

# Σύστημα ασφάλειας και παρακολούθησης των φραγμάτων στην Κύπρο

Κ. Κύρου

*Ανώτερος Υδραυλικός Μηχανικός. Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, Κύπρος.*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Η Κύπρος διαθέτει σήμερα ένα μεγάλο αριθμό φραγμάτων από τα οποία 56 ταξινομούνται σαν μεγάλα φράγματα και είναι εγγεγραμμένα στον κατάλογο της Διεθνούς Επιτροπής Μεγάλων Φραγμάτων (ICOLD). Η εξασφάλιση συνθηκών ασφαλούς λειτουργίας των φραγμάτων αποτελεί μέγιστη προτεραιότητα του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων. Για το σκοπό αυτό το Τμήμα έχει υιοθετήσει σύστημα ασφάλειας και παρακολούθησης των φραγμάτων παρόμοιο με αυτό της Μεγάλης Βρετανίας (Reservoirs Act, 1975) το οποίο προσαρμόστηκε στα Κυπριακά δεδομένα. Το σύστημα εφαρμόζεται από το 2002 αλλά δεν έχει επιτευχθεί ακόμα η απαιτούμενη νομοθετική ρύθμιση για την υποχρεωτική εφαρμογή του. Το άρθρο παρουσιάζει περιγραμματα το σύστημα ασφάλειας και παρακολούθησης των φραγμάτων και το πεδίο ευθύνης των εμπλεκόμενων καθώς και παραδείγματα που αποδεικνύουν τη χρησιμότητα του συστήματος.

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Κύπρος απέκτησε την ανεξαρτησία της το 1960 και μέχρι την ημερομηνία αυτή τόσο η ύδρευση όσο και η άρδευση βασίζονταν στις γεωτρήσεις. Η ανάπτυξη των επιφανειακών υδατικών πόρων ήταν μηδαμινή και κατασκευάστηκαν μόνο μικρά φράγματα από την αποικιακή κυβέρνηση, τα οποία το 1960 είχαν συνολική αποθηκευτικότητα 6 εκ. κ.μ.

Ο κίνδυνος υφαλμύρισης των υδροφορέων έστρεψε την προσοχή της νεοσύστατης κυβέρνησης στην κατασκευή φραγμάτων ούτως ώστε αυτά να μπορούν να αποθηκεύσουν τις ροές των ποταμών που θα κατέληγαν στη θάλασσα. Έτσι στα μέσα της δεκαετίας του 60 κατασκευάστηκαν τα πρώτα φράγματα τα οποία ήταν μέτριας χωρητικότητας και προορίζονταν για την άρδευση εκτάσεων σε αγροτικές περιοχές.

Το πρώτο μεγάλο φράγμα χωρητικότητας πέραν των 10 εκ. κ.μ. νερών κατασκευάστηκε ανάντι της κοινότητας Γερμασόγειας το 1968 (14 εκ. κ.μ. νερού). Το 1973 συμπληρώθηκε το φράγμα Λευκάρων χωρητικότητας 14 εκ. κ.μ. νερού που ήταν το πρώτο μεγάλο φράγμα που προοριζόταν τόσο για άρδευση όσο και για ύδρευση. Το φράγμα αυτό μέσω του διυλιστηρίου της Χοιροκοιτίας άρχισε να προμηθεύει την πόλη της Αμμοχώστου με πόσιμο νερό.

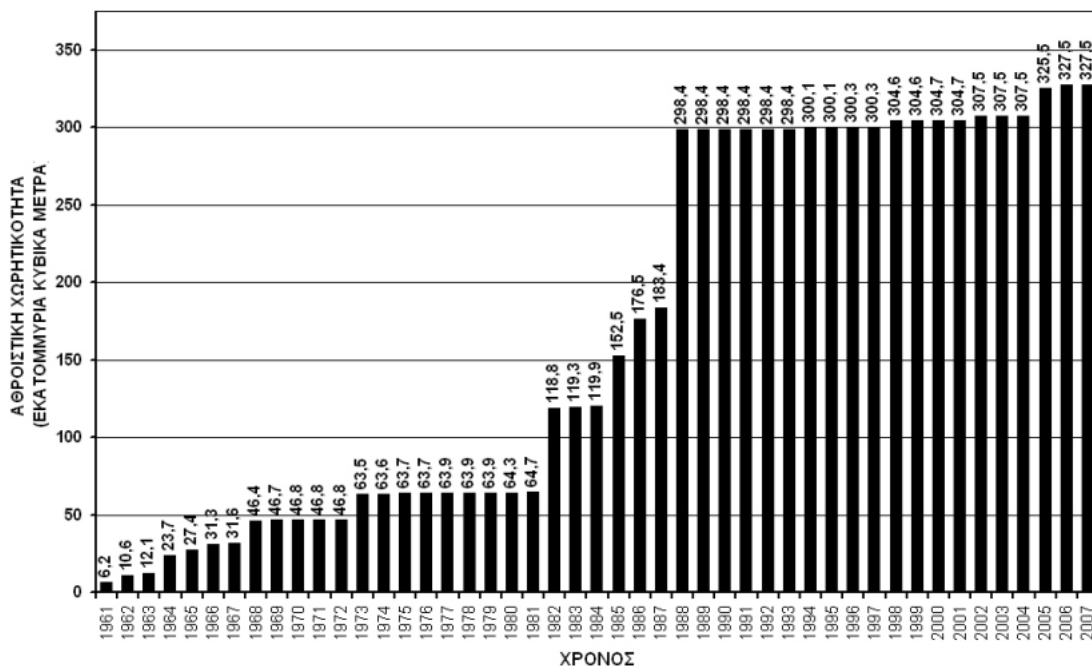
Μετά από την τουρκική εισβολή το 1974 και τη μετακίνηση ενός μεγάλου μέρους του πληθυσμού δημιουργήθηκε η ανάγκη εξασφάλισης επιρόσθετων ποσοτήτων πόσιμου νερού αλλά και επαναδραστηριοποίησης μέρους του πληθυσμού στο γεωργικό τομέα. Προγραμματίστηκαν και εκτελέστηκαν κατά σειρά τα έργα.

- i. Άρδευτικό έργο Πάφου
- ii. Υδατικό έργο Βασιλικού-Πεντάσχοιου
- iii. Έργο ενιαίας αγροτικής ανάπτυξης Πιτσιλιάς
- iv. Υδρευτικό έργο Πόλης Χρυσοχούς
- v. Έργο νοτίου αγωγού

Τα έργα αυτά περιλάμβαναν την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων (Δυποτάμου, Καλαβασού, Ασπρόκρεμμου, Ξυλιάτου, Ευρέτου, Αρμίνου, Κούρη). Ακολούθησε η κατασκευή και άλλων

φραγμάτων σε μεμονωμένα αρδευτικά έργα (Βυζακιάς, Ταμασού, Κλήρου-Μαλούντας-Ακακίου και Κανναβιούς).

Λόγω της απότομης τοπογραφίας του νησιού τα φράγματα χαρακτηρίζονται από μεγάλο ύψος και σχετικά μικρή χωρητικότητα ταμιευτήρα. Το μεγαλύτερο φράγμα της Κύπρου είναι αυτό του Κούρη με χωρητικότητα 115 εκ. κ.μ. νερού και ύψος αναχώματος 113 μέτρα. Η Κύπρος έχει σήμερα 56 μεγάλα φράγματα καταχωρημένα στον κατάλογο της Διεθνούς Επιτροπής Μεγάλων Φραγμάτων (ICOLD) και έχει κατ' αναλογία τα περισσότερα φράγματα σε σχέση με την έκταση της, στο χώρο της Ευρώπης. Η ολική χωρητικότητα των φραγμάτων της Κύπρου χρονολογικά, δίνεται στο σχήμα 1.



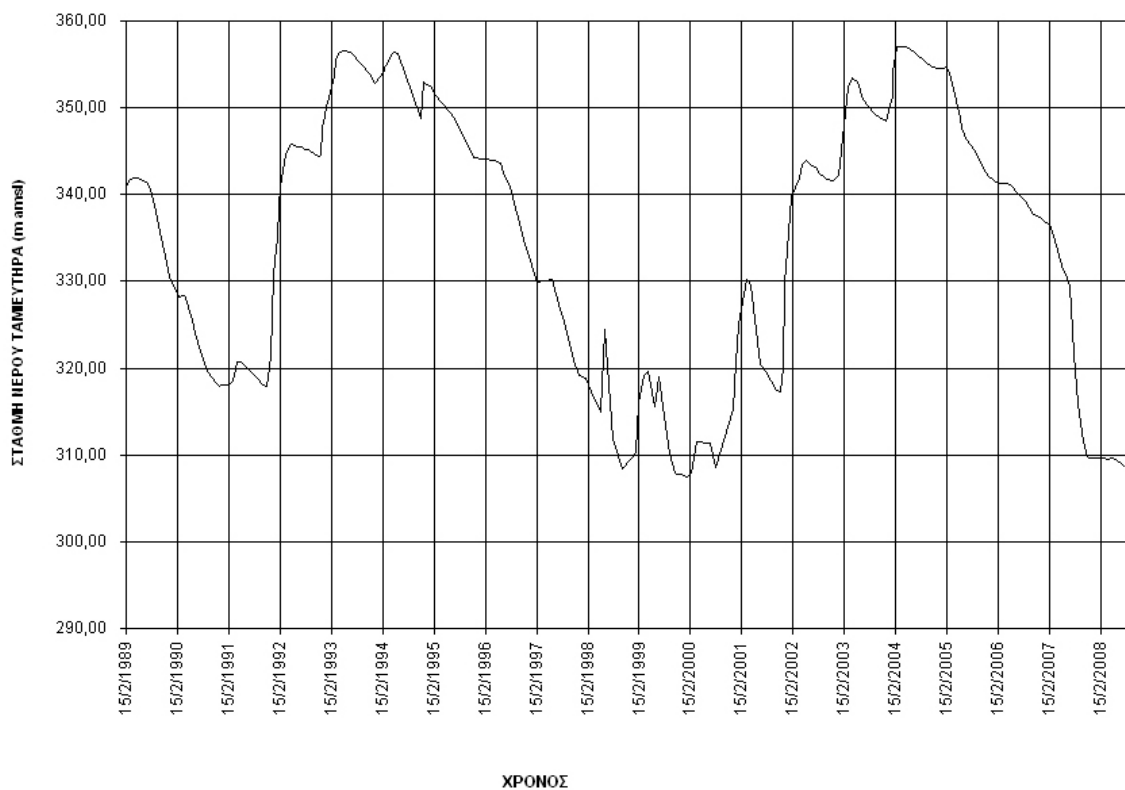
Σχήμα 1. Ολική χωρητικότητα των φραγμάτων της Κύπρου σε σχέση με το χρόνο

## 2 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Στην Κύπρο, εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις, τα φράγματα ανήκουν στο Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων του Υπουργείου Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, το οποίο είναι ο υπεύθυνος Οργανισμός για τη λειτουργία, συντήρηση και ασφάλεια των.

Η εξασφάλιση ασφαλούς λειτουργίας των φραγμάτων αποτελεί ύψιστο μέλημα του Τμήματος, τόσο γιατί τα φράγματα είναι τεράστιας οικονομικής σημασίας για τον τόπο, όσο και για το γεγονός ότι αυτά στην πλειοψηφία τους είναι κατασκευασμένα ανάντι κατοικημένων περιοχών, περιλαμβανομένων και μεγάλων αστικών κέντρων.

Σημειώνεται επίσης ότι η Κύπρος βρίσκεται σε σεισμογενή ζώνη γεγονός που αυξάνει την επικινδυνότητα των φραγμάτων. Ένας επιπρόσθετος παράγοντας που χαρακτηρίζει τα μεγάλα



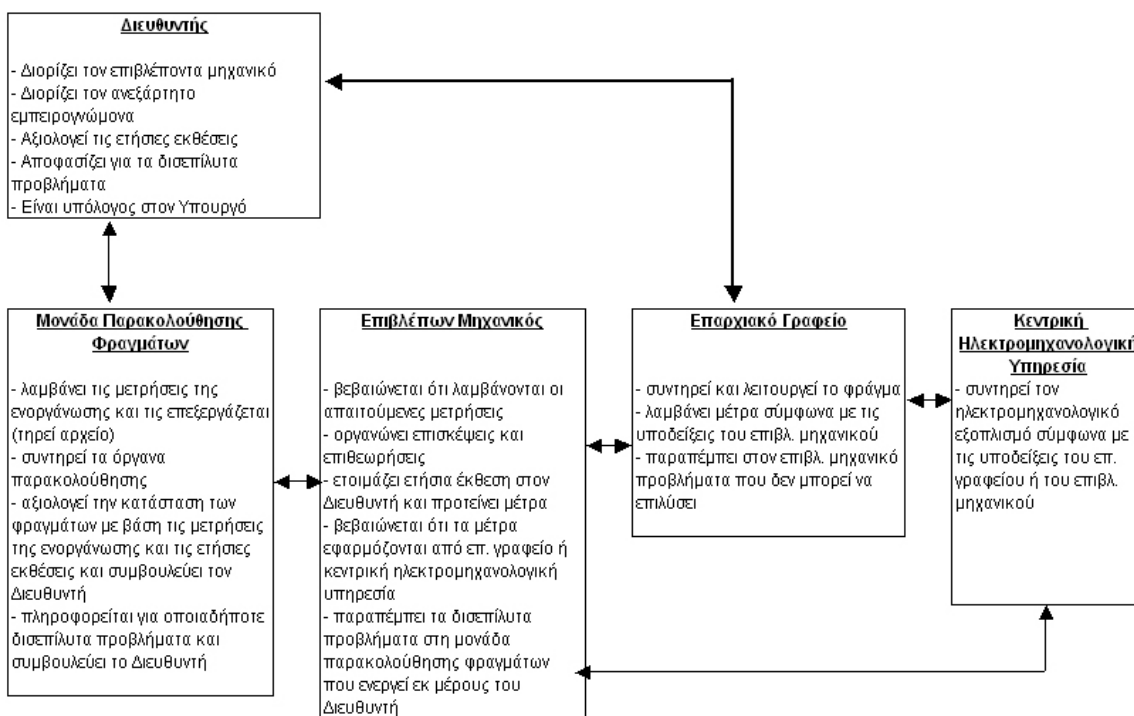
Σχήμα 2. Διακύμανση στάθμης νερού στο φράγμα Λευκάρων

φράγματα της Κύπρου, και που επηρεάζει την συμπεριφορά των είναι η τεράστια διακύμανση της στάθμης του νερού διαχρονικά αλλά και οι μεγάλες περιόδους που τα φράγματα παραμένουν άδεια ή σχεδόν άδεια (βλέπε σχήμα 2). Με σκοπό της εξασφάλισης της ασφαλούς λειτουργίας των φραγμάτων το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων εφαρμόζει από το 2002 σύστημα ασφάλειας το οποίο περιλαμβάνει συχνές επιθεωρήσεις, συστηματική συντήρηση και παρακολούθηση των ενόργανων καταγραφών. Λόγω της σχετικά μικρής ηλικίας των φραγμάτων της Κύπρου, αυτά συνήθως έχουν ενσωματωμένα συστήματα ενοργάνωσης τα οποία μπορούν να καταγράψουν τόσο εξωτερικά όσο και εσωτερικά, παραμέτρους που είναι χρήσιμες για την ανάλυση της συμπεριφοράς των, π.χ. οριζόντιες/κατακόρυφες μετακινήσεις, πίεση νερού των πόρων, ολικές τάσεις κτλ. Στα μεγαλύτερα φράγματα της Κύπρου είναι εγκατεστημένα τελευταίας τεχνολογίας, ψηφιακοί επιταχυνσιογράφοι.

Το σύστημα ασφάλειας βασίζεται:

- i. στη συστηματική συντήρηση
- ii. στις συχνές επιθεωρήσεις από τον επιβλέποντα μηχανικό καθώς και επιθεωρήσεις από ανεξάρτητο εμπειρογνώμονα
- iii. στην παρακολούθηση και ανάλυση των καταγραφών της ενοργάνωσης
- iv. στη λήψη των απαραίτητων διορθωτικών μέτρων όπου και εάν αυτά απαιτούνται

Το σύστημα ασφάλειας που εφαρμόζεται σήμερα στο Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων δίνεται γραφικά στο σχήμα 3.



Σχήμα 3. Σύστημα ασφάλειας φραγμάτων

### 2.1 Λειτουργία και συντήρηση

Το κάθε φράγμα βρίσκεται υπό την επιτήρηση του επαρχιακού γραφείου του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων ανάλογα με την επαρχία που αυτό βρίσκεται. Το επαρχιακό γραφείο έχει καθήκον να συντηρεί το φράγμα σύμφωνα με το εγχειρίδιο λειτουργίας και συντήρησης και να βεβαιώνεται ότι αυτό λειτουργεί ικανοποιητικά και ασφαλισμένα. Το επαρχιακό γραφείο παραπέμπει θέματα συντήρησης/επιδιόρθωσης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που δεν μπορεί να αντιμετωπίσει, στην κεντρική ηλεκτρομηχανολογική υπηρεσία του Τμήματος. Η υπηρεσία αυτή διαθέτει το κατάλληλο προσωπικό και τεχνογνωσία για τη διεξαγωγή της εργασίας αυτής. Σε πολλά από τα φράγματα υπάρχει μόνιμο προσωπικό το οποίο εργάζεται κάτω από την επίβλεψη μηχανικού του επαρχιακού γραφείου.

### 2.2 Επιβλέπων Μηχανικός

Για σκοπούς πιο ανεξάρτητης αλλά και πιο πλήρους αξιολόγησης της κατάστασης των μεγάλων και σημαντικών φραγμάτων και εντόπιση οποιωνδήποτε παραλήψεων/παρατυπιών στη λειτουργία/συντήρησή τους, ο Διευθυντής του Τμήματος ορίζει επιβλέποντα μηχανικό ο οποίος έχει καθήκον

- i. να βεβαιώνεται ότι όλα τα απαραίτητα στοιχεία καταγράφονται από το προσωπικό του φράγματος όπως απαιτείται από το εγχειρίδιο λειτουργίας του ή τους κανονισμούς ασφαλείας του Τμήματος.
- ii. να διεξάγει συχνές επισκέψεις/επιθεωρήσεις του φράγματος ανάλογα με τις ανάγκες και να επισημαίνει τυχόν παραλήψεις στη λειτουργία και συντήρησή του. Ο επιβλέπων μηχανικός έχει επίσης καθήκον να επιθεωρεί τα φράγματα σε περιπτώσεις σεισμών η ακραίων συνθηκών λειτουργίας.

- iii. να ετοιμάζει ετήσια έκθεση στο Διευθυντή στην οποία να επισημαίνει οποιαδήποτε προβλήματα ή παραλήψεις στη λειτουργία και συντήρηση του φράγματος. Στην έκθεση περιλαμβάνονται εισηγήσεις για τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν. Για σκοπούς αχρείαστης γραφειοκρατίας και καθυστερήσεις, ο επιβλέπων μηχανικός έχει οδηγίες να επικοινωνεί γραπτά ή προφορικά με το ανάλογο επαρχιακό γραφείο του Τμήματος για τη λήψη των απαιτούμενων μέτρων. Σε περίπτωση που διαπιστώσει ότι το γραφείο αδυνατεί να αντιμετωπίσει μια κατάσταση τότε επικοινωνεί με την κεντρική μηχανολογική υπηρεσία του τμήματος η οποία μπορεί να συντηρήσει/λειτουργήσει τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό. Ο επιβλέπων μηχανικός παραπέμπει οποιαδήποτε δυσεπίλυτα προβλήματα απευθείας στο διευθυντή μέσω της μονάδας παρακολούθησης φραγμάτων.

#### 2.2.1 Ημερήσιες καταγραφές

Στα πιο σημαντικά φράγματα ο επιβλέπων μηχανικός βεβαιώνεται ότι ο επιτηρητής καταγράφει την ημερήσια στάθμη του νερού, τις απώλειες του φράγματος από το ανάχωμα, τα θεμέλια και τις σήραγγες (όπου κρίνεται αναγκαίο) και τις μετρήσεις του μετεωρολογικού σταθμού (όπου υπάρχει). Όταν συντρέχουν ειδικοί λόγοι, όπως στην περίπτωση μεγάλης εισροής νερού, τότε καταγράφονται πιο συχνά ή και καθημερινά οι μετρήσεις από την ενοργάνωση του φράγματος για σκοπούς αξιολόγησης της συμπεριφοράς του. Όλες οι μετρήσεις καταχωρούνται σε αρχείο που φυλάγεται στο φράγμα και όσες θεωρούνται αναγκαίες κοινοποιούνται τόσο στον επιβλέποντα μηχανικό όσο και στη μονάδα παρακολούθησης φραγμάτων του Τμήματος.

#### 2.2.2 Επιθεωρήσεις και έλεγχοι

Ένα φράγμα για να είναι ασφαλές αυτό πρέπει να βρίσκεται σε καλή κατάσταση και να μπορεί να λειτουργήσει σωστά τόσο σε κανονικές συνθήκες όσο και σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Οι συχνές επιθεωρήσεις ή/και δοκιμαστική λειτουργία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού συμβάλλουν σημαντικά στην επιτυχία αυτού του σκοπού. Το σύστημα ασφάλειας των φραγμάτων του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων προβλέπει τις εξής επιθεωρήσεις:

- i. Μηνιαία επιθεώρηση
- ii. Τριμηνιαία επιθεώρηση
- iii. Εξαμηνιαία επιθεώρηση
- iv. Ετήσια επιθεώρηση

Ο επιβλέπων μηχανικός πρέπει να βεβαιώνεται ότι οι πιο κάτω επιθεωρήσεις διεξάγονται κανονικά είτε από το προσωπικό του φράγματος ή τον ίδιο, όμως αυτός θα πρέπει να πραγματοποιήσει αυτοπροσώπως την ετήσια επιθεώρηση και ετοιμάσει έκθεση προς το Διευθυντή.

Στη μηνιαία επιθεώρηση ελέγχονται η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στα συστήματα λειτουργίας των δικλίδων, ο εσωτερικός φωτισμός και ο φωτισμός της στέγης του φράγματος (περιλαμβανομένου φωτισμού έκτακτης ανάγκης), οι εξαιρεσιστήρες κτλ. Στις τριμηνιαίες επιθεωρήσεις εκτός από τα πιο πάνω γίνεται οπτικός έλεγχος των αγωγών, δικλίδων του συστήματος αποστράγγισης, των πρανών του φράγματος και εκσκαφών. Στις εξαμηνιαίες επιθεωρήσεις εκτός από τους προνοσούμενους ελέγχους γίνεται δοκιμαστική λειτουργία των δικλίδων του φράγματος περιλαμβανομένων και των δικλίδων του συστήματος καθαρισμού.

#### 2.3 Ετήσιες εκθέσεις

Οι ετήσιες επιθεωρήσεις γίνονται από τον επιβλέποντα μηχανικό και είναι λεπτομερείς. Ετοιμάζεται έκθεση για κάθε φράγμα η οποία αποστέλλεται στο Διευθυντή και κοινοποιείται στο αρμόδιο επαρχιακό γραφείο και την ηλεκτρομηχανολογική υπηρεσία του Τμήματος. Στην έκθεση

γίνονται υποδείξεις για τα αναγκαία μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν είτε από το επαρχιακό γραφείο είτε από την ηλεκτρομηχανολογική υπηρεσία. Εάν παρουσιαστούν προβλήματα που οι υπηρεσίες αυτές δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν, τότε αυτά παραπέμπονται στο Διευθυντή.

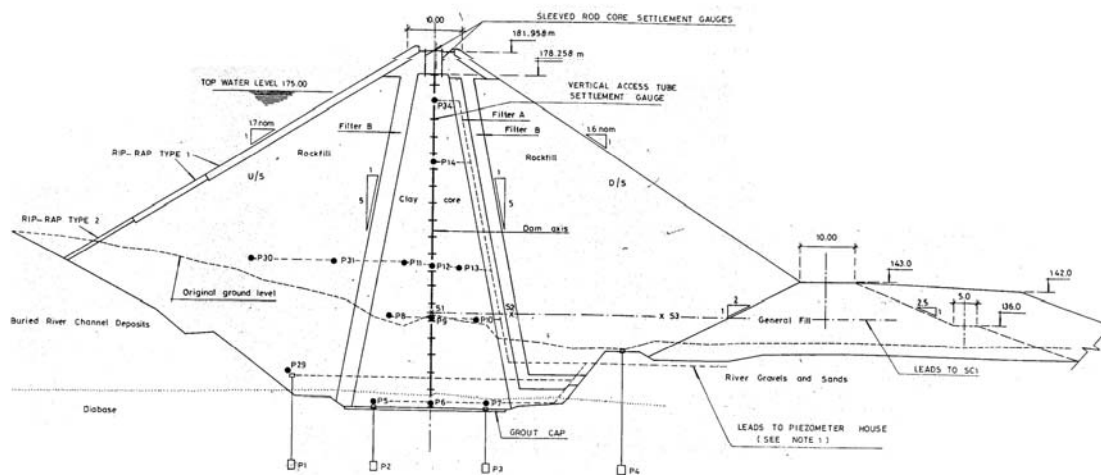
## 2.4 Ανεξάρτητες επιθεωρήσεις

Το σύστημα ασφάλειας προνοεί την επιθεώρηση των μεγάλων φραγμάτων από ανεξάρτητο εμπειρογνώμονα σε διαστήματα που δεν θα ξεπερνούν τα 5 χρόνια. Ο θεσμός αυτός έχει δοκιμασθεί με επιτυχία σε άλλες χώρες και με αυτόν εξασφαλίζεται ότι προβλήματα που πιθανόν να μην εντοπίζονται από τον επιβλέποντα μηχανικό λόγω της συνεχούς ανάμειξης του με το φράγμα, εντοπίζονται από το ανεξάρτητο μάτι του εμπειρογνώμονα που δεν έχει άμεση ανάμειξη με το φράγμα.

## 2.5 Μονάδα παρακολούθησης φραγμάτων και ενοργάνωση

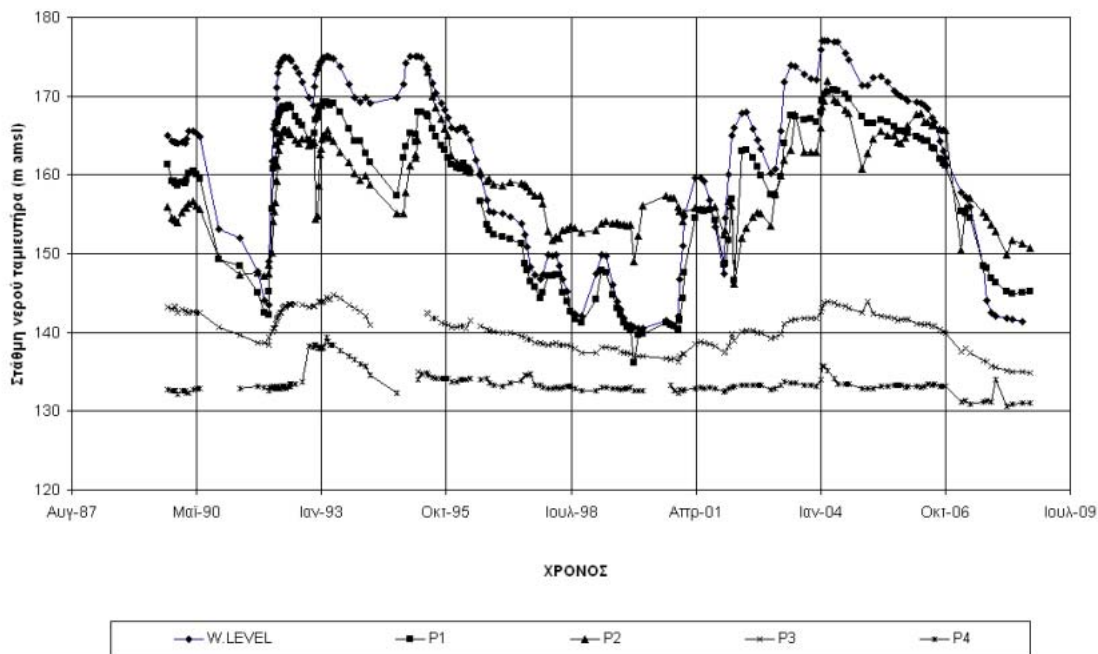
Η ενοργάνωση των φραγμάτων της Κύπρου περιλαμβάνει πληθώρα οργάνων παρακολούθησης όπως πιεζόμετρα, κλισιόμετρα, μετρητές καθίζησης, ψηφιακούς επιταχυνσιογράφους κτλ. Τα περισσότερα όργανα που έχουν εγκατασταθεί στα φράγματα συνεχίζουν να εργάζονται μετά από 30 ή περισσότερα χρόνια προσφέροντας χρήσιμες πληροφορίες (Κυριου et. al, 2005). Τα όργανα καταγράφονται από τους επιτηρητές των φραγμάτων και άλλα από τους τεχνικούς της μονάδας παρακολούθησης φραγμάτων. Σκοπός της μονάδας αυτής είναι να βεβαιώνεται ότι οι μετρήσεις της ενοργάνωσης λαμβάνονται στα απαιτούμενα χρονικά διαστήματα και επεξεργάζονται/αξιολογούνται από έμπειρο προσωπικό. Η μονάδα διαθέτει έμπειρους τεχνικούς που συντηρούν τα όργανα και λαμβάνουν τις μετρήσεις και μηχανικούς που αξιολογούν τη συμπεριφορά των φραγμάτων με βάση αυτές τις μετρήσεις. Τα αποτελέσματα καθώς και οι αξιολογήσεις της συμπεριφοράς των φραγμάτων κοινοποιούνται στους επιβλέποντες μηχανικούς.

Το σχήμα 4 παρουσιάζει μια τυπική εγκατάσταση ενοργάνωσης στο φράγμα Δυποτάμου. Στην τομή του φράγματος φαίνονται οι θέσεις όπου έχουν εγκατασταθεί όργανα παρακολούθησης. Στα σχήματα 5 & 6 παρουσιάζονται μετρήσεις που λαμβάνονται από την ημέρα έναρξης των κατασκευαστικών εργασιών μέχρι σήμερα, υδραυλικών πιεζομέτρων και οργάνων μέτρησης εσωτερικών καθιζήσεων αντίστοιχα.

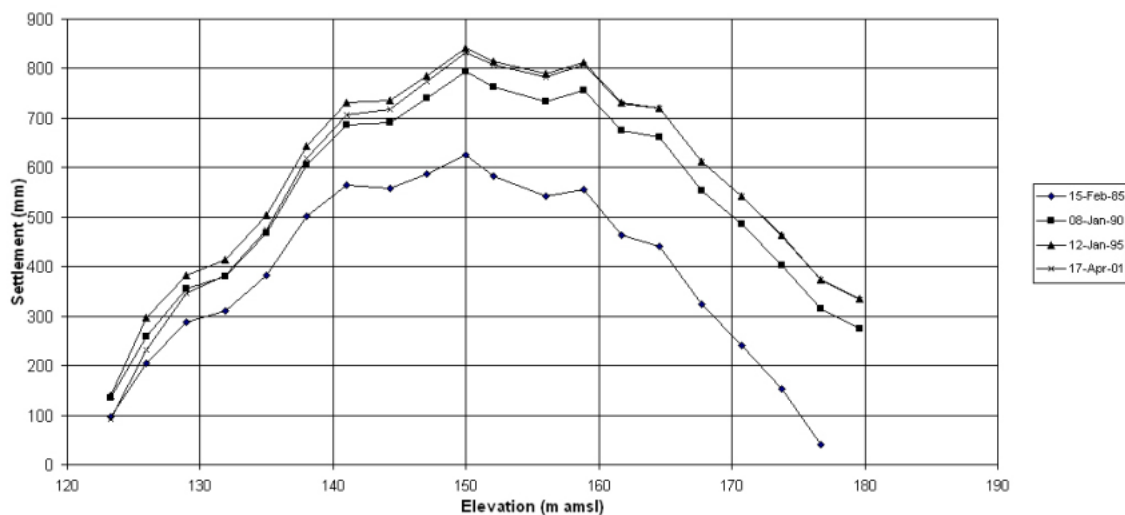


Σχήμα 4. Τομή του φράγματος Δυποτάμου στην οποία έχει εγκατασταθεί ενοργάνωση

Σημειώνεται ότι η μονάδα παρακολούθησης φραγμάτων εκτός από την ενοργάνωση έχει καθήκον να ελέγξει τις εκθέσεις των επιβλεπόντων μηχανικών και να προτείνει στο Διευθυντή μέτρα τα οποία κρίνει ότι θα πρέπει να ληφθούν για την εξασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας των φραγμάτων.



Σχήμα 5. Καταγραφή πιεζομέτρων στο φράγμα Δυποτάμου



Σχήμα 6. Καθιζήσεις κεντρικού αργλικού πυρήνα του φράγματος Δυποτάμου

Όταν τα φράγματα παρακολουθούνται συχνά και συντηρούνται σωστά μπορούν να λειτουργήσουν ασφαλισμένα για πολλά χρόνια. Συστήματα ασφάλειας και παρακολούθησης των φραγμάτων έχουν όλες οι χώρες και αυτά έχουν πολλές ομοιότητες μεταξύ τους. Βασική αρχή είναι ότι η ασφάλεια των φραγμάτων δεν αφήνεται μόνο στο συντηρητή του φράγματος.

Ο θεσμός του επιβλέποντα μηχανικού εξασφαλίζει ότι το φράγμα επιθεωρείται σωστά από εξειδικευμένο μηχανικό που εντοπίζει οποιαδήποτε προβλήματα υπάρχουν και δίνει οδηγίες για την επίλυση τους. Στη Βρετανία αλλά και σε άλλες χώρες όπου υπάρχει η κατάλληλη νομοθεσία, η εφαρμογή των οδηγιών του επιβλέποντα μηχανικού από τους διαχειριστές του φράγματος, είναι υποχρεωτική. Το ίδιο ισχύει και για τις γραπτές παρατηρήσεις και οδηγίες του ανεξάρτητου εμπειρογνώμονα που διεξάγει τις ανεξάρτητες επιθεωρήσεις (ανά πενταετία ή ωριότερα).

Στην Κύπρο εκτός του ότι δεν έχει ακόμα ψηφιστεί η κατάλληλη νομοθεσία επικρατεί μια ιδιόμορφη κατάσταση λόγω του γεγονότος ότι σχεδόν όλα τα μεγάλα φράγματα της Κύπρου ανήκουν στο Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων ενώ οι επιβλέποντες μηχανικοί είναι υφιστάμενοι του Διευθυντή από τους οποίους κανονικά δεν πρέπει να δέχεται οδηγίες. Στην πράξη όμως αυτό δεν δημιουργεί προβλήματα καθότι οι οποίες εισηγήσεις γίνονται από τους επιβλέποντες μηχανικούς αντιμετωπίζονται από το Διευθυντή θετικά.

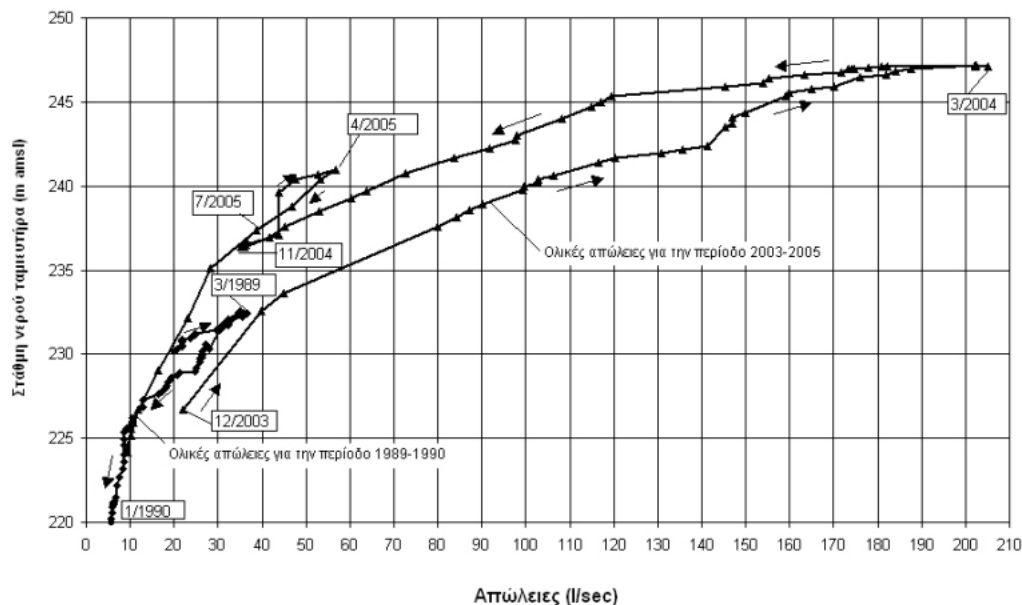
Για τη νομοθετική ρύθμιση του θέματος της ασφάλειας των φραγμάτων η νομική υπηρεσία του Κράτους έχει περιλάβει λεπτομερείς πρόνοιες (στη βάση της Αγγλικής νομοθεσίας) στο νομοσχέδιο που προορίζεται για το φορέα διαχείρισης των υδάτων στην Κύπρο. Το σύστημα που εφαρμόζεται σήμερα μέχρι τη ψήφιση του νομοσχεδίου είναι μια απλοποίηση των προνοιών του νομοσχεδίου αλλά βασίζεται στις ίδιες αρχές και φιλοσοφία. Παρά τη μη πλήρη εφαρμογή του, το σύστημα προσφέρει σημαντικά στη διατήρηση των φραγμάτων σε καλή κατάσταση λειτουργίας και είναι μια μορφή υπενθύμισης προς το επαρχιακό γραφείο του τμήματος ότι έχει την ευθύνη της σωστής συντήρησης και λειτουργίας του φράγματος και τον επιβλέποντα μηχανικό όπως και το Διευθυντή του Τμήματος για τη μεγάλη ευθύνη που φέρουν για την ασφάλεια του.

Μέσα από τις διαδικασίες εφαρμογής του συστήματος ασφάλειας προέκυψαν σημαντικές βελτιώσεις σε διάφορους τομείς. Έχει πάνω απ' όλα γίνει κατανοητό από όλους τους εμπλεκόμενους ότι για να είναι ασφαλή τα φράγματα αυτά πρέπει να συντηρούνται σωστά, να παρακολουθούνται και η ασφάλεια τους να αξιολογείται με βάση τόσο τις ενόργανες παρατηρήσεις αλλά και τις οπτικές παρατηρήσεις. Ένα παράδειγμα βελτίωσης είναι η απόφαση του Τμήματος για την αναβάθμιση των συστημάτων καθαρισμού 6 φραγμάτων που συμπληρώθηκαν πριν από το 1970, στα οποία υπάρχει μια μόνο δικλείδα. Η ανάγκη για συχνή δοκιμαστική λειτουργία των δικλείδων δημιουργεί μεγάλους κινδύνους στην περίπτωση της μοναδικής δικλείδας καθαρισμού (μπορεί να μην κλείσει, μπορεί να κλείσει αλλά να έχει απώλειες) και αποφασίστηκε όπως όλα τα συστήματα καθαρισμού αντικατασταθούν σταδιακά με συστήματα δυο δικλείδων. Το πρώτο φράγμα που επηρεάζεται από αυτή την απόφαση είναι το φράγμα Γερμασόγειας όπου η αντικατάσταση έχει σχεδόν συμπληρωθεί.

Το Δεκέμβριο του 2004 το μεγαλύτερο φράγμα της Κύπρου ο Κούρης ο οποίος συμπληρώθηκε το 1988 αλλά δεν γέμισε ποτέ προηγουμένως, άρχισε να γεμίζει με γοργούς ρυθμούς και οι απώλειες του φράγματος στο δεξιό αντέρεισμα άρχισαν να αυξάνονται απότομα. Για πρώτη φορά η στάθμη του ταμιευτήρα ανέβαινε σε τόσο ψηλά επίπεδα. Το φράγμα παρακολουθείτο επί 24ώρου βάσεως και μετρήσεις των απωλειών καθώς και των πιεζομέτρων στο δεξιό αντέρεισμα ελαμβάνοντο καθημερινά. Η στενή αυτή παρακολούθηση από τον επιβλέποντα μηχανικό και η συνεχής αξιολόγηση της κατάστασης από τη Μονάδα Παρακολούθησης Φραγμάτων επέτρεψε το γέμισμα και την υπερχειλίση του φράγματος για πρώτη φορά. Σημειώνεται ότι στην πορεία, εκτός από την παρακολούθηση ενεργοποιήθηκε διαδικασία διεξαγωγής τσιμεντενέσεων μέσω από την



υφιστάμενη σήραγγα τσιμεντενέσεων η οποία βρίσκεται στον άξονα του φράγματος κάτω από το επίπεδο θεμελίου και επεκτείνεται στο δεξιό αντέρεισμα (Kyrou et. al, 2006). Οι απώλειες του φράγματος στο δεξιό αντέρεισμα δίνονται γραφικά στο σχήμα 7 όπου φαίνεται καθαρά η θετική επίδραση των τσιμεντενέσεων στη μείωση των απωλειών κατά 50% και πλέον.



Σχήμα 7. Απώλειες νερού από το φράγμα Κούρη

#### 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για την εξασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας των φραγμάτων πρέπει να εφαρμόζεται ένα σωστό και αποτελεσματικό σύστημα ασφάλειας και παρακολούθησης των φραγμάτων. Το σύστημα πρέπει να είναι σωστά μελετημένο, εφαρμόσιμο και νομικά κατοχυρωμένο. Στην Κύπρο το σύστημα ασφάλειας είναι μια προσαρμογή του Αγγλικού συστήματος αλλά δεν είναι ακόμα νομικά κατοχυρωμένο. Εφαρμόζεται μερικώς μέχρι να ψηφιστεί η κατάλληλη νομοθεσία αλλά ακόμα και με αυτή τη μερική εφαρμογή του, έχει επιφέρει θετικές αλλαγές. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η σωστή συντήρηση, η σωστή και συστηματική παρακολούθηση της ενοργάνωσης του φράγματος, οι συχνές επιθεωρήσεις και οι ανεξάρτητες επιθεωρήσεις.

Στη μερική εφαρμογή του συστήματος παρουσιάζονται προβλήματα κυρίως λόγω διορισμού επιβλεπόντων μηχανικών που μπορεί να μην έχουν τόση σχέση με το αντικείμενο. Το θέμα αυτό μπορεί να βελτιωθεί με την ανάθεση των καθηκόντων επιβλέποντα μηχανικού σε πιο πεπειραμένους μηχανικούς οι οποίοι θα παρακολουθούν περισσότερα φράγματα, όπως γίνεται στην Αυστρία και στη Βρετανία.

#### 5 ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- (1) Kyrou K., Penman A.D.M. & Artemis C. 2005. The first 30 years of Lefkara Dam. Geotechnical Engineering, ICE vol. 158, 113-122
- (2) Kyrou K., Kridiotis C. & Yziquel A. 2006. Remedial grouting on right abutment of Kouris Dam. Proceeding of 22<sup>nd</sup> ICOLD Congress, Barcelona, Spain
- (3) Reservoirs Act. 1975. Her Majesty's Stationary Office. ISBN 010 542 3750