στην επίλυση του προβλήματος με τον πιο αποδοτικό τρόπο.

Πέρα από τον τρόπο αντίδρασης του συστήματος σε περίπτωση βλάβης, δίνονται επίσης και σαφείς οδηγίες στους χρήστες για τη συντήρηση του συστήματος.

Επιπλέον δε, καταγράφονται στο δίσκο του συστήματος όλα τα σφάλματα και οι εργασίες που έγιναν σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, παρέχοντας στους managers την ευχέρεια να εντοπίζουν γρήγορα και εύκολα, τόσο τον εξοπλισμό όσο και τα επιμέρους συστήματα που προκαλούν τα περισσότερα προβλήματα.

Μετά την πιλοτική εφαρμογή του ως άνω προγράμματος, θα γίνει επεξεργασία των στοιχείων που θα συγκεντρώνονται και συναξιολόγηση με τα υφιστάμενα παλαιά στοιχεία. Θα γίνει η απαραίτητη προσαρμογή του λογισμικού στις απαιτήσεις των χρηστών. Το σύστημα θα δίνει πληροφορίες στους χρήστες πέραν των άλλων για τις αντλούμενες παροχές, για τη πορεία των αντλούμενων νερών, για την επίδραση των αντλήσεων στον χώρο. Παράλληλα θα δίδεται η δυνατότητα άμεσης επέμβασης και διακοπής π.χ. μιας άντλησης ή διοχέτευσης του νερού σε άλλα σημεία. Με αυτόν τον τρόπο θα δοκιμαστούν διάφορα συστήματα τεχνητού εμπλουτισμού και θα μελετηθούν οι δυνατότητές τους στην διατήρηση του υδατικού καθεστώτος σε περιοχές που θέλουμε να παραμείνουν ανεπηρέαστες από τις αντλήσεις ή τις εργασίες εκμεταλλεύσεως.

Η γνώση που θα αποκτηθεί θα συμβάλει στη βέλτιστη και ορθολογική διαχείριση των υδάτινων αποθεμάτων με τη χρήση της νέας τεχνολογίας, που θα αναπτυχθεί και θα περιλαμβάνει το σύστημα αυτόματης καταγραφής και μετάδοσης των πληροφοριών και το λογισμικό εποπτικού ελέγχου.

### Συμπεράσματα

Βασικός στόχος του ερευνητικού προγράμματος είναι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός αυτοματοποιημένου συστήματος, όπως και του αντίστοιχου λογισμικού, για την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων της λεκάνης, σε μια περιοχή με έντονη μεταλλευτική δραστηριότητα. Το σύστημα αυτό θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής, όπως αυτά αναπτύχθηκαν προηγουμένως, δηλαδή την ανάγκη για αποστράγγιση του ορυχείου, την κάλυψη των αναγκών της πόλης της Κοζάνης και των Κοινοτήτων με νερό ύδρευσης, την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών της περιοχής, τη δυνατότητα άρδευσης νέων εκτάσεων, το ελλειμματικό ισοζύγιο της περιοχής κ.ά. Παράλληλος στόχος είναι ο περιορισμός των μη αντιστρεπτών επιπτώσεων στο υδατικό περιβάλλον της περιοχής, στην οποία δεν θα επεκταθεί η εκμετάλλευση του λιγνίτη, καθώς και η αναζήτηση των βέλτιστων μεθόδων για τεχνητό εμπλουτισμό των υπαρχόντων υπογείων υδροφόρων. Στην κατεύθυνση αυτή θα επιδιωχθεί η έγκαιρη αποστράγγιση στο χώρο άμεσης επέκτασης του ορυχείου και διατήρηση, κατά το δυνατόν, του υδατικού καθεστώτος στην ευρύτερη περιοχή που δεν έχουν επεκταθεί τα έργα εκμετάλλευσης, με άμεση εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού.

### Βιβλιογραφία

1. Δημητράκου Δ., Κουμαντάκης Ι., Λουλούδης Γ., Πάτρα 1993 «Επι-

πτώσεις της Ξηρασίας στους υδροφορείς των Πλειο-Τεταρτογενών σχηματισμών της λεκάνης Πτολεμαΐδας» 2ο Υδρογεωλογικό Συνέδριο.

2. Dimitrakopoulos D., Voigt R., Koln 1996: «Postminig water management problems, in Ptolemais - Amynteon lignite district, Macedonia, Greece» Geogongress «Grundwasser und Rohstoffgewinnung»
3. Κουμαντάκης Ι., Λουλούδης Γ., 1992: «Αλληλοεπιδράσεις υπόγειων νερών και ανοικτών μεταλλευτικών εκμεταλλεύσεων, έλεγχος αυτών», Πάτρα 2ο Υδρογεωλογικό Συνέδριο.
4. Κουμαντάκης Ι., Λουλούδης Γ., Πάτρα 1993: «Αντιμετώπιση των επιπτώσεων στα υπόγεια νερά των υπαίθριων ορυχείων - Η περίπτωση του Νοτίου λιγνιτικού πεδίου Πτολεμαΐδας». 2ο Υδρογεωλογικό Συνέδριο.
5. Λουλούδης Γ., Αθήνα 1991: «Υδρογεωλογικές συνθήκες Νότιου Λιγνιτοφόρου Πεδίου Πτολεμαΐδας. Προβλήματα υπόγειων νερών και αντιμετώπισή τους κατά την εκμετάλλευση», διδακτορική διατριβή, ΕΜΠ, σελ. 622.
6. Λουλούδης Γ., Δημητράκου Δ., 1992: «Συμβολή της υδροχημικής έρευνας στην προστασία των λιγνιτωρυχείων λεκάνης Πτολεμαΐδας από τα υπόγεια νερά», 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης.
7. Πούτιος Γ., Αθήνα 1996: «Διαχείριση υδατικών πόρων ευρείας περιοχής Νοτίου Πεδίου Πτολεμαΐδας. Προβλήματα και αντιμετώπιση», Διπλωματική εργασία Ε.Μ.Π.
8. Τουμπεκτσή Μ., Rogive A., Θεσ/νίκη 1991: «Επιλογή μοντέλου προσομοίωσης για τον υδροφορέα Σαριγκιόλ», 5ο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, Volume XXV, τεύχος 4.