

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΡΗΤΗΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ
ΤΩΝ ΥΦΑΛΜΥΡΩΝ ΠΗΓΩΝ: ΑΛΜΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ,
ΑΛΜΥΡΟΣ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΑΙ ΜΑΛΑΥΡΑΣ

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 2

Ανάδοχος:	- SEEMAN SMART ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥΧΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ, με δ.τ. SEEMAN ENVIRONMENTAL - ΧΡΗΣΤΟΣ ΔΑΜΒΕΡΓΗΣ ΤΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ - ΣΑΒΒΑΣ Ν. ΠΑΡΙΤΣΗΣ ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ ΙΚΕ, με δ.τ. ΣΑΒΒΑΣ Ν. ΠΑΡΙΤΣΗΣ
-----------	---

Ηράκλειο, Ιούνιος 2020

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΦΑΛΜΥΡΩΝ
ΠΗΓΩΝ: ΑΛΜΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ, ΑΛΜΥΡΟΣ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΑΙ ΜΑΛΑΥΡΑΣ**

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 2

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
1.1 Γενικά.....	5
1.2 Ομάδα μελέτης	6
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	7
2.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΟΣ.....	7
2.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	8
2.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.....	9
2.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	11
3. ΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ	20
3.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	20
3.2 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ	26
3.3 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΤΗΣ ΜΑΛΑΥΡΑΣ	27
4. ΟΙ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΕΣ	28
5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ	31
5.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΑΛΜΥΡΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	32
5.1.1 Ανάλυση και παρουσίαση προτάσεων.....	32
5.1.2 Σύγκριση ανηγμένων τιμών μονάδας όγκου νερού και ενεργειακού αποτυπώματος	67
5.2 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ	68
5.3 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ ΤΗΣ ΜΑΛΑΥΡΑΣ.....	71
6. ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	73
7. ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ	77
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	86
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	89
ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ - ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ.....	91

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Το παρόν τεύχος αποτελεί το 2^ο Παραδοτέο του έργου «**Συγκριτική τεχνικοοικονομική αξιολόγηση για την αξιοποίηση των υφάλμυρων πηγών: Αλμυρός Ηρακλείου, Αλμυρός Αγ. Νικολάου και Μαλαύρας**».

Με βάση τις απαιτήσεις του έργου, ο ανάδοχος υποχρεούται να παραδώσει για την πρώτη φάση εκπόνησης του έργου στην επιτροπή παραλαβής του έργου, δια της Δ/νσης Υδάτων, τα κάτωθι παραδοτέα:

α) 1ο Παραδοτέο αφορά στην 1η Φάση: Ο Ανάδοχος έχει ήδη υποβάλει εμπρόθεσμα στην Αναθέτουσα Αρχή σε τρεις μήνες από την υπογραφή της σύμβασης ενδιάμεση τεχνική έκθεση της 1ης φάσης στην οποία καταγράφεται η εξέλιξη του έργου, με αναλυτική περιγραφή των εκτελεσθέντων εργασιών σε συμφωνία με το Αναλυτικό Χρονοδιάγραμμα Υλοποίησης – (Α.Χ.Υ.) της Σύμβασης. Η 1η Ενδιάμεση Έκθεση Προόδου εγκρίθηκε από την αρμόδια Επιτροπή Παρακολούθησης – Παραλαβής του Έργου, το πρακτικό της οποίας έχει εγκριθεί από την αναθέτουσα αρχή.

β) 2^ο Παραδοτέο αφορά στην 1η Φάση: Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να υποβάλει στην Αναθέτουσα Αρχή σε έξι μήνες από την υπογραφή της σύμβασης το προσχέδιο για τη διαβούλευση της 2ης Φάσης. Το προσχέδιο θα εξετασθεί από την αρμόδια Επιτροπή Παρακολούθησης – Παραλαβής του Έργου, το πρακτικό της οποίας θα εγκριθεί από την αναθέτουσα αρχή και στη συνέχεια θα αναρτηθεί με ευθύνη της Δ/νσης Υδάτων στην ιστοσελίδα της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Κρήτης για τη διαβούλευση της 2ης φάσης.

Στο 2^ο Παραδοτέο περιλαμβάνεται η τεχνική και οικονομική περιγραφή όλων των εφικτών εναλλακτικών λύσεων για κάθε υφάλμυρη πηγή που περιλαμβάνεται στο συμβατικό αντικείμενο της μελέτης. Επίσης στο παραδοτέο γίνεται μια εκτίμηση των επιπτώσεων που συνοδεύουν κάθε λύση στο περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία. Το τεύχος αυτό αποτελεί ουσιαστικά το προσχέδιο για τη διαβούλευση της 2ης Φάσης.

Μετά από ενδελεχή μελέτη των τριών υφάλμυρων πηγών του Αλμυρού Ηρακλείου, του Αλμυρού Αγ. Νικολάου και της Μαλαύρας ο αριθμός των λύσεων που προέκυψε είναι 7, 1,1 αντίστοιχα, για τις τρεις υφάλμυρες πηγές.

Σημειώνεται ότι οι προτάσεις αξιοποίησης των υφάλμυρων πηγών στις πλείστες των περιπτώσεων δεν διαθέτουν στοιχεία διαστασιολόγησης και τα αναγκαία οικονομικά στοιχεία (ή ελλειπή στοιχεία), με αποτέλεσμα οι μελετητές να αναγκασθούν να συμπληρώσουν τις προτάσεις και να υπολογίσουν τα οικονομικά στοιχεία σε επίπεδο αναγνωριστικής μελέτης, ώστε οι προτάσεις να είναι ικανές να αξιολογηθούν. Για την διαμόρφωση της κάθε πρότασης

που παρουσιάζεται στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός αναφορών/πηγών, ενώ ενδεικτικά για κάθε πρόταση παρατίθενται ορισμένες κύριες βιβλιογραφικές πηγές.

Στο τεύχος αυτό επίσης περιγράφεται η διαδικασία και μεθοδολογία (πολυκριτηριακή προσέγγιση) βαθμολόγησης από ειδικούς και εκπροσώπους φορέων και του κοινού.

Τέλος παρουσιάζεται η πλατφόρμα βαθμολόγησης που θα χρησιμοποιήσουν οι βαθμολογητές στη συνέχεια που μέσω ειδικού λογισμικού υπολογίζει τη συνολική επίδοση κάθε πρότασης και ιεραρχεί τις προτάσεις.

Ευελπιστούμε σε μια συστηματική, τεκμηριωμένη και ουσιαστική βαθμολόγηση από τους βαθμολογητές, οι οποίοι εκτός των περιγραφών που παραθέτουμε μπορούν να έχουν πρόσβαση και στη συλλογή εργασιών για τις υφάλμυρες αυτές πηγές που έχει στην κατοχή της η αναθέτουσα αρχή.

1.2 Ομάδα μελέτης

Η ομάδα που συγκροτήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης αποτελείται από τους παρακάτω επιστήμονες:

- Γεώργιος Κόλλιας Αγρ. & Τοπ. Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Modena & Reggio Emilia
- Βασίλης Τσακίρης Αγρ. & Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Imperial College London
- Σάββας Παρίσης Γεωλόγος, MSc, PhD
- Χρήστος Δαμβέργης Πολιτικός Μηχανικός
- Γεώργιος Κοψιαύτης Γεωλόγος, Αγρ. & Τοπ. Μηχ. ΕΜΠ, MSc, Υποψ. Διδάκτωρ ΕΜΠ
- Βασίλης Μπέλλος Πολιτικός Μηχανικός, PhD
- Ιωάννης Κούρτης Αγρ. & Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ, MSc ΕΜΠ
- Παναγιώτης Τσακίρης Οικονομολόγος, MBA, MSc ΕΜΠ

Την ομάδα μελέτης υποστήριξαν επιστημονικά οι:

- Γεώργιος Τσακίρης, Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ
- Χαρίλαος Βαγγέλης, PhD, ΕΕΔΙΠ ΕΜΠ

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΟΣ

Η μέθοδος πολυκριτηριακής ανάλυσης (Multi-criteria Analysis – MCA) που προτείνεται είναι αυτή του Σταθμισμένου Αθροίσματος (Weighted Sum Method – WSM or Simple Additive Weighting – SAW) που είναι μια γραμμική αθροιστική μέθοδος που προτάθηκε από τους Hwang & Yoon το 1981 και χρησιμοποιείται ευρύτατα σε μεγάλο αριθμό εφαρμογών σε όλο τον κόσμο.

Η μέθοδος προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων για την αξιοποίηση των υφάλμυρων πηγών του Αλμυρού Ηρακλείου και Αλμυρού Αγ. Νικολάου, καθώς και στην απλότητα εφαρμογής και στην κατανόηση της διαδικασίας υπολογισμού. Ακόμη η μέθοδος συμβάλλει στη συμμετοχή πολλών ενδιαφερόμενων και στη διαφάνεια λήψης αποφάσεων.

Σύμφωνα με τη μέθοδο για την ιεράρχηση των λύσεων υπολογίζεται η εξίσωση:

$$V(A_i) = \sum_{j=1}^M W_j \cdot g_j(A_i) \quad (2.1)$$

όπου $V(A_i)$ η τελική βαθμολογία (final score) της λύσης A_i με $i = 1, \dots, N$

N ο αριθμός των λύσεων /προτάσεων

W_j το βάρος (βαρύτητα) του κριτηρίου j που δείχνει τη σπουδαιότητα του με $j = 1, \dots, M$

M ο αριθμός των κριτηρίων

$g_j(A_i)$ η βαθμολογία (score) της λύσης A_i σε σχέση με το κριτήριο j

Σημειώνεται ότι όλα τα κριτήρια g_j πρέπει να οδηγούν στην ίδια κατεύθυνση αποδοχής των λύσεων και οι κλίμακες να είναι ανηγμένες από το 0 μέχρι το 1.

Το βάρος κάθε κριτηρίου (weight) εκτιμάται με συμμετοχή ειδικών και παίρνει ανηγμένες τιμές (normalized) ώστε το σύνολο των βαρών να αθροίζεται στο ένα.

Συνεπώς το πρόβλημα μπορεί να παρασταθεί με ένα δισδιάστατο πίνακα $N \times M$ στον οποίο κάθε στοιχείο e_{ij} (από 0 μέχρι 1) αντιπροσωπεύει την τελική βαθμολογία (score) της λύσης A_i σε σχέση με το κριτήριο g_j (Πιν. 2.1).

Πίνακας 2-1 Ο πίνακας τελικής βαθμολογίας (decision matrix)

	g_1 W_1	g_2 W_2	...	g_M W_M	Κριτήρια Βάρη
Λύσεις					
A_1	e_{11}	e_{12}	...	e_{1M}	
A_2	e_{21}	e_{22}	...	e_{2M}	
...	...	...	...	...	
A_N	e_{N1}	e_{N2}	...	e_{NM}	

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία κάποια από τα κριτήρια μπορούν να διααιρεθούν σε υποκριτήρια με εσωτερική για κάθε κριτήριο βαθμολόγηση.

Όταν το πρόβλημα είναι σε πολλές διαστάσεις (multi-dimensional) με διαφορετικές μονάδες πρέπει πάντα να γίνεται η αναγωγή στην κλίμακα 0 μέχρι 1. Η διαδικασία αναγωγής γίνεται με την υιοθέτηση κατάλληλων Συναρτήσεων Αναγωγής (normalization utility functions) που ενδεχομένως πρέπει να είναι γνωστές εξ αρχής στους συμμετέχοντες στη βαθμολόγηση. Οι τελικές βαθμολογήσεις $e_{11}, \dots, e_{NM}$ πρέπει να έχουν μόνο 2 δεκαδικά ψηφία.

Συνεπώς η αρχική βαθμολόγηση των βαθμολογητών (β) πρέπει να μετατρέπεται στα μεγέθη (e) που βρίσκονται στο εύρος από 0 μέχρι 1 του παραπάνω πίνακα μέσω των Συναρτήσεων Αναγωγής που είναι διαφορετικές για κάθε κριτήριο. Οι Συναρτήσεις αυτές παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω.

Σύμφωνα με την εξειδίκευση που έγινε οι βαθμολογήσεις καλύπτουν το διάστημα από 0 μέχρι 5 για όλα τα κριτήρια με δικαίωμα των βαθμολογητών να χρησιμοποιήσουν δύο δεκαδικά.

Τέλος για την καλύτερη κατανόηση της σύγκρισης των λύσεων η τελική επίδοση των λύσεων μπορεί να ανάγεται στην εκατονταβάθμια κλίμακα. Η αναγωγή αυτή παρουσιάζεται στην παράγραφο 2.4 αυτού του κειμένου.

2.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Στην περίπτωση εναλλακτικών λύσεων για τις υφάλμυρες πηγές Αλμυρού Ηρακλείου, προτείνονται τα ακόλουθα κριτήρια:

1. Εφικτότητα και διατηρησιμότητα της λύσης
2. Οικονομικό κριτήριο
3. Ενεργειακό κριτήριο

4. Περιβαλλοντικό κριτήριο
5. Κοινωνικό κριτήριο
6. Αναπτυξιακό κριτήριο

Στην απλούστερη περίπτωση τα κριτήρια μπορούν να θεωρηθούν ισοδύναμα και οι συναρτήσεις αναγωγής γραμμικές από 0 μέχρι 1. Με περαιτέρω ανάλυση του προβλήματος που μελετούμε βέβαια όλα αυτά διαφοροποιούνται για να προσαρμοσθούν καλύτερα στις πραγματικές ανάγκες του προβλήματος της βαθμολόγησης όπως εξειδικεύεται παρακάτω.

Μερικά από τα κριτήρια μπορούν να διαιρεθούν σε υποκριτήρια όπως το κριτήριο εφικτότητας και διατηρησιμότητας μπορεί να διαιρεθεί σε υποκριτήριο εφικτότητας και υποκριτήριο διατηρησιμότητας. Το οικονομικό κριτήριο μπορεί να στηρίζεται μόνο στην τιμή του παραγόμενου m^3 νερού. Το περιβαλλοντικό μπορεί να διαιρείται σε υποκριτήριο προστασίας του τοπίου και προστασίας περιβάλλοντος και πόρων. Το κοινωνικό κριτήριο μπορεί να χωριστεί στο υποκριτήριο των κοινωνικών επιπτώσεων και το υποκριτήριο κοινωνικής αποδοχής. Το αναπτυξιακό κριτήριο σε υποκριτήριο των επιπτώσεων στην ανάπτυξη νέων δραστηριοτήτων και στην οικονομία της ευρύτερης περιοχής, και στο υποκριτήριο καλύτερων συνθηκών απασχόλησης.

Εφόσον καθορισθούν τα βάρη και οι συναρτήσεις αναγωγής προκύπτει η τελική βαθμολόγηση με βάση τη βαθμολόγηση ενός σημαντικού αριθμού ατόμων από τις κατηγορίες, ειδικών μελετητών και επιβλεπόντων του έργου, εκπροσώπων της περιφέρειας, των αγροτικών συνεταιρισμών, των ΔΕΥΑ, των επιμελητηρίων, των πανεπιστημίων, των περιβαλλοντικών οργανώσεων (ΜΚΟ) και άλλων που έχουν προταθεί για συμμετοχή.

Στην εφαρμογή της μεθόδου στον Αλμυρό Ηρακλείου όλα τα κριτήρια θεωρήθηκαν ισοβαρή.

Τέλος, γίνεται μια συστηματική προσπάθεια για την ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων για να φανεί η σχετική ευαισθησία των προτεινόμενων λύσεων (κατά πόσο δηλαδή οι προτάσεις είναι σταθερές με τις αλλαγές στις τιμές των βασικών παραμέτρων που επηρεάζουν την κάθε λύση).

2.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Η προσέγγιση για τη σύγκριση των λύσεων αξιοποίησης των υφάλμυρων πηγών που υιοθετείται σαυτή τη μελέτη στηρίζεται στις σύγχρονες απόψεις της συνδυασμένης αξιολόγησης γνωστής ως Water-Energy-Food Nexus ή απλά Nexus που υποστηρίζεται ένθερμα από τις υπηρεσίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και διεθνείς οργανισμούς.

Η βάση της αξιολόγησης NEXUS είναι ότι για να κριθεί μια λύση αξιοποίησης ενός υδατικού πόρου αυτή πρέπει να βασίζεται όχι μόνο στην ποσότητα (και ποιότητα) του παραγόμενου υδατικού πόρου και της απόδοσης του (π.χ. παραγωγή γεωργικών προϊόντων κλπ), αλλά πρέπει να κρίνεται παράλληλα και το ενεργειακό της αποτύπωμα.

Πίσω από αυτή την προσέγγιση προωθείται η γενική επιδίωξη για μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με απώτερο στόχο την πράσινη ανάπτυξη και τη σταδιακή απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.

Η προσέγγιση αυτή υιοθετείται στην παρούσα μελέτη η οποία περαιτέρω διευρύνεται και προς άλλες διαστάσεις που είναι επίσης σημαντικές όπως ο βαθμός αποδοχής κάθε λύσης από την κοινωνία, η δημιουργία θέσεων εργασίας και απασχόλησης και γενικότερα η επίδραση στην τοπική και περιφερειακή οικονομία.

Για τη σύγκριση των προτάσεων αξιοποίησης των υφάλμυρων πηγών έγινε προσπάθεια οι παραδοχές για τη διαστασιολόγηση των απαιτούμενων έργων και οι υπολογισμοί των οικονομικών στοιχείων να είναι κοινές για όλες τις προτάσεις. Το ίδιο ακολουθήθηκε και στις τιμές των παραμέτρων που είναι απαραίτητες για τους υπολογισμούς των διάφορων δαπανών.

Οι τιμές των αγωγών λήφθηκαν από τις επίσημες τιμές του πρώην Υπουργείου ΥΠΕΧΩΔΕ.

Ο υπολογισμός του κόστους παραγωγής ενός m^3 προέκυψε από τη διαχρονική ανάλυση των οικονομικών στοιχείων με μετατροπή των αρχικών δαπανών σε ετήσιες δαπάνες. Στους τελικούς υπολογισμούς οι συνολικές ετήσιες δαπάνες περιλαμβάνουν τα ετήσια τοκοχρεωλύσια των αρχικών δαπανών καθώς και τις ετήσιες δαπάνες ενέργειας και λειτουργίας & συντήρησης. Μεταξύ άλλων στους υπολογισμούς λήφθηκαν οι ακόλουθες τιμές για μια σειρά βασικών παραμέτρων:

Διάρκεια οικονομικής ζωής αγωγών : 40 έτη

Διάρκεια οικονομικής ζωής αντλιοστασίου και μονάδα αφαλάτωσης: 20 έτη

Διάρκεια οικονομικής ζωής φράγματος: 80 έτη

Επιτόκιο δανεισμού/προεξόφλησης: 4%

Ετήσιο κόστος λειτουργίας & συντήρησης φράγματος: 0.5% του αρχικού κόστους

Ετήσιο κόστος λειτουργίας & συντήρησης αγωγών: 1% του αρχικού κόστους

Ετήσιο κόστος λειτουργίας & συντήρησης αντλιοστασίου και μονάδας αφαλάτωσης: 2% του αρχικού κόστους

Συντελεστής απόδοσης αντλιών : 0.70

Κόστος KWh: 0.10 ευρώ

Ποσοστό απρόβλεπτων δαπανών: 20%

Τέλος, επειδή στον υπολογισμό των οικονομικών στοιχείων βασική συνιστώσα είναι το ενεργειακό κόστος θεωρήθηκε απαραίτητο όλες οι λύσεις να καταλήγουν στην ίδια θέση που λαμβάνεται ως είσοδος στο δίκτυο της ΔΕΥΑΗ. Το σημείο αυτό είναι για όλες τις λύσεις του Αλμυρού Ηρακλείου η δεξαμενή της Κέρης σε υψόμετρο +283 m.

2.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ

Με βάση τα κριτήρια που συνοπτικά παρουσιάστηκαν παραπάνω διαμορφώθηκαν οι συναρτήσεις αναγωγής για κάθε κριτήριο ως ακολούθως:

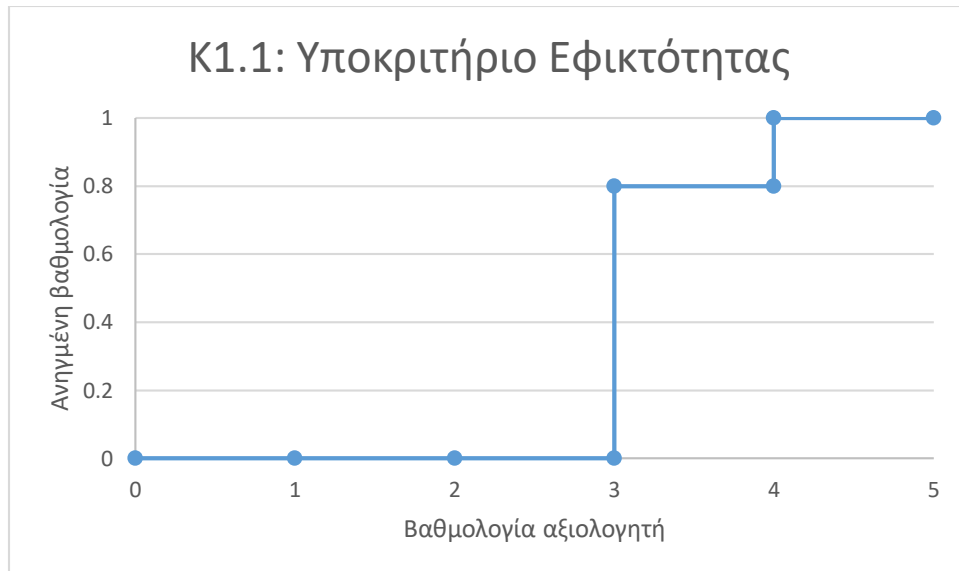
1. Κριτήριο Εφικτότητας και Διατηρησιμότητας

Χωρίζεται σε 2 υποκριτήρια αυτό της εφικτότητας και της διατηρησιμότητας.

Για το πρώτο η Συνάρτηση Αναγωγής είναι βαθμιδωτή και για βαθμολόγηση (β) από 4-5, $e_1=1$, για βαθμολόγηση από 3-4, $e_1=0.80$ και για βαθμολόγηση κάτω από 3, $e_1=0$.

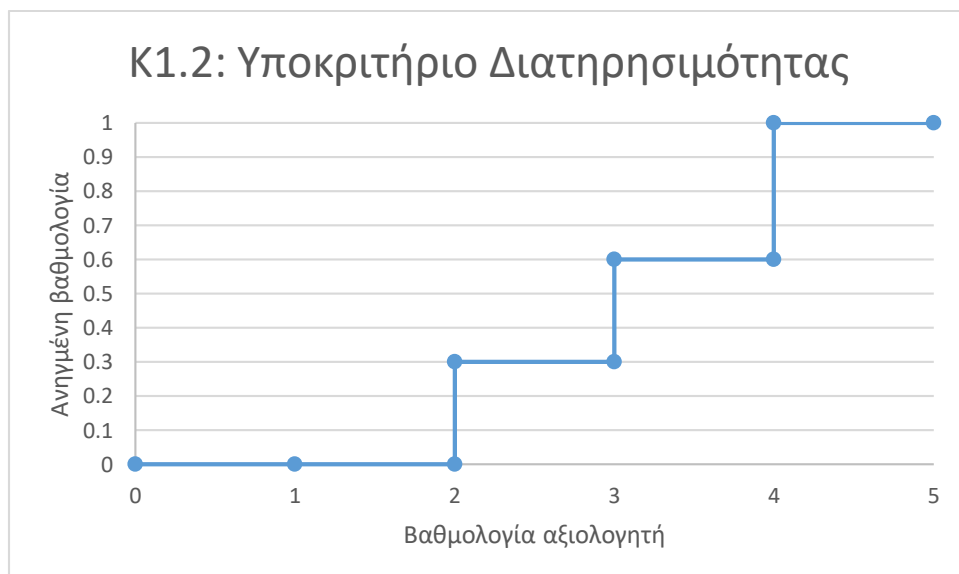
Σημειώνεται ότι στα σχήματα που ακολουθούν οι βαθμολογήσεις (β) βρίσκονται στον άξονα των Χ ενώ οι ανηγμένες επιδόσεις (e) βρίσκονται στον άξονα των Ψ.

Σημειώνεται επίσης ότι τα διαστήματα που αναφέρονται είναι από κάτω κλειστά και από πάνω ανοικτά. Για παράδειγμα το διάστημα 3-4 ουσιαστικά είναι [3-4) δηλ. από 3 μέχρι 3.99.



Το υποκριτήριο αναφέρεται στο βαθμό που το έργο που προτείνεται είναι εφικτό από τεχνικής και οικονομικής άποψης. Ένα προτεινόμενο έργο που δεν λαμβάνει βαθμολογία μεγαλύτερη ή ίση του τρία θεωρείται «ανέφικτο» έργο. Λόγω της δυσκολίας ακριβούς βαθμολόγησης το υποκριτήριο αυτό έχει βαθμιδωτή συνάρτηση αναγωγής.

Για το δεύτερο υποκριτήριο για βαθμολόγηση από 4-5, $e1'=1$, από 3-4, $e1'=0.60$, από 2-3, $e1'=0.30$ και κάτω του 2, $e1'=0$.



Επειδή ένα έργο είναι αποδοτικό αν η διάρκεια ζωής του είναι σημαντική και δεν απαιτεί υπερβολικές δαπάνες συντήρησης και ανανέωσης του εξοπλισμού, το υποκριτήριο αυτό έρχεται να υποδηλώσει το βαθμό διατηρησιμότητας της λύσης. Δηλαδή το βαθμό που η λύση οδηγεί σε ένα έργο αποτελεσματικό που έχει διάρκεια. Και σε αυτή την περίπτωση λόγω της δυσκολίας ακριβούς βαθμολόγησης η συνάρτηση αναγωγής είναι βαθμιδωτή.

Το τελικό αποτέλεσμα για το κριτήριο αυτό θα προκύψει ως μέσος όρος με βάρη 2 προς 1 αντίστοιχα.

$$\text{Δηλ. } e1 \text{ τελικό} = (2xe1 + 1xe1')/3$$

Σημείωση: Από τα παραπάνω υποκριτήρια το πρώτο είναι σημαντικότερο και γι αυτό έχει βάρος 2 σε σχέση με το δεύτερο που είχε βάρος 1.

2. Οικονομικό Κριτήριο

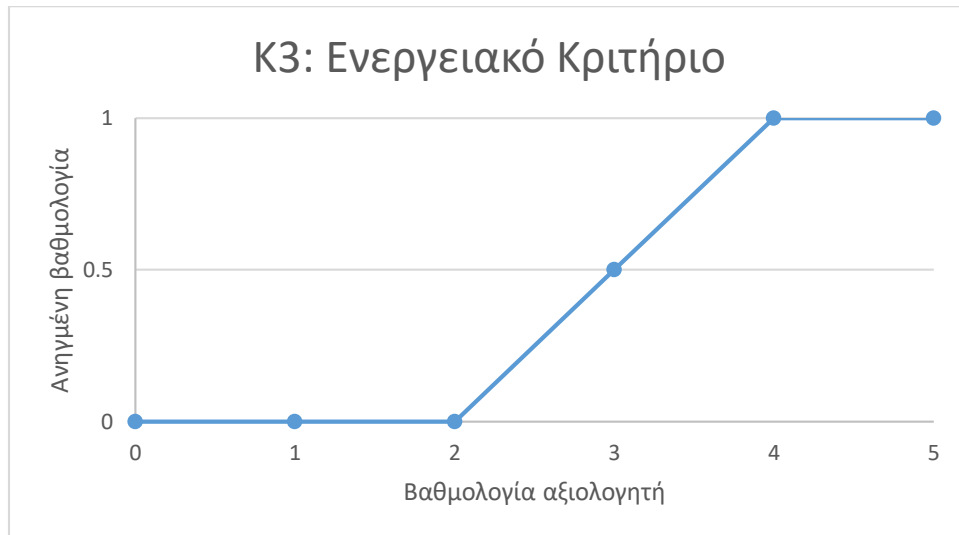
Το οικονομικό κριτήριο στηρίζεται ουσιαστικά στην ανηγμένη τιμή της μονάδας όγκου νερού κατάλληλου για ανθρώπινη κατανάλωση που παράγεται και διατίθεται προς χρήση. Στην περίπτωση αυτή η Συνάρτηση Αναγωγής είναι η γραμμική αναλογική σχέση: $e2 = \beta_2/5$.



Το οικονομικό κριτήριο μπορεί να προσδιορισθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια έναντι των άλλων κριτηρίων αφού αναφέρεται στην ανηγμένη τιμή παροχής/διάθεσης της μονάδας όγκου νερού μετά από τον συνυπολογισμό όλων των δαπανών (αρχικής επένδυσης και ετήσιων δαπανών ενέργειας, λειτουργίας και συντήρησης των προτεινόμενων έργων). Για το λόγο αυτό η συνάρτηση αναγωγής είναι γραμμική/αναλογική χωρίς βαθμίδες.

3. Ενεργειακό κριτήριο

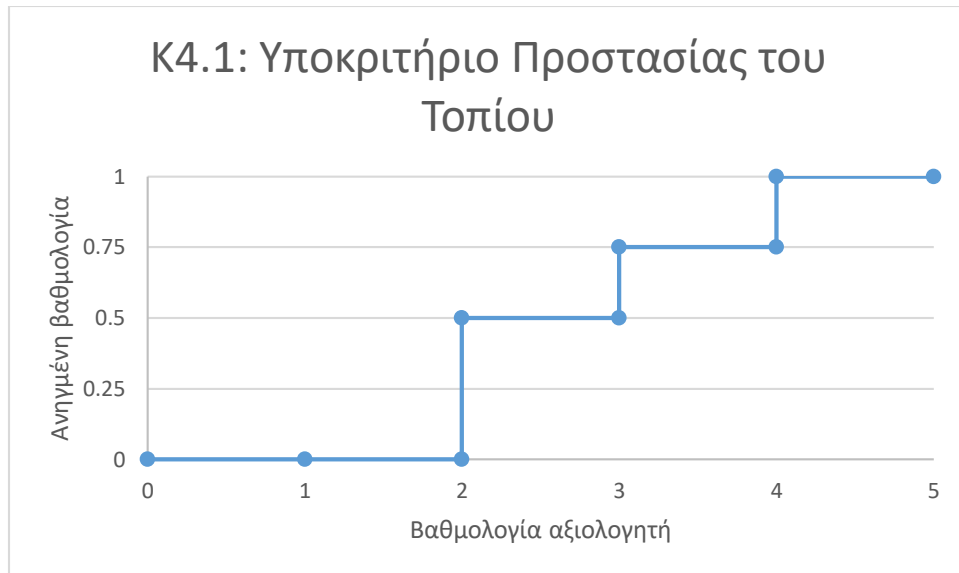
Το ενεργειακό κριτήριο στηρίζεται ουσιαστικά στην απαιτούμενη κατανόληση ενέργειας ή στο αντίστοιχο κόστος ενέργειας ανά μονάδα όγκου παραγόμενου και διατιθέμενου στην κατανάλωση νερού κατάλληλης ποιότητας. Η Συνάρτηση Αναγωγής για βαθμολόγηση (β) από 4-5, δίνει $e_3=1$, για βαθμολόγηση από 2-4, $e_3=(\beta-2)/2$ και για βαθμολόγηση κάτω από 2, $e_3=0$.



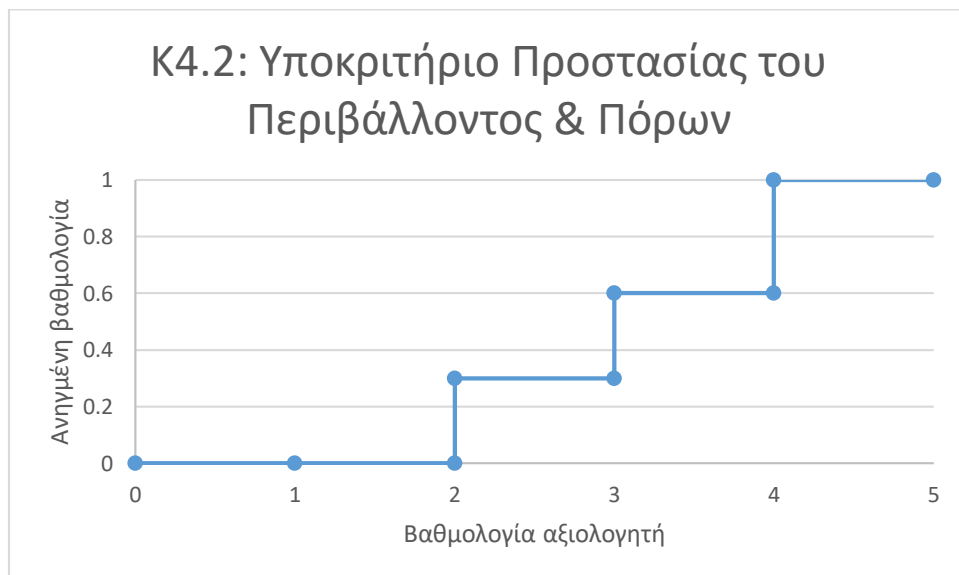
Επειδή το ενεργειακό κριτήριο αντικατοπτρίζει το ενεργειακό κόστος που απαιτείται για την παραγωγή και διάθεση μιας μονάδας όγκου νερού, αυτό μπορεί να υπολογίζεται με σχετική ακρίβεια. Έτσι για τις περισσότερες περιπτώσεις (βαθμολογία από 2 μέχρι 4) η συνάρτηση αναγωγής είναι γραμμική/αναλογική. Για επίπεδα από 4 μέχρι 5 η διάκριση μεταξύ των προτεινόμενων μεθόδων είναι δύσκολη και γι'αυτό το διάστημα θεωρείται ότι ικανοποιεί πλήρως το κριτήριο αυτό. Τέλος, για βαθμολογήσεις κάτω από το 2 (δηλαδή για πολύ ακριβές ενεργειακά λύσεις) το κριτήριο είναι ιδιαίτερα αυστηρό σε μια προσπάθεια να «τιμωρήσει» τις ενεργοβόρες λύσεις.

4. Περιβαλλοντικό Κριτήριο

Το περιβαλλοντικό κριτήριο χωρίζεται σε αυτό της προστασίας του τοπίου και αυτό της προστασίας του περιβάλλοντος και των πόρων. Οι συναρτήσεις αναγωγής και των δύο υποκριτηρίων είναι βαθμιδωτές. Στην πρώτη η Συνάρτηση Αναγωγής είναι για βαθμολόγηση (β) από 4-5, $e_4=1$, για βαθμολόγηση από 3-4, $e_4=0.75$, για βαθμολόγηση από 2-3, $e_4=0.50$ και για βαθμολόγηση κάτω από 2, $e_4=0$.



Για το δεύτερο υποκριτήριο η Συνάρτηση Αναγωγής δίνει για βαθμολόγηση (β') από 4-5 $e4'=1$, για βαθμολόγηση από 3-4, $e4'=0.60$, για βαθμολόγηση από 2-3, $e4'=0.30$ και για βαθμολόγηση κάτω από 2, $e4'=0$.



Όπως είναι φανερό και τα δύο υποκριτήρια δεν μπορούν να έχουν ακριβή βαθμολόγηση, δηλαδή η ασάφεια στη βαθμολόγηση είναι μεγάλη γεγονός που επιβάλλει τη βαθμιδωτή συνάρτηση.

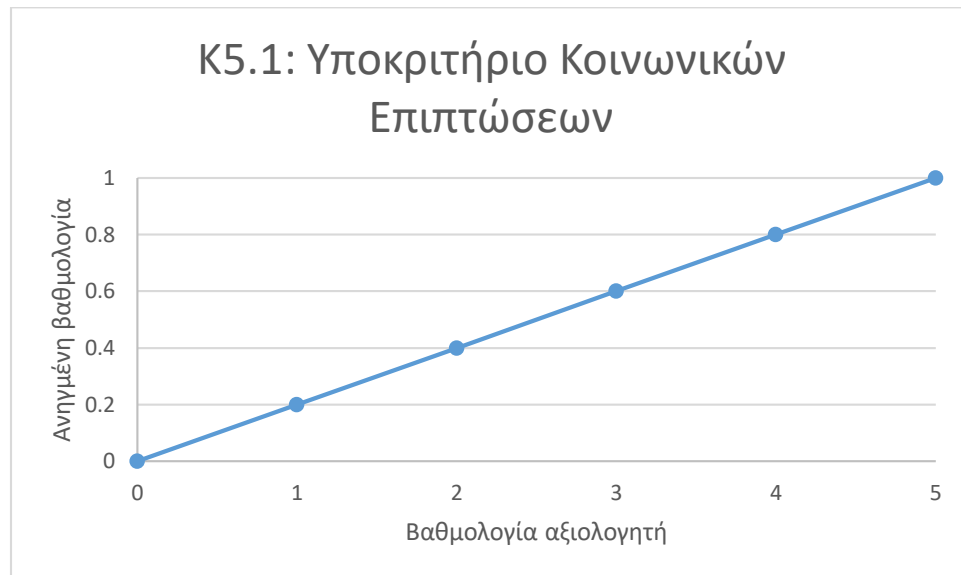
Μεταξύ των δύο υποκριτηρίων το δεύτερο είναι πολύ σημαντικότερο του πρώτου, γι'αυτό και τα βάρη 1 και 3 για το πρώτο και δεύτερο υποκριτήριο, αντίστοιχα.

Το τελικό αποτέλεσμα θα προκύψει ως μέσος όρος με βάρη 1 προς 3 αντίστοιχα.

Δηλ. $e_4 \text{ τελικό} = (1 \times e_4 + 3 \times e_4') / 4$

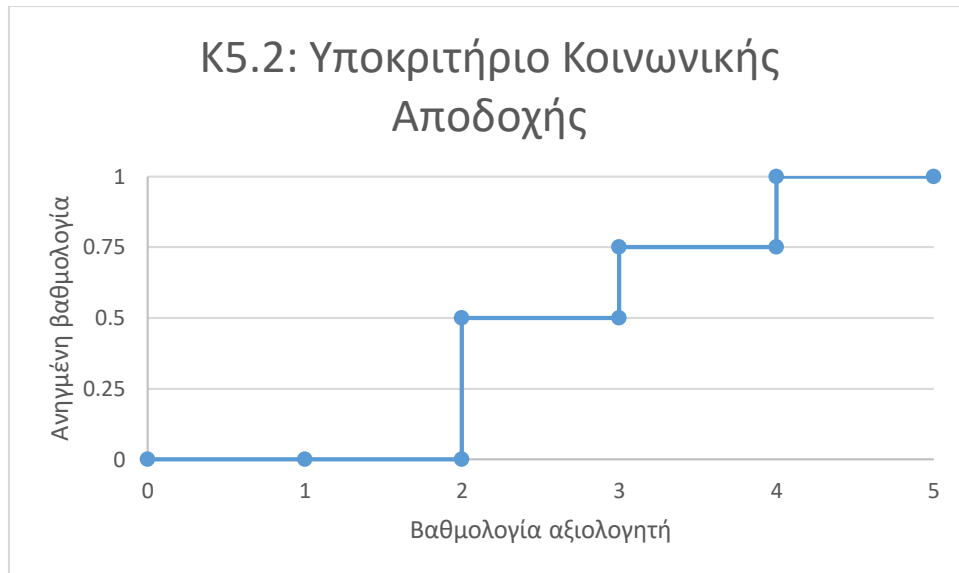
5. Κοινωνικό κριτήριο

Το κοινωνικό κριτήριο χωρίζεται σε υποκριτήριο κοινωνικών επιπτώσεων και υποκριτήριο κοινωνικής αποδοχής (της λύσης και της ποιότητας νερού). Στο πρώτο υποκριτήριο η Συνάρτηση Αναγωγής είναι γραμμική αναλογική. Δηλ. $e_5 \text{ τελικό} = \beta_5 / 5$.



Αντίθετα η Συνάρτηση Αναγωγής στο δεύτερο υποκριτήριο είναι βαθμιδωτή ως εξής:

Για βαθμολόγηση από 4-5, $e_5' = 1$, από 3-4, $e_5' = 0.75$, από 2-3, $e_5' = 0.50$ και κάτω του 2, $e_5' = 0$.



Σημειώνεται ότι και σ' αυτή την περίπτωση το υποκριτήριο των κοινωνικών επιπτώσεων μπορεί να ποσοτικοποιηθεί καλύτερα σε σχέση με το υποκριτήριο της κοινωνικής αποδοχής που ενέχει προσωπική εκτίμηση του βαθμολογητή, δύσκολα μεταφραζόμενης σε ακριβές νούμερο.

Είναι προφανές ότι το δεύτερο υποκριτήριο έχει σαφώς μεγαλύτερη σημασία εξού και τα βάρη 1 και 3 για τα υποκριτήρια Κ.5.1 και Κ5.2, αντίστοιχα.

Το τελικό αποτέλεσμα για το κριτήριο 5 θα προκύψει ως μέσος όρος με βάρη 1 προς 3 αντίστοιχα.

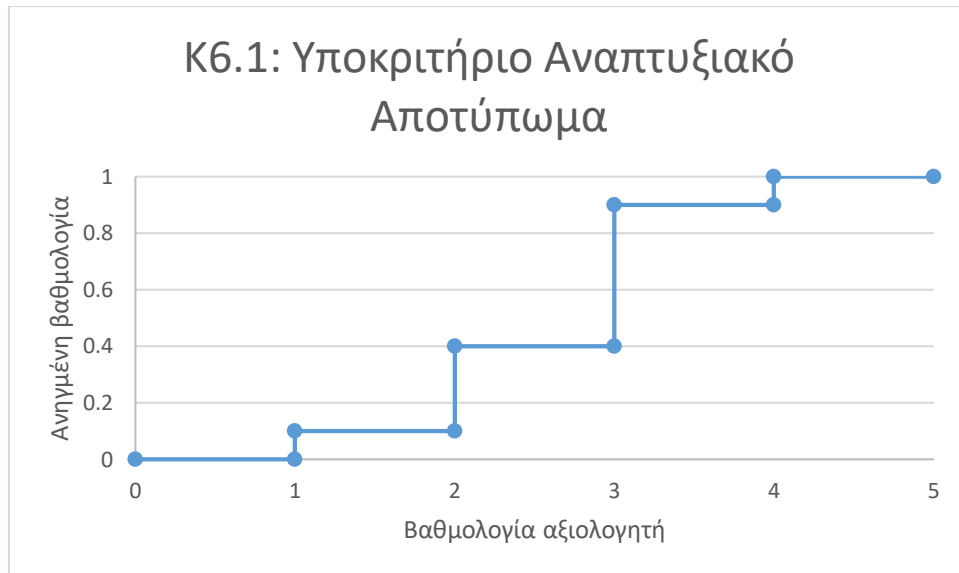
Δηλ. $e5 \text{ τελικό} = (1 \times e5 + 3 \times e5') / 4$

6. Αναπτυξιακό κριτήριο

Το αναπτυξιακό κριτήριο χωρίζεται στο αναπτυξιακό αποτύπωμα (που άμεσα συναρτάται από το μέγεθος της ετήσιας παραγωγής και διάθεσης νερού κατάλληλου για ανθρώπινη κατανάλωση) και το κριτήριο συνθηκών απασχόλησης.

Στην πρώτη περίπτωση η Συνάρτηση Αναγωγής είναι βαθμιδωτή και η δεύτερη γραμμική αναλογική ως ακολούθως:

Στο πρώτο υποκριτήριο η Συνάρτηση Αναγωγής δίνει για βαθμολόγηση (β) από 4-5, $e6=1$, για βαθμολόγηση από 3-4, $e6=0.90$, για βαθμολόγηση από 2-3, $e6=0.40$, για 1-2, $e6=0.10$ και για βαθμολόγηση κάτω από 1, $e6=0$.

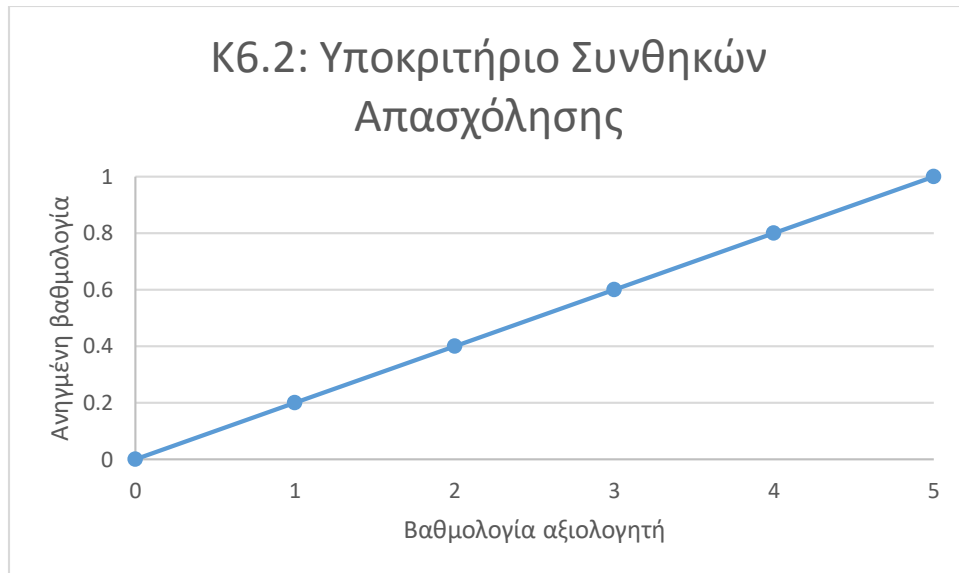


Σημείωση: Από τους μελετητές θεωρήθηκε ότι η παραγωγή και διάθεση νερού για ανθρώπινη κατανάλωση συνολικού όγκου πάνω από 20 εκ. m³ ετησίως αποτελεί τον απώτερο στόχο δηλ. β6=4-5. Όγκος νερού από 10 μέχρι 20 εκ. m³ ετησίως έχει β6=3-4, από 5-10 εκ. m³ ετησίως β6=2-3, από 1-5 εκ. m³ ετησίως β6=1-2 και λιγότερο του 1 εκ. m³ ετησίως β6=0-1.

Με την υιοθέτηση της βαθμιδωτής συνάρτησης αναγωγής υποδηλώνουμε ότι το αναπτυξιακό αποτύπωμα εκτιμάται αδρομερώς. Αν δύο λύσεις για παράδειγμα διαφέρουν 1 ή 2 εκ. m³ και είναι μεταξύ 10 και 20 εκατ. m³ ανά έτος το αναπτυξιακό αποτύπωμα δεν μπορεί να είναι διαφορετικό.

Στη δεύτερη περίπτωση η Συνάρτηση Αναγωγής είναι γραμμική αναλογική. Δηλ. $e6' = \beta6'/5$.

Στη δεύτερη αυτή περίπτωση ο αριθμός θέσεων εργασίας/απασχόλησης που δημιουργεί κάθε λύση είναι μετρήσιμος με αρκετή ακρίβεια με συνέπεια να προκρίνεται η γραμμική/αναλογική συνάρτηση αναγωγής.



Από τα δύο υποκριτήρια, το πρώτο είναι πολύ πιο σημαντικό. Γι'αυτό το λόγο υιοθετήθηκαν τα βάρη 3 και 1 για τα δύο υποκριτήρια, αντίστοιχα.

Το τελικό αποτέλεσμα θα προκύψει ως μέσος όρος με βάρη 3 προς 1 αντίστοιχα.

Δηλ. $e6 \text{ τελικό} = (3xe6 + 1xe6')/4$

7. Τελική επίδοση λύσης (score)

Η τελική επίδοση $V(A_i)$ της λύσης A_i προκύπτει από την ακόλουθη εξίσωση:

$$V(A_i) = 100 \{ e1 \text{ τελικό} + e2 \text{ τελικό} + e3 \text{ τελικό} + e4 \text{ τελικό} + e5 \text{ τελικό} + e6 \text{ τελικό} \} / 6$$

Συνεπώς η μεγαλύτερη δυνατή τελική επίδοση είναι το 100 και όλες οι λύσεις κρίνονται με άριστα το 100 χωρίς δεκαδικά.

3. ΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

3.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Πριν τη συνοπτική περιγραφή των προτάσεων αξιοποίησης της υφάλμυρης πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου κρίνεται σκόπιμο για τη διευκόλυνση των βαθμολογητών να προταθεί μια σύνοψη των χαρακτηριστικών της πηγής που εστιάζει κυρίως στα ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία του υδατικού πόρου.

Ενδελεχής ανάλυση του μηχανισμού λειτουργίας του καρστικού συστήματος της πηγής, της λεκάνης τροφοδοσίας και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της πηγής μπορούν να ληφθούν από το 1^ο παραδοτέο αυτής της μελέτης που είναι διαθέσιμο στους βαθμολογητές από τη Διεύθυνση Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Κρήτης.

Σύνοψη

ΑΛΜΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

Ποσοτικά και ποσοτικά στοιχεία της πηγής

1 Γενικά

Στη σύνοψη αυτή παρουσιάζονται στοιχεία για το συνολικό όγκο εκφόρτισης της πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου και την αντίστοιχη συγκέντρωση των χλωριόντων. Παρουσιάζεται επίσης η συσχέτιση των δεδομένων αυτών σε συνάρτηση με το χρόνο. Τα δεδομένα της παροχής της πηγής και της συγκέντρωσης των χλωριόντων που χρησιμοποιήθηκαν είναι αυτά της Υπηρεσίας Εγγείων Βελτιώσεων (Υ.Ε.Β.) του νομού Ηρακλείου.

2 Συνολική παροχή της πηγής

Η παροχή της πηγής είναι συνεχής κατά τη διάρκεια του ετήσιου υδρολογικού κύκλου, παρουσιάζει όμως πολύ μεγάλες διακυμάνσεις. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο η ελάχιστη παροχή υφάλμυρου νερού που εμφανίζεται είναι της τάξης των $3 - 4 \text{ m}^3/\text{s}$, ενώ τους χειμερινούς μήνες η ελάχιστη παροχή φτάνει τα $8 - 10 \text{ m}^3/\text{s}$, ενώ η μέγιστη παροχή μπορεί να φτάνει τα $30 - 40 \text{ m}^3/\text{s}$ (Μπεζές 1983).

Εκτίμηση για τον μέσο ετήσιο όγκο εκφόρτισης της πηγής δίνεται με βάση την περίοδο 1968-1990 από την ΔΕΥΑΗ ως 232 εκατ. m^3 και διακύμανση μεταξύ 165 και 275 εκατ. m^3 .

Πρέπει να σημειωθεί ακόμη ότι σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί η μέγιστη παροχή της πηγής αναφέρεται ότι ανέρχεται σε 70 με 80m³/s, στοιχείο που δεν παρατηρήθηκε στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν. Η μέση ετήσια παροχή της πηγής του Αλμυρού υπολογίζεται στα 250 εκατ. m³ (Μαραμαθάς 2003).

Τα πρωτογενή στοιχεία μετρήσεων της Υ.Ε.Β. Ηρακλείου αφορούν στην παροχή της πηγής και στην συγκέντρωση χλωριόντων Αλμυρού Ηρακλείου. Στα στοιχεία υπήρχαν έτη χωρίς δεδομένα. Τα έτη αυτά εξαιρέθηκαν από την στατιστική επεξεργασία του δείγματος.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση, ο μέσος όρος του ετήσιου όγκου εκφόρτισης της πηγής είναι $Q_m = 264.509$ εκατ. m³ ενώ η τυπική απόκλιση προέκυψε ίση με $s = 30.566$ εκατ. m³.

Ο συντελεστής διακύμανσης (coefficient of variation) [$c_v = s / Q_m$] υπολογίσθηκε ίσος με 11.56 %.

Επειδή πρόκειται για ετήσια μεγέθη με μικρή σχετικά τυπική απόκλιση, η θεωρητική κατανομή πιθανοτήτων που ταιριάζει σε ένα τέτοιο δείγμα είναι η κανονική κατανομή. Με βάση το μέσο όρο και την τυπική απόκλιση βρέθηκε η ανηγμένη μεταβλητή της κανονικής κατανομής για δύο επίπεδα αστοχίας 10 % και 5 %, αντίστοιχα. Τα μεγέθη ετήσιου όγκου εκφόρτισης της πηγής για αυτά τα επίπεδα αστοχίας προέκυψαν 222.267 εκατ. m³ για 10% πιθανότητα αστοχίας και 214.229 εκατ. m³ για 5% πιθανότητα αστοχίας. Δηλαδή ο εγγυημένος ετήσιος όγκος νερού της πηγής για 10 και 5 % πιθανότητα αστοχίας είναι 222 και 214 εκατ. m³, αντίστοιχα.

3 Συγκέντρωση χλωριόντων

Όπως είναι γνωστό τα χλωριόντα είναι άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου και είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση. Προέρχονται κυρίως από τη διάβρωση των βράχων, και επειδή είναι πολύ ευκίνητα και ευδιάλυτα διεισδύουν στο έδαφος και στις παράκτιες περιοχές. Για το λόγο αυτό εντοπίζονται και στην πηγή του Αλμυρού, καθώς υπάρχει εισροή θαλασσινού νερού σε αυτή.

Στο σύνολό τους τα χλωριόντα δεν έχουν επιβλαβή επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν στο πόσιμο νερό γλυφή γεύση. Επειδή δεν έχει παρατηρηθεί τοξικότητα των χλωριόντων στον άνθρωπο δεν έχει καθορισθεί ανώτατο επίπεδο στο πόσιμο νερό.

Στην πηγή του Αλμυρού, η απότομη αύξηση της συγκέντρωσης των χλωριόντων στο νερό οφείλεται κυρίως στην είσοδο θαλασσινού νερού λόγω υφαλμύρωσης της πηγής.

Ωστόσο, η ποιότητα του νερού της πηγής δεν παραμένει σταθερή, αλλά μεταβάλλεται στο χρόνο. Συγκεκριμένα, αύξηση της βροχόπτωσης, ιδιαίτερα τους χειμερινούς μήνες, συνεπάγεται μείωση των χλωριόντων, δηλαδή καλύτερη ποιότητα. Αντίθετα, κατά το καλοκαίρι το φαινόμενο της υφαλμύρωσης είναι πιο έντονο, με αποτέλεσμα η συγκέντρωση των χλωριόντων να αυξάνεται και το νερό να είναι υφάλμυρο. Με βάση το διαθέσιμο δείγμα με δεδομένα από το 1968 έως το 2001, η συγκέντρωση της πηγής σε χλωριόντα μεταβάλλεται από $27 \text{ mg}\times\text{L}^{-1}$ που είναι η ελάχιστη τιμή, έως $5851 \text{ mg}\times\text{L}^{-1}$ που είναι η μέγιστη.

4 Διαγραμματική απεικόνιση

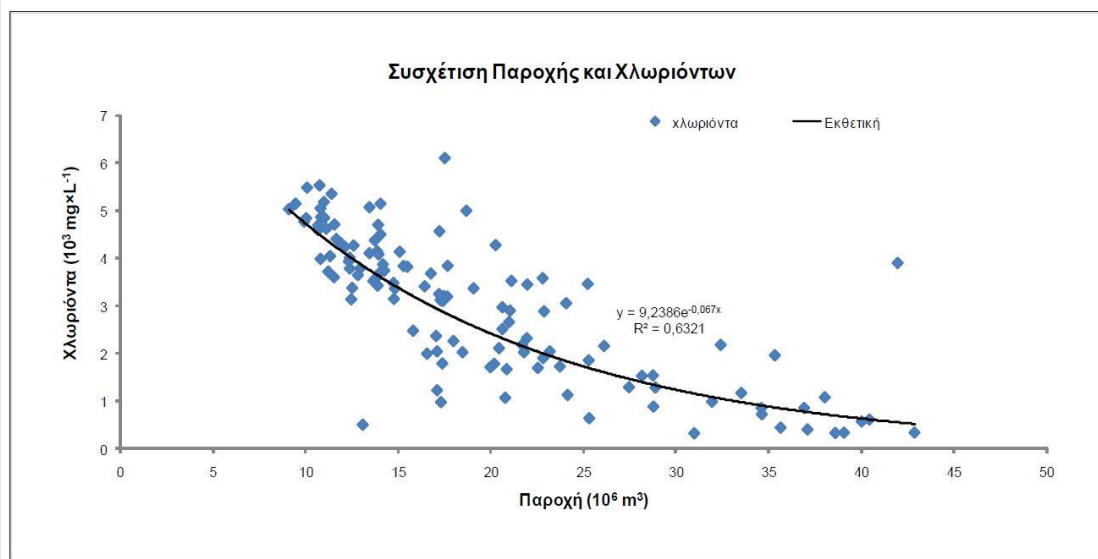
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα της συγκέντρωσης των χλωριόντων συναρτήσει της παροχής της πηγής.

Όπως είναι αναμενόμενο, τα δύο μεγέθη βρίσκονται σε αντίθετη κατεύθυνση. Τους χειμερινούς μήνες παρατηρείται αύξηση της παροχής και μείωση της συγκέντρωσης των χλωριόντων, ενώ κατά την καλοκαιρινή περίοδο παρατηρείται μείωση της παροχής και αύξηση της συγκέντρωσης των χλωριόντων (σχήμα Α).

Τέλος, στο σχήμα Β παρουσιάζεται το διάγραμμα συσχέτισης της παροχής της πηγής με την συγκέντρωση των χλωριόντων. Η ικανοποιητική συσχέτιση των δύο μεγεθών φαίνεται από την ικανοποιητική προσαρμογή της εκθετικής καμπύλης.



Σχήμα Α : Μηνιαία συγκέντρωση χλωριόντων και παροχής για την περίοδο 1967 -2000



Σχήμα Β : Συσχέτιση συγκέντρωσης χλωριόντων και παροχής για την περίοδο 1967 – 2000

Οι περιγραφές που ακολουθούν στην παράγραφο 3 με τα απαραίτητα τεχνικά, οικονομικά στοιχεία και τις αναμενόμενες επιπτώσεις δεν έχουν χαρακτήρα αποτελεσμάτων τεχνικής μελέτης που θα οδηγούσε σε πλήρη διαστασιολόγηση των απαιτούμενων έργων και ρεαλιστική εκτίμηση των προμετρήσεων και των οικονομικών στοιχείων της κάθε πρότασης. Στόχος των περιγραφών είναι να σημειωθούν κάποιες σημαντικές πλευρές της κάθε λύσης που πρέπει να συνυπολογίσουν οι ειδικοί στους οποίους είναι διαθέσιμη όλη η βιβλιογραφία. Στη φάση αυτή δεν κρίνεται σκόπιμο να υπάρξει ενδελεχής διαστασιολόγηση και ακριβής εκτίμηση του κόστους κάθε λύσης για δύο κυρίως λόγους:

Α) Η μεγάλη αβεβαιότητα στις τιμές των παραμέτρων και στη ποικιλία μικρών παραλλαγών που μπορούν να προταθούν.

Β) Η μέθοδος σύγκρισης που υιοθετείται στη μελέτη είναι αυτή της πολυκριτηριακής ανάλυσης που στηρίζεται σε μια σφαιρική (αλλά αδρομερή) αξιολόγηση που δεν απαιτεί απόλυτα τεχνικά και οικονομικά μεγέθη.

Πλήρης μελέτη της λύσης ή των λύσεων που θα προκριθούν θα γίνει σε επόμενο οριστικό στάδιο της διαδικασίας αξιοποίησης της πηγής.

Συνοπτικά οι 7 προτάσεις αξιοποίησης της πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου είναι:

1. ΑΝΥΨΩΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

Πρόκειται για την ανύψωση του υπάρχοντος φράγματος στα 20 m , την κατασκευή φράγματος αποθήκευσης ανάντη της πηγής με ταμιευτήρα χωρητικότητας 100 εκατ. m³ σε υψόμετρο 200-300 m, την άντληση του νερού της πηγής και τη μεταφορά του στον ταμιευτήρα και την παράλληλη δημιουργία μικρού υδροηλεκτρικού έργου (ΜΥΗΕ) ετήσιας παραγωγής 11 εκατ. kwh.

2. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΣΕ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

Η πρόταση στηρίζεται στην παρατήρηση ότι 1-2 μήνες το χειμώνα το νερό της πηγής είναι κατάλληλο για διάφορες χρήσεις. Υπάρχει πρόταση για φράγμα στον Ταβερώνα και ταμιευτήρα 10 – 22 εκατ. m³. Η πρόταση που αναλύεται παρακάτω αναφέρεται στον ταμιευτήρα των 22 εκατ. m³.

3. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΔΕΥΑΗ

Η πρόταση περιλαμβάνει κατασκευή αντλιοστασίου παρά την πηγή και σύνδεση του με την δεξαμενή Κέρης χωρητικότητας 750 m³ σε υψόμετρο +283, με χαλυβδοσωλήνα 1820 m διαμέτρου Φ500mm. Η πρόταση αφορά στην αξιοποίηση συνολικού ετήσιου όγκου νερού 1656000 m³ με άντληση σε 46 ημέρες.

4. ΣΤΟΑ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ

Η πρόταση αφορά στην ανόρυξη κύριας υδρομαστευτικής στοάς μήκους περί το 1.2-1.8 km με διατομή 18-20 m² και δύο κάθετων συμπληρωματικών στοών. Έχουν προταθεί δύο οριζοντιογραφικά εναλλακτικές λύσεις. Η παροχή του έργου εκτιμάται από τους προτείνοντες ότι θα είναι στα 13 – 30 m³/s.

5. ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Η κατασκευή εργοστασίου αφαλάτωσης κατάντη της πηγής για αφαλάτωση του υφάλμυρου νερού της πηγής. Σύμφωνα με εκτιμήσεις η παραγωγή 20 – 50.000 m³/d μπορεί να παράγεται από ένα μικρό εργοστάσιο αφαλάτωσης με κόστος περί τα 0.50-0.60 €/m³ και κατανάλωση ενέργειας που δεν ξεπερνά τα 3 kwh/m³.

6. ΥΠΟΓΕΙΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ (ΚΟΥΡΤΙΝΑ) / ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η κατασκευή διαφράγματος για την παρεμπόδιση εισόδου του θαλασσινού νερού στο καρστικό σύστημα του Αλμυρού. Η κατασκευή του υπόγειου διαφράγματος θα γίνει σε θέσεις που έχουν εντοπισθεί ότι αποτελούν πύλες εισόδου του θαλασσινού νερού στην περιοχή Μπαλί 25 km από το Ηράκλειο.

7. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

Η ανόρυξη ομάδας γεωτρήσεων ανάντη της πηγής στις περιοχές Κέρης – Τυλίσου – Βουλισμένο Αλώνι για την άμεση αξιοποίηση του γλυκού νερού πριν αναμειχθεί με το θαλασσινό νερό που εισρέει στο καρστικό σύστημα.

3.2 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Οι επικρατούσες υδρογεωλογικές συνθήκες καθώς και τα υφιστάμενα επίπεδα εκμετάλλευσης υποδηλώνουν πολύ σημαντικές δυνατότητες περαιτέρω γεωτρητικής εκμετάλλευσης του συστήματος τροφοδοσίας της πηγής του Αλμυρού Αγίου Νικολάου. Συνεπώς, η πρόταση αξιοποίησης παραμένει μία, αυτή της γεωτρητικής εκμετάλλευσης που μπορεί να επεκταθεί μελλοντικά με σημαντικά αποτελέσματα.

3.3 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΤΗΣ ΜΑΛΑΥΡΑΣ

Οι ετήσιες εκφορτίσεις των πηγών της Μαλαύρας, είναι της τάξης των 21 εκατ. m^3 , που αντιστοιχούν σε παροχές $2.400 m^3/h$ περίπου με περιεκτικότητα σε Cl^- περί τα 450-500 mg/L και αγωγιμότητα περίπου 2500 $\mu S/cm$.

Η παροχή της πηγής, εκτιμάται ότι είναι τουλάχιστον $1720 m^3/h$ ή περί τα $15 \times 10^6 m^3$ /έτος κατά την περίοδο των χαμηλών παροχών (φθινόπωρο), χωρίς να μπορούν να εκτιμηθούν οι μέγιστες παροχές.

Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία, οι πηγές της Μαλαύρας έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό εκμετάλλευσης καρστικών υφάλμυρων πηγών της χώρας. Συνεπώς, δεν προτείνονται επιπλέον εναλλακτικές προτάσεις αξιοποίησης των υφάλμυρων πηγών της Μαλαύρας, πέραν της υφιστάμενης αξιοποίησης.

4. ΟΙ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΕΣ

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι βαθμολογητές των προτάσεων αξιοποίησης των υφάλμυρων πηγών Αλμυρού Ηρακλείου, Αλμυρού Αγίου Νικολάου και Μαλαύρας. Στην περίπτωση φορέων οι βαθμολογητές ορίστηκαν από τους αντίστοιχους φορείς. Για την αξιοποίηση των πηγών της Μαλαύρας υπάρχει μόνο μία βασική πρόταση και επομένως δεν απαιτείται η υλοποίηση της επιλογής μέσω πολυκριτηριακής ανάλυσης.

Όπως προέκυψε από την ανάλυση των δυνατοτήτων μορφοποίησης εναλλακτικών λύσεων για τον Αλμυρό Αγ. Νικολάου, η πρόταση αξιοποίησης της πηγής είναι τελικά μία. Συνεπώς και στην περίπτωση αυτή δεν απαιτείται βαθμολόγηση από τους βαθμολογητές που είχαν ήδη επιλεγεί και που η σχετική λίστα (που τους περιλαμβάνει) επισυνάπτεται παρακάτω.

Τελικά οι βαθμολογητές για τον Αλμυρό Ηρακλείου είναι 26.

ΑΛΜΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΕΣ	
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ & ΤΡΟΦΙΜΩΝ Δ/ΝΣΗ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ, ΕΔΑΦΟΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	1
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΕΦΟΡΕΙΑ ΠΑΛΑΙΟΑΝΘΡΩΠΟΛΟΓΙΑΣ ΣΠΗΛΑΙΟΛΟΓΙΑΣ ΝΟΤΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	1
ΕΙΔΙΚΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΕΣ	3
ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ	3
ΠΡΩΗΝ ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ	3
ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ (ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ)	3
ΕΑΓΜΕ-ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΟΑΚ ΑΕ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΔΕΥΑ:	
ΔΕΥΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	1
ΔΕΥΑ ΜΑΛΕΒΙΖΙΟΥ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΙ ΔΗΜΟΥ:	
ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	1
ΔΗΜΟΣ ΜΑΛΕΒΙΖΙΟΥ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΙ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ:	
ΤΕΕ -ΤΑΚ	1
ΓΕΩΤΕΕ -ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ - ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΚΡΗΤΗΣ	1

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΙ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΩΝ:	
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΕΙΣ:	
WWF	1
ΣΥΝΟΛΟ	26

ΑΛΜΥΡΟΣ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΕΣ	
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ & ΤΡΟΦΙΜΩΝ Δ/ΝΣΗ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ, ΕΔΑΦΟΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	1
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΕΦΟΡΕΙΑ ΠΑΛΑΙΟΑΝΘΡΩΠΟΛΟΓΙΑΣ ΣΠΗΛΑΙΟΛΟΓΙΑΣ ΝΟΤΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	1
ΕΙΔΙΚΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΕΣ	3
ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ	3
ΠΡΩΗΝ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ	3
ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ (ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ)	3
ΕΛΓΜΕ-ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΟΑΚ ΑΕ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΔΕΥΑ:	
ΔΕΥΑ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΔΗΜΟΥ:	
ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΙ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ:	
ΤΕΕ -ΤΑΚ	1
ΓΕΩΤΕΕ -ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ - ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΙ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΩΝ:	
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΕΙΣ:	
WWF	1
ΣΥΝΟΛΟ	24

ΠΗΓΗ ΜΑΛΑΥΡΑΣ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΕΣ	
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ & ΤΡΟΦΙΜΩΝ Δ/ΝΣΗ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ, ΕΔΑΦΟΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	1
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΕΦΟΡΕΙΑ ΠΑΛΑΙΟΑΝΘΡΩΠΟΛΟΓΙΑΣ ΣΠΗΛΑΙΟΛΟΓΙΑΣ ΝΟΤΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	1
ΕΙΔΙΚΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΕΣ	3
ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ	3
ΠΡΩΗΝ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ	3
ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ (ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ)	3
ΕΑΓΜΕ-ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΩΝ (ΤΟΕΒ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ)	
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΟΑΚ ΑΕ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΔΕΥΑ:	
ΔΕΥΑ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΔΗΜΟΥ:	
ΔΗΜΟΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΙ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ:	
ΤΕΕ -ΤΑΚ	1
ΓΕΩΤΕΕ -ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ - ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΙ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΩΝ:	
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	1
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΕΙΣ:	
WWF	1
ΣΥΝΟΛΟ	24

5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό καταβάλλεται προσπάθεια διαμόρφωσης των εναλλακτικών προτάσεων με τα τεχνικά και οικονομικά τους χαρακτηριστικά. Επίσης γίνεται μια εκτίμηση των επιπτώσεων που συνοδεύουν κάθε λύση στο περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία.

Είναι προφανές ότι κάθε λύση αντιμετωπίζεται ως μοναδική χωρίς να εξετάζονται διαφοροποιήσεις και μικρές αλλαγές που ενδεχομένως θα μπορούσαν να βελτιώσουν την προτεινόμενη λύση. Τη δυνατότητα βελτίωσης ορισμένων τμημάτων μιας λύσης θα μπορούσε να εξετασθεί στη ανάλυση ευαισθησίας αφού έχει ολοκληρωθεί η βασική επιλογή των αποδεκτών λύσεων. Εναλλακτικές λύσεις στην ίδια λύση δεν εξετάζονται. Η προσπάθεια των μελετητών είναι ο σχεδιασμός κάθε λύσης να είναι ή να πλησιάζει τη βέλτιστη εκδοχή της λύσης.

Για την περιγραφή κάθε λύσης είναι προφανές ότι απαιτείται ένας προκαταρκτικός σχεδιασμός ώστε να προσδιορισθούν τα βασικά μεγέθη της λύσης που στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθούν και στις προμετρήσεις και στον προϋπολογισμό. Είναι λογικό να υποστηριχθεί ότι ενδεχομένως σε άλλο στάδιο (π.χ. Προμελέτη, Οριστική μελέτη), τα στοιχεία του σχεδιασμού αλλά κυρίως οι προμετρήσεις και ο προϋπολογισμός να διαφοροποιηθούν σημαντικά. Το γεγονός βέβαια αυτό δεν ανατρέπει τη χρησιμότητα της μελέτης αυτής που αν μη τι άλλο ελπίζεται να καταλήξει (κάτω από προϋποθέσεις) στη πιο αποδοτική και πρόσφορη λύση. Τέλος, υπάρχει το ενδεχόμενο περισσότερες της μιας λύσεις να έχουν παραπλήσια βαθμολογία. Σαυτή την περίπτωση θα είναι επιβεβλημένος ένας δεύτερος γύρος συγκρίσεων που θα στηρίζεται σε λεπτομερέστερη ανάλυση και σχεδιασμό των αποδεκτών λύσεων που προηγούνται στη βαθμολογία του 1^{ου} σταδίου. Στο πλαίσιο ενός τέτοιου προχωρημένου σταδίου θα μπορούσαν να εξετασθούν και συγκεκριμένες υβριδικές λύσεις που θα εδράζονται στις επιλεγείσες λύσεις.

Για την περιγραφή των λύσεων που ακολουθεί χρησιμοποιήθηκαν όλες οι διαθέσιμες πηγές, που αναλύθηκαν, συμπληρώθηκαν και προσαρμόστηκαν στις σημερινές και μελλοντικές συνθήκες. Κάθε λύση περιλαμβάνει την παραγωγή νερού για ανθρώπινη κατανάλωση και την αποθήκευση και μεταφορά του στα κέντρα κατανάλωσης (στη περίπτωση του Αλμυρού Ηρακλείου όλες οι λύσεις καταλήγουν στο δίκτυο της ΔΕΥΑΗ μέσω της δεξαμενής της Κέρης).

Από πλευράς δομής η παρουσίαση κάθε λύσης γίνεται σε 3 στάδια:

A) Τεχνικά Στοιχεία

B) Οικονομικά στοιχεία

Γ) Επιπτώσεις

Οι βαθμολογητές βαθμολογούν κάθε κριτήριο για κάθε λύση από το 0 μέχρι το 5 (βέλτιστη λύση) με ευχέρεια 2 δεκαδικών ψηφίων. Επίσης οι βαθμολογητές μπορούν να σχολιάσουν κάθε λύση σε ειδικό χώρο για σχόλια.

5.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΑΛΜΥΡΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

5.1.1 Ανάλυση και παρουσίαση προτάσεων

Πρόταση 1.

ΑΝΥΨΩΣΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ¹

Α) Τεχνικά Στοιχεία

Είναι γνωστό ότι αμέσως κατάντη της πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου δημιουργήθηκε ένας πολύ μικρός ταμιευτήρας ως αποτέλεσμα εγκλωβισμού του νερού της πηγής από μικρό φράγμα από σκυρόδεμα που κατασκευάστηκε μπροστά στη πηγή.

Η βασική ιδέα της πρότασης είναι ότι με την ανύψωση του φράγματος στα 20 m αντί του σημερινού ύψους 10 m (με μήκος στέψης 200 m) με αναμενόμενο αποτέλεσμα η ποιότητα του συλλεγόμενου νερού θα βελτιωθεί σε επίπεδο κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση αλλά και για άλλες χρήσεις όπως η άρδευση γεωργικών εκτάσεων.

Η ιδέα ξεκίνησε με πείραμα μερικής ανύψωσης κατά 10 m που έγινε από την Πολυεθνική Επιστημονική Ομάδα του FAO την περίοδο 1967-71, χωρίς όμως αξιοσημείωτα αποτελέσματα.

Όπως αποδείχθηκε πειραματικά υπάρχει η άμεση αντίστροφη συσχέτιση της παροχής της πηγής με τη συγκέντρωση αλάτων. Για παροχές μικρότερες των 4 m³/s η αλατότητα είναι μεγαλύτερη από 5 gr/L, ενώ για παροχές πάνω από 12 m³/s είναι μικρότερη από 0.4 gr/L.

Με βάση τη μεγάλη παροχή των 12 m³/s που διατηρείται για περίπου 2 μήνες το νερό της πηγής, περίπου 60 εκατ. m³ το έτος (κατά μέσο όρο) μεταφέρονται σε ταμιευτήρα που θα

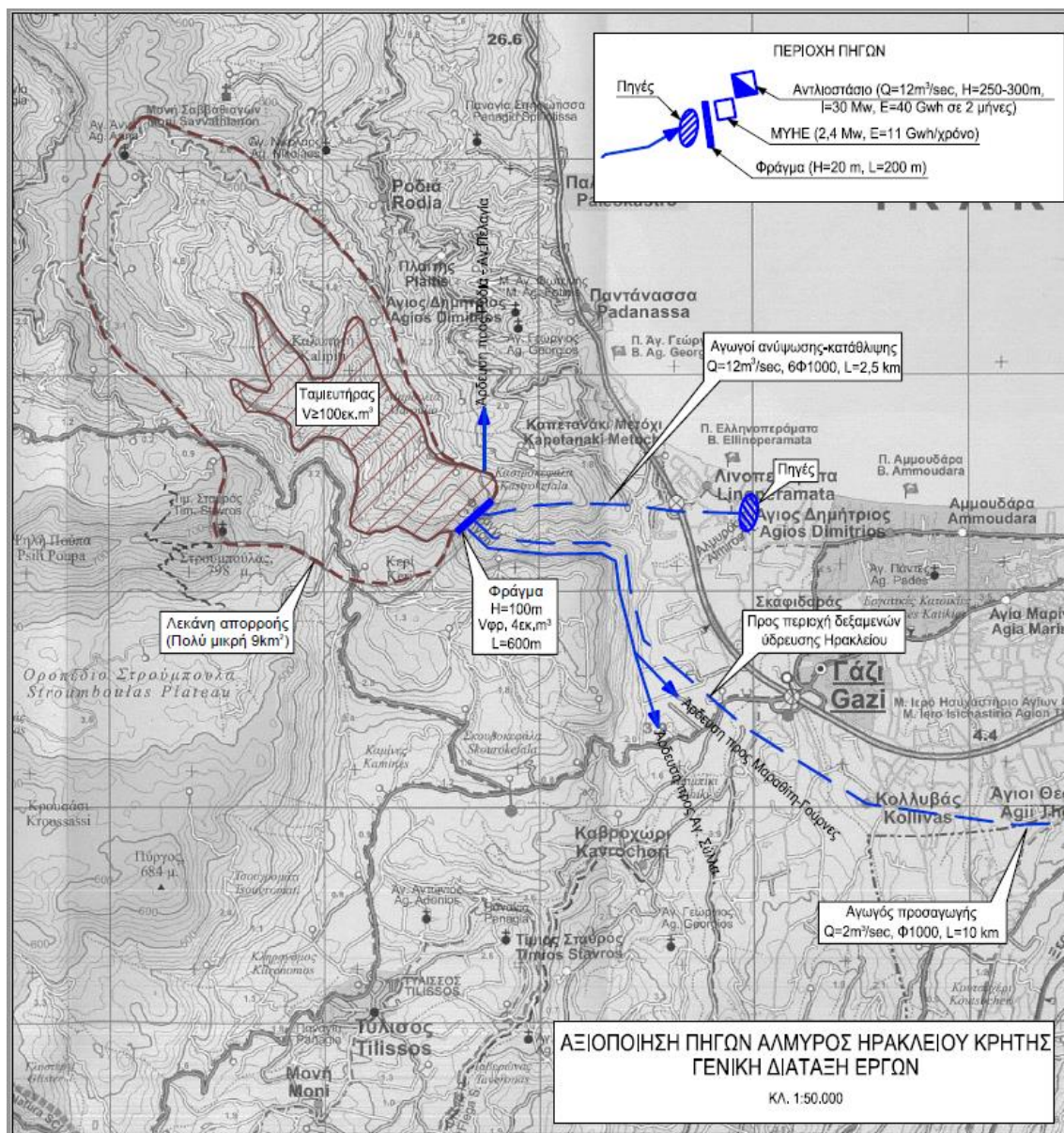
¹ ΝΤΑΣΚΑΣ, Α., 2018. ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

κατασκευασθεί σε υψόμετρο 200-300 m, ανάντη της θέσης της πηγής χωρητικότητας 100 εκατ. m³ με άντληση και σύστημα 6 καταθλιπτικών Φ1000 και μήκους 2.5 km.

Σημειώνεται ότι σύμφωνα με την πρόταση ο ταμιευτήρας θα δημιουργηθεί με την κατασκευή φράγματος ύψους 100 m και μήκους στέψης 600 m. Στον ταμιευτήρα θα εισρέει επίσης και το επιφανειακό νερό από τη λεκάνη απορροής του φράγματος που φαίνεται στο χάρτη της πρότασης σε κλίμακα 1:50000 που ακολουθεί.

Το νερό από τον ταμιευτήρα θα συνδεθεί με το δίκτυο ύδρευσης του Ηρακλείου (Δεξαμενή Κέρης) στο οποίο θα συμβάλλει με μια ποσότητα 20 εκατ. m³ ετησίως, ενώ μια ποσότητα τουλάχιστον 30 εκατ. m³ θα δίνεται σε αρδευτικά δίκτυα όπως φαίνεται στον χάρτη για την άρδευση γεωργικών εκτάσεων με υψόμετρα κάτω των +250 m.

Τέλος με την ανύψωση του υπάρχοντος φράγματος στα 20 m μπορεί να κατασκευασθεί ένα μικρό υδροηλεκτρικό έργο (ΜΥΗΕ) ισχύος 2.4 MW ετήσιας παραγωγής 11 εκατ. kwh.



Εικόνα 5-1 Χάρτης γενικής διάταξη των έργων της πρότασης

Β) Οικονομικά στοιχεία

Σύμφωνα με τους προτείνοντες τη λύση, η δαπάνη του έργου (το οποίο περιλαμβάνει εκτός των φραγμάτων και δίκτυο μεταφοράς μέχρι τις δεξαμενές του Ηρακλείου εκτιμάται στα 100 εκατ. ευρώ με το κόστος του διατιθέμενου νερού στο δίκτυο να φτάνει στα $0.28\text{ ευρώ}/\text{m}^3$.

Επίσης οι προτείνοντες προσβλέπουν στην απόδοση των γεωργικών εκτάσεων 100000 στρεμμάτων με άλλη επιπλέον επένδυση 50 εκατ. ευρώ.

Το κόστος κατασκευής του μικρού υδροηλεκτρικού έργου εκτιμάται σε 4 εκατ. ευρώ.

Σύμφωνα με τους προτείνοντες η πρόταση είναι ευσταθής επιχειρηματικά με πώληση της μονάδας νερού 0.50 ευρώ/m³.

Σημειώσεις Μελετητών: Η πρόταση περιλαμβάνει α) την κατασκευή (ανύψωση) φράγματος ύψους 20 m, β) την κατασκευή φράγματος χωρητικότητας 100 εκατ. m³ γ) συστάδα 5 καταθλιπτικών αγωγών Φ1000 μήκους 2.5 km (δηλ. συνολικά 12.5 km αγωγοί) δ) δίκτυο μεταφοράς μέχρι τη δεξαμενή της Κέρης της ΔΕΥΑΗ (μήκους 1 Km), ε) την κατασκευή ενός μικρού υδροηλεκτρικού ισχύος 2.4 MW και ζ) αντλιοστάσιο 62000 kw

Για την εξασφάλιση της εφικτότητας κατασκευής αυτών των έργων δεν υπάρχει καμία (τουλάχιστον) προμελέτη που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπάρξει μια στοιχειώδης προμέτρηση υλικών και υπηρεσιών και να εξαχθεί ένας ενδεικτικός προϋπολογισμός. Με υπόθεση εργασίας ότι τα προτεινόμενα έργα μπορούν να κατασκευασθούν χωρίς ανυπέρβλητες δυσκολίες και με βάση τους πιο πρόσφατους προϋπολογισμούς αντίστοιχων έργων στην Κρήτη (Φράγμα Παπαδιανών στα Χανιά - Μελέτη Ταυρωνίτη: ΕΜΠ, Επιστ. Υπευθ. Γ. Τσακίρης, και Μελέτη Αγωγού Παπαδιανά- Πλάτανος Δ. Κισάμου- Μελετητής Seeman Environmental) έγινε προσπάθεια για μια πρώτη εκτίμηση του αναμενόμενου κόστους των προτεινόμενων έργων.

Τα στοιχεία κόστους αρχικής επένδυσης είναι για τις παραπάνω κατηγορίες δαπανών α) 25 εκατ. ευρώ, β) 150 εκατ. ευρώ, γ) 6.25 εκατ. ευρώ, δ) 0.2 εκατ. ευρώ, ε) 5 εκατ. ευρώ, ζ) 37 εκατ. ευρώ. Δηλαδή το συνολικό κόστος πλησιάζει σε αρχική δαπάνη εκτιμάται περί τα 220 εκατ. ευρώ (χωρίς το κόστος του μικρού υδροηλεκτρικού εργοστασίου).

Σημειώνεται ότι στις παραπάνω δαπάνες δεν υπολογίσθηκαν οι δαπάνες αγωγών για περιοχές που θα αρδευθούν, ούτε οι απαιτούμενες απαλλοτριώσεις (εκτός αυτών που αντιστοιχούν αναλογικά με το Φράγμα Παπαδιανών) αλλά ούτε και οι πρόσδοι από το μικρό Υ/Ε έργο. Ιδιαίτερα για τις απαλλοτριώσεις στις συνολικές δαπάνες του φράγματος Παπαδιανών είχαν ληφθεί 10 εκ. ευρώ, ενώ στο παρόν φράγμα το κόστος αυτό ληφθηκε ίσο με 20 εκ. ευρώ. Ενδεχομένως, η εκτίμηση αυτή είναι συντηρητική αλλά σε κάθε περίπτωση υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης μεγαλύτερης δαπάνης με βάση την ανάλυση ευαισθησίας που εκπονήθηκε στην παρούσα μελέτη και παρουσιάζεται στο αντίστοιχο κεφάλαιο, καθώς και την πρόβλεψη για 20% απρόβλεπτα όπως παρουσιάζεται παρακάτω.

Με μια περισσότερο αναλυτική προσέγγιση (εξαιρώντας τα περί μικρού Υ/Η έργου), οι αρχικές δαπάνες κατασκευής 1) φραγμάτων : 175 εκατ. ευρώ, 2) αγωγών 6.45 εκατ. ευρώ και αντλιοστασίου 37 εκατ. ευρώ, δίνουν σε ετήσια βάση $7.32 + 0.33 + 2.72 = 10.37$ εκατ. ευρώ ανά έτος. Για ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης των φραγμάτων (0.88 εκατ. ευρώ), των αγωγών (0.07 εκατ. ευρώ) και των αντλιοστασίου (0.04 εκατ. ευρώ). Το ενεργειακό κόστος για την άντληση εκτιμάται σε 8.93 εκατ. ευρώ ετησίως.

Συνεπώς η τιμή μονάδας όγκου νερού (με 20% απρόβλεπτα) διαμορφώνεται στο ποσό 0.50 ευρώ για παραγωγή και διάθεση 50 εκατ. m^3 ετησίως (20 εκατ. στο δίκτυο της ΔΕΥΑΗ και 30 για άρδευση γεωργικών εκτάσεων).

Γ) Επιπτώσεις

Η πρόταση δεν αναφέρεται σε επιπτώσεις στο περιβάλλον και στους πόρους. Όμως είναι σημαντικό να συνυπολογίζονται ενδεχόμενα όπως η εκτροπή της πηγής και η διαφορετική θέση εκφόρτισης της σε περίπτωση ανύψωσης του υπάρχοντος φράγματος κατά 10 επιπλέον μέτρα. Υπάρχει δηλαδή το ενδεχόμενο να συμβεί η πηγή να μετατραπεί σε υποθαλάσσια ή να απομακρυνθεί από την αρχική θέση της λόγω των περίπλοκων διαδρομών του νερού μέσα στο καρστικοποιημένο γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής λόγω της μεταβολής της υδροστατικής πίεσης στον μικρό ταμιευτήρα της πηγής.

Η κατασκευή τόσων έργων σε μια μικρή ακτίνα από τη θέση εκφόρτισης της πηγής προφανώς και θα αλλοιώσει το περιβάλλον στην περιοχή και θα δημιουργήσει μεγάλη όχληση στην περιοχή κυρίως στη φάση της κατασκευής των φραγμάτων.

Το κυριότερο όμως θέμα που σχετίζεται με την πρόταση είναι η μη ύπαρξη στοιχειώδους διερεύνησης για την κατασκευή του μεγάλου φράγματος.

Μεγαλύτερες επιπτώσεις αναμένεται να έχει η κατασκευή του μεγάλου φράγματος ύψους 100 m, μήκους στέψης 600 m και χωρητικότητας περί τα 100 εκατ. m^3 . Το έργο είναι ιδιαίτερα μεγάλο συγκρινόμενο με άλλα έργα που έχουν γίνει ή και σχεδιάζονται στην Περιφέρεια της Κρήτης που είναι όλα μικρότερα των 30 εκατ. m^3 .

Πρόταση 2.

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΣΕ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ²

Α) Τεχνικά στοιχεία

Η πρόταση στηρίζεται στην παρατήρηση ότι 1-2 μήνες το χειμώνα το νερό της πηγής είναι κατάλληλο για διάφορες χρήσεις. Η πρόταση συνίσταται στη μεταφορά γλυκού νερού της πηγής για ένα μήνα σε ταμιευτήρα που θα δημιουργηθεί στον χείμαρρο Ταβερώνα κοντά στην Τύλισσο. Η υπάρχουσα πρόταση στηρίζεται σε προκαταρκτικά στοιχεία για την καταλληλότητα της θέσης που προτείνει. Υπάρχει πρόταση για φράγμα στον Ταβερώνα με ταμιευτήρα 10 – 22 εκατ. m^3 , με υψόμετρα υπερχειλιστή +120 και + 140 m, αντίστοιχα.

Στη συνέχεια η παρουσίαση της πρότασης βασίζεται στον μεγαλύτερο ταμιευτήρα των 22 εκατ. m^3 , με φράγμα ύψους 88m τα χαρακτηριστικά του οποίου είναι:

Υψόμετρου φυσικού εδάφους στον άξονα: +52

Ανώτατη Στάθμη Αποθήκευσης: +140

Κατώτατη Στάθμη Αποθήκευσης: +85

Επιφάνεια νερού στον ταμιευτήρα : 0.8 km^2

Ωφέλιμη χωρητικότητα : 21 εκατ. m^3

Νεκρός όγκος: 1 εκατ. m^3

Συνεπώς η πρόταση περιλαμβάνει μεταφορά με καταθλιπτικό αγωγό (ους) 15 εκατ. m^3 από την πηγή σε ένα περίπου μήνα και την αποθήκευση επιπλέον 6 εκατ. m^3 από τα επιφανειακά νερά της λεκάνης απορροής σε ετήσια βάση.

Με βάση τα παραπάνω ο ετήσιος εκμεταλλεύσιμος όγκος νερού της πηγής είναι 15 εκατ. m^3 και 6 εκατ. m^3 κατά μέσο όρο ανά έτος με μέσο όγκο ετήσιας απόληψης περί τα 21 εκατ. m^3 .

² ΒΕΡΓΗΣ, Γ., 2006. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΥΛΙΣΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ ΓΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΩ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ, ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΕΜΠ

Δυστυχώς δεν υπάρχουν στοιχεία για το απαιτούμενο αντλιοστάσιο, τους απαραίτητους καταθλιπτικούς αγωγούς και τους αγωγούς σύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΥΑΗ.

Μια προσπάθεια έγινε από τους μελετητές για την εκτίμηση των μεγεθών αυτών σχεδιασμού σε επίπεδο αναγνωριστικής μελέτης που ακολουθεί. Η πρόταση των μελετητών είναι η μεταφορά νερού από την πηγή να είναι σε δύο μήνες αντί του ενός που έχει αρχικά προταθεί.

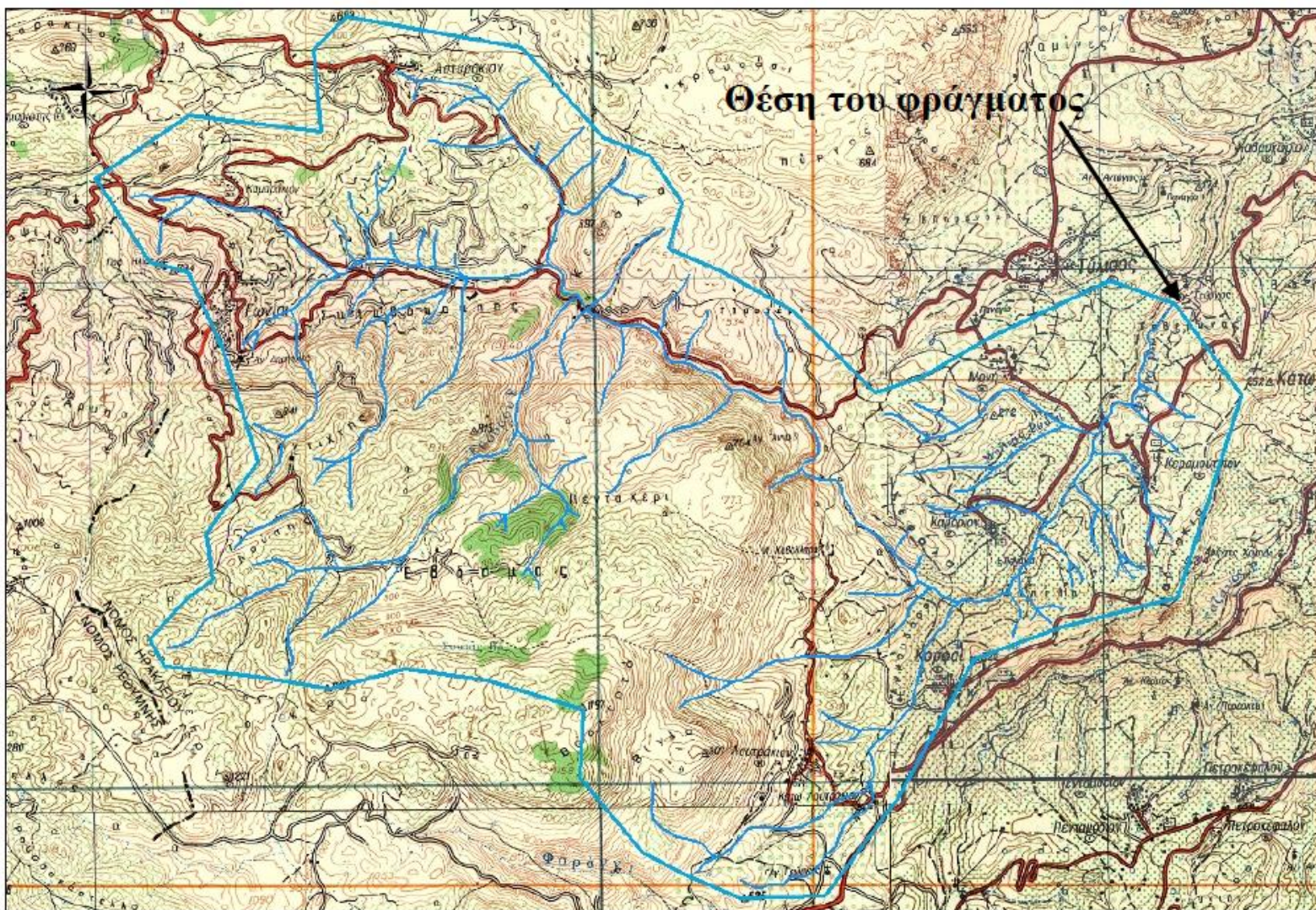
Με βάση τα δεδομένα που παραθέτει η πρόταση (και την παραπάνω βελτιωτική διόρθωση) απαιτούνται 2 παράλληλοι καταθλιπτικοί χαλύβδινοι αγωγοί Φ1000 για μια απόσταση περί τα 6.2 km (δηλ. συνολικά 12.4 km αγωγού). Το μανομετρικό ύψος εκτιμάται στα 150 m περίπου.

Τέλος, ο αγωγός σύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΥΑΗ (Δεξαμενή Κέρης +283) εκτιμάται ότι θα είναι χαλυβδοσωλήνας Φ600 και μήκους 3 km. Ο αγωγός θα είναι καταθλιπτικός και το επιπλέον απαιτούμενο μανομετρικό μέχρι τη δεξαμενή της Κέρης περί τα 150m.

Αμέσως παρακάτω παρουσιάζονται οι χάρτες που δείχνουν την προτεινόμενη θέση του φράγματος και τη λεκάνη απορροής (έκτασης 51.64 km²) του χειμάρρου Ταβερώνα.



Εικόνα 5-2 Χάρτης με τη θέση του προτεινόμενου φράγματος



Εικόνα 5-3 Χάρτης λεκάνης απορροής Ταβερώνα

B) Οικονομικά στοιχεία

Επειδή στην πρόταση δεν υπάρχουν οικονομικά στοιχεία έγινε μια προσπάθεια εκτίμησης από τους μελετητές. Με υπόθεση εργασίας ότι τα προτεινόμενα έργα μπορούν να κατασκευασθούν χωρίς ανυπέρβλητες δυσκολίες και με βάση τους πιο πρόσφατους προϋπολογισμούς αντίστοιχων έργων στην Κρήτη (Φράγμα Παπαδιανών στα Χανιά- Μελέτη Ταυρωνίτη: ΕΜΠ, Επιστ. Υπευθ. Γ. Τσακίρης, και Μελέτη Αγωγού Παπαδιανά - Πλάτανος Δ. Κισάμου- Μελετητής SEEMAN Environmental) έγινε μια πρώτη εκτίμηση του αναμενόμενου κόστους των προτεινόμενων έργων για την αξιοποίηση **συνολικού ετήσιου όγκου νερού 21 εκατ. m³.**

Κόστος κατασκευής του φράγματος: 70 εκατ. ευρώ

Καταθλιπτικοί αγωγοί: 6.2 εκατ. ευρώ

Αγωγός σύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΥΑΗ: 0.6 εκατ. ευρώ.

Αντλιοστάσιο: 8.4 εκατ. ευρώ

Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης φράγματος: 0.40 εκατ. ευρώ

Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης αγωγών: 0.07 εκατ. ευρώ

Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης αντλιοστασίου: 0.16 εκατ. ευρώ

Ετήσιο κόστος ενέργειας: 2.16 εκατ. ευρώ

Σύνολο ετήσιων δαπανών: 6.672 εκατ. ευρώ

Ανηγμένο κόστος μονάδας όγκου νερού (με 20% απρόβλεπτα): 0.38 ευρώ

Σημείωση: Στο κόστος κατασκευής του φράγματος περιλαμβάνεται εκτίμηση για κόστος απαλλοτριώσεων 10 εκ. ευρώ, όπως στην περίπτωση του Φράγματος Παπαδιανών.

Πρόταση 3.

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΔΕΥΑΗ³

Α) Τεχνικά Στοιχεία

Η πρόταση αναφέρεται στην κατασκευή αντλιοστασίου παρά την πηγή και σύνδεση του με τον αγωγό της Τυλίσου, με αγωγό μήκους 1630m διαμέτρου 500mm, κατά μήκος του επαρχιακού δρόμου. Η μέγιστη υψομετρική διαφορά είναι 40 m αλλά προϋποθέτει κατασκευή δεξαμενής και booster pump επιπρόσθετων 40 m για την κάλυψη υψομετρικά των δεξαμενών της χαμηλής ζώνης του Ηρακλείου. Με την κατασκευή και λειτουργία του φράγματος Αποσελέμη που αποτελεί πλέον σημαντικό τροφοδότη του συστήματος υδροδότησης του Ηρακλείου, η ανάγκη απευθείας χρησιμοποίησης του νερού της πηγής κατά τις ημέρες γλυκού νερού (κατά μέσο όρο 46 με $[Cl^-] < 300 \text{ ppm}$) είναι ενδεδειγμένη έστω και αν η ενίσχυση αυτή είναι σχετικά μικρή σε σχέση με τις ανάγκες του Ηρακλείου.

Σύμφωνα με την πρόταση προβλέπεται άντληση κατά μέσο όρο 1500 m³ την ώρα επί 46 ημέρες ετησίως που ισοδυναμεί με 1,656,000 m³ που θα διοχετεύεται στο σύστημα υδροδότησης του Ηρακλείου. Ο όγκος αυτός νερού καλής ποιότητας θα αντικαθιστά την αντίστοιχη ποσότητα που χρησιμοποιείται από τον ταμιευτήρα Αποσελέμη, εμμέσως αποθηκεύοντας την στον ταμιευτήρα ως απόθεμα για περιόδους αυξημένης ζήτησης. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η ημερήσια κατανάλωση του Ηρακλείου είναι της τάξης των 50,000 m³, η ημερήσια άντληση από την πηγή του Αλμυρού και διάθεση 36,000 m³ κατά τις «ημέρες γλυκού νερού» ισοδυναμεί με το 72% περίπου της ζήτησης για την αντίστοιχη περίοδο των 46 ημερών.

Στα Σχήματα Α & Β απεικονίζονται οι δύο εναλλακτικές προτάσεις σύνδεσης της πηγής Αλμυρού με το δίκτυο της ΔΕΥΑΗ.

1. Η πρώτη περιλαμβάνει κατασκευή αντλιοστασίου παρά την πηγή και σύνδεση του με τον αγωγό της Τυλίσου, με αγωγό 1630 μέτρων διαμέτρου 500mm, κατά μήκος του επαρχιακού δρόμου. Η μέγιστη υψομετρική διαφορά είναι μόλις 40 μέτρα αλλά προϋποθέτει κατασκευή δεξαμενής και booster pump

³ ΠΑΠΑΜΑΤΘΑΙΑΚΗΣ, Χ., ΠΑΡΙΤΣΗΣ, Σ., ΣΟΦΙΟΥ, Π., 2017 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΠ' ΕΥΘΕΙΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΙΣ «ΗΜΕΡΕΣ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ». ΔΕΥΑΗ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ.

επιπρόσθετων 40 μέτρων για την κάλυψη υψομετρικά των δεξαμενών της χαμηλής ζώνης του Ηρακλείου.

2. Η δεύτερη περιλαμβάνει κατασκευή αντλιοστασίου παρά την πηγή και σύνδεση του με την δεξαμενή Κέρης χωρητικότητας 750 m^3 σε υψόμετρο +283, με χαλυβδοσωλήνα 1820 m διαμέτρου $\Phi 500\text{mm}$. Επιπρόσθετα της ύπαρξης δεξαμενής η λύση αυτή καλύπτει υψομετρικά την χαμηλή ζώνη του Ηρακλείου αλλά συνοδεύεται με σχετικά υψηλό ενεργειακό κόστος λειτουργίας.

Από τις δύο εναλλακτικές λύσεις στη μελέτη αυτή επιλέγεται η δεύτερη ως πλέον άρτια τεχνικά. Τα οικονομικά στοιχεία που ακολουθούν αναφέρονται στη δεύτερη λύση.

Β) Οικονομικά στοιχεία

Στα οικονομικά στοιχεία περιλαμβάνονται το κόστος της κατασκευής των έργων (αρχική δαπάνη) και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Τα οικονομικά αυτά μεγέθη για την αξιοποίηση **1.656 εκατ. m^3 ετησίως**, σε επίπεδο αναγνωριστικής μελέτης, έχουν ως εξής:

Κόστος καταθλιπτικού αγωγού: 370000 ευρώ

Κόστος αντλιοστασίου: 1200000 ευρώ

Ετήσιο ενεργειακό κόστος: 220800 ευρώ

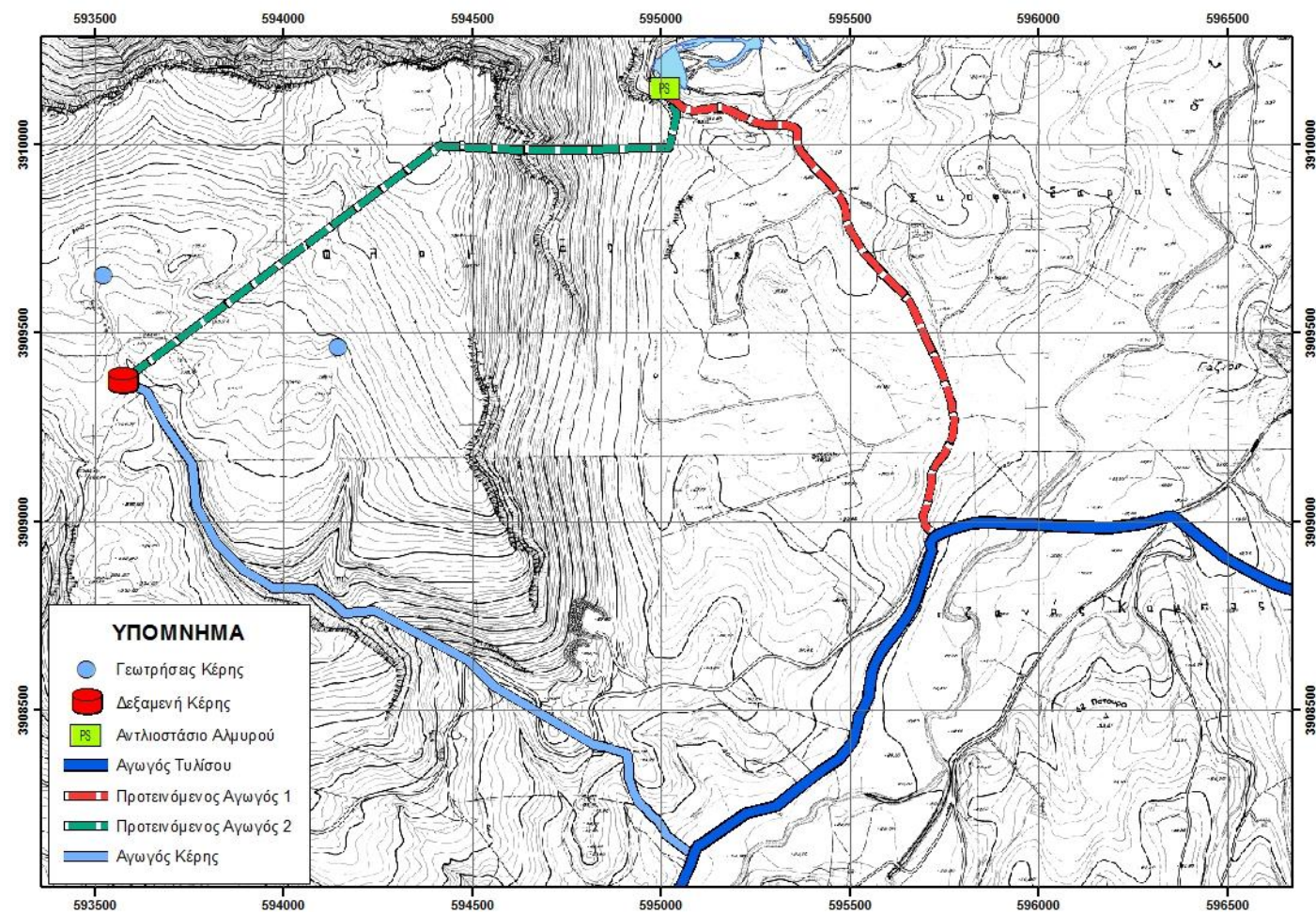
Κόστος συντήρησης αγωγών: 3700 ευρώ/έτος

Κόστος συντήρησης αντλιοστασίου: 24000 ευρώ/έτος

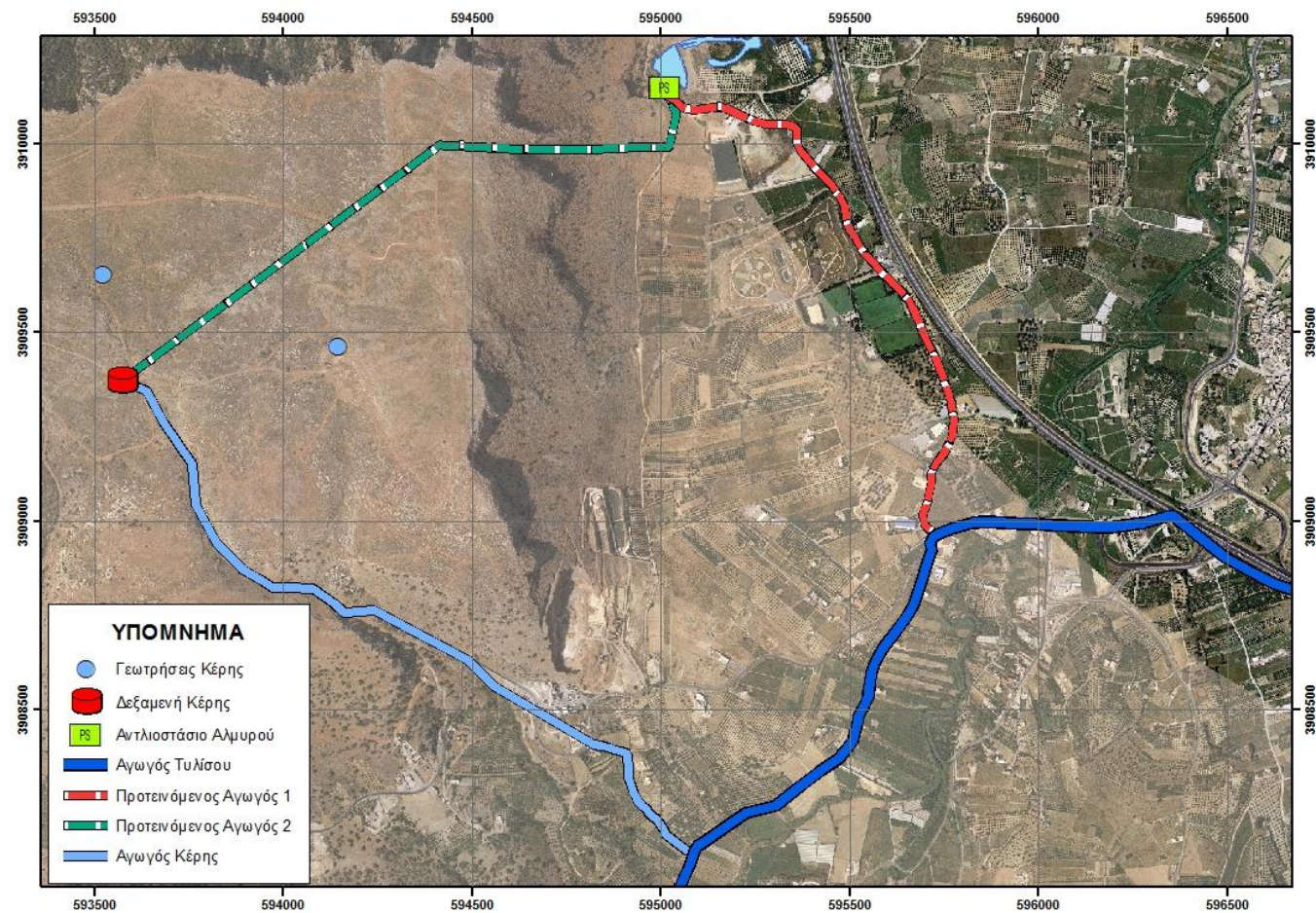
Συνολικό κόστος ανά έτος: 355500 ευρώ

Ανηγμένο κόστος m^3 νερού (με απρόβλεπτα 20%): 0.26 ευρώ/ m^3

Σημειώνεται ότι η τιμή αυτή κρίνεται ικανοποιητική σε σχέση με άλλες προτάσεις/λύσεις με βασικό όμως μειονέκτημα τη μικρή ποσότητα εκμετάλλευσης που φτάνει μόλις τα 1.656 εκατ. m^3 /έτος.



Εικόνα 5-4 Εναλλακτικές προτάσεις σύνδεσης της πηγής Αλμυρού με το δίκτυο της ΔΕΥΑΗ σε υπόβαθρο φύλλων χάρτη ΓΥΣ 1:5000. Με πράσινη σήμανση είναι η πρόταση που εξετάζεται περαιτέρω



Εικόνα 5-5

Εναλλακτικές προτάσεις σύνδεσης της πηγής Αλμυρού με το δίκτυο της ΔΕΥΑΗ σε υπόβαθρο ορθο-αεροφωτογραφιών. Με πράσινη σήμανση είναι η πρόταση που εξετάζεται περαιτέρω.

Γ) Επιπτώσεις

Οι επιπτώσεις στην περιοχή αναφέρονται κυρίως στην κατασκευή του καταθλιπτικού αγωγού από την πηγή μέχρι τη Δεξαμενή της Κέρης. Η επίπτωση στο περιβάλλον όμως κρίνεται παροδική.

Όχληση στο περιβάλλον της πηγής θα δημιουργεί και η λειτουργία του αντλιοστασίου κατά τις ημέρες λειτουργίας.

Σε γενικές γραμμές οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές και για περιορισμένο χρόνο.

Πρόταση 4.

ΣΤΟΑ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ⁴

Α) Τεχνικά Στοιχεία

Η πρόταση αφορά στην ανόρυξη κύριας υδρομαστευτικής στοάς μήκους περί το 1.2-1.8 km με διατομή 18-20 m² και δύο κάθετων συμπληρωματικών στοών.

Η ιδέα αυτή διατυπώθηκε για πρώτη φορά το 1969. Οι ερευνητές της πρότασης διαπίστωσαν ότι η κατασκευή ενός τέτοιου έργου ανάντη της πηγής Αλμυρού (ευρύτερη περιοχή Κέρης), θα μπορούσε να δώσει μεγάλες παροχές νερού κατάλληλου για ανθρώπινη κατανάλωση.

Η σημαντικότερη υδροφορία των ασβεστόλιθων "Τριπόλεως" (γεωτεκτονική ζώνη "Γαβρόβου – Τριπόλεως") στηρίζεται στην δημιουργία καρστικών αγωγών, μέσω των οποίων το νερό κινείται με μεγάλη ευκολία. Μία σχεδόν οριζόντια υδρομαστευτική στοά θα μπορούσε να εκμεταλλευτεί τους καρστικούς αγωγούς "γλυκού νερού", σε αντίθεση με τις γεωτρήσεις, στις οποίες υπάρχει μεγάλη πιθανότητα διάτρησης καρστικού αγωγού "υφάλμυρου νερού".

Τα παραπάνω είναι ευκολότερο να κατανοηθούν στο σχήμα που ακολουθεί (Εικόνα 5-6), στο οποίο δίνεται σχηματική τομή διεύθυνσης ΔΝΔ → ΑΒΑ που διέρχεται από το ύψωμα Στρούμπουλα, τη λαγκάδα Αγίου Γεωργίου, το λόφο Κέρης και την πηγή Αλμυρού. Η τομή του σχήματος αποδίδει τη γεωλογία και υδρογεωλογία της περιοχής και εμπλουτίζεται με υποθετικό

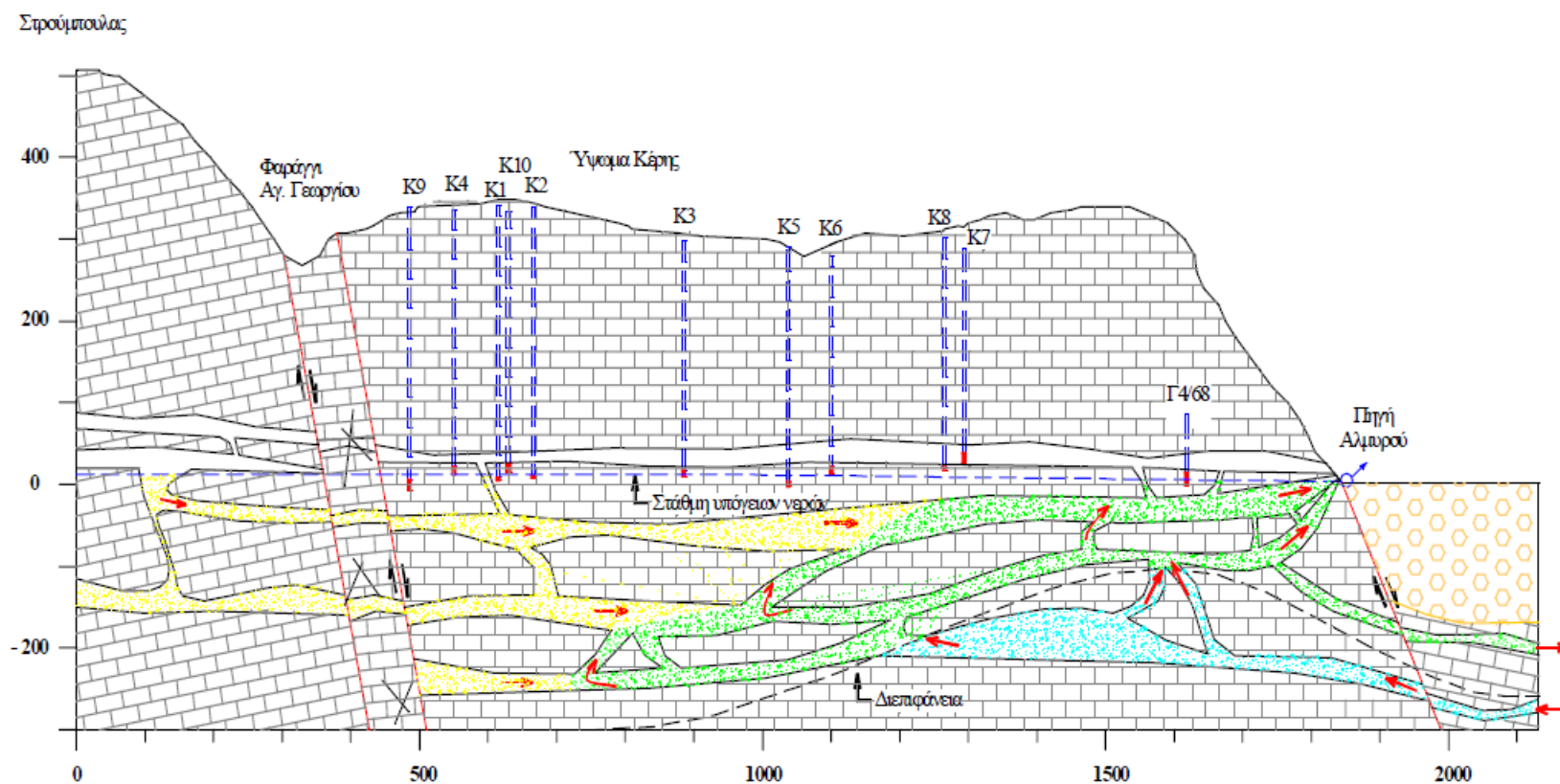
⁴ ΚΛΕΙΔΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ Ν. 2003. ΡΟΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ ΠΡΟΣ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑ(ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΤΙΚΗ ΣΤΟΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ) ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ. ΚΑΙ ΜΑΣΤΟΡΗΣ Κ., 1969. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΡΣΤΙΚΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΟΥ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ. ΙΓΕΥ

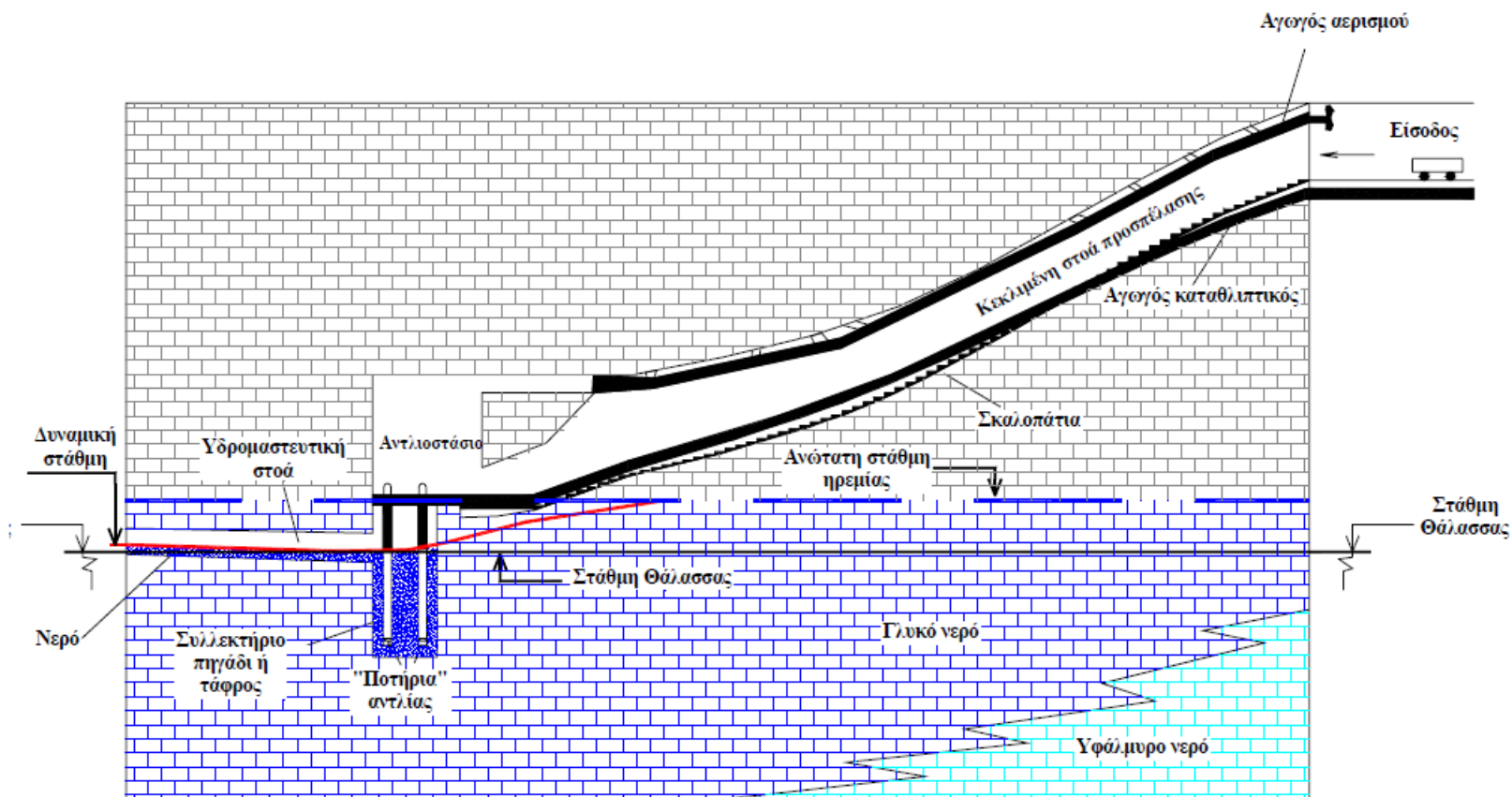
ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ., ΣΟΦΙΟΥ, Π., ΣΤΕΙΑΚΑΚΗΣ, Ε., ΚΑΔΙΑΝΑΚΗΣ, Μ., ΒΑΒΑΔΑΚΗΣ Δ., ΚΛΕΙΔΟΠΟΥΛΟΥ, Μ. 1999. ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΩΝ ΜΕΣΩ ΔΙΚΤΥΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.

δίκτυο καρστικών αγωγών, μέσα στους οποίους αναπτύσσονται διάφορες υδροδυναμικές σχέσεις που γεωγραφικά και τοπολογικά συμφωνούν με τα μέχρι σήμερα ευρήματα της έρευνας στην περιοχή.

Η προσπέλαση στην υδρομαστευτική στοά γίνεται μέσω κεκλιμένης στοάς προσπέλασης που φαίνεται στην εικόνα 5-7. Τέλος η διατομή της υδρομαστευτικής στοάς παρουσιάζεται στην εικόνα 5-8.



Εικόνα 5-6 Τομή που δείχνει τα γεωλογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής που σχεδιάζεται η υδρομαστευτική στοά. Η διεύθυνση της τομής είναι δυτικά – νοτιοδυτικά προς ανατολικά – βορειοανατολικά. Οι γεωτρήσεις K1, K2, K3, K5, K7, K9, K10 είναι υδρευτικές γεωτρήσεις της ΔΕΥΑΗ ενώ οι λοιπές δεν χρησιμοποιούνται.



Εικόνα 5-7 Σχηματική απεικόνιση στοάς προσπέλασης στην υδρομαστευτική στοά εντός των ανθρακικών σχηματισμών της περιοχής

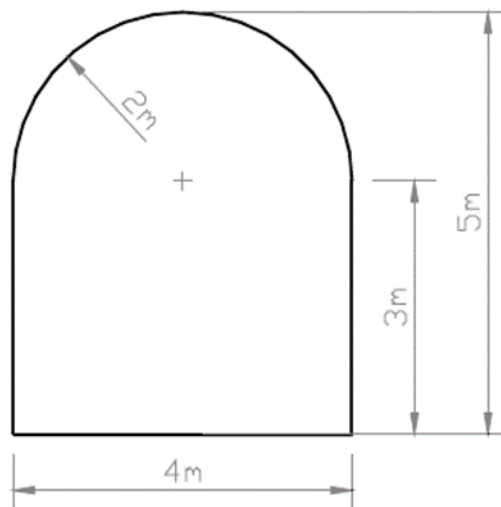
Το προτεινόμενο υδρομαστευτικό έργο περιλαμβάνει, όσον αφορά στα βασικά τεχνικά του μέρη, τα εξής:

(α) Κεκλιμμένη στοά προσπέλασης (φυρές) συνολικού μήκους 1 – 1.2 km, της οποίας η είσοδος θα είναι στο νότιο πρानές του λόφου της Κέρης (φαράγγι Αγίου Γεωργίου), θα έχει διάμετρο περίπου 6 m και μέση κλίση < 12%. Η στοά θα είναι επισκέψιμη από προσωπικό και βαρέα οχήματα (γεωτρύπανα, εκσκαπτικά, γερανοφόρα κ.ο.κ.), υποστυλωμένη – επενδυμένη.

(β) Συλλεκτήριο πηγάδι βάθους 25 – 30 m, διαμέτρου 2,5 – 4 m και θάλαμο αντλιοστασίου διαμέτρου περίπου 6 m με υποστύλωση – επένδυση οροφής και τοιχωμάτων.

(γ) Σχεδόν-οριζόντια (κλίσεις περίπου 1:1000) υδρομαστευτική στοά διαμέτρου 4 m, ανεπένδυτη, ελεύθερης ροής (Εικόνα 5-8).

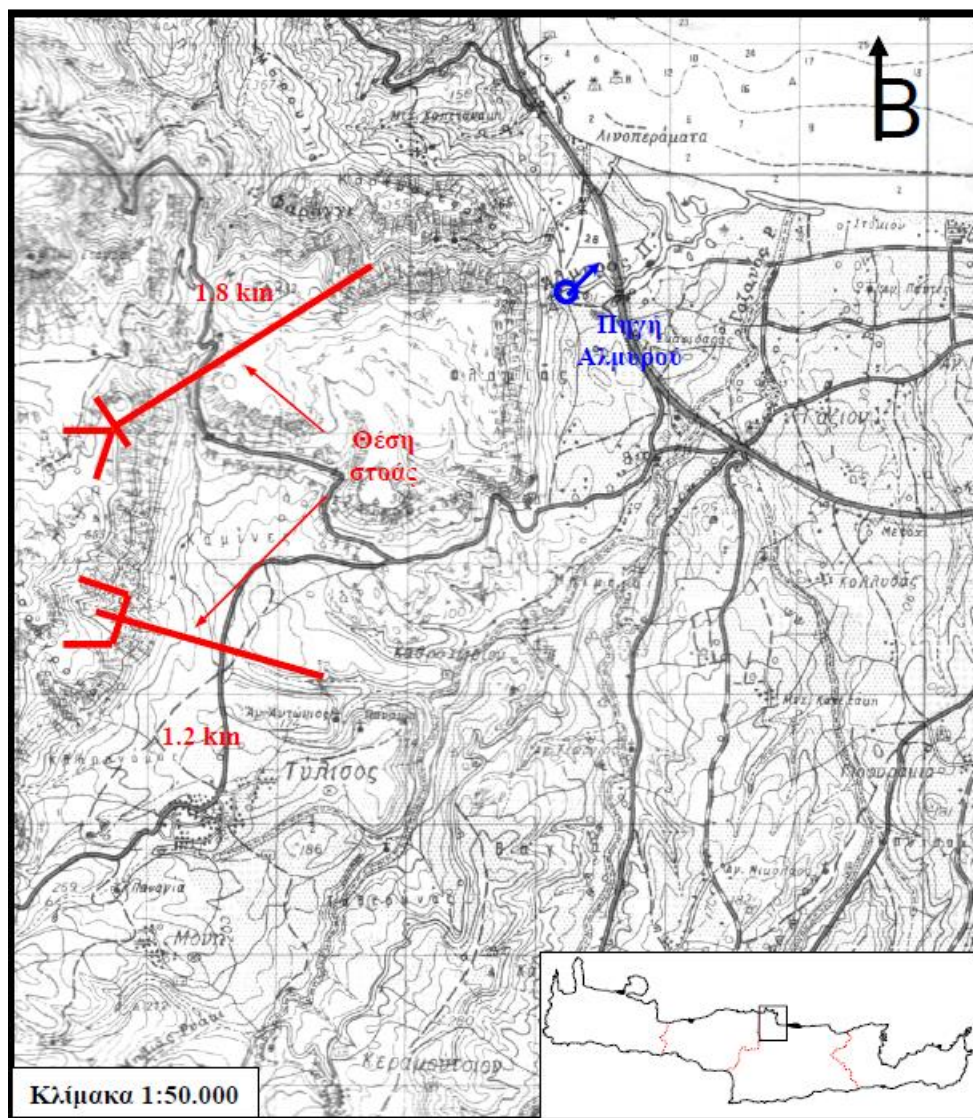
Η παροχή του έργου σύμφωνα με τους προτείνοντες εκτιμάται στο εύρος 13 – 30 m³/s.



Εικόνα 5-8 Η τυπική διατομή της υδρομαστευτικής στοάς

Οι καταλληλότερες περιοχές για να φιλοξενήσουν την υδρομαστευτική στοά με τα επιμέρους τεχνικά μέρη της εντοπίσθηκαν σε διάφορες θέσεις μεταξύ Γωνιανού Φαραγγιού και υψώματος Στρούμπουλα, δυτικά από την Τύλισο και στην λαγκάδα Αγίου Γεωργίου, δυτικά από τον λόφο της Κέρης. Η επιλογή των θέσεων έγινε με βάση κυρίως οικονομοτεχνικά κριτήρια, αλλά και λόγω της επάρκειας στοιχείων (μετρήσεις στάθμης, παροχής κ.λπ.) από τις εκεί υδρογεωτρήσεις.

Στο Σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οριζοντιογραφικά οι δύο εναλλακτικές θέσεις της υδρομαστευτικής στοάς (Εικόνα 5-9).



Εικόνα 5-9 Οι θέσεις της υδρομαστευτικής στοάς σε σχέση με την πηγή του Αλμυρού

Β) Οικονομικά στοιχεία

Από όσον είναι γνωστό στους μελετητές δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για να δώσουν τα κατασκευαστικά μεγέθη και τις αναμενόμενες δαπάνες. Όπου στη βιβλιογραφία αναφέρεται η λύση της υδρομαστευτικής στοάς αυτή ακολουθείται από ενδεικτικά μεγέθη και χωρίς την αναγκαία τεχνικοοικονομική διερεύνηση. Χαρακτηριστική η αναφορά σε εργασία Μονόπωλη-Κλειδοπούλου (1996) που αναφέρει «το κόστος της προτεινόμενης στοάς υπολογίζεται σε 2-3

δισεκατομμύρια δραχμές περιλαμβάνοντας την εξόρυξη και τον εξοπλισμό χωρίς το δίκτυο μεταφοράς) ».

Είναι φανερό ότι η πρόταση αυτή χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητα όχι μόνο ως προς την εφικτότητα και την αποδοτικότητα των έργων που περιλαμβάνει αλλά και ως προς το κόστος κατασκευής που δεν έχει προσεγγισθεί ακόμα και σε ένα αρχικό προκαταρκτικό επίπεδο.

Αυτό που δεν πρέπει να παραληφθεί στην πρόταση αυτή είναι ότι το νερό πρέπει να αντλείται και με καταθλιπτικό αγωγό να διοχετεύεται στη δεξαμενή της Κέρης (+283) που συμβατικά θεωρήθηκε ως το σημείο εισόδου στο δίκτυο της ΔΕΥΑΗ για όλες τις προτάσεις/λύσεις.

Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η λύση της στοάς για να βαθμολογηθεί χρειάζεται επιπλέον δεδομένα τεχνικά και οικονομικά. Επαφίεται συνεπώς στους βαθμολογητές να αποφασίσουν αν θέλουν να βαθμολογήσουν την πρόταση έχοντας στην κατοχή τους επιπλέον στοιχεία ή πληροφορίες.

Γ) Επιπτώσεις

Η λύση της στοάς φαίνεται να έχει μικρότερο κόστος από τις λύσεις που απαιτούν φράγματα και δημιουργεί μικρότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Από τις υπάρχουσες μελέτες διαπιστώνεται ότι η λύση της στοάς δεν δημιουργεί μεγάλη όχληση στην περιοχή αφού συγκεντρώνει τις υποδομές και τον μηχανολογικό εξοπλισμό συγκεντρωμένο σε ένα υπόγειο χώρο.

Σύμφωνα με τους προτείνοντες τη λύση, το έργο δεν επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στη λειτουργία ή απόδοση οποιασδήποτε άλλης μεθόδου αξιοποίησης του Αλμυρού.

Το έργο επίσης κρίνεται και προσαρμοστικό ως προς τις ανάγκες σε νερό και την αποδοτικότητα του. Τυχόν απόκλιση από τις προβλέψεις υπάρχουν τρόποι αυτή να βελτιωθεί με ενδεχόμενη επέκταση της κύριας ή των βοηθητικών στοών.

Τέλος, η λύση δεν ενισχύει τον κίνδυνο υφαλμύρωσης του καρστικού υδροφορέα όπως πιθανόν προκαλούν οι γεωτρήσεις ανάντη της πηγής του Αλμυρού που σε σημαντικό βαθμό πραγματοποιείται την τελευταία δεκαετία από την ΔΕΥΑΗ.

Σημείωση μελετητών για τη βαθμολόγηση της πρότασης: Είναι προφανές ότι στη λύση της υδρομαστευτικής στοάς δεν υπάρχουν οικονομικά στοιχεία ούτε μπορούσαν να προταθούν τέτοια στοιχεία από τους μελετητές λόγω της μεγάλης αβεβαιότητας που υπάρχει σε τέτοιου είδους έργα. Αυτός είναι και ο λόγος που οι βαθμολογητές δεν είναι υποχρεωμένοι να

βαθμολογήσουν. Παρά ταύτα κάποιοι από τους βαθμολογητές ενδεχομένως να διαθέτουν τέτοια εμπειρία και να μπορούν έστω και αδρομερώς να προσεγγίσουν τη λύση αυτή με τις δικές τους γνώσεις και εμπειρία. Σε αυτούς δύνεται η δυνατότητα βαθμολόγησης με δική τους ευθύνη και αντίληψη.

Προτείνεται ότι για να είναι ισχυρή (valid) η βαθμολόγηση της λύσης πρέπει να βαθμολογήσουν τουλάχιστον οι μισοί συν ένας βαθμολογητές. Διαφορετικά οι βαθμολογήσεις ελάχιστων βαθμολογητών για τη λύση αυτή δεν πρέπει να ληφθούν υπόψη στην κατάταξη των λύσεων.

Πρόταση 5.

ΜΟΝΑΔΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ⁵

Στο κείμενο που ακολουθεί περιέχονται τα βασικά στοιχεία που χρειάζονται για να μελετηθεί σε 1^ο στάδιο η πιθανότητα εγκατάστασης μιας μονάδας αφαλάτωσης στην περιοχή Αλμυρού Ηρακλείου. Το κόστος του αφαλατωμένου νερού θα εξαρτάται από την αλατότητα του νερού που πρέπει να αφαλατωθεί, την ποιότητα του αφαλατωμένου νερού, το μέγεθος της μονάδας, τις περιβαλλοντικές ανάγκες (η Μεσόγειος προστατεύεται από διεθνείς συμβάσεις στις περιπτώσεις απόρριψης άλμης), το επιτόκιο για εξασφάλιση του αναγκαίου κεφαλαίου, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας ανά κιλοβατώρα (ανάλογα με τις τιμές και ώρα κατανάλωσης), τα κόστη προσφοράς εργασίας για την κατασκευή και λειτουργία της μονάδας, την αποδοχή της μονάδας από τους επηρεαζόμενους πολίτες, τον τρόπο υλοποίησης του έργου (κρατικό με την καταβολή της κεφαλαιουχικής δαπάνης από το κράτος ή με τη μέθοδο Public Private Partnership). Η δεύτερη να είναι συνήθως η προτιμητέα διότι οι κρατικοί οργανισμοί δεν μπορούν να διαχειρισθούν τόσο πολύπλοκα έργα λόγω γραφειοκρατίας, ανελαστικών διαδικασιών και απειρίας. Το κόστος ανά m^3 νερού στο Ισραήλ, με θαλάσσιο νερό ανέρχεται σε 75-90 σεντ με κόστος ηλεκτρικής ενέργειας 7.5 σεντ ανά kWh και ηλεκτρική κατανάλωση $3.6 kWh/m^3$, ή κόστος 27 σεντ/ m^3 , με ετήσια παραγωγή 100 εκατ. m^3 νερού. Στην περίπτωση υφάλμυρου νερού η ηλεκτρική κατανάλωση θα είναι μεταξύ 1.5-1.75 kWh / μειώνοντας το κόστος ενέργειας από 27 σεντ στα 13 σεντ και μειώνοντας το κόστος νερού στα 61-76 σεντ/ m^3 .

Α) Τεχνικά Στοιχεία

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά μιας Μονάδας αφαλάτωσης στο στάδιο της μελέτης πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα. Για το κάθε ένα χαρακτηριστικό θα πρέπει να προηγηθεί συνοπτική ειδική ανάλυση.

Α) πηγή νερού, διαθέσιμη ποσότητα και χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά διαχρονικά.

⁵ ΤΕΕ ΑΝ. ΚΡΗΤΗΣ, 2013. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

ΤΣΟΥΡΤΗΣ, Ν., 2020. (ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ) ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Β) Ποσότητα και ποιότητα του αφαλατωμένου νερού που ζητείται διαχρονικά για ένα χρόνο και μετέπειτα (με βάση την σκοπούμενη χρήση του νερού)

Γ) Σημεία διάθεσης του αφαλατωμένου νερού, της πηγής του υφάλμυρου νερού και του σημείου απόρριψης της άλμης και άλλων νερών που παράγονται κατά την διαδικασία αφαλάτωσης.

Δ) Πηγή ενέργειας που χρειάζεται για την αφαλάτωση. Απαιτούνται 2.5 -3.5 kwh/m³ ανάλογα με την αλμυρότητα του νερού της πηγής) και την απόσταση από τον χώρο της μονάδας αφαλάτωσης. Ενδεχομένως να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ΑΠΕ.

Ε) Επιλογή του χώρου κατασκευής της μονάδας με βάση τα πιθανά σημεία προμήθειας του υφάλμυρου νερού, το σημείο απόρριψης της άλμης, το σημείο διάθεσης του διαθέσιμου νερού, τη θέση των αγωγών, την προστασία του περιβάλλοντος (γης, υπόγειων και επιφανειακών νερών, αέρα και θάλασσας, της κοινωνικής αποδοχής, των σημείων πρόσβασης, των οικονομικών απόκτησης του χώρου και της μεταφοράς ενέργειας κλπ.

ΣΤ) Αναφορά στις πιθανές τεχνολογίες αφαλάτωσης και τα πλεονεκτήματα και αδυναμίες κάθε μιας σε σχέση με τον χώρο, την αλατότητα του νερού της πηγής, τις πηγές ενέργειας και το κόστος του αφαλατωμένου νερού.

Με βάση τα παραπάνω για την πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου μπορεί να κατασκευασθεί μια μονάδα αφαλάτωσης δυναμικότητας 15 εκατ. m³ αφαλατωμένου νερού ετησίως σε θέση σε μικρή απόσταση από την πηγή και κατασκευή δεξαμενής που στη συνέχεια θα συνδεθεί με το δίκτυο της ΔΕΥΑΗ (Δεξαμενή Κέρης +283), με παρεμβολή αντλιοστασίου για μανομετρικό περί τα 300 m και συνδετήριο αγωγό μήκους 5 km και διαμέτρου Φ500.

Από πλευράς τεχνολογίας όπως είναι γνωστό για τέτοιου είδους μονάδες προτιμώνται οι μέθοδοι με μεμβράνες όπως η **ηλεκτροδιάλυση** και η **αντίστροφη όσμωση**. Η τελευταία είναι η πλέον διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια και εκτιμούμε ότι αυτή η τεχνολογία θα προταθεί και στην περίπτωση του Αλμυρού Ηρακλείου.άδα αυτή.

Οι λειτουργίες της μονάδας είναι:

- Προεπεξεργασία
- Άντληση με υψηλή πίεση
- Διέλευση από τις διατάξεις των μεμβρανών
- Επανεπεξεργασία

Λεπτομέρειες για τις διαδικασίες που ακολουθούνται σε εγκαταστάσεις αντίστροφης όσμωσης, καθώς και τα κριτήρια σχεδιασμού και λειτουργίας τέτοιων μονάδων θα αναπτυχθούν κατά τον αναλυτικό σχεδιασμό της μονάδας που προβλέπεται σε άλλο στάδιο.

Η μονάδα αφαλάτωσης είναι απαραίτητο να σχεδιαστεί έτσι ώστε να εξασφαλίζει τελικό προϊόν απόλυτα συμβατό με τις προδιαγραφές για την ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία 98/83/ΕΚ.

Σημειώνεται ότι στην περιοχή λειτουργεί ήδη μια μικρή πιλοτική μονάδα αφαλάτωσης με υδροληψία από υπόγεια νερά που φαίνεται στη φωτογραφία που ακολουθεί (εικόνα 5-10).

Τέλος στους υπολογισμούς του κόστους παραγωγής και διάθεσης πρέπει να ληφθεί υπόψη και η κατασκευή και λειτουργία αντλιοστασίου και καταθλιπτικού αγωγού για τη μεταφορά του νερού στην Δεξαμενή της Κέρης που αποτελεί το σημείο εισόδου στο Δίκτυο της ΔΕΥΑΗ για όλες τις λύσεις.



Εικόνα 5-10 Η πιλοτική μονάδα αφαλάτωσης στην περιοχή του Αλμυρού Ηρακλείου

B) Οικονομικά Στοιχεία

Κύρια θέματα που πρέπει να μελετηθούν σε βάθος πριν την εκτίμηση του κόστους παραγωγής αφαλατωμένου νερού είναι μεταξύ άλλων τα ακόλουθα.

Α. Ποιός θα αναλάβει την κατασκευή του όλου έργου, το κράτος, ο Δήμος, η κοινότητα, ένα ιδιώτης ή αν θα είναι μια κοινοπραξία Κράτους με ιδιώτη επενδυτή, όπως είναι τα αποκαλούμενα Public-Private Partnership, στα οποία η Ευρωπαϊκή Τράπεζα μπορεί να παραχωρήσει δάνεια στον επενδυτή με ανάλογες εξασφαλίσεις από το κράτος.

Β. Για τη βιωσιμότητα της μονάδας θα πρέπει να γίνει μια τεχνοοικονομική μελέτη στην οποία θα περιλαμβάνεται ανάλυση του κόστους και ωφέλειας, για την διάρκεια της οικονομικής ζωής του έργου. Να σημειωθεί ότι το έργο θα είναι βιώσιμο εάν τα έσοδα (η παραγωγή και διάθεση του νερού σε τιμές που θα συμφωνηθούν) θα καλύπτουν τις κεφαλαιουχικές δαπάνες, το επιτόκιο, τα έξοδα ενέργειας, τα έξοδα χημικών, τα λειτουργικά έξοδα, τους δημοτικούς και άλλους φόρους, τα ασφαλιστικά έξοδα, τα διοικητικά και άλλα συναφή με την όλη δραστηριότητα έξοδα. Η τιμή του νερού που θα καθοριστεί με βάση τα έξοδα θα πρέπει να είναι αποδεκτή από τον καταναλωτή/τους καταναλωτές. Στις περιπτώσεις PPP η επιλογή του ιδιώτη γίνεται μέσα από διεθνή διαγωνισμό όπου ο ιδιώτης αναλαμβάνει να παράγει τις ζητούμενες ποσότητες νερού και το κράτος αγοράζει τις ποσότητες στη συμφωνηθείσα τιμή και μετά το διαθέτει στους καταναλωτές στα πλαίσια της δικής του πολιτικής.

Γ. Το έργο θα αξιολογηθεί με βάση την ποσότητα του αφαλατωμένου νερού το οποίο παράγεται κατά την διάρκεια της οικονομικής ζωής του έργου και το οποίο θα πωλείται στην καθορισμένη τιμή. Στον καθορισμό της τιμής θα ληφθούν υπόψη όλα τα έξοδα και οι κίνδυνοι που μπορεί να αυξήσουν το κόστος του έργου κατά την διάρκεια της κατασκευής και λειτουργίας του έργου όπως είναι η μη παραγωγή νερού λόγω διακοπής της παροχής ενέργειας ή λόγω βλάβης στην ίδια την μονάδα αφαλάτωσης ή βλάβη στους αγωγούς, η εργατικών διαφορών, ή λόγω άγνωστων ευρημάτων κατά την κατασκευή που δεν λήφθηκαν υπόψη στον σχεδιασμό κλπ. Αυτό σημαίνει ότι ο καθορισμός του έργου ως ένα βιώσιμο έργο απαιτεί τις πιο αυστηρές προδιαγραφές.

Δ. Κόστος και τιμή νερού που θα καταβάλλει ο αγοραστής.

Η τιμή νερού που θα καταβάλλει ο αγοραστής του αφαλατωμένου νερού θα υπολογισθεί με βάση τα πιο κάτω:

(i) Το κεφαλαιουχικό κόστος κατασκευής της μονάδας αφαλάτωσης που θα είναι το ετήσιο κόστος αποπληρωμής (εξαρτάται από τα χρόνια αποπληρωμής του τελικού κόστους 10-25 χρόνια) και του επιτοκίου (3-5%) που θα συμφωνηθεί για την εξασφάλιση του κεφαλαίου από τον δανειστή και τον ιδιοκτήτη της μονάδας ο οποίος συνήθως διαθέτει τουλάχιστον το 20% του ολικού κεφαλαίου. Η κεφαλαιουχική επένδυση κυμαίνεται από 1000 μέχρι 1200 ευρώ ανά m^3 αφαλατωμένου νερού που παράγεται ανά ημέρα από θαλασσινό νερό και παραλαμβάνεται από τον αγοραστή.

(ii) Κόστος Ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό καθορίζεται από τον μέσο όρο κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας το χρόνο σε KWh του νερού που παραλαμβάνεται από το αγοραστή νερού και τον μέσο όρο κόστους ηλεκτρικής ενέργειας ανά kwh.

(iii) Κόστος χημικών ανά m^3 που χρειάζονται για να παραχθεί ένα m^3 αφαλατωμένου νερού και που παραλαμβάνεται από τον αγοραστή.

(iv) Κόστος αντικατάστασης/συντήρησης μεμβρανών ανά m^3 νερού που παράγεται και παραλαμβάνεται από τον αγοραστή.

(v) Κόστος Λειτουργία και συντήρησης της μονάδας ανά κυβικό μέτρο νερού που παράγεται και παραλαμβάνεται από τον αγοραστή. Αυτό περιλαμβάνει όλα τα έξοδα του προσωπικού που θα εργάζεται στην μονάδα αφαλάτωσης, υλικά και εξαρτήματα για την συντήρηση των έργων, έξοδα γραφείου, αυτοκινήτων, κλπ.

(vi) Φόροι που καταβάλλονται στις αρμόδιες αρχές για τις αναγκαίες άδειες και εγκρίσεις, για ασφάλειες κλπ. ανά κυβικό μέτρο νερού που παράγεται και παραλαμβάνεται από τον αγοραστή.

(vii) Ένα λογικό ποσό για εξασφάλιση της ασφαλιστικής κάλυψης των εγκαταστάσεων καθώς και λογικό κέρδος για τον επενδυτή.

Το άθροισμα των πιο πάνω θα είναι το κόστος του αφαλατωμένου νερού που θα καταβάλλει ο αγοραστής για κάθε m^3 νερού που θα παραλαμβάνει.

Στην περίπτωση της προτεινόμενης μονάδας αφαλάτωσης στον Αλμυρό Ηρακλείου, με βάση το μέγεθος της μονάδας, ημερήσιας παραγωγής περί τα 41000 m^3/d , το κόστος αρχικής εγκατάστασης για αφαλάτωση υφάλμυρου νερού με βάση ενδεικτικές τιμές όλων των παραμέτρων από άλλες μεσογειακές χώρες προκύπτει ίσο με 900 – 1000 ευρώ/ m^3 που παράγεται ανά ημέρα, δηλ. το κόστος αρχικής εγκατάστασης εκτιμάται περί τα 40 εκατ. ευρώ.

Το κόστος παραγωγής της μονάδας νερού στηρίζεται στα παρακάτω:

- Τοκοχρεωλυτική δόση της αρχικής επένδυσης
- Κόστος ενέργειας
- Κόστος χημικών
- Κόστος αντικατάστασης μεμβρανών
- Κόστος λειτουργίας και συντήρησης

Με βάση, λοιπόν, τιμές από παραδείγματα άλλων μεσογειακών χωρών (π.χ. Ισραήλ), οι τιμές μονάδας του παραγόμενου νερού από θαλασσινό νερό κυμαίνεται από 0.66 – 0.75 ευρώ/ m^3 αλλά με σαφώς μεγαλύτερες μονάδες παραγωγής (π.χ. δυναμικότητας 100 εκατ. m^3/y).

Η κατανάλωση ρεύματος σε αυτού του τύπου τις μονάδες κυμαίνεται περί τις 3.5 kwh/m^3 για διπλή επεξεργασία (για την απομάκρυνση του βορίου) ενώ στην περίπτωση υφάλμυρου με μειωμένη αλατότητα η κατανάλωση μπορεί να φτάσει με βελτιστοποίηση λειτουργίας μέχρι στα 2.5 kwh/m^3 .

Σημειώνεται ότι, στην περίπτωση του Αλμυρού Ηρακλείου που διαθέτει υφάλμυρο νερό μεταβαλλόμενης αλατότητας, το κόστος ενέργειας και χημικών είναι ελαφρώς μειωμένο σε σχέση με το θαλασσινό νερό, αλλά λόγω της μικρότερης δυναμικότητας της μονάδας αφαλάτωσης που θα σχεδιασθεί, η διαφορά στο τελικό αποτέλεσμα θα είναι μικρή. Επομένως, ισχύουν οι παραπάνω τιμές για την παραγωγή ανά m^3 αφαλατωμένου νερού με μια μικρή μείωση. Όπως προέκυψε από τους

αναλυτικούς υπολογισμούς η μέση τιμή της μονάδας όγκου παραγόμενου νερού είναι στα 0.60 ευρώ/m³.

Εκτός του παραπάνω κόστους για την παραγωγή μιας μονάδας όγκου νερού σημαντικό επιπλέον κόστος προκύπτει από την άντληση του νερού από την θέση της μονάδας αφαλάτωσης στη Δεξαμενή της Κέρης που αποτελεί το σημείο εισόδου στο δίκτυο της ΔΕΥΑΗ για όλες τις προτάσεις.

Το αρχικό κόστος του καταθλιπτικού αγωγού είναι 364000 ευρώ και του ετήσιου τοκοχρεωλυσίου 18382 ευρώ/έτος, ενώ το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης φτάνει στα 3640 ευρώ.

Επιπλέον το αντλιοστάσιο που απαιτείται πρέπει να έχει ισχύ 2300 kw και αρχική δαπάνη 1380000 ευρώ, δηλ. τοκοχρεωλύσιο 101568 ευρώ/έτος και κόστος ενέργειας 2014800 ευρώ / έτος.

Με βάση αυτά τα επιπλέον στοιχεία το συνολικό ανηγμένο κόστος της μονάδας όγκου νερού διαμορφώνεται στα $0.60 + 0.17 = 0.77$ ευρώ/m³.

Η παραπάνω τιμή μπορεί να εξασφαλίζεται με σχετική συμφωνία του αγοραστή με την εταιρεία παραγωγής του αφαλατωμένου νερού για εγγυημένη ποσότητα καθημερινά ή μηνιαία και για μεγάλο σχετικά χρονικό ορίζοντα.

Γ) Επιπτώσεις

Οι Περιβαλλοντικές επιπτώσεις αφορούν στον αέρα, στη γη και τους υπόγειους υδροφορείς και στη γειτνιάζουσα θαλάσσια ζώνη.

- **Αέρας.** Οι επιπτώσεις στον αέρα είναι ελάχιστες. Στη περιοχή του έργου εφόσον αυτό τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σε ηλεκτρικό σταθμό θα είναι ελάχιστη. Μόνο κατά την κατασκευή θα υπάρξει μια μικρή ενόχληση από την δημιουργία σκόνης στη ατμόσφαιρα από τα μηχανήματα εκσκαφής.
- **Θόρυβος.** Θα υπάρχει μικρή ηχορύπανση κατά την κατασκευή του έργου από εκσκαφείς και λειτουργία γεννητριών, όπως γίνεται σε παρόμοιες εργασίες με χωματουργικά και κατασκευαστικά έργα. Κατά την λειτουργία του έργου οι αντλίες που θα λειτουργούν θα δημιουργούν θόρυβο ο οποίος βέβαια θα μπορεί να ελέγχεται στα αποδεκτά όρια με την αγορά μηχανών χαμηλού θορύβου ή την λήψη μέτρω περιορισμού της ηχορύπανσης μέσα στα κτήρια της μονάδας.
- **Ρύπανση γης και υπογείων υδροφορέων.** Κατά την κατασκευή θα δημιουργηθούν εκσκαφές για τις θεμελιώσεις και πιθανή ρύπανση του εδάφους από λάδια μηχανημάτων, όπως γίνεται σε κάθε αναπτυξιακό έργο. Επίσης θα γίνουν εκσκαφές για τοποθέτηση αγωγών νερού (αλμυρού, αφαλατωμένου νερού και άλμης). Κατά την κατασκευή οι επιπτώσεις θα είναι οι συνήθεις που υπάρχουν σε έργα μεταφοράς νερού. Κατά τη λειτουργία του έργου υπάρχει μια πολύ μικρή πιθανότητα ρύπανσης του εδάφους και των υδροφορέων στις περιπτώσεις που οι αγωγοί έχουν απώλειες ή πιθανό αστοχήσουν. Για την αποφυγή τέτοιας πιθανότητας το υλικό των αγωγών θα είναι τέτοιο που να μειώνει στο ελάχιστο ή θα αποκλείει τέτοιο συμβάν.

Βέβαια σε περίπτωση που το απαιτούν οι συνθήκες πέραν των αγωγών θα εγκατασταθεί δίκτυο γεωτρήσεων για συνεχή καταγραφή της ποιότητας του υπόγειου νερού και μείωσης στο ελάχιστο του κινδύνου ρύπανσης των υπογείων υδάτων. Από την εμπειρία προκύπτει ότι τέτοιο πρόβλημα δεν είναι πιθανόν να συμβεί.

- *Θαλάσσια ζώνη.* Αναταραχή και ρύπανση της θαλάσσιας ζώνης που θα τοποθετηθεί ο αγωγός απόρριψης της άλμης. Κατά τη διάρκεια της τοποθέτησης του αγωγού θα γίνει εκσκαφή στον βυθό της θάλασσας και θα δημιουργηθεί θολότητα στο θαλάσσιο περιβάλλον, η οποία πολύ σύντομα θα διαλυθεί. Ο θαλάσσιος αγωγός θα μπει σε τάφρο και θα καλυφθεί με άμμο και πέτρες και οι πιθανότητες να αστοχήσει είναι ελάχιστες.
- *Ρύπανση της θαλάσσιας περιοχής που θα απορρίπτεται η άλμη.* Για το θέμα έχουν αναπτυχθεί μαθηματικά μοντέλα τα οποία λαμβάνοντας υπόψη τα θαλάσσια ρεύματα, τη συγκέντρωση των αλάτων στην άλμη και το βάθος του βυθού καθορίζουν το σημείο απόρριψης της άλμης με ασφάλεια, περιορίζοντας τη ρύπανση στη θαλάσσια ζώνη της περιοχής.

Πρόταση 6.

ΥΠΟΓΕΙΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ /ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ⁶

Α) Τεχνικά Στοιχεία

Η πρόταση στηρίζεται στην παρατήρηση ότι η εκφόρτιση του καρστικού συστήματος του Ψηλορείτη γίνεται κυρίως από την πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου, αλλά συμπληρωματικά (και σε μικρό ποσοστό) και από άλλες πηγές περιμετρικά του ορεινού όγκου.

Μία συστάδα διόδων (πηγών) εκφόρτισης, βρίσκεται στη θαλάσσια περιοχή του Μπαλί σε απόσταση 25 km από το Ηράλειο . Οι δίοδοι εκφόρτισης στη θαλάσσια περιοχή του Μπαλί είναι περίπου 10 με πιο σημαντικές δύο με διαστάσεις ανοίγματος 4x1m και 2x1m, αντίστοιχα.

Σύμφωνα με παρατηρήσεις τους καλοκαιρινούς μήνες οι δίοδοι εκφόρτισης λειτουργούν αντίστροφα ως υποδοχείς θαλασσινού νερού (sinks) που εισρέει στο καρστικό σύστημα. Το 1981 έγινε μια προσπάθεια μέτρησης της εισροής και αναφέρθηκε ότι η δεύτερη από τις παραπάνω διόδους έφτανε σε παροχή εισροής μέχρι και 0.5 m³/s. Δεν διευκρινίσθηκε αν η παροχή αυτή μετρήθηκε μία φορά ή πολλές φορές σε διάρκεια αρκετών ημερών, ούτε αν υπάρχουν διαθέσιμα τα πρωτογενή στοιχεία των μετρήσεων αλλά και των προδιαγραφών μέτρησης.

Αν και δεν έχει διατυπωθεί μια ολοκληρωμένη πρόταση υπάρχουν ιδέες που υποστηρίχθηκαν από επιστήμονες αλλά και απλούς πολίτες που καταλήγουν να προτείνουν την έμφραξη αυτών των διόδων από τη μεριά της θάλασσας με υπόγειο διάφραγμα, ώστε να εμποδίσουν το αλμυρό νερό να εισέρχεται στο σύστημα και συνεπώς με αυτόν τον τρόπο να βελτιωθεί η ποιότητα του νερού που εκφορτίζει ο Αλμυρός.

Αν και οι παραπάνω ιδέες ακούγονται ρηξικέλευθες και ελπιδοφόρες υπάρχουν στοιχεία που αναιρούν την παραπάνω υπόθεση, όπως:

- 1) Η παροχή εκφόρτισης (η εισροή νερού) από τη θαλάσσια περιοχή στο Μπαλί είναι μικρή για να επηρεάσει μια τόσο μεγάλη παροχή όπως είναι αυτή του Αλμυρού. Σημειώνεται ότι η παροχή στο Μπαλί είναι τάξεις μεγέθους μικρότερη της παροχής του Αλμυρού.
- 2) Η μεγάλη απόσταση από το Μπαλί μέχρι τον Αλμυρό Ηρακλείου που αντιστρατεύεται ένα σημαντικό επηρεασμό της πηγής του Αλμυρού

⁶ ΜΠΑΛΤΖΑΚΗ, Α., 2006. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΣΤΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟ., ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

- 3) Το καρστικό σύστημα του Αλμυρού είναι τόσο περίπλοκο που δυσκολεύεται κάποιος να δεχθεί ότι υπάρχει σημαντικός αγωγός μεταφοράς από το Μπαλί στον Αλμυρό.
- 4) Δεν υπάρχει το απαιτούμενο πιεζομετρικό φορτίο για μια τέτοια μεγάλη διαδρομή, ακόμη και αν υπήρχε τέτοια άμεση διασύνδεση.

Για τους παραπάνω λόγους, αλλά κυρίως λόγω της έλλειψης στοιχειωδώς τεκμηριωμένης πρότασης (με τα απαραίτητα τεχνικά και οικονομικά στοιχεία) αλλά και λόγω των τεχνικών δυσκολιών έκφραξης των διόδων εκφόρτισης και της τεράστιας αβεβαιότητας ως προς την αποτελεσματικότητα της πρότασης, η «πρόταση» αυτή δεν συμπεριλαμβάνεται στις προτάσεις που βαθμολογούν οι βαθμολογητές.

Πρόταση 7.

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

Εκμετάλλευση υδρογεωλογικής λεκάνης τροφοδοσίας πηγής του Αλμυρού

Το υδροφόρο σύστημα του Ψηλορείτη που τροφοδοτεί την πηγή του Αλμυρού υφίσταται ήδη έντονη εκμετάλλευση από τις γεωτρήσεις:

1. των πεδίων Κέρης – Τυλίσου και Γωνιανού φαραγγιού που έχουν ανορυχθεί εντός ανθρακικών της Ζώνης της Τρίπολης και της υποκείμενης Ζώνης των Πλακωδών Ασβεστολίθων (γεωτρήσεις Γωνιανού Φαραγγιού). Τα πεδία υφίστανται εκμετάλλευση από έξι γεωτρήσεις στην Κέρη, έντεκα στην Τύλισο και δύο στο Γωνιανό Φαράγγι με εκτιμώμενες ετήσιες αντλήσεις από το πεδίο της Κέρης της τάξης των 2800000 m³ και από τα πεδία Τυλίσου και Γωνιανού Φαραγγιού της τάξης των 3000000 m³.
2. του πεδίου Λουτρακίου - Κρουσώνα που έχουν ανορυχθεί εντός εντός ανθρακικών της Ζώνης της Τρίπολης, και υφίσταται εκμετάλλευση από έξι γεωτρήσεις
3. του πεδίου Δαφνών που έχει ανορυχθεί εντός ανθρακικών της Ζώνης της Τρίπολης, και υφίσταται εκμετάλλευση από δεκατρείς γεωτρήσεις
4. του πεδίου Αγίου Μύρωνα που έχει ανορυχθεί εντός ανθρακικών της Ζώνης της Τρίπολης, και υφίσταται εκμετάλλευση από έξι γεωτρήσεις
5. των πεδίων Ασιτών – Τετραχωρίου και Αυγενικής που έχουν ανορυχθεί επίσης εντός ανθρακικών της Ζώνης της Τρίπολης, και υφίστανται εκμετάλλευση από τρεις γεωτρήσεις

Από θεώρηση των υφιστάμενων δεδομένων για την περιοχή που οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην γεωτρητική έρευνα της ΔΕΥΑΗ καθώς και την μετέπειτα ποσοτική και ποιοτική παρακολούθηση του πεδίου συνάγονται τα εξής:

1. Η γενικευμένη δομή του πεδίου ροής της περιοχής που συντάχθηκε από στατιστική παρεμβολή των υδραυλικών φορτίων γεωτρήσεων από τα πεδία εκμετάλλευσης επιβεβαιώνει ότι υδρογεωλογική αυτή λεκάνη αποτελεί μέρος του γενικευμένου πεδίου ροής του βορειοανατολικού τομέα του Ψηλορείτη που είναι ότι η τροφοδοσία της λεκάνης αυτής πρέπει να είναι μεγάλη και μόλις λίγο μικρότερη των αντίστοιχων εκφορίσεων της πηγής. Σημειωτέον ότι η καρστική αυτή πηγή που έχει μέγιστο παροχής με δίμηνη τουλάχιστον υστέρηση από το μέγιστο των βροχοπτώσεων της περιοχής εκφορτίζει ετησίως από 190-275 εκατ. m^3 που αντιστοιχούν στο μεγαλύτερο μέρος της υπόγειας υδροφορίας του ανατολικού Ψηλορείτη.
2. Όπως είναι προφανές υπό τις παρούσες συνθήκες εκμετάλλευσης η αναπλήρωση του δυναμικού της λεκάνης είναι ταχεία και πλήρης.
3. Όπως είναι επίσης προφανές υπάρχει μια συνεχής και προοδευτική αύξηση της περιεκτικότητας σε Cl ορισμένων εκ των γεωτρήσεων των πεδίων Κέρης και Τυλίσου ανεξάρτητη της πιεζομετρίας που άρχισε να γίνεται αισθητή από τα τέλη του έτους 1989, δύο χρόνια από την έναρξη εκμετάλλευσης του πεδίου της Τυλίσου.
4. Η υφιστάμενη εκμετάλλευση των παραπάνω πεδίων δεν έχει αξιοπρόσεκτες ποσοτικές και ποιοτικές επιπτώσεις στις εκφορτίσεις της πηγής. Δεδομένου όμως ότι οι αντλούμενες ποσότητες δεν υπερβαίνουν το 6% των μέσων εκφορτίσεων είναι αμφίβολο το αν μπορούν να ανιχνευθούν.
5. Σημαντικό πρόβλημα στην εκμετάλλευση των συγκεκριμένων πεδίων αποτελεί η τοπικά εκτεταμένη πλήρωση του καρστ με άργιλλο με δυσμενείς επιπτώσεις στην περατότητα των υδροφόρων σχηματισμών. Σχετικά αναφέρεται ότι οι μεταβιβαστικότητατες (T) που παρατηρούνται στα ανθρακικά πετρώματα της περιοχής ποικίλουν από πολύ μεγάλες της τάξης του $10^{-1} m^2/s$ έως πολύ μικρές της τάξης του $10^{-6} m^2/s$, με συνηθέστερες τιμές της τάξης του $10^{-2} m^2/s$ και $10^{-4} m^2/s$. Οι μεγαλύτερες τιμές απαντώνται στα υδροφόρα πεδία Κέρης - Τυλίσου, ενώ οι μικρότερες εμφανίζονται στα πεδία Γωνιανού Φαραγγιού - Τυλίσου (Μονόπωλης και Σοφίου, 1994). Από τις ανορυχθείσες γεωτρήσεις στην περιοχή Κέρης – Τυλίσου – Γωνιανού Φαραγγιού, το 75% περίπου είχαν περατότητες που να τις καθιστά παραγωγικές.
6. Ειδικά στην περίπτωση του Γωνιανού Φαραγγιού, οι μόνες παραγωγικές γεωτρήσεις ήταν αυτές που ανορύχθηκαν στην έξοδο του (T19 και T22). Όλες οι λοιπές γεωτρήσεις που ανορύχθηκαν κατά μήκος του ρήγματος έως περίπου τον οικισμό των Γωνιών είχαν πολύ μικρές περατότητες και χαρακτηρίζονταν από υψηλότερες σχετικές υδροστατικές στάθμες (άλμα υδραυλικού φορτίου).
7. Κατά αναλογία με την περίπτωση του Γωνιανού Φαραγγιού είναι πιθανόν το παλαιοκάρστ καθώς και η πλήρωση του με άργιλλο να είναι περισσότερο ανεπτυγμένα σε ρηξιγενείς ζώνες της περιοχής διεύθυνσης Α-Δ, ώστε οι ζώνες αυτές να μην προσφέρονται για εκμετάλλευση.

Τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν για το υδροφόρο σύστημα του βορειοανατολικού τομέα του Ψηλορείτη από εφαρμογή μοντέλου προσομοίωσης υπόγειας ροής είναι τα εξής

1. Το μέσο ετήσιο υπόγειο υδατικό δυναμικό του ανθρακικού υποβάθρου του Ανατολικού τομέα Ψηλορείτη είναι περί τα 250 εκατ. m^3 (υπολογίστηκε από την προσομοίωση σε 246 εκ. m^3) και εκφορτίζει στην πηγή του Αλμυρού. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι *υδατικό δυναμικό* μιάς περιοχής, σε καθορισμένο χρόνο, είναι το άθροισμα των επιφανειακών και υπόγειων νερών της περιοχής που προέρχεται από τις διαδικασίες του κύκλου του νερού και της αποθήκευσης του σε υπόγειους ταμιευτήρες. *Υδατικός πόρος* είναι ο όγκος νερού, υπόγειου και επιφανειακού, καθορισμένης ποιότητας που μπορεί τεχνο-οικονομικά να αξιοποιηθεί σε ορισμένη χρονική περίοδο χωρίς να προκληθούν ανεπιθύμητες, ποιοτικά και ποσοτικά, συνέπειες στο υδατικό δυναμικό της περιοχής ή γειτονικών περιοχών.
2. Οι μέσοι ετήσιοι υπόγειοι υδατικοί πόροι του υδατικού συστήματος αυτού θεωρείται ότι υπερβαίνουν το 20% του δυναμικού δηλαδή τα 50 εκ. m^3 . Δεδομένου δε ότι η ποσότητα αυτή περίπου ισοδυναμεί με τη διακύμανση στις εκφορτίσεις της πηγής μεταξύ ενός μέσου και ενός υγρού έτους, οι επιπτώσεις μιας τέτοιας εκμετάλλευσης είναι προφανώς σχεδόν αμελητέες.
3. Λόγω της μεγάλης τροφοδοσίας των πεδίων αυτών η παρατηρούμενη πτώση της υδροστατικής στάθμης (στάθμη ηρεμίας και όχι αντλησης) υπό τις παρούσες συνθήκες εκμετάλλευσης οφείλεται σε εποχικές διακυμάνσεις παρά στην εκμετάλλευση των συγκεκριμένων πεδίων.
4. Για τα επίπεδα της παρούσας εκμετάλλευσης των πεδίων του ανατολικού Ψηλορείτη που δεν υπερβαίνει τα 16.000.000 m^3 ετησίως και με δεδομένο ότι οι διαθέσιμοι υδατικοί πόροι του υδροφόρου αυτού συστήματος υπερβαίνουν τα 50 εκατ. m^3 ετησίως, η παρούσα προσομοίωση επιβεβαιώνει την πλήρη και ταχεία αναπλήρωση του δυναμικού των πεδίων αυτών.
5. Προφανώς η προσπάθεια εκμετάλλευσης της υδροφορίας αυτής θα πρέπει να επικεντρωθεί σε περιοχές όπου γεωτρήσεις βάθους έως 550 m μπορούν να διατρήσουν τουλάχιστον 50 έως 100m στο υδροφόρο αυτό σύστημα.
6. Δεδομένου ότι τα πεδία Κέρης και Τυλίσου υφίστανται μια προοδευτικά αυξανόμενη ποιοτική υποβάθμιση που γενετικά συνδέεται με το υδροδυναμικό σύστημα εκφόρτισης – υφαλμύρισης της πηγής του Αλμυρού, οι πραγματικοί υδατικοί πόροι της λεκάνης Κέρης – Τυλίσου (με περιεκτικότητα σε $Cl < 200 ppm$) είναι όπως πρόσφατες μειώσεις των αντλήσεων της ΔΕΥΑΗ έχουν αποδείξει, ισοδυναμούν με το ήμισυ της εκμετάλλευσης των ετών 2000 – 2002 και δεν υπερβαίνουν τα 4 εκ. m^3 ετησίως.

Συμπερασματικά η αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού της υδροδοτούσας λεκάνης του Αλμυρού με γεωτρήσεις συντελείται ήδη σε μεγάλο βαθμό και θα συνεχίσει να προσφέρει στο υδροδοτικό δίκτυο της ΔΕΥΑΗ χωρίς να αποτελεί νέα πρόταση

εκμετάλλευσης που μπορεί να κριθεί από τους βαθμολογητές. Συνεπώς η πρόταση αυτή εξαιρείται από τη διαδικασία της βαθμολόγησης.

5.1.2 Σύγκριση ανηγμένων τιμών μονάδας όγκου νερού και ενεργειακού αποτυπώματος

Με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε και τα οικονομικά μεγέθη που προσδιορίστηκαν για κάθε λύση αξιοποίησης της υφάλμυρης πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου προκύπτουν οι ανηγμένες τιμές μονάδας νερού καθώς και το ενεργειακό αποτύπωμα κάθε λύσης (1,2,3,5), ως κάτωθι:

A/A Λύσης	Περιγραφή λύσης	Τιμή μονάδας (ευρώ/m ³)	Ετήσιο ενεργειακό κόστος (ευρώ)	Ετήσιος όγκος νερού (εκ. m ³)	Ενεργειακό κόστος μονάδας νερού (ευρώ/m ³)
1	ΑΝΥΨΩΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	0.50	8930000	50	0.18
2	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΣΕ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	0.31	2000000	21	0.10
3	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΔΕΥΑΗ	0.26	220800	1.656	0.13
4	ΣΤΟΑ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ	-	-	-	-
5	ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ	0.77	5764800	15	0.38

Ο πίνακας αυτός είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για την ιεράρχηση των προτάσεων που καλούνται να βαθμολογήσουν οι βαθμολογητές αφού περιλαμβάνει τα πιο σημαντικά μεγέθη που πρέπει να ληφθούν υπόψη στη βαθμολόγηση.

5.2 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Σύνοψη

ΑΛΜΥΡΟΣ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία της πηγής

1 Γενικά

Η πηγή Αλμυρού Αγ. Νικολάου αποτελεί την παράκτια απόληξη της κεντρικής ρηξιγενούς ζώνης της λεκάνης Νεάπολης – Αγ. Νικολάου με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Βρίσκεται, 3 χλμ νότια της πόλης στο δρόμο προς τη Σητεία και συνίσταται από ένα μέτωπο εμφανίσεων που αναπτύσσεται σε μήκος 200 μ. παράλληλα προς την ακτή, 50 μ. από την θάλασσα και σε υψόμετρο από 0.5 μέχρι 1.0 μ. Τα δεδομένα της παροχής της πηγής και της συγκέντρωσης των χλωριόντων που χρησιμοποιήθηκαν είναι αυτά της Υπηρεσίας Εγγείων Βελτιώσεων (Υ.Ε.Β.) του νομού Ηρακλείου.

2 Συνολική παροχή της πηγής

Από τις υπάρχουσες μετρήσεις παροχής της πηγής εξήχθησαν τα εξής συμπεράσματα:

Η μέση ετήσια παροχή της πηγής είναι 82.000.000 κυβ. μέτρα δηλαδή 2.6 m³/s και κυμαίνεται από 2 μέχρι 3.2 m³/s.

Παρατηρείται κατά μέσο όρο μια τουλάχιστον δίμηνη υστέρηση μεταξύ της υγρής περιόδου του υδρολογικού έτους και της έξαρσης της παροχής της πηγής.

Η πηγή χαρακτηρίζεται από σχεδόν σταθερή παροχή κατά τις ξηρές περιόδους και περιορισμένη διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτους.

Η περιεκτικότητα σε χλώρια κυμαίνεται από 2600 μέχρι 3300 mg/l και αντίθετα με το αναμενόμενο αυξάνεται με την παροχή της πηγής. Η περιεκτικότητα σε χλώριο αντιστοιχεί σε συμμετοχή περίπου 12% θαλασσινού νερού και 88% γλυκού νερού, ήτοι, 75.9 εκατ. m³/έτος γλυκού νερού.

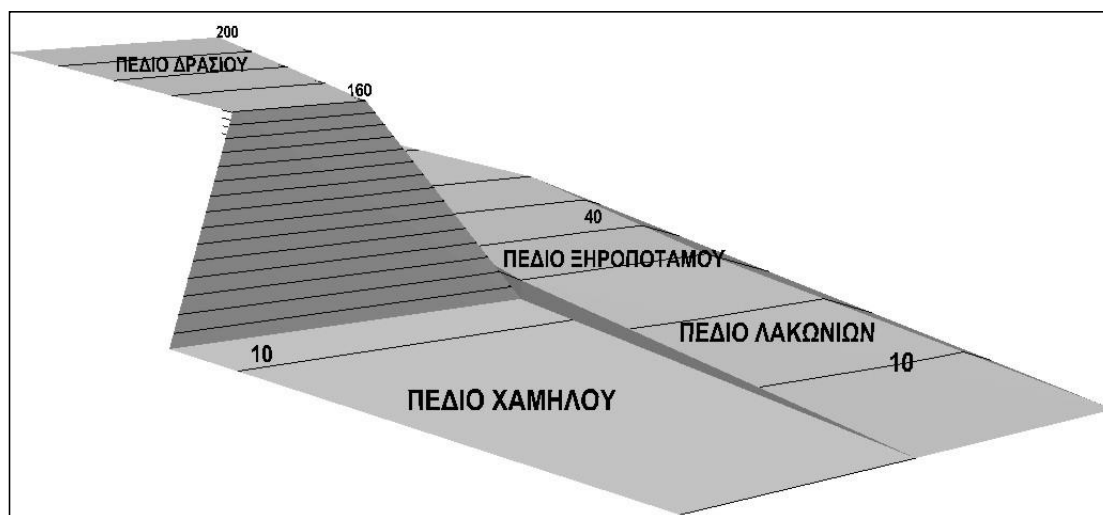
Από σχετικά πρόσφατες μελέτες καρστικών συστημάτων προκύπτει ότι η υστέρηση βροχόπτωσης – παροχής πηγής που παρατηρείται στην πηγή Αλμυρού δύναται να οφείλεται σε απουσία καρστικών αγωγών και καρστικής συμπεριφοράς στη λεκάνη τροφοδοσίας ή/και τροφοσία της λεκάνης από διάσπαρτη κατείσδυση και όχι από καταβόθρες ή ανάλογους σχηματισμούς (White, 1993, 1999).

Εκμετάλλευση Υδροφορέα – τροφοδότη πηγής Αλμυρού Αγίου Νικολάου⁷

Τα πεδία Λακωνίων, Ξηροποτάμου και Δρασίου ανήκουν σε μία διαμερισματοποιημένη, υδρογεωλογική λεκάνη (Νεάπολης – Αγ. Νικολάου). Σύμφωνα με τα παραπάνω η πηγή του Αλμυρού Αγίου Νικολάου είναι μια διακεκριμένη υδρογεωλογική οντότητα που εκφορτίζει μέρος της υδροφορίας του Ανατολικού Δίκτη μέσω του ρήγματος Νεάπολης Αγίου Νικολάου που αποτελεί και τον αγωγό τροφοδοσίας της πηγής.

Η μέση εκμετάλλευση της λεκάνης είναι της τάξης των 5 εκ. m³ ανά έτος (και όχι 11 εκ. m³ ανά έτος που συχνά αναφέρεται στη βιβλιογραφία) εκ των οποίων τα 3.9 εκ. m³ διατίθενται για την ύδρευση Αγ. Νικολάου και Ελούντας και τα υπολοιπόμενα για την άρδευση των καλλιεργιών και την ύδρευση των λοιπών οικισμών της λεκάνης.

Η παραπάνω εκμετάλλευση είναι μικρότερη από την απόδοση του υδροφορέα με την διακύμανση της στάθμης των γεωτρήσεων να αντανακλά μόνο τις εποχικές διακυμάνσεις που δεν υπερβαίνουν συνολικά τα 5 m. Όμως στις γεωτρήσεις του Δρασίου παρατηρείται εποχική διακύμανση μεγαλύτερη των 15 m που υποδηλώνει λιγότερο καρστικοποιημένο / κερματισμένο υδροφορέα. Τα συμπεράσματα αυτά είναι συμβατά με τη φύση του υδροφορέα του ορεινού όγκου του Ανατολικού Δίκτη καθώς και τις υφιστάμενες λιθολογικές περιγραφές των γεωτρήσεων.



⁷ ΙΓΜΕ, 2005. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ.

ΠΑΡΙΤΣΗΣ, Σ., 2009. ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΔΗΜΟΥ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ., Ο.ΑΝ.Α.Κ.

Εικόνα 5-11 Τρισδιάσταση σχηματική αναπαράσταση πιεζομετρικής επιφάνειας πεδίων Χαμηλού, Δρασίου, Ξηροποτάμου και Λακωνίων

Η τιμή βαθειάς διήθησης από τις βροχοπτώσεις στην υδρογεωλογική λεκάνη Νεάπολης – Αγ. Νικολάου είναι της τάξης των 4.5 εκ. m³ ανά έτος (Παρίτσης 2009).

Η διαμερισματοποιημένη, υδρογεωλογική λεκάνη Νεάπολης – Αγ. Νικολάου τροφοδοτείται από τις βροχοπτώσεις, ενώ η υπολεκάνη Χαμηλού – Λακωνίων θεωρείται ότι διαθέτει και πλευρική τροφοδοσία από τον ορεινό όγκο Δίκτη.

Το προκαταρτικό υδατικό ισοζύγιο υδρογεωλογικής λεκάνης Νεάπολης – Αγ. Νικολάου, όπως προέκυψε από την ανάλυση των προηγούμενων κεφαλαίων απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα.

ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΝΕΑΠΟΛΗΣ – ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ	
ΕΙΣΡΟΕΣ	
Πλευρική τροφοδοσία από Δίκτη	7 εκ. m ³
Βαθεία διήθηση	4.5 εκ. m ³
Τροφοδοσία Αλμυρού από Δίκτη	76.5 εκ. m ³
ΕΚΡΟΕΣ	
Αντλήσεις	5 εκ. m ³
Εκφορτίσεις υδροφορέα στη θάλασσα	6.5 εκ. m ³
Εκφορτίσεις πηγής Αλμυρού	76.5 εκ. m ³

Συμπερασματικά αναφέρεται ότι οι επικρατούσες υδρογεωλογικές συνθήκες καθώς και τα υφιστάμενα επίπεδα εκμετάλλευσης υποδηλώνουν πολύ σημαντικές δυνατότητες περαιτέρω γεωτρητικής εκμετάλλευσης του συστήματος τροφοδοσίας της πηγής του Αλμυρού Αγίου Νικολάου. Συνεπώς η πρόταση αξιοποίησης παραμένει μία, αυτή της γεωτρητικής εκμετάλλευσης που μπορεί να επεκταθεί μελλοντικά με σημαντικά αποτελέσματα. Λόγω έλλειψης άλλων προτάσεων η πρόταση αυτή εξαιρείται από τη βαθμολόγηση των βαθμολογητών.

5.3 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ ΤΗΣ ΜΑΛΑΥΡΑΣ

Σύνοψη

ΠΗΓΕΣ ΜΑΛΑΥΡΑΣ⁸

Ποσοτικά και ποσοτικά στοιχεία της πηγής

1 Γενικά

Οι πηγές της Μαλαύρας βρίσκονται στην περιοχή «Θόλος» στη βόρεια ακτή της Ανατολικής Κρήτης, 4 περίπου km βόρεια της κοινότητας Καβουσίου. Η εκφόρτιση των πηγών γίνεται μέσω μετώπου 400 μ και όχι μέσω διακριτών πηγών (ΓΚΟΦΑΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ, ΜΠΕΖΕΣ, Κ., 1986). το μέτωπο εκφόρτισης βρίσκεται στην χερσαία απόληξη του ενεργού συστήματος ρηγμάτων Καβουσίου - Ιεράπετρας που οριοθετούν από δυτικά την υδροφορία του Ορνού όρους. Ανυίστοια με τις υδρογεωλογικές συνθήκες των άλλων μεγάλων παράκτιων υφάλμυρων καρστικών πηγών της Κρήτης η ρηξιγενής αυτή ζώνη αποτελεί και το αγωγό εκφόρτισης της υδροφορίας του Ορνού προς τη θάλασσα.

Για τη βελτίωση της ποιότητας του νερού της πηγής κατασκευάστηκε διάφραγμα στεγανοποιήσεως, συνολικού μήκους 420m., δημιουργούμενο από φρεατοπασσάλους, βάθους 8m έως 11m, μπροστά από το μέτωπο εμφάνισης της πηγής για την απομόνωση της από τη θάλασσα.

Επίσης έχει κατασκευασθεί κουρτίνα τσιμεντενέσεων από τις αιχμές των πασσάλων έως τη στάθμη -30m. Τέλος έχει κατασκευασθεί και έργο προστασίας της ακτής από κυματισμούς με λιθορριπή μήκους 450m, εμπρός από το διάφραγμα, που θωρακίστηκε στη συνέχεια με τεχνητούς ογκόλιθους.

Σημειώνεται ότι η ποιότητα νερού βελτιώθηκε σε πολύ μικρό βαθμό με τη συγκέντρωση χλωριόντων να μειώνεται με αυτά τα έργα προστασίας, αλλά όχι σημαντικά.

2 Συνολική παροχή της πηγής

Οι ετήσιες εκφορτίσεις των πηγών της Μαλαύρας, είναι της τάξης των 21 εκατ. m³, που αντιστοιχούν σε παροχές 2.400m³/h περίπου με περιεκτικότητα σε Cl⁻ περί τα 450-500 mg/L και αγωγιμότητα περίπου 2500 μS/cm.

⁸ ΓΚΟΦΑΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ, ΜΠΕΖΕΣ, Κ., 1986. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΕΩΣ ΠΗΓΩΝ ΜΑΛΑΥΡΑΣ Ν.ΛΑΣΙΘΙΟΥ. ΥΠΓΕ

Η παροχή της πηγής δεν μπορεί να μετρηθεί, σύμφωνα όμως με τους Θ.Γκόφας & Συν/τες, Κ.Μπεζές (1986), πρέπει να είναι τουλάχιστον $1720 \text{ m}^3/\text{h}$ ήταν περί τα $15 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ κατά την περίοδο των χαμηλών παροχών (φθινόπωρο), χωρίς να μπορούν να εκτιμηθούν οι μέγιστες παροχές.

Η εκμετάλλευση των πηγών πραγματοποιείται μέσω μιας υδρομαστευτικής τάφρου και μιας υδρομαστευτικής στοάς που κατασκευάστηκαν για το σκοπό αυτό .

Με βάση τα στοιχεία που συλλέχθηκαν καθώς και τις υφιστάμενες μελέτες οι ποσότητες που αντλούνται από τις πηγές Μαλαύρας χρησιμοποιούνται κύρια για τον εμπλουτισμό του φράγματος Μπραμιανού Ιεράπετρας καθώς και από τον ΤΟΕΒ Καβουσίου για άρδευση ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες. Στο φράγμα Μπραμιανού μεταφέρονται περί τα $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ δηλαδή περί τα $8.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$. Σύμφωνα με πληροφορίες του ΤΟΕΒ η συνολική ετήσια κατανάλωση νερού είναι $1,6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ από τα οποία τα $1.05 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ προέρχονται από γεωτρήσεις της λεκάνης Καβουσίου – Παχειάς Αμμου και τα υπόλοιπα $0,55 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ από την πηγή Μαλαύρας. Η συνολική ποσότητα νερού υπό εκμετάλλευση από τις **πηγές της Μαλαύρας** είναι της τάξης των $9 - 9.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Πρέπει να σημειωθεί ότι υπό την προϋπόθεση ότι τα ποσοτικά στοιχεία της παρούσας είναι ορθά, οι πηγές της Μαλαύρας έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό εκμετάλλευσης καρστικών υφάλμυρων πηγών της χώρας.

Με βάση τα παραπάνω δεν προτείνονται εναλλακτικές προτάσεις αξιοποίησης των υφάλμυρων πηγών της Μαλαύρας που μπορούν να βαθμολογηθούν από τους βαθμολογητές. Λόγω έλλειψης άλλων προτάσεων η πρόταση αυτή εξαιρείται από τη βαθμολόγηση των βαθμολογητών.

6. ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Συμπερασματικά επιλέχθηκε ένας αριθμός εναλλακτικών λύσεων για κάθε υφάλμυρη πηγή που θα αξιολογηθούν ως προς τα προαναφερόμενα 6 κριτήρια. Η βαθμολόγηση θα γίνει στην κλίμακα από 0 έως 5 (5 είναι η βέλτιστη βαθμολογία) και υπάρχει η δυνατότητα χρήσης έως 2 δεκαδικών ψηφίων.

Για τη διευκόλυνση των βαθμολογητών αλλά και για την καλύτερη αποτύπωση των αποτελεσμάτων, το ερωτηματολόγιο κατασκευάστηκε με τη βοήθεια της ανοικτής ηλεκτρονικής πλατφόρμα **jotform.com**.

Ειδικότερα στον κάθε βαθμολογητή θα σταλεί ένας σύνδεσμος (link) που θα τον οδηγεί στο online ερωτηματολόγιο. Στην πρώτη σελίδα ο βαθμολογητής θα καταχωρεί τα στοιχεία του (συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων επικοινωνίας) καθώς και ποιον φορέα εκπροσωπεί ώστε να γίνεται διασταύρωση ότι είναι όντως αυτός που έχει επιλεγεί από την ομάδα μελέτης και την ομάδα επίβλεψης. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η αρχική σελίδα του ερωτηματολογίου για τον Αλμυρό Ηρακλείου.



ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ
ΥΦΑΛΜΥΡΩΝ ΠΗΓΩΝ: ΑΛΜΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ, ΑΛΜΥΡΟΣ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΑΙ ΜΑΛΑΥΡΑΣ

Ανάδοχος:

- SEEMAN SMART ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥΧΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ, με ό.τ. SEEMAN ENVIRONMENTAL
- ΧΡΗΣΤΟΣ ΔΑΜΒΕΡΤΗΣ ΤΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ
- ΣΑΒΒΑΣ Ν. ΠΑΡΙΤΣΗΣ ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ ΙΚΕ, με ό.τ. ΣΑΒΒΑΣ Ν. ΠΑΡΙΤΣΗΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΗΣ
ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Στοιχεία Υπεύθυνου Συμπλήρωσης *

Όνομα

Επίθετο

Υπηρεσία / Φορέας *

Όνομα Υπηρεσίας / Φορέα

Διεύθυνση

Πόλη

ΤΚ

Τηλέφωνο

 -

Κωδικός Χώρας

Τηλέφωνο



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο
Περιφερειακής Ανάπτυξης



ΕΣΠΑ 2014-2020

Επόμενο

Στη συνέχεια (δεύτερη σελίδα) ο βαθμολογητής θα πρέπει να αξιολογήσει τα 6 κριτήρια για την πρώτη λύση. Όπως αναφέραμε η πλατφόρμα του επιτρέπει βαθμολόγηση εντός της κλίμακας από 0 - 5, και δεχόμενη έως 2 δεκαδικά ψηφία. Το κατασκευασμένο ερωτηματολόγιο δεν επιτρέπει στον βαθμολογητή να επιλέξει να καταχωρήσει τιμές εκτός κλίμακας.



**ΑΞΙΟΛΟΓΕΙΣΤΕ ΤΙΣ 5 ΕΝΝΑΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ
ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΗΣ ΠΗΓΗΣ
ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**

**ΛΥΣΗ 1: ΑΝΥΨΩΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ**

Κριτήριο "Εφικτότητα & Διατηρησιμότητα"

Πως αξιολογείται την Λύση 1 ως προς το υποκριτήριο "Εφικτότητα"? *

Κλίμακα 0 έως 5/ Η βέλτιστη επιλογή βαθμολογείται με 5 / Στην βαθμολόγηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο δεκαδικά ψηφία.

Πως αξιολογείται την Λύση 1 ως προς το υποκριτήριο "Διατηρησιμότητα"? *

εχ: 3

Κλίμακα 0 έως 5/ Η βέλτιστη επιλογή βαθμολογείται με 5 / Στην βαθμολόγηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο δεκαδικά ψηφία.

"Οικονομικό Κριτήριο"

Πως αξιολογείται την Λύση 1 ως προς το "Οικονομικό" κριτήριο ? *

εχ: 3

Κλίμακα 0 έως 5/ Η βέλτιστη επιλογή βαθμολογείται με 5 / Στην βαθμολόγηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο δεκαδικά ψηφία.

"Ενεργειακό Κριτήριο"

Πως αξιολογείται την Λύση 1 ως προς το "Ενεργειακό" κριτήριο ? *

εχ: 3

Κλίμακα 0 έως 5/ Η βέλτιστη επιλογή βαθμολογείται με 5 / Στην βαθμολόγηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο δεκαδικά ψηφία.

"Περιβαλλοντικό Κριτήριο"

Πως αξιολογείται την Λύση 1 ως προς το υποκριτήριο "Προστασία του τοπίου" ? *

εχ: 3

Κλίμακα 0 έως 5/ Η βέλτιστη επιλογή βαθμολογείται με 5 / Στην βαθμολόγηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο δεκαδικά ψηφία.

Πως αξιολογείται την Λύση 1 ως προς το υποκριτήριο "Προστασία του περιβάλλοντος και των πόρων"? *

Στη συνέχεια (Τρίτη σελίδα) ο βαθμολογητής αξιολογεί τη δεύτερη προτεινόμενη λύση ως προς τα έξι κριτήρια. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όλες τις προτεινόμενες λύσεις, ενώ δίνεται και η δυνατότητα καταγραφής σχολίων – παρατηρήσεων από τους βαθμολογητές με την εισαγωγή του επιθυμητού κειμένου στο αντίστοιχο πεδίο της πλατφόρμας.

Στην τελευταία σελίδα υπάρχει ευχαριστήριο μήνυμα για την συμμετοχή στην αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων. Τα αποτελέσματα έρχονται με email στην

ομάδα μελέτης. Η πλατφόρμα είναι συνδεδεμένη με τον αλγόριθμο που περιέχει τις Συναρτήσεις αναγωγής συγκεντρώνει τα αποτελέσματα από όλους τους βαθμολογητές και υπολογίζει το τελικό score κάθε προτεινόμενης λύσης με βάση την περιγραφόμενη στο παρόν τεύχος μεθοδολογία. Με τον τρόπο αυτόν έχουμε ταχύτητα και διαφάνεια στην αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων. Η λύση με το μεγαλύτερο τελικό score είναι η επικρατέστερη σύμφωνα με τους βαθμολογητές.

7. ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

Όπως έχει τονισθεί τα οικονομικά στοιχεία των έργων έχουν εκτιμηθεί σε επίπεδο αναγνωριστικής μελέτης. Είναι λοιπόν πιθανόν να αποκλίνουν σημαντικά από τα πραγματικά μεγέθη που μπορούν να προκύψουν με την εκπόνηση αντίστοιχων μελετών (π.χ. προμελετών).

Συμπληρωματικά πρέπει να τονισθεί ότι συνήθως από την ανάλυση των οικονομικών στοιχείων (όπως για παράδειγμα στην παρούσα μελέτη) μέχρι τη δημοπράτηση και κατασκευή των απαιτούμενων έργων υπάρχει μια περίοδος αρκετών ετών κατά τη διάρκεια της οποίας τα οικονομικά στοιχεία μπορούν να διαφοροποιηθούν σημαντικά.

Για τους παραπάνω λόγους αλλά και για την κάλυψη και άλλων αβέβαιων γεγονότων που επηρεάζουν την αγορά και τα οικονομικά στοιχεία των έργων θεωρήθηκε επιβεβλημένο να συμπεριληφθεί στην παρούσα μελέτη και μια βασική ανάλυση ευαισθησίας για κάθε λύση με σκοπό να προσδιορισθούν τα επίπεδα ευστάθειας κάθε λύσης.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν έγινε η διερεύνηση επίδρασης στην ανηγμένη τιμή της μονάδας όγκου νερού που κάθε λύση προσφέρει στην κατανάλωση (με αφετηρία του δικτύου της ΔΕΥΑΗ στη δεξαμενή Κέρης) για αλλαγές $\pm 10\%$, $\pm 20\%$ και $\pm 30\%$ στο κόστος των απαιτούμενων φραγμάτων και για τις ίδιες αλλαγές στην τιμή της kwh.

Στον Πίνακα 7-1 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι εναλλακτικές λύσεις με τον αξιοποιούμενο ετήσιο όγκο νερού, την τιμή μονάδας όγκου νερού και το εύρος των τιμών της μονάδας όγκου νερού με βάση τις αλλαγές στις τιμές της Kwh και του κόστους κατασκευής των φραγμάτων.

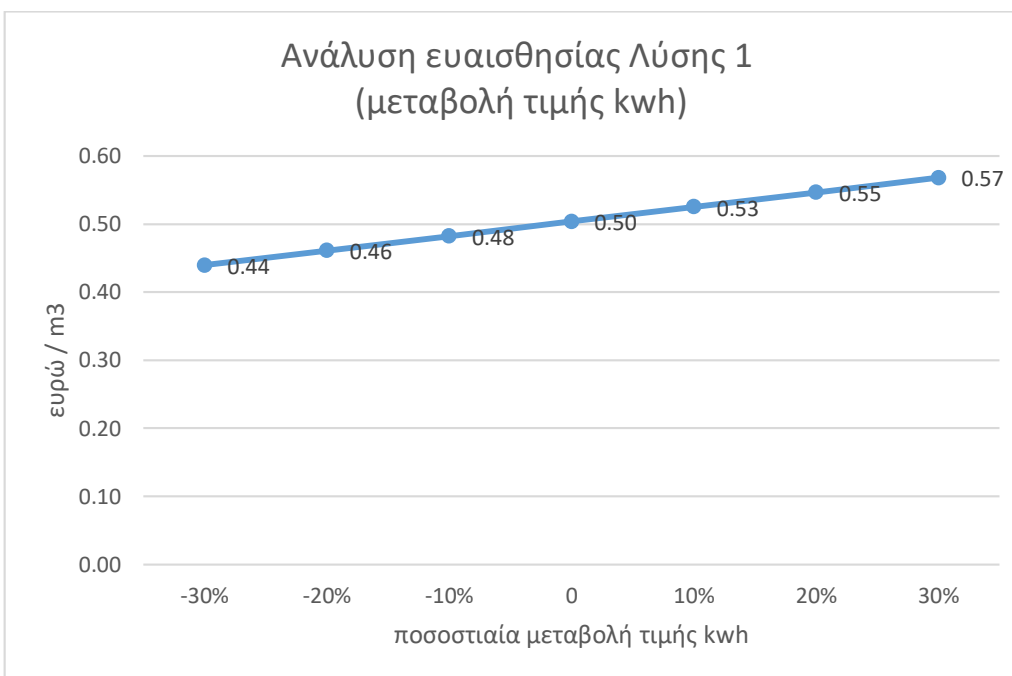
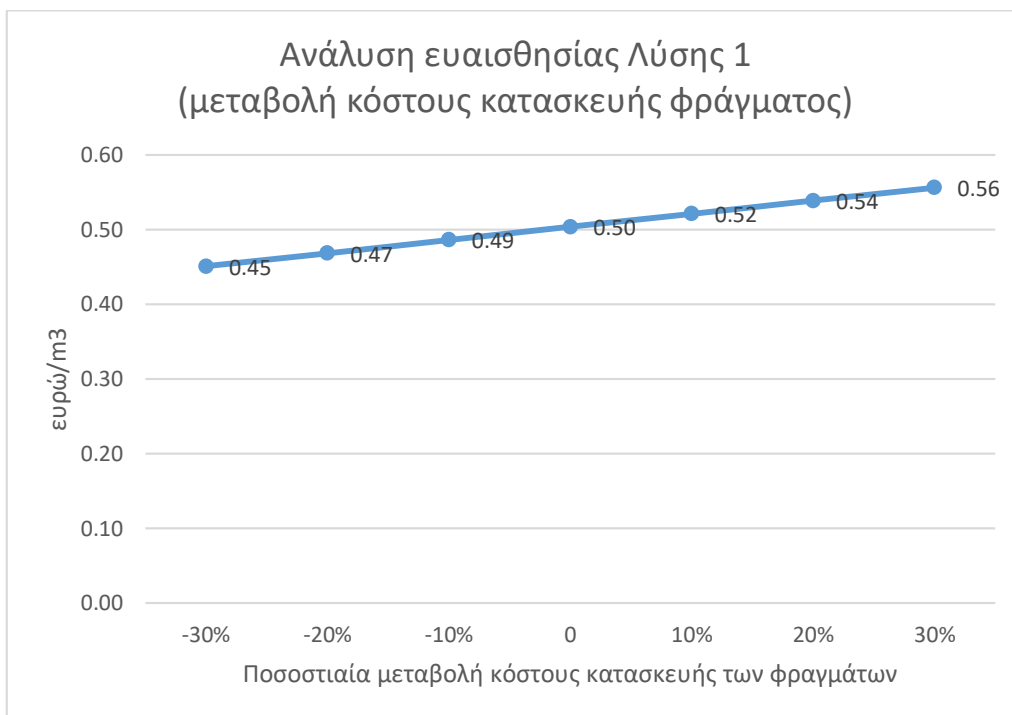
Πίνακας 7-1 Ανηγγεμένες τιμές μονάδας όγκου νερού και εύρος τιμών για κάθε εναλλακτική πρόταση

A/A Πρότασης	Ετήσιος όγκος νερού (εκατ. m ³)	Τιμή μονάδας όγκου νερού (ευρώ/m ³)	Εύρος τιμών (ευρώ/m ³)	Μεταβολή μεγεθών
1	50	0.50	0.44- 0.57	kwh
			0.45- 0.56	Κόστος φραγμάτων
2	21	0.38	0.34- 0.42	kwh
			0.33- 0.43	Κόστος φράγματος
3	1.656	0.26	0.21- 0.31	kwh
4	-	-	-	-
5	15	0.77	0.63 - 0.91	kwh

Αναλυτικά τα παραπάνω αποτελέσματα έχουν ως εξής:

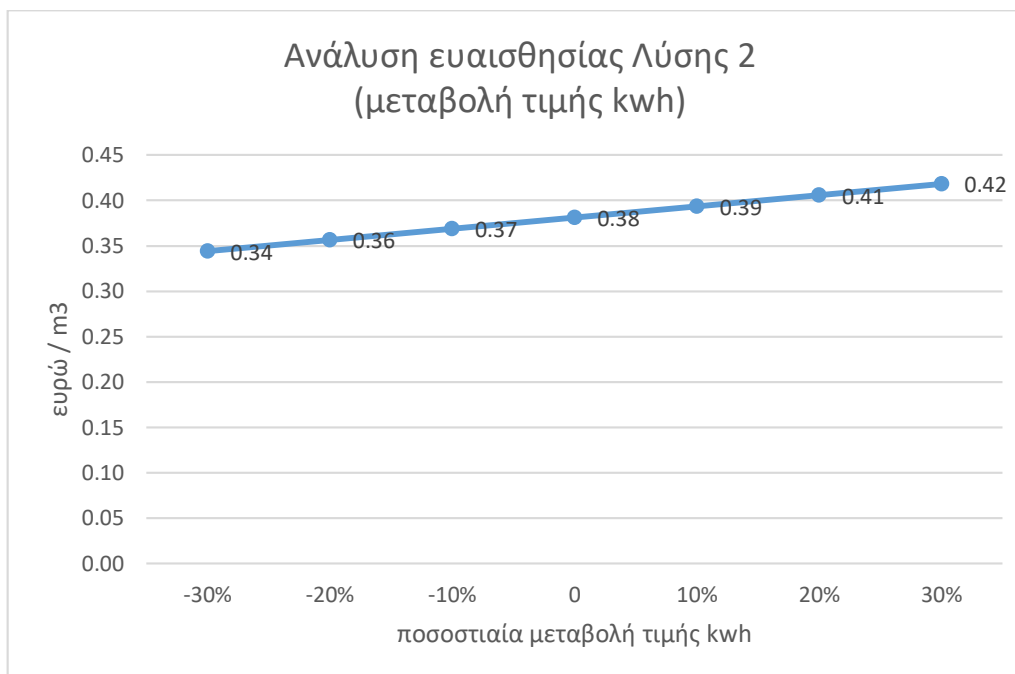
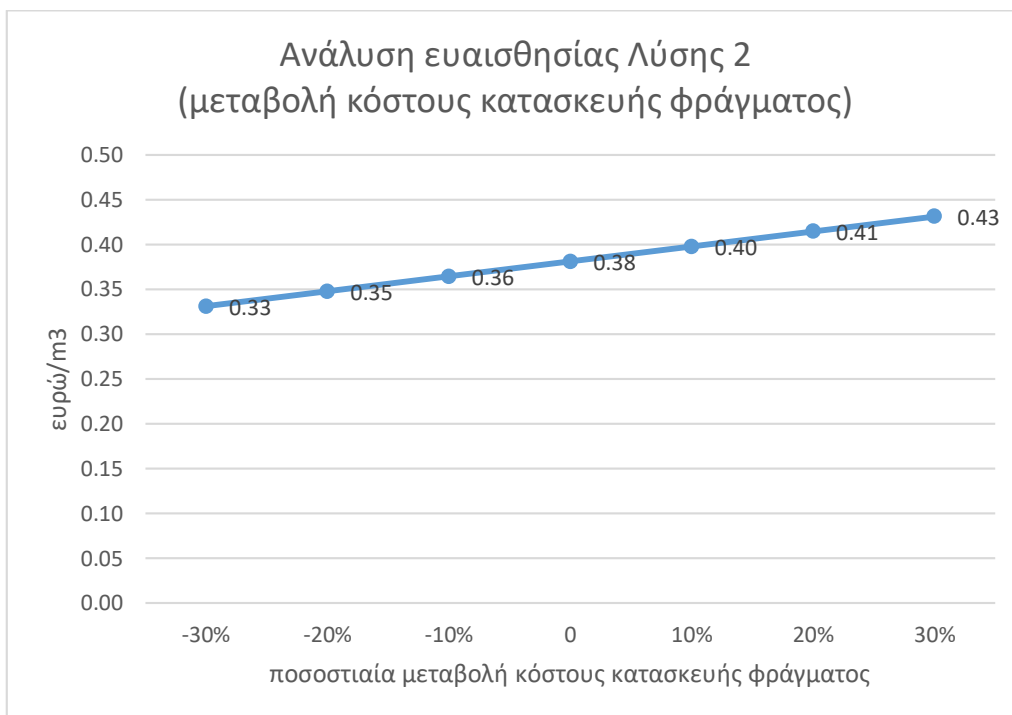
Λύση 1

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η ανάλυση ευαισθησίας της Λύσης 1 (τιμή μονάδας όγκου νερού σε ευρώ/m³) σε σχέση α) με τη μεταβολή κόστους κατασκευής των φραγμάτων και β) με τη μεταβολή του κόστους της kwh



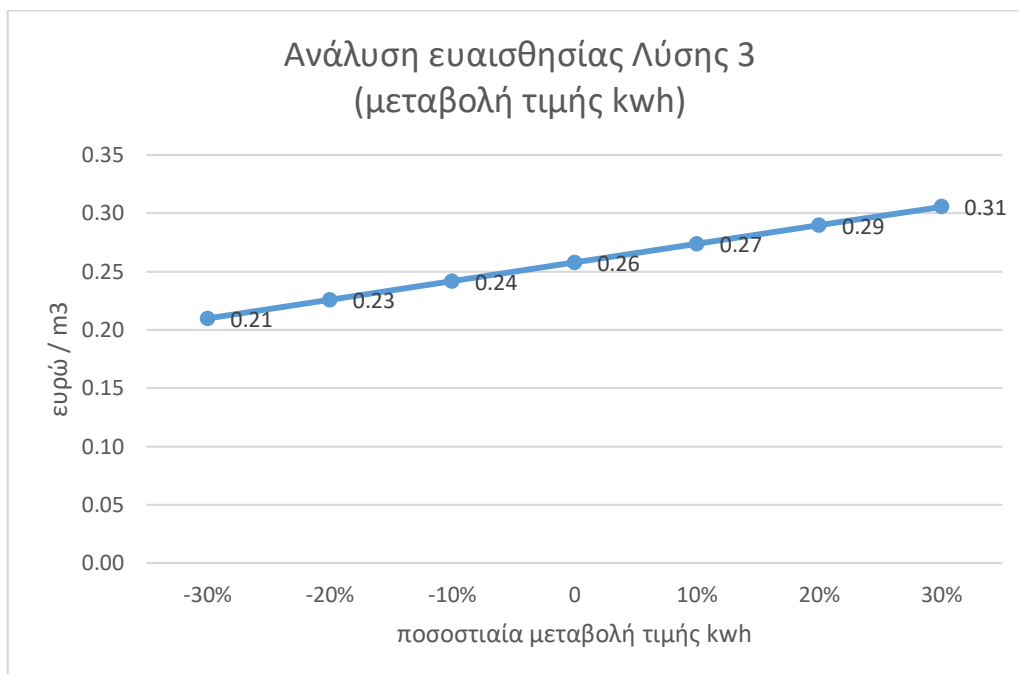
Λύση 2

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η ανάλυση ευαισθησίας της Λύσης 2 (τιμή μονάδας όγκου νερού σε ευρώ/μ³) σε σχέση α) με τη μεταβολή κόστους κατασκευής του φράγματος και β) με τη μεταβολή του κόστους της kWh



Λύση 3

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ανάλυση ευαισθησίας της Λύσης 3 (τιμή μονάδας όγκου νερού σε ευρώ/μ³) σε σχέση με τη μεταβολή του κόστους της kWh.

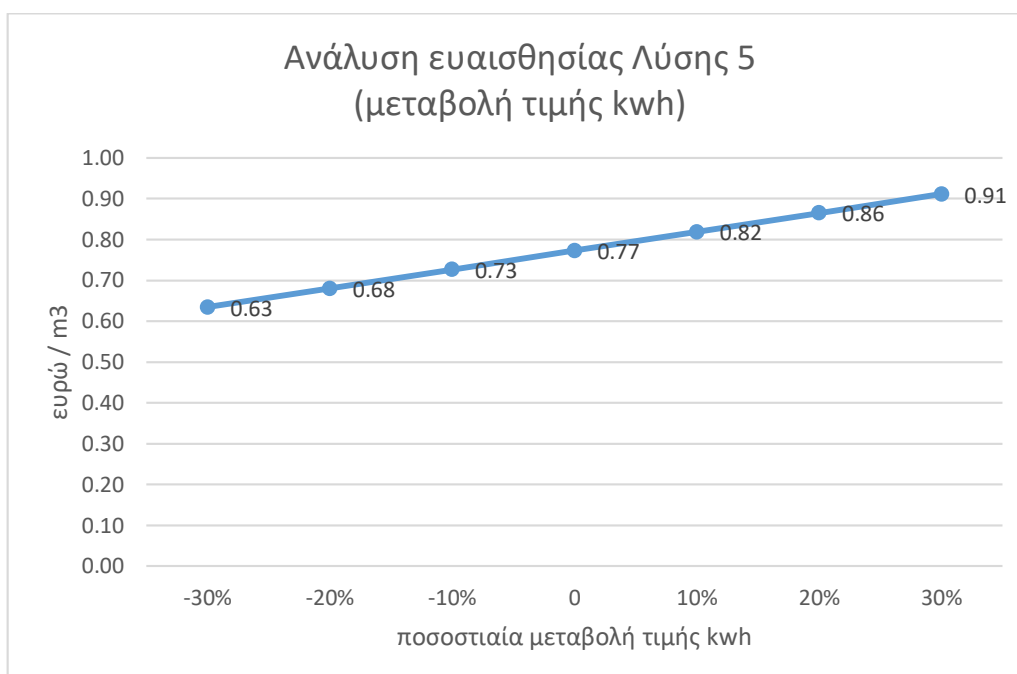


Λύση 4

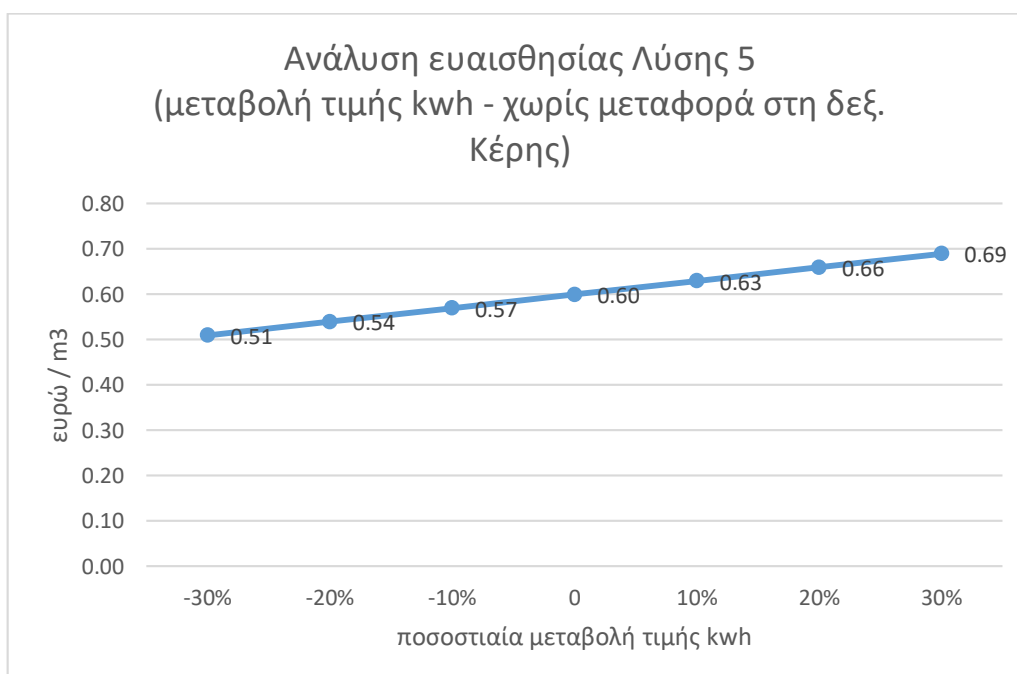
Με δεδομένη την έλλειψη οικονομικών στοιχείων για την εν λόγω λύση δεν πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας.

Λύση 5

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ανάλυση ευαισθησίας της Λύσης 5 (τιμή μονάδας όγκου νερού σε ευρώ/m³) σε σχέση με τη μεταβολή του κόστους της kwh.



Ειδικότερα η ανάλυση ευαισθησίας για την παραγωγή ενός m^3 από την μονάδα αφαλάτωσης (χωρίς το επιπλέον κόστος για την άντληση και κατάθλιψη μέχρι τη δεξαμενή της Κέρης) παρουσιάζεται ακολούθως:



Από τον συγκεντρωτικό πίνακα που παρουσιάστηκε παραπάνω προκύπτει ότι το εύρος μεταβολής της ανηγμένης τιμής της μονάδας όγκου νερού που αξιοποιείται για +30% -30% μεταβολής της τιμής της kwh που έμμεσα υποδηλώνει την ευστάθεια κάθε πρότασης (σε σχέση με την τιμή της kwh).

Το εύρος μεταβολής για τις παραπάνω μεταβολές στην τιμή της kwh, σε ποσοστό είναι: Πρόταση 1: 26%, Πρόταση 2: 21%, Πρόταση 3: 38%, Πρόταση 4: -, Πρόταση 5: 36%. Με βάση αυτή τη διαπίστωση η κατάταξη των προτάσεων/λύσεων από πλευράς ευστάθειας (σε σχέση με την τιμή της kwh) είναι: 2, 1, 5, 3.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ

Το τεύχος αυτό αποτελεί το παραδοτέο 2 του έργου «ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΦΑΛΜΥΡΩΝ ΠΗΓΩΝ: ΑΛΜΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ, ΑΛΜΥΡΟΣ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΑΙ ΜΑΛΑΥΡΑΣ». Ταυτόχρονα αποτελεί και το Προσχέδιο της Β' φάσης του έργου.

Στο παραδοτέο αυτό επιχειρήθηκε να οργανωθεί η διαδικασία αξιολόγησης των εναλλακτικών προτάσεων αξιοποίησης των υφάλμυρων πηγών Αλμυρού Ηρακλείου, Αλμυρού Αγ. Νικολάου και Μαλαύρας.

Η διαδικασία αξιολόγησης στηρίχθηκε στη συστηματική συνοπτική παρουσίαση όλων των εναλλακτικών λύσεων που έχουν προταθεί μέχρι σήμερα, με όλα τα απαραίτητα τεχνικά και οικονομικά στοιχεία και τις αναμενόμενες επιπτώσεις κάθε λύσης. Για τη βαθμολόγηση των προτάσεων κλήθηκαν να αποφασίσουν μια σειρά από έγκριτους επιστήμονες και μηχανικούς που έχουν βαθιά γνώση του αντικειμένου και προέρχονται από ένα μεγάλο εύρος υπηρεσιών και ειδικοτήτων. Οι επιλεγέντες βαθμολογητές θα κληθούν να βαθμολογήσουν τις εναλλακτικές προτάσεις για τον Αλμυρό Ηρακλείου (ενώ για τον Αλμυρό Αγ. Νικολάου για τη Μαλαύρα υπήρξε μόνο μία πρόταση) μέσω ειδικής πλατφόρμας που σχεδιάστηκε από τους μελετητές για να διευκολύνει τη διαδικασία βαθμολόγησης και να την προωθήσει μέσω της πολυκριτηριακής μεθόδου του Σταθμισμένου αθροίσματος (Simple Additive Weighting – SAW) στη σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων.

Λόγω της μεθόδου αξιολόγησης δεν ήταν απαιτητή η συγκέντρωση τελικών στοιχείων διαστασιολόγησης και των ακριβών οικονομικών στοιχείων κάθε προτεινόμενης λύσης. Σημειώνεται ότι σχεδόν το σύνολο των εναλλακτικών λύσεων δεν διέθετε στοιχειώδεις μελέτες. Οι περισσότερες προτάσεις δεν είχαν καν οικονομικά στοιχεία.

Εντούτοις για την πληρότητα των λύσεων οι μελετητές συμπλήρωσαν τα βασικά τεχνικά δεδομένα και προχώρησαν στους αναγκαίους υπολογισμούς των οικονομικών στοιχείων σε επίπεδο αναγνωριστικής μελέτης. Οι περιγραφές των λύσεων, τα βασικά τεχνικά και οικονομικά στοιχεία καθώς και οι αναμενόμενες επιπτώσεις κάθε λύσης παρουσιάστηκαν με ουδέτερο τρόπο στους βαθμολογητές που επιπλέον έχουν πρόσβαση σε όλο το υλικό των υφάλμυρων πηγών που διαθέτει η Υπηρεσία.

Εκτιμάται ότι με τη βαθμολόγηση των προτάσεων από ένα σημαντικό αριθμό ειδικών θα προκριθούν οι πιο ενδεδειγμένες λύσεις για κάθε περίπτωση. Στη συνέχεια οι λύσεις που θα επιλεγούν (π.χ. 1 ή 2 λύσεις) θα πρέπει να μελετηθούν σε οριστικό

επίπεδο ώστε όλα τα στοιχεία να είναι τελικά και έτοιμα για την υλοποίηση των απαιτούμενων έργων.

Είναι προφανές ότι επιχειρείται με αυτή τη μελέτη μια εντελώς καινοτόμος διαδικασία στη λήψη των αποφάσεων για την υλοποίηση έργων αξιοποίησης των υφάλμυρων πηγών με την ταυτόχρονη εμπλοκή στη λήψη των αποφάσεων τόσο των ειδικών όσο και των εκπροσώπων φορέων της κοινωνίας.

Το θέμα της αξιοποίησης των υφάλμυρων πηγών της Κρήτης πρέπει να αποτελέσει κεντρικό θέμα πρώτης προτεραιότητας για την ανάπτυξη της Κρήτης γεγονός που εδώ και πολλά χρόνια έχει εγκαταληφθεί, χωρίς μέχρι σήμερα να υπάρχουν αξιόπιστες μελέτες για να στηρίξουν την οποιαδήποτε απόφαση αξιοποίησης τους.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ARFIB B., DE MARSILY G. , GANOULIS J., 2001 FRESHWATER-SALTWATER MOTION IN A COASTAL KARSTIC AQUIFER -THE CASE OF THE ALMYROS OF HERAKLIO, CRETE, GREECE. FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SALTWATER INTRUSION AND COASTAL AQUIFERS. MONITORING, MODELING, AND MANAGEMENT. ESSAOUIRA, MOROCCO, 2001.

CAPUTO RICCARDO, CATALANO STEFANO, MONACO CARMELO, ROMAGNOLI GINO, TORTORICI GIUSEPPE AND TORTORICI LUIGI, 2010 ACTIVE FAULTING ON THE ISLAND OF CRETE (GREECE) *GEOPHYS. J. INT.* (2010) 183, 111–126

CL HWANG, K. YOON, (1981) MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING: METHODS AND APPLICATIONS. SPRINGER-VERLAG, BERLIN

MASON J., 2016 ACTIVE FAULT INVESTIGATIONS IN THE WESTERN PELOPONNESE AND EASTERN CRETE, GREECE. APPROVED THESIS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF ENGINEERING SCIENCE. FACULTY OF GEORESOURCES AND MATERIALS ENGINEERING. RWTH AACHEN UNIVERSITY

MASON J., S. SCHNEIDERWIND, A. PALLIKARAKIS, T. WIATR, S. MECHERNICH, I. PAPANIKOLAOU, K. REICHERTER 2016. FAULT STRUCTURE AND DEFORMATION RATES AT THE LASTROS-SFAKA GRABEN, CRETE. *TECTONOPHYSICS* 683 (2016) 216–232

MASON J., S. SCHNEIDERWIND, A. PALLIKARAKIS, T. WIATR, S. MECHERNICH, I. PAPANIKOLAOU, K. REICHERTER 2016. A MULTIDISCIPLINARY INVESTIGATION AT THE LASTROS-SFAKA GRABEN, CRETE. *BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF GREECE*, VOL. L, P. 85-93. PROCEEDINGS OF THE 14TH INTERN. CONGRESS, THESSALONIKI, MAY 2016

TSAKIRIS, G., SPILIOTIS, M. AND PARITSIS, S., 2007. ASSESSING THE WATER POTENTIAL OF KARSTIC SALINE SPRINGS: THE CASE OF ALMYROS (HERAKLION – CRETE). *WATER RESOURCES MANAGEMENT: NEW APPROACHES AND TECHNOLOGIES. EUROPEAN WATER*

UNDP – FAO, 1972. STUDY OF THE ALMYROS SPRING OF IRAKLION. AGL:SF/GRE 31.

WHITE, W. B., 1993. ANALYSIS OF KARST AQUIFERS. IN “REGIONAL GROUNDWATER QUALITY”. ALLEY W. M. (ED). VAN NOSTRAND REINHOLD, NEW YORK. PP 471-489.

WHITE, W. B., 1999. KARST HYDROLOGY: RECENT DEVELOPMENTS AND OPEN QUESTIONS. IN “HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING GEOLOGY OF SINKHOLES AND KARST”. BECK, PETTIT & HERRING (EDS). BALKEMA. PP 3-21.

ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ, Α., ΑΜΟΛΟΧΙΤΗΣ, Γ. 1993. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΗΓΩΝ ΑΛΜΥΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ. ΕΚΘΕΣΗ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ. Δ.Ε.Υ.Α.Η. - ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ.

ΓΚΑΝΟΥΛΗΣ, Ι., ΑΦΡΙΒ, Β., ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ, Μ. ΚΑΙ ΚΟΤΑΡΗΣ, Γ. 2000. ΕΡΕΥΝΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑ ΑΛΜΥΡΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ. Ο.ΑΝ.Α.Κ.

ΓΚΟΦΑΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ, ΜΠΕΖΕΣ, Κ., 1986. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΕΩΣ ΠΗΓΩΝ ΜΑΛΑΥΡΑΣ Ν.ΛΑΣΙΘΙΟΥ. ΥΠΓΕ

ΚΝΙΘΑΚΗΣ, Μ., ΚΑΛΟΥΜΕΝΟΣ, Κ., 1988. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΣΤΗΝ ΚΟΝΤΙΝΗ ΚΑΙ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ. Ι.Γ.Μ.Ε., ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΡΗΤΗΣ.

ΜΑΡΑΜΑΘΑΣ, Α., 2002. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ. ΕΜΠ. ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ. ΚΑΙ ΜΑΣΤΟΡΗΣ Κ., 1969. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΡΣΤΙΚΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΟΥ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ. ΙΓΕΥ

ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ., ΣΟΦΙΟΥ, Π., ΣΤΕΙΑΚΑΚΗΣ, Ε., ΚΑΔΙΑΝΑΚΗΣ, Μ., ΒΑΒΑΔΑΚΗΣ Δ., ΚΛΕΙΔΟΠΟΥΛΟΥ, Μ. 1999. ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΩΝ ΜΕΣΩ ΔΙΚΤΥΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.

ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ., ΣΟΦΙΟΥ, Π., ΣΤΕΙΑΚΑΚΗΣ, Ε., ΚΑΔΙΑΝΑΚΗΣ, Μ., ΚΛΕΙΔΟΠΟΥΛΟΥ, Μ., ΒΑΒΑΔΑΚΗΣ Δ. 1996. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΗΓΩΝ ΑΛΜΥΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ. ΕΚΘΕΣΗ ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ. Δ.Ε.Υ.Α.Η. - ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ.

ΜΠΕΖΕΣ, Κ. 1987, 3^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΥΕ, ΘΕΣ/ΚΗ, ΜΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΟΡΝΟΥ ΟΡΟΥΣ (ΑΝ. ΚΡΗΤΗ).

ΜΠΕΖΕΣ, Κ., 1992. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΛΙΣΣΟΥ Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ. ΔΕΥΑΗ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ.

ΝΤΑΣΚΑΣ, Α., 2018. ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΑΠΑΓΡΗΓΟΡΙΟΥ Σ., ΚΑΪΜΑΚΗ Σ., ΠΕΡΛΕΡΟΣ Β. ΚΑ 2000. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΡΗΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΠΑΠΑΜΑΤΘΑΙΑΚΗΣ, Χ., ΠΑΡΙΤΣΗΣ, Σ., ΣΟΦΙΟΥ, Π., 2017 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΠ' ΕΥΘΕΙΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΙΣ «ΗΜΕΡΕΣ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ». ΔΕΥΑΗ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ.

ΠΑΡΙΤΣΗΣ, Σ. 2003. ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΔΙΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΔΕΥΑΗ. Ο.ΑΝ.Α.Κ.

ΠΟΛΥΧΡΟΝΑΚΗ, Α., 1988. ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ ΕΚΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ Υ/Γ ΕΡΕΥΝΑ ΑΝ. ΚΡΗΤΗΣ. ΤΜΗΜΑ ΒΟΡΕΙΟΥ Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ. Ι.Γ.Μ.Ε., ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΡΗΤΗΣ.

ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ, Ν., 2010. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΚΑΡΣΤΙΚΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΗΣ ΠΗΓΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΕΜΠ

ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ, 1992. ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΩΝ ΘΕΣΕΩΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ, ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΑΘΗΝΑ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΒΑΒΑΔΑΚΗΣ Δ. 1996. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΗΓΩΝ ΑΛΜΥΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ. ΕΚΘΕΣΗ ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ. Δ.Ε.Υ.Α.Η. - ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ.

ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ, Α., ΑΜΟΛΟΧΙΤΗΣ, Γ. 1993. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΗΓΩΝ ΑΛΜΥΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ. ΕΚΘΕΣΗ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ. Δ.Ε.Υ.Α.Η. - ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ.

ΒΕΡΓΗΣ, Γ., 2006. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΥΛΙΣΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ ΓΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΩ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ, ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΕΜΠ

ΓΚΑΝΟΥΛΗΣ, Ι., AFRIB, B., ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ, Μ.ΚΑΙ ΚΟΤΑΡΗΣ, Γ. 2000. ΕΡΕΥΝΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑ ΑΛΜΥΡΟΥ, ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ. Ο.ΑΝ.Α.Κ.

ΓΚΟΦΑΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ, ΜΠΕΖΕΣ, Κ., 1986. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΕΩΣ ΠΗΓΩΝ ΜΑΛΑΥΡΑΣ Ν.ΛΑΣΙΘΙΟΥ. ΥΠΓΕ

ΙΓΜΕ, 1996. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΝΘΡΑΚΙΚΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΙΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ.

ΙΓΜΕ, 2005. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ.

ΚΛΕΙΔΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ Ν. 2003. ΡΟΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ ΠΡΟΣ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑ(ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΤΙΚΗ ΣΤΟΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ) ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

ΚΝΙΘΑΚΗΣ, Μ., ΚΑΛΟΥΜΕΝΟΣ, Κ., 1988. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΣΤΗΝ ΚΟΝΤΙΝΗ ΚΑΙ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ. Ι.Γ.Μ.Ε., ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΡΗΤΗΣ.

ΜΑΡΑΜΑΘΑΣ, Α., ΜΑΡΟΥΛΗΣ, Ζ., ΜΑΡΙΝΟΣ – ΚΟΥΡΗΣ, Δ., 2003. BRACKISH KARSTIC SPRINGS MODEL: APPLICATION TO ALMIROS SPRING IN CRETE. GROUND WATER VOL.41, NO.5, 608-619

ΜΑΡΑΜΑΘΑΣ, Α., 2002. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ. ΕΜΠ. ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ. ΚΑΙ ΜΑΣΤΟΡΗΣ Κ., 1969. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΑΡΣΤΙΚΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΟΥ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ. ΙΓΕΥ

ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ., ΣΟΦΙΟΥ, Π., ΣΤΕΙΑΚΑΚΗΣ, Ε., ΚΑΔΙΑΝΑΚΗΣ, Μ., ΒΑΒΑΔΑΚΗΣ Δ., ΚΛΕΙΔΟΠΟΥΛΟΥ, Μ. 1999. ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΩΝ ΜΕΣΩ ΔΙΚΤΥΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.

ΜΠΑΛΤΖΑΚΗ, Α., 2006. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΣΤΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟ., ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

ΝΤΑΣΚΑΣ, Α., 2018. ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΑΠΑΜΑΤΘΑΙΑΚΗΣ, Χ., ΠΑΡΙΤΣΗΣ, Σ., ΣΟΦΙΟΥ, Π., 2017 ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΠ' ΕΥΘΕΙΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΛΜΥΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΙΣ «ΗΜΕΡΕΣ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ». ΔΕΥΑΗ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ.

ΠΑΡΙΤΣΗΣ, Σ., 2009. ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΔΗΜΟΥ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ., Ο.ΑΝ.Α.Κ.

ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ, Ν., 2010. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΚΑΡΣΤΙΚΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΗΣ ΠΗΓΗΣ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΕΜΠ

ΤΕΕ ΑΝ. ΚΡΗΤΗΣ, 2013. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΟΣΙΜΟΤ ΝΕΡΟΥ