

**Υπουργείο
Μεταφορών Υποδομών και Δικτύων
Δ/νση Δ6/Γ.Γ.Δ.Ε.**



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος**

**ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΑΔΙΥΛΙΣΤΟΥ
ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΕΥΣΗ
ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ**

**Επιστημονικός
υπεύθυνος:**

**Χ. Μακρόπουλος,
Λέκτορας ΕΜΠ**

Τεύχος 5

**Συνοπτική Έκθεση και Τελικά
Συμπεράσματα**

Σύνταξη:

**Χ. Μακρόπουλος
Δ. Δαμίγος
Α. Ευστρατιάδης
Α. Κουκουβίνος
Α. Μπενάρδος**

Αθήνα, Οκτώβριος 2010

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

1	Εισαγωγή	3
2	Αντικείμενο Τελικής Έκθεσης	4
3	Περίληψη Ανάλυσης Χρηματοοικονομικού κόστους	5
3.1	Σύνοψη μεγεθών χρηματοοικονομικού κόστους.....	5
3.2	Τελικά χρηματοοικονομικά μεγέθη για διάφορες διατάξεις δικτύου	5
3.2.1	Σενάριο υφιστάμενου δικτύου.....	5
3.2.2	Σενάριο μελλοντικής αναβάθμισης δικτύου.....	7
4	Περίληψη Ανάλυσης Περιβαλλοντικού Κόστους και Κόστους Πόρου	11
4.1	Μεθοδολογική προσέγγιση και παραδοχές	11
4.2	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	13
4.3	Αποτιμώμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις	16
4.4	Εκτίμηση του περιβαλλοντικού κόστους.....	17
4.5	Εκτίμηση του κόστους πόρου.....	18
4.6	Τελικές εκτιμήσεις.....	18
5	Υπολογισμός Περιβαλλοντικού Κόστους και Κόστους Πόρου	20
5.1	Μεθοδολογία	20
5.2	Αποτελέσματα	21
5.2.1	Σενάρια υφιστάμενου δικτύου	21
5.2.2	Σενάρια μελλοντικής αναβάθμισης δικτύου	23
6	Υπολογισμός Συνολικού Κόστους Αδιύλιστου Νερού Αθήνας	25
6.1	Σενάρια υφιστάμενου δικτύου	25
6.2	Σενάρια μελλοντικής αναβάθμισης δικτύου.....	28
7	Τελικά Συμπεράσματα και Προτάσεις	30

1 Εισαγωγή

Η Διεύθυνση Δ6/Γ.Γ.Δ.Ε του Υπουργείου Μεταφορών Υποδομών και Δικτύων, με Διευθυντή τον **Αντώνη Κοτσώνη**, ανέθεσε στον Τομέα Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος του ΕΜΠ ερευνητικό έργο με τίτλο «*Κοστολόγηση αδιύλιστου νερού για την ύδρευση της Αθήνας*», με επιστημονικό υπεύθυνο τον **Χρήστο Μακρόπουλο**, Λέκτορα ΕΜΠ.

Το αντικείμενο του έργου, σύμφωνα με τη σύμβαση, είναι (α) η ανάπτυξη μεθοδολογίας και ο υπολογισμός του χρηματοοικονομικού κόστους του αδιύλιστου νερού· (β) η ανάπτυξη μεθοδολογίας και ο υπολογισμός του περιβαλλοντικού κόστους του αδιύλιστου νερού· (γ) η σύνταξη τελικής έκθεσης για το συνολικό κόστος του αδιύλιστου νερού για την ύδρευση της Αθήνας. Τα παραδοτέα του έργου είναι τα παρακάτω:

- Παραδοτέο 1: Μεθοδολογία εκτίμησης του χρηματοοικονομικού κόστους.
- Παραδοτέο 2: Μεθοδολογία εκτίμησης του περιβαλλοντικού κόστους.
- Παραδοτέο 3: Εκτίμηση του χρηματοοικονομικού κόστους, προτάσεις κοστολόγησης και ορθολογικής διαχείρισης του υδροσυστήματος.
- Παραδοτέο 4: Εκτίμηση του περιβαλλοντικού κόστους και προτάσεις κοστολόγησης, μέτρα και δράσεις για μια πολιτική βιώσιμης ανάπτυξης των υδατικών πόρων.
- Παραδοτέο 5: Τελική έκθεση, με σύνθεση των βασικών συμπερασμάτων από τα παραδοτέα 3-4.

Την ομάδα μελέτης του έργου αποτελούν οι:

- **Χρήστος Μακρόπουλος**, Λέκτορας ΕΜΠ, Επιστημονικός Υπεύθυνος
- **Δημήτρης Κουτσογιάννης**, Καθηγητής ΕΜΠ
- **Δημήτρης Δαμίγος**, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ
- **Νίκος Μαμάσης**, Λέκτορας ΕΜΠ
- **Ανδρέας Μπενάρδος**, Λέκτορας ΕΜΠ
- **Ανδρέας Ευστρατιάδης**, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
- **Αντώνης Κουκουβίνος**, Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ, MSc
- **Ευάγγελος Ρόζος**, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
- **Σωτηρία Μπακή**, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc
- **Νικόλαος Χαλκιάς**, Περιβαλλοντολόγος Παν/μίου Αιγαίου, MSc

Ρόλο εσωτερικού αξιολογητή της μελέτης ανέλαβε ο Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ, **Ματθαίος Καρλαύτης**.

2 Αντικείμενο Τελικής Έκθεσης

Το παρόν τεύχος έχει ως στόχο τη *σύνθεση των αποτελεσμάτων* των δύο τμημάτων της μελέτης (τα οποία περιγράφονται αναλυτικά στα Παραδοτέα 3 και 4) και την αποτίμηση του πλήρους κόστους του αδιύλιστου νερού της Αθήνας, συμπεριλαμβάνοντας σε αυτό το χρηματοοικονομικό, το περιβαλλοντικό αλλά και το κόστος πόρου.

Το παρόν τεύχος ξεκινά συνοψίζοντας τα αποτελέσματα των μελετών εκτίμησης (α) χρηματοοικονομικού και (β) περιβαλλοντικού κόστους με σύντομη αναφορά στη μεθοδολογία τους και τις βασικές παραδοχές τους.

Ακολούθως παρατίθεται η σύνθεση των αποτελεσμάτων και υπολογίζεται το τελικό, συνολικό κόστος με χρήση των σεναρίων ζήτησης τα οποία αναλύθηκαν για το παρόν και το αναβαθμισμένο δίκτυο, όπως περιγράφεται στο Τεύχος 3. Στη βάση των σεναρίων αυτών, υπολογίζονται και καταμερίζονται ανά m^3 όλοι οι συντελεστές κόστους που υπολογίστηκαν στα Τεύχη 3 και 4.

Το τεύχος κλείνει με συγκεκριμένα συμπεράσματα και προτάσεις προς τα ενδιαφερόμενα μέρη, δηλ. το Υπουργείο, την ΕΠΕΥΔΑΠ και την ΕΥΔΑΠ ΑΕ.

3 Περίληψη Ανάλυσης Χρηματοοικονομικού Κόστους

3.1 Σύνοψη μεγεθών χρηματοοικονομικού κόστους

Για το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας, το ετήσιο ισοδύναμο κόστος των παγίων υπολογίστηκε σε 32 560 208 €, με βάση τις αποσβέσεις του 1999 οπότε μεταβιβάστηκαν τα πάγια από την ΕΥΔΑΠ, με το Νόμο 2744/25/10-99. Το σταθερό (χωρίς το κόστος ενέργειας) ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος, που περιλαμβάνει τις αντίστοιχες υπηρεσίες της ΕΥΔΑΠ Α.Ε. (δαπάνες προσωπικού, ενοίκια, συντήρηση έργων, κτλ.), υπολογίστηκε σε 21 847 074 €, με βάση τον μέσο όρο των ετών 2008 και 2009.

Στα λειτουργικά έξοδα προστίθεται το κόστος ενέργειας, λόγω των αντλήσεων, το οποίο ωστόσο δεν είναι σταθερό αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με τις υδρολογικές συνθήκες, τα αποθέματα νερού, τη ζήτηση και τη διαχειριστική πολιτική που εφαρμόζεται. Για τον λόγο αυτό, το κόστος ενέργειας εκτιμήθηκε με χρήση του μοντέλου Υδρονομίας. Εκτιμήθηκε επίσης, σε μέση ετήσια κλίμακα, το κόστος άντλησης για διάφορα σενάρια διατάξεων δικτύου, ζήτησης και αξιοπιστίας. Το κόστος αυτό προέκυψε μέσω στοχαστικής προσομοίωσης, ήτοι αναπαράστασης της λειτουργίας του συστήματος για συνθετικές χρονοσειρές εισροών μήκους 2000 ετών. Η διαχειριστική πολιτική κάθε σεναρίου διατυπώθηκε με τη μορφή κανόνων λειτουργίας ταμιευτήρων και γεωτρήσεων, που προέκυψαν μέσω βελτιστοποίησης. Συγκεκριμένα, για κάθε σενάριο δικτύου και ζήτησης αναζητήθηκαν οι κανόνες λειτουργίας που εξασφαλίζουν το επιδιωκόμενο επίπεδο αξιοπιστίας (99%, 97% και 95%), με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

Τα συνολικά αποτελέσματα του χρηματοοικονομικού σκέλους της μελέτης παρουσιάζονται στη συνέχεια υπό το πρίσμα των δύο βασικών σεναρίων διατάξεων δικτύου που μελετήθηκαν, ήτοι: (α) το υφιστάμενο δίκτυο, και (β) ένα υποθετικό (αλλά ρεαλιστικό) αναβαθμισμένο δίκτυο.

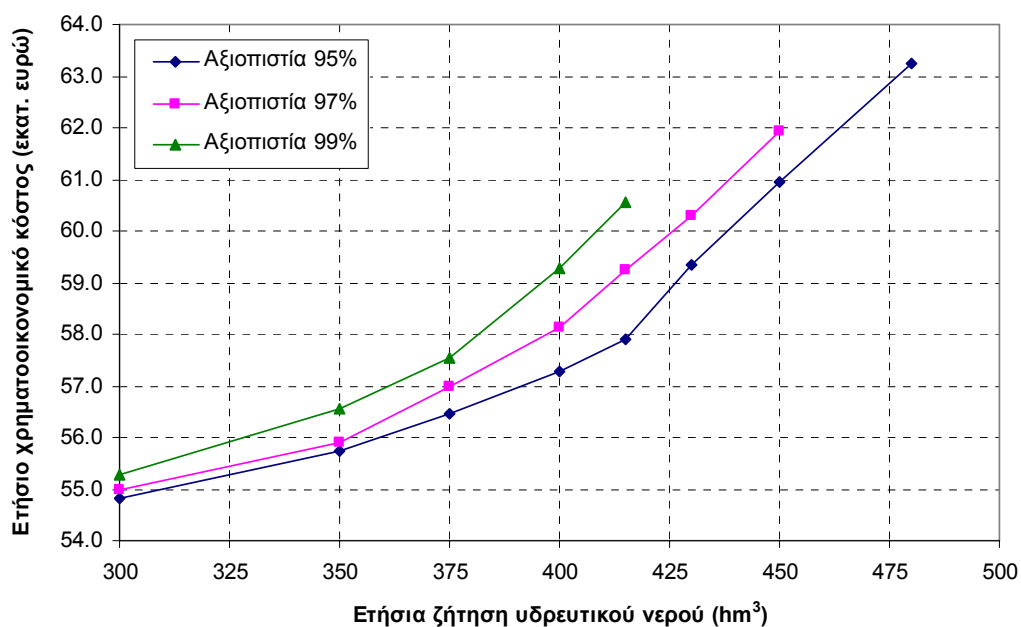
3.2 Τελικά χρηματοοικονομικά μεγέθη για διάφορες διατάξεις δικτύου

3.2.1 Σενάριο υφιστάμενου δικτύου

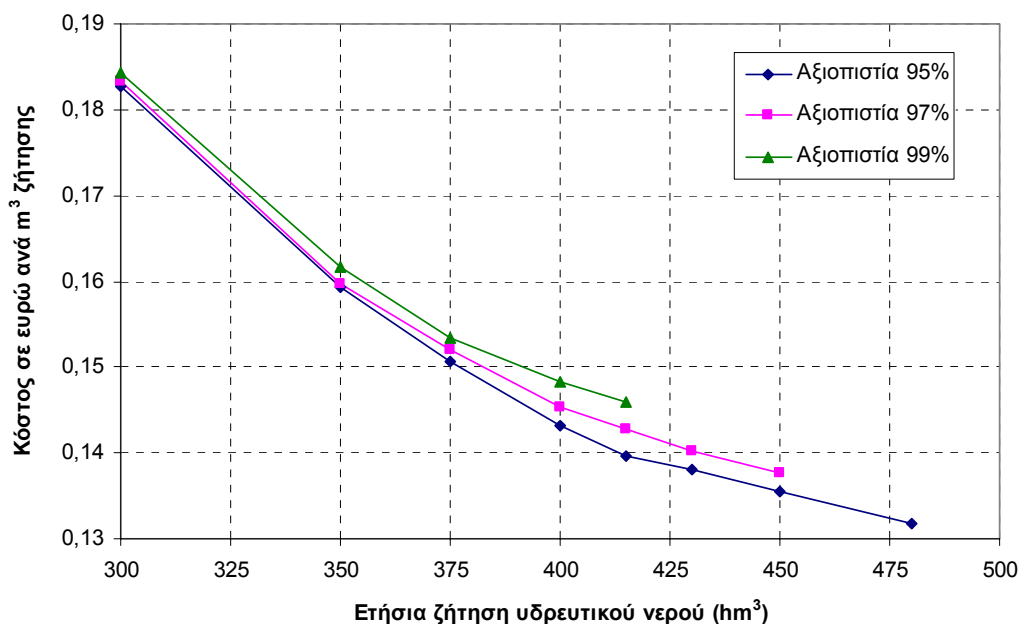
Το συνολικό χρηματοοικονομικό κόστος του αδιύλιστου νερού, σε απόλυτες τιμές αλλά και σε μορφή κόστους ανά m^3 ζήτησης, το οποίο περιλαμβάνει τις αποσβέσεις των παγίων, τα πάγια έξοδα λειτουργίας και συντήρησης και τις δαπάνες λόγω άντλησης, για τα σενάρια ζήτησης και αξιοπιστίας που εξετάστηκαν, δίνεται στον Πίνακα 3.1. Τα εν λόγω μεγέθη απεικονίζονται γραφικά, συναρτήσει της ζήτησης νερού στην Αθήνα, στα Σχήματα 3.1 και 3.2.

Πίνακας 3.1: Συνολικό χρηματοοικονομικό κόστος αδύλιστου νερού, σε απόλυτες τιμές και σε τιμές κόστους ανά m^3 ζήτησης για διάφορες τιμές αξιοπιστίας και ζήτησης: υφιστάμενο δίκτυο.

Ζήτηση (hm^3)	Αξιοπιστία 99%		Αξιοπιστία 97%		Αξιοπιστία 95%	
	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)
300	55.282	0.184	54.977	0.183	54.812	0.183
350	56.571	0.162	55.906	0.160	55.730	0.159
375	57.536	0.153	56.982	0.152	56.464	0.151
400	59.287	0.148	58.140	0.145	57.281	0.143
415	60.562	0.146	59.246	0.143	57.916	0.140
430			60.297	0.140	59.342	0.138
450			61.926	0.138	60.935	0.135
480					63.248	0.132



Σχήμα 3.1: Μέσο ετήσιο χρηματοοικονομικό κόστος σε σχέση με την ετήσια υδρευτική ζήτηση στην Αθήνα, για διάφορα επίπεδα αξιοπιστίας (υφιστάμενο δίκτυο).



Σχήμα 3.2: Συνολικό χρηματοοικονομικό κόστος αδιύλιστου νερού Αθήνας σε ευρώ ανά m³ υδρευτικής ζήτησης (υφιστάμενο δίκτυο).

Από τις αναλύσεις προκύπτει ότι η διακύμανση του ετήσιου χρηματοοικονομικού κόστους είναι σχετικά μικρή σε σύγκριση με τη διακύμανση της ζήτησης. Συγκεκριμένα, το κόστος αυξάνει από περίπου 55 σε 63 εκατ. €, για αύξηση της ζήτησης από 350 στα 450 hm³. Αυτό συμβαίνει επειδή το μεγαλύτερο μέρος του προέρχεται από τις αποσβέσεις των παγίων και τα σταθερά έξοδα λειτουργίας και συντήρησης, τα οποία μάλιστα είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους (32 560 208 και 21 847 074 €, αντίστοιχα). Συνεπώς, η εφαρμογή μιας κατά το δυνατό πιο συντηρητικής πολιτικής διαχείρισης του συστήματος, με διατήρηση του επιπέδου αξιοπιστίας στο 99%, αν και προϋποθέτει αυξημένη χρήση της Υλίκης και των γεωτρήσεων και, συνακόλουθα, μεγαλύτερο κόστος άντλησης, τελικά δεν επιβαρύνει παρά ελάχιστα το τελικό κόστος του αδιύλιστου νερού, ανηγμένο ανά m³ ζήτησης. Η παρατήρηση αυτή έχει ουσιαστική σημασία, δεδομένου ότι η παρούσα ζήτηση των 415 hm³ αποτελεί άνω όριο ασφαλούς απόληψης, για το συγκεκριμένο επίπεδο αξιοπιστίας.

Συμπερασματικά, το ετήσιο χρηματοοικονομικό κόστος του αδιύλιστου νερού της Αθήνας, για το υφιστάμενο δίκτυο, εκτιμάται σε **0.146 €/m³**, με την υπόθεση σταθερής ετήσιας ζήτησης 415 hm³ και αξιοπιστίας 99%.

3.2.2 Σενάριο μελλοντικής αναβάθμισης δικτύου

Για τον υπολογισμό του χρηματοοικονομικού κόστους του αδιύλιστου νερού που αντιστοιχεί στο αναβαθμισμένο δίκτυο, γίνονται οι εξής δύο παραδοχές:

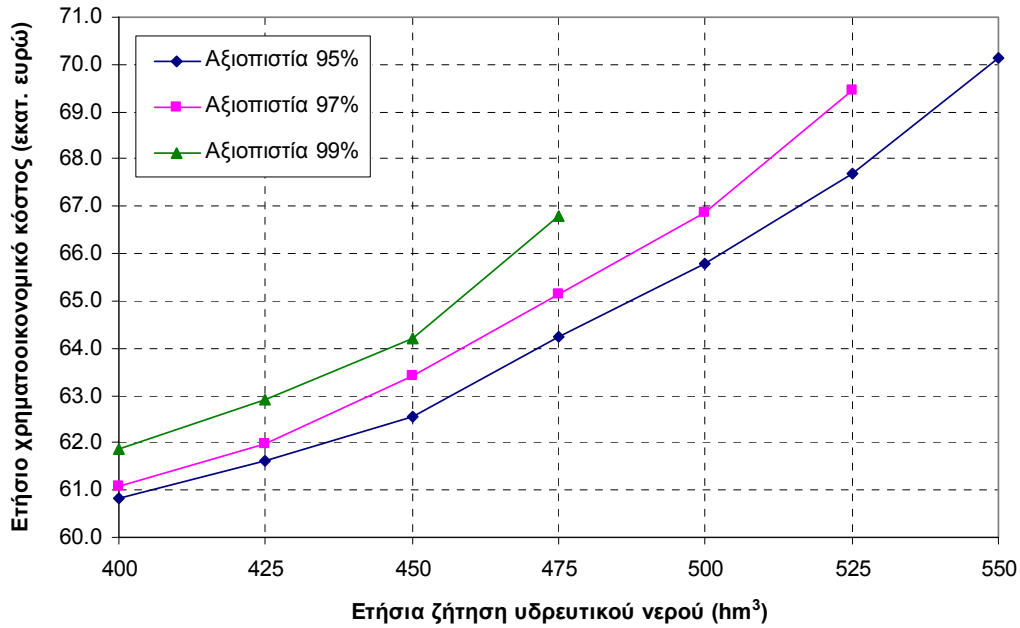
- το πάγιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης για την ΕΥΔΑΠ δεν μεταβάλλεται
- το κόστος των επενδύσεων των έργων/επεμβάσεων που λαμβάνονται υπόψη (Πίνακας 8.1) είναι της τάξης των 80 000 000 €, με αντίστοιχο ισοδύναμο ετήσιο κόστος 4 300 000 €.

Υπενθυμίζεται ότι στο αναβαθμισμένο δίκτυο προβλέπονται οι εξής επεμβάσεις: (α) αύξηση της παροχαρακτηριστικότητας του του υδραγωγείου Μόρνου, στο τμήμα του κατάντη του Μεριστή Κιθαιρώνα, (β) αύξηση της παροχαρακτηριστικότητας τμημάτων του υδραγωγείου Υλίκης, (γ) αποκατάσταση της αμφίδρομης λειτουργίας του ενωτικού υδραγωγείου, και (δ) περιορισμός των απωλειών νερού στα εξωτερικά υδραγωγεία στα επίπεδα του 5%, έναντι 10% σήμερα. Οι αναβαθμίσεις αυτές επιλέχθηκαν ως οι πιο προφανείς για την αναβάθμιση του δικτύου, και αποτελούν μέρος έργων τα οποία έχουν ήδη μελετηθεί και εξεταστεί κατά το παρελθόν από την ΕΥΔΑΠ και το Υπουργείο Υποδομών και Δικτύων. Στο σενάριο αυτό, το ετήσιο ισοδύναμο κόστος παγίων προσαυξάνεται κατά 4 300 000 €, φτάνοντας στα 36 860 208 €/έτος. Το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης λαμβάνεται, όπως και για το υφιστάμενο δίκτυο, ίσο με 21 847 074 €, ενώ το ενεργειακό κόστος, το οποίο μεταβάλλεται χρονικά, εκτιμάται σε μέση ετήσια βάση, για διάφορα σενάρια ζήτησης και αξιοπιστίας.

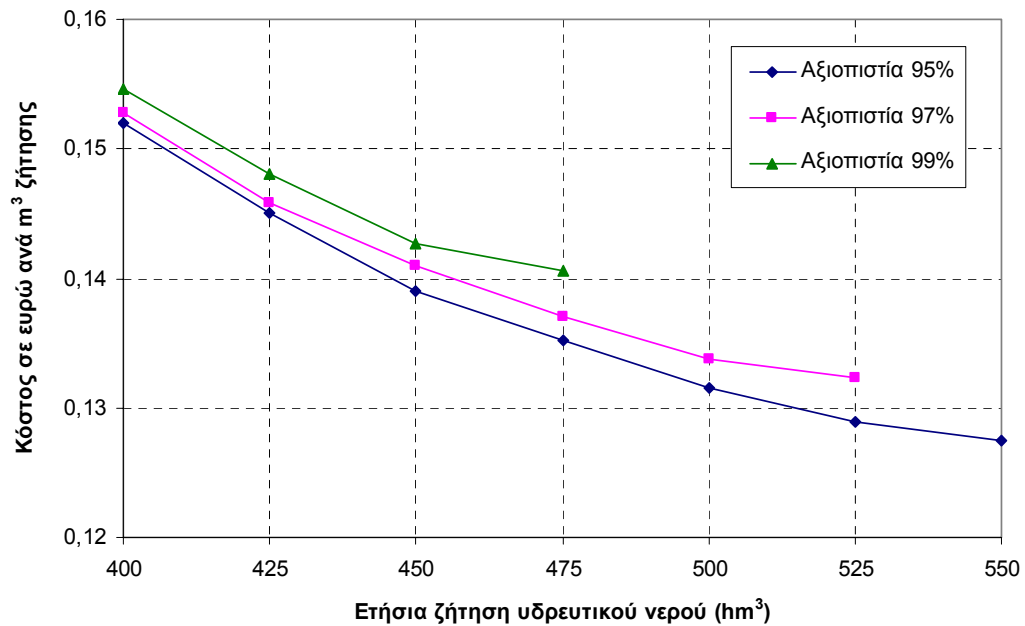
Το συνολικό χρηματοοικονομικό κόστος του αδιύλιστου νερού, σε απόλυτες τιμές αλλά και σε μορφή κόστους ανά m^3 ζήτησης, για τα σενάρια ζήτησης και αξιοπιστίας που εξετάστηκαν και αφορούν στο αναβαθμισμένο δίκτυο, δίνεται στον Πίνακα 9.2. Τα μεγέθη απεικονίζονται γραφικά, συναρτήσει της ζήτησης νερού στην Αθήνα, στα Σχήματα 8.3 και 8.4.

Πίνακας 3.2: Συνολικό χρηματοοικονομικό κόστος αδιύλιστου νερού, σε απόλυτες τιμές και σε τιμές κόστους ανά m^3 ζήτησης για διάφορες τιμές αξιοπιστίας και ζήτησης: μελλοντικό αναβαθμισμένο δίκτυο.

Ζήτηση (hm^3)	Αξιοπιστία 99%		Αξιοπιστία 97%		Αξιοπιστία 95%	
	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)
400	61.853	0.155	61.096	0.153	60.825	0.152
425	62.919	0.148	61.994	0.146	61.633	0.145
450	64.193	0.143	63.432	0.141	62.540	0.139
475	66.805	0.141	65.129	0.137	64.224	0.135
500			66.867	0.134	65.775	0.132
525			69.457	0.132	67.690	0.129
550					70.133	0.128



Σχήμα 3.3: Μέσο ετήσιο χρηματοοικονομικό κόστος σε σχέση με την ετήσια υδρευτική ζήτηση στην Αθήνα, για διάφορα επίπεδα αξιοπιστίας (μελλοντικό δίκτυο).



Σχήμα 3.4: Συνολικό χρηματοοικονομικό κόστος αδιύλιστου νερού Αθήνας σε ευρώ ανά m³ υδρευτικής ζήτησης (μελλοντικό δίκτυο).

Παρατηρείται ότι η επιβάρυνση ανά m³ λόγω των νέων επενδύσεων είναι της τάξης του 0.03 €/m³, που οφείλεται στο αυξημένο κόστος αποσβέσεων. Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι με το προτεινόμενο σχήμα έργων επιτυγχάνονται πολλαπλά οφέλη, καθώς τα σημερινά επίπεδα ζήτησης (415 hm³) θα μπορούν να καλυφθούν με σημαντικά μειωμένο κόστος αντλήσεων, διατηρώντας την αξιοπιστία στα επιθυμητά επίπεδα του 99%. Με το

σενάριο αυτό το χρηματοοικονομικό κόστος του αδιύλιστου νερού της Αθήνας υπολογίζεται, για την παρούσα ζήτηση και αξιοπιστία της τάξης του 99%, σε περίπου 0.155 €/m³.

Με τα νέα έργα θα δοθεί περιθώριο στο ασφυκτικό σήμερα ανώτατο όριο του συστήματος, που δεν επιτρέπει αύξηση της κατανάλωσης χωρίς περιορισμό της αξιοπιστίας, ενώ θα ήταν επίσης εφικτή η υλοποίηση πιθανών αναπτυξιακών σχεδίων της ΕΥΔΑΠ για επέκταση των υδροδοτούμενων περιοχών, δεδομένου ότι η ασφαλής απόληψη του συστήματος για αξιοπιστία 99% αυξάνει από τα σημερινά επίπεδα των 415 hm³ στα 475 hm³. Για τη ζήτηση αυτή μάλιστα, το κόστος ανά m³ πέφτει στα 0.14 €/m³.

Τέλος, δεν πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι τα νέα έργα, και ειδικότερα η αποκατάσταση της αμφίδρομης λειτουργίας του ενωτικού υδραγωγείου, θωρακίζουν το σύστημα έναντι έκτακτων περιστατικών, επιτρέποντας την απρόσκοπτη λειτουργία του ακόμα και σε περίπτωση πολύμηνης βλάβης του υδραγωγείου Μόρνου, στο τμήμα ανάντη του Μεριστή Κιθαιρώνα.

4 Περίληψη Ανάλυσης Περιβαλλοντικού Κόστους και Κόστους Πόρου

Δεδομένου ότι οι επιπτώσεις από τα έργα μεταφοράς είναι ήσσονος σημασίας και τοπικού χαρακτήρα (πρακτικά αφορούν σε αλλοίωση της μορφολογίας κατά μήκος των αγωγών μεταφοράς και των αντλιοστασίων), το ενδιαφέρον της ανάλυσης εστιάζει στις επιπτώσεις που έχουν τα έργα εκμετάλλευσης και αποθήκευσης των επιφανειακών και υπόγειων νερών, ήτοι των φραγμάτων του Μαραθώνα, του Μόρνου και του Ευήνου, του φυσικού ταμιευτήρα της Υλίκης και των γεωτρήσεων του μέσου ρου του Βοιωτικού Κηφισού, της Ν.Δ. Υλίκης και της Β.Α. Πάρνηθας, εκ των οποίων ορισμένες μόνο χρησιμοποιούνται σήμερα εφεδρικά για ύδρευση (πρακτικά κάποιες γεωτρήσεις της Β.Α. Πάρνηθας).

4.1 Μεθοδολογική προσέγγιση και παραδοχές

Το μέγεθος των επιπτώσεων και κατ' επέκταση το κόστος (περιβαλλοντικό ή/και πόρου) που προκαλείται από τη χρήση επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την ένταση χρήσης των πόρων αλλά και τα χαρακτηριστικά του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος της περιοχής, στην οποία εντοπίζονται οι υδατικοί πόροι και τα έργα διαχείρισης αυτών.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων εκτίμησης του περιβαλλοντικού κόστους και κόστους πόρου και δεδομένων του στόχου της μελέτης και των διαθέσιμων χρονικών και άλλων πόρων, ως καταλληλότερη προσέγγιση, με βάση τα μέχρι σήμερα δεδομένα, θεωρήθηκε η εφαρμογή δύο μεθόδων:

- της μεθόδου Μεταφοράς Κόστους / Οφέλους
- της μεθόδου της «Αποτρεπτικής Συμπεριφοράς (κόστος αντικατάστασης / αποκατάστασης / υποκατάστασης)»

Η συνδυασμένη χρήση των μεθόδων αυτών κρίθηκε σκόπιμη για τους κάτωθι λόγους:

- Η μέθοδος της αποτρεπτικής συμπεριφοράς υπολογίζει την αξία του αγαθού στη βάση πραγματικών δαπανών που απαιτούνται για την αντικατάσταση, υποκατάσταση ή αποκατάστασή του. Η μέθοδος παρουσιάζει ευκολία εφαρμογής και χρησιμοποιείται ευρέως δεδομένου ότι τα στοιχεία που απαιτούνται είναι συνήθως διαθέσιμα από πραγματικές δαπάνες ή κατ' εκτίμηση κοστολογήσεις. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις η πλήρης αποκατάσταση του αγαθού δεν είναι εφικτή, ή ακόμη και αν είναι, υφίστανται ζητήματα εξαιτίας του χρόνου που μεσολαβεί από τη στιγμή που πραγματοποιείται η ζημιά μέχρι την πλήρη αποκατάστασή της. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις, τα εκτιμώμενα οικονομικά μεγέθη αντανακλούν αποκλειστικά αξίες χρήσης των υπό εξέταση αγαθών. Για τους λόγους αυτούς, η συγκεκριμένη μέθοδος υποτιμά, συχνά, το μέγεθος της πραγματικής οικονομικής ζημιάς.

- Η μέθοδος Μεταφοράς Οφέλους επιλέχθηκε για να αντιμετωπιστούν αφενός τα προβλήματα που εμφανίζει η μέθοδος της «αποτρεπτικής συμπεριφοράς» και αφετέρου για να υπερνικηθούν οι δυσχέρειες που θα εμφανίζονταν στην προσπάθεια εφαρμογής άλλων πρωτογενών μεθόδων. Η εφαρμογή της μεθόδου επιτρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο αξίες χρήσης όσο και αξίες μη-χρήσης (εφόσον επιλεγθούν οι κατάλληλες μελέτες βάσεις), να υπολογιστούν οικονομικές απώλειες μέχρι την πλήρη επανόρθωση της ζημιάς, κ.λπ., χωρίς να καθίσταται απαγορευτική από πλευράς κόστους, χρόνου και πολυπλοκότητας. Δεν αποτέλεσε ωστόσο τη μοναδική επιλογή δεδομένου ότι οι εκτιμήσεις της δεν είναι το ίδιο ακριβείς με αυτές των πρωτογενών μεθόδων.

Η διαδικασία που υιοθετήθηκε περιλαμβάνει σε πρώτο στάδιο τον υπολογισμό όλων των επιμέρους στοιχείων, τα οποία συνιστούν το περιβαλλοντικό κόστος και, σε επόμενο στάδιο, τον καταμερισμό του κόστους αυτού σε περιβαλλοντικό κόστος και κόστος πόρου, χρησιμοποιώντας ως κριτήριο το αν η επίπτωση οφείλεται σε ποσοτική (κόστος πόρου) ή ποιοτική (περιβαλλοντικό κόστος) υποβάθμιση των υδατικών πόρων.

Εναρκτήριο σημείο για την αποτίμηση του περιβαλλοντικού κόστους και κόστους πόρου αποτέλεσαν οι διαθέσιμες Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τα υπό εξέταση έργα. Οι μελέτες που τέθηκαν στη διάθεση της ερευνητικής ομάδας από την Αναθέτουσα αρχή είναι οι κάτωθι:

- Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων – Προμελέτη Ενίσχυσης του Υδατικού Δυναμικού του Ταμιευτήρα του Μόρνου από τη Λεκάνη του Ποταμού Ευήνου (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1992).
- Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Αρδευτικών και Υδρευτικών Έργων στη Λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1993).
- Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Φράγματος και Ταμιευτήρα Μόρνου (ΕΥΔΑΠ, 2010).

Επίσης, αξιοποιήθηκαν τεχνικές εκθέσεις και άλλες δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες αναφορικά με τα υδατικά ισοζύγια στις περιοχές ενδιαφέροντος, την ποιότητα των επιφανειακών και υπογείων υδάτων, τις χρήσεις των υδάτων, κ.λπ.

Όπου κατέστη εφικτό ελήφθησαν υπόψη αρνητικές (π.χ. υποβάθμιση παραποτάμιας βλάστησης, μείωση οικολογικής παροχής ποταμών, κ.λπ.) και θετικές επιπτώσεις, καθώς και τα μέτρα που εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση των δυσμενών επιπτώσεων. Δεν έχουν ληφθεί ωστόσο υπόψη επιπτώσεις που σχετίζονται με έκτακτες καταστάσεις, π.χ. αστοχία ενός φράγματος, οι οποίες αποτελούν αντικείμενο εξειδικευμένης μελέτης. Ακόμη και για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που χαρακτηρίζονταν ως ασθενείς από τις Μ.Π.Ε., έγινε η συντηρητική παραδοχή της «ασθενούς πλην υπολογίσιμης επίπτωσης», έτσι ώστε να συμπεριληφθούν στις εκτιμήσεις και μη μετρήσιμα μεγέθη, όπως π.χ. το ζήτημα της όχλησης.

Ακολούθως, αναζητήθηκαν με τη βοήθεια εξειδικευμένων βάσεων δεδομένων συναφείς, με το αντικείμενο της έρευνας, μελέτες αποτίμησης. Συνολικά, οι συγκεντρωθείσες μελέτες ανήλθαν σε 129, εκ των οποίων αξιοποιήθηκαν τελικά για τις ανάγκες της έρευνας 21

μελέτες. Η αναζήτηση, ταξινόμηση και τελική επιλογή των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν βασίστηκε σε μια σειρά κριτηρίων, όπως η συνάφεια του αντικειμένου της έρευνας, η ομοιότητα των χαρακτηριστικών του αποτιμώμενου αγαθού και του πληθυσμού ενδιαφέροντος, η ποιότητα της έρευνας, κ.ά.

4.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι εκτιμώμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις των υπό εξέταση έργων υδροδότησης συνοψίζονται ως ακολούθως:

i. Εόηνος

Η λειτουργία του φράγματος έχει περιορίσει τη ροή του νερού στα κατάντη, αν και διατηρείται μια μόνιμη παραμένουσα παροχή $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Η σημαντικότερη επίδραση εμφανίζεται στην αμέσως κατάντη του φράγματος περιοχή.

Η μείωση της παροχής έχει συντελέσει, σε κάποιο βαθμό, στη μείωση της τροφοδοσίας των υπόγειων νερών. Σύμφωνα με παλαιότερες εκτιμήσεις, η μέση μηνιαία παροχή στο Δέλτα ήταν της τάξης των $3.5 - 4.0 \text{ m}^3/\text{s}$, αν και η τελευταία εκτρεπόταν στο σύνολό της κατά τους μήνες Μάιο – Σεπτέμβριο για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών. Η μείωση της τροφοδοσίας των υπογείων υδάτων στο Δέλτα ενδέχεται να έχει ως αποτέλεσμα την υφαλμύρωση των παράκτιων περιοχών, αν και εκτιμάται ότι η υπόγεια υδροφορία είναι πλούσια και οι επιπτώσεις θα είναι περιορισμένες.

Η μείωση της στερεοπαροχής λόγω του φράγματος εκτιμάται ότι θα επιδράσει σε κάποιο βαθμό στη μορφολογία της ακτογραμμής του Δέλτα και πιθανώς μακροπρόθεσμα σε περιοχές της λιμνοθάλασσας του Μεσολογίου.

Συνολικά, δεν αναμένονται σημαντικές επιδράσεις από το έργο στη χλωρίδα στα κατάντη του φράγματος και στο Δέλτα του ποταμού. Η κατασκευή του φράγματος διακόπτει τη συνέχεια του ποταμού με επιπτώσεις στη μετανάστευση και διακίνηση της ιχθυοπανίδας. Ωστόσο, εκτιμάται ότι η επίπτωση αυτή είναι μικρή καθώς τα εκεί διαβιούντα είδη περιορίζονται τροφικά και αναπαραγωγικά σε τοπικό επίπεδο.

Οι επιπτώσεις του έργου στα αρδευτικά δίκτυα και στην ύδρευση των οικισμών στα κατάντη θεωρούνται πολύ μικρές έως αμελητέες.

Η κατασκευή του ταμιευτήρα προσέφερε δυνατότητες για την εγκατάσταση νέων χρήσεων γης στην περιοχή που αφορούν σε ψυχαγωγικές και αθλητικές δραστηριότητες, καθώς και στη βελτίωση υπαρχόντων χρήσεων, όπως η κτηνοτροφία και η δασοπονία.

ii. Μόρνος

Η λειτουργία του έργου άλλαξε σε μεγάλο βαθμό τα υδατικά αποθέματα της περιοχής, καθώς υπήρξε δέσμευση της συνολικής ροής από τη λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος και δεν προβλέφθηκε παραμένουσα οικολογική παροχή.

Η μείωση της παροχής έχει επιδράσει στην ποσότητα των υπόγειων υδάτων. Μέχρι την περιοχή πριν από το Δέλτα, η επίπτωση θεωρείται μικρή καθώς δεν υπάρχουν υπόγειες υδροληψίες. Στην περιοχή του Δέλτα η μείωση της παροχής έχει συμβάλει στη δημιουργία προβλημάτων υφαλμύρυνσης, αν και δεν μπορεί να προσδιοριστεί επακριβώς η επίπτωση του φράγματος δεδομένης της παρουσίας και επίδρασης και άλλων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων.

Σημαντικές επιδράσεις έχουν παρατηρηθεί στα κατάντη του ποταμού και στη μορφολογία του Δέλτα εξαιτίας της σημαντικής μείωσης της στερεοπαροχής. Εντούτοις, εκτιμάται ότι η παραπάνω συνέπεια δεν είναι αποκλειστική απόρροια της λειτουργία του φράγματος αλλά και άλλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, οι οποίες συντείνουν στην αυξημένη διάβρωση των ακτών.

Η λειτουργία του ταμιευτήρα έχει σημαντική επίδραση στην ιχθυοπανίδα και ιδιαίτερα στα χέλια, καθώς αποκόπτεται η δυνατότητα επικοινωνίας με τα κατάντη και ανάντη τμήματα την εποχή της μετανάστευσης (αναπαραγωγής) και επιστροφής, αντίστοιχα. Άλλα είδη ιχθυοπανίδας και υδρόβιων θηλαστικών δεν φαίνεται να έχουν επηρεαστεί σημαντικά. Σε κάποιες περιπτώσεις, η δημιουργία του ταμιευτήρα λειτούργησε θετικά, π.χ. αποτέλεσε πόλο έλξης ορνιθοπανίδας.

Η λειτουργία του έργου θεωρείται ότι δεν έχει επηρεάσει τις διαθέσιμες ποσότητες αρδευτικού νερού και συνεπώς ούτε τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις στα πεδινά τμήματα, κατάντη του φράγματος

iii. Βοιωτικός Κηφισός - Υλίκη

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ένταξη του φυσικού ταμιευτήρα της λίμνης Υλίκης στο υδροδοτικό σύστημα θεωρούνται πρακτικά μηδενικές. Σε περιόδους παρατεταμένης ξηρασίας, η άντληση μεγάλων ποσοτήτων νερού από την Υλίκη θα μπορούσε να οδηγήσει σε στάθμες με ραγδαία πτώση του υδροφόρου ορίζοντα. Ακόμη και σε αυτή την περίπτωση, πάντως, δεν αναμένονται προβλήματα υφαλμύρυνσης.

Όσον αφορά στο Βοιωτικό Κηφισό, οι επιπτώσεις στο επιφανειακό δυναμικό, στη χλωρίδα και στην πανίδα είναι ανάλογες του βαθμού απόληψης. Σε κάθε περίπτωση, οι επιπτώσεις αυτές δεν αφορούν στο υδρευτικό σύστημα, καθώς τα νερά αυτά αξιοποιούνται στην αρδευτική χρήση.

Σε απολήψεις της τάξης των 65 hm^3 ανά έτος, οι επιπτώσεις στο επιφανειακό δυναμικό περιορίζονται στις πηγές Μαυρονερίου. Η πλήρης ωστόσο εκμετάλλευση των δύο υδραγωγείων (250 hm^3 ανά έτος), που πάντως σε κανένα από τα σενάρια που εξετάστηκαν δεν πραγματοποιείται, θα μπορούσε να επιφέρει μείωση της παροχής των πηγών και ενδεχόμενα την κατά διαστήματα στέρευσή τους. Επιπτώσεις υπάρχουν και στην ποιότητα των νερών στις αρδευτικές τάφρους και στα ρέματα, λόγω μείωσης της ικανότητας αυτοκαθαρισμού τους. Τα φαινόμενα εντείνονται σε συνθήκες ανομβρίας.

Η παραποτάμια χλωρίδα και πανίδα, ακόμη και στο σενάριο της ελάχιστης απόληψης, υφίσταται τις δυσμενείς επιπτώσεις από τη μείωση της παροχής του επιφανειακού νερού, αν η απόληψη γίνεται από γεωτρήσεις ανάντη, αντί από την Υλίκη. Ειδικά σε περιόδους

ανομβρίας, τα έργα μπορεί να έχουν σοβαρές, μη αντιστρέψιμες, συνέπειες σε όλες τις συνιστώσες του οικοσυστήματος. Προς αυτήν την κατεύθυνση έχουν τεθεί όροι διασφάλισης ελάχιστης αντισταθμιστικής παροχής, και διατήρησης ενός ελάχιστου ύψους νερού στο τέλμα παρά τις πηγές Μαυρονερίου. Με τα ως άνω μέτρα θεωρείται ότι δεν επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό το οικοσύστημα της περιοχής.

Σε περίπτωση μέγιστης εκμετάλλευσης των έργων αποκλειστικά για ύδρευση (250 hm³ ανά έτος), οι επιπτώσεις θα είναι σημαντικές για την άρδευση οδηγώντας σε εγκατάλειψη γεωργικών καλλιεργειών. Επιπτώσεις μπορεί να υπάρξουν και στο δευτερογενή ή και τριτογενή τομέα, σε περιπτώσεις μη εξυπηρέτησης των αρδευτικών αναγκών ή στέρησης των πηγών. Όπως αναφέρθηκε, όμως, δεν υφίσταται σήμερα ζήτημα χρήσης των έργων αποκλειστικά για υδρευτικούς σκοπούς. Μπορεί όμως να υπάρξει μείωση των διαθέσιμων ποσοτήτων αρδευτικού νερού από την Υλίκη και το Υδραγωγείο Διστόμου.

iv. Χάραδρος – Φράγμα Μαραθώνα

Δεδομένου ότι έχουν παρέλθει 80 και πλέον έτη από τη λειτουργία του φράγματος, οι συνθήκες στα κατάντη έχουν διαφοροποιηθεί σημαντικά ως προς τις χρήσεις γης. Σε αυτή τη βάση, δεν συνεκτιμάται στις αρνητικές επιπτώσεις η διακοπή της παροχής των δύο ρεμάτων. Σήμερα, το φράγμα προσφέρει αντιπλημμυρική προστασία στις κατάντη περιοχές. Μάλιστα, αυτό το γεγονός οδηγεί σε συντηρητικότερες στάθμες λειτουργίας μειώνοντας τον ωφέλιμο όγκο του ταμιευτήρα, με επιπτώσεις για την ΕΥΔΑΠ. Στην ουσία, μια άλλη δραστηριότητα (αυθαίρετη δόμηση) δημιουργεί ένα κόστος διαχείρισης των υπερχειλίσεων στην ΕΥΔΑΠ.

Πέραν της αντιπλημμυρικής προστασίας το φράγμα φαίνεται να έχει συμβάλει και στην ανάδειξη δραστηριοτήτων αναψυχής στην περιοχή.

v. Συστήματα γεωτρήσεων

Από τα συστήματα των υδρογεωτρήσεων των τριών περιοχών (μέσος ρους Βοιωτικού Κηφισού, Υλίκη και Β.Α. Πάρνηθα) πρακτικό, και μάλιστα περιορισμένο υπό κανονικές συνθήκες, ενδιαφέρον παρουσιάζουν μόνο οι υδρογεωτρήσεις της Β.Α. Πάρνηθας.

Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνεται η διαχρονική εξέλιξη των απολήψεων για την ύδρευση της Αθήνας. Οι επιπτώσεις διαφοροποιούνται σε σχέση με το εξεταζόμενο σενάριο (κανονικές συνθήκες, δυσμενείς συνθήκες και πολύ δυσμενείς συνθήκες). Υπό κανονικές και δυσμενείς συνθήκες δεν υφίστανται επιπτώσεις στην ποσότητα και ποιότητα του υπόγειου υδατικού δυναμικού, δεδομένου ότι οι ποσότητες που αντλούνται είναι μικρές. Ωστόσο, σε περίοδο παρατεταμένης ανομβρίας ενδέχεται (αν και οι πιθανότητες ενός τέτοιου σεναρίου είναι πολύ χαμηλές μετά και την κατασκευή των έργων Ευήνου και Μόρνου) να πραγματοποιηθούν υπεραντλήσεις, οι οποίες θα έχουν επιπτώσεις στην παροχή γειτονικών πηγών και θα θίξουν και τα μόνιμα υπόγεια υδατικά αποθέματα. Σε αυτή την περίπτωση κι εφόσον συνεχιστούν οι αντλήσεις υπάρχει κίνδυνος απειλής των μόνιμων αποθεμάτων με σοβαρές, αν και αντιστρεπτές υπό προϋποθέσεις, επιπτώσεις.

4.3 Αποτιμώμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του συστήματος ύδρευσης που αποτιμήθηκαν σε οικονομικούς όρους με τις μεθόδους Αποτρεπτικής Συμπεριφοράς και Μεταφοράς Οφέλους, αφορούν:

- στον περιορισμό της ροής των επιφανειακών νερών (Εύηνος, Μόρνος)
- στην υποβάθμιση του οικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένων προστατευόμενων περιοχών (Εύηνος, Μόρνος)
- στην υφαλμύρωση υπόγειων νερών (Μόρνος)
- στη μεταβολή της μορφολογίας της ακτογραμμής του Δέλτα (Εύηνος, Μόρνος)
- στη διακοπή της οικολογικής παροχής του Ευήνου
- στην αδυναμία κάλυψης των αρδευτικών αναγκών λόγω κατακράτησης των ποσοτήτων νερού και ενδεχόμενης στέρησης κάποιων αρδευτικών γεωτρήσεων (Υλίκη και Δίστομο)
- στον περιορισμό των μόνιμων αποθεμάτων του υπόγειου υδατικού δυναμικού σε περιπτώσεις υπερεκμετάλλευσης και πιθανότητα στέρησης κάποιων πηγών (συστήματα γεωτρήσεων Β.Α. Πάρνηθας).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι επιπτώσεις στο οικοσύστημα για τις περιπτώσεις του Ευήνου θεωρούνται μη σημαντικές, λόγω διατήρησης κάποιας ελάχιστης οικολογικής παροχής. Όμως, όπως αναφέρθηκε, για λόγους συντηρητικής προσέγγισης υιοθετείται η αρχή της «μη σημαντικής πλην όμως υπολογίσιμης επίπτωσης».

Οι οικολογικές επιπτώσεις (π.χ. μείωση της ροής νερού στα ρέματα, στέρηση πηγών, κ.λπ.) από τη χρήση των έργων του Βοιωτικού Κηφισού (υδραγωγείο Διστόμου) για τις υδρευτικές ανάγκες της Αθήνας, αποτιμώνται μέσω του κόστους υποκατάστασης του νερού. Η προσέγγιση αυτή θεωρείται ασφαλέστερη καθώς ένα μεγάλο τμήμα του επιφανειακού και υπόγειου υδατικού δυναμικού της περιοχής χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών και, συνεπώς, καθίσταται δυσχερής ο καταμερισμός των επιπτώσεων. Δεδομένου όμως ότι η έλλειψη νερού προκαλεί ουσιαστικά ένα πρόβλημα κατανομής των υδατικών πόρων, η συγκεκριμένη επίπτωση εξετάζεται μόνο ως κόστος πόρου.

Δεν αποτιμώνται οι αλλαγές στο τοπίο στις θέσεις των ταμιευτήρων Ευήνου, Μόρνου και Μαραθώνα και η συμβολή τους στην ανάπτυξη ή έστω ενίσχυση χρήσεων αναψυχής στην περιοχή. Οι μεταβολές των χαρακτηριστικών του τοπίου δεν αποτιμώνται λόγω της έλλειψης εμπειριστωμένης μελέτης αναφορικά με τη θετική ή αρνητική επίδραση της μεταβολής. Οριστική απάντηση στο ερώτημα αυτό μπορεί να δοθεί μόνο στο πλαίσιο πρωτογενούς έρευνας στην περιοχή ενδιαφέροντος. Για αντίστοιχους λόγους, ήτοι έλλειψη πρωτογενών

δεδομένων, δεν καθίσταται εφικτή η αποτίμηση των χρήσεων αναψυχής που προσφέρουν ή έστω ενισχύουν οι ως άνω ταμιευτήρες.

Τέλος, δεν αποτιμώνται οι υπηρεσίες αντιπλημμυρικής προστασίας που προσφέρει ο ταμιευτήρας Μαραθώνα, οι οποίες αφορούν ένα μικρό αναλογικά αριθμό νοικοκυριών. Οι υπηρεσίες αυτές προσφέρονται επί της ουσίας από το έργο (ήτοι το φράγμα) και όχι από τη χρήση του ως έργου αποθήκευσης υδρευτικού νερού. Συνεπώς, θα ήταν πιο ορθό να συνεκτιμηθούν κατά τη φάση της κατασκευής, στο πλαίσιο μιας Ανάλυσης Κόστους – Οφέλους. Σε κάθε περίπτωση πάντως, η συνολική οικονομική αξία σε ετήσια βάση είναι πολύ χαμηλή και αναγόμενη ανά m^3 νερού πρακτικά αμελητέα. Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι η παροχή, από μέρους της ΕΥΔΑΠ, της αντιπλημμυρικής προστασίας στα κατάντη ενέχει ένα οικονομικό κόστος, το οποίο σχετίζεται με τη διαχείριση των υπερχειλίσεων. Το κόστος αυτό αποτελεί μια «εξωτερική οικονομία», η οποία επιβαρύνει το λειτουργικό κόστος της επιχείρησης. Δεν εμπίπτει όμως στους σκοπούς της παρούσας μελέτης.

4.4 Εκτίμηση του περιβαλλοντικού κόστους

Για να υπολογιστεί το ετήσιο περιβαλλοντικό κόστος ελήφθησαν υπόψη οι «τιμές μονάδας» που προήλθαν από τις μελέτες αποτίμησης μετά από κατάλληλη χρονική και «χωρική» διόρθωση των τιμών και τα πληθυσμιακά χαρακτηριστικά των περιοχών ενδιαφέροντος.

Για την εκτίμηση του συνολικού περιβαλλοντικού κόστους χρησιμοποιούνται δύο προσεγγίσεις:

- η «συντηρητική» προσέγγιση, η οποία λαμβάνει υπόψη της μόνο τον πληθυσμό εντός της περιοχής του έργου και
- η «διευρυμένη» προσέγγιση, η οποία λαμβάνει υπόψη της τον πληθυσμό της περιοχής έργου για τις αξίες χρήσης και το σύνολο του πληθυσμού των Νομών των αντίστοιχων έργων για τις αξίες μη-χρήσης.

Η εκτίμηση των τιμών μονάδας για τις αξίες μη-χρήσης πραγματοποιήθηκε στη βάση της περιγραφής των σεναρίων των αποτελεσμάτων των συναφών μελετών, για τις οποίες υφίσταται διάκριση μεταξύ αξιών χρήσης και μη-χρήσης.

Με βάση τα παραπάνω, σε ετήσια βάση, το περιβαλλοντικό κόστος του ταμιευτήρα του Ευήνου εκτιμάται σε 532 000 € λαμβάνοντας υπόψη μόνο τον πληθυσμό της περιοχής («συντηρητική» προσέγγιση) και σε 1 294 000 € λαμβάνοντας υπόψη τον πληθυσμό του Νομού («διευρυμένη» προσέγγιση). Ωστόσο, επειδή υφίσταται μια ελάχιστη οικολογική παροχή του $1 m^3/s$, η οποία αντιστοιχεί σε περίπου $31\,500\,000 m^3$, ετησίως ή περίπου 11% της ανάντη του φράγματος απορροής, πρέπει να «διορθωθεί» το ετήσιο κόστος με βάση το ποσοστό που τελικά κατακρατείται στον ταμιευτήρα. Σε αυτή τη βάση, το ετήσιο κόστος για τη «συντηρητική» προσέγγιση ανέρχεται σε 472 000 € και για τη «διευρυμένη» προσέγγιση σε 1 148 000 €.

Ο ταμιευτήρας του Μόρνου δέχεται μια ανάντη του φράγματος απορροή της τάξης των 235 hm³, περίπου. Το ετήσιο περιβαλλοντικό κόστος ανέρχεται σε 432 000 € λαμβάνοντας υπόψη μόνο τον πληθυσμό της περιοχής («συντηρητική» προσέγγιση) και σε 589 000 € λαμβάνοντας υπόψη τον πληθυσμό του Νομού («διευρυμένη» προσέγγιση).

4.5 Εκτίμηση του κόστους πόρου

Με δεδομένο ότι η υδρευτική χρήση, με βάση τη σχετική νομοθεσία, καθίσταται πρώτης προτεραιότητας και, γενικά, θεωρείται αποδεκτό ότι το νερό ύδρευσης έχει υψηλότερη οικονομική αξία σε σχέση με τις άλλες χρήσεις, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι κόστος πόρου υπό την οικονομική θεώρηση δεν υφίσταται στην υπό εξέταση περίπτωση. Ωστόσο, υπό την παραδοχή ότι υπάρχει δυνατότητα αλλά και ανάγκη κάλυψης των αναγκών τόσο της ύδρευσης όσο και της άρδευσης, εκτιμήθηκε το κόστος πόρου ανά περίπτωση.

Όσον αφορά στο νερό που θα προέρχεται από τον ταμιευτήρα του Ευήνου, το ετήσιο κόστος πόρου θα είναι διαφορά μεταξύ του περιβαλλοντικού κόστους που εμφανίζεται υπό κανονικές συνθήκες, κατά τις οποίες διατηρείται η οικολογική παροχή και του περιβαλλοντικού κόστους σε έκτακτες συνθήκες, κατά τις οποίες διακόπτεται η οικολογική παροχή. Σε αυτή τη βάση, το κόστος πόρου ανέρχεται σε 60 000 € για τη «συντηρητική» προσέγγιση και σε 146 000 € για τη «διευρυμένη» προσέγγιση.

Εφόσον διακοπεί η παροχή αρδευτικού νερού από την Υλίκη και το Υδραγωγείο Διστόμου, το κόστος ανά m³ μη παρεχόμενου αρδευτικού νερού ανέρχεται σε 0.12 € στη βάση της μεθόδου Benefit Transfer ή σε 0.30 – 0.70 € ανά m³ με βάση το κόστος υποκατάστασης.

Η αποτίμηση του κόστους μείωσης των μόνιμων αποθεμάτων υπόγειου νερού, με βάση το κόστος υποκατάστασης κυμαίνεται μεταξύ 0.40 και 0.80 €/m³. Ωστόσο, η υπερεκμετάλλευση των υδροφορέων (πρακτικά της ΒΑ Πάρνηθας) θεωρείται απίθανη λαμβάνοντας υπόψη την εγκατεστημένη αντλητική ικανότητα των γεωτρήσεων και τα εκτιμώμενα ρυθμιστικά αποθέματα της περιοχής (περίπου 60 hm³). Σε αυτό συντελεί η γενικότερη διάρθρωση του συστήματος και τα γενικότερα στοιχεία αναφορικά την εμφάνιση και τη διάρκεια πολύ δυσμενών συνθηκών και των τρόπων αντιμετώπισής των.

4.6 Τελικές εκτιμήσεις

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης, τα έργα του Ευήνου και του Μόρνου προκαλούν ένα περιβαλλοντικό κόστος, το οποίο σχετίζεται με την υποβάθμιση του οικοσυστήματος, τη μείωση στερεοπαροχής στο Δέλτα, κ.λπ., εξαιτίας της μείωσης της ροής των ποταμών μετά την κατασκευή των φραγμάτων. Το κόστος αυτό δεν είναι συνεπώς ανάλογο των υδρευτικών απολήψεων και για το λόγο αυτό λαμβάνεται ως ετήσιο σταθερό κόστος. Αντιθέτως, στην περίπτωση των νερών της Υλίκης, του Υδραγωγείου Διστόμου και των γεωτρήσεων της Β.Α. Πάρνηθας, υφίσταται κόστος πόρου εάν οι υδρευτικές απολήψεις

υπερβούν κάποιο κρίσιμο «κατώφλι». Σε αυτή την περίπτωση, το κόστος είναι ανάλογο των ποσοτήτων υδρευτικού νερού και για το λόγο αυτό υπολογίστηκε ανά μονάδα όγκου. Έτσι:

- Όσον αφορά στους ταμιευτήρες του Ευήνου και του Μόρνου υπάρχει ένα «σταθερό» περιβαλλοντικό κόστος ανέρχεται σε 1.148 και 0.589 εκατ. €, αντίστοιχα, σε ετήσια βάση. Επίσης, υφίσταται ένα επιπλέον περιβαλλοντικό κόστος (θεωρείται συμβατικά ως κόστος πόρου), για τον ταμιευτήρα του Ευήνου, το οποίο ανέρχεται σε 145 000 € ανά έτος και σχετίζεται με τη διακοπή της οικολογικής παροχής. Σε περίπτωση που κατακρατείται τμήμα μόνο της οικολογικής παροχής το κόστος αυτό μειώνεται αναλογικά.
- Για την περίπτωση της Υλίκης και του Υδραγωγείου Διστόμου δεν υφίσταται περιβαλλοντικό κόστος. Ωστόσο, εάν κατακρατούνται ποσότητες αρδευτικού νερού από τις ως άνω πηγές για να καλυφθούν υδρευτικές ανάγκες σε έκτακτες καταστάσεις, τότε θα πρέπει να χρεώνεται ένα κόστος πόρου της τάξης των 0.12 €/m³.
- Όσον αφορά στις γεωτρήσεις της Β.Α. Πάρνηθας, εάν οι αντλήσεις υπερβούν τα ρυθμιστικά αποθέματα (τα οποία έχουν εκτιμηθεί σε 60 hm³), τότε το παρεχόμενο νερό θα πρέπει να επιβαρύνεται με ένα κόστος πόρου της τάξης των 0.40 – 0.80 €/m³.

5 Υπολογισμός Περιβαλλοντικού Κόστους και Κόστους Πόρου

5.1 Μεθοδολογία

Το τελικό περιβαλλοντικό κόστος καθώς και το κόστος πόρου για το υδροσύστημα της Αθήνας δεν είναι σταθερά, αλλά όπως και το κόστος ενέργειας, εξαρτώνται από τη ζήτηση και τη διαχειριστική πολιτική που ακολουθείται. Συνεπώς, και σε αντιστοιχία με την ενεργειακή συνιστώσα, το εν λόγω κόστος εκτιμήθηκε για τα διάφορα σενάρια διατάξεων δικτύου, υδρευτικής ζήτησης και αξιοπιστίας που εξετάστηκαν, λαμβάνοντας υπόψη:

1. Τις εκτιμήσεις περιβαλλοντικού κόστους και κόστους πόρου που υπολογίστηκαν στο Τεύχος 4, και οι οποίες συνοψίστηκαν στο Κεφάλαιο 4 του παρόντος τεύχους και
2. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων που αναλύθηκαν στο Τεύχος 3 και τα οποία συνοψίστηκαν στο Κεφάλαιο 3 του παρόντος τεύχους.

Για κάθε σενάριο υπολογίστηκαν τα εξής μεγέθη, σε μέση ετήσια βάση:

- το έλλειμμα περιβαλλοντικής παροχής του Εύηνου, ήτοι η μέση ετήσια ποσότητα νερού που δεν μπόρεσε να αποδοθεί για την τήρηση του παραπάνω περιβαλλοντικού περιορισμού, είτε λόγω ανεπάρκειας αποθεμάτων είτε επειδή η εν λόγω ποσότητα δεσμεύτηκε κατά προτεραιότητα για την ύδρευση της Αθήνας·
- το έλλειμμα ζήτησης των αρδευτικών στόχων Υλίκης και Διστόμου
- η απόληψη νερού από τις γεωτρήσεις Βασιλικών-Παρορίου για την ύδρευση της Αθήνας, μέσω του υδραγωγείου Διστόμου.

Ειδικότερα, για τον Εύηνο, με βάση το προαναφερθέν έλλειμμα, υπολογίζεται το ποσοστό της περιβαλλοντικής παροχής που δεν ικανοποιείται, σε μέση ετήσια βάση.

Η εκτίμηση του περιβαλλοντικού κόστους και του κόστους πόρου έγινε με βάση τις ακόλουθες παραδοχές (βλ. Κεφάλαιο 4):

- Για τους ταμιευτήρες Εύηνου και Μόρνου θεωρείται μια σταθερή τιμή περιβαλλοντικού κόστους, ίση με 1.148 και 0.589 Μ€/έτος, αντίστοιχα·
- Για τον Εύηνο προστίθεται 0.145 Μ€/έτος, το οποίο πολλαπλασιάζεται με το προαναφερθέν ποσοστό ελλείμματος, ώστε να ληφθούν υπόψη οι επιπλέον επιπτώσεις εξαιτίας της διακοπής της οικολογικής παροχής·
- Το έλλειμμα της αρδευτικής ζήτησης χρεώνεται ως κόστος πόρου, με τιμή 0.12 €/m³.
- Η υδρευτική απόληψη νερού από τις γεωτρήσεις Βασιλικών-Παρορίου χρεώνεται επίσης ως κόστος πόρου, με τιμή 0.12 €/m³, καθώς πρόκειται για νερό που αφαιρείται από την άρδευση, ενώ, λόγω των μικρών σχετικά ποσοτήτων που λαμβάνονται και με περιορισμένη συχνότητα, δεν θεωρείται πως επηρεάζεται σημαντικά η δίαιτα των υπόγειων νερών στην περιοχή του μέσου ρου του Βοιωτικού Κηφισού.

Τα αποτελέσματα των σεναρίων παρουσιάζονται στο υποκεφάλαιο που ακολουθεί.

5.2 Αποτελέσματα

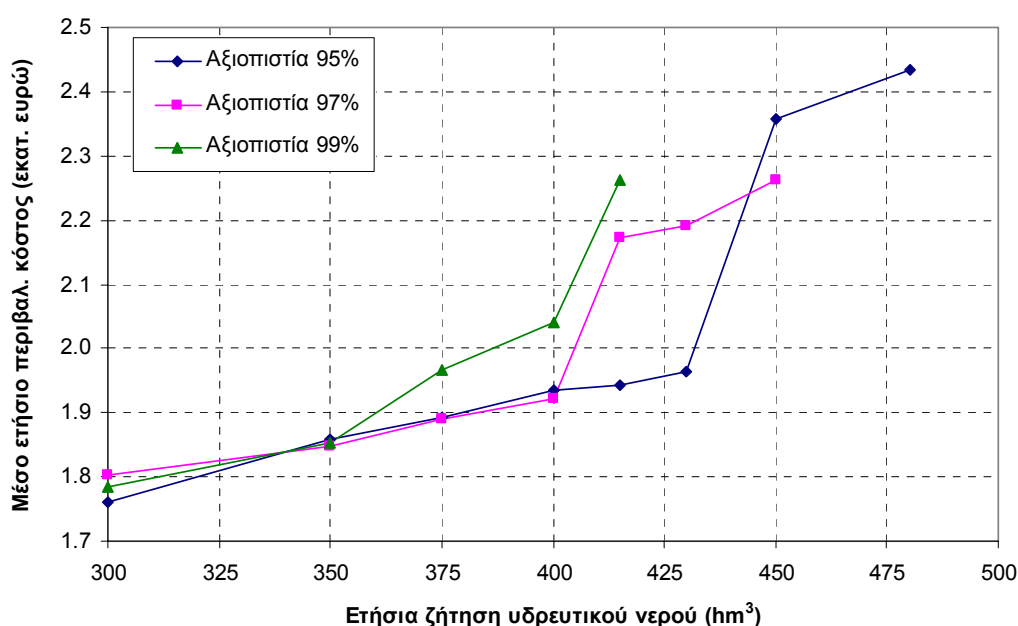
5.2.1 Σενάρια υφιστάμενου δικτύου

Ο Πίνακας 5.1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα του περιβαλλοντικού κόστους για διάφορες τιμές ζήτησης και αξιοπιστίας για το υπάρχον δίκτυο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται επίσης με μορφή διαγράμματος στο Σχήμα 5.1.

Φαίνεται ότι για ζήτηση μέχρι 350 hm³, το περιβαλλοντικό κόστος είναι περιορισμένο και μεταβάλλεται με τον ίδιο ρυθμό για όλες τις τιμές της αξιοπιστίας. Το κόστος αυτό προκαλείται κυρίως από το «πάγιο» περιβαλλοντικό κόστος του Ευήνου και του Μόρνου, μειωμένο λόγω ύπαρξης οικολογικής παροχής. Από την τιμή 350 hm³ και μετά, η χρήση αντλήσεων από την Υλίκη και γεωτρήσεων αυξάνει το κόστος, προσθέτοντας κόστος πόρου για την Υλίκη και το Υδραγωγείο Διστόμου

Πίνακας 5.1: Σχέση ετήσιας υδρευτικής ζήτησης, αξιοπιστίας και μέσου ετήσιου περιβαλλοντικού κόστους για το υφιστάμενο δίκτυο.

Ζήτηση (hm ³)	Αξιοπιστία 99%		Αξιοπιστία 97%		Αξιοπιστία 95%	
	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)
300	1.784	0.0059	1.803	0.0060	1.761	0.0059
350	1.852	0.0053	1.847	0.0053	1.858	0.0053
375	1.968	0.0052	1.890	0.0050	1.894	0.0051
400	2.041	0.0051	1.921	0.0048	1.936	0.0048
415	2.261	0.0054	2.172	0.0052	1.943	0.0047
430			2.192	0.0051	1.964	0.0046
450			2.263	0.0050	2.358	0.0052
480					2.433	0.0051



Σχήμα 5.1: Σχέση μέσου ετήσιου περιβαλλοντικού κόστους και ετήσιας υδρευτικής ζήτησης στην Αθήνα, για διάφορα επίπεδα αξιοπιστίας (υφιστάμενο δίκτυο).

Παρατηρείται ότι η μεταβολή του περιβαλλοντικού κόστους ακολουθεί τη γενικότερη τάση της μεταβολής του ενεργειακού κόστους και αυξάνει σημαντικά (με μεταβολή της κλίσης της καμπύλης) με την αύξηση της ζήτησης πάνω από συγκεκριμένα σημεία. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο, μια και σημαντικό μέρος του κόστους πόρου προέρχεται από την ανταγωνιστική χρήση με τη γεωργία στην Υλίκη και άρα είναι άμεσα σχετισμένο με τη χρήση της άντλησης από την Υλίκη και τις γεωτρήσεις – όπως και το ενεργειακό κόστος λειτουργίας.

Για αξιοπιστία 99% αλλά και 97% ένα τέτοιο σημείο είναι η ζήτηση των 400 hm³ (η οποία έχει ήδη ξεπεραστεί) ενώ για αξιοπιστία 95% το σημείο είναι η ζήτηση των 425 hm³. Για τη σημερινή ζήτηση και αξιοπιστία 99%, το περιβαλλοντικό κόστος ανέρχεται σε περίπου 2.25M€/έτος.

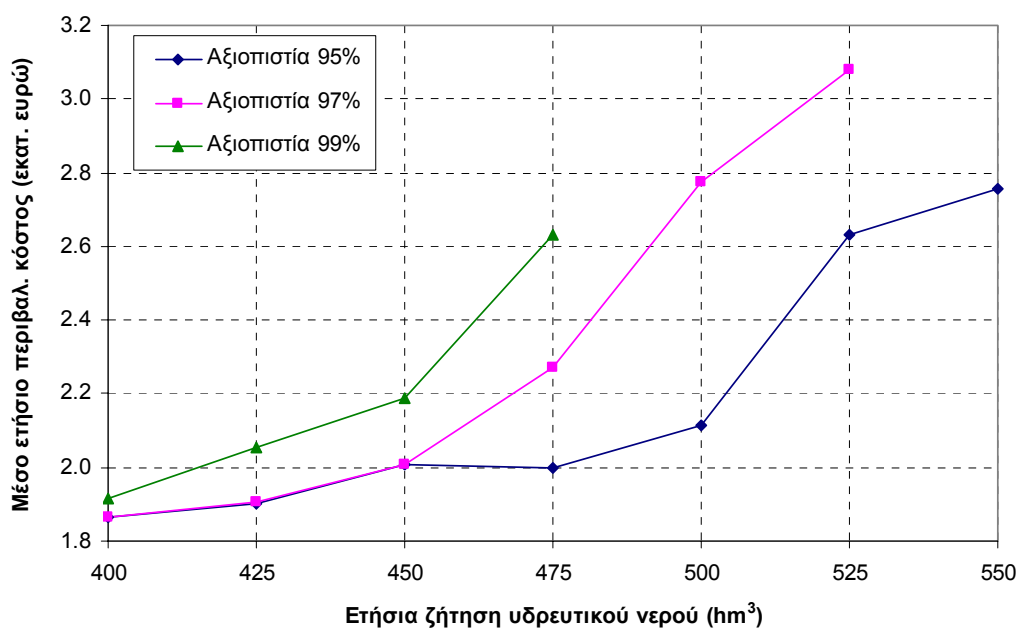
Χαρακτηριστικό είναι ότι για κανένα σενάριο ζήτησης/αξιοπιστίας από αυτά που μελετήθηκαν δεν προέκυψε χρήση των γεωτρήσεων της Β.Α. Πάρνηθας πάνω από 60 hm³ και κατά συνέπεια δεν επιβαρύνθηκε το περιβαλλοντικό κόστος σε κανένα σενάριο με τη σημαντική αύξηση των 0.40 – 0.80 €/m³ (δηλαδή το κόστος της αφαλάτωσης).

5.2.2 Σενάρια μελλοντικής αναβάθμισης δικτύου

Ο Πίνακας 5.2 παρουσιάζει τα αποτελέσματα του περιβαλλοντικού κόστους για διάφορες τιμές ζήτησης και αξιοπιστίας, για το αναβαθμισμένο δίκτυο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται επίσης με μορφή διαγράμματος στο Σχήμα 5.2.

Πίνακας 5.2: Σχέση ετήσιας υδρευτικής ζήτησης, αξιοπιστίας και μέσου ετήσιου περιβαλλοντικού κόστους για το αναβαθμισμένο δίκτυο.

Ζήτηση (hm ³)	Αξιοπιστία 99%		Αξιοπιστία 97%		Αξιοπιστία 95%	
	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)
400	1.916	0.0048	1.866	0,0047	1.865	0.0047
425	2.054	0.0048	1.904	0,0045	1.902	0.0045
450	2.190	0.0049	2.007	0.0045	2.010	0.0045
475	2.630	0.0055	2.271	0.0048	1.998	0.0042
500			2.774	0.0055	2.112	0.0042
525			3.078	0.0059	2.633	0.0050
550					2.757	0.0050



Σχήμα 5.2: Σχέση μέσου ετήσιου περιβαλλοντικού κόστους και ετήσιας υδρευτικής ζήτησης στην Αθήνα, για διάφορα επίπεδα αξιοπιστίας (μελλοντικό δίκτυο).

Παρατηρείται ότι το περιβαλλοντικό κόστος μειώνεται σημαντικά στο αναβαθμισμένο δίκτυο: το περιβαλλοντικό κόστος, για παράδειγμα, της σημερινής ζήτησης με αξιοπιστία 99% ανέρχεται σε 1.9 Μ€/έτος, μειωμένο κατά 15% σε σχέση με το παρόν σύστημα, ενώ παραμένει κάτω από τα 3 Μ€/έτος για σημαντική αύξηση της κατανάλωσης.

Η επίπτωση αυτή του σεναρίου αναβάθμισης προέρχεται τόσο από την πιο αποδοτική χρήση του συστήματος και ειδικά του Ευήνου-Μόρνου λόγω αλλαγής στις παροχαρακτηριστικές, όσο και στη μείωση των απολήψεων για την κάλυψη της ίδιας ζήτησης, λόγω μείωσης των απωλειών.

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται η σύνθεση των αποτελεσμάτων και ο υπολογισμός του συνολικού κόστους του αδιύλιστου νερού της Αθήνας.

6 Υπολογισμός Συνολικού Κόστους Αδιύλιστου Νερού Αθήνας

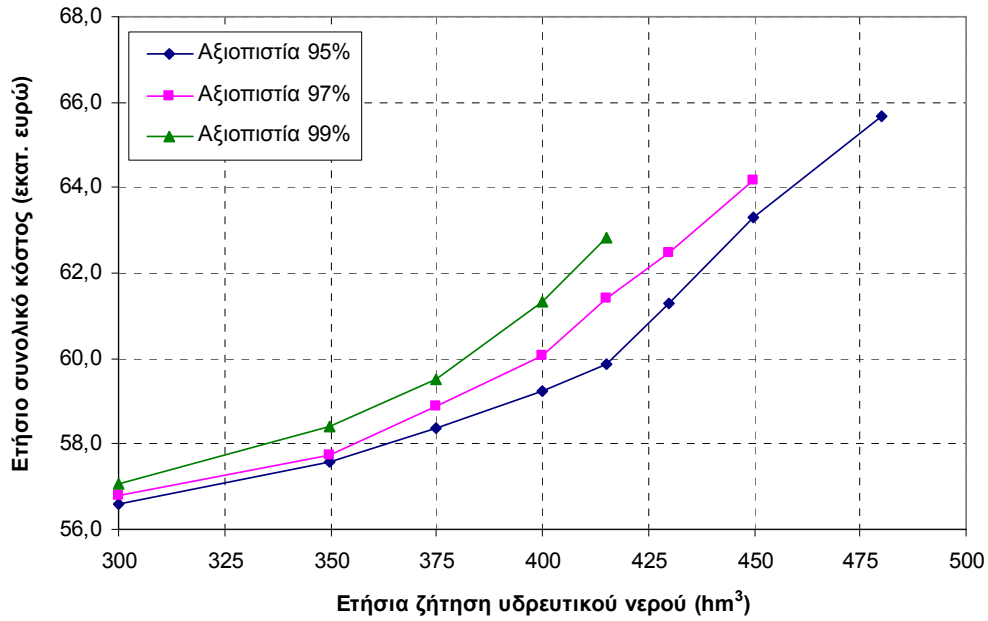
Υπολογίζεται τέλος το συνολικό κόστος του αδιύλιστου νερού της Αθήνας με χρήση τόσο των χρηματοοικονομικών συνιστωσών όσο και του περιβαλλοντικού και κόστους πόρου που προέκυψε για τις διάφορες πηγές νερού. Τα αποτελέσματα οργανώνονται και πάλι υπό το πρίσμα των δύο βασικών σεναρίων που μελετήθηκαν: (α) Τη περίπτωση του υφιστάμενου δικτύου και (β) τη περίπτωση ενός αναβαθμισμένου δικτύου.

6.1 Σενάρια υφιστάμενου δικτύου

Ο Πίνακας 6.1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα του συνολικού κόστους για διάφορες τιμές ζήτησης και αξιοπιστίας, για το υφιστάμενο δίκτυο, τόσο ως συνολικό κόστος ανά έτος όσο και ως κόστος ανά m^3 ζήτησης.

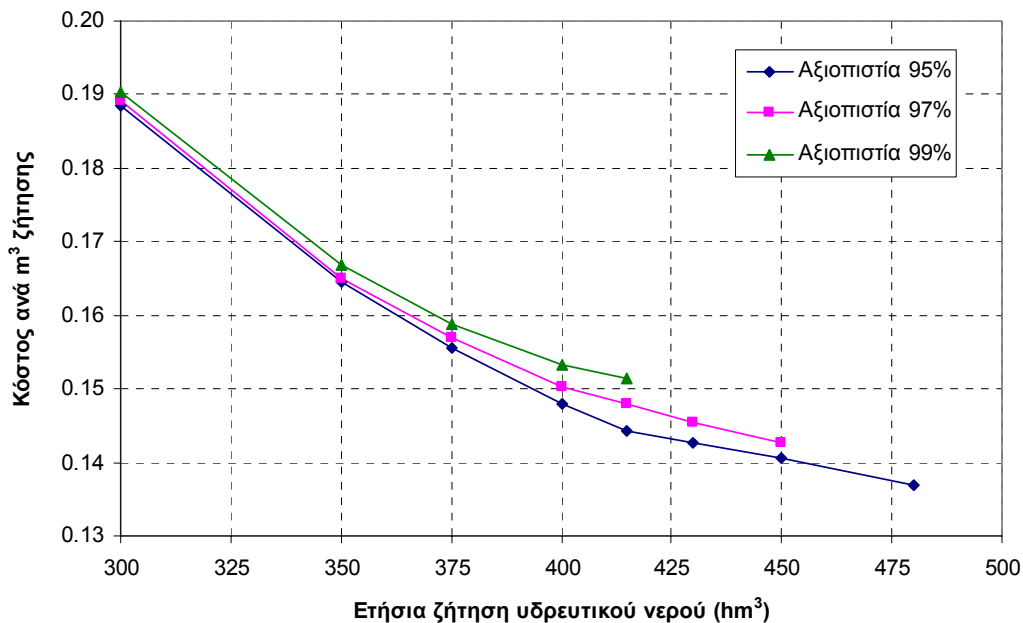
Πίνακας 6.1: Συνολικό κόστος αδιύλιστου νερού, σε απόλυτες τιμές και σε τιμές κόστους ανά m^3 ζήτησης για διάφορες τιμές αξιοπιστίας και ζήτησης: υφιστάμενο δίκτυο.

Ζήτηση (hm^3)	Αξιοπιστία 99%		Αξιοπιστία 97%		Αξιοπιστία 95%	
	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)
300	57.066	0.190	56.780	0.189	56.573	0.189
350	58.423	0.167	57.753	0.165	57.587	0.165
375	59.504	0.159	58.873	0.157	58.358	0.156
400	61.328	0.153	60.060	0.150	59.217	0.148
415	62.824	0.151	61.418	0.148	59.859	0.144
430			62.489	0.145	61.306	0.143
450			64.189	0.143	63.293	0.141
480					65.681	0.137



Σχήμα 6.1: Μέσο ετήσιο συνολικό κόστος (χρηματοοικονομικό + περιβαλλοντικό + κόστος πόρου) σε σχέση με την ετήσια υδρευτική ζήτηση στην Αθήνα, για διάφορα επίπεδα αξιοπιστίας (υφιστάμενο δίκτυο).

Στο Σχήμα 6.1 φαίνεται το συνολικό κόστος, το οποίο περιλαμβάνει και το χρηματοοικονομικό και τις συνιστώσες του περιβαλλοντικού κόστους και κόστους πόρου που υπολογίστηκαν, για διαφορετικές ζητήσεις και επίπεδα αξιοπιστίας. Το συνολικό κόστος για το επίπεδο αξιοπιστίας 99% και ζήτηση κοντά στη σημερινή υπολογίζεται σε 62 800 000 €. Υπενθυμίζεται ότι το χρηματοοικονομικό μέρος του κόστους αυτού είναι 60 500 000 €.



Σχήμα 6.2: Συνολικό κόστος (χρηματοοικονομικό + περιβαλλοντικό + κόστος πόρου) αδιύλιστου νερού Αθήνας ανά m³ υδρευτικής ζήτησης (υφιστάμενο δίκτυο).

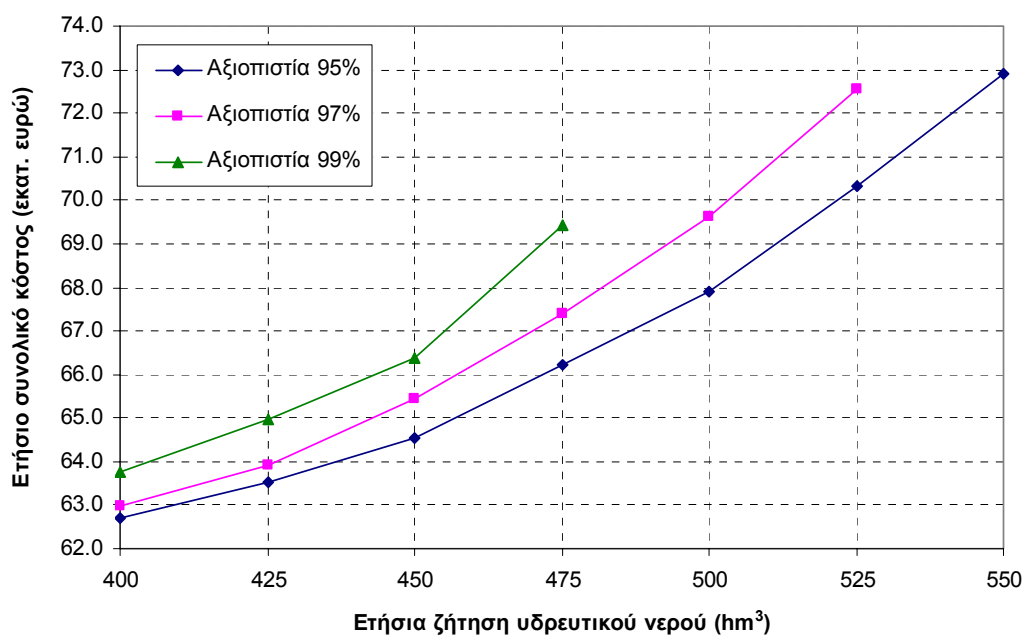
Στο Σχήμα 6.2 φαίνεται το συνολικό κόστος ανά m³ για διαφορετικές ζητήσεις και επίπεδα αξιοπιστίας. Με τα δεδομένα αυτά το συνολικό κόστος του αδιύλιστου νερού της Αθήνας υπολογίζεται, για την παρούσα ζήτηση και αξιοπιστία της τάξης του 99%, σε **0.151 €/m³**. Η πτώση του κόστους ανά m³ είναι αναμενόμενη καθώς αποτελεί συνισταμένη του ενεργειακού και περιβαλλοντικού κόστους (τα οποία αυξάνουν με την αύξηση της ζήτησης) και των παγίων δαπανών (αποσβέσεις και λειτουργία) τα οποία δεν μεταβάλλονται με την αύξηση της ζήτησης, αλλά διαιρούνται με μεγαλύτερο παρονομαστή. Καθώς οι πάγιες δαπάνες είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τις περιβαλλοντικές και ενεργειακές δαπάνες, το κόστος ανά m³ μειώνεται όσο μεγαλώνει η ζήτηση. Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί ότι, σε αντίθεση με τη συνήθη βιομηχανική παραγωγή αγαθών, στην οποία η πτώση του κόστους ανά μονάδα με την αύξηση της παραγωγής είναι επιθυμητή, εδώ το νερό αποτελεί περιοριστικό παράγοντα της παραγωγής: Οι καμπύλες των διαγραμμάτων (πχ. του Σχήματος 6.2) **δεν προεκτείνονται**, αλλά σταματούν στα σημεία που φαίνονται στα σχήματα. Κατά συνέπεια το σύστημα δεν μπορεί, στη παρούσα του μορφή, να δώσει για παράδειγμα 425 hm³ με αξιοπιστία 99% παρά μόνο με βελτίωση του – όπως αναλύεται στο σενάριο αναβαθμισμένου δικτύου.

6.2 Σενάρια μελλοντικής αναβάθμισης δικτύου

Ο Πίνακας 6.2 παρουσιάζει τα αποτελέσματα του συνολικού κόστους για διάφορες τιμές ζήτησης και αξιοπιστίας, για το αναβαθμισμένο δίκτυο, τόσο ως συνολικό κόστος ανά έτος όσο και ως κόστος ανά m^3 ζήτησης.

Πίνακας 6.2: Συνολικό κόστος αδιύλιστου νερού, σε απόλυτες τιμές και σε τιμές κόστους ανά m^3 ζήτησης για διάφορες τιμές αξιοπιστίας και ζήτησης: μελλοντικό αναβαθμισμένο δίκτυο.

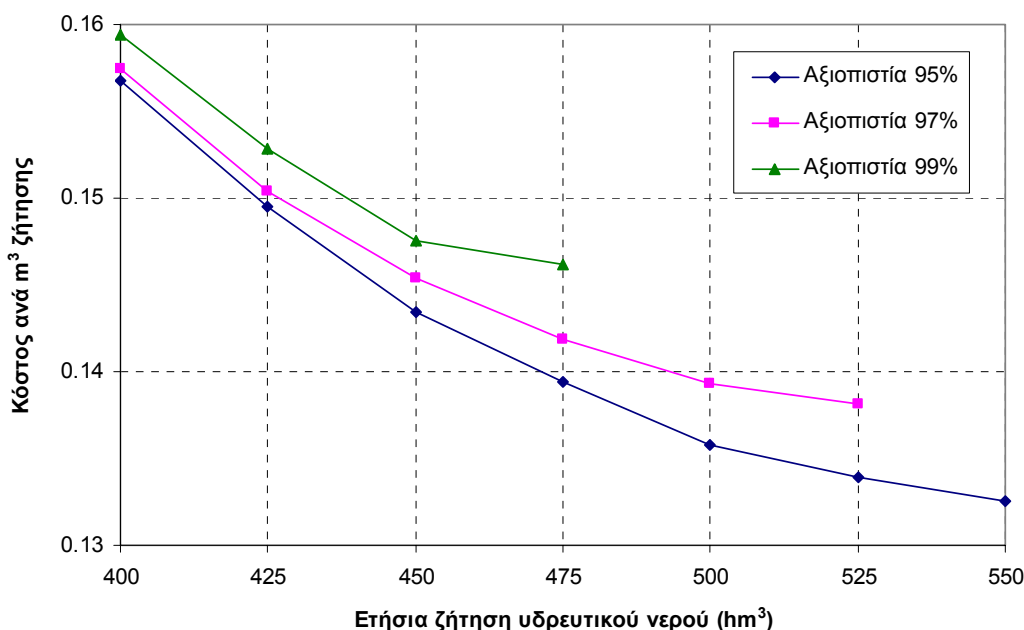
Ζήτηση (hm^3)	Αξιοπιστία 99%		Αξιοπιστία 97%		Αξιοπιστία 95%	
	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)	Συνολικό κόστος (Μ€)	Μοναδιαίο κόστος (€/m ³)
400	63.769	0.159	62.961	0.157	62.690	0.157
425	64.974	0.153	63.898	0.150	63.535	0.149
450	66.383	0.148	65.439	0.145	64.550	0.143
475	69.436	0.146	67.400	0.142	66.222	0.139
500			69.641	0.139	67.887	0.136
525			72.535	0.138	70.323	0.134
550					72.890	0.133



Σχήμα 6.3: Μέσο ετήσιο συνολικό κόστος (χρηματοοικονομικό + περιβαλλοντικό + κόστος πόρου) σε σχέση με την ετήσια υδρευτική ζήτηση στην Αθήνα, για διάφορα επίπεδα αξιοπιστίας (μελλοντικό δίκτυο).

Στο Σχήμα 6.3 φαίνεται το συνολικό κόστος, για διαφορετικές ζητήσεις και επίπεδα αξιοπιστίας για το μελλοντικό σενάριο. Το συνολικό κόστος για το επίπεδο αξιοπιστίας 99% και ζήτηση τη σημερινή υπολογίζεται σε 64 500 000 €. Η αύξηση αυτή σε σχέση με το

κόστος που υπολογίστηκε για το υφιστάμενο δίκτυο οφείλεται στο ετήσιο κόστος των επενδύσεων που το σενάριο αυτό υποθέτει.



Σχήμα 6.4: Συνολικό κόστος (χρηματοοικονομικό + περιβαλλοντικό + κόστος πόρου) αδιύλιστου νερού Αθήνας ανά m³ υδρευτικής ζήτησης (μελλοντικό δίκτυο).

Στο Σχήμα 6.4 φαίνεται το συνολικό κόστος ανά m³ για διαφορετικές ζήτησεις και επίπεδα αξιοπιστίας. Το συνολικό κόστος του αδιύλιστου νερού της Αθήνας υπολογίζεται, για την παρούσα ζήτηση και αξιοπιστία της τάξης του 99%, σε **0.157 €/m³**, αλλά το σύστημα εκτιμάται ότι μπορεί να υποστηρίξει μέχρι και ζήτηση 475 hm³ με κόστος 0.146 €/m³ και αξιοπιστία 99%. Η μικρή αυτή αύξηση του κόστους σε σχέση με τη σημαντική αύξηση της αξιοπιστίας και της επιχειρησιακής δυνατότητας της ΕΥΔΑΠ – αλλά και τον περιορισμό του περιβαλλοντικού κόστους όπως αναφέρθηκε πιο πάνω) εκτιμάται ότι συνηγορούν υπέρ της αναβάθμισης του δικτύου που περιγράφεται στο σενάριο αυτό. Υπενθυμίζεται πάντως ότι το κόστος του νερού σε αυτό το σενάριο επηρεάζεται από την υπόθεση του ύψους της επένδυσης, ο υπολογισμός της οποίας χρήζει αναλυτικής μελέτης. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας μελέτης αναβάθμισης θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για επικαιροποίηση της παρούσας μελέτης.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι για να μπορέσει ακόμα και το αναβαθμισμένο σύστημα να ικανοποιήσει ζήτηση μεγαλύτερη από 475 hm³, με αξιοπιστία της τάξης του 99%, χρειάζεται περαιτέρω βελτιώσεις ή/και αναζήτηση άλλων πόρων. Στην (ακραία) περίπτωση που η κάλυψη παραπάνω ζήτησης γινόταν με αφαλάτωση, ώστε να μπορέσει να διατηρηθεί η αξιοπιστία του συστήματος σε λογικά επίπεδα, τότε το κόστος ανά m³ θα αυξανόταν σημαντικά. Ως παράδειγμα αναφέρεται ότι για να δώσει το αναβαθμισμένο σύστημα 575 hm³ (475 hm³ από το σύστημα προς 0.157 €/m³ και 100 hm³ με αφαλάτωση προς 0.8€/m³) με 99% αξιοπιστία, το μέσο κόστος θα διαμορφωνόταν σε **0.26 €/m³**.

7 Τελικά Συμπεράσματα και Προτάσεις

Με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Το υδросύστημα της Αθήνας (υφιστάμενο δίκτυο) λειτουργεί στα όρια της αξιοπιστίας του για την παρούσα ζήτηση. Η εξασφάλιση αξιοπιστίας λειτουργίας σε επίπεδα της τάξης του 99%, η οποία είναι και η πραγματικά επιθυμητή, είναι δύσκολη, αν όχι ανέφικτη, με την παρούσα κατάσταση του δικτύου. Σημαντική αναβάθμιση θα μπορούσε να υλοποιηθεί με τις ακόλουθες επεμβάσεις:
 - Αναβάθμιση του αντλιοστασίου Ασωπού για αύξηση της παροχетеυτικότητας του υδραγωγείου Κρεμμάδα-Κλειδί από 2.7 σε 6.5 m³/s.
 - Έργα ενίσχυσης στο τμήμα Κρεμμάδα-Δαφνούλα με σκοπό την αύξηση της παροχетеυτικότητας του ενωτικού υδραγωγείου από 4.0 σε 6.7 m³/s κατά την ορθή φορά και αποκατάσταση της αμφίδρομης λειτουργίας του, με παροχетеυτικότητα 4.0 m³/s (στο μοντέλο, για την ανάστροφη λειτουργία, ήτοι από Κλειδί προς Μεριστή Κιθαιρώνα, λαμβάνονται ειδική ενέργεια 1.0 kWh/m³ και μοναδιαίο κόστος άντλησης 0.03 €/m³).
 - Αναβάθμιση υδραγωγείου Μόρνου κατάντη σήραγγας Κιθαιρώνα, με ολοκλήρωση της κατασκευής του αγωγού Φ2000, ώστε να εξασφαλίζεται παροχетеυτικότητα 17.0 από 12.0 m³/s.
 - Μείωση απωλειών εξωτερικών υδραγωγείων από τα επίπεδα του 10% στο ήμισυ, με ενίσχυση επιλεγμένων τμημάτων αγωγών και περιορισμό των παράνομων απολήψεων.
- Τα παραπάνω αποτελούν έργα που είτε βρίσκονται σε στάδιο κατασκευής είτε έχουν μελετηθεί κατά το παρελθόν από την ΕΥΔΑΠ και το Υπουργείο Υποδομών και Δικτύων και κατά συνέπεια θεωρούνται απολύτως ρεαλιστικά και προτείνονται ως απαραίτητα.
- Η προτεινόμενη αναβάθμιση δικτύου θα βελτιώσει σημαντικά την βιωσιμότητα και την αξιοπιστία του συστήματος, με σημαντική μείωση του περιβαλλοντικού κόστους και χωρίς σημαντική αύξηση του συνολικού κόστους του νερού.
- Ειδικά η μείωση των απωλειών των εξωτερικών υδραγωγείων θα είχε πολλαπλές ευεργετικές επιπτώσεις, καθώς αφενός θα μείωνε το κόστος του νερού (τόσο το περιβαλλοντικό όσο και το κόστος ενέργειας) καθώς θα χρειαζόταν να αντληθεί και να μετακινηθεί λιγότερο νερό στο σύστημα, και αφετέρου θα αύξανε την αξιοπιστία του συστήματος (όπως φάνηκε από τα σενάρια που αναλύθηκαν).
- Υπενθυμίζεται πάντως ότι το κόστος του νερού στο σενάριο αναβάθμισης επηρεάζεται από την υπόθεση του ύψους της επένδυσης, ο υπολογισμός της οποίας χρήζει αναλυτικής μελέτης η οποία ξεφεύγει από τα πλαίσια της παρούσης. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας μελέτης αναβάθμισης θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντική επικαιροποίηση της μελέτης του κόστους του αδιύλιστου νερού.
- Η τήρηση των βέλτιστων κανόνων λειτουργίας είναι αποφασιστικής σημασίας για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας των πόρων και την αξιόπιστη παροχή της υπηρεσίας ύδρευσης. Η πρακτική αυτή, παρά την κατά περιόδους αύξηση της

κατανάλωσης ενέργειας που συνεπάγεται, δεν προκαλεί σημαντική αύξηση του κόστους του νερού.

- Για την διατήρηση της ζήτησης στα σημερινά επίπεδα, και άρα την διατήρηση της αξιοπιστίας του συστήματος πριν την υλοποίηση των επεμβάσεων που προτείνονται, είναι απαραίτητη η διαχείριση της ζήτησης, μέσω:
 - Βελτίωσης αποδοτικότητας χρήσης
 - Ελαχιστοποίηση απωλειών εσωτερικών δικτύων
 - Χρήση συσκευών εξοικονόμησης νερού,
 - Χρήση ανακυκλωμένου νερού (πχ. για αστικό πράσινο και άρδευση)
- Για την υφιστάμενη κατάσταση του δικτύου, το συνολικό κόστος για το επίπεδο αξιοπιστίας 99% και ζήτηση κοντά στη σημερινή υπολογίζεται σε **62 800 000 €/έτος**. Το χρηματοοικονομικό μέρος του κόστους αυτού είναι 60 500 000 €.
- Το μοναδιαίο κόστος του αδιύλιστου νερού της Αθήνας υπολογίζεται, για την παρούσα ζήτηση και αξιοπιστία της τάξης του 99%, σε **0.151 €/m³**.
- Σημαντικό μέρος του κόστους είναι οι αποσβέσεις των παγίων και τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης. Για το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας, το ετήσιο ισοδύναμο κόστος των παγίων υπολογίστηκε σε 32 560 208 €, με βάση τις αποσβέσεις του 1999 οπότε μεταβιβάστηκαν τα πάγια από την ΕΥΔΑΠ, με το Νόμο 2744/25/10-99. Το σταθερό (χωρίς το κόστος ενέργειας) ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος, που περιλαμβάνει τις αντίστοιχες υπηρεσίες της ΕΥΔΑΠ Α.Ε. (δαπάνες προσωπικού, ενοίκια, συντήρηση έργων, κτλ.), υπολογίστηκε σε 21 847 074 €, με βάση τον μέσο όρο των ετών 2008 και 2009.
- Εκτιμάται ότι το κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι σημαντικό ποσοστό του κόστους του νερού και ότι αποτελεί βασική συνιστώσα η οποία θα μπορούσε πιθανώς να μειωθεί. Μια τέτοια μείωση θα είχε σημαντική επίδραση στο κόστος του νερού.
- Η ανάκτηση του κόστους από τις ΕΥΔΑΠ θα βοηθήσει σημαντικά τις αναγκαίες επενδύσεις. Ο καταμερισμός του κόστους μεταξύ ΕΠ ΕΥΔΑΠ και ΕΥΔΑΠ ΑΕ είναι πιο σύνθετος λόγω των μεταξύ τους σχέσεων για ανταλλαγή υπηρεσιών και χρήζει αναλυτικής μελέτης, η οποία ξεφεύγει από τα πλαίσια της παρούσης.
- Σε σχέση με το περιβαλλοντικό κόστος, υπενθυμίζεται πάντως ότι η αποτίμηση των αγαθών και των υπηρεσιών του περιβάλλοντος σε οικονομικούς όρους αποτελεί μια ανθρωποκεντρική προσέγγιση, η οποία δέχεται επικρίσεις σε σχέση με ηθικά, θεωρητικά και πρακτικά ζητήματα. Από την άλλη πλευρά, αναγνωρίζεται ότι η περιβαλλοντική αποτίμηση μπορεί να έχει σημαντική συνεισφορά στην ορθή διαχείριση των φυσικών πόρων και στην προστασία του περιβάλλοντος.
- Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης του περιβαλλοντικού κόστους και του κόστους πόρου του αδιύλιστου νερού μπορούν να συμβάλουν, πέραν της ικανοποίησης των απαιτήσεων του νομοθετικού πλαισίου περί ανάκτησης του πλήρους κόστους των υπηρεσιών νερού, στα κάτωθι:

- Σε μια πιο ορθολογική τιμολόγηση του υδρευτικού νερού, ώστε να δημιουργηθούν τα κατάλληλα κίνητρα στους χρήστες και να επιτευχθεί αποτελεσματικότερη χρήση των υδατικών πόρων υπό το πρίσμα της αειφόρου ανάπτυξης. Η διαφοροποίηση μάλιστα του συνολικού και του χρηματοοικονομικού κόστους του υδρευτικού νερού καθίσταται πιο εμφανής σε δυσμενείς υδρολογικές συνθήκες, κατά τις οποίες το υδατικό έλλειμμα δημιουργεί προβλήματα λόγω των ανταγωνιστικών χρήσεων του νερού (ύδρευση – άρδευση) και της εκμετάλλευσης μη ανανεώσιμων υπόγειων υδατικών αποθεμάτων.
- Στην αναγνώριση του οικονομικού μεγέθους της περιβαλλοντικής ζημιάς που συντελείται από τα αναγκαία έργα υδροδότησης της Αθήνας και στην προσπάθεια άμβλυνσης των επιπτώσεων αυτών με κατάλληλα *θεραπευτικά* μέτρα. Για παράδειγμα, ένα σημαντικό τμήμα του περιβαλλοντικού κόστους του Μόρνου αφορά στη μη ύπαρξη οικολογικής παροχής και στην ανάσχεση της κυκλοφορίας της ιχθυοπανίδας. Έχοντας ως τάξη μεγέθους το εκτιμώμενο κόστος θα μπορούσαν να αιτιολογηθούν και να ληφθούν ορισμένα μέτρα αποκατάστασης των προβλημάτων, όπως π.χ. η κατασκευή παράπλευρων καναλιών για την αποκατάσταση της κινητικότητας της ιχθυοπανίδας. Το κόστος των έργων αυτών θα μπορούσε να καλυφθεί, βάσει της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει», από τον τελικό χρήστη.
- Θα πρέπει τέλος να σημειωθεί ότι για την αξιολόγηση και, ακολούθως, την ανάληψη δράσεων αποκατάστασης της όποιας περιβαλλοντικής ζημιάς θα ήταν σκόπιμο να προηγηθούν πρωτογενείς έρευνες αποτίμησης του περιβαλλοντικού κόστους και να αποσαφηνιστεί ο ρόλος των λοιπών ανθρωπογενών δραστηριοτήτων της περιοχής, οι οποίες ασκούν επίσης σημαντικές πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον.