

# Ο ρόλος των φραγμάτων στην ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτων του συστήματος Νοτίου Αγωγού στην Κύπρο

Σπ. Στεφάνου

*Ανώτερος Υδραυλικός Μηχανικός: Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων Κύπρος*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Το σύστημα Νοτίου Αγωγού αποτελείται από 7 μεγάλα φράγματα που είναι κατασκευασμένα στη νότια πλευρά της οροσειράς του Τροόδους και κεντρικό αγωγό μήκους 110 Km. Αυτό υδρεύει τις αστικές περιοχές της Λευκωσίας, Λεμεσού, Λάρνακας και Ελεύθερης Αμμοχώστου που αποτελούν το 76% του πληθυσμού της ελεύθερης Κύπρου και αρδεύει έκταση 14,000 ha.

Ενώ αρχικά ο στόχος ήταν η ικανοποίηση της υδρευτικής ανάγκης των περιοχών που αυτό καλύπτει μέχρι το 2010, αυτός απεδείχθη ανέφικτος λόγω των μειωμένων ροών των ποταμών που ήταν αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών.

Το άρθρο παρουσιάζει τη λειτουργία του συστήματος Νοτίου Αγωγού και το ρόλο των φραγμάτων στη διαχείριση των υδάτων, λαμβάνοντας υπόψη τα νέα δεδομένα που προέκυψαν από μειωμένες ροές των ποταμών, λειτουργία μονάδων αφαλάτωσης και χρήση ανακυκλωμένου νερού από τα συστήματα αποχέτευσης των αστικών περιοχών.

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Νότιος Αγωγός είναι το μεγαλύτερο αναπτυξιακό έργο που έγινε ποτέ στην Κύπρο. Σκοπός του είναι η μεταφορά νερού στο Νότιο μέρος του νησιού από τα κεντροδυτικά στα ανατολικά για σκοπούς ύδρευσης και άρδευσης. Αποτελείται από 7 φράγματα, με το μεγαλύτερο αυτό του Κούρη, χωρητικότητας 115 εκ. κ.μ και 6 άλλα συνολικής χωρητικότητας 69.7 εκ. κ.μ, όλα λιθόρριπτα. Αποτελείται επίσης από ένα κεντρικό αγωγό διαμ. 1400 – 1000 mm μήκους 110 km, 14000 εκτάρια αρδευτικά δίκτυα, διυλιστήρια νερού, αντλιοστάσια κλπ. Τα διαγράμματα 1 και 2 δείχνουν την κάτοψη και τη μηκοτομή του έργου αντίστοιχα.

Το κύριο μέρος του Νοτίου αγωγού κατασκευάστηκε τη δεκαετία του 1980. Είχαν προηγηθεί 3 φράγματα πριν την εισβολή που τώρα θεωρούνται μέρος του έργου (Γερμασόγειας, Πολεμιδιών, Λευκάρων). Η επιτακτική ανάγκη προώθησης του έργου ήταν οι αυξημένες ανάγκες σε ύδρευση αλλά κυρίως η εξάντληση και η υφαλμύρυνση του υδροφορέα Κοκκινοχωριών και η απειλή διακοπής της πατατοκαλλιέργειας. Τη δεκαετία του 1990 κατασκευάστηκε η σήραγγα Διαρίζου, μήκους 14 km για ενίσχυση του φράγματος Κούρη από τον ποταμό Διάριζο, καθώς και το φράγμα Αρμίνου στον ποταμό αυτό.

Το έργο υδρεύει το 76% του πληθυσμού της ελεύθερης Κύπρου, από τη Λεμεσό μέχρι το Παραλίμνι και τη Λευκωσία.

Πολύ νωρίς αποδείχθηκε ότι οι φυσικοί πόροι του έργου δεν μπορούσαν να καλύψουν τις αυξανόμενες ανάγκες ύδρευσης αλλά και τις δημιουργημένες ανάγκες άρδευσης. Μία κλιματική αλλαγή μείωσε τις βροχοπτώσεις από το 1970 κατά 15% και τις απορροές των ποταμών κατά 40%, ενώ το έργο είχε σχεδιαστεί έχοντας υπόψη συνθετικές απορροές βασισμένες σε βροχοπτώσεις από το 1916. Για παράδειγμα η απόδοση του φράγματος Κούρη είναι γύρω στα 40 εκ. κ.μ νερού αντί 66 που είχε υπολογιστεί.

Έτσι στο τέλος της δεκαετίας του 1990 άρχισαν να προστίθεται αφαλατώσεις (της Δεκέλειας το 1997 με απόδοση 40.000 κ.μ./ημ.) και το 2001 της Λάρνακας (52.000 κ.μ./ημ.) ενώ προγραμματίζονται πολλές άλλες.

Μπορεί ορισμένα φράγματα να μην είναι άμεσα συνδεδεμένα με το σύστημα, όμως θεωρούνται μέρος του γιατί εξυπηρετούν κοινές ανάγκες. Για παράδειγμα το φράγμα Γερμασόγειας εμπλουτίζει τον κατάτι υδροφορέα απ' όπου υδρεύεται το ανατολικό μέρος της πόλης της Λεμεσού. Αν το φράγμα δεν έχει αρκετό νερό τότε ο υδροφορέας αυτός εμπλουτίζεται με νερό του Νότιου Αγωγού. Αν πάλι το φράγμα υπερχειλίζει τότε το νερό εκτρέπεται στον υδροφορέα Κούρρη, για άρδευση της περιοχής Ακρωτηρίου, η οποία κανονικά αρδεύεται με νερό του Νότιου Αγωγού.

Το φράγμα της Άχνας χωρητικότητας 6,8 εκ. κ.μ. στην ανατολική άκρη του συστήματος είναι το μόνο χωρίς φυσική εισροή και κατασκευάστηκε για να μειώσει τη φόρτωση του αγωγού για τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο όταν οι ανάγκες νερού για την εαρινή καλλιέργεια πατάτας είναι στο ζενίθ της.

Γενικά οι φυσικές εισροές στο σύστημα είναι περί τα 73 εκ. κ.μ. συν άλλα 7 εκ. κ.μ. από γεωτρήσεις. Επιπρόσθετα έχουμε 30 εκ. κ.μ. από αφαλατώσεις και 5 εκ. κ.μ. από χρήση του ανακυκλωμένου νερού, δηλαδή σύνολο 115 εκ. κ.μ. Οι ανάγκες είναι 50 εκ. κ.μ. για τη Γεωργία 60 εκ. κ.μ. για την ύδρευση, δηλαδή σύνολο 110 εκ. κ.μ.

Δυστυχώς όμως το σύστημα δε λειτουργεί με μέσους όρους, και εδώ είναι που τα φράγματα αναδुकνείουν το ρόλο τους.

## 2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

Το στοιχείο που δόθηκε για τη χρήση υπόγειου νερού, 7 εκ. κ.μ. το χρόνο, δείχνει την καταστροφή που επήλθε στους υδροφορείς, όπως αυτό του Ακρωτηρίου και των Κοκκινοχωριών. Έτσι σε ξηρές χρονιές, το σύστημα δεν μπορεί να βασιστεί στο υπόγειο νερό για ικανοποίηση σημαντικών αναγκών.

Η χωρητικότητα των 7 φραγμάτων είναι 185 εκ. κ.μ., που δείχνει ένα μέσο όρο αποθήκευσης προς εισροή 2.5. Αυτό θεωρείται ικανοποιητικό για ξηρασίες 2 χρόνων, αλλά για μακρότερες ξηρασίες τα φράγματα δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν. Δυστυχώς οι μακρόχρονες ξηρασίες δεν είναι σπάνιες και το κράτος αναγκάστηκε να εφαρμόσει πολιτική κάλυψης των αναγκών ύδρευσης των μεγάλων αστικών κέντρων με αφαλατωμένο νερό.

Ο ρόλος των φραγμάτων είναι γενικά συμπληρωματικός της προμήθειας νερού για τις διάφορες ανάγκες. Όσον αφορά τις αφαλατώσεις τα συμβόλαια που είχαν υπογραφή δεν επέτρεπαν τη διακοπή της παραγωγής νερού σε εποχές που δε χρειαζόνταν. Αργότερα έγινε αναβάθμιση του σταθμού Δεκέλειας (2006) και το νέο συμβόλαιο επιτρέπει τέτοια διακοπή, οπότε όταν αυτό γίνει και με τη μονάδα Λάρνακας οι αφαλατώσεις θα λειτουργούν ως συμπληρωματικές στην προμήθεια πόσιμου νερού.

Μελέτη που έγινε συγκρίνοντας τη χρήση του νερού για την περίοδο 1997-2006 με ή χωρίς τις αφαλατώσεις, έδειξε ότι το 80% του νερού των αφαλατώσεων ωφέλησε την άρδευση έναντι παροχής μεγαλύτερης ασφάλειας στην ύδρευση. Αυτό γιατί σε εποχές ξηρασίας οι περικοπές νερού αρχίζουν από την άρδευση.

Είναι σε εξέλιξη μελέτες που θα μας βοηθήσουν να έχουμε ένα εργαλείο ώστε να λαμβάνονται αποφάσεις όπως πότε σταματούμε τη λειτουργία μιας μονάδας αφαλάτωσης ώστε να μειωθούν οι κίνδυνοι υπερχειλίσης φραγμάτων και πότε αρχίζει πάλι η λειτουργία τους ώστε να μειωθούν οι

κίνδυνοι ελλειμμάτων. Επίσης τότε αρχίζουν περικοπές στη γεωργία, τότε στην ύδρευση και τότε σταματούν.

Μπορεί βέβαια τα φράγματα να μην αποδίδουν τα αναμενόμενα, όμως η ένταξη του αφαλατωμένου νερού στο υδατικό ισοζύγιο του συστήματος δίνει μία άλλη προοπτική στο ρόλο τους. Το διάγραμμα αρ. 3 δείχνει τις τέσσερις πηγές νερού (επιφανειακό, υπόγειο, αφαλατωμένο, ανακυκλωμένο) και τις δύο κύριες χρήσεις και τις διαδρομές ικανοποίησης τους. Βασικά αυτό δείχνει ότι οι τέσσερις πηγές νερού λειτουργούν σαν συγκοινωνούντα δοχεία. Η πηγή που προσφέρεται άμεσα για αύξηση, αν ληφθεί η σχετική απόφαση, είναι αυτή του αφαλατωμένου νερού. Επομένως αυτή καθορίζει και το περιθωριακό κόστος (marginal cost) του νερού. Και επειδή αυτή η πηγή παρέχει και το νερό με το πιο ψηλό κόστος αυτό σημαίνει ότι η αξία του νερού των υπολοίπων πηγών αυξάνεται ανάλογα. Για παράδειγμα το επιφανειακό νερό μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει την αξία του αφαλατωμένου αφαιρουμένου του κόστους διύλισης, γιατί ενώ το αφαλατωμένο είναι πόσιμο το επιφανειακό πρέπει πρώτα να διυλιστεί. Έτσι ενώ αρχικά το κόστος του νερού των φραγμάτων (κόστος παραγωγής μόνο χωρίς μεταφορά κλπ) ήταν γύρω στα €0.40, επειδή το κόστος παραγωγής του αφαλατωμένου είναι γύρω στο €1.0, η αξία του νερού των φραγμάτων αυξάνεται στα €0.90 (κόστος αφαλάτωσης μείον €0.10 κόστος διύλισης). Αυτό δείχνει ότι παρά τη μείωση της παραγωγής νερού σε ένα μεικτό σύστημα φραγμάτων - αφαλατωμένου νερού, η αξία των φραγμάτων κάθε άλλο παρά μειωμένη είναι.

Από πλευράς αειφόρου διαχείρισης, η πηγή η οποία προσφέρεται για αύξηση της συνεισφοράς της στο σύστημα είναι αυτή του ανακυκλωμένου νερού. Όλες οι πόλεις του συστήματος (Λεμεσός, Λάρνακα, Παραλίμνι - Αγία Νάπα και Λευκωσία) είναι σε φάσεις επέκτασης των αποχευτικών συστημάτων τους. Ειδικά το νέο σύστημα της Λευκωσίας αναμένεται να αρχίσει λειτουργία στο τέλος του 2009 αρχικά με 10.000 κ.μ. ημερησίως που θα φθάσει τις 45.000 κ.μ. το 2030. Για τα δύο τρίτα του νερού προγραμματίζεται η ένταξη του στο Νότιο Αγωγό μετά από αφαλάτωση χαμηλής ενέργειας ώστε η ποιότητα του νερού να είναι εφάμιλλη αυτής των φραγμάτων για να είναι αποδεκτή από τους γεωργούς. Έτσι θα μειωθεί η λήψη νερού από τα φράγματα για γεωργικούς σκοπούς, περισσότερο νερό θα δοθεί για ύδρευση από τα φράγματα και θα μειωθεί η αφαλάτωση θαλασσινού νερού. Αυτό δείχνει ότι μία πηγή νερού κόστους €0.50 μπορεί να αντικαταστήσει μία άλλη κόστους € 1.0. Η αξία δηλαδή του ανακυκλωμένου νερού είναι πολύ μεγαλύτερη του κόστους του. Το ανακυκλωμένο νερό όμως χρειάζεται αποθήκευση το χειμώνα και για μια πόλη μη τουριστική η αποθήκευση αντιστοιχεί με 120 ημέρες παραγωγής. Το φράγμα της Άγκας στο οποίο το νερό θα αποθηκεύεται το χειμώνα, δείχνει με ακόμα πιο δραματικό τρόπο την αξία του. Ενώ είχε στοιχίσει £1.7 εκ το 1999 (ή περί τα €6 εκ. σε σημερινές τιμές), αντικαθιστά αποθηκευτικό χώρο που θα έπρεπε να κατασκευαστεί στην περιοχή Λευκωσίας με τη μορφή λιμνοδεξαμενών και που θα στοίχιζε περί τα €45 εκ.

Παρόμοια είναι η περίπτωση για τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού Λάρνακας. Προγραμματίζουμε αφαλάτωση του και ένταξη του στο δίκτυο Κιτίου, μέρος του Νοτίου Αγωγού. Για χειμερινή αποθήκευση προγραμματίζουμε κατασκευή φράγματος χωρητικότητας 4 εκ. κ.μ με κόστος €10 εκ., ενώ αν αυτό αποθηκευέτο σε λιμνοδεξαμενές, το κόστος θα ήταν πολλαπλάσιο (της τάξης των €30 εκ.).

### 3. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ

Θα ανάμενε κάποιος ότι λόγω της μείωσης των βροχοπτώσεων οι μειωμένοι υδάτινοι πόροι θα εξυπηρετούσαν περισσότερο την ύδρευση παρά την άρδευση. Η δημιουργία όμως των μονάδων αφαλάτωσης μεταφέρει νερό από την ύδρευση στη γεωργία. Κοινωνικά μπορεί να επωφεί ότι τα φράγματα για τα οποία έχουν πληρώσει βασικά οι κάτοικοι των πόλεων, θα εξυπηρετούν σχεδόν αποκλειστικά τους γεωργούς, οι οποίοι είναι ένθερμοι υποστηρικτές των αφαλατώσεων. Αυτό

αποξενώνει τον κάτοικο του νησιού από τους φυσικούς υδάτινους του πόρους και δημιουργεί μία κοινωνική αδικία αφού ενώ ο μέσος κάτοικος θα πληρώνει ακριβά το αφαλατωμένο νερό ο γεωργός θα απολαμβάνει φθηνό επιφανειακό νερό για καλλιέργειες που ως επί το πλείστον επιβιώνουν μέσω επιδοτήσεων. Η αδικία φαίνεται ακόμα μεγαλύτερη γιατί οι γεωργοί ευθύνονται για την καταστροφή των υδροφορέων που αφαίρεσαν την υδατική ασφάλεια από το σύστημα ύδρευσης και αναγκάστηκε το κράτος να προσφύγει στις αφαλατώσεις. Όταν όμως δεν υπάρχει νερό όλοι ζητούν επιπρόσθετες αφαλατώσεις και διερωτώνται γιατί κατασκευάστηκαν τόσα φράγματα που δεν αποδίδουν νερό.

Μία άλλη συνέπεια της κατασκευής φραγμάτων είναι ότι ένα νησί χωρίς καμία φυσική λίμνη γλυκού νερού απέκτησε σε 30 χρόνια μερικές δεκάδες τεχνικές λίμνες, έστω και αν η στάθμη τους μεταβάλλεται ραγδαία. Αυτό είχε σαν συνέπεια τον εμπλουτισμό της ορνιθοπανίδας και τη δημιουργία χώρων αναψυχής για τους κατοίκους του νησιού όπως τόπους για ψάρεμα και ψήσιμο της πατροπαράδοτης σουβλας. Στα αρνητικά όμως είναι η στέρηση της ροής του νερού κατάντι και η αλλοίωση της φυτοκοινωνίας της όχθης του ποταμού. Έμμεσα όμως υπήρξε μία αλλαγή πιθανώς ακόμα πιο σημαντική.

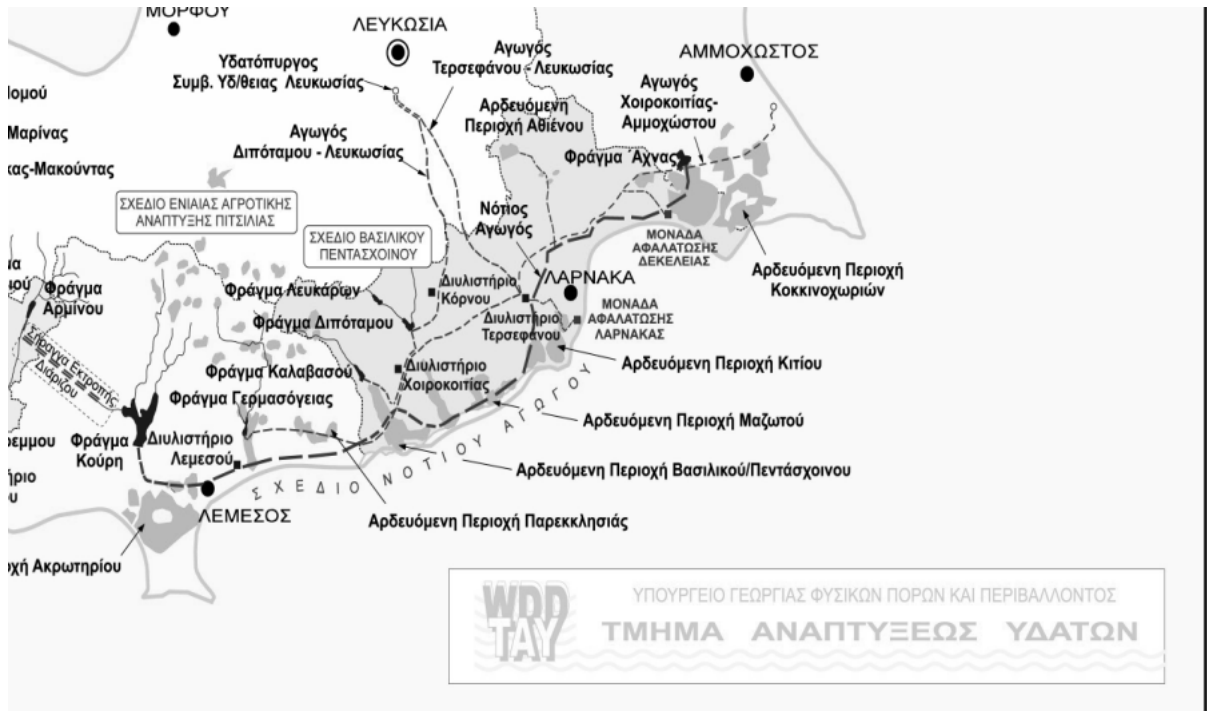
Η δημιουργία τόσων νέων μεγάλων εκτάσεων αρδευτικών δικτύων συνοδευόμενων από δρόμους και αναδασμό προώθησε την κατασκευή εξοχικών κατοικιών, που συνδυάζουν το περιβόλι (μιά και υπάρχει νερό) με τη γειννίαση προς τη θάλασσα μιά και τα αρδευτικά δίκτυα είναι κοντά στην παραλία. Αυτό άλλαξε το τοπίο της υπαίθρου κατά τρόπο ανεπανόρθωτο. Βέβαια δεν είναι μόνο σε αρδευτικές περιοχές που κτίζονται εξοχικές κατοικίες, η γη όμως που διαθέτει νερό για δημιουργία περιβολιού έχει ιδιαίτερη αξία, πολλαπλάσια ανάλογης ξηρικής. Η αξία όμως δεν προέρχεται από τη δυνατότητα μεγαλύτερης γεωργικής παραγωγής.

Τέλος τα φράγματα έχουν σοβαρό αντιπλημμυρικό ρόλο αφού το πλείστο μέρος του χρόνου η στάθμη του νερού είναι πολύ πιο χαμηλή από τον υπερχειλιστήρα. Αυτό είναι πολύ σημαντικό παρά τις μειωμένες παροχές των ποταμών γιατί ταυτόχρονα υπάρχει αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων.

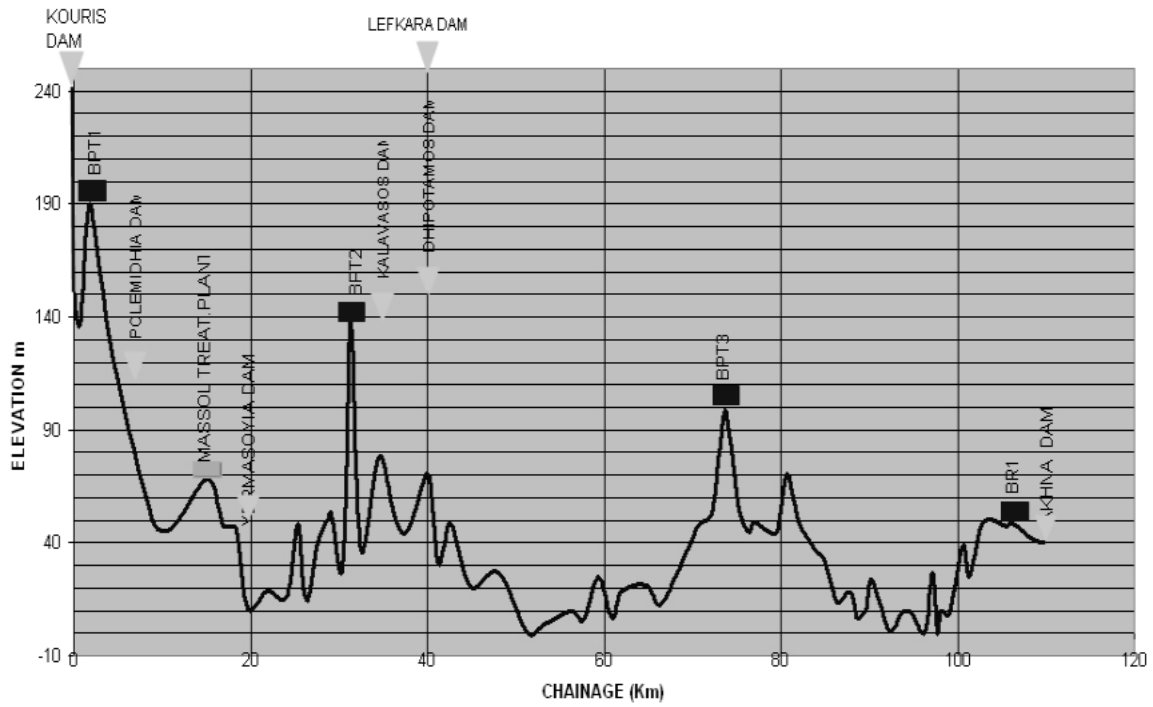
#### 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κύρια συμπεράσματα είναι:

- 1) Τα φράγματα δεν απέδωσαν τα αναμενόμενα λόγω κλιματικών αλλαγών και γιατί δεν μπορούν να αντεπεξέλθουν σε μακροχρόνιες ξηρασίες.
- 2) Η σημασία των φραγμάτων έχει μειωθεί από την κατασκευή μονάδων αφαλατώσεων οι οποίες προώθησαν μετακίνηση της χρήσης του νερού των φραγμάτων από την ύδρευση στην άρδευση. Όμως λόγω της απόλυτης αύξησης της αξίας του νερού η αξία τους έχει αυξηθεί.
- 3) Τα φράγματα αποτελούν τον μόνο χώρο αποθήκευσης νερού αφού οι υδροφορείς είναι κατεστραμμένοι και μη ελεγχόμενοι και είναι αναγκαία προϋπόθεση για τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού από τις πόλεις της Λευκωσίας και Λάρνακας. Επίσης δεν μπορεί να γίνει λόγος για ολοκληρωμένη διαχείριση των τεσσάρων πηγών νερού χωρίς σοβαρό αποθηκευτικό χώρο.
- 4) Τα φράγματα έγιναν αφορμή για αλλαγές στο κυπριακό τοπίο τόσο θετικές όσο και αρνητικές.

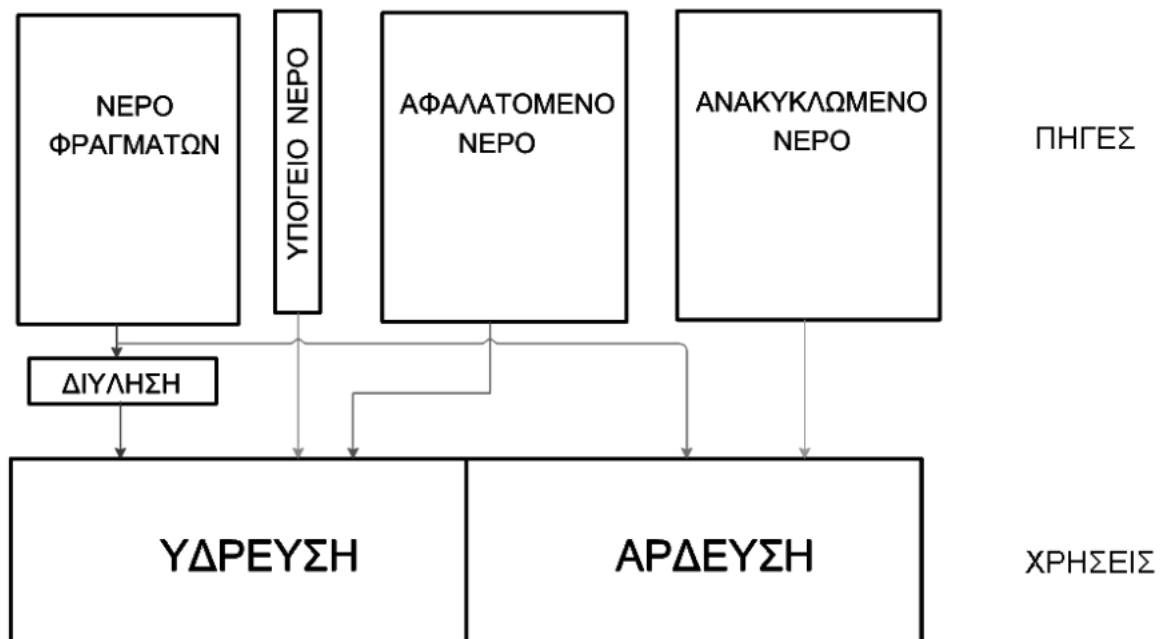


Μηκοτομή Νότιου Αγωγού



Διάγραμμα 2. Μηκοτομή Νοτίου Αγωγού

ΣΥΣΤΗΜΑ ΝΟΤΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ  
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΗΓΩΝ- ΧΡΗΣΕΩΝ ΝΕΡΟΥ



Διάγραμμα 3. Σύστημα Νοτίου Αγωγού – Διάγραμμα Πηγών – Χρήσεων Νερού