



ΟΔΥΣΣΕΥΣ

NAMA

ΕΜΠ

ΔΕΥΑΚ

ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ

MDS



Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης 2000-2006
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ
ΣΥΖΕΥΞΗ ΜΕ ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΟΔΥΣΣΕΥΣ

Τεύχος 13

Προδιαγραφές αποτίμησης των έργων
αξιοποίησης υδατικών πόρων

Α. Μαυροδήμου, Ι. Ναλμπάντης, Α. Ενστρατιάδης

Αθήνα
Ιούνιος 2005

Συνεργαζόμενοι φορείς



NAMA Σύμβουλοι Μηχανικοί και Μελετητές Α.Ε.



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων
Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων



Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης
Καρδίτσας



Αειφορική Δωδεκανήσου Α.Ε.



Άδωνις Κοντός και ΣΙΑ Ε.Ε. (Marathon Data Systems)

Ενότητα Εργασίας 7

Μεθοδολογικό πλαίσιο επιχειρησιακής εφαρμογής του
συστήματος

Τεύχος 13

Προδιαγραφές αποτίμησης των έργων αξιοποίησης
υδατικών πόρων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η προσπάθεια που γίνεται αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση ενός αντικειμένου, που δεν έχει προηγουμένως αντιμετωπιστεί στο σύνολό του στη χώρα και, πιο συγκεκριμένα, ένα ερέθισμα για παραπέρα προβληματισμό. Στόχος της είναι η κατάρτιση προδιαγραφών για την αποτίμηση της επίδοσης των υφιστάμενων έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων μεγάλης κλίμακας, στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης και προσαρμοστικής διαχείρισης νερού. Η προσπάθεια αυτή περιορίζεται σε ορισμένες κατηγορίες έργων, οι οποίες θεωρούνται ως πιο σημαντικές σε σχέση και με τους σκοπούς του ερευνητικού έργου, που είναι: (α) έργα σύλληψης και ταμίευσης επιφανειακών νερών (φράγματα), (β) έργα σύλληψης υπόγειων νερών (συστήματα γεωτρήσεων) και (γ) έργα διανομής νερού (αρδευτικά και υδρευτικά δίκτυα).

Η έκθεση διαρθρώνεται ως εξής: Αρχικά, τίθεται το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο, στον οποίο περιλαμβάνονται και οι αναγκαίοι ορισμοί, που βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των διαφόρων επί μέρους θεμάτων. Περιγράφονται οι λόγοι για τους οποίους γίνεται η αποτίμηση, επεξηγείται η επιλογή των κατηγοριών έργων προς ανάλυση και αιτιολογείται η ανάγκη ένταξης των μεμονωμένων έργων στο ευρύτερο υδροσύστημα, στο οποίο ανήκουν. Κυρίως, όμως, περιγράφονται τα μεθοδολογικά βήματα της διαδικασίας αποτίμησης και καταγράφονται ή και αναλύονται, σε ορισμένες περιπτώσεις με ιδιαίτερη βαρύτητα, οι βασικές παράμετροι κάθε βήματος. Ακολουθεί η εξειδίκευση της μεθοδολογίας στις επιλεγμένες κατηγορίες έργων που αναφέρονται πιο πάνω και τίθενται συγκεκριμένοι στόχοι, στους οποίους πρέπει να επικεντρώνονται οι προδιαγραφές. Σ' αυτούς περιλαμβάνεται και η ένταξη των μεμονωμένων έργων στην κλίμακα του αντίστοιχου υδροσυστήματος, όπου η έκθεση συνδέεται με το ερευνητικό έργο και, ειδικότερα, με τα μοντέλα που αναπτύσσονται, για τα οποία η αποτίμηση αποτελεί μια από τις εφαρμογές. Τέλος, από την ελληνική και διεθνή εμπειρία και πρακτική, παρουσιάζονται τέσσερα χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτίμησης έργων, γεγονός που διευκολύνει την κατανόηση της συνολικά προτεινόμενης διαδικασίας.

ABSTRACT

This attempt stands as a primary approach of a subject that has not been encountered from a holistic point-of-view in Greece and, more specifically, an impulse for further insight. The target is to establish guidelines for assessing the performance of existing large-scale water resource projects, within an integrated and adaptive water management. This effort is limited on certain categories of projects that are assumed more important in relation with the targets of the research project, which are: (a) surface water storage projects (i.e., dams), (b) groundwater abstraction projects (i.e., borehole systems), and (c) water distribution projects (i.e., irrigation and water supply networks).

The report has the following structure: First, the general methodological framework is posed, including the essential definitions that provide better understanding of the various subjects. The reasons for the assessment are described, the selection of the project categories to analyse is explained, and the need for incorporating a single project to the extended

hydrosystem is justified. But primarily, the methodological steps for the assessment procedure are described, and the main parameters of each step are articulated or further analysed, in some cases with specific weight. Next, the methodology is specialised for the selected project categories that are already referred, and particular targets are imposed, to which the guidelines are focused. These include the integration of the single projects to the scale of the corresponding hydrosystem; in this point, the report is related to the scope of the research project and, more precisely, to the models under development, for which the assessment procedure stands as one of the application fields. Finally, four characteristic examples are presented, which are taken from the Greek and international experience, thus facilitating the comprehension of the entire proposed procedure.

.....Η αντίληψη της δυτικής μεταφυσικής για τη φύση ως μια δεξαμενή αέναης παροχής φυσικών πόρων αμφισβητείται πλέον ριζικά. Οι σύγχρονες εννοιολογικές αντιλήψεις για τη Γη, καθώς αναφέρονται σ' ένα ολιστικό γεωλογικό και βιολογικό σύστημα, καλούν την τεχνολογία να ενισχύσει τις βελτιωτικές της συνέπειες πάνω στο οικοσύστημα, παρά τις ζημιογόνες...”... (Don Ihde, Φιλοσοφία της Τεχνολογίας).

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

Πρόλογος	6
1 Εισαγωγή	8
1.1 Ολοκληρωμένη και προσαρμοστική διαχείριση των υδατικών πόρων	8
1.2 Έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων και προσαρμοστική διαχείριση	8
1.3 Η παρούσα έκθεση	11
2 Μεθοδολογία	14
2.1 Γενικά	14
2.2 Ορισμοί - επεξηγήσεις	14
2.3 Συνιστώσες του προβλήματος	17
2.3.1 Κατηγορίες και κλίμακα εξεταζόμενων έργων	17
2.3.2 Μεθοδολογικά βήματα	18
2.3.3 Πλαίσιο της διαδικασίας αποτίμησης	19
2.4 Ανάλυση μεθοδολογικών βημάτων	19
2.5 Ανάλυση παραμέτρων με ειδική βαρύτητα	23
2.6 Τελικές επισημάνσεις	30
3 Προδιαγραφές αποτίμησης έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων	32
3.1 Έργα σύλληψης και ταμίευσης επιφανειακών νερών για παραγωγή ενέργειας	32
3.1.1 Γενικά	32
3.1.2 Προδιαγραφές αποτίμησης έργου ταμίευσης	34
3.2 Έργα αξιοποίησης υπόγειων νερών	38
3.2.1 Γενικά	38
3.2.2 Προδιαγραφές αποτίμησης έργων αξιοποίησης υπόγειων νερών	40
3.3 Αρδευτικά δίκτυα	43
3.3.1 Γενικά	43
3.3.2 Προδιαγραφές αποτίμησης αρδευτικών δικτύων	44
3.4 Υδρευτικά δίκτυα	46
3.4.1 Αστικά υδραυλικά έργα	46
3.4.2 Δίκτυα διανομής υδρευτικού νερού	49
3.4.3 Προδιαγραφές αποτίμησης υδρευτικών δικτύων	50
4 Η πρακτική στον ελληνικό και διεθνή χώρο	52
4.1 Εισαγωγή	52
4.2 Ταμιευτήρας Πλαστήρα	52
4.2.1 Εισαγωγή	52
4.2.2 Περιοχή μελέτης και χαρακτηριστικά μεγέθη του έργου	53

4.2.3	Ιστορικό διαχείρισης	53
4.2.4	Χρήσεις ύδατος και εξέλιξή τους.....	54
4.2.5	Συνιστώσες του προβλήματος και πλαίσιο αντιμετώπισης.....	55
4.2.6	Υδρολογική θεώρηση.....	55
4.2.7	Ποιοτική θεώρηση	56
4.2.8	Το τοπίο της λίμνης.....	57
4.2.9	Συμπεράσματα - Προτάσεις	57
4.2.10	Παρατηρήσεις	58
4.3	Αρδευτικά δίκτυα Αλφειού – Πηνειού	58
4.3.1	Εισαγωγή.....	58
4.3.2	Περιγραφή των δικτύων.....	59
4.3.3	Διαχείριση, συντήρηση και λειτουργία.....	60
4.3.4	Εκμετάλλευση και συντήρηση των έργων	61
4.3.5	Τιμολόγηση του νερού	62
4.3.6	Οικονομική διαχείριση των δικτύων.....	62
4.3.7	Το προσωπικό για τη διαχείριση των δύο δικτύων	63
4.3.8	Συμπεράσματα της μελέτης	63
4.3.9	Προτάσεις της μελέτης για βελτίωση της κατάστασης.....	64
4.3.10	Παρατηρήσεις για τη μελέτη.....	64
4.4	Το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας.....	64
4.4.1	Εισαγωγή.....	64
4.4.2	Θεσμικό πλαίσιο	65
4.4.3	Περιγραφή του συστήματος.....	66
4.4.4	Διάρθρωση του Σχεδίου Διαχείρισης.....	67
4.4.5	Μεθοδολογία.....	68
4.4.6	Θεωρητικό υδατικό δυναμικό συστήματος.....	68
4.4.7	Παρατηρήσεις για τη μελέτη.....	69
4.5	Εκτίμηση οικονομικού οφέλους από την καθαίρεση φράγματος.....	69
4.5.1	Γενικά.....	69
4.5.2	Τα φράγματα του ποταμού Elwha.....	70

Πρόλογος

Σκοπός της Ενότητας Εργασίας 7 με τίτλο *Μεθοδολογικό πλαίσιο επιχειρησιακής εφαρμογής του συστήματος* είναι, σύμφωνα με το Τεχνικό Παράρτημα της Σύμβασης, η υποστήριξη των μελλοντικών χρηστών του συστήματος, που αναπτύσσεται στο ερευνητικό έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ, με την ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου ανάλυσης ορισμένων βασικών συνιστωσών της διαχείρισης υδατικών πόρων, οι οποίες δεν μπορούν να ενταχθούν σε κάποιο μαθηματικό μοντέλο και, κατ' επέκταση, λογισμικό.

Συγκεκριμένα, το μεθοδολογικό αυτό πλαίσιο εστιάζεται:

- α) στην αποτίμηση των έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων·
- β) στην ανάλυση, κωδικοποίηση και κοστολόγηση των χρήσεων νερού·
- γ) στην ανάπτυξη πρακτικών διαχείρισης της ζήτησης.

Το αντικείμενο της Ενότητας Εργασίας 7 παρουσιάζεται σε τρεις τεχνικές εκθέσεις, όπου αναλύονται οι παραπάνω τρεις εξαιρετικά κρίσιμες συνιστώσες της διαχείρισης ενός συστήματος υδατικών πόρων. Η προσέγγιση που έγινε λαμβάνει υπόψη της τόσο τις διεθνείς πρακτικές όσο και τις ιδιαιτερότητες της ελληνικής πραγματικότητας, δίνοντας έμφαση στις προοπτικές που προκύπτουν από την εφαρμογή της Οδηγίας-Πλαισίου 2000/60 της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Η Οδηγία δίνει την ευκαιρία στα Κράτη-Μέλη να οργανώσουν και να εναρμονίσουν την διαχείριση των υδατικών πόρων με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης. Ειδικότερα, οι στόχοι των εκθέσεων εναρμονίζονται κατά το δυνατόν με τους κύριους στόχους της Οδηγίας 2000/60, που είναι:

- Προστασία και αναβάθμιση των υδατικών συστημάτων και των υδροβιοτόπων, σε σχέση με τις ανάγκες σε νερό.
- Προώθηση της βιώσιμης διαχείρισης του νερού μέσω μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων πόρων.
- Βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος μέσω των κατάλληλων μέσων ελέγχου.

Κρίνεται ότι σήμερα τα αντικείμενα των τριών εκθέσεων έχουν τον χαρακτήρα του επείγοντος, αποτελούν θέματα αιχμής και επομένως απαιτείται η ευρύτερη και συστηματικότερη αντιμετώπισή τους στο άμεσο μέλλον.

Βέβαια, πρέπει να επισημανθεί ότι η ουσιαστική εναρμόνιση της Οδηγίας με την αντίστοιχη ελληνική νομοθεσία και κατ' επέκταση με την Ενότητα αυτή, είναι αδύνατη στην παρούσα φάση. Κι αυτό γιατί η προπαρασκευαστική περίοδος, η μετάβαση δηλαδή από τις γενικές διατυπώσεις της Οδηγίας στην εξειδικευμένη εφαρμογή της στο φυσικό μέσο, είναι ιδιαίτερα δυσχερής. Υπάρχουν ασάφειες, πολυσήμαντες διατυπώσεις, ποικιλία δυνατών προσεγγίσεων και γενικώς ερωτηματικά που δεν θα απαντηθούν σύντομα, ειδικότερα στη χώρα μας με τη δεδομένη υφιστάμενη υποδομή και συγκεκριμένα με την υφιστάμενη αντίστοιχη μεθοδολογία και πληροφορία. Μέχρι τότε οι οποιεσδήποτε αποφάσεις ή και σχεδιασμοί θα είναι πλημμελώς τεκμηριωμένοι και προϊόντα αδρομερών προσεγγίσεων, όπως συμβαίνει στην αντιμετώπιση του θέματος και στο Τεύχος αυτό.

Η θεώρηση του αντικειμένου των τριών τεχνικών εκθέσεων της Ενότητας Εργασίας 7, ως συνιστωσών της διαχείρισης των υδατικών πόρων και μάλιστα κρίσιμων, εντάσσεται στις προσπάθειες, που γίνονται για την ανάπτυξη διεπιστημονικών μεθόδων και τεχνικών αντιμετώπισης

των σχέσεων και αλληλεπιδράσεων του περιβάλλοντος, της ανάπτυξης και της διαχείρισης των υδατικών πόρων. Τα τελικό ζητούμενο κάθε προσπάθειας θα πρέπει να είναι η χάραξη και εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης πολιτικής νερού με χαρακτηριστικά βιωσιμότητας.

Σε σχέση με την ολοκληρωμένη διαχείριση υδατικών πόρων, υπάρχει ανάγκη να προωθηθεί μια ευρύτερη, διεπιστημονική προσέγγιση σε επίπεδο λεκάνης απορροής, όπου τα συμφέροντα της κοινωνίας, της οικονομίας και του περιβάλλοντος εξετάζονται εξ ίσου. Η ολοκληρωμένη διαχείριση υδατικών πόρων λαμβάνει υπόψη την πολυπλοκότητα των συστημάτων και την αλληλεπίδραση των στοιχείων τους. Είναι ολιστική στην προσέγγισή της και χαρακτηρίζεται από την ανάμιξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών, των εργοδοτών, των οικολόγων και των υπεύθυνων για τη λήψη αποφάσεων, των πολιτικών, αλλά και του κοινού. Είναι διατομεακή από τη φύση της, και ξεπερνά τις κοινωνικές δομές, τους τομείς και τους θεσμούς. Η μέγιστη πρόκληση που αντιμετωπίζεται και στην εφαρμογή της ολοκληρωμένης διαχείρισης νερού είναι η δημιουργία της διατομεακής συνεργασίας και ο συντονισμός των διεπιστημονικών ενεργειών. Μπορεί δηλαδή να ειπωθεί ότι η διαχείριση των υδατικών πόρων απαιτεί την συνεργασία ολόκληρης της κοινωνίας.

Έτσι, ο απώτερος σκοπός της ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων είναι "να επιτευχθεί η βιώσιμη, συντονισμένη διαχείριση στα όρια μιας λεκάνης απορροής, με στόχο τον έλεγχο και την προστασία του νερού, την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων, και την επίτευξη συγκεκριμένων και συμφωνημένων διαχειριστικών και κοινωνικών σκοπών". Σε αυτό το πλαίσιο, τα βιώσιμα συστήματα υδατικών πόρων καθορίζονται ως αυτά των οποίων "ο σχεδιασμός και η διαχείριση συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων της κοινωνίας, διατηρώντας την οικολογική, περιβαλλοντική και υδρολογική ακεραιότητά τους" και ικανοποιώντας τη ζήτηση χωρίς υποβάθμιση του συστήματος, τώρα και στο μέλλον (ASCE & UNESCO, 1998· Marsalek, 2001).

Ο προγραμματισμός και η εφαρμογή μιας τέτοιου τύπου διαχείρισης νερού απαιτεί ένα πλήρες φάσμα εργαλείων και διαδικασιών, που κυμαίνονται από την επικοινωνία και την τοπική πολιτική ενδυνάμωση ως τα περίπλοκα υπολογιστικά εργαλεία και τις αντίστοιχες τεχνικές. Αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο ότι η επιτυχής διαχείριση νερού δεν μπορεί να ολοκληρωθεί με το συμβατικό, καθοδηγητικό τρόπο. Η προσαρμοστική διαχείριση, που προχωρά προς τα καλύτερα σενάρια, συλλέγοντας πρόσθετα στοιχεία και ελέγχοντας την απόδοση των συστημάτων ώστε να προβαίνει στις αναγκαίες προσαρμογές, έχει μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχίας. Μια τέτοια διαχείριση μπορεί να επιτευχθεί στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης, με μέγιστη υποστήριξη των αναγκών της κοινωνίας χωρίς υποβάθμιση των υδατικών πόρων και των οικοσυστημάτων τους τώρα και στο μέλλον.

Ειδικότερα, το αντικείμενο του Τεύχους αυτού αποτελεί την πρώτη συστηματική προσπάθεια που γίνεται στη χώρα για την αποτίμηση υφιστάμενου έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων.

Η ομάδα εκπόνησης του παρόντος είναι:

- Αργυρώ Μαυροδήμου, Αρχιτέκτων Μηχανικός, Χωροτάκτης
- Ιωάννης Ναλμπάντης, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Υδρολόγος
- Ανδρέας Ευστρατιάδης, Πολιτικός Μηχανικός, Υδρολόγος, Υποψ. Δρ.

Συντονιστής του συνόλου των εργασιών της Ενότητας Εργασίας 7 είναι ο Δρ. Ι. Ναλμπάντης. Τη γραμματειακή υποστήριξη ανάλαβε η κα. Ο. Κίτσου (MSc στα οικονομικά).

1 Εισαγωγή

1.1 Ολοκληρωμένη και προσαρμοστική διαχείριση των υδατικών πόρων

Η αποδοχή των αρχών της ολοκληρωμένης ή ολιστικής προσέγγισης στη διαχείριση νερού έχει αυξηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο κατά τη διάρκεια των τελευταίων περίπου 25 χρόνων. Οι αρχές αυτές έχουν υιοθετηθεί στα έργα που χρηματοδοτούνται από το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο, την Παγκόσμια Τράπεζα και τον Οργανισμό για τη Διατροφή και την Γεωργία, και συχνά χρησιμοποιούνται και από εθνικά προγράμματα, με τα οφέλη της ολοκληρωμένης διαχείρισης να γίνονται εμφανή μακροπρόθεσμα.

Η ολοκληρωμένη διαχείριση είναι μια μακροπρόθεσμη πολιτική για την ανάπτυξη της χρήσης των υδατικών πόρων με βιώσιμο και κοινωνικά ισορροπημένο τρόπο, η οποία προσεγγίζεται με διαφορετικούς τρόπους από διαφορετικές κοινωνίες. Ενώ οι παραδοσιακές κοινωνίες υπογραμμίζουν την εσωτερική γνώση και τις δοκιμασμένες από τον χρόνο, επιτυχείς προσεγγίσεις μέσω μιας έμφυτης αντιστοίχισης πόρων και ζήτησης, στις αναπτυγμένες χώρες η έμφαση τοποθετείται στην τεχνολογία, όπως στις τεχνικές σχεδιασμού και στη χρήση υπολογιστών και λογισμικού. Δηλαδή, δεδομένου του τεράστιου όγκου πληροφοριών που απαιτείται για να εξεταστεί η πλήρης χωρική, χρονική και λειτουργική ολοκλήρωση στον προγραμματισμό της διαχείρισης νερού, ο στόχος αυτός μπορεί να υποστηριχθεί με τη χρήση υπολογιστών και υδροπληροφορικής, η οποία συνθέτει τα οφέλη της τεχνολογίας πληροφοριών με τη μαθηματική προσομοίωση του περιβάλλοντος. Αλλά, αν και η βιβλιογραφία στον προγραμματισμό της διαχείρισης νερού είναι πολύ εκτενής και περιλαμβάνει παραδείγματα πολλών μεθόδων και εργαλείων, σπάνια εφαρμόζονται ή αναφέρονται διαδικασίες επαλήθευσης μετά από την διαδικασία δημιουργίας των εργαλείων αυτών. Όμως, μοιάζει αναπόφευκτο ότι η μελλοντική πρόοδος θα εξαρτηθεί από την αναζήτηση και εφαρμογή περισσότερων στοιχείων από τα αποτελέσματα των διαχειριστικών σχεδίων και την άσκηση μιας προσαρμοστικής διαχείρισης, κατά την οποία ο σχεδιασμός είναι βασισμένος στην καλύτερη διαθέσιμη πληροφορία και γνώση. Καθώς περισσότερες πληροφορίες γίνονται διαθέσιμες, εφαρμόζονται περαιτέρω αλλαγές είτε για να επιτευχθούν οι αρχικοί στόχοι είτε για να γίνουν αλλαγές στους στόχους αυτούς (Marsalek, 2001).

1.2 Έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων και προσαρμοστική διαχείριση

Βασικό βήμα για την προσέγγιση προς την τεχνικά αξιόπιστη και οικονομικά εφικτή εξασφάλιση του απαραίτητου για τις ανθρώπινες δραστηριότητες νερού, αποτελεί ο σχεδιασμός και η εκτέλεση των έργων αξιοποίησής του.

Στη χώρα μας, έχουν γίνει σημαντικές επενδύσεις για την κατασκευή έργων υποδομής, αρδευτικών, υδρευτικών, αντιπλημμυρικών, υδροηλεκτρικών κ.ά. Πολλά από αυτά, έχοντας ξεπεράσει ή όχι τον ωφέλιμο χρόνο ζωής τους, παρουσιάζουν σήμερα προβλήματα λειτουργίας λόγω ελλιπούς διοίκησης και συντήρησης. Γενικά, δεν έχει γίνει αποτίμηση της λειτουργίας τους, καθώς και της οικονομικής τους ευστάθειας, παρόλο που αυτό θα υποβοηθούσε σημαντικά τον ορθολογικό προγραμματισμό ένταξης νέων έργων στο ΠΔΕ. Εξάλλου, στις πιο πολλές περιπτώσεις, τα υφιστάμενα σήμερα έργα σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν ως μεμονωμένα, ενώ, στην πραγματικότητα, κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους εντάχθηκαν σε ευρύτερα συστήματα αξιοποίησης υδατικών πόρων.

Είναι γνωστό ότι οι περισσότερες αναπτυγμένες χώρες έχουν ήδη αξιοποιήσει το μεγαλύτερο ποσοστό του υδατικού δυναμικού τους και τα έργα που χρειάζονται για το υπόλοιπο ανεκμετάλλευτο ποσοστό είναι υψηλού και μη εύκολα αποσβέσιμου κόστους, στο οποίο πρέπει σήμερα να προστεθεί και μια σημαντική νέα συνιστώσα, το *περιβαλλοντικό κόστος* (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1997). Κατά συνέπεια, η βελτίωση της διαχείρισης και η ορθολογικότερη χρήση των υπό εκμετάλλευση πόρων αποτελούν μια προφανή εναλλακτική λύση. Διαμορφώνεται επομένως μια νέα πολιτική, που αποκτά συνεχώς και μεγαλύτερη βαρύτητα και βασίζεται στη διαπίστωση ότι οι μη κατασκευαστικές, εναλλακτικές δυνατότητες διαχείρισης του νερού αποτελούν δυνατές λύσεις για τα σημερινά προβλήματα των υδατικών πόρων. Οι δυνατότητες αυτές μπορεί να είναι οι πρόσφατες προηγμένες τεχνολογίες για εξοικονόμηση νερού, στις οποίες περιλαμβάνονται και οι πρακτικές βελτίωσης της λειτουργίας και του βαθμού απόδοσης των ήδη υφιστάμενων έργων (ΥΠΑΝ, 2003). Στις δυνατότητες που προσφέρονται από τις εναλλακτικές αυτές λύσεις, μπορούν να προστεθούν και άλλες ενδιάμεσες, όπως ο συνδυασμός εναλλακτικών και κατασκευαστικών παρεμβάσεων.

Ανάλογες διαπιστώσεις και διορθωτικές παρεμβάσεις εφαρμόζονται και σε πολλές χώρες της ΕΕ. Βέβαια, ο βαθμός αναγκαιότητας για την αντικατάσταση της κατασκευής νέων έργων από τις εναλλακτικές δυνατότητες που προσφέρει η καλύτερη διαχείριση των ήδη υφιστάμενων, διαφέρει σημαντικά από χώρα σε χώρα. Στην Ελλάδα, μεγάλο μέρος του εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού δεν χρησιμοποιείται. Αλλά η προφανής ανάγκη εκσυγχρονισμού και αξιοποίησης π.χ. των σημαντικών για την ελληνική κλίμακα επενδύσεων σε εγγειοβελτιωτικά έργα της προηγούμενης 30ετίας, τα αυστηρά πλαίσια της απελευθέρωσης της αγοράς αγαθών και υπηρεσιών στην Ε.Ε., οι περιορισμένες το διάστημα αυτό δυνατότητες χρηματοδότησης νέων έργων, επιβάλλουν να τεθεί προς συζήτηση η μεγιστοποίηση της απόδοσης του επενδεδυμένου ήδη κεφαλαίου στον ευρύτερο δημόσιο τομέα (Ξανθόπουλος, 1996). Παρόλα αυτά πρέπει να σημειωθεί ότι για την Ελλάδα, σήμερα, η κατασκευή νέων έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων θεωρείται επιβεβλημένη. Η χώρα, λόγω των σημαντικών καθυστερήσεων στην κατασκευή μεγάλων υδραυλικών έργων υποδομής, έχει ακόμη μεγάλο δρόμο να διανύσει μέχρι την αξιοποίηση σε ικανοποιητικό βαθμό των υδατικών πόρων της και την επίλυση κρίσιμων προβλημάτων κάλυψης υδατικών ελλειμμάτων.

Εξάλλου, στη *Μελέτη Προσανατολισμού Εστιασμένου Προγράμματος ΕΠΑν «Υδατικοί Πόροι»* (ΥΠΑΝ, 2001), εντάσσονται στόχοι για ευρύτερη και συστηματικότερη θεώρηση των υφιστάμενων έργων. Σχετικοί παράμετροι που θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν, είναι η εξακρίβωση του σημερινού βαθμού απόδοσης των έργων (αρδευτικών, υδροηλεκτρικών, κλπ.), η δυνατότητα βελτίωσής τους, η αποτίμηση ειδικότερα των αρδευτικών έργων και η μελέτη της βελτίωσης της λειτουργίας τους, η αποτίμηση της κατάστασης υφιστάμενων ταμιευτήρων (π.χ. απόδοση, προσχώσεις), η δυνατότητα συνδυασμένης χρήσης έργων, όπως η βελτιστοποίηση της υδροηλεκτρικής παραγωγής σε συνδυασμό με την ικανοποίηση πολλαπλών χρήσεων νερού.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι το θέμα τα αποτίμησης των έργων άρχισε ήδη να απασχολεί την επιστημονική κοινότητα της χώρας. Στην διοίκηση και την πράξη έχει συνήθως τη μορφή εκσυγχρονισμού ή και βελτίωσης της λειτουργίας κυρίως των εγγειοβελτιωτικών, αλλά και έργων άλλων κατηγοριών. Τη χρονική αυτή περίοδο το θέμα κρίνεται ως επίκαιρο, τώρα δηλαδή που τα μεγάλα έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων, έργα που κατασκευάστηκαν κυρίως στο δεύτερο μισό του εικοστού αιώνα, αρχίζουν να βρίσκονται στην περίοδο παλαιώσής τους, αλλά και οι διαθέσιμες πιστώσεις για νέα έργα είναι σαφώς περιορισμένες, χωρίς ορατή προοπτική αύξησής τους στο άμεσο μέλλον. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της θέσης αυτής παίζει και η στρατηγική επιδίωξη για την αειφορική ανάπτυξη της χώρας και των φυσικών της πόρων.

Ο λόγος στον οποίο κυρίως οφείλεται η γήρανση των υφιστάμενων έργων αξιοποίησης των υδατικών πόρων αποτελεί στην ουσία, πέρα από τη φυσική «γήρανση» των κατασκευών και του εξοπλισμού

τους, η σημαντική άνοδος του επιπέδου διαβίωσης, αλλά και των δομών και υποδομών γενικά της χώρας τα τελευταία 50 χρόνια. Επί μέρους παράγοντες είναι μεταξύ άλλων και οι ακόλουθοι, σε συντομία:

- Αστοχίες στο επίπεδο του σχεδιασμού, αλλά και κατά τη διάρκεια παρεμβατικών βελτιώσεων στην εκτίμηση υδρολογικών και λοιπών δεδομένων (υποεκτίμηση, υπερεκτίμηση μεγεθών).
- Σε σχέση με το προηγούμενο, προβλήματα στην επάρκεια και αξιοπιστία των υδρολογικών και λοιπών δεδομένων.
- Προβλήματα που δημιουργήθηκαν από λανθασμένες επιλογές στα διάφορα στάδια βελτίωσης του έργου (π.χ. προσθήκες συστημάτων που δεν συνεργάζονται με τα υφιστάμενα).
- Σχετική επάρκεια υδατικών πόρων κατά την περίοδο του σχεδιασμού.
- Έλλειψη πηγών ρύπανσης και επομένως ορίων ποιότητας για τους υδατικούς πόρους κατά την περίοδο του σχεδιασμού.
- Έλλειψη περιβαλλοντικής γενικά θεώρησης των έργων στο στάδιο του σχεδιασμού.
- Ένταξη νέων έργων ή βελτίωση υφιστάμενων στο υδροσύστημα της περιοχής.
- Διαφοροποίηση στο βιοτικό επίπεδο των κατοίκων της περιοχής του έργου, στις διατροφικές τους συνήθειες και γενικά στις διάφορες επιλογές τους.
- Προβλήματα χρηματοδότησης νέων ή βελτίωσης παλιών έργων (έλλειψη πιστώσεων και επαρκούς χρηματοδοτικής ροής, πλήθος αναγκαίων έργων όλων των χρήσεων).
- Σημαντική πρόοδος τα τελευταία χρόνια στον τεχνολογικό τομέα, που όμως δεν έχει φτάσει ακόμα στο επίπεδο του τελικού χρήστη .
- Έλλειψη σύνδεσης εκπαίδευσης και παραγωγής, με αποτέλεσμα την αδυναμία εξεύρεσης εξειδικευμένων στελεχών για τα διάφορα στάδια λειτουργίας και διοίκησης των έργων.
- Διαφοροποίηση στους στρατηγικούς στόχους και τομεακές επιδιώξεις των προγραμμάτων ανάπτυξης.
- Έντονη τάση του πληθυσμού της χώρας για μετακίνηση προς το εξωτερικό ή και τα μεγάλα αστικά κέντρα (εξωτερική και εσωτερική μετανάστευση), με αποτέλεσμα την μείωση πληθυσμιακών μεγεθών, την αποδυνάμωση της περιφέρειας και επομένως την σημαντική διαφοροποίηση των στόχων του έργου.
- Έλλειψη γενικού και εξειδικευμένου νομικού πλαισίου και γενικότερα κανόνων και περιορισμών στη χρήση και αξιοποίηση των υδατικών πόρων, και τέλος
- Έλλειψη εκπαίδευσης και συνειδητοποίησης του κοινού για βασικά θέματα χρήσης του νερού (οικονομία στη χρήση του νερού, εκπαίδευση των αγροτών στο χειρισμό κατάλληλων τεχνικών άρδευσης κλπ.).

Ειδικότερα, πρέπει να επισημανθεί ότι η θέσπιση της Κοινοτικής Οδηγίας 2000/60, καινοτόμου ακόμη και για τα πιο ανεπτυγμένα κράτη-μέλη (ΚΜ) της ΕΕ, δημιουργεί ένα τελείως διαφορετικό περιβάλλον στα θέματα διαχείρισης του νερού, μέσα στο οποίο πρέπει να ενταχθεί η διαδικασία αποτίμησης υφιστάμενων έργων. Πρέπει όμως εδώ να σημειωθεί ότι ο χρόνος πλήρους εφαρμογής της Οδηγίας είναι το 2015, ενώ η χώρα μας βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο προπαρασκευαστικό στάδιο. Έτσι, τα θέματα της αποτίμησης που άπτονται της Οδηγίας, αντιμετωπίζονται περιγραφικά, χωρίς να υπάρχει δυνατότητα τα αποτελέσματα να παρουσιαστούν ποσοτικοποιημένα, όπως είναι επιθυμητό. Ιδιαίτερες δυσκολίες υπάρχουν στο ποιοτικό – περιβαλλοντικό μέρος και λόγω της έλλειψης επαρκούς πληροφόρησης και λόγω αυξημένης πολυπλοκότητας των διαφόρων συνιστωσών. Ακόμη,

προβλήματα εφαρμογής θα υπάρξουν και στο θέμα της κατανομής του συνολικού κόστους (περιβαλλοντικό κόστος και κόστος υδατικών πόρων) λόγω της νοοτροπίας της ελληνικής κοινωνίας. Τα παραπάνω αναπτύσσονται αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 2.

Γενικά, μπορεί να ειπωθεί ότι η διαδικασία αποτίμησης ενός έργου, πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα να αποκαλύψει τις αδυναμίες του, να υποδείξει τις αναγκαίες παρεμβάσεις και σε εξαιρετικές περιπτώσεις να οδηγήσει στην απαξίωση ή και εγκατάλειψη-κατάργηση του έργου, ανεξάρτητα αν έχει εξαντληθεί ή όχι ο ωφέλιμος χρόνος ζωής του.

Όσον αφορά στη διεθνή εμπειρία και πρακτική σε παρόμοιου τύπου αξιολογήσεις υφιστάμενων έργων μεγάλης κλίμακας, βρίσκονται ουσιαστικά σε ερευνητικό στάδιο, όπως στις ΗΠΑ με τους ταμιευτήρες (dam rehabilitation), όπου η έρευνα δίνει συνήθως έμφαση στο κοινωνικό και οικονομικό σκέλος της αποτίμησης.

1.3 Η παρούσα έκθεση

Η προσπάθεια που γίνεται στην έκθεση αυτή, είναι μια πρώτη προσέγγιση ενός αντικειμένου που δεν έχει προηγουμένως αντιμετωπιστεί στο σύνολό του στη χώρα και πιο συγκεκριμένα ένα ερέθισμα για παρατέρα προβληματισμό. Αυτό ακριβώς αποτελεί και τη συμβολή της έκθεσης, η ανάπτυξη δηλαδή του σκεπτικού που οδηγεί στην αναγκαιότητα αποτίμησης ενός έργου, καθώς και η περιγραφή των επιθυμητών αποτελεσμάτων.

Τα θέματα που αντιμετωπίζονται, κινούνται στα πλαίσια της *Μελέτης Προσανατολισμού Εστιασμένου Προγράμματος ΕΠΑν «Υδατικοί Πόροι»*, που αναφέρθηκε πιο πάνω, εστιάζονται όμως σε επιλεγμένες κατηγορίες έργων μεγάλης κλίμακας. Σε μια ευρύτερη θεώρηση, και με στόχο την ολοκληρωμένη και ορθολογική ανάπτυξη των υδατικών πόρων, η διαδικασία αποτίμησης πρέπει να εντάσσεται και να εναρμονίζεται με Πρόγραμμα Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων ενός ολοκληρωμένου υδροσυστήματος, λεκάνης ή συστήματος λεκανών απορροής, όπου περιλαμβάνεται το έργο, όπως άλλωστε είναι και το πνεύμα της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ. Αυτό επιτρέπει τις εκτιμήσεις των διαφόρων μεγεθών των υδατικών πόρων ή και άλλων τομέων που εξετάζονται, να τεκμηριώνονται από ένα ευρύτερης κλίμακας πλαίσιο μεγεθών, που οπωσδήποτε θα ενέχει και μεγαλύτερο βαθμό αξιοπιστίας.

Συγκεκριμένος, τελικός στόχος του παρόντος Τεύχους του ερευνητικού έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ είναι η κατάρτιση προδιαγραφών για την αποτίμηση της επίδοσης των υφιστάμενων έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων. Ως έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων θεωρούμε τα υδραυλικά έργα, που αποσκοπούν είτε στην εκμετάλλευση του νερού για σκοπούς κοινωνικού και οικονομικού τελικά οφέλους (π.χ., άρδευση καλλιεργειών) είτε στη διατήρηση και αναβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, του οποίου, βεβαίως, το νερό αποτελεί κύριο συστατικό στοιχείο. Η προσπάθεια που γίνεται, περιορίζεται σε ορισμένες κατηγορίες έργων, οι οποίες θεωρούνται ως πιο σημαντικές σε σχέση με τους σκοπούς του ερευνητικού έργου, όπως αναλυτικότερα αναφέρεται στο Κεφάλαιο 2, και είναι οι ακόλουθες:

- Έργα σύλληψης και ταμίευσης επιφανειακών νερών·
- Έργα σύλληψης υπόγειων νερών·
- Έργα διανομής νερού.

Οι παραπάνω κατηγορίες των έργων μεγάλης κλίμακας, που επιλέγονται για ουσιαστική ανάλυση, δεν ακολουθούν τις κατηγορίες των χρήσεων νερού, αλλά αφορούν σε μεμονωμένα καταρχήν έργα. Σήμερα βέβαια, τα υφιστάμενα έργα, έστω και αν έχουν σχεδιαστεί ως μεμονωμένα, εξελίχθηκαν σε έργα πολλαπλού σκοπού, τα δε νέα έργα προγραμματίζονται να καλύψουν κατά το δυνατόν περισσότερες χρήσεις και εντάσσονται σε ευρύτερα υδροσυστήματα, πολλές φορές πέρα από τα όρια

της λεκάνης απορροής συγκεκριμένου ποταμού. Για το λόγο αυτό, τα έργα αξιοποίησης αντιμετωπίζονται κατά τη διαδικασία αποτίμησης και στην κλίμακα του υδροσυστήματος.

Εκτός από την παρούσα εισαγωγή (Κεφάλαιο 1), η ανάλυση που ακολουθεί διακρίνεται σε τρεις ενότητες, που αναπτύσσονται σε ξεχωριστά κεφάλαια, ως εξής:

- **Ενότητα Α** (Κεφάλαιο 2)

Τίθεται το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο, στον οποίο περιλαμβάνονται και οι αναγκαίοι ορισμοί, που βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των διαφορών επί μέρους θεμάτων. Περιγράφονται οι λόγοι για τους οποίους γίνεται η αποτίμηση, επεξηγείται η επιλογή των κατηγοριών έργων προς ανάλυση και αιτιολογείται η ανάγκη ένταξης των μεμονωμένων έργων στο ευρύτερο υδροσύστημα, στο οποίο ανήκουν. Το κύριο αντικείμενο όμως της ενότητας αυτής είναι η περιγραφή των τριών μεθοδολογικών βημάτων της διαδικασίας αποτίμησης, καθώς και η καταγραφή ή και η ανάλυση σε ορισμένες περιπτώσεις με ιδιαίτερη βαρύτητα, των βασικών παραμέτρων κάθε βήματος.

- **Ενότητα Β** (Κεφάλαιο 3)

Ακολουθεί η εξειδίκευση της μεθοδολογίας στις επιλεγμένες κατηγορίες έργων που αναφέρονται πιο πάνω και, ειδικότερα, η σκιαγράφηση, κατά μεγάλες ομάδες απαιτήσεων, των προδιαγραφών αποτίμησης μεμονωμένων έργων μεγάλης κλίμακας και τίθενται συγκεκριμένοι στόχοι, στους οποίους πρέπει να επικεντρώνονται οι προδιαγραφές. Σ' αυτούς περιλαμβάνεται και η ένταξη των μεμονωμένων έργων σε ευρύτερη κλίμακα, δηλαδή στην κλίμακα του αντίστοιχου υδροσυστήματος. Στην τελευταία περίπτωση η παρούσα έκθεση συνδέεται με το συνολικό πρόγραμμα ΟΔΥΣΣΕΥΣ και, ειδικότερα, με τα μοντέλα που αναπτύσσονται, για τα οποία η αποτίμηση αποτελεί μια από τις εφαρμογές.

- **Ενότητα Γ** (Κεφάλαιο 4)

Τέλος, παρουσιάζονται, ανεξάρτητα από το σκοπό και το βαθμό αποτίμησης που έγινε σ' αυτά, τέσσερα χαρακτηριστικά παραδείγματα από την ελληνική και διεθνή εμπειρία και πρακτική έργων των επιλεγμένων κατηγοριών, γεγονός που διευκολύνει την κατανόηση της συνολικά προτεινόμενης διαδικασίας.

Το τεύχος ολοκληρώνεται με τη σχετική βιβλιογραφία.

2 Μεθοδολογία

2.1 Γενικά

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, το ζήτημα της συνολικής αποτίμησης έργων εισάγεται για πρώτη φορά στη χώρα ως ξεχωριστή επιστημονική - ερευνητική προσπάθεια προσέγγισης. Έτσι, παρατίθενται οι απαραίτητοι ορισμοί με την επεξήγησή τους, και αιτιολογούνται οι κατηγορίες των έργων, που επελέγησαν για αναλυτικότερη εξέταση, Επίσης, και για την εκλογίκευση του αντικειμένου, περιγράφονται οι λόγοι που διαμόρφωσαν την ανάγκη αντιμετώπισής τους, ο τρόπος που συστηματοποιείται, οι κανόνες που τίθενται και εν τέλει περιγράφονται τα μεθοδολογικά βήματα της διαδικασίας αποτίμησης. Τέλος, καταγράφονται τα γενικά περιεχόμενα των προδιαγραφών για κάθε ένα βήμα της αποτίμησης και αναλύονται ορισμένες γενικές παράμετροι με ειδική βαρύτητα.

2.2 Ορισμοί - επεξηγήσεις

Για λόγους καλύτερης κατανόησης του κειμένου του Τεύχους αυτού, ορίζονται τα ακόλουθα:

1. *Ως αποτίμηση έργου* θεωρείται η διαδικασία κατά την οποία, με βάση επικαιροποιημένα δεδομένα, γίνεται εκτίμηση ορισμένων κρίσιμων μεγεθών, που αποτυπώνουν την επίδοση του έργου ως προς μια σειρά επιλεγμένων στόχων. Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων για την υφιστάμενη λειτουργικότητα και αποδοτικότητα του έργου, τα οποία θα αποτελέσουν τη βάση παραγωγής εναλλακτικών σεναρίων-πλαισίων αποφάσεων για την ευστάθειά του, τις πιθανές αναγκαίες βελτιώσεις του ή ακόμα την απαξίωση ή και κατάργησή του.
2. Οι χρήσεις νερού διακρίνονται σε καταναλωτικές ή μη:

Καταναλωτικές: Είναι οι χρήσεις που απαιτούν συγκεκριμένη ποσότητα νερού, που εξέρχεται από το φυσικό υδατικό σύστημα και της οποίας μόνο ένα μέρος επιστρέφει άμεσα ή έμμεσα στο υδατικό σύστημα, με διαφοροποιημένη την ποιοτική του κατάσταση. Τέτοιες χρήσεις είναι: (α) η άρδευση, (β) η ύδρευση, (γ) η χρήση για κάλυψη των αναγκών της κτηνοτροφίας, ιδιαίτερα αυτής που γίνεται σε συστηματικές εγκαταστάσεις, (δ) η χρήση για κάλυψη των αναγκών της βιομηχανίας, (ε) η χρήση για παραγωγή ενέργειας και συγκεκριμένα για την ψύξη των ΑΗΣ.

Μη καταναλωτικές: Είναι οι χρήσεις στις οποίες το νερό χρησιμοποιείται χωρίς να μεταβάλλονται τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του και χωρίς να απομακρύνεται από το φυσικό υδατικό σύστημα. Οι χρήσεις μη καταναλωτικού χαρακτήρα χαρακτηρίζονται ως δεσμεύσεις, των οποίων οι κύριες επιπτώσεις εμφανίζονται στην αναρρύθμιση των διαθέσιμων ποσοτήτων και στις ποιοτικές προδιαγραφές που απαιτούνται. Τέτοιες χρήσεις είναι: (α) η χρήση για την κάλυψη των αναγκών της ιχθυοκαλλιέργειας (η οποία πάντως προκαλεί κάποια ποιοτική υποβάθμιση του νερού), (β) η χρήση για παραγωγή ενέργειας και συγκεκριμένα για την λειτουργία των ΥΗΣ, (γ) η αναψυχή, (δ) η ναυσιπλοΐα και (ε) η περιβαλλοντική χρήση. Ως τέτοια θεωρείται η παροχή που απαιτείται στα υδατορεύματα ή οι όγκοι νερού σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες προκειμένου να μην υποβαθμιστεί η ποιότητα του νερού και το σχετικό οικοσύστημα. Η απαιτούμενη ποσότητα σχετίζεται και με τη δυνατότητα αυτοκαθαρισμού του υδάτινου αποδέκτη. Στους σκοπούς που εξυπηρετεί, περιλαμβάνεται η προστασία και η διατήρηση του υδατικού οικοσυστήματος, καθώς

και η επίτευξη των ποιοτικών στόχων, που έχουν τεθεί με βάση τις ισχύουσες διατάξεις για τις διάφορες χρήσεις.

3. Η κατάταξη των έργων σε κατηγορίες στηρίζεται στην εφαρμοσμένη από όλες τις ανθρώπινες κοινωνίες κοινή πρακτική. Έτσι, διακρίνουμε δύο γενικές κατηγορίες (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999):

A. Έργα ανάπτυξης και αξιοποίησης των υδατικών πόρων: Αφορούν στην αναζήτηση των υδατικών αποθεμάτων και τη βέλτιστη χωροχρονική τους διανομή στις διάφορες χρήσεις και στους καταναλωτές.

B. Έργα προστασίας από υδρολογικούς κινδύνους: Αφορούν στην αντιμετώπιση των συνηθισμένων επιπτώσεων από την επιφανειακή απορροή, αλλά και των έκτακτων υδρολογικών περιστατικών, δηλαδή των πλημμυρών και των ξηρασιών.

Στη συνέχεια, συνοψίζονται οι συνηθέστερες, ειδικότερες κατηγορίες έργων, ώστε να δειχτεί η ευρύτητα των εφαρμογών τους και η σπουδαιότητά τους στην ανάπτυξη μιας περιοχής. Διευκρινίζεται πάντως ότι η κωδικοποίηση των έργων είναι σχηματική και πολλές φορές ένα έργο έχει πολλαπλή σκοπιμότητα, και επομένως ανήκει σε περισσότερες από μία κατηγορίες της κατάταξης:

A. Έργα ανάπτυξης και αξιοποίησης υδατικών πόρων

A.1 Έργα αξιοποίησης των άμεσα διαθέσιμων υδατικών πόρων, δηλαδή του υδατικού δυναμικού που μπορεί να αξιοποιηθεί χωρίς σημαντικές επεμβάσεις στη φυσική του διαίτα. Στα έργα αυτά υπάγονται μεταξύ άλλων και:

- η καλλιέργεια και σύλληψη νερού από πηγές·
- η υδροληψία από φυσικά υδατορεύματα·
- η υδροληψία από φυσικές λίμνες·
- οι υδροληψίες υπόγειων υδάτων (πηγάδια και γεωτρήσεις), κτλ.

A.2 Έργα ανάπτυξης των ολικών διαθέσιμων υδατικών πόρων, δηλαδή του συνολικά εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού, μετά από σημαντικές επεμβάσεις στη φυσική διαίτα με την κατασκευή μεγάλων υδραυλικών έργων), και συγκεκριμένα:

- ταμιευτήρες, για τη συγκέντρωση των επιφανειακών νερών και ρύθμιση της διαίτας τους σε υπερετήσια, ετήσια ή εποχιακή κλίμακα·
- έργα εκτροπής υδατικού δυναμικού από μια περιοχή σε άλλη·
- έργα εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων με χειμερινά επιφανειακά νερά, κτλ.

A.3 Έργα μεταφοράς και διανομής του νερού, δηλαδή υδραγωγεία και δίκτυα διανομής του υδρευτικού ή αρδευτικού νερού στους καταναλωτές.

B. Έργα προστασίας από υδρολογικούς κινδύνους

B.1 Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας αστικών και αγροτικών περιοχών, και ειδικότερα:

- αστικά δίκτυα αποχέτευσης ομβρίων και αντιπλημμυρικές τάφροι·
- έργα αποχέτευσης και αποστράγγισης αγροτικών περιοχών
- έργα διευθέτησης υδατορευμάτων για την ακίνδυνη διέλευση ή εκτροπή της πλημμυρικής παροχής·
- αντιπλημμυρικά φράγματα για την ανάσχεση των πλημμυρών, δηλαδή, τη μείωση της παροχής αιχμής μέσω προσωρινής αποθήκευσης.

B.2 Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας συστημάτων τεχνικών έργων, και ειδικότερα:

- φραγμάτων, και συγκεκριμένα υπερχειλιστές (δηλαδή μόνιμα έργα για την περίοδο λειτουργίας), καθώς και σήραγγες εκτροπής και προφράγματα (δηλαδή προσωρινά έργα για την περίοδο κατασκευής).
- συγκοινωνιακών έργων, όπως οδικών αξόνων, γεφυρών, αεροδρομίων, κτλ.
- ειδικών έργων, όπως μεμονωμένων κτιρίων με βαθιά θεμελίωση, στραγγιστικών αντλιοστασίων, κτλ.

B.3 Έργα προστασίας από ξηρασίες: Συνήθως, τα έργα αυτής της κατηγορίας εντάσσονται στο γενικό σχεδιασμό των έργων συγκέντρωσης και χρονικής αναδιανομής του υδατικού δυναμικού.

B.4 Έργα προστασίας από τη συνήθη υδρολογική δίαιτα: Πρόκειται, κυρίως, για την προστασία ορισμένων συστημάτων υδραυλικών έργων από προσχώσεις και την προστασία από διαβρώσεις ή προσχώσεις των φυσικών ή καλλιεργημένων εδαφών. Στα έργα αυτής της κατηγορίας περιλαμβάνονται:

- φράγματα συγκράτησης φερτών υλικών.
- έργα διευθέτησης της κοίτης των υδατορευμάτων, για την αποφυγή διάβρωσης ή πρόσχωσης.
- έργα ορεινής υδρονομίας, δηλαδή προστασίας των εδαφών ορεινών και ημιορεινών λεκανών από πλημμυρικές διαβρώσεις.

Οι παραπάνω κατηγορίες έργων παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 2.1.

Στην παρούσα έκθεση δεν επιλέγονται για εξέταση τα έργα προστασίας (αποχετεύσεις ομβρίων, αποστραγγίσεις, αντιπλημμυρικά, διευθέτησης υδατορευμάτων, έργα ορεινής υδρονομίας). Επίσης, δεν περιλαμβάνονται έργα αποχέτευσης λυμάτων και αστικά αποχετευτικά δίκτυα, τα έργα βιολογικού καθαρισμού, καθώς και τα έργα επαναχρησιμοποίησης υδάτων, των οποίων άλλωστε πρόσφατα άρχισε η κατασκευή στη χώρα μας.

Τέλος, δεν περιλαμβάνονται έργα βελτίωσης ή και αποκατάστασης οικοσυστημάτων, εφόσον δεν έχει αρχίσει η σοβαρή αντιμετώπιση έργων αυτής της κατηγορίας στα μεγάλα οικοσυστήματα της χώρας (Δέλτα Αχελούου, Νέστου κλπ.), ενώ η περίπτωση της Κάρλας, που μπορεί να θεωρηθεί ως έργο κλίμακας αυτής της κατηγορίας, δεν έχει ακόμα περατωθεί.

4. Σύμφωνα με την ορολογία της Κοινοτικής Οδηγίας 2000/60, γίνεται διάκριση υπηρεσιών νερού και χρήσεων νερού (Άρθρο 2, Ορισμοί):

38) Υπηρεσίες ύδατος: όλες οι υπηρεσίες οι οποίες παρέχουν, για τα νοικοκυριά, τις δημόσιες υπηρεσίες ή για οποιαδήποτε οικονομική δραστηριότητα:

(α) άντληση, κατακράτηση, αποθήκευση, επεξεργασία και διανομή επιφανειακών ή υπόγειων υδάτων, και

(β) εγκαταστάσεις συλλογής και επεξεργασίας λυμάτων, οι οποίες στη συνέχεια πραγματοποιούν απορρίψεις σε επιφανειακά ύδατα.

39) Χρήσεις ύδατος: υπηρεσίες ύδατος μαζί με οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα που προσδιορίζεται σύμφωνα με το άρθρο 5 και το Παράρτημα II και η οποία έχει σημαντικές επιπτώσεις στην κατάσταση των υδάτων.

Συνεπώς, υπάρχει αντιστοιχία μεταξύ των έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων και των υπηρεσιών νερού. Σε κάθε περίπτωση, η έννοια των υπηρεσιών ύδατος είναι μεθοδολογικά χρήσιμη για τις εκτιμήσεις κόστους, την πλήρη ανάκτηση του οποίου προωθεί η Οδηγία. (βλ. 2.5).

Πίνακας 2.1: Κατηγορίες υδραυλικών έργων (Πηγή: Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999).

Γενική κατηγορία έργων	Ειδική κατηγορία έργων ή δράσεων	Τυπικά υδραυλικά έργα
Α. Έργα ανάπτυξης και αξιοποίησης υδατικών πόρων	A1. Αξιοποίηση των άμεσα διαθέσιμων υδατικών πόρων	Υδροληψία από: <ul style="list-style-type: none"> • πηγές • υδατορεύματα • λίμνες • υδροφορείς
	A2. Ανάπτυξη των ολικών διαθέσιμων υδατικών πόρων	<ul style="list-style-type: none"> • Ταμιευτήρες • Έργα εκτροπής • Έργα εμπλουτισμού υδροφορέων
	A3. Μεταφορά και διανομή των υδατικών πόρων	<ul style="list-style-type: none"> • Υδραγωγεία • Δίκτυα διανομής
Β. Έργα προστασίας από υδρολογικούς κινδύνους	B1. Αντιπλημμυρική προστασία αστικών και αγροτικών περιοχών	<ul style="list-style-type: none"> • Αστικά δίκτυα αποχέτευσης ομβρίων • Έργα αποχέτευσης και αποστράγγισης αγροτικών περιοχών • Έργα διευθέτησης υδατορευμάτων
	B2. Αντιπλημμυρική προστασία συστημάτων τεχνικών έργων	Έργα προστασίας: <ul style="list-style-type: none"> • Φραγμάτων • συγκοινωνιακών έργων • ειδικών έργων
	B3. Προστασία από ξηρασίες	Έργα κατηγορίας A2, σε συνδυασμό με τήρηση εφεδρικών αποθεμάτων και εφεδρικά έργα.
	B4. Προστασία από τη συνήθη υδρολογική δίαιτα	<ul style="list-style-type: none"> • Φράγματα συγκράτησης φερτών υλικών • Έργα διευθέτησης υδατορευμάτων • Έργα ορεινής υδρονομίας

2.3 Συνιστώσες του προβλήματος

2.3.1 Κατηγορίες και κλίμακα εξεταζόμενων έργων

Κρίθηκε σκόπιμο οι προτεινόμενες αναλύσεις και τα μεγέθη ενδιαφέροντος να αναφέρονται καταρχήν στην κλίμακα ενός μεμονωμένου έργου και στη συνέχεια να εντάσσονται σε ευρύτερο υδροσύστημα. Σε ότι αφορά την «απομόνωση» του κάθε έργου για τους σκοπούς της παρούσας έκθεσης, επισημαίνουμε ότι:

α) Στην πράξη, τα έργα όλων των κατηγοριών εμφανίζονται πολλές φορές να λειτουργούν ως τμήματα ή συνιστώσες ενός υδροσυστήματος, η διαχείριση του οποίου είναι δυνατή μόνον ως σύνολο. Αυτό σημαίνει ότι η διαχείριση των έργων σε πραγματικό χρόνο πραγματοποιείται για όλα τα έργα ταυτόχρονα και ο σχεδιασμός οποιουδήποτε νέου έργου, που εντάσσεται στο υδροσύστημα, μελετάται επίσης στα πλαίσια του υδροσυστήματος και όχι ως μεμονωμένο.

β) Για πρακτικούς και μεθοδολογικούς λόγους, σε ορισμένες περιπτώσεις το έργο μπορεί να θεωρηθεί μεμονωμένο και σε δεύτερο στάδιο, αφού δηλαδή έχουν προηγηθεί αναλύσεις (υδρολογικές,

οικονομικές κ.ά.). Στη θεώρηση, όμως, αυτή, όλα τα μεγέθη στα οποία υπάρχει επίδραση των υπολοίπων συνιστωσών του υδροσυστήματος θα λαμβάνονται από τις αναλύσεις του υδροσυστήματος και όχι από μελέτες του μεμονωμένου έργου. Αν, βεβαίως, δεχόμασταν το τελευταίο, η εικόνα για το έργο θα ήταν, στις περισσότερες περιπτώσεις, εντελώς διαφορετική από εκείνη, που προκύπτει από την θεώρηση του όλου υδροσυστήματος.

Συνεπώς, για λόγους απλούστευσης της επιχειρούμενης προσέγγισης, αλλά και για λόγους εναρμονισμού με τον βασικό προσανατολισμό του ερευνητικού προγράμματος, επιλέγονται για ουσιαστικότερη ανάλυση οι παρακάτω κατηγορίες μεμονωμένων και μεγάλης κλίμακας έργων, όπως σημειώνεται και στην Εισαγωγή:

- Έργα σύλληψης και ταμίευσης επιφανειακών υδατικών πόρων (ταμιευτήρες, φράγματα εκτροπής, λιμνοδεξαμενές)·
- Έργα σύλληψης υπόγειων υδατικών πόρων (συστήματα υδρογεωτρήσεων)·
- Έργα διανομής νερού (δίκτυα διανομής υδρευτικού και αρδευτικού νερού).

Στα υφιστάμενα έργα, μεταξύ των οποίων και τα παραπάνω, οφείλεται ο χαρακτηρισμός των υδάτων που αξιοποιούν ως «τεχνητών υδατικών συστημάτων», δηλαδή συστημάτων επιφανειακών υδάτων που δημιουργούνται με τη δραστηριότητα του ανθρώπου.

2.3.2 Μεθοδολογικά βήματα

Μετά τον καθορισμό των έργων που ενδιαφέρουν, πρέπει να αποσαφηνιστεί ποιο είναι το ακριβές αντικείμενο της έκθεσης αυτής. Αυτό ορίζεται στο Τεχνικό Παράρτημα της Σύμβασης του ερευνητικού προγράμματος ως η *Σύνταξη προδιαγραφών αποτίμησης των έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων*, με τη διευκρίνιση ότι πρόκειται για *προδιαγραφές αποτίμησης της υδρολογικής και οικονομικής επίδοσης των έργων αξιοποίησης των υδατικών πόρων, με έμφαση στα υδραυλικά έργα μεγάλης κλίμακας – π.χ. ταμιευτήρες*. Για τις ανάγκες της έκθεσης και πέραν του ορισμού που τέθηκε στην αρχή αυτού του Κεφαλαίου, διευκρινίζεται ότι με τον όρο αποτίμηση θεωρείται η καταγραφή είτε απευθείας από επεξεργασμένα δεδομένα είτε η εκτίμηση μετά από επεξεργασία δεδομένων ορισμένων κρίσιμων μεγεθών, που αποτυπώνουν την επίδοση του έργου ως προς μια σειρά στόχων, οι οποίοι μεταξύ άλλων μπορεί να είναι:

- στόχοι απολήψιμου όγκου νερού για δεδομένη αξιοπιστία σχεδιασμού·
- στόχοι ποιοτικής κατάστασης του νερού ή γενικότερης οικολογικής κατάστασης των νερών που σχετίζονται άμεσα με το έργο·
- στόχοι οικονομικής αποδοτικότητας (οικονομικό κόστος, κόστος φυσικών πόρων, περιβαλλοντικό κόστος)·
- εξυπηρέτηση γενικότερων αναπτυξιακών στόχων.

Οι στόχοι αυτοί είτε έχουν τεθεί κατά τη φάση της μελέτης του έργου είτε έχουν προκύψει σε μεταγενέστερη φάση της ωφέλιμης ζωής του έργου ως απόρροια:

- ένταξης νέων έργων στο υδροσύστημα του υπό εξέταση έργου·
- αλλαγής περιβαλλοντικών συνθηκών στην περιοχή λόγω ανθρωπογενών επεμβάσεων ή φυσικών διεργασιών·
- μεταβολής των αντιλήψεων του κοινού, των χρηστών του έργου ή των επιστημόνων σχετικά με το ρόλο του έργου και τις μεθόδους λειτουργίας του·
- άλλων παραγόντων, όπως αναλυτικότερα σημειώνεται στην Εισαγωγή (βλ. 1.2).

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι, εφόσον οι στόχοι υπόκεινται στην πράξη σε περιοδική διαφοροποίηση, επομένως και η διαδικασία της αποτίμησης πρέπει να ακολουθεί κάθε πιθανή αλλαγή, μέσω μιας επαναλαμβανόμενης (κατά τακτά ή έκτακτα διαστήματα) αναθεώρησης. Βέβαια, η αναθεώρηση στόχων δεν είναι ο μόνος παράγων που επιβάλλει την αποτίμηση των έργων. Είναι και η απότομη ή βαθμιαία αλλαγή στο περιβάλλον του έργου, που αλλάζει ενδεχομένως ορισμένα χαρακτηριστικά του (π.χ. κατολίπηση σε ταμιευτήρα ή πρόσχωση ταμιευτήρα με φερτές ύλες), αλλά και το σύνολο των παραγόντων που αναφέρονται στην Εισαγωγή.

Κατά συνέπεια, οι προδιαγραφές αποτίμησης της επίδοσης των έργων ανάγονται, για κάθε μια από τις κατηγορίες έργων που αναφέρθηκαν, στα ακόλουθα:

- εντοπισμός στόχου ή πολλαπλών στόχων του έργου και της διαχρονικής εξέλιξής τους·
- εντοπισμός ή εκτίμηση χαρακτηριστικών μεγεθών, που συνδέονται άμεσα με τους στόχους του έργου και εκφράζουν τον βαθμό εξυπηρέτησης των παραπάνω στόχων.

Στη διαδικασία αποτίμησης και από το πλήθος των πληροφοριών της αρχικής μελέτης του έργου δεν εξετάζονται τα μεγέθη, που είναι σταθερά στο χρόνο, αλλά αυτά που αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου, δηλαδή τα δυναμικά, όπως ποσότητα και ποιότητα νερού, τεχνολογία, νομοθετικό, οικονομικό, κοινωνικό και αναπτυξιακό πλαίσιο. Παράδειγμα αποτελούν τα αρδευτικά έργα, τα οποία είχαν σχεδιαστεί με βάση κοινωνικά κριτήρια, τώρα όμως, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60, θα κριθούν με βάση οικονομικά κριτήρια και κριτήρια απόδοσης. Επομένως, οι προδιαγραφές αποτίμησης ενός έργου είναι σαφώς διάφορες από τις προδιαγραφές σχεδιασμού του.

Τελικά, το σύνολο της διαδικασίας αποτίμησης διακρίνεται σε τρία διακριτά μεθοδολογικά βήματα, ως εξής:

Βήμα 1: Εντοπισμός των στόχων του έργου και της διαχρονικής τους εξέλιξης, των προβλημάτων που σήμερα αντιμετωπίζονται, καθώς κρίσιμων μεγεθών ή άλλων παραμέτρων των οποίων απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση.

Βήμα 2: Καταγραφή και αξιολόγηση της σημερινής κατάστασης του έργου, με βάση τα δεδομένα της αρχικής μελέτης, αλλά και πρόσφατες πληροφορίες (ποσοτική, ποιοτική, τεχνική, περιβαλλοντική, λειτουργική, οικονομική, αναπτυξιακή, κλπ. κατάσταση), σύμφωνα με τα πορίσματα του πρώτου μέρους.

Βήμα 3: Συμπεράσματα και εναλλακτικά σενάρια προτάσεων για την ευστάθεια, την αποδοτικότητα και γενικά τη μελλοντική πορεία του έργου, και δημοσιότητα των προτάσεων για την αποδοχή τους από τους κατοίκους της περιοχής.

2.3.3 Πλαίσιο της διαδικασίας αποτίμησης

Ως πλαίσιο της διαδικασίας αποτίμησης έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων τίθενται:

- Η Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60, όσο αυτό επιτρέπεται από την πρόοδο των εργασιών υλοποίησής της από την ελληνική πλευρά.
- Το σχέδιο διαχείρισης των υδατικών πόρων του υδροσυστήματος στο οποίο ανήκει το έργο, για τον έλεγχο της ευστάθειας και αποδοτικότητάς του στα πλαίσια των υδρολογικών και αναπτυξιακών στόχων και επιδιώξεων της ευρύτερης περιοχής.

2.4 Ανάλυση μεθοδολογικών βημάτων

Στη συνέχεια καταγράφονται τα βασικά περιεχόμενα των προδιαγραφών για τα τρία βήματα-μέρη της αποτίμησης, που παρουσιάζονται προηγουμένως και ζητείται η κριτική συμπλήρωση της αρχικής

μελέτης του έργου με τα κατάλληλα κάθε φορά στοιχεία, που απαιτούνται για την αποτύπωση της σημερινής του κατάστασης. Στο Κεφάλαιο 3, οι παράμετροι που τίθενται εξειδικεύονται ανά κατηγορία έργων και τα αποτελέσματα της σχετικής διερεύνησης συντάσσονται υπό μορφή συνοπτικών προδιαγραφών.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να επαναληφθεί ότι οι προδιαγραφές αποτίμησης είναι σαφώς διάφορες από αυτές της μελέτης κατασκευής του κρινόμενου έργου. Κι αυτό, γιατί η διαδικασία αποτίμησης στηρίζεται μεν στη μελέτη κατασκευής, χρησιμοποιεί όμως μόνον τα πρόσφατα, επικαιροποιημένα δεδομένα και πληροφορίες για την μέχρι σήμερα ζωή του έργου.

Όπως είναι φυσικό, η σημασία ή και τα μεγέθη ορισμένων παραμέτρων έχουν διαφοροποιηθεί κατά το χρόνο ζωής του έργου, όπως συμβαίνει π.χ. με το διοικητικό και νομοθετικό πλαίσιο και ό,τι αυτά προϋποθέτουν. Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμη η περαιτέρω ανάλυση των παραμέτρων αυτής της κατηγορίας, και ιδιαίτερα αυτών των οποίων η ανάγκη αντιμετώπισης προκύπτει από την Οδηγία 2000/60, η οποία παρουσιάζεται στο υποκεφάλαιο 2.5.

Στη συνέχεια, περιγράφονται τα τρία γενικά βήματα της προτεινόμενης διαδικασίας αποτίμησης, ως εξής:

1. Εντοπισμός των στόχων της αποτίμησης

- 1.1 Περιγράφεται το έργο και τα στάδια κατασκευής ή και βελτίωσής του.
- 1.2 Εντοπίζονται οι σκοποί, που εξυπηρετούσε το έργο στο στάδιο του σχεδιασμού του και εκτιμάται η διαχρονική τους εξέλιξη μέχρι σήμερα.
- 1.3 Παρατίθενται, συνοπτικά, τα βασικά προβλήματα που παρουσιάζονται σήμερα στη λειτουργικότητα και αποδοτικότητα του έργου. Τα προβλήματα αυτά αποτελούν τους λόγους που επιβάλλουν την εκπόνηση της μελέτης αποτίμησής του, οι οποίοι και καταγράφονται.
- 1.4 Με βάση τα παραπάνω, εντοπίζονται κρίσιμα μεγέθη ή και άλλες παράμετροι, που αποτυπώνουν την επίδοση του έργου ως προς τους σκοπούς του και των οποίων επιβάλλεται η περαιτέρω διερεύνηση.

2. Χαρακτηριστικά μεγέθη, καταγραφή και αξιολόγηση υφιστάμενης κατάστασης

Στο δεύτερο μέρος της ανάλυσης, και με σκοπό την απογραφή και αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης, παρουσιάζονται, για όλες τις κατηγορίες των έργων, κρίσιμα μεγέθη, καθώς και άλλες παράμετροι, μεταξύ αυτών που πιθανώς εντοπίστηκαν στο πρώτο μέρος, με βάση τη νέα γνώση που προέκυψε κατά τη διάρκεια ζωής του.

- 2.1 Επισήμανση και καταγραφή των σχετικών με το υπό εξέταση έργο μελετών και έργων, που έγιναν μετά την κατασκευή του.
- 2.2 Συλλογή, αξιολόγηση και επεξεργασία δεδομένων και πληροφοριών από τις μελέτες ή και τα έργα για τα ακόλουθα:
 - Περιγραφή της περιοχής μελέτης του έργου·
 - Γεωγραφικά δεδομένα (ανάγλυφο, υδρογραφικό δίκτυο, οικισμοί, οδικό κλπ. δίκτυο)·
 - Γεωλογικά δεδομένα (στρωματογραφία και τεκτονική)·
 - Υδρογεωλογικά δεδομένα·
 - Χαρακτηριστικά μεγέθη του έργου.
- 2.3 Υδρολογικά χαρακτηριστικά του έργου - υδρολογική αποτίμηση:
 - Χαρακτηριστικά σταθμών μέτρησης·

- Χρονοσειρές πρωτογενών και δευτερογενών δεδομένων·
 - Στατιστική/στοχαστική ανάλυση·
 - Υδρολογικό ισοζύγιο·
 - Ασφαλής επίδοση (μέγιστη επίδοση του έργου, για συγκεκριμένο επίπεδο αξιοπιστίας).
- 2.4 Αποτίμηση επάρκειας έναντι φυσικών κινδύνων (π.χ. τυπική υδρολογική μελέτη πλημμυρών).
- 2.5 Αποτίμηση χρόνου ζωής έργου (π.χ., μελέτη πρόσχωσης, εφόσον πρόκειται για ταμιευτήρα).
- 2.6 Καταγραφή της κατάστασης και έλεγχος, κατά περίπτωση, της υδραυλικής επάρκειας, της στεγανότητας και στατικής λειτουργίας του έργου, της δυναμικής ευστάθειας τεχνικών και κατασκευαστικών χαρακτηριστικών, καθώς και του μηχανολογικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.
- 2.7 Χρήσεις νερού:
- Υφιστάμενες χρήσεις του έργου σε σχέση με τους σκοπούς και τις χρήσεις στο χρόνο του σχεδιασμού του·
 - Κατανομή της κατανάλωσης ανά χρήση·
 - Πρόγνωση εξέλιξης της κατανάλωσης ανά χρήση·
 - Εκτίμηση αξιοπιστίας κάλυψης στόχων.
- 2.8 Ποιότητα νερού:
- Οικολογική κατάσταση·
 - Ρυπαντικά φορτία (από σημειακές και μη σημειακές πηγές)·
 - Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού·
 - Όρια ποιότητας, που ισχύουν στους υπό εξέταση υδατικούς πόρους.
- 2.9 Θετικές και αρνητικές επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον, ταυτόχρονα με τις επιπτώσεις του περιβάλλοντος στην αποδοτικότητα του έργου.
- 2.10 Ειδικά θέματα, που σχετίζονται με το συγκεκριμένο έργο (δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των υδατικών πόρων, κλπ.).
- 2.11 Υφιστάμενη κατάσταση του φορέα διαχείρισης, όσον αφορά στη διοίκηση, λειτουργία καθώς και συντήρηση του έργου.
- 2.12 Ισχύον διοικητικό και νομοθετικό πλαίσιο κατά το χρόνο της αποτίμησης, με επιπτώσεις στην αποδοτικότητα του έργου.
- 2.13 Οικονομική αποτίμηση, ευστάθεια του έργου:
- εκτίμηση κόστους επένδυσης (αρχική κατασκευή, βελτιώσεις, επεκτάσεις)·
 - εκτίμηση κόστους λειτουργίας·
 - απόδοση εκταταστάσεων.
- 2.14 Οικονομικά οφέλη, ανάλυση κόστους – οφέλους.
- 2.15 Εξυπηρέτηση ευρύτερων αναπτυξιακών (εθνικών, περιφερειακών, τομεακών κλπ.) στόχων.
- 2.16 Κοινωνικές επιπτώσεις.
- 2.17 Εκτίμηση επίδοσης του έργου στην κλίμακα του υδροσυστήματος:
- Αποτίμηση της επίδοσης του έργου από υδρολογική άποψη·
 - Αποτίμηση της επίδοσης του έργου από περιβαλλοντική άποψη·

- Κατάστρωση ισοζυγίου προσφοράς – ζήτησης νερού·
- Διαπίστωση του βαθμού εξάρτησης του έργου από άλλα, δυνατότητες συνδυασμού χρήσεων, στα πλαίσια του υδροσυστήματος·
- Αποτίμηση επίδοσης έργου από οικονομική και αναπτυξιακή άποψη.

3. Συμπεράσματα και προτάσεις

Στο τρίτο σκέλος της αποτίμησης, αφού με βάση το παρελθόν έχει ήδη αξιολογηθεί και κριθεί το παρόν, λαμβάνονται αποφάσεις για το μέλλον του έργου. Δηλαδή, με βάση της συγκεκριμένη προσφορά και ζήτηση νερού, εξάγονται συμπεράσματα για την αποδοτικότητα του έργου σε σχέση με τους στόχους του και παράγονται εναλλακτικά σενάρια για τις πιθανές αναγκαίες βελτιώσεις του ή την μερική ή και ολική καθαίρεσή του, μέσα στους γενικότερους σκοπούς και περιορισμούς πολιτικής, που αναπτύσσονται στο επίπεδο της διαχείρισης.

Γενικά, οι νέοι διαχειριστικοί στόχοι που θα τεθούν, πρέπει να είναι εφικτοί, αποδεκτοί από το κοινό και οικονομικά αξιόπιστοι. Επίσης, πρέπει να είναι πρακτικοί, συγκεκριμένοι, επαληθεύσιμοι και εστιασμένοι στο αποτέλεσμα. Η γενική στρατηγική επιδίωξη πρέπει να είναι η μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον και η προώθηση της βιώσιμης χρήσης των υδατικών πόρων της λεκάνης απορροής ή του υδροσυστήματος, στο οποίο ανήκει το έργο.

Πιο συγκεκριμένα, το τελευταίο στάδιο της αποτίμησης περιλαμβάνει τις ακόλουθες δράσεις:

- 3.1 Συνοψίζονται τα συμπεράσματα από την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης του έργου, και γίνεται μια τελική εκτίμηση του βαθμού που το έργο καλύπτει τους επικαιροποιημένους στόχους της περιόδου αποτίμησης.
- 3.2 Προσδιορίζεται πλέγμα εναλλακτικών λύσεων για τη βιωσιμότητα του έργου, όπου περιλαμβάνονται προτάσεις μέτρων και έργων και κοστολόγηση αυτών, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα στοιχεία και τις πρόσφατες πληροφορίες του δεύτερου μέρους. Οι προτάσεις αυτές πρέπει να καλύπτουν, πέραν των αναγκών του συγκεκριμένου έργου, τους ευρύτερους περιφερειακούς, τομεακούς και εθνικούς αναπτυξιακούς και υδατικούς στόχους και επιδιώξεις και να συνοδεύονται από προϋπολογισμό των αναγκαίων πιστώσεων.
- 3.3 Γίνεται σύγκριση του κόστους των εναλλακτικών επιλογών για την ικανοποίηση των κρίσιμων στόχων ή και συγκρίσεις κόστους και οφέλους των επιλογών. Στις λύσεις που θα επιλεγούν πρέπει να εξασφαλίζεται η συνεχής και βιώσιμη λειτουργία τους.
- 3.4 Προγραμματίζονται δραστηριότητες που αποσκοπούν στη δημοσιότητα και τις συμμετοχικές διαδικασίες για την αποδοχή των προτάσεων από τον πληθυσμό της περιοχής μελέτης. Η συμμετοχή του κοινού είναι απαραίτητη σε όλα τα επίπεδα σχεδιασμού, κυρίως βέβαια στην τελική του φάση. Η επιτυχής επιλογή των κατάλληλων μέτρων και η αποτελεσματική υλοποίησή τους προϋποθέτει τη συμμετοχή όλων των αρμόδιων φορέων, των καταναλωτών και των ενδιαφερόμενων, ατόμων ή οργανώσεων, στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Κατά συνέπεια, η πληροφόρηση του κοινού σχετικά με όλες τις παραμέτρους, που αφορούν στους υδατικούς πόρους και τα σχετικά έργα μιας περιοχής, αποτελεί βασικό στόχο. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις αυτές συμπεριλαμβάνουν έντυπο υλικό, ταξίδια επί τόπου, δημόσιες συναντήσεις, μέσα μαζικής ενημέρωσης, και σφυγμομέτρηση της κοινής γνώμης.

2.5 Ανάλυση παραμέτρων με ειδική βαρύτητα

Στην ενότητα αυτή αναλύονται οι παράμετροι του δεύτερου μέρους της αποτίμησης, που παρουσιάζουν ιδιαίτερη ενδιαφέρον ή και βαρύτητα, κυρίως γιατί η ανάγκη εξέτασής τους προέκυψε το τελευταίο χρονικό διάστημα, π.χ. με την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60.

1. Τοπική υδρολογική μελέτη πλημμυρών:

Οι πλημμύρες έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην κοινωνία, την οικονομία και το περιβάλλον.

Πρόσφατα, η διαχείριση πλημμυρών έχει αρχίσει να εξετάζεται με ολιστικό τρόπο, που γενικά αποκαλείται οικοσυστημική προσέγγιση. Σε αυτήν την προσέγγιση, ο προγραμματισμός της προστασίας από πλημμύρες συνδέεται με τη διαχείριση της χρήσης γης και εξετάζει όχι μόνο τη θωράκιση του πληθυσμού από τις πλημμύρες, αλλά και την πλήρη προστασία των υδατικών πόρων και των οικοσυστημάτων τους.

Η επιλογή των μέτρων διαχείρισης των πλημμυρών πρέπει να υποστηρίζει τη βιώσιμη ανάπτυξη της λεκάνης απορροής, μεγιστοποιώντας την οικονομική αποδοτικότητα της χρήσης γης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ολοκληρωμένης διαχείρισης της γης και των υδατικών πόρων, την ολοκληρωμένη διαχείριση του υδρολογικού κύκλου και την οικονομική ανάλυση όλων των επιπτώσεων των διαθέσιμων επιλογών (Marsalek, 2000).

2. Μελέτη πρόσχωσης ταμιευτήρα:

Σε περίπτωση που αποτίμηση ταμιευτήρα γίνεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, τα φερτά θα είναι σκόπιμο να μετρούνται ανά 25ετία με πλήρη υδρογραφική αποτίμηση, ενώ ανά 5ετία να εξετάζονται μερικές χαρακτηριστικές διατομές για την παρακολούθηση της εξέλιξης.

3. Χρήσεις που σήμερα καλύπτει το έργο, σε σχέση με τις χρήσεις στο χρόνο του σχεδιασμού:

Πρέπει να γίνει προσπάθεια και για τον προσδιορισμό των υπηρεσιών και χρήσεων νερού, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 και εφόσον αυτό είναι δυνατό από την πρόοδο εφαρμογής της. Κρίνεται όμως σκόπιμο να σημειωθεί ότι ένα από τα σημεία, στα οποία η Οδηγία παρουσιάζει ασάφεια, αφορά ακριβώς στον ορισμό των υπηρεσιών νερού.

4. Οικολογική κατάσταση, ποιοτικά χαρακτηριστικά και όρια ποιότητας:

Για την αξιολόγηση της ποιότητας των υδάτινων σωμάτων, η μέχρι τώρα ακολουθούμενη διαδικασία είναι κατά κανόνα στενά συνδεδασμένη με επιμέρους Οδηγίες, που αφορούν στην καταλληλότητα των υδάτων για συγκεκριμένους σκοπούς και χρήσεις, όπως διαβίωση ιχθύων, λήψη ύδατος προς πόση, κολύμβηση, κλπ. Αυτή βασίζεται σε φυσικοχημικές παραμέτρους, οι οποίες πρέπει ή είναι επιθυμητό να τηρούν ορισμένα επιτακτικά ή ενδεικτικά όρια. Η λογική, ωστόσο, της Οδηγίας-Πλαίσιο είναι διαφορετική. Χωρίς να καταργούνται οι υφιστάμενες δεσμεύσεις από τις επιμέρους Οδηγίες, επιχειρείται η αξιολόγηση και κατάταξη των υδάτινων σωμάτων χωρίς αναγκαστική αναφορά σε χρήσεις, αλλά στα πλαίσια της προστασίας των υδάτινων οικοσυστημάτων τους. Άμεση συνέπεια αυτής της προσέγγισης είναι η ιδιαίτερη σημασία που αποκτούν, πέραν των φυσικοχημικών και γεωμορφολογικών παραμέτρων, οι βιολογικές παράμετροι, μέσω των οποίων είναι δυνατή η εκτίμηση του βαθμού επίδρασης των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στα οικοσυστήματα (Ανδρεαδάκης, 2002). Επομένως, σύμφωνα με την Οδηγία, η πιστοποίηση της ποιότητας των επιφανειακών νερών θα στηρίζεται όχι μόνο σε φυσικοχημικά αλλά και σε βιολογικά κριτήρια, και αυτό αποτελεί σημαντική απόκλιση από προηγούμενες προσεγγίσεις.

Αναλυτικότερα, η οικολογική κατάσταση ενός υδάτινου σώματος καθορίζεται από μία σειρά βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων (ή δεικτών), που χαρακτηρίζονται ως ποιοτικά στοιχεία. Τα βιοτικά στοιχεία βασικά περιλαμβάνουν τέσσερις ομάδες οργανισμών, το φυτοπλαγκτό

(περίφυτο), τα μακρόφυτα (φυτοβένθος), τα βενθικά ασπόνδυλα και την ιχθυοπανίδα. Στα αβιοτικά στοιχεία συγκαταλέγονται υδρομορφολογικές και φυσικοχημικές παράμετροι, όπως ενδεικτικά θερμοκρασία, διαλυμένο οξυγόνο, αλατότητα, pH, θρεπτικά και διάφοροι οργανικοί και ανόργανοι ρύποι.

Στην περίπτωση αξιολόγησης των υδάτινων σωμάτων, σοβαρό πρόβλημα αποτελεί η έλλειψη δεδομένων (υδρομορφολογικών, φυσικοχημικών, βιολογικών). Η έλλειψη αυτή, και με την παραπάνω σειρά, είναι ιδιαίτερα οξεία στον Ελληνικό χώρο, με αποτέλεσμα οι οποιεσδήποτε αποφάσεις να είναι πλημμελώς τεκμηριωμένες και προϊόν αδρομερών προσεγγίσεων.

Συμπερασματικά, και επειδή, όπως φαίνεται από τα παραπάνω, ο τρόπος εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης των υδατικών συστημάτων αποτελεί ακόμη στη χώρα μας αντικείμενο έρευνας, προτείνεται να υιοθετηθεί για τις ανάγκες της έκθεσης μια αδρή εκτίμηση, που θα βασίζεται στα διαθέσιμα κάθε φορά οικολογικά δεδομένα. Παράλληλα, επισημαίνεται ότι η προστασία και βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων απαιτούν τη συνεργασία όλων των φορέων, αλλά και την εμπλοκή του κοινού, όπως εξάλλου αναφέρθηκε παραπάνω (βλ. 2.4).

5. *Επαναχρησιμοποίηση λυμάτων*

Καθώς οι περιβαλλοντικές πιέσεις αυξάνονται και πολλές κοινότητες σ' όλο τον κόσμο προσεγγίζουν ή φθάνουν τα όρια των διαθέσιμων αποθεμάτων τους σε νερό, η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων εμφανίζεται ως μια ελκυστική επιλογή για την διατήρηση και την επέκταση των υπαρχόντων πηγών νερού. Σήμερα, οι προχωρημένες τεχνικές επεξεργασίας λυμάτων ή καθαρισμού του νερού, παρέχουν την δυνατότητα παραγωγής νερού σχεδόν οποιασδήποτε επιθυμητής ποιότητας. Η άρδευση, το βιομηχανικό νερό, το νερό για αστική χρήση (μη πόσιμο και πόσιμο) και ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων, είναι μερικά παραδείγματα χρήσης ανακτημένου νερού από λύματα.

Εκτός από την Πολιτεία της Καλιφόρνια, που το 1918 πρωτοπορώντας καλλιέργησε την ιδέα ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης λυμάτων, στις λοιπές χώρες στο κόσμο η ιδέα άρχισε να εφαρμόζεται τις δεκαετίες του 1950 και 1960, με περισσότερη έμφαση τις τρεις τελευταίες δεκαετίες. Αποτέλεσμα ήταν η εφαρμογή σχετικών πιλοτικών προγραμμάτων σε πολλές περιοχές της γης, με ταυτόχρονη ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και νομοθεσιών, που βασίζονταν σε διαφορετικά σκεπτικά ανάλογα με τις χρήσεις και την καθημερινή πρακτική.

Οι διάφοροι τύποι της επαναχρησιμοποίησης καθορίζουν το βαθμό επεξεργασίας των λυμάτων, καθώς και τον βαθμό της αξιοπιστίας, που απαιτείται τόσο για την διαδικασία της επεξεργασίας όσο και για την λειτουργία της. Οι τύποι επαναχρησιμοποίησης μπορούν να διακριθούν σε δύο κύριες κατηγορίες, ως εξής:

α) Μη-πόσιμη επαναχρησιμοποίηση:

- Αστική
- Βιομηχανική
- Γεωργική
- Δημιουργία χώρων αναψυχής
- Επαναφόρτιση υπόγειων υδροφορέων.

β) Πόσιμη επαναχρησιμοποίηση

- Άμεση
- Έμμεση

Στη συνέχεια σημειώνονται τελείως επιγραμματικά ορισμένες πληροφορίες για τον κάθε τύπο της επαναχρησιμοποίησης (ΕΜΠ/ΕΥΤ, 2003):

Αστική επαναχρησιμοποίηση

Η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων για αστική χρήση αποτελεί κυρίως «αναπλήρωση πηγών νερού» που αναπτύχθηκε μέσα στα όρια του αστικού περιβάλλοντος, όπου οι πηγές νερού που απαιτούνταν ήταν πολύ μεγαλύτερες και με μεγαλύτερο κόστος. Δεδομένου ότι μόνο περίπου το 15% του νερού, που χρησιμοποιείται σε αστικές περιοχές, απαιτείται να έχει την ποιότητα του πόσιμου, η παραπάνω πολιτική παρουσιάζει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον σε όλο τον κόσμο.

Η χρήση του ανακτημένου νερού για τις διαφορετικές μη πόσιμες χρήσεις μέσα σε μια αστική περιοχή περιλαμβάνει :

- την άρδευση δημοσίων πάρκων και κέντρων αναψυχής, αθλητικών γηπέδων, σχολικών αυλών, νησίδων αυτοκινητοδρόμων, καθώς και κήπων·
- τις εμπορικές χρήσεις·
- τον έλεγχο σκόνης·
- το νερό για καζανάκια στα εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια·
- πυροπροστασία.

Βιομηχανική Χρήση

Η βιομηχανία προβλέπεται να αποτελέσει μελλοντικά σημαντικό χρήστη των ανακτημένων αστικών λυμάτων. Το ανακτημένο νερό αποτελεί ιδανική πηγή για αρκετές βιομηχανίες, όπου στην παραγωγική διαδικασία δεν απαιτείται υψηλή ποιότητα όπως του πόσιμου νερού. Η κυρίαρχη όμως χρήση, που παρουσιάζει την μεγαλύτερη ζήτηση, είναι το νερό ψύξης.

Γεωργική χρήση

Η άρδευση αγροτικών εκτάσεων απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού, που για την χώρα μας υπολογίζονται σε περίπου 80% της συνολικής χρήσης.

Τελευταία, πολλά συστήματα επαναχρησιμοποίησης με ανακτημένο νερό έχουν αναπτυχθεί για την άρδευση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων. Η άρδευση από ανακτημένα αστικά λύματα είναι σκόπιμο να αξιολογείται στα πλαίσια της ανάπτυξης και διαχείρισης των υδατικών πόρων μιας περιοχής. Πλεονεκτήματα από τη χρήση ανακτημένου νερού στη γεωργία είναι η αξιοπιστία τροφοδοσίας (Reliability of supply), η λιπασματική αξία (Fertilizer value), η διατήρηση των αποθεμάτων νερού (Water conservation) κλπ.

Παρόλα αυτά η επαναχρησιμοποίηση στην γεωργία δεν είναι μια πρακτική, που μπορεί να εφαρμοστεί ανεξέλεγκτα, αφού πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πολλοί αποφασιστικοί παράγοντες, ώστε όπου εμφανίζονται ανεπιθύμητες ή καταστροφικές συνέπειες να αποφεύγεται η χρήση του.

Αποκατάσταση φυσικού περιβάλλοντος και δημιουργία χώρων αναψυχής

Η χρήση ανακτημένων λυμάτων για την αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος και τη δημιουργία χώρων αναψυχής περιλαμβάνει τη δημιουργία τεχνητών υδροβιότοπων ή την διατήρηση φυσικών, την δημιουργία χώρων αναψυχής, την αύξηση της παροχής επιφανειακών ρευμάτων και διάφορες άλλες χρήσεις. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ανακτημένου νερού, που χρησιμοποιείται σε χώρους αναψυχής, εξαρτώνται από το είδος της χρήσης και το βαθμό της ανθρώπινης επαφής.

Επαναφόρτιση υπόγειων υδροφορέων

Ο τεχνητός εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων με επεξεργασμένα αστικά υγρά απόβλητα μπορεί να έχει τους εξής σκοπούς:

- ο τη δημιουργία υδραυλικού φράγματος, που θα παρεμποδίζει την διείσδυση και ανάμιξη του θαλάσσιου νερού με το γλυκό νερό παράκτιων υδροφορέων·
- ο την αποθήκευση επεξεργασμένων αστικών αποβλήτων για μελλοντική χρήση ή για εξισορρόπηση των διακυμάνσεων της ζήτησης π.χ. για άρδευση που είναι συνήθως εποχιακή·
- ο την ανύψωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα, που μπορεί να φθίνει λόγω υπερεκμετάλλευσής του·
- ο τον έλεγχο πιθανών καθιζήσεων του εδάφους·
- ο την περαιτέρω επεξεργασία των αστικών αποβλήτων ώστε να είναι δυνατή η μελλοντική χρησιμοποίησή τους.

Επαναχρησιμοποίηση για πόσιμο νερό

Η εφαρμογή των έργων επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων για άμεση ή έμμεση (μέσω εμπλουτισμού υδροφορέων, οι οποίοι εξυπηρετούν ανάγκες ύδρευσης) ύδρευση είναι πολύ περιορισμένη. Εξακολουθεί να υπάρχει ακόμα και σήμερα σοβαρός προβληματισμός για τη χρήση αυτή, που αφορά σε πιθανές χρόνιες επιδράσεις στην υγεία από πιθανή αντίδραση και ανάμιξη ανόργανων και οργανικών συστατικών, που παραμένουν στην ανακτώμενη εκροή, ακόμα και υπό συνθήκες πολύ προχωρημένης επεξεργασίας.

Κατά τον σχεδιασμό προγραμμάτων επαναχρησιμοποίησης θα πρέπει να γίνονται εκτενής διάλογος με τις ενδιαφερόμενες ομάδες, γιατί οι καταναλωτές πρέπει πρώτα να αποδεχτούν τη χρήση του.

6. Επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον ταυτόχρονα με τις επιπτώσεις του περιβάλλοντος στην αποδοτικότητα του έργου:

Στη διάρκεια ζωής του έργου έχουν συμβεί διάφορα γεγονότα, που οφείλονται σε ανθρώπινες παρεμβάσεις ή και φυσικά γεγονότα, τα οποία επέδρασαν θετικά ή αρνητικά στο έργο ή και στο περιβάλλον του. Οι σωρευτικές επιπτώσεις προκαλούνται από τις βαθμιαίες αλλαγές στους υδάτινους αποδέκτες και γίνονται αντιληπτές μόνο αφού οι αλλαγές αυτές υπερβαίνουν κάποια κρίσιμη τιμή κατωφλίου (π.χ. από φερτά ή γεωμορφολογικές αλλαγές). Για τις σωρευτικές επιπτώσεις, οι μικρές χρονικές κλίμακες δεν είναι σημαντικές και το κύριο ενδιαφέρον εστιάζεται στα φορτία ή τις σωρευτικές αλλαγές που αθροίζονται κατά τη διάρκεια εκτεταμένων χρονικών περιόδων. Οι οικολογικές επιπτώσεις αντίστοιχα περιλαμβάνουν επιπτώσεις στην τροφική αλυσίδα, τη γενετική ποικιλότητα και την ανάπτυξη των οικοσυστημάτων, που επηρεάζουν όλες τις χρήσεις νερού.

Στις περιπτώσεις τέτοιου τύπου αλλαγών οι εκτιμήσεις του κόστους του έργου πρέπει να επεκταθούν, ώστε να συμπεριλαμβάνουν και τις περιβαλλοντικές δαπάνες, οι οποίες συνεκτιμούν τις θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς επίσης και τις περιβαλλοντικές ζημίες, που προκαλούνται από την υλοποίηση ή και τη λειτουργία του έργου. Στο πλαίσιο αυτό, η ενδεχόμενη αναπροσαρμογή των περιβαλλοντικών στόχων για συγκεκριμένες περιοχές ή υδατικά συστήματα βασίζεται στη συνεκτίμηση των οικονομικών και κοινωνικών παραμέτρων. Εξάλλου, η χρήση μέτρων, όπως η τιμολόγηση των υπηρεσιών νερού, προϋποθέτει την εκτίμηση των επιπτώσεων σε κάθε παραγωγικό τομέα, αλλά και σε κάθε χρήση του νερού και

σε πολλές περιπτώσεις δημιουργεί την ανάγκη λήψης πρόσθετων μέτρων για τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων σε συγκεκριμένους τομείς ή χρήστες (Ασημακόπουλος, 2002).

Είναι φανερό ότι η γενική αξία του νερού είναι εύκολα αναγνωρίσιμη σε όλες της χρήσεις του. Λιγότερο εμφανείς και λιγότερο αναγνωρίσιμοι είναι οι περιβαλλοντικοί και οικολογικοί στόχοι της ενιαίας διαχείρισης υδατικών πόρων, οι οποίοι στηρίζουν την προστασία του περιβάλλοντος και την οικολογική ακεραιότητα. Η κατάλληλη διαχειριστική στρατηγική πρέπει να λάβει υπόψη το ιστορικό και τα παρόντα χαρακτηριστικά του κάθε οικοσυστήματος (Geiger and Hofius, 1995). Τα χαρακτηριστικά ενός οικοσυστήματος, που είναι κρίσιμα για τη διατήρησή του, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των κρίσιμων ιδιοτήτων ακεραιότητάς του, οι οποίες περιλαμβάνουν τα δυναμικά του χαρακτηριστικά, την ενεργειακή δυναμική, την τροφική αλυσίδα (τροφική δυναμική), τη βιοποικιλότητα, τα κρίσιμα είδη, τη γενετική ποικιλομορφία, τη διασπορά και τη μετανάστευση, τη φυσική διαταραχή, και την ανάπτυξη του οικοσυστήματος.

7. Διοικητικό και νομοθετικό πλαίσιο:

Λαμβάνοντας υπόψη τις σημαντικές αλλαγές που έχουν συμβεί στο διοικητικό και νομοθετικό πλαίσιο της χώρας, που αφορά στο υπό κρίση έργο από την εποχή του σχεδιασμού του (π.χ. «Καποδίστριας», Οδηγία-Πλαίσιο), ενώ διάφορα προβλήματα πιθανόν να έχουν δημιουργηθεί εξ αιτίας του νέου αυτού πλαισίου, θεωρείται πιο αποτελεσματικό οι προτάσεις που θα διαμορφωθούν για την υποστήριξη των εναλλακτικών λύσεων να εντάσσονται στην υφιστάμενη πραγματικότητα και να μην απαιτούνται επί πλέον νέες αλλαγές.

Συγκεκριμένα, είναι γνωστό ότι οι νέες μέθοδοι ολοκληρωμένης διαχείρισης νερού απαιτούν κατάλληλη διοικητική και νομοθετική υποστήριξη, που μπορεί να είναι ή να μην είναι διαθέσιμη σε επί μέρους περιπτώσεις. Γενικά, δεν υπάρχει μια μοναδική πολιτική που θα ανταποκρινόταν επαρκώς στις συνθήκες διάφορων χωρών, αλλά και των περιφερειών τους. Η σημαντικότερη διαφορά είναι ίσως η κατανομή των νομοθετικών αρμοδιοτήτων μεταξύ των κεντρικών και περιφερειακών επιπέδων διακυβέρνησης.

Πρέπει επίσης να αναγνωριστεί ότι η ολοκληρωμένη διαχείριση νερού είναι απίθανο μόνη της να δώσει αρκετά ισχυρή ώθηση για την αλλαγή της κατανομής της εξουσίας μεταξύ των διάφορων επιπέδων διακυβέρνησης. Έτσι, μπορεί να είναι σημαντικότερο να αναζητηθούν τρόποι εφαρμογής των διαχειριστικών σχεδίων μέσα στο υπάρχον σύστημα παρά να γίνει προσπάθεια αλλαγής του.

Ανεξάρτητα όμως από το πρότυπο που υιοθετείται, είναι σημαντικό να αποτραπεί ο κατακερματισμός των διοικητικών αρμοδιοτήτων, όπου διαφορετικές κυβερνητικές υπηρεσίες λειτουργούν λίγο πολύ ανεξάρτητα, μερικές φορές ακόμη και ανταγωνιστικά, χωρίς πάντοτε το σύνολο των υπηρεσιών αυτών να μετέχει στη διαδικασία προγραμματισμού.

Άλλωστε, η ενσωμάτωση της Οδηγίας 2000/60 στην εθνική νομοθεσία προϋποθέτει καταρχήν μια ρεαλιστική αξιολόγηση των υφιστάμενων διοικητικών δομών και στη συνέχεια το σχεδιασμό νέων σχημάτων με στόχο την αποτελεσματική της εφαρμογή.

8. Οικονομική αποτίμηση και ευστάθεια του έργου:

Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60, στα βασικά εργαλεία άσκησης διαχειριστικής πολιτικής περιλαμβάνεται η οικονομική ανάλυση και τα σχετικά τιμολογιακά μέτρα, που βασίζονται στην αρχή του επιμερισμού και της ανάκτησης του κόστους υπηρεσιών ύδατος, περιβαλλοντικού και φυσικού πόρου.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να διευκρινιστεί ο *χαρακτηρισμός* του νερού, ανάλογα με τον οποίον διαμορφώνεται το περιβάλλον, στο οποίο θα γίνει η οικονομική αποτίμηση του έργου,

διαμορφώνοντας στη συνέχεια και τα κριτήρια αποδοτικότητάς του. Η άποψη ότι το νερό είναι *κοινωνικό αγαθό*, αναντικατάστατο για την επιβίωση του ανθρώπου, βασικό εργαλείο για την οικονομική ανάπτυξη με σημαντική πολιτιστική ή ακόμα και θρησκευτική αξία, ήταν κυρίαρχη τη δεκαετία του 1960 και 1970, με αποτέλεσμα τη δημιουργία εκτεταμένων υποδομών. Στις δεκαετίες του 1970 και 1980 αναπτύχθηκαν νέες προσεγγίσεις στη διαχείριση των υδατικών πόρων, που συνεκτιμούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από κάθε σχεδιαζόμενη υποδομή και βασίζονται στις αρχές «ο ρυπαίνων ή ο χρήστης πληρώνει», με αποτέλεσμα την πιο ορθολογική ανάπτυξη έργων, χωρίς όμως την ανατροπή της λογικής ότι η αυξανόμενη ζήτηση νερού πρέπει να καλυφθεί έστω και με αυξημένο κόστος. Τη δεκαετία του 1990, και με δεδομένη πια την περιορισμένη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων, η έννοια της βιωσιμότητας θέτει υπό αμφισβήτηση τη βασική αρχή ότι το νερό αποτελεί κοινωνικό αγαθό που πρέπει να διατίθεται σε όλους χωρίς περιορισμό, και διαμορφώθηκε η άποψη ότι το νερό είναι *οικονομικό αγαθό* με συγκεκριμένη αξία για κάθε ανταγωνιστική του χρήση.

Τέλος, η Οδηγία 2000/60 συνθέτει το σύνολο των αρχών που διέπουν την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων, θέτοντας στόχο να συμπεριληφθούν τα περιβαλλοντικά κόστη και τα κόστη των φυσικών πόρων στις πολιτικές διαχειρίσής τους (Ασημακόπουλος, 2002).

Κατά συνέπεια, καθώς οι διαθέσιμοι υδατικοί πόροι συνεχώς μειώνονται, τα οικονομικά μέτρα θεωρούνται όλο και πιο πολύ ως βασικά εργαλεία για το σχεδιασμό και την υλοποίηση των πολιτικών νερού. Το νέο στοιχείο της Οδηγίας είναι η εισαγωγή της οικονομικής θεώρησης στη διαχείριση των υδατικών πόρων, στη λήψη αποφάσεων υδατικής πολιτικής και στην επιλογή των καταλληλότερων μέτρων. Η επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων της Οδηγίας στηρίζεται σε οικονομικές αρχές («ο ρυπαίνων πληρώνει»), οικονομικά εργαλεία και τεχνικές (ανάλυση της οικονομικής αποδοτικότητας των μέτρων) και μέτρα (τιμολόγηση υπηρεσιών ύδατος). Η προσέγγιση αυτή είναι αρκετά πολύπλοκη (Ασημακόπουλος, 2002).

Σύμφωνα με την Οδηγία (Ανδρεαδάκης, 2002), η οικονομική θεώρηση περιλαμβάνει τα εξής μεθοδολογικά βήματα:

Προσδιορισμός υπηρεσιών και χρήσεων νερού: Υπηρεσίες νερού θεωρούνται οι υπηρεσίες που στοχεύουν στην πρόσληψη, αποθήκευση, επεξεργασία και διανομή του νερού, καθώς και στη συλλογή, επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων. Η χρήση νερού είναι ευρύτερη έννοια που περιλαμβάνει, εκτός από τις υπηρεσίες νερού, και κάθε άλλη δραστηριότητα που έχει σημαντικές επιπτώσεις στην κατάσταση του νερού.

Υπολογισμός συνολικού κόστους των υπηρεσιών νερού: Το συνολικό κόστος, εκτός από το άμεσα οικονομικό κόστος (επενδύσεις, λειτουργία, συντήρηση, διοίκηση, διαχείριση), περιλαμβάνει το κόστος που συνεπάγεται η μειωμένη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων (απώλεια οφέλους λόγω του περιορισμού των διαθέσιμων υδατικών πόρων σε βαθμό μεγαλύτερο από το φυσικό ρυθμό ανανέωσης τους), καθώς και το περιβαλλοντικό κόστος, που μεταφράζει σε οικονομικούς όρους τις δυσμενείς επιπτώσεις που προκαλούνται από τη χρήση του νερού στο περιβάλλον και τα υδατικά οικοσυστήματα.

Επιμερισμός συνολικού κόστους στις διάφορες χρήσεις νερού: Αυτό στη χώρα μας απαιτεί ιδιαίτερη προσπάθεια, λόγω της πολυπλοκότητας των συνθηκών λειτουργίας των έργων (π.χ. ταμειωτήρες που σχεδιάστηκαν για παραγωγή Υ/Η ενέργειας μετεξελίχθηκαν σε έργα πολλαπλού σκοπού), αλλά και της νοοτροπίας της ελληνικής κοινωνίας.

Ανάκτηση μέρους ή του συνόλου του κόστους: Αυτό προκύπτει από τον προηγούμενο επιμερισμό και τη βασική αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», καθώς και την εφαρμογή τιμολογιακής πολιτικής με στόχο την συνετή και αποδοτική χρήση του νερού. Στο σημείο αυτό, η Οδηγία

δίνει τη δυνατότητα αιτιολογημένης εξαίρεσης συγκεκριμένων χρήσεων νερού, στο βαθμό που δεν διακυβεύονται οι βασικοί στόχοι της Οδηγίας.

Η προσαρμογή της χώρας μας στις παραπάνω ρυθμίσεις θα συναντήσει ίσως τις μεγαλύτερες δυσκολίες. Ο συνυπολογισμός του δημόσιου κόστους των διαφόρων δραστηριοτήτων δεν περιλαμβάνεται στην τρέχουσα φιλοσοφία της ελληνικής κοινωνίας. Οι καθημερινές πρακτικές έρχονται σε αντίθεση με την εξοικονόμηση πόρων, όπως η ενέργεια ή το νερό. Επιπλέον, το μεγαλύτερο ποσοστό της κατανάλωσης νερού αφορά στην άρδευση και η αποδοχή της ιδέας πληρωμής του αγροτικού νερού θα χρειαστεί μακρόχρονη διαδικασία, με σημαντικό πολιτικό κόστος (Χατζημπίρος, 2002).

9. *Εκτίμηση επίδοσης έργων στην κλίμακα του υδροσυστήματος:*

Σύστημα ονομάζεται ένα σύνολο ανεξάρτητων μεταξύ τους στοιχείων που αλληλεπιδρούν, το οποίο χαρακτηρίζεται από (α) ένα σύνορο που καθορίζει αν ένα στοιχείο ανήκει στο σύστημα ή στο περιβάλλον, (β) αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον (είσοδοι-έξοδοι), και (γ) σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του και των εισόδων-εξόδων (Mays and Tung, 1992, σ. 8). Ειδικότερα, ως υδροσύστημα ορίζεται ένα σύστημα, στο οποίο οι συνιστώσες του είναι είτε φυσικά υδάτινα σώματα ή υδραυλικά έργα.

Η σύγχρονη μεθοδολογία σχεδιασμού και διαχείρισης υδροσυστημάτων αντιμετωπίζει, στην πλήρη εφαρμογή της, με ενιαίο τρόπο τα μεμονωμένα έργα και τα υδροσυστήματα οποιασδήποτε κλίμακας. Οι δύο κατηγορίες αντιμετωπίζονταν διαφορετικά στο παρελθόν λόγω έλλειψης κατάλληλης μεθοδολογίας και υπολογιστικών μέσων, γεγονός που καθιστούσε αναγκαία την καταφυγή σε απλοποιητικές παραδοχές και, πολλές φορές, στην αυθαίρετη διάσπαση υδροσυστημάτων σε μεμονωμένα έργα.

Διακρίνονται οι ακόλουθες κατηγορίες υδροσυστημάτων:

- ο Κλειστό σύστημα: εμπεριέχεται σε μία λεκάνη·
- ο Σύνθετο σύστημα: επεκτείνεται σε περισσότερες λεκάνες·
- ο Διακρατικό σύστημα: επεκτείνεται σε περισσότερες της μιας χώρες.

Ο προγραμματισμός της διαχείρισης υδατικών πόρων σε επίπεδο υδροσυστήματος πρέπει να λαμβάνει υπόψη τους στόχους της διαχείρισης του νερού όλων των χρήσεων, τα χαρακτηριστικά των υδατικών πόρων και των οικοσυστημάτων τους, τις πολλαπλές λειτουργίες - χρήσεις, τις αλληλεξαρτήσεις, τις τοπικές ασυμβατότητες, τις οικονομίες κλίμακας, τις ωφέλειες από τις πολλαπλές χρήσεις, το φυσικό μονοπώλιο και την πολιτική τιμολόγησης, εφόσον υπάρχει. Ειδικότερα, οι πολλαπλές χρήσεις οφείλουν να ακολουθούν ορισμένες προτεραιότητες, με την ύδρευση να έχει την υψηλότερη προτεραιότητα.

Ο σχεδιασμός των υδατικών πόρων λεκάνης ή υδροσυστήματος αναπτύσσεται κατά τρόπο ιεραρχικό, πρέπει να υιοθετεί την οικοσυστημική προσέγγιση και παρέχει τη βάση για την ανάπτυξη πιο λεπτομερών σχεδίων, μέχρι την κλίμακα του μεμονωμένου έργου. Γενικά, οι στόχοι του σχεδιασμού πρέπει να είναι εφικτοί, αποδεκτοί από το κοινό και οικονομικά αξιόπιστοι.

Η γενική μεθοδολογία είναι σε γενικές γραμμές όμοια με αυτήν του μεμονωμένου έργου, διαφοροποιείται βέβαια σε διοικητικό και νομοθετικό επίπεδο. Περιλαμβάνει, τουλάχιστον, τα ακόλουθα:

α) Αποτίμηση της επίδοσης του έργου από υδρολογική άποψη:

- ο Εκπόνηση ισοζυγίου προσφοράς – ζήτησης νερού·
- ο Εκτίμηση αξιοπιστίας κάλυψης στόχων.

- β) Αποτίμηση της επίδοσης του έργου από περιβαλλοντική άποψη.
- γ) Διαπίστωση του βαθμού εξάρτησης του έργου από άλλα, δυνατότητες συνδυασμού χρήσεων, στα πλαίσια του υδροσυστήματος
- γ) Αποτίμηση επίδοσης έργου από οικονομική - αναπτυξιακή άποψη.

Στην παράμετρο αυτή ανήκει και η αποτίμηση έργων ή αντίστοιχων υδροσυστημάτων, τα οποία ανήκουν σε διασυνοριακές λεκάνες απορροής. Σε επίπεδο Ε.Ε. έχουν εντοπιστεί περισσότερες από 25 τέτοιες περιπτώσεις, σημαντικό ποσοστό των οποίων (περίπου 25%) αφορά στην Ελλάδα (Αώος, Αξιός, Στρυμόνας, Έβρος, Πρέσπα, Νέστος, Δοϊράνη). Σύμφωνα με την Οδηγία, τα υδάτινα αυτά σώματα πρόκειται να ενταχθούν σε Διεθνείς Υδατικές Περιφέρειες και η υλοποίηση των προγραμμάτων, που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων της Οδηγίας, θα γίνεται με συνεργασία των Φορέων Διαχείρισης των εμπλεκόμενων χωρών, οι οποίοι έχουν την ευθύνη διαχείρισης του τμήματος της λεκάνης απορροής που ανήκει στην κάθε χώρα. Οι ρυθμίσεις αυτές είναι προφανώς ευκολότερες μεταξύ ΚΜ ή ΚΜ και υπό ένταξη χωρών. Σημαντική μπορεί να είναι η συμβολή σχετικών διεθνών συμβάσεων και συμφωνιών. Στην περίπτωση της Ελλάδας παρουσιάζονται ιδιαίτερες δυσκολίες, καθώς τα διασυνοριακά ύδατα εμπλέκουν χώρες που δεν ανήκουν στην Ε.Ε. και δεν βρίσκονται υπό καθεστώς ένταξης, σε μερικές δε περιπτώσεις (Αλβανία, FYROM, Τουρκία) δεν υπάρχουν επίσημες διεθνείς συμφωνίες (Ανδρεαδάκης, 2002). Πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι η αξιοποίηση της Οδηγίας 2000/60 δημιουργεί αυξημένες δυνατότητες για την αντιμετώπιση διακρατικών προβλημάτων διαχείρισης υδατικών πόρων, που είναι σημαντικά για τη χώρα.

2.6 Τελικές επισημάνσεις

Στον Πίνακα 2.2 συνοψίζονται οι συνιστώσες της προτεινόμενης διαδικασίας αποτίμησης των έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων, ήτοι οι κατηγορίες των έργων που αντιμετωπίζονται, οι παράμετροι που εξετάζονται, τα μεθοδολογικά βήματα που εφαρμόζονται και το πλαίσιο ελέγχου που υιοθετείται. Στο σημείο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι εφόσον η διαχείριση των υδατικών πόρων μιας συγκεκριμένης μονάδας χώρας είναι μια προσαρμοστική διαδικασία, όπως άλλωστε και τα σχετικά προγράμματα ανάπτυξης, η διαδικασία αποτίμησης θα πρέπει, λογικά, να υλοποιείται κατά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα για έργα που όχι μόνον έχουν φτάσει ή και ξεπεράσει το χρόνο ζωής τους, αλλά και σε κάθε περίπτωση που παρουσιάζονται προβλήματα στη λειτουργία τους.

Συμπερασματικά, η αποτίμηση υφιστάμενων έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων θεωρείται σήμερα απαραίτητη δράση, βάση για την εκπόνηση προγραμμάτων διαχείρισης υδατικών πόρων, αλλά και ανάπτυξης περιοχών, καθώς και Προγραμμάτων Δημοσίων Επενδύσεων. Ειδικότερα, μπορεί να αποτελέσει το πλαίσιο για τη λήψη αποφάσεων σχετικών με τη βιωσιμότητα ή μη υφιστάμενων έργων, αλλά και τη δυνατότητα συνδυασμού - συνεργασίας τους με άλλα αντίστοιχα έργα, σε επίπεδο λεκάνης ή συστήματος λεκανών απορροής. Η θεώρηση αυτή εντάσσεται στη στρατηγική επιδίωξη για αειφορική ανάπτυξη της χώρας και των φυσικών της πόρων, που επιβάλλεται από τη συμμετοχή της στην ΕΕ (π.χ. Οδηγία 2000/60).

Ολοκληρώνοντας, θα πρέπει να επισημανθεί ότι σημαντικό τμήμα των εργασιών, που προβλέπονται κατά τη διαδικασία αποτίμησης, καλύπτεται από το σύστημα που αναπτύσσεται στα πλαίσια του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ. Υπενθυμίζεται ότι αυτό περιλαμβάνει ένα κεντρικό εργαλείο προσομοίωσης και βελτιστοποίησης της λειτουργίας συστημάτων υδατικών πόρων, καθώς και ένα πλέγμα από υποστηρικτικά εργαλεία (βάσεις δεδομένων, μαθηματικά μοντέλα, προδιαγραφές), που αποσκοπούν στην ολοκληρωμένη διαχείριση υδροσυστημάτων κάθε κλίμακας.

Πίνακας 2.2: Συνοπτική παρουσίαση των συνιστωσών της διαδικασίας αποτίμησης των έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων.

<i>Κατηγορίες έργων που αντιμετωπίζονται</i>	<i>Βασικές παράμετροι που εξετάζονται</i>
<p>Σύλληψης και ταμίευσης επιφανειακών υδατικών πόρων</p> <p>Σύλληψης υπόγειων νερών</p> <p>Διανομής νερού (άρδευσης και ύδρευσης)</p>	<p>Ποσότητα – Ποιότητα νερού</p> <p>Τεχνικά χαρακτηριστικά – Εξοπλισμός</p> <p>Περιβάλλον – Οικολογία</p> <p>Διαχείριση (φορέας, λειτουργία, συντήρηση)</p> <p>Οικονομικά – Αποδοτικότητα έργου</p> <p>Αναπτυξιακοί και κοινωνικοί στόχοι</p> <p>Ένταξη στο ευρύτερο υδροσύστημα</p>
<i>Μεθοδολογικά βήματα που ακολουθούνται</i>	<i>Πλαίσιο ελέγχου που τίθεται</i>
<p>Εντοπισμός στόχων και μεγεθών</p> <p>Αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης</p> <p>Συμπεράσματα και εναλλακτικές προτάσεις</p>	<p>Οδηγία 2000/60/ΕΚ</p> <p>Πρόγραμμα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων του Υδροσυστήματος</p>

3 Προδιαγραφές αποτίμησης έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων

3.1 Έργα σύλληψης και ταμείωσης επιφανειακών νερών για παραγωγή ενέργειας

3.1.1 Γενικά

Η χρήση νερού, για την εξυπηρέτηση της οποίας ξεκίνησε ιστορικά στην Ελλάδα η κατασκευή ταμιευτήρων είναι η υδρευτική (ταμιευτήρας Μαραθώνα, 1926-31). Οι μεγάλοι όμως ταμιευτήρες αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Η χρήση των υδατικών πόρων για ενεργειακούς σκοπούς υπήρξε σημαντικός παράγοντας ανάπτυξης των σχετικών έργων. Η βασική επιλογή της αξιοποίησης των εγχώριων ενεργειακών πόρων (λιγνίτες-υδροδυναμικό), που αποτέλεσε τον άξονα των αναπτυξιακών προγραμμάτων της ΔΕΗ για 40 σχεδόν χρόνια, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η υδροηλεκτρική εκμετάλλευση χρησιμοποιεί μόνο την ενέργεια του νερού (χρήση μη καταναλωτική), επιτρέποντας όλες τις κατάντη χρήσεις του, οδήγησαν στην κατασκευή ταμιευτήρων στα μεγαλύτερα ποτάμια της χώρας, που επιτρέπουν τη διαχείριση του νερού για την κάλυψη αναγκών και άλλων χρήσεων (ΥΠΙΑΝ, 2003).

Λόγω του ευνοϊκού τοπογραφικού αναγλύφου, η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό υδροδυναμικό, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου συγκεντρώνεται στο δυτικό και βόρειο τμήμα της, όπου βρίσκονται οι μεγάλοι ποταμοί Αχελώος, Άραχθος, Αώος, Αλιάκμονας και Νέστος.

Το μέσο ετήσιο τεχνικά εκμεταλλεύσιμο υδροδυναμικό της χώρας έχει εκτιμηθεί σε 15 TWh περίπου. Μέχρι σήμερα, έχει αναπτυχθεί το 1/3 περίπου του εν λόγω υδροδυναμικού, που καλύπτει το 10% περίπου της σημερινής κατανάλωσης, ενώ η παραγωγή από λιγνίτη καλύπτει το 70%, και το υπόλοιπο 20% καλύπτεται από πετρέλαιο (7%) και φυσικό αέριο (13%) (ΥΠΙΑΝ, 2003).

Η ανάληψη του συνολικού κόστους των έργων αυτών μόνο από τη ΔΕΗ, παρά το γεγονός ότι είναι πολλαπλής ωφελιμότητας, επιβραδύνει την περαιτέρω ανάπτυξή τους και εξηγεί το χαμηλό βαθμό αξιοποίησης του υδροδυναμικού, που είναι από τους χαμηλότερους μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών. Η προοπτική της μελλοντικής ανάπτυξής τους, στα πλαίσια του ανταγωνιστικού περιβάλλοντος που διαμορφώνεται με την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, και στην οποία οι νέες επενδύσεις θα επιλέγονται με καθαρά οικονομικά κριτήρια, φαίνεται ακόμα περισσότερο απαισιόδοξη. Άλλωστε, αρκετά χρόνια μετά την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, στο επίπεδο παραγωγής, καμία νέα μονάδα δεν προωθείται για κατασκευή, ούτε από τη ΔΕΗ ούτε από ιδιώτες.

Σήμερα υπάρχουν 15 μεγάλοι ταμιευτήρες, των οποίων η διαχείριση λαμβάνει σοβαρά υπόψη την ικανοποίηση κυρίως των αρδευτικών, αλλά και άλλων αναγκών. Συγκεκριμένα, για τα διάφορα υδατικά διαμερίσματα της χώρας οι ταμιευτήρες της ΔΕΗ κάλυψαν το 2001 τις ακόλουθες ανάγκες (ΔΕΗ, 2002):

- Οι ταμιευτήρες του Μέσου και Κάτω Αχελώου (Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος Ι και ΙΙ), με ωφέλιμη χωρητικότητα 2908 hm³, προσέφεραν 500 hm³ για άρδευση των πεδιάδων της

Αιτωλοακαρνανίας και περίπου 7 hm³ για την ύδρευση του Αγρινίου. Επίσης, στην περιοχή του φράγματος Στράτου έχει διαμορφωθεί χώρος αναψυχής και αθλημάτων νερού.

- Οι ταμιευτήρες του Αλιάκμονα (Πολύφυτο, Σφηκιά, Ασώματα), με ωφέλιμη χωρητικότητα 1334 hm³, κάλυψαν με περίπου 400-600 hm³ τις αρδευτικές ανάγκες της πεδιάδας Θεσσαλονίκης. Οι ταμιευτήρες αυτοί σύντομα θα καλύπτουν και τις ανάγκες ύδρευσης της Θεσσαλονίκης.
- Ο ταμιευτήρας του Ταυρωπού, με ωφέλιμη χωρητικότητα 300 hm³, προσέφερε 100 hm³ για τις αρδευτικές ανάγκες των Νομών Καρδίτσας και Λάρισας, καθώς και 20 hm³ για την ύδρευση της Καρδίτσας και άλλων οικισμών της περιοχής.
- Οι ταμιευτήρες Άραχθου-Αώου (Πουρνάρι I και II, Πηγές), με ωφέλιμη χωρητικότητα 500 hm³, προσέφεραν 200 hm³ για την άρδευση της πεδιάδας της Άρτας μόνο από το Πουρνάρι.
- Ο ταμιευτήρας Λάδωνα προσέφερε 50 hm³ για την άρδευση της πεδιάδας της Ηλείας.
- Οι ταμιευτήρες του Νέστου (Θησαυρός-Πλατανόβρυση) με ωφέλιμη χωρητικότητα 752 hm³, ρυθμίζουν τα νερά του Νέστου και προσέφεραν για άρδευση της πεδινής έκτασης Ξάνθης-Δράμας πάνω από 200 hm³.

Η συνολική ποσότητα νερού που αξιοποιήθηκε ενεργειακά (αυτή δηλαδή που πέρασε από τους στροβίλους των υδροηλεκτρικών έργων της χώρας) είναι στο τέλος του μήνα Μαΐου (που είναι και το τέλος της υγρής περιόδου), από στοιχεία της τελευταίας δεκαετίας, κατά μέσο όρο 6.5 km³ σε όλη τη χώρα. Με την ποσότητα αυτή παρήχθησαν περίπου 3000 GWh.

Η Ελλάδα διαθέτει επίσης αξιόλογο υδροδυναμικό μικρής ισχύος, με σημαντικά περιθώρια ανάπτυξης. Δηλαδή, ανάλογη με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα μπορεί να είναι και η συμμετοχή των μικρών στην παραγωγή ενέργειας, λόγω του μεγάλου αριθμού των αξιοποιήσιμων θέσεων. Αλλά και η ανάπτυξη των μικρών έργων καθυστερεί σημαντικά.

Είναι ωστόσο εντυπωσιακό το γεγονός ότι η κατασκευή νέων έργων εγείρει ισχυρές κοινωνικές αντιδράσεις, οι οποίες υποστηρίζονται κυρίως από οικολογικές ομάδες και τοπικές κοινωνίες. Συγκεκριμένα, τα τελευταία χρόνια υπάρχει δημόσια συζήτηση και σκεπτικισμός για τη σκοπιμότητα κατασκευής μεγάλων φραγμάτων, η οποία αποτυπώνεται στην Έκθεση της World Commission on Dams (2000). Η συζήτηση αυτή ανέδειξε και τις αρνητικές πλευρές των φραγμάτων και παράλληλα οδήγησε στην απομείωση αυτών των αρνητικών πλευρών με την εισαγωγή του θεσμού της επιβολής περιβαλλοντικών όρων (*Κουτσογιάννης και Τσελέντης, 2002*).

Ο σκεπτικισμός είναι εύλογος σχετικά με την κατασκευή νέων φραγμάτων σε ισχυρές Ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Γαλλία, η Γερμανία, η Μεγάλη Βρετανία, η Ιταλία και η Ισπανία, αφού οι χώρες αυτές έχουν αναπτύξει ικανοποιητικά τους υδατικούς πόρους τους, τόσο από πλευράς διάθεσης νερού για υδρευτικές και αρδευτικές χρήσεις, όσο και από πλευράς παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, δικαιολογημένος, σε ένα βαθμό, είναι και ο σκεπτικισμός που έχει εκφραστεί για φτωχές χώρες της Αφρικής και της Ασίας, στις οποίες λείπει η εγχώρια τεχνογνωσία για την κατασκευή φραγμάτων και, το κυριότερο, για τη διαχείριση τους στη φάση λειτουργίας, συχνά με αποτέλεσμα να μη λειτουργούν ικανοποιητικά τα έργα (*Κουτσογιάννης και Τσελέντης, 2002*).

Βέβαια, η κατάσταση στην Ελλάδα είναι τελείως διαφορετική, αφού αφενός διατίθεται η απαιτούμενη εγχώρια τεχνογνωσία για την κατασκευή και λειτουργία των έργων και αφετέρου, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, οι υδατικοί πόροι της δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμη στο βαθμό που θα έπρεπε, ώστε να καλύπτονται οι υδατικές αλλά και οι ενεργειακές ανάγκες της. Όσον αφορά στην Οδηγία 2000/60, η βαρύτητα στην περιβαλλοντική διάσταση του νερού, που είναι διάχυτη στο σύνολό της, είναι πιθανό να οδηγήσει σε παρερμηνείες και υπεραπλουστεύσεις, προκαλώντας έτσι ένα σημαντικό πρόσθετο εμπόδιο στην παραπέρα υδατική ανάπτυξη της χώρας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Οδηγία δεν

αντίκειται στην κατασκευή νέων έργων, με τον αυτονόητο, πλέον, όρο ότι θα τηρηθούν οι προϋποθέσεις της αειφορίας στην ανάπτυξη και του μετριασμού των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επίσης, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 ο ταμιευτήρας αποτελεί «ιδιαιτέρως τροποποιημένο υδατικό σύστημα», δηλαδή σύστημα επιφανειακών υδάτων, των οποίων ο χαρακτήρας έχει μεταβληθεί ουσιαστικά λόγω των αλλοιώσεων του ανθρώπου.

Τα έργα σύλληψης και ταμίευσης επιφανειακών νερών διακρίνονται σε:

- ταμιευτήρες, στους οποίους η σύλληψη του νερού πραγματοποιείται με κατασκευή φράγματος επί της κοίτης υδατορεύματος και η ταμίευση του νερού γίνεται στον ταμιευτήρα που δημιουργείται ανάντη του φράγματος, και
- έργα υδροληψίας επί της κοίτης υδατορεύματος για τη σύλληψη του νερού και ταμίευση σε εξωποτάμιες λιμνοδεξαμενές, που κατασκευάζονται εκτός της κοίτης του υδατορεύματος σε κατάλληλες εδαφικές κοιλότητες σε γειτονική λεκάνη.

Με τα έργα αυτά συνδέονται συγκεκριμένα υδάτινα σώματα (ΥΣ), σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60:

- Με φράγμα επί του κύριου υδατορεύματος συνδέονται το ΥΣ του αντίστοιχου ταμιευτήρα, το ΥΣ του κύριου υδατορεύματος ανάντη του ταμιευτήρα, το ΥΣ του κύριου υδατορεύματος κατάντη του ταμιευτήρα, και τα ΥΣ των ρεμάτων (πρώην παραποτάμιων του κύριου ρέματος) που συμβάλλουν απευθείας στον ταμιευτήρα.
- Με απλή υδροληψία επί κύριου υδατορεύματος συνδέονται το ΥΣ της λιμνοδεξαμενής, το ΥΣ του κύριου υδατορεύματος ανάντη της υδροληψίας και το ΥΣ του κύριου υδατορεύματος κατάντη της υδροληψίας.

Με κατάλληλο έργο υδροληψίας πραγματοποιούνται απολήψεις από το απόθεμα νερού του ταμιευτήρα ή της λιμνοδεξαμενής για διάφορες χρήσεις. Στο Τεύχος αυτό εξετάζονται μόνον οι ταμιευτήρες και μάλιστα αυτοί για παραγωγή ενέργειας, οι οποίοι αποτελούν συνήθως πολύ μεγαλύτερης κλίμακας έργα σε σχέση με τις λιμνοδεξαμενές.

Ακολουθώντας το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο, οι προδιαγραφές των έργων ταμίευσης για τα τρία βήματα της διαδικασίας αποτίμησης είναι συνοπτικά οι ακόλουθες:

3.1.2 Προδιαγραφές αποτίμησης έργου ταμίευσης

1. Εντοπισμός στόχων της αποτίμησης

- 1.1 Περιγραφή του έργου και των σταδίων κατασκευής ή και βελτίωσής του.
- 1.2 Εντοπισμός του στόχου ή των πολλαπλών στόχων του έργου κατά το στάδιο του σχεδιασμού του και εκτίμηση της διαχρονικής τους εξέλιξης μέχρι σήμερα.
- 1.3 Συνοπτική παράθεση των κύριων προβλημάτων του έργου και επομένως των δεδομένων και λόγων, που επιβάλλουν την εκπόνηση της μελέτης αποτίμησής του.
- 1.4 Με βάση τα παραπάνω, επισήμανση κρίσιμων μεγεθών ή και άλλων παραμέτρων, που αποτυπώνουν την επίδοση του έργου ως προς τους σκοπούς του.

2. Καταγραφή και αξιολόγηση της σημερινής κατάστασης του έργου

Μετά τις επισημάνσεις του πρώτου σταδίου της αποτίμησης επιλέγονται, κατά περίπτωση, από τις παραμέτρους που ακολουθούν, οι κατάλληλες για την αξιολόγηση του έργου.

- 2.1 Επισήμανση και καταγραφή των σχετικών με το υπό εξέταση έργο:

- Μελετών που εκπονήθηκαν μετά την κατασκευή του έργου, σε όποιο στάδιο και αν βρίσκονται·
- Νέων έργων στην περιοχή μελέτης που συνδέονται με το έργο, συσχετισμός αυτών και επισήμανση δυνατοτήτων ένταξής τους σε γενικότερο πρόγραμμα αξιοποίησης ως έχουν ή με τις απαιτούμενες βελτιώσεις (σε σχέση και με την παράγραφο 2.17).

2.2 Συλλογή, αξιολόγηση και επεξεργασία δεδομένων από τις παραπάνω μελέτες και έργα:

- Περιγραφή της περιοχής του έργου, γεωγραφικά δεδομένα:
 - ο Ανάγλυφο εδάφους·
 - ο Υδρογραφικό δίκτυο με το σύνολο των τεχνητών παρεμβάσεων·
 - ο Διοικητική διαίρεση, οικισμοί·
 - ο Οδικό κλπ. δίκτυο.
- Χαρακτηριστικά μεγέθη του έργου:
 - ο στάθμη υδροληψίας, στάθμη υπερχειλίσης, ωφέλιμη χωρητικότητα, νεκρός όγκος·
 - ο καμπύλες στάθμης-αποθέματος και στάθμης-επιφάνειας·
 - ο χαρακτηριστικά μεγέθη φράγματος (ύψος, υλικό, κλίση πρηνών, κλπ.).
- Γεωλογικά & τεκτονικά στοιχεία:
 - ο Καταγραφή και ανάλυση στοιχείων γεωλογίας (στρωματογραφία, τεκτονική) της περιοχής του έργου (νέα γνώση κατά τη διάρκεια ζωής του έργου, π.χ. καλύτερη γνώση τεκτονικών ρηγμάτων).
- Υδρογεωλογικά δεδομένα, δυνατότητες περαιτέρω αξιοποίησης υπόγειων νερών:
 - ο Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί, χωρική κατανομή της επιφανειακής εμφάνισης των υδροφορέων, υδρολιθολογικός χάρτης·
 - ο Σημεία εμφάνισης νερού (γεωτρήσεις, φρεάτια, πηγές)·
 - ο Χρονοσειρές παροχής πηγών, γεωτρήσεων·
 - ο Πιεζομετρικοί χάρτες.

2.3 Τυπική υδρολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής ανάντη του φράγματος και της περιοχής του ταμιευτήρα:

- Χαρακτηριστικά των υδρομετρικών, βροχομετρικών και μετεωρολογικών σταθμών μέτρησης (όνομα, συντεταγμένες, υπεύθυνη υπηρεσία, κωδικός που έχει δοθεί από την υπηρεσία, νομός, λεκάνη απορροής, υψόμετρο, τύπος οργάνου μέτρησης, περίοδος λειτουργίας, ιστορικό, φωτογραφία).
- Χρονοσειρές πρωτογενών δεδομένων βροχόπτωσης, στάθμης ποταμών, παροχής ποταμών από υδρομετρήσεις, μετεωρολογικών μεταβλητών (θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία αέρα, ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου, ηλιοφάνεια), εξάτμιση.
- Χρονοσειρές δευτερογενών δεδομένων επιφανειακής βροχόπτωσης, παροχής ποταμών, μετεωρολογικών μεταβλητών (θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου, ηλιοφάνεια), εξατμοδιαπνοής από εδαφική επιφάνεια και εξάτμισης από την ελεύθερη επιφάνεια του ταμιευτήρα.
- Στατιστική/στοχαστική ανάλυση (εκτίμηση στατιστικών παραμέτρων, χρονική και χωρική μεταβλητότητα, υδρολογική εμμονή).
- Κατάρτιση υδρολογικού ισοζυγίου λεκάνης απορροής και ταμιευτήρα με βάση ιστορικά δεδομένα

- Ασφαλής επίδοση έργου (θεωρητικό απολήψιμο δυναμικό για διάφορα επίπεδα αξιοπιστίας, με βάση τη δίαιτα των υδρολογικών εισροών).
- 2.4 Τυπική υδρολογική μελέτη πλημμυρών:
- Δείγματα μέγιστου ύψους βροχόπτωσης·
 - Εκτίμηση βροχόπτωσης καταγίδας σχεδιασμού·
 - Όμβριες καμπύλες βροχόπτωσης·
 - Εκτίμηση πλημμύρας σχεδιασμού υπερχειλιστή και σήραγγας εκτροπής.
- 2.5 Μελέτη πρόσχωσης ταμιευτήρα:
- Δεδομένα στερεοπαροχής - Υφιστάμενο και απαιτούμενο πρόγραμμα μετρήσεων·
 - Εκτιμήσεις στερεοαπορροής·
 - Υδρογραφική αποτύπωση ταμιευτήρα – κατανομή αποθέσεων φερτών·
 - Διενέργεια δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, εφόσον απαιτείται.
- 2.6 Καταγραφή της κατάστασης και έλεγχος κατά περίπτωση της υδραυλικής λειτουργίας, της στεγανότητας και στατικής λειτουργίας, καθώς και της δυναμικής ευστάθειας των παρακάτω συνιστωσών του έργου:
- Αγωγός εκκένωσης·
 - Φράγμα και τσιμεντενέσεις θεμελίωσης·
 - Υπερχειλιστής και συναφή έργα (διώρυγα προσέγγισης, τοίχοι, πυλώνες, θυροφράγματα, διάταξη εκτόξευσης) και κατάντη αγωγός·
 - Υδροληψία και αγωγοί προσαγωγής·
 - Διώρυγα φυγής·
 - Κτίριο σταθμού παραγωγής και προσβάσεις σε αυτό (προσωπικού, καλωδίων)·
 - Μηχανολογικός εξοπλισμός·
 - Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός.
- 2.7 Χρήσεις νερού:
- Επισήμανση των υφιστάμενων χρήσεων του έργου σε σχέση με τους σκοπούς και τις χρήσεις στο χρόνο του σχεδιασμού του, καθώς και
 - ο κατανομή της κατανάλωσης κατά χρήση·
 - ο πρόγνωση της εξέλιξης της κατανάλωσης ανά χρήση·
 - ο εκτίμηση αξιοπιστίας κάλυψης στόχων.
 - Προσπάθεια προσδιορισμού υπηρεσιών και χρήσεων νερού, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60, και ειδικότερα:
 - ο τιμές μονάδας υδρευτικού και αρδευτικού νερού, ενέργειας, γεωργικών προϊόντων·
 - ο προσπάθεια καταμερισμού του συνολικού κόστους του έργου στις διάφορες υπηρεσίες και χρήσεις νερού, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60.
- 2.8 Δεδομένα ποιότητας νερού, σε σχέση και με τις χρήσεις των νερών του ταμιευτήρα:
- Εντοπισμός πηγών ρύπανσης (σημειακών και μη σημειακών)·
 - Καθορισμός ζωνών με προβλήματα ρύπανσης, που προέκυψαν μετά την κατασκευή ή προηγούμενη αποτίμηση του έργου·

- Καταγραφή δεδομένων ποιότητας νερού (η έμφαση δίνεται σε σχέση με τις χρήσεις) και μελέτη ευτροφισμού μέσω μοντέλων διαίτας, συνήθως των ακόλουθων ρύπων και ποιοτικών χαρακτηριστικών:
 - ο φυτοπλαγκτό (σε όρους χλωροφύλλης)·
 - ο αμμωνιακό άζωτο·
 - ο οξειδωμένο άζωτο·
 - ο οργανικός φώσφορος·
 - ο ανόργανος φώσφορος·
 - ο οργανικός άνθρακας·
 - ο διαλυμένο οξυγόνο·
 - ο πυθμενικές αποθέσεις των παραπάνω στον ταμιευτήρα.
- Επιπτώσεις στα ποτάμια και παράκτια οικοσυστήματα από καθίζηση, αποθήκευση και επαναιώρηση τοξικών ουσιών, τροποποίηση της διαίτας θρεπτικών συστατικών και άλλων φυσικοχημικών μεταβλητών (π.χ. θερμοκρασία νερού).

2.9 Επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον και του περιβάλλοντος στην αποδοτικότητα του έργου:

- Εξασφάλιση του οικολογικού συνεχούς (μετανάστευση, αναπαραγωγή, ανάπτυξη), σύμφωνα με Οδηγία 2000/60·
- Ελεύθερη μεταφορά φερτών·
- Καθεστώς ροής που να υπακούει σε οικολογικά κριτήρια.

2.10 Παραγωγή ενέργειας (μόνο για υδροηλεκτρικούς ταμιευτήρες):

- Σχέση εκροών-ύψους πτώσης-ενέργειας·
- Χρονοσειρές παραγωγής ενέργειας·
- Διάκριση της παραγόμενης ενέργειας σε πρωτεύουσα, δευτερεύουσα και ενέργεια αιχμής.

2.11 Διαχείριση του έργου:

- Φορέας διαχείρισης, διοικητική δομή και όρια λειτουργίας του·
- Πρακτική διαχείρισης σε συνήθειες και έκτακτες συνθήκες·
- Ασφάλεια του έργου έναντι έκτακτων περιστατικών·
- Σύστημα υγιεινής και ασφάλειας εργαζομένων σταθμού παραγωγής.

2.11 Πιθανές επιπτώσεις του ισχύοντος κατά το χρόνο της αποτίμησης διοικητικού και νομοθετικού πλαισίου.

2.13 Οικονομική αποτίμηση, ευστάθεια του έργου:

- Εκτίμηση κόστους επένδυσης:
 - ο κόστος αρχικής κατασκευής (δαπάνες κατασκευής, εξοπλισμού, μελέτης επίβλεψης και ελέγχου, διοίκησης, απαλλοτριώσεων και αποζημιώσεων)·
 - ο κόστος αντικατάστασης εξοπλισμού και βελτιώσεων – επεκτάσεων.
- Εκτίμηση κόστους λειτουργίας:
 - ο κόστος διοίκησης·
 - ο κόστος αμοιβών προσωπικού και είδος προσωπικού·
 - ο κόστος συντήρησης·

- ο λοιπές δαπάνες (ενέργεια, καύσιμα, ασφάλιση, φόροι, κλπ.).
- 2.14 Οικονομικά οφέλη, ανάλυση κόστους – οφέλους.
- 2.15 Επίδραση στα αναπτυξιακά σχέδια της περιοχής (αγροτικός τομέας, μεταποίηση, υπηρεσίες αναψυχής, οικοτουρισμός και αγροτουρισμός) και αντίστροφα.
- 2.16 Κοινωνικές επιπτώσεις (στο μέσο εισόδημα των κατοίκων της περιοχής και τις σχέσεις κοινωνικών ομάδων).
- 2.17 Εκτίμηση επίδοσης του έργου στην κλίμακα του υδροσυστήματος:
- Αποτίμηση από υδρολογική άποψη·
 - Αποτίμηση από περιβαλλοντική άποψη·
 - Εκπόνηση ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης·
 - Διαπίστωση του βαθμού εξάρτησης του έργου από άλλα και της ανάγκης μελέτης του ευρύτερου υδροσυστήματος·
 - Αποτίμηση επίδοσης έργου από αναπτυξιακή και οικονομική άποψη.

3. Συμπεράσματα και προτάσεις

- 3.1 Συμπεράσματα από την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης του έργου:
- Αποτύπωση της πορείας του έργου στο χρόνο σε σχέση με την επίτευξη των στόχων του.
 - Αποτίμηση του βαθμού που το έργο καλύπτει τους επικαιροποιημένους στόχους της περιόδου αποτίμησης.
- 3.2 Πλέγμα εναλλακτικών λύσεων για τη βιωσιμότητα του έργου, προτάσεις μέτρων και έργων και κοστολόγηση αυτών, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω στοιχεία και πρόσφατες πληροφορίες. Οι λύσεις πρέπει να καλύπτουν, πέραν των αναγκών του συγκεκριμένου έργου, τους ευρύτερους περιφερειακούς, τομεακούς και εθνικούς στόχους και επιδιώξεις και να συνοδεύονται από προϋπολογισμό των αναγκαίων πιστώσεων. Στις λύσεις που θα επιλεγούν, πρέπει να εξασφαλιστεί η συνεχής και βιώσιμη λειτουργία τους.
- 3.3 Σύγκριση κόστους των εναλλακτικών επιλογών για την ικανοποίηση των κρίσιμων στόχων (ή και συγκρίσεις κόστους και οφέλους των επιλογών).
- 3.4 Δημοσιότητα και συμμετοχικές διαδικασίες για την αποδοχή των λύσεων από τον πληθυσμό της περιοχής μελέτης.

3.2 Έργα αξιοποίησης υπόγειων νερών

3.2.1 Γενικά

Έργα αυτής της κατηγορίας είναι οι γεωτρήσεις, οι υδρομαστεύσεις των πηγών και, σε ορισμένες περιπτώσεις ειδικά έργα (π.χ., Μαλάβρα, Ανάβαλος). Στο υποκεφάλαιο αυτό εξετάζονται οι γεωτρήσεις, όπως αναφέρεται στη μεθοδολογία, ως μεμονωμένο έργο, και ειδικότερα τα συστήματα γεωτρήσεων που αποτελούν το πιο σύνηθες έργο μεγάλης κλίμακας της κατηγορίας αυτής.

Σε περιοχές που τα επιφανειακά νερά δεν ήταν επαρκή ή η κατασκευή έργων αξιοποίησής τους ήταν ιδιαίτερα πολυδάπανη, έχουν αξιοποιηθεί (όπου υπάρχουν) υπόγεια νερά με διάνοιξη συλλογικών ή ιδιωτικών γεωτρήσεων. Η αξιοποίηση των υπόγειων νερών, καρστικών ή όχι, παρουσιάζει (κυρίως για μικρής και μεσαίας κλίμακας τοπική αξιοποίηση) τεχνικά και οικονομικά πλεονεκτήματα σε σχέση με

αυτή των επιφανειακών (μικρό κόστος κατασκευής, γρήγορη απόδοση), δεδομένου ότι δεν απαιτεί κατασκευή έργων ταμίευσης και μεταφοράς. Βασικά μειονεκτήματα είναι η απαίτηση ενέργειας για την άντληση (γίνεται σημαντική σε μεγαλύτερης κλίμακας αξιοποίηση), οι δυσκολίες ή ακόμα και η αδυναμία κεντρικού ελέγχου της διαχείρισης, καθώς και η ευαισθησία και αργή αναστρεψιμότητα (μπορεί να απαιτούνται αιώνες) της τυχόν υποβάθμισης, που προκαλεί η εντατική εκμετάλλευση. Σε πολλές παράκτιες περιοχές και νησιά, αλλά και σε μερικές περιπτώσεις και σε απομακρυσμένες από τη θάλασσα περιοχές, όπως στη Θεσσαλία, είναι εμφανή τα προβλήματα της υπερεκμετάλλευσης των υπόγειων υδατικών πόρων, όπως ταπείνωση στάθμης, καθιζήσεις εδαφών, υφαλμύριση και γενικότερα ποιοτική υποβάθμιση του νερού (ΥΠΙΑΝ, 2003). Οι πρακτικές αυτές, πέραν της υποβάθμισης των υδροφορέων, συμβάλλουν και στη μείωση της αποδοτικότητας των έργων. Είναι τόσο έντονος και καθολικός (σε όλο τον ελληνικό χώρο) ο ανορθολογικός τρόπος εκμετάλλευσης των υπόγειων υδροφορέων, που μπορεί να χαρακτηριστεί *ληστρικός*.

Έτσι, στην περίπτωση των υπόγειων νερών, μπορεί να θεωρηθεί ότι το πρόβλημα δεν εντοπίζεται στην πλημελή λειτουργία και αποδοτικότητα των έργων αξιοποίησής τους (στην περίπτωση αυτή, των γεωτρήσεων), αλλά στην υπερεκμετάλλευση που υφίστανται, που βέβαια πολύ απέχει από τις αρχές της βιωσιμότητας. Τα υπόγεια νερά παρουσιάζουν σήμερα αρνητικό ισοζύγιο σε ποσοστό 90% στο σύνολο της χώρας. Την κατάσταση επιτείνει το γεγονός ότι τα αποτελέσματα της παραπάνω πρακτικής δεν είναι άμεσα αντιληπτά (όπως θα ίσχυε στα επιφανειακά νερά), αλλά δημιουργείται στους χρήστες η ψευδαίσθηση αφειρορίας τους.

Σε υποστήριξη της παραπάνω θέσης επισημαίνονται τα ακόλουθα:

- Οι γεωτρήσεις έχουν συγκεκριμένο σκοπό και χρόνο ζωής, που είναι 15 χρόνια θεωρητικά, και 20-22 χρόνια στην πράξη. Για το μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων γεωτρήσεων, που ξεπέρασαν το χρόνο ζωής τους ή και νωρίτερα σε ορισμένες περιπτώσεις, αντί βελτιώσεων κρίνεται γενικά πιο συμφέρουσα η κατασκευή νέου έργου. Κι αυτό, γιατί υπάρχουν πολλές πιθανότητες αστοχίας αν αποφασιστεί η επαναφορά υφιστάμενης γεώτρησης στην αρχική της κατάσταση.
- Κριτήρια για την βιωσιμότητα ή μη του έργου είναι η παροχή της γεώτρησης, η στάθμη άντλησης και η ισχύς του αντλητικού συγκροτήματος. Τα δεδομένα αυτά μπορούν εύκολα να διαπιστωθούν κατά τη διάρκεια λειτουργίας της γεώτρησης από την μείωση της παροχής της. Το αν υπάρχει ή όχι πρόβλημα ταπείνωσης της στάθμης του υδροφορέα της περιοχής αποδεικνύεται από τα δεδομένα των γειτονικών, νεότερων, γεωτρήσεων.
- Η μεμονωμένη γεώτρηση, αλλά ακόμα και ένα ευρύ σύστημα γεωτρήσεων, είναι έργα που δεν μπορούν πάντοτε να αξιολογηθούν ως αυτόνομες μονάδες, εφόσον η απόδοσή τους επηρεάζεται από την ύπαρξη άλλων υδρομαστευτικών έργων στην περιοχή, που επιδρούν στα αποθέματα του υδροφορέα καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υπόγειων νερών.
- Η πλειονότητα των γεωτρήσεων της χώρας είναι ιδιωτικές (και μάλιστα παράνομες) με αποτέλεσμα τις δυσκολίες στη δυνατότητα παρέμβασης.

Επομένως, προκειμένου να αποτιμηθεί η αποδοτικότητα ή μη της λειτουργίας μεμονωμένων ή συστήματος γεωτρήσεων, θεωρείται απαραίτητο να εντάσσεται στα πλαίσια μιας ορθολογικής και βιώσιμης διαχείρισης των υπόγειων υδατικών πόρων της συγκεκριμένης περιοχής. Αυτό προϋποθέτει επεμβάσεις στους δύο πόλους της διαχείρισης, και συγκεκριμένα:

- στη *φυσική προσφορά*, με προσπάθεια εμπλουτισμού τους, με συνδυασμένη αξιοποίηση επιφανειακών νερών, όπου αυτό είναι δυνατό (κατασκευή μικρών φραγμάτων και λιμνοδεξαμενών), ενώ δεν πρέπει να αποκλειστούν οι λύσεις της αφαλάτωσης θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού.

- στη διαχείριση της ζήτησης για τον περιορισμό της κατανάλωσης, σε συνδυασμό με αυστηρά ελεγχόμενους κανόνες και όρους λειτουργίας υφιστάμενων και νέων γεωτρήσεων, που θα προκύψουν μετά από έρευνα των υδροφορέων κάθε περιοχής.

Γενικά, μπορεί να ειπωθεί ότι η ορθολογική αξιοποίηση των υπόγειων νερών αποτελεί σήμερα έναν από τους σημαντικότερους στόχους της διαχείρισης του συνόλου των υδατικών πόρων της χώρας, τόσο λόγω των σοβαρών προβλημάτων που παρουσιάζει η μέχρι σήμερα αξιοποίησή τους, όσο και των δυνατοτήτων τους για την κάλυψη των υδατικών αναγκών, και μάλιστα ποιότητας ύδρευσης, σήμερα και στο μέλλον. Μπορεί ακόμα, σε ορισμένες περιπτώσεις, να χαρακτηριστούν και ως *στρατηγικά αποθέματα* νερού. Μια τέτοια περίπτωση μπορεί να αποτελέσει για την Αθήνα ο καρστικός Υδροφόρας Πεντέλης, μετά από τεχνητό εμπλουτισμό.

Συμπερασματικά επισημαίνεται ότι δεν έχει καμία έννοια να εκπονηθεί αυτόνομα μελέτη αποτίμησης έργων αυτής της κατηγορίας παρά μόνον στα πλαίσια μια ευρύτερης μελέτης διαχείρισης επιφανειακών και υπόγειων νερών συγκεκριμένης υδατικής περιοχής. Το ειδικότερο κεφάλαιο, που θα περιέχεται στη μελέτη αυτή, το σχετικό με την αποτίμηση υφιστάμενου συστήματος γεωτρήσεων μπορεί να περιλαμβάνει, ανάλογα με την περίπτωση, παραμέτρους όπως αυτές που ακολουθούν.

Επομένως, εφόσον η αποτίμηση αποτελεί εξαρχής μέρος ευρύτερης διαχειριστικής μελέτης, αρκετές από τις παραμέτρους που τίθενται στη συνέχεια, θα έχουν ήδη εξεταστεί (δεδομένα, υδρολογική-υδρογεωλογική ανάλυση, χρήσεις, κλπ.). Σε κάθε περίπτωση πάντως, αφαιρείται το σημείο 2.17, δηλαδή η επίδοση του έργου στην κλίμακα του υδροσυστήματος.

3.2.2 Προδιαγραφές αποτίμησης έργων αξιοποίησης υπόγειων νερών

Ακολουθώντας το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο, οι προδιαγραφές των αρδευτικών δικτύων για τα τρία βήματα της διαδικασίας αποτίμησης είναι συνοπτικά οι ακόλουθες:

1. Εντοπισμός στόχων της αποτίμησης

- 1.1 Περιγραφή του έργου και των σταδίων κατασκευής ή και βελτίωσής του.
- 1.2 Εντοπισμός του στόχου ή των πολλαπλών στόχων του έργου κατά το στάδιο του σχεδιασμού του και εκτίμηση της διαχρονικής τους εξέλιξης μέχρι σήμερα.
- 1.3 Συνοπτική παράθεση των κύριων προβλημάτων του έργου και επομένως των δεδομένων και λόγων, που επιβάλλουν την εκπόνηση της μελέτης αποτίμησής του.
- 1.4 Με βάση τα παραπάνω, επισήμανση κρίσιμων μεγεθών ή και άλλων παραμέτρων, που αποτυπώνουν την επίδοση του έργου ως προς τους σκοπούς του.

2. Καταγραφή και αξιολόγηση της σημερινής κατάστασης του έργου

Μετά τις επισημάνσεις του πρώτου σταδίου της αποτίμησης επιλέγονται, κατά περίπτωση, από τις παραμέτρους που ακολουθούν, οι κατάλληλες για την αξιολόγηση του έργου.

- 2.1 Επισήμανση και καταγραφή των σχετικών με το υπό εξέταση έργο:
 - Μελετών που εκπονήθηκαν μετά την κατασκευή του έργου, σε όποιο στάδιο και αν βρίσκονται.
 - Νέων έργων στην περιοχή μελέτης που συνδέονται με το έργο, συσχετισμός αυτών και επισήμανση δυνατοτήτων ένταξής τους σε γενικότερο πρόγραμμα αξιοποίησης ως έχουν ή με τις απαιτούμενες βελτιώσεις.
- 2.2 Συλλογή, αξιολόγηση και επεξεργασία δεδομένων από τις παραπάνω μελέτες και έργα:
 - Περιγραφή της περιοχής του έργου, γεωγραφικά δεδομένα:

- Χαρακτηριστικά μεγέθη των έργων:
 - ο Βάθος γεώτρησης, στάθμη ηρεμίας·
 - ο Χαρακτηριστικά μεγέθη αντλιών·
 - ο Δοκιμές άντλησης (εφόσον έχουν πραγματοποιηθεί).
- Γεωλογικά & τεκτονικά στοιχεία:
 - ο Καταγραφή και ανάλυση στοιχείων γεωλογίας (στρωματογραφία, τεκτονική) της περιοχής του έργου (νέα γνώση κατά τη διάρκεια ζωής του έργου, π.χ. καλύτερη γνώση τεκτονικών ρηγμάτων).
- Υδρογεωλογικά δεδομένα, δυνατότητες περαιτέρω αξιοποίησης υπόγειων νερών:
 - ο Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί, χωρική κατανομή της επιφανειακής εμφάνισης των υδροφορέων, υδρολιθολογικός χάρτης·
 - ο Σημεία εμφάνισης νερού (γεωτρήσεις, φρεάτια, πηγές)·
 - ο Χρονοσειρές παροχής πηγών, γεωτρήσεων·
 - ο Πιεζομετρικοί χάρτες του συστήματος λεκάνη απορροής-υδροφορέας.

2.3 Τυπική υδρολογική ανάλυση:

- Χαρακτηριστικά (υδρομετρικών, βροχομετρικών, μετεωρολογικών) σταθμών μέτρησης
- Χρονοσειρές πρωτογενών δεδομένων βροχόπτωσης, στάθμης ποταμών, παροχής ποταμών από υδρομετρήσεις, μετεωρολογικών μεταβλητών (θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία αέρα, ταχύτητα - διεύθυνση ανέμου, ηλιοφάνεια), εξάτμιση.
- Χρονοσειρές παρατηρημένης στάθμης γεωτρήσεων·
- Χρονοσειρές δευτερογενών δεδομένων επιφανειακής βροχόπτωσης, παροχής ποταμών, μετεωρολογικών μεταβλητών (θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου, ηλιοφάνεια), εξατμοδιαπνοής από εδαφική επιφάνεια και εξάτμιση από την ελεύθερη επιφάνεια του ταμιευτήρα.
- Στατιστική/στοχαστική ανάλυση (εκτίμηση στατιστικών παραμέτρων, χρονική και χωρική μεταβλητότητα, υδρολογική εμμονή).
- Κατάρτιση υδρολογικού ισοζυγίου λεκάνης απορροής και υδροφορέα με βάση ιστορικά δεδομένα.

2.4 Δεν υπάρχει

2.5 Χρόνος ζωής έργων

2.6 Καταγραφή της κατάστασης και έλεγχος κατά περίπτωση της υδραυλικής λειτουργίας, της στεγανότητας και στατικής λειτουργίας, καθώς και της δυναμικής ευστάθειας των παρακάτω συνιστωσών του έργου:

- Μηχανολογικός εξοπλισμός·
- Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός.

2.7 Χρήσεις νερού:

- Επισήμανση των υφιστάμενων χρήσεων του έργου σε σχέση με τους σκοπούς και τις χρήσεις στο χρόνο του σχεδιασμού του, καθώς και
 - ο κατανομή της κατανάλωσης κατά χρήση·
 - ο πρόγνωση της εξέλιξης της κατανάλωσης ανά χρήση·
 - ο εκτίμηση αξιοπιστίας κάλυψης στόχων.

- Προσπάθεια προσδιορισμού υπηρεσιών και χρήσεων νερού, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60, και ειδικότερα:
 - ο τιμές μονάδας υδρευτικού και αρδευτικού νερού, ενέργειας, γεωργικών προϊόντων·
 - ο προσπάθεια καταμερισμού του συνολικού κόστους του έργου στις διάφορες υπηρεσίες και χρήσεις νερού, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60.
- 2.8 Δεδομένα ποιότητας νερού:
- Εντοπισμός πηγών ρύπανσης (σημειακών και μη) και καθορισμός περιοχών του υδροφορέα με προβλήματα ρύπανσης
 - Διερεύνηση προβλημάτων υφαλμύρισης (εφόσον η μελέτη αποτίμησης αναφέρεται σε παράκτιο υδροφορέα).
- 2.9 Επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον.
- 2.10 Επαναχρησιμοποίηση λυμάτων, τεχνητός εμπλουτισμός υδροφορέων.
- 2.11 Διαχείριση του έργου:
- Φορέας διαχείρισης, διοικητική δομή και όρια λειτουργίας του·
 - Πρακτική διαχείρισης σε συνθήκες και έκτακτες συνθήκες.
- 2.12 Πιθανές επιπτώσεις του ισχύοντος κατά το χρόνο της αποτίμησης διοικητικού και νομοθετικού πλαισίου στη λειτουργία του έργου.
- 2.13 Οικονομική αποτίμηση, ευστάθεια του έργου:
- Εκτίμηση κόστους επένδυσης:
 - ο κόστος αρχικής κατασκευής (δαπάνες κατασκευής, εξοπλισμού, μελέτης επίβλεψης και ελέγχου, διοίκησης, απαλλοτριώσεων και αποζημιώσεων)·
 - ο κόστος αντικατάστασης εξοπλισμού και βελτιώσεων – επεκτάσεων.
 - Εκτίμηση κόστους λειτουργίας:
 - ο κόστος διοίκησης·
 - ο κόστος αμοιβών προσωπικού και είδος προσωπικού·
 - ο κόστος συντήρησης·
 - ο λοιπές δαπάνες (ενέργεια, καύσιμα, ασφάλιση, φόροι, κλπ.).
- 2.14 Οικονομικά οφέλη, ανάλυση κόστους – οφέλους.
- 2.15 Επίδραση στα αναπτυξιακά σχέδια της περιοχής
- 2.16 Κοινωνικές επιπτώσεις (στο μέσο εισόδημα των κατοίκων της περιοχής και τις σχέσεις κοινωνικών ομάδων).

3. Συμπεράσματα και προτάσεις

- 3.1 Συμπεράσματα από την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης του έργου:
- Αποτύπωση της πορείας του έργου στο χρόνο σε σχέση με την επίτευξη των στόχων του.
 - Αποτίμηση του βαθμού που το έργο καλύπτει τους επικαιροποιημένους στόχους της περιόδου αποτίμησης.
- 3.2 Πλέγμα εναλλακτικών λύσεων για τη βιωσιμότητα του έργου, προτάσεις μέτρων και έργων και κοστολόγηση αυτών, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω στοιχεία και πρόσφατες

πληροφορίες. Οι λύσεις πρέπει να καλύπτουν, πέραν των αναγκών του συγκεκριμένου έργου, τους ευρύτερους περιφερειακούς, τομειακούς και εθνικούς στόχους και επιδιώξεις και να συνοδεύονται από προϋπολογισμό των αναγκαίων πιστώσεων. Ειδικά στα έργα αυτής της κατηγορίας, πρέπει να συνεξεταστούν δυνατότητες και προβλήματα που προκύπτουν από τη συμμετοχή της χώρας στην ΕΕ (όπως ΚΑΠ).

- 3.3 Σύγκριση κόστους των εναλλακτικών επιλογών για την ικανοποίηση των κρίσιμων στόχων (ή και συγκρίσεις κόστους και οφέλους των επιλογών).
- 3.4 Δημοσιότητα και συμμετοχικές διαδικασίες για την αποδοχή των λύσεων από τον πληθυσμό της περιοχής μελέτης.

3.3 Αρδευτικά δίκτυα

3.3.1 Γενικά

Από το σύνολο των έργων διανομής νερού, αναλύονται στη συνέχεια τα αρδευτικά και τα υδρευτικά δίκτυα, που αναπτύσσονται σε ξεχωριστά υποκεφάλαια.

Ο όρος *εγγειοβελτιωτικά έργα* αναφέρεται σε όλα τα τεχνικά έργα που έχουν ως τελικό σκοπό τη βελτίωση της “έγγειας προσόδου”, δηλαδή της παραγωγικότητας της γης σε φυτικές καλλιέργειες. Τα έργα αυτά αφενός περιορίζουν την αβεβαιότητα σε σχέση με την επίτευξη συγκομιδής, σε ότι αφορά το κρίσιμο θέμα των αναγκών σε νερό, και αφετέρου, σε οικονομικούς όρους, σταθεροποιούν θεαματικά τις συνθήκες παραγωγής στον πρωτογενή τομέα (*Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999*) και επομένως συμβάλλουν στην βελτίωση της οικονομικής κατάστασης και του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων της περιοχής. Τα εγγειοβελτιωτικά έργα είναι τα σημαντικότερα τεχνικά έργα μεγάλης κλίμακας που ανέπτυξαν ιστορικά οι ανθρώπινες κοινωνίες, προϋπόθεση και αποτέλεσμα της εμφάνισης μεγάλων πολιτισμών. Στα έργα αυτά περιλαμβάνονται και τα αρδευτικά δίκτυα για τη διανομή του νερού στον αγρότη – καταναλωτή.

Οι αρδεύσεις των εδαφών, δηλαδή η μεταφορά και διανομή του απαραίτητου νερού για την προγραμματισμένη από τον άνθρωπο ανάπτυξη και καλλιέργεια των φυτών, συνδυάζονται με τις αποξηράνσεις, τις στραγγίσεις και τις ειδικές βελτιώσεις του εδάφους, δηλαδή φυσικά ή τεχνητά δίκτυα για την απομάκρυνση της περίσσειας διαλυτών αλάτων και κατιόντων αλκαλιμετάλλων στο έδαφος (δεδομένου ότι τα αλατούχα και αλκαλιωμένα εδάφη αποτελούν κύριο χαρακτηριστικό των άγονων περιοχών (*Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999*)).

Στη νεότερη Ελλάδα η κατασκευή των πρώτων εγγειοβελτιωτικών έργων άρχισε το δεύτερο ήμισυ του 19ου αιώνα, με τα αντιπλημμυρικά του Αχελώου και τα αποξηραντικά έργα της λίμνης Κοπαΐδας. Μεγάλη ανάπτυξη των έργων αυτών άρχισε μετά τη Μικρασιατική Καταστροφή και συνεχίστηκε μέχρι το 1940 με τα μεγάλα αντιπλημμυρικά έργα στις πεδιάδες Θεσσαλίας, Ηπείρου, Θεσσαλονίκης και Σερρών. Μετά τον πόλεμο και μέχρι σήμερα συνεχίστηκε η κατασκευή σημαντικών φραγμάτων υδροληψίας αλλά και αποθήκευσης στους ποταμούς Αλιάκμονα, Αλφειό, Αχελώο, Πηνειό Ηλείας, Νέστο, κ.ά., για την κάλυψη των αναγκών της ξηρής θερινής περιόδου. Οι αρδευόμενες σήμερα εκτάσεις στην Ελλάδα ξεπερνούν τα 12000 km². Όμως, παρά την σημαντική παραγωγή έργων, στη συνέχεια και στην πλειονότητα των περιπτώσεων τα έργα αυτά δεν συντηρήθηκαν επαρκώς και σε μερικές περιπτώσεις υποβαθμίστηκαν σοβαρά με την πάροδο του χρόνου.

Οι *αγροτικές καλλιέργειες* αποτελούν τον κυριότερο καταναλωτή νερού στη χώρα. Η βελτίωση της αποτελεσματικότητας των αρδεύσεων και ο περιορισμός των απωλειών αποτελούν βασικούς στόχους και του *Εθνικού Προγράμματος Δράσης κατά της Ερημοποίησης*. Τα μέτρα που προτείνεται να ληφθούν αφορούν βασικά στην αποκατάσταση των δικτύων (κυρίως του πρωτεύοντος δικτύου

επιφανειακών μεθόδων), στην εισαγωγή νέας τεχνολογίας και στην προσπάθεια ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης του νερού. Με την εφαρμογή των μέτρων αυτών υπολογίζεται ότι η εξοικονόμηση νερού θα μπορούσε να κυμαίνεται κατά περίπτωση από 10 έως 50% (ΥΠΑΝ, 2003).

Τα αρδευτικά έργα σχεδιάστηκαν με κριτήρια κατά βάση κοινωνικά, τώρα όμως και σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 πρέπει να κριθούν και αξιολογηθούν με βάση καθαρά οικονομικά κριτήρια, γεγονός που οπωσδήποτε επιφέρει, μεταξύ άλλων, διαφοροποίηση στον υπολογισμό κόστους-οφέλους.

Επισημαίνεται τέλος, ότι επίσημες πρόσφατες προδιαγραφές για την κατασκευή αρδευτικών έργων δεν υπάρχουν, πέραν του ΠΔ 696/74.

3.3.2 Προδιαγραφές αποτίμησης αρδευτικών δικτύων

Ακολουθώντας το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο, οι προδιαγραφές των αρδευτικών δικτύων για τα τρία βήματα της διαδικασίας αποτίμησης είναι συνοπτικά οι ακόλουθες:

1. Εντοπισμός στόχων της αποτίμησης

- 1.1 Περιγραφή του έργου και των σταδίων κατασκευής ή και βελτίωσής του.
- 1.2 Εντοπισμός του στόχου ή των πολλαπλών στόχων του έργου κατά το στάδιο του σχεδιασμού του και εκτίμηση της διαχρονικής τους εξέλιξης μέχρι σήμερα.
- 1.3 Συνοπτική παράθεση των κύριων προβλημάτων του έργου και επομένως των δεδομένων και λόγων, που επιβάλλουν την εκπόνηση της μελέτης αποτίμησής του.
- 1.4 Με βάση τα παραπάνω, επισήμανση κρίσιμων μεγεθών ή και άλλων παραμέτρων, που αποτυπώνουν την επίδοση του έργου ως προς τους σκοπούς του.

2. Καταγραφή και αξιολόγηση της σημερινής κατάστασης του έργου

Μετά τις επισημάνσεις του πρώτου σταδίου της αποτίμησης επιλέγονται, κατά περίπτωση, από τις παραμέτρους που ακολουθούν, οι κατάλληλες για την αξιολόγηση του έργου.

- 2.1 Επισήμανση και καταγραφή των σχετικών με το υπό εξέταση έργο:
 - Μελετών που εκπονήθηκαν μετά την κατασκευή του έργου, σε όποιο στάδιο και αν βρίσκονται·
 - Νέων έργων στην περιοχή μελέτης που συνδέονται με το έργο, συσχετισμός αυτών και επισήμανση δυνατοτήτων ένταξής τους σε γενικότερο πρόγραμμα αξιοποίησης ως έχουν ή με τις απαιτούμενες βελτιώσεις.
- 2.3 Συλλογή, αξιολόγηση και επεξεργασία δεδομένων από τις παραπάνω μελέτες και έργα:
 - Περιγραφή της περιοχής του έργου, γεωγραφικά δεδομένα·
 - Χαρακτηριστικά μεγέθη του δικτύου:
 - ο Γενική διάταξη δικτύου·
 - ο Χαρακτηριστικά μεγέθη αγωγών (μήκος, διατομή, παροχρητευτικότητα)·
 - ο Χαρακτηριστικά μεγέθη αντλιοστασίων.
 - Γεωλογικά & τεκτονικά στοιχεία·
 - Εδαφολογικά δεδομένα·
 - Προβλήματα στεγανότητας.
- 2.4 Δεν υπάρχει
- 2.5 Δεν υπάρχει

- 2.6 Καταγραφή της κατάστασης και έλεγχος κατά περίπτωση της υδραυλικής λειτουργίας, της στεγανότητας και στατικής λειτουργίας, καθώς και της δυναμικής ευστάθειας των παρακάτω συνιστωσών του έργου:
- Μηχανολογικός εξοπλισμός·
 - Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός.
- 2.7 Μεγέθη ενδιαφέροντος σχετικά με την αρδευτική χρήση:
- Καλλιεργούμενες εκτάσεις, σχέση με τα αντίστοιχα του χρόνου σχεδιασμού του έργου.
 - Είδη καλλιεργειών και χρονική εξέλιξή τους.
 - Μέθοδοι άρδευσης.
 - Έρευνα δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης λυμάτων.
 - Προσπάθεια προσδιορισμού υπηρεσιών και χρήσεων νερού, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60, και ειδικότερα:
 - ο τιμές μονάδας αρδευτικού νερού, ενέργειας, γεωργικών προϊόντων·
 - ο καταμερισμός συνολικού κόστους του έργου, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60.
- 2.8 Δεδομένα ποιότητας νερού:
- πηγές ρύπανσης που προέρχονται από αγροτικές δραστηριότητες·
 - ποιοτικά χαρακτηριστικά στραγγισμάτων, περιοχές διάθεσης.
- 2.9 Επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον και του περιβάλλοντος στην αποδοτικότητα του έργου:
- 2.11 Διαχείριση του έργου:
- Φορέας διαχείρισης, διοικητική δομή και όρια λειτουργίας του·
 - Πρακτική διαχείρισης σε συνήθειες και έκτακτες συνθήκες·
 - Ασφάλεια του έργου έναντι έκτακτων περιστατικών·
- 2.12 Πιθανές επιπτώσεις από το ισχύοντος κατά το χρόνο της αποτίμησης διοικητικού και νομοθετικού πλαισίου στη λειτουργία του έργου, πιθανές υδατικές δεσμεύσεις.
- 2.13 Οικονομική αποτίμηση, ευστάθεια του έργου:
- Εκτίμηση κόστους επένδυσης:
 - ο κόστος αρχικής κατασκευής (δαπάνες κατασκευής, εξοπλισμού, μελέτης επίβλεψης και ελέγχου, διοίκησης, απαλλοτριώσεων και αποζημιώσεων)·
 - ο κόστος αντικατάστασης εξοπλισμού και βελτιώσεων – επεκτάσεων.
 - Εκτίμηση κόστους λειτουργίας:
 - ο κόστος διοίκησης·
 - ο κόστος αμοιβών προσωπικού και είδος προσωπικού·
 - ο κόστος συντήρησης·
 - ο κόστος ενέργειας που καταναλώνεται·
 - ο λοιπές δαπάνες (ασφάλιση, φόροι, κλπ.).
- 2.14 Οικονομικά οφέλη (άμεσα, έμμεσα), κόστος αγροτικού νερού, ανάλυση κόστους – οφέλους.
- 2.15 Επίδραση στα αναπτυξιακά σχέδια της περιοχής (αγροτικός τομέας, μεταποίηση, υπηρεσίες αναψυχής, οικοτουρισμός και αγροτουρισμός) και αντίστροφα, επαναδιατύπωση των γεωργοοικονομικών συνθηκών της περιοχής.

- 2.16 Κοινωνικές επιπτώσεις (στο μέσο εισόδημα των κατοίκων της περιοχής και τις σχέσεις κοινωνικών ομάδων).
- 2.17 Εκτίμηση επίδοσης του έργου στην κλίμακα του υδροσυστήματος:
- Αποτίμηση από υδρολογική άποψη·
 - Εκπόνηση ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης·
 - Περιβαλλοντική αποτίμηση·
 - Αποτίμηση επίδοσης έργου από αναπτυξιακή και οικονομική άποψη·
 - Διαπίστωση του βαθμού εξάρτησης του έργου από άλλα και της ανάγκης μελέτης του ευρύτερου υδροσυστήματος.

3. Συμπεράσματα και προτάσεις

- 3.1 Συμπεράσματα από την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης του έργου:
- Αποτύπωση της πορείας του έργου στο χρόνο σε σχέση με την επίτευξη των στόχων του.
 - Αποτίμηση του βαθμού που το έργο καλύπτει τους επικαιροποιημένους στόχους της περιόδου αποτίμησης.
- 3.2 Πλέγμα εναλλακτικών λύσεων για τη βιωσιμότητα του έργου, προτάσεις μέτρων και έργων και κοστολόγηση αυτών, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω στοιχεία και πρόσφατες πληροφορίες. Οι λύσεις πρέπει να καλύπτουν, πέραν των αναγκών του συγκεκριμένου έργου, τους ευρύτερους περιφερειακούς, τομεακούς και εθνικούς στόχους και επιδιώξεις και να συνοδεύονται από προϋπολογισμό των αναγκαίων πιστώσεων.
- 3.3 Σύγκριση κόστους των εναλλακτικών επιλογών για την ικανοποίηση των κρίσιμων στόχων (ή και συγκρίσεις κόστους και οφέλους των επιλογών).
- 3.4 Δημοσιότητα και συμμετοχικές διαδικασίες για την αποδοχή των λύσεων από τον πληθυσμό της περιοχής μελέτης. Ειδικότερα, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην ενημέρωση και εκπαίδευση των αγροτών, σε ζητήματα όπως η εξοικονόμηση νερού με εισαγωγή νέων μεθόδων άρδευσης, η προώθηση νέων, αποδοτικότερων καλλιεργειών και η χρήση νέων τεχνολογιών.

3.4 Υδρευτικά δίκτυα

3.4.1 Αστικά υδραυλικά έργα

Τα αστικά υδραυλικά έργα διακρίνονται σε υδρευτικά και αποχετευτικά. Τα πρώτα εξασφαλίζουν τη σύλληψη και την ασφαλή μεταφορά του κατάλληλου νερού στα σημεία κατανάλωσής του.

Οι καταναλώσεις νερού ύδρευσης πολλαπλασιάστηκαν από τις αρχές του αιώνα μέχρι σήμερα και σε μέσο Ευρωπαϊκό επίπεδο ανέρχονται σε 100 έως 300 λίτρα ανά κάτοικο και ημέρα. Το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών σε υδρευτικό νερό καλύπτεται σήμερα από ταμειυτήρες που συλλέγουν τα επιφανειακά νερά, δεδομένου ότι τα ασφαλέστερα υπόγεια αποθέματα δεν επαρκούν για τις υδρευτικές ανάγκες των μεγάλων αστικών κέντρων.

Το χάσμα μεταξύ των αναγκών της κοινωνίας και της ικανότητας παροχής νερού από τη φύση ολοένα και διευρύνεται. Η ζήτηση νερού αυξάνεται και, με τη γρήγορη επέκταση των αστικών περιοχών, πολλές κοινότητες είναι ή μπαίνουν σε κατάσταση έλλειψης νερού. Η υδροδότηση είναι χρήση πρώτης προτεραιότητας και αποτελεί ένα μέρος του γενικού κύκλου υπηρεσιών που αφορούν στο νερό και κυρίαρχη επιδίωξη της διαχείρισης νερού. Σε πολλές χώρες, αυτή η επιδίωξη υλοποιείται με

την παροχή σχετικά φτηνών και αξιόπιστων υπηρεσιών, βασισμένων στη διαχείριση της ζήτησης, τη διαχείριση των απωλειών στα δίκτυα διανομής, τη βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων πηγών νερού, ακόμα και την επαναχρησιμοποίηση του νερού. Τα μέτρα αυτά μπορούν να εφαρμοστούν σε καθένα από τα στάδια του κύκλου υπηρεσιών του νερού, από την υδροληψία (από υδροφορείς, ταμιευτήρες, γεωτρήσεις, ποταμούς ή ακόμα και τη θάλασσα), την επεξεργασία και τη μεταφορά, μέχρι την παράδοση του νερού σε οικιακούς και βιομηχανικούς καταναλωτές.

Πρέπει όμως να επισημανθεί ότι, η παραδοσιακή προσέγγιση στη διαχείριση της υδροδότησης με την ανάπτυξη νέων προγραμμάτων ανάπτυξης υδατικών πόρων και μεθόδων μεταφοράς, προκειμένου να κρατηθεί η παροχή πάνω από τη συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση λόγω του αυξανόμενου πληθυσμού και της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου, είναι μια πρακτική που δεν μπορεί να συνεχιστεί στο μέλλον. Η βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων πηγών νερού περιλαμβάνει μέτρα για να ελεγχθούν οι απολήψεις και τεχνητό εμπλουτισμό υδροφορέων, και ακόμη ενθαρρύνει τη συνδυασμένη χρήση πολλαπλών πηγών νερού, η οποία μπορεί να είναι βιώσιμη. Η συνδυασμένη χρήση δύο ή περισσότερων πηγών με προσεκτικά σχεδιασμένους κανόνες, μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικότερη υδροδότηση από ότι η ανεξάρτητη χρήση τους (Walsh, 1971). Η διαχείριση της ζήτησης μαζί με τη διαχείριση των απωλειών στο δίκτυο διανομής μέσω του ελέγχου της πίεσης, καθώς επίσης η χρήση μετρητών και η διαχείριση των εγκαταστάσεων θεωρούνται ως πολλά υποσχόμενες μέθοδοι μείωσης των μελλοντικών απαιτήσεων σε νερό (Marsalek, 2001).

Στη συνέχεια αναγράφονται διάφορες απόψεις για τις αρχές και τους στόχους μιας σύγχρονης και αειφορικής διαχείρισης των υδατικών πόρων και ειδικότερα της διαχείρισης αστικού νερού. Όπως είναι φυσικό, οι απόψεις αυτές μπορούν να υποβοηθήσουν, ώστε να καταστεί ευχερέστερη η καταγραφή κατά το δυνατόν σύγχρονων προδιαγραφών αποτίμησης ενός δικτύου ύδρευσης.

Για πολλές από τις δραστηριότητες που απαιτούν χρήση νερού δεν χρειάζεται το νερό να είναι προδιαγραφών πόσιμου νερού (π.χ. νερό για τουαλέτες). Η πρακτική της χρήσης υψηλής ποιότητας νερού για όλες αυτές τις δραστηριότητες μπορεί να μην είναι βιώσιμη σήμερα και πολύ περισσότερο στο μέλλον. Η παροχή μη-πόσιμου νερού (π.χ. μη επεξεργασμένα ή μερικώς επεξεργασμένα επιφανειακά νερά και όμβρια, ανακύκλωση, επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση νερού) είναι μια επιλογή που ερευνάται για μερικές περιοχές. Η παροχή δεύτερης ποιότητας νερού (για πλύσιμο ρούχων και τουαλέτες) μπορεί να βοηθήσει στην αντιστάθμιση του κόστους επεξεργασίας και μεταφοράς περισσότερου πόσιμου νερού, και να αυξήσει τη βιωσιμότητα της παροχής του στο μέλλον.

Τέλος, η καλύτερη πρακτική ολοκληρωμένης διαχείρισης της υδροδότησης προϋποθέτει την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των υδατικών πόρων και την ανάπτυξη διασύνδεσης των δικτύων μεταφοράς, μέτρα διατήρησης του νερού βασισμένα στη δημόσια εκπαίδευση, ανάπτυξη τεχνικών μείωσης της ζήτησης νερού σε όλους τους τομείς και χρησιμοποίηση εναλλακτικών υδατικών πόρων. Οι εναλλακτικοί αυτοί πόροι περιλαμβάνουν την επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων (π.χ. στο Ισραήλ, μέχρι και 70% των υγρών αποβλήτων επαναχρησιμοποιείται για γεωργικούς σκοπούς), τη συλλογή των ομβρίων και των επιφανειακών απορροών για τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων, αλλά και για άλλους σκοπούς, και τέλος την αφαλάτωση των υφάλμυρων νερών (IWA, 2000).

Οι αστικές περιοχές χαρακτηρίζονται από μεγάλες αδιαπέρατες επιφάνειες (π.χ. δρόμοι, στέγες), οι οποίες προκαλούν υψηλούς ρυθμούς και όγκους επιφανειακής απορροής και συνεισφέρουν στη μείωση της επαναφόρτισης των υπόγειων υδροφορέων. Επιπλέον, η αστική επιφανειακή απορροή είναι φορέας ρύπων και μπορεί να μεταφέρει μεγάλες ποσότητες στερεών. Κατά συνέπεια, η αποχέτευση ομβρίων εξυπηρετεί όχι μόνο την άνεση των κατοίκων των αστικών κέντρων, αλλά και την επαναφόρτιση των υπόγειων υδροφορέων και την προστασία από την ρύπανση των υδάτινων

αποδεκτών. Μεγάλες πρόοδοι έχουν επιτευχθεί στον τομέα της τεχνολογίας αποχέτευσης ομβρίων μέσω της εφαρμογής τεχνικών διαχείρισης ομβρίων, οι οποίες αποτρέπουν ή μετριάζουν τις πιθανές επιπτώσεις της αστικοποίησης στην επιφανειακή απορροή και τους υδάτινους αποδέκτες, αλλά και μέσω της αποθήκευσης και επεξεργασίας για τον έλεγχο των υπερχειλίσεων παντοροϊκών αποχετευτικών δικτύων (Marsalek, 2001).

Στη διεθνή βιβλιογραφία φαίνεται ότι μια σχετικά νέα διάσταση στην διαχείριση αστικού νερού είναι η προστασία των υδάτινων αποδεκτών ως στοιχείων αναψυχής, αισθητικής, περιβάλλοντος και οικολογίας. Καθεμιά από αυτές τις χρήσεις νερού επιβάλλει συγκεκριμένες απαιτήσεις στην ποιότητά του και στα μέτρα, που αποτρέπουν την υποβάθμιση των ευεργετικών αυτών χρήσεων.

Τα αστικά ύδατα χρησιμοποιούνται για διάφορους τύπους αναψυχής, όπως είναι η κωπηλασία, το θαλάσσιο σκι, το ψάρεμα, η κολύμβηση και το παιχνίδι με το νερό. Οι κίνδυνοι δημόσιας υγείας που συνδέονται με τις δραστηριότητες αυτές ποικίλλουν. Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στην ποιότητα της χρήσης αναψυχής του νερού, ιδιαίτερα όπου το νερό χρησιμοποιείται για κολύμβηση (Marsalek, 2001).

Τα αισθητικά χαρακτηριστικά εξάλλου των αστικών υδάτων αφορούν γενικά στη συντήρηση ή την αποκατάσταση της φυσικής μορφής και εμφάνισης των υδάτων, συχνά μέσω μιας προσπάθειας για να επιστρέψουν τα αστικά ποτάμια στον αρχικό ρου τους και να αποκτήσουν τα φυσικά χαρακτηριστικά γνωρίσματά τους, την παρόχθια βλάστηση και τους φυσικούς διαδρόμους τους. Αυτό περιλαμβάνει επίσης την αποκατάσταση των υδροβιότοπων και των οικοσυστημάτων, τα οποία μπορεί να υπερβαίνουν κατά πολύ τις ίδιες τις αστικές ζώνες (π.χ. στην περίπτωση των μεταναστευτικών πουλιών). Ένας τέτοιος στόχος συσχετίζεται άμεσα με τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης (Marsalek, 2001).

Οι αστικοί υδάτινοι αποδέκτες είναι επίσης σημαντικοί για τις περιβαλλοντικές και οικολογικές λειτουργίες τους, τη φιλοξενία υδροβιότοπων και καταφυγίων για την άγρια ζωή, αλλά και τον εκπαιδευτικό ρόλο τους για τους κατοίκους της πόλης. Συνεπώς, έχουν εισαχθεί διάφορα κριτήρια βιολογικής ακεραιότητας των αστικών υδάτινων αποδεκτών και η υποστήριξη της βιολογικής ακεραιότητας γίνεται ένας από τους στόχους της διαχείρισης αστικού νερού ανάπτυξης (Marsalek, 2001).

Η ενιαία διαχείριση των αστικών υδάτων απαιτεί καθολικές τεχνικές προγραμματισμού, που αντιμετωπίζουν όλους τους διαχειριστικούς στόχους και τους περιορισμούς των διαθέσιμων πόρων. Ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στον προγραμματισμό νέων αστικών ζωνών και την αναβάθμιση – ανάπλαση των παλαιών (Marsalek, 2001). Ίσως ο δυσκολότερος στόχος είναι να δικαιολογηθεί η αναβάθμιση και η ανάπλαση ήδη υπάρχουσών αστικών ζωνών, οι οποίες έχουν υποδομές λειτουργικές μεν, αλλά ξεπερασμένες.

Η παροχή υπηρεσιών αστικού νερού έχει επιπτώσεις όχι μόνο στις αστικές περιοχές, στις οποίες απευθύνεται, αλλά και σε άλλες περιοχές, που μπορεί να βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση, μερικές φορές ακόμη και σε διαφορετική λεκάνη απορροής. Τέτοια είναι η περίπτωση νερού, επιφανειακού ή υπόγειου, το οποίο μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις προς την αστική ζώνη, όπως η ύδρευση της Αθήνας και Θεσσαλονίκης. Υπό αυτή την έννοια, η διαχείριση αστικού νερού επιδρά στον υδρολογικό κύκλο και άλλων περιοχών. Είναι γενικά ευεργετικό να μειώνονται τέτοιες επιπτώσεις μέσω της διαχείρισης της ζήτησης και την επαναχρησιμοποίηση του νερού. Πάντως ο γενικός στόχος της βιωσιμότητας υποστηρίζεται από τη συνολική διαχείριση του αστικού κύκλου του νερού σε όλες τις επηρεαζόμενες περιοχές.

Επιπλέον, οι συνθήκες στα ρέματα έξω από την αστική περιοχή μπορεί να επιβάλουν πρόσθετους περιορισμούς στην διαχείριση του αστικού νερού, ιδιαίτερα σε σχέση με την προστασία των κατάντη υδάτων, των υδρόβιων οικοσυστημάτων τους, αλλά και των περιοχών κατοικίας.

3.4.2 Δίκτυα διανομής υδρευτικού νερού

Με τον όρο *δίκτυο διανομής υδρευτικού νερού* εννοείται το σύστημα μεταφοράς επεξεργασμένου νερού από μια μονάδα επεξεργασίας νερού (ΜΕΝ) ως τα σημεία κατανάλωσης. Ως σημείο κατανάλωσης θεωρείται το σημείο αμέσως κατάντη του υδρομετρητή κάθε καταναλωτή, από το οποίο ξεκινά το ιδιωτικό δίκτυο του καταναλωτή. Η αποτίμηση ενός δικτύου διανομής υδρευτικού νερού δεν νοείται στην κλίμακα της μεμονωμένης συνιστώσας του δικτύου είτε πρόκειται για τις κύριες συνιστώσες (αγωγοί, αντλίες, δεξαμενές) είτε πρόκειται για εξαρτήματα του λοιπού εξοπλισμού του δικτύου. Οι λόγοι είναι οι ακόλουθοι:

- Για την εξυπηρέτηση των στόχων του δικτύου δεν ενδιαφέρει μόνον η «καλή κατάσταση» της κάθε συνιστώσας, αλλά το αποτέλεσμα που προκύπτει από τη συνεργασία των επί μέρους συνιστωσών.
- Αν και αυτό ισχύει γενικά για κάθε σύστημα, στα δίκτυα διανομής είναι ο απόλυτος κανόνας από την κατασκευή του δικτύου, καθόσον αυτό περιλαμβάνει απαραίτητα, για κάθε λειτουργία του, εφεδρικές συνιστώσες για την επίτευξη υψηλής αξιοπιστίας στη λειτουργία του (π.χ. διπλή διαδρομή νερού μέχρι τα σημεία κατανάλωσης).
- Λόγω αυτής της πολλαπλής δυνατότητας εξυπηρέτησης των στόχων τους αλλά και του υψηλού κόστους αναβάθμισής τους, τα δίκτυα διανομής στην πράξη δεν συντηρούνται μέχρι να εμφανιστεί σοβαρή βλάβη.

Επισημαίνεται ότι το δίκτυο διανομής είναι ένα «κλειστό», ως προς την υδραυλική του λειτουργία σύστημα. Ωστόσο, έστω και έμμεσα, το εσωτερικό δίκτυο επιδρά καθοριστικά στο σύστημα των υδατικών πόρων από το οποίο τροφοδοτείται, δεδομένου ότι η κατανάλωση νερού επηρεάζεται από παράγοντες όπως οι διαρροές και η διαχείριση της αστικής ζήτησης, ζητήματα δηλαδή που άπτονται του συγκεκριμένου συστήματος.

Ένας συνοπτικός κατάλογος των συνιστωσών ενός τυπικού δικτύου διανομής υδρευτικού νερού περιλαμβάνει, μεταξύ πιθανώς και άλλων, τα ακόλουθα:

α) Έργα Πολιτικού Μηχανικού

- σωλήνες υπό πίεση·
- εξαρτήματα σύνδεσης σωλήνων·
- κτήρια αντλιοστασίων·
- δεξαμενές αποθήκευσης και αναρρύθμισης (συνήθως σε ημερήσια βάση).

β) Έργα Μηχανολόγου και Ηλεκτρολόγου Μηχανικού

- αντλητικά ζεύγη·
- λοιπά εξαρτήματα αντλητικών ζευγών (δικλείδες, όργανα αυτόματου ελέγχου, διατάξεις ελέγχου υδραυλικού πλήγματος)·
- πυροσβεστικοί κρουνοί·
- δικλείδες απομόνωσης, δικλείδες ελέγχου παροχής, δικλείδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής·
- δικλείδες ασφαλείας (για εξαγωγή αέρα, θραύση κενού κλπ.)·
- παροχόμετρα·
- συσκευές αυτόματου ελέγχου.

Η διαχείριση ενός δικτύου συνίσταται στον χειρισμό συσκευών ελέγχου της ροής του νερού (δικλείδες, αντλίες) με χειροκίνητο ή αυτόματο τρόπο (μέσω συστημάτων αυτόματου ελέγχου), καθώς και στο χειρισμό ποσοτήτων χημικών ουσιών (κυρίως ενώσεων χλωρίου για απολύμανση). Ακόμη, περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες επιδιόρθωσης, αναβάθμισης ή αντικατάστασης συνιστωσών του δικτύου ή σταδιακής επέκτασής του, αν και το τελευταίο υπάγεται μάλλον στο σχεδιασμό νέου έργου. Τέλος, περιλαμβάνει τον εντοπισμό και περιορισμό αφανών διαρροών, τον καθαρισμό κύριων αγωγών από συσσωρευμένους ρύπους, ασκήσεις ετοιμότητας για αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών επείγουσας ανάγκης (βλάβες ή δολιοφθορές) και διατήρησης δεδομένων λειτουργίας του δικτύου (βάση δεδομένων παροχής και πίεσης, βλαβών, έκτακτων περιστατικών κλπ.). Στόχοι της διαχείρισης του δικτύου είναι:

- η επίτευξη υψηλής αξιοπιστίας στην παροχή νερού στην κατάλληλη ποσότητα, πίεση και ποιότητα στα σημεία κατανάλωσης·
- η μείωση του κόστους λειτουργίας (κυρίως του κόστους άντλησης)·
- η μείωση των απωλειών νερού στο δίκτυο, πραγματικών (που οφείλονται σε θραύσεις, κακές συνδέσεις, κλπ.) και πλασματικών (που οφείλονται σε παράνομες συνδέσεις)·
- η μείωση του περιβαλλοντικού κόστους, που μεταφράζεται σε μείωση της κατανάλωσης και άρα και της ποσότητας των λυμάτων προς επεξεργασία και διάθεση στο περιβάλλον·
- η μείωση της κατανάλωσης, που μεταφράζεται σε οικονομία άντλησης (άρα και ενέργειας που καταναλώνεται) και εξοικονόμηση υδατικών πόρων·
- η δημόσια εκπαίδευση για τη διαχείριση και εξοικονόμηση νερού·
- η έρευνα για τις δυνατότητες επαναχρησιμοποίηση νερού για διάφορες χρήσεις·
- η επισήμανση εναλλακτικών υδατικών πόρων, π.χ. υγρά απόβλητα, συλλογή όμβριων και επιφανειακών απορροών για διάφορες χρήσεις (όπως για εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων), αφαλάτωση υφάλμυρων νερών.

3.4.3 Προδιαγραφές αποτίμησης υδρευτικών δικτύων

Στην περίπτωση των υδρευτικών δικτύων δεν ακολουθείται ακριβώς το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο. Πάντως, οι προδιαγραφές ενός δικτύου διανομής υδρευτικού νερού, σε βασικές ομάδες παραμέτρων, για τα τρία βήματα της διαδικασίας αποτίμησης είναι συνοπτικά οι ακόλουθες:

1. Εντοπισμός στόχων της αποτίμησης

- 1.1 Περιγραφή του έργου και των σταδίων κατασκευής ή και βελτίωσής του.
- 1.2 Εντοπισμός του στόχου ή των πολλαπλών στόχων του έργου κατά το στάδιο του σχεδιασμού του και εκτίμηση της διαχρονικής τους εξέλιξης μέχρι σήμερα.
- 1.3 Συνοπτική παράθεση των κύριων προβλημάτων του έργου και επομένως των δεδομένων και λόγων, που επιβάλλουν την εκπόνηση της μελέτης αποτίμησής του.
- 1.4 Με βάση τα παραπάνω, επισήμανση κρίσιμων μεγεθών ή και άλλων παραμέτρων, που αποτυπώνουν την επίδοση του έργου ως προς τους σκοπούς του.

2. Καταγραφή και αξιολόγηση της σημερινής κατάστασης του έργου

Μετά τις επισημάνσεις του πρώτου σταδίου της αποτίμησης επιλέγονται, κατά περίπτωση, από τις παραμέτρους που ακολουθούν, οι κατάλληλες για την αξιολόγηση του έργου.

- 2.1 Καταγραφή, ενδεχόμενη επεξεργασία και αποθήκευση σε βάση δεδομένων της τοπολογίας, των διαστάσεων, των υλικών και της καλής κατάστασης όλων των συνιστωσών του δικτύου.

- 2.2 Εκτίμηση της ζήτησης νερού στο χώρο (κατά ζώνες) και στο χρόνο (σημερινή, μελλοντική) και σε διάφορες χρονικές κλίμακες (ετήσια μηνιαία, ημερήσια, ωριαία), αλλά και των ακραίων τιμών της (μέγιστη ημερήσια, μέγιστη ωριαία κλπ.).
- 2.3 Κατάρτιση μαθηματικού μοντέλου προσομοίωσης (με ή χωρίς βελτιστοποίηση) του δικτύου και εφαρμογή του στις υφιστάμενες συνθήκες.
- 2.4 Κατάρτιση σεναρίων μελλοντικής λειτουργίας του δικτύου (με επιλογή μελλοντικού σεναρίου ζήτησης και «κατάστασης» του δικτύου).
- 2.5 Εφαρμογή του μοντέλου για κάθε σενάριο μελλοντικής διαχείρισης.
- 2.6 Μετεπεξεργασία (post-processing) των εξαγόμενων του μοντέλου και αποτίμηση της καλής λειτουργίας του δικτύου (επίτευξη των στόχων του δικτύου). Στο σημείο αυτό εκτιμάται η διακύμανση της πίεσης σε διάφορα σημεία του δικτύου, η ποιότητα του νερού και το κόστος λειτουργίας ανά τμήμα του δικτύου.
- 2.7 Προτάσεις μέτρων βελτίωσης του δικτύου και διαμόρφωση νέων σεναρίων με αναβάθμιση ή επιδιόρθωση ή και καθαίρεση συνιστωσών του δικτύου.
- 2.8 Διερεύνηση νέων σεναρίων και διαμόρφωση τελικών προτάσεων για το δίκτυο στο σύνολό του.
- 2.9 Μέτρα δημόσιας εκπαίδευσης για τη διατήρηση και εξοικονόμηση νερού.
- 2.10 Διερεύνηση δυνατοτήτων επαναχρησιμοποίησης.
- 2.11 Επισήμανση εναλλακτικών υδατικών πόρων, π.χ. υγρά απόβλητα, συλλογή ομβρίων και επιφανειακών απορροών για διάφορες χρήσεις (όπως για εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων), αφαλάτωση υφάλμυρων νερών.
- 2.12 Μέτρα διαχείρισης ομβρίων.
- 2.13 Γενικά μέτρα για τη ποιοτική υποστήριξη της βιολογικής ακεραιότητας των αστικών υδάτινων αποδεκτών. Ειδικότερα, προτάσεις μέτρων για αναβάθμιση και αποκατάσταση της φυσικής μορφής αστικών επιφανειακών υδάτων ή των φυσικών οικοσυστημάτων τους και χρήση τους για αναψυχή. Μέτρα για την ποιοτική στάθμη του νερού αυτής της κατηγορίας, κυρίως εφόσον είναι για κολύμβηση.

3. Συμπεράσματα και προτάσεις

- 3.1 Συμπεράσματα από την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης του έργου:
 - Αποτύπωση της πορείας του έργου στο χρόνο σε σχέση με την επίτευξη των στόχων του·
 - Αποτίμηση του βαθμού που το έργο καλύπτει τους επικαιροποιημένους στόχους της περιόδου αποτίμησης.
- 3.2 Πλέγμα εναλλακτικών λύσεων για τη βιωσιμότητα του έργου, προτάσεις μέτρων και έργων και κοστολόγηση αυτών, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω στοιχεία και πρόσφατες πληροφορίες. Οι λύσεις πρέπει να καλύπτουν, πέραν των αναγκών του συγκεκριμένου έργου, τους ευρύτερους περιφερειακούς, τομεακούς και εθνικούς στόχους και επιδιώξεις και να συνοδεύονται από προϋπολογισμό των αναγκαίων πιστώσεων.
- 3.3 Σύγκριση κόστους των εναλλακτικών επιλογών για την ικανοποίηση των κρίσιμων στόχων (ή και συγκρίσεις κόστους και οφέλους των επιλογών).
- 3.4 Δημοσιότητα και συμμετοχικές διαδικασίες για την αποδοχή των λύσεων από τον πληθυσμό της περιοχής μελέτης.

4 Η πρακτική στον ελληνικό και διεθνή χώρο

4.1 Εισαγωγή

Παρουσιάζονται τέσσερα αντιπροσωπευτικά παραδείγματα ερευνητικών μελετών, οι στόχοι των οποίων βρίσκονται σε αρμονία με το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο. Οι μελέτες αυτές, τρεις από τις οποίες στον ελληνικό χώρο και μία στον διεθνή, αναφέρονται:

- στον υδροηλεκτρικό ταμιευτήρα Πλαστήρα (παράδειγμα αποτίμησης μεμονωμένου έργου ταμίευσης)·
- στα αρδευτικά δίκτυα Αλφειού και Πηνειού (παράδειγμα αποτίμησης μεμονωμένων αρδευτικών έργων)·
- στο υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας (παράδειγμα αποτίμησης σύνθετων υδραυλικών έργων στην κλίμακα του υδροσυστήματος)·
- στα φράγματα του ποταμού Elwha (παράδειγμα αποτίμησης οφέλους από την καθαίρεση φραγμάτων).

Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί ότι καμία από τις παραπάνω μελέτες δεν αντιμετωπίζουν το θέμα της αποτίμησης ολοκληρωμένα. Ανάλογα με το σκοπό τους, εστιάζουν σε συγκεκριμένα ζητήματα, ενώ άλλα τα αντιμετωπίζουν επιγραμματικά και άλλα τα παραλείπουν εντελώς. Συνεπώς, μετά τη συνοπτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών των εξεταζόμενων έργων, της μεθοδολογίας που εφαρμόζεται και των συμπερασμάτων που προκύπτουν, γίνεται μια κριτική θεώρηση της κάθε μελέτης, ώστε να εντοπιστούν τυχόν παραλείψεις σε σχέση με τις απαιτήσεις μιας ολοκληρωμένης μελέτης αποτίμησης.

4.2 Ταμιευτήρας Πλαστήρα

4.2.1 Εισαγωγή

Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτίμησης μεμονωμένου έργου ταμίευσης επιφανειακών υδατικών πόρων, παρουσιάζεται η περίπτωση του ταμιευτήρα Πλαστήρα, για τον οποίο έχουν γίνει μία από τις ελάχιστες ολοκληρωμένες προσεγγίσεις στον ελληνικό χώρο. Συγκεκριμένα, πρόκειται για την εκπόνηση μιας συνθετικής μελέτης, με στόχο της αξιολόγησης της υφιστάμενης κατάστασης, την εκτίμηση της πραγματικής επίδοσης του ταμιευτήρα και την θέσπιση κανόνων διαχείρισης, που έγινε στα πλαίσια του ερευνητικού έργου *Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*. Το έργο αυτό ήταν μονοετούς διάρκειας, και ανατέθηκε το 2002 από τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Καρδίτσας και το Δήμο Καρδίτσας στον Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου¹.

¹ Πληροφορίες για το ερευνητικό έργο, καθώς και οι σχετικές τεχνικές εκθέσεις, είναι διαθέσιμες στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.itia.ntua.gr/g/projinfo/77/>.

4.2.2 Περιοχή μελέτης και χαρακτηριστικά μεγέθη του έργου

Η τεχνητή λίμνη Πλαστήρα, που βρίσκεται 18 km δυτικά της πόλης της Καρδίτσας, είναι ένα από τα παλαιότερα υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ. Η λίμνη δημιουργήθηκε από την κατασκευή τοξωτού φράγματος από σκυρόδεμα στον παραπόταμο Ταυρωπό (Μέγδοβα) του Αχελώου, κατά τη χρονική περίοδο 1956-62. Ο ταμιευτήρας έχει ωφέλιμη χωρητικότητα 286 hm³ (συνολική 362 hm³) και μέγιστη επιφάνεια 25 km². Η στάθμη υδροληψίας βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο +776.0 m, ενώ η στάθμη υπερχείλισης στα +792.0 m.

Η λεκάνη ανάντη του φράγματος Πλαστήρα, έκτασης 161.3 km², έχει μέση ετήσια καθαρή απορροή 153.2 hm³. Το αντίστοιχο ισοδύναμο ύψος απορροής ανέρχεται σε 1058 mm, τιμή που είναι ιδιαίτερα υψηλή όχι μόνο για τα ελληνικά αλλά και τα παγκόσμια δεδομένα και καταδεικνύει το πλούσιο επιφανειακό υδατικό δυναμικό της λεκάνης. Το γεγονός αυτό αιτιολογείται από το ότι ο ταμιευτήρας ανήκει στο υδατικό σύστημα του Αχελώου, οπότε οι τιμές του ύψους απορροής είναι πολύ υψηλές, αντίστοιχα με αυτές της λεκάνης του Αχελώου.

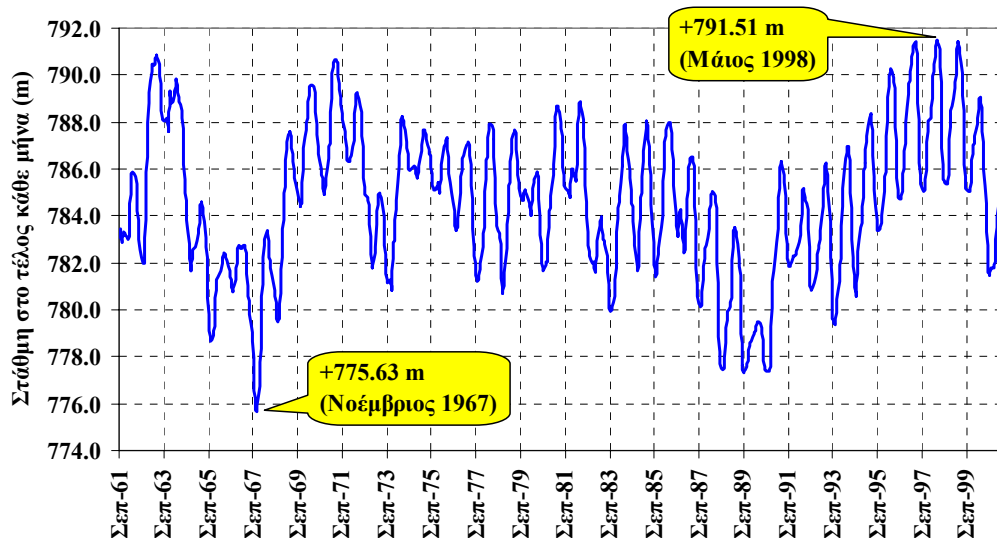
Η υδροηλεκτρική διάταξη περιλαμβάνει τρεις υπαίθριες μονάδες Pelton, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 129.9 MW. Η προσαγωγή από τον ταμιευτήρα γίνεται μέσω σήραγγας μήκους 2625 m και διαμέτρου 3.50 m. Το μέγιστο ύψος πτώσης, το οποίο αντιστοιχεί στην ανώτατη στάθμη λειτουργίας, ανέρχεται σε 577 m, και είναι από τα μεγαλύτερα στον ελληνικό χώρο. Μετά την έξοδό του από τους στροβίλους, το νερό οδηγείται σε μια αναρρυθμιστική δεξαμενή, και στη συνέχεια διοχετεύεται για την κάλυψη των αναγκών ύδρευσης και άρδευσης του Νομού Καρδίτσας αλλά και άλλων περιοχών της Θεσσαλίας. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι δεν έχει προβλεφθεί διάταξη εξόδου του νερού κατάντη του φράγματος, με συνέπεια την πλήρη διακοπή της ροής του ποταμού. Δηλαδή, το φράγμα λειτουργεί, πρακτικά, ως έργο εκτροπής, με το σύνολο των ανάντη εισροών να διοχετεύονται από την υδρολογική λεκάνη του Αχελώου σε αυτή του Πηνειού.

4.2.3 Ιστορικό διαχείρισης

Το ιστορικό του καθεστώτος της διαχείρισης του ταμιευτήρα Πλαστήρα χαρακτηρίζεται από εντατική και ανεξέλεγκτη χρήση του υδατικού δυναμικού του, είτε για ενεργειακούς είτε για αρδευτικούς σκοπούς. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του έργου (πάνω από 40 έτη), η ετήσια απόληψη είναι άμεσα εξαρτώμενη από τις υδρολογικές εισροές, με αποτέλεσμα να εμφανίζει μεγάλες διακυμάνσεις από έτος σε έτος. Αντίστοιχα έντονες είναι οι διακυμάνσεις της στάθμης, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στο διάγραμμα του Σχήματος 4.1. Με την υφιστάμενη διαχείριση, κατά την οποία η ζήτηση διαμορφώνεται ανάλογα με το εκάστοτε καθεστώς των εισροών, αίρεται πλήρως ο ρόλος του ταμιευτήρα ως έργου υπερετήσιας ρύθμισης, που έχει ως στόχο να αποθηκεύει νερό κατά τις περιόδους υψηλής υδροφορίας και να το αποδίδει κατά τις περιόδους χαμηλής υδροφορίας. Επιπλέον, η έντονη διακύμανση της στάθμης έχει ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της φυσιογνωμίας του τοπίου αλλά και την υποβάθμιση της ποιότητας του υδάτινου περιβάλλοντος.

Αν και ο ταμιευτήρας Πλαστήρα σχεδιάστηκε ως έργο ενεργειακής σκοπιμότητας, με στόχο ετήσιας παραγωγής 250 GWh, κατά τα τελευταία 20 έτη περίπου εξελίχθηκε σε έργο αρδευτικού, κυρίως, σκοπού. Αυτή η αλλαγή του σκοπού του έργου είχε ως αποτέλεσμα να αλλάξει σημαντικά η μηνιαία κατανομή των εκροών, που ενώ μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1980 παρουσίαζαν μια σχετική ομοιομορφία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, έκτοτε συγκεντρώνονται σχεδόν αποκλειστικά κατά τη θερινή περίοδο. Η ανισοκατανομή των απολήψεων και η πλήρης εξάρτησή τους από την αρδευτική ζήτηση δεν επιτρέπει στη ΔΕΗ τον ορθολογικό ενεργειακό προγραμματισμό. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η μέση ετήσια παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας κατά τη δεκαετία 1985-2000 ανήλθε σε μόλις 160 GWh, έναντι 220 GWh την περίοδο 1962-1984. Επιπλέον, η αδυναμία παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας (ενέργειας δηλαδή εγγυημένης στο 100% του χρόνου) έχει

οδηγήσει σε μείωση κατά 50% της αξίας της. Παράλληλα, η άμεση εξάρτηση των απολήψεων από τις υδρολογικές συνθήκες αφαιρεί από τους αρμόδιους φορείς τη δυνατότητα μακροπρόθεσμου προγραμματισμού της γεωργικής παραγωγής.



Σχήμα 4.1: Ιστορική χρονοσειρά διακύμανσης στάθμης ταμιευτήρα Πλαστήρα (Πηγή: ΔΕΗ - Διεύθυνση Εκμετάλλευσης).

4.2.4 Χρήσεις ύδατος και εξέλιξή τους

Μετά την σταδιακή υποβάθμιση του ενεργειακού χαρακτήρα του έργου, η κυριότερη (από άποψη ποσότητας) χρήση νερού είναι η άρδευση. Το Υπουργείο Γεωργίας εκτιμά ότι πάνω από 150000 στρέμματα ετησίως αρδεύονται από τον ταμιευτήρα. Οι ανάγκες των αρδευτικών δικτύων, έκτασης 120000 στρεμμάτων, εκτιμώνται σε περίπου 80 hm^3 , ενώ οι υπόλοιπες ποσότητες ζητούνται για τις ανάγκες των κατάντη περιοχών Καρδίτσας, Τρικάλων και Λάρισας. Οι συνολικές αρδευτικές ανάγκες εκτιμώνται σε 145 hm^3 . Επιπλέον, ο ταμιευτήρας καλύπτει τις ανάγκες ύδρευσης του Συνδέσμου Καρδίτσας και των πέριξ κοινοτήτων (συνολικά 37 Δήμοι και Κοινότητες), που ανέρχονται σε 15 hm^3 ετησίως.

Την τελευταία δεκαετία, στα παραπάνω έχει προστεθεί η αναψυχή, που είναι μια μη καταναλωτική χρήση νερού. Συγκεκριμένα, λόγω του ιδιαίτερου φυσικού κάλλους της περιοχής (ορεινό λιμναίο τοπίο), το οποίο είναι μοναδικό στον ελληνικό χώρο, παρατηρείται έντονη και με ραγδαίο ρυθμό εξελισσόμενη τουριστική ανάπτυξη, που αποτελεί σημαντική πηγή εισοδήματος για τους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής. Η διατήρηση της υψηλής αισθητικής του τοπίου αποτελεί αναμφισβήτητο στόχο της διαχείρισης του ταμιευτήρα, και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη παράλληλα με τις υπόλοιπες χρήσεις του έργου.

Συνεπώς, ο ταμιευτήρας Πλαστήρα είναι ένα έργο σύνθετου χαρακτήρα, που εξυπηρετεί πολλαπλές και αντικρουόμενες χρήσεις νερού (άρδευση, ύδρευση, παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, αναψυχή) και συνδέεται άρρηκτα με τις οικονομικές και κοινωνικές δραστηριότητες της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

4.2.5 Συνιστώσες του προβλήματος και πλαίσιο αντιμετώπισης

Λόγω της ύπαρξης πολλαπλών και αντικρουόμενων χρήσεων, η διαχείριση του ταμιευτήρα Πλαστήρα προϋποθέτει τη διατήρηση της υψηλής ποιότητας του φυσικού τοπίου, την κατάλληλη για ύδρευση ποιότητα των νερών, τη διευθέτηση των αλληλοσυγκρουόμενων απαιτήσεων και χρήσεων νερού και τη θέσπιση ορθολογικών αρχών λειτουργίας του έργου. Για τους λόγους αυτούς, στη μελέτη διερευνήθηκε η επίδοση του ταμιευτήρα από τρεις σκοπιές, και συγκεκριμένα:

- υδρολογία·
- ποιότητα του νερού·
- αισθητική του τοπίου.

Η παραπάνω προσέγγιση είναι σύμφωνη με τη σύγχρονη αντίληψη για τη διαχείριση των υδατικών πόρων, η οποία απαιτεί ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του προβλήματος, με ενσωμάτωση όλων των τεχνικών, περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών παραμέτρων, στα πλαίσια μιας βιώσιμης ανάπτυξης.

Στη συνέχεια περιγράφονται, συνοπτικά, οι τρεις συνιστώσες του προβλήματος, και στο τέλος γίνεται η σύνθεση των συμπερασμάτων, με στόχο τη θέσπιση ενός ορθολογικού πλαισίου διαχείρισης. Στην πράξη, οι στόχοι της ανάλυσης τίθενται με τη μορφή του περιορισμού του επιτρεπόμενου εύρους διακύμανσης της στάθμης (σε σχέση με το τεχνικά διαθέσιμο των 16 m), με τον καθορισμό μιας κατώτατης στάθμης πραγματοποίησης των απολήψεων. Ζητούμενο της ανάλυσης είναι η επιλογή της τιμής της ελάχιστης αυτής στάθμης με την οποία θα εξασφαλίζονται, ταυτόχρονα, ικανοποιητική απόληψη νερού για την ικανοποίηση των αρδευτικών και υδρευτικών αναγκών, ικανοποιητική ποιότητα νερού και ικανοποιητική αισθητική του τοπίου, όπως αυτή διαμορφώνεται από το καθεστώς διακύμανσης της στάθμης.

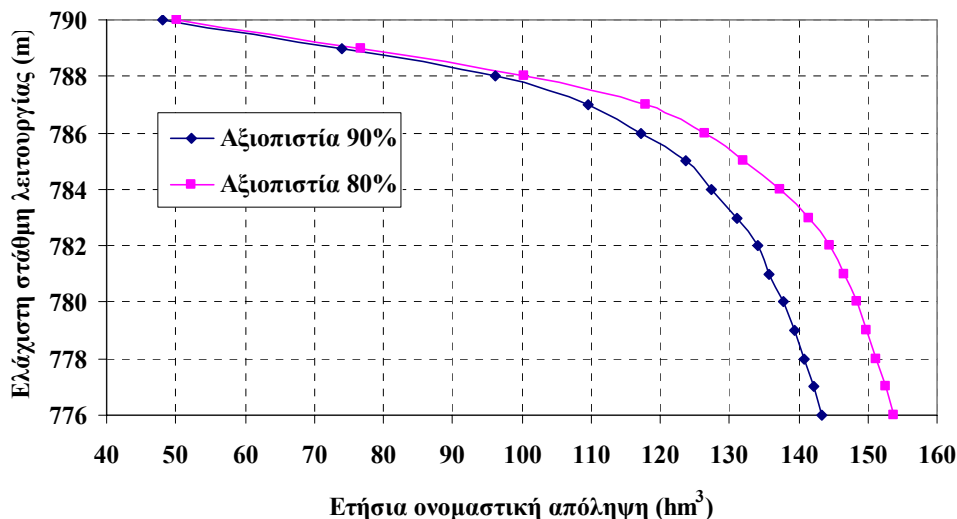
4.2.6 Υδρολογική θεώρηση

Η ορθολογική διαχείριση του ταμιευτήρα Πλαστήρα προϋποθέτει, καταρχήν, τη σταθεροποίηση της τιμής της ετήσιας απόληψης. Η παραπάνω πολιτική παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το υφιστάμενο, ανεξέλεγκτο καθεστώς των απολήψεων. Σταθερή απόληψη συνεπάγεται δεδομένη προσφορά νερού, ανεξαρτήτως των υδρολογικών συνθηκών και με συγκεκριμένο επίπεδο αξιοπιστίας. Αυτό, με τη σειρά του, συνεπάγεται πολύ καλύτερο προγραμματισμό όλων των παραγωγικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη λειτουργία του ταμιευτήρα (π.χ., γεωργικές καλλιέργειες).

Ζητούμενο της υδρολογικής ανάλυσης ήταν η εκτίμηση της εγγυημένης απόληψης που μπορεί να επιτευχθεί με τον καθορισμό ενός κατώτατου ορίου στάθμης λειτουργίας του ταμιευτήρα (Ευστρατιάδης κ.ά., 2002). Η μεθοδολογία βασίστηκε στην τεχνική της στοχαστικής προσομοίωσης, που είναι το μόνο αξιόπιστο και μαθηματικά τεκμηριωμένο εργαλείο ανάλυσης σύνθετων συστημάτων που διέπονται από καθεστώς αβεβαιότητας. Αρχικά, με την εφαρμογή ενός στοχαστικού σχήματος δύο χρονικών επιπέδων (ετήσιου και μηνιαίου), πραγματοποιήθηκε γέννηση συνθετικών χρονοσειρών απορροής και βροχόπτωσης μήκους 1000 ετών, που αναπαράγουν τα στατιστικά χαρακτηριστικά των αντίστοιχων παρατηρημένων δειγμάτων. Ακολούθως, υλοποιήθηκε ένα μοντέλο αναπαράστασης της μηνιαίας λειτουργίας του ταμιευτήρα, που λαμβάνει υπόψη τόσο τους φυσικούς περιορισμούς που σχετίζονται με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των έργων, όσο και τους λειτουργικούς περιορισμούς. Οι τελευταίοι περιλαμβάνουν την επιλογή δύο χαρακτηριστικών μεγεθών:

- μιας σταθερής ετήσιας ζήτησης νερού, με γνωστή μηνιαία κατανομή·
- μιας κατώτατης στάθμης πραγματοποίησης των απολήψεων.

Επισημαίνεται ότι σε περίπτωση ανεπάρκειας νερού, η προτεραιότητα δόθηκε στην τήρηση του περιορισμού της ελάχιστης στάθμης, έναντι του στόχου ζήτησης. Η ανάλυση έγινε για διάφορα σενάρια κατώτατης στάθμης, από +776 m (που είναι το φυσικό όριο υδροληψίας) μέχρι +790 m, σε συνδυασμό με δύο σενάρια αξιοπιστίας, 80% και 90% σε ετήσια βάση. Για κάθε τιμή ελάχιστης στάθμης, αναζητήθηκε η αντίστοιχη τιμή της ετήσιας απόληξης που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο επίπεδο αξιοπιστίας. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στο διάγραμμα του Σχήματος 4.2.



Σχήμα 4.2: Απεικόνιση της σχέσης ελάχιστης στάθμης λειτουργίας ταμιευτήρα – ασφαλούς υδρευτικής και αρδευτικής απόληξης, για επίπεδα αξιοπιστίας 90 και 80%

Προφανώς, ο περιορισμός του επιτρεπόμενου εύρους διακύμανσης της στάθμης, άρα και του ρυθμιστικού όγκου του ταμιευτήρα, οδηγεί σε μείωση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού. Από την άλλη πλευρά, η θέσπιση του ορίου ελάχιστης στάθμης, σε συνδυασμό με τη σταθεροποίηση της απόληξης, περιορίζει σε μεγάλο βαθμό τις έντονες διακυμάνσεις της στάθμης σε σχέση με το ιστορικό προηγούμενο. Η ανάλυση κατέδειξε ότι κατά τη διάρκεια του 90% του χρόνου, η στάθμη του ταμιευτήρα κυμαίνεται 3 τουλάχιστον μέτρα πάνω από το αντίστοιχο ελάχιστο όριο λειτουργίας, ενώ πλησιάζει το εν λόγω όριο μόνο κατά τις περιόδους έμμονης ξηρασίας.

4.2.7 Ποιοτική θεώρηση

Η θεώρηση της ποιότητας των νερών είχε ως στόχο τη διερεύνηση της τροφικής κατάστασης των υδάτων της λίμνης, για διάφορα σενάρια ελάχιστης στάθμης (Ανδρεαδάκης κ.ά., 2002). Υπενθυμίζεται στις χρήσεις του ταμιευτήρα περιλαμβάνονται τόσο η ύδρευση όσο και η αναψυχή (κολύμβηση), που προϋποθέτουν της διατήρηση υψηλής ποιότητας νερού. Η ανάλυση έγινε με χρήση των ιστορικών εισροών και των αντίστοιχων προσομοιωμένων απολήψεων, που ελήφθησαν από τη μελέτη λειτουργίας του ταμιευτήρα και αναφέρονται σε περιόδους χαμηλής υδροφορίας.

Προϋπόθεση για την εκτίμηση της ποιοτικής κατάστασης των υδάτων είναι ο υπολογισμός των ρυπαντικών φορτίων που εισέρχονται στη λίμνη, και οι οποίοι προέρχονται από σημειακές και μη σημειακές πηγές. Ως σημειακοί αναφέρονται οι ρύποι που οδηγούνται στον ταμιευτήρα μέσω των αποχετευτικών δικτύων των παραλίμνιων οικισμών και των υδατορευμάτων που τροφοδοτούν τη λίμνη. Η εκτίμησή τους έγινε με βάση τις χρήσεις γης στη λεκάνη απορροής, ενώ θεωρήθηκαν διαφοροποιημένες τιμές για την τουριστική και μη τουριστική περίοδο. Από την άλλη πλευρά, οι μη σημειακές πηγές αναφέρονται σε ρύπους που μεταφέρονται στον ταμιευτήρα μέσω της επιφανειακής απορροής, και έχουν ως κύρια πηγή τη γεωργία, εξαιτίας της χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

Για δεδομένο καθεστώς διακύμανσης της στάθμης του ταμιευτήρα και δεδομένη είσοδο ρυπαντικών φορτίων, πραγματοποιήθηκε προσομοίωση της δυναμικής ορισμένων βασικών ποιοτικών παραμέτρων (με έμφαση στη χλωροφύλλη-α και το διαλυμένο οξυγόνο). Για λόγους επάρκειας, χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά μοντέλα (ένα μοντέλο ευτροφισμού, με έμφαση στις βιοχημικές διεργασίες, και ένα υδροδυναμικό μοντέλο), που βαθμονομήθηκαν με στοιχεία πεδίου. Η ανάλυση κατέδειξε ότι η υιοθέτηση ελάχιστης στάθμης +786 m εξασφαλίζει πολύ καλή (με βάση την κατάταξη που προτείνει η Οδηγία-Πλαίσιο 200/60) ποιότητα νερού, ενώ για τις στάθμες +782 και +784 m, η ποιότητα επίσης θεωρείται καλή. Αντίθετα, για στάθμη λειτουργίας μικρότερη από +780 m, η λίμνη τείνει στη μεσοτροφική κατάσταση.

4.2.8 Το τοπίο της λίμνης

Το τρίτο σκέλος της διαχείρισης του ταμιευτήρα Πλαστήρα είναι η αισθητική θεώρηση, που σχετίζεται τόσο με την τουριστική ανάπτυξη όσο και με το περιβάλλον. Στα πλαίσια αυτά, μελετήθηκε η αισθητική του τοπίου, και κυρίως η επίδραση της μεταβολής της στάθμης (*Σαργέντης και Χριστοφίδης, 2002*). Η διερεύνηση βασίστηκε τόσο σε επιτόπια έρευνα όσο και σε θεωρητική ανάλυση. Κατά την επιτόπια έρευνα πραγματοποιήθηκαν πολλαπλές επισκέψεις σε διαφορετικές εποχές του έτους, άρα και σε διαφορετικές στάθμες της λίμνης, όπου παρατηρήθηκε προσεκτικά το τοπίο, λήφθηκαν φωτογραφίες και συμπληρώθηκαν ερωτηματολόγια. Το υλικό που συγκεντρώθηκε αναλύθηκε θεωρητικά, σύμφωνα με τις αρχές που διέπουν τη διερεύνηση της αισθητικής ενός τοπίου.

Τα συμπεράσματα της ανάλυσης συνοψίζονται στα εξής: Όταν η λίμνη είναι γεμάτη, δηλαδή βρίσκεται στην ανώτατη στάθμη των +792 m, τα δέντρα στις όχθες εφάπτονται στο νερό. Το τοπίο, παρά την έντονη αντίθεση της γης που αναδύεται μέσα από το νερό, δίνει στον παρατηρητή την εντύπωση ότι είναι ενιαίο. Όταν η στάθμη πέφτει, αποκαλύπτεται μια έκταση ανάμεσα στο νερό και στα δέντρα που διαταράσσει την ενότητα του τοπίου. Στο βόρειο τμήμα της λίμνης, όπου το ανάγλυφο είναι ήπιο, αποκαλύπτονται μεγάλες ερημικές εκτάσεις, ενώ στο νότιο, όπου το ανάγλυφο είναι αδρό, αποκαλύπτεται μια υποκίτρινη λωρίδα, που στη μελέτη ονομάζεται νεκρή ζώνη. Σε στάθμες ψηλότερες από περίπου +787 m η νεκρή ζώνη εμφανίζεται πολύ λίγο, γιατί πολλά δέντρα φυτρώνουν από στάθμες +790-791 m, ενώ ρίχνουν τη σκιά τους ακόμα χαμηλότερα. Η νεκρή ζώνη, εκτός του ότι αλλοιώνει άμεσα το τοπίο, έχει και το έμμεσο αποτέλεσμα να κάνει τη λίμνη να φαίνεται άδεια, γιατί αποκαλύπτει την έκταση που θα μπορούσε να έχει η λίμνη και παρέχει το μέτρο σύγκρισης. Όσο χαμηλότερη η στάθμη, τόσο πιο έντονη είναι η αλλοίωση του τοπίου. Όπως είναι φυσικό, άνθρωποι που έχουν ξαναδεί το τοπίο σε ψηλότερη στάθμη αισθάνονται πιο έντονα την αλλοίωσή του. Οι καινούργιοι επισκέπτες είναι λιγότερο αυστηροί, αλλά παρόλα αυτά σε στάθμες κάτω από περίπου +782 m διαπιστώνουν, παρόλο που δεν έχουν μέτρο σύγκρισης, ότι το τοπίο είναι προβληματικό.

4.2.9 Συμπεράσματα - Προτάσεις

Στο τελικό στάδιο της μελέτης επιχειρήθηκε ένας συγκερασμός των τριών κριτηρίων, ήτοι της ασφαλούς απόληψης, της ποιότητας του υδάτινου περιβάλλοντος και της αισθητικής του τοπίου, με σκοπό τον προσδιορισμό της πλέον πρόσφορης διαχειριστικής πολιτικής, όπως αυτή εκφράζεται από μία παράμετρο λειτουργίας, δηλαδή την κατώτατη στάθμη πραγματοποίησης των απολήψεων. Αρχικά, προσδιορίστηκε ένα εύρος τιμών κατώτατης στάθμης, μεταξύ +780 και +788 m, για τις οποίες διαμορφώθηκε ένας πίνακας, στον οποίο συνοψίζονται οι επιπτώσεις σε σχέση με τα τρία κριτήρια. Επισημαίνεται ότι οι εν λόγω επιπτώσεις δεν είναι άμεσα συγκρίσιμες, δεδομένου ότι δεν υπάρχει ένα κοινό αριθμητικό μέγεθος που να εκφράζει τα υπόψη κριτήρια. Κατά συνέπεια, η επιλογή της στάθμης ήταν προϊόν συμβιβασμού μεταξύ των εμπειρογνομόνων που συμμετείχαν στο έργο και των φορέων της περιοχής, κάτι που εξάλλου είναι σύμφωνο με την αρχή της συμμετοχικής διαδικασίας στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση των υδατικών πόρων.

Τελικά, προτάθηκαν δύο τιμές ελάχιστης στάθμης, +786 m (που χαρακτηρίστηκε ως επιθυμητή) και +784 m (που χαρακτηρίστηκε ως αποδεκτή), με αντίστοιχη ετήσια ονομαστική απόληψη 127.5 και 117.3 hm³. Οι τιμές αυτές προέρχονται από την υδρολογική μελέτη, και αντιστοιχούν σε επίπεδο αξιοπιστίας 90% (βλ. Σχήμα 4.2). Η προτεινόμενη πολιτική λειτουργίας του ταμιευτήρα συνοψίζεται στις παρακάτω αρχές:

Σταθερή απόληψη: Κάθε χρόνο θα λαμβάνεται η ίδια ποσότητα νερού, ανεξάρτητα από τη στάθμη της λίμνης (εκτός από τις ιδιαίτερα ξηρές περιόδους, όπως εξηγείται παρακάτω).

Επίπεδο αξιοπιστίας 90%: Η ετήσια απόληψη μπορεί να ληφθεί στο 90% των περιπτώσεων. Κατά μέσο όρο, μία φορά στα δέκα χρόνια δεν θα μπορεί να ληφθεί αυτή η ποσότητα χωρίς να παραβιαστεί η κατώτατη επιτρεπόμενη στάθμη.

Αστοχία της απόληξης και όχι της στάθμης: Όταν υπάρχει αστοχία λόγω ξηρασίας, δηλαδή στο 10% των περιπτώσεων, δεν θα παραβιάζεται η κατώτατη επιτρεπόμενη στάθμη αλλά θα ελαττώνεται η απόληψη. Στην περίπτωση αυτή, ο προγραμματισμός των απολήψεων, που πρέπει να γίνεται πριν την έναρξη της αρδευτικής περιόδου, θα τροποποιείται, σε συνεννόηση των αρμόδιων φορέων.

4.2.10 Παρατηρήσεις

Ο ταμιευτήρας Πλαστήρα αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα υδραυλικού έργου μεγάλης κλίμακας, ο σκοπός του οποίου άλλαξε διαχρονικά, με την προσθήκη επιπλέον χρήσεων αλλά και περιορισμών. Σε μια τέτοια περίπτωση, η αποτίμηση του έργου κρίνεται απόλυτα αναγκαία, γιατί αποτελεί την υποδομή μιας ορθολογικής διαχειριστικής πολιτικής. Έτσι, στον ταμιευτήρα Πλαστήρα, η αποτίμηση, στην οποία ελήφθησαν υπόψη όχι μόνο τα τεχνικά μεγέθη του έργου αλλά και το γενικότερο κοινωνικό, οικονομικό και αισθητικό περιβάλλον στο οποίο αυτό εντάσσεται, οδήγησε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει δυνατότητα συμβιβασμού των αντικρουόμενων χρήσεων, που θα είναι προς όφελος όλων των εμπλεκόμενων. Για παράδειγμα, η σταθεροποίηση της αρδευτικής απόληξης, έστω και αν αυτή υπολείπεται των θεωρητικών αναγκών, θα επιτρέψει το μακροχρόνιο προγραμματισμό των καλλιεργειών, με δεδομένη μάλιστα αξιοπιστία. Από την άλλη πλευρά, η μείωση του εύρους διακύμανσης της στάθμης θα εξασφαλίσει πολύ καλή ποιότητα νερού αλλά και πολύ καλή ποιότητα του τοπίου, κάτι που είναι αναγκαίο σε μια περιοχή ιδιαίτερης φυσικής ομορφιάς, που ελκύει υψηλού επιπέδου τουρίστες.

Στη μελέτη, δεν επιχειρήθηκε κανενός είδους οικονομική αποτίμηση του έργου, ενώ η προτεινόμενη διαχειριστική πολιτική αναφέρεται σε στρατηγικό και όχι επιχειρησιακό επίπεδο. Επιπλέον, δεν εξετάστηκε η ενεργειακή συνιστώσα του έργου, αφού δεν τέθηκε το σχετικό ζήτημα από τη ΔΕΗ.

4.3 Αρδευτικά δίκτυα Αλφειού – Πηνειού

4.3.1 Εισαγωγή

Τα σύγχρονα εγγειοβελτιωτικά έργα είναι κυρίως αρδευτικά-αποστραγγιστικά και αποχετευτικά δίκτυα, με έμφαση τις περισσότερες φορές στον αρδευτικό τους ρόλο. Τα δίκτυα των ποταμών Αλφειού και Πηνειού, που βρίσκονται στον Νομό Ηλείας, αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου τύπου έργων στον ελληνικό χώρο.

Η κατασκευή των έργων αυτών έδωσαν τη δυνατότητα εισαγωγής στην περιοχή δυναμικών καλλιεργειών (αραβόσιτος, βιομηχανική ντομάτα, βαμβάκι, καρπούζι, κλπ.) με υψηλές αποδόσεις, βελτιώνοντας έτσι σημαντικά το επίπεδο ζωής των αγροτών-χρηστών. Όμως, η αναμενόμενη ανάπτυξη δεν επιτεύχθηκε, λόγω των προβλημάτων και των ανεπαρκειών που σημειώθηκαν, και οι οποίες αφορούσαν στη διαχείριση και εκμετάλλευση των δικτύων.

Τα σημερινά τους προβλήματα και η διαφοροποίηση που παρουσιάζει η κατάστασή τους, σε σχέση με εκείνη που είχε προβλεφθεί στο στάδιο μελέτης, είναι αντιπροσωπευτική της κατάστασης των περισσότερων ελληνικών εγχειροβελτιωτικών δικτύων.

Στη συνέχεια δίνεται η περιγραφή των δύο δικτύων και ταυτόχρονα των προβλημάτων που παρουσιάζουν σήμερα σε όλα τα στάδια λειτουργίας τους. Η περιγραφή αυτή αποτελεί συνοπτική παρουσίαση, σύμφωνα με τον γενικό προσανατολισμό του παρόντος ερευνητικού έργου, της μελέτης των *Karantounias and Dercas* (1999). Τα συμπεράσματα και οι προτάσεις της μελέτης αυτής έχουν ληφθεί υπόψη στην κατάσταση των προδιαγραφών αποτίμησης των δικτύων διανομής αρδευτικού νερού (βλ. 3.3.2).

4.3.2 Περιγραφή των δικτύων

A. Το αρδευτικό δίκτυο του Αλφειού

Η εξοπλισμένη έκταση είναι 123000 στρέμματα και η αρδευόμενη έκταση 66700 στρέμματα. Τα 100000 στρέμματα αρδεύονται με συλλογικό δίκτυο υπό πίεση ελεύθερης ζήτησης σύμφωνα με το μοντέλο Clement. Τα υπόλοιπα αρδεύονται με σύστημα ανοικτών διωρύγων. Η τροφοδότηση σε νερό γίνεται με ένα φράγμα εκτροπής που έχει κατασκευασθεί στον Αλφειό.

Το αποστραγγιστικό-αποχετευτικό δίκτυο έχει μελετηθεί και κατασκευαστεί έτσι, ώστε να ενταχθούν σ' αυτό και τα φυσικά υδατορρεύματα, και εξυπηρετεί συνολικά 500000 στρέμματα, σχεδόν όλη τη χαμηλή λεκάνη του Πηνειού. Τα αντλιοστάσια είναι 11 για το αρδευτικό δίκτυο και 3 για το αποστραγγιστικό-αποχετευτικό.

Η κατανομή των καλλιεργειών, που είχε προβλεφθεί στη μελέτη για έναν ορίζοντα 10 ετών μετά την κατασκευή του δικτύου (η οποία ολοκληρώθηκε το 1972) και η κατανομή καλλιεργειών που υπήρχε το 1995, ήτοι 23 χρόνια μετά την κατασκευή του έργου, είναι τελείως διαφορετική, ενώ έκταση 34.000 στρεμμάτων έχει μείνει χέρσα, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: Κατανομή καλλιεργειών στο αρδευτικό έργο του Αλφειού.

Είδος καλλιέργειας	Πραγματικές εκτάσεις (στρέμματα) για το 1995	Προβλεφθείσες εκτάσεις (στρέμματα) για το 1982
Αραβόσιτος	23500	5000
Κηπευτικά-μποστάνια	3000	62000
Εσπεριδοειδή-οπωρώνες	8600	35000
Χέρσα	34000	-
Αρδευόμενη έκταση	66700	135000
Εξοπλισμένη έκταση	123000	158000

Γενικά, παρατηρούμε ότι η αρχική πρόβλεψη ήταν υπεραισιόδοξη, αφού θεωρούσε ότι εντός 10 ετών η αρδευόμενη έκταση θα ήταν 100% μεγαλύτερη από εκείνη, που τελικώς επιτεύχθηκε 23 χρόνια μετά την κατασκευή του έργου.

B. Το αρδευτικό δίκτυο του Πηνειού:

Επειδή η ελάχιστη θερινή παροχή είναι πολύ μικρή, δημιουργήθηκε ταμειυτήρας (τεχνητή λίμνη) με ωφέλιμη χωρητικότητα 390 hm³. Η έκταση που μπορεί να αρδευθεί με το νερό, που αποθηκεύεται στην τεχνητή λίμνη, είναι περίπου 400000 στρέμματα. Η εξοπλισμένη έκταση είναι 182000 στρέμματα, από τα οποία 35000 στρέμματα, που αρδεύονται με επιφανειακό δίκτυο και 147000 στρέμματα, που αρδεύονται με καταιονισμό σύμφωνα με το σύστημα ελεύθερης ζήτησης (μοντέλο Clement). Τέλος, η πραγματικά αρδευόμενη έκταση είναι περίπου 124000 στρέμματα. Το νερό, που

είναι αποθηκευμένο στον ταμιευτήρα (τεχνητή λίμνη) του Πηνειού χρησιμοποιείται επίσης για την άρδευση των εκτάσεων, που βρίσκονται εκτός της μελετώμενης περιμέτρου.

Για το αποστραγγιστικό-αποχετευτικό δίκτυο δημιουργήθηκε πλημμυρική κοίτη στις παρόχθιες περιοχές του Πηνειού, ικανή να παροχετεύσει πλημμύρες 800 m³/s και διευθέτηση της κοίτης του ποταμού και των χειμάρρων, που χρησιμοποιούνται ως πρωτεύουσες τάφροι του δικτύου. Τα αποστραγγιστικά δίκτυα είναι επιφανειακά και επιτρέπει την γρήγορη απομάκρυνση των ομβρίων, ώστε να μην ανυψώνεται η στάθμη και να προστατεύεται το ριζικό σύστημα των καλλιεργούμενων φυτών.

Τα αντλιοστάσια είναι 16 για το αρδευτικό και μόνον ένα για το αποστραγγιστικό-αποχετευτικό δίκτυο, που εξυπηρετεί μόνον 16500 στρέμματα, ενώ τα υπόλοιπα στραγγίζονται με βαρύτητα.

Από τις καλλιέργειες, αυτή του αραβοσίτου είναι πολύ διαδεδομένη ενώ το βαμβάκι, η μηδική, τα οπωροφόρα δένδρα και τα κηπευτικά δεν είχαν την ανάπτυξη που είχε προβλεφθεί από τη μελέτη. Περίπου 39% της εξοπλισμένης έκτασης έχει μείνει χέρσο, ενώ, σύμφωνα με τις προβλέψεις της μελέτης, 10 χρόνια μετά από την κατασκευή του έργου, ήτοι το 1990, οι αρδευόμενες εκτάσεις θα ανέρχονταν σε 236600 στρέμματα. Αντίθετα με τις προβλέψεις αυτές, το 1995, δηλαδή 15 χρόνια μετά την κατασκευή του έργου, οι πραγματικά αρδευόμενες εκτάσεις ανέρχονταν σε μόλις 124000 στρέμματα (Πίνακας 4.2).

Πίνακας 4.2: Κατανομή καλλιεργειών στο αρδευτικό έργο του Πηνειού.

Είδος καλλιέργειας	Πραγματικές εκτάσεις (στρέμματα) για το 1995	Προβλεφθείσες εκτάσεις (στρέμματα) για το 1982
Αραβόσιτος	62000	7800
Κηπευτικά-μποστάνια	39600	85800
Εσπεριδοειδή-οπωρώνες	6000	78000
Χέρσα	60000	-
Αρδευόμενη έκταση	123690	236660
Εξοπλισμένη έκταση	203330	280200

4.3.3 Διαχείριση, συντήρηση και λειτουργία

Μετά το πέρας της κατασκευής, η διοίκηση των έργων ανατέθηκε σε Γενικούς και Τοπικούς Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων (ΓΟΕΒ, ΤΟΕΒ). Η λειτουργία τους απέχει πολύ από ότι είχε αρχικά προβλεφθεί, γεγονός που δημιουργεί ανησυχία για το μέλλον των δικτύων, αλλά και των οργανισμών που τα διαχειρίζονται.

Για παράδειγμα, οι όροι πώλησης του αρδευτικού νερού από τους ΤΟΕΒ στους αγρότες και η χρήση του από τους τελευταίους δεν υπόκεινται σε όρους καθορισμένους συμβατικά. Ο αγρότης είναι ελεύθερος να καταναλώνει υπερβολικές ποσότητες νερού και να επεμβαίνει με διάφορους τρόπους στο δίκτυο (αφαιρώντας ρυθμιστές πίεσης, περιοριστές παροχής, κλπ.) χωρίς καμία κύρωση. Παράλληλα, στους οργανισμούς εκμετάλλευσης (ΓΟΕΒ, ΤΟΕΒ) είναι επιτρεπτή κάθε αμέλεια, αφού δεν υπέχουν καμία συμβατική υποχρέωση απέναντι στους καταναλωτές.

Τα έργα δεν βρίσκονται σε καλή λειτουργική κατάσταση, αλλά απλώς σε κατάσταση επιβίωσης, η οποία είναι ασταθής και θα διατηρηθεί μόνο με τη βοήθεια νέων έργων, των οποίων η σπουδαιότητα θα αυξάνεται συνεχώς. Η κατάσταση αυτή θα χειροτερεύσει, εάν δεν ληφθούν άμεσα μέτρα για την επισκευή και συντήρηση των έργων. Συγκεκριμένα:

Από τα έργα προσαγωγής και αντλιοστάσια, οι κύριες διώρυγες και οι δεξαμενές βρίσκονται συχνά σε άσχημη κατάσταση, λόγω ρωγμών στο σκυρόδεμα και ανεπιθύμητης βλάστησης. Οι μηχανισμοί

ρύθμισης σπανίως είναι σε καλή κατάσταση. Η παρακολούθηση και ο έλεγχος των αντλιοστασίων με τηλεμετάδοση παρουσιάζουν πολλά προβλήματα, γιατί το σύστημα τηλεμετάδοσης τοποθετήθηκε εκ των υστέρων και δεν ήταν το καταλληλότερο για συνεργασία με το αρχικό σύστημα.

Από τα δίκτυα διανομής, στα επιφανειακά δίκτυα πολλές δικλείδες ρύθμισης είναι εκτός λειτουργίας. Πολλές φορές, οι μηχανισμοί των δικτύων υπό πίεση βρίσκονται σε κακή κατάσταση (αεροεξαγωγοί οξειδωμένοι, παροχόμετρα κατακλυσμένα από νερό κλπ.) Οι υδροληψίες έχουν πολλές ελλείψεις, γιατί έχουν αφαιρεθεί από τους αγρότες-χρήστες διάφορα εξαρτήματα: ρυθμιστές πίεσης, περιοριστές παροχής, μετρητές κλπ. Η κατάσταση αυτή προκαλεί απώλειες νερού (διαφυγές από συνδέσεις, από εκτοξευτές όπου λείπει το πίσω ακροφύσιο), γεγονός που ωθεί τους καλλιεργητές να αυξάνουν την παροχή στο υδροστόμιο. Εξάλλου, το κινητό υλικό άρδευσης πολλές φορές δεν επαρκεί και οι αγρότες το συμπληρώνουν αγοράζοντας οι ίδιοι υλικό, το οποίο είναι συχνά ακατάλληλο για το συγκεκριμένο συλλογικό δίκτυο (μεγάλοι εκτοξευτές-κανόνια, που χρειάζονται υψηλή πίεση και μεγάλη παροχή).

Τα αποστραγγιστικά και αποχετευτικά δίκτυα παρουσιάζουν προβλήματα λόγω της ανεπαρκούς συντήρησής τους.

4.3.4 Εκμετάλλευση και συντήρηση των έργων

Η εκμετάλλευση και συντήρηση των δικτύων του Αλφειού και του Πηνειού παρουσιάζει πολλά προβλήματα, τα οποία αφορούν :

- στην προσαγωγή και τη διανομή του νερού, καθώς και στη χρήση του για άρδευση,
- στην οικονομική κατάσταση των αρμοδίων οργανισμών.

Τα προβλήματα αυτά θεωρούνται ως τα βασικά αίτια που προκάλεσαν την υποβάθμιση των συνθηκών εκμετάλλευσης των έργων. Η κατάσταση αυτή θα επιδεινωθεί, εάν δεν ληφθούν εγκαίρως τα κατάλληλα μέτρα. Αναλυτικότερα:

Από τα έργα προσαγωγής και αντλιοστάσια, δυσκολίες παρουσιάζονται στη ρύθμιση των έργων προσαγωγής, με άμεση συνέπεια τις σημαντικές παροχές στην κεφαλή των έργων και τη μικρή τελικά απόδοση χρήσης του νερού. Στην περίπτωση του Πηνειού, η απόδοση αυτή υπολογίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '80 σε 32% μόνον. Η παροχή τροφοδοσίας στην κεφαλή ήταν 18.5 m³/s και η πραγματική αναγκαία παροχή (για τις ανάγκες των καλλιεργειών) δεν υπερέβη τα 5.9 m³/s.

Είναι φανερό ότι μόνο το ένα τρίτο του εκτρεπόμενου νερού ήταν αναγκαίο. Η απόδοση αυτή είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με τη διεθνή βιβλιογραφία, όπου συναντώνται αποδόσεις χρήσης του νερού της τάξεως του 50% ή και περισσότερο. Σύμφωνα με τους υπεύθυνους του ΓΕΟΒ, η κατάσταση αυτή έχει βελτιωθεί, λόγω της σχετικά καλύτερης διαχείρισης και συντήρησης των δικτύων.

Το κύριο χαρακτηριστικό της εκμετάλλευσης των αντλιοστασίων των υπό μελέτη δικτύων είναι η μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, η οποία οφείλεται κυρίως στη μεγάλη κατανάλωση νερού, αλλά και σε άλλους παράγοντες όπως:

- βλάβες των αυτοματισμών·
- συχνές βλάβες των οργάνων μέτρησης της πίεσης και της παροχής στα αντλιοστάσια·
- φραγμένα φίλτρα αναρρόφησης·
- βλάβες των αντλιών.

Σήμερα οι τρεις πρώτοι λόγοι έχουν εκλείψει λόγω των επεμβάσεων που επέτρεψαν, όπως ήδη αναφέρθηκε, τη βελτίωση της λειτουργίας των αντλιοστασίων.

Η συντήρηση των δικτύων διανομής δεν γίνεται κατά τρόπο προγραμματισμένο και συστηματικό. Σε γενικές γραμμές, οι επεμβάσεις πραγματοποιούνται μετά την εμφάνιση των προβλημάτων.

Στην περίπτωση των δικτύων υπό πίεση, η πίεση και η παροχή δεν ελέγχονται και οι αγρότες-καταναλωτές επεμβαίνουν συχνά στις υδροληψίες αφαιρώντας τους ρυθμιστές προκειμένου να εξασφαλίσουν περισσότερο νερό και μεγαλύτερη πίεση. Αυτό οδηγεί στην αποδιοργάνωση του δικτύου. Η λειτουργία του δεν ελέγχεται, λόγω της έλλειψης ενημερωμένων σχεδίων, μετρήσεων πίεσης και παροχής και υπολογισμού της δυναμικής πιεζομετρικής γραμμής. Εξάλλου, η κατανομή των υδροστομίων στους καταναλωτές δεν είναι ορθολογική, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται δυσκολίες στη διαχείριση αλλά και στην άρδευση. Πρέπει επίσης να τονιστεί το οξύ πρόβλημα της ανεπαρκούς καθοδικής προστασίας, που οδηγεί στη γρήγορη γήρανση των χαλύβδινων σωλήνων.

Στην περίπτωση των δικτύων με βαρύτητα, που αντιπροσωπεύουν μόνο το 17.8% στο δίκτυο του Αλφειού και το 19.2% στο δίκτυο του Πηνειού, η κακή κατάσταση των δικτύων οφείλεται συχνά στην ανεπαρκή συντήρηση και στη συμπεριφορά των αγροτών, που επεμβαίνουν στα όργανα ρύθμισης στάθμης-παροχής, ώστε να αυξάνουν την τροφοδότηση σε νερό ορισμένων περιοχών του δικτύου, όπως έχει ήδη αναφερθεί.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι επεμβάσεις, κυρίως στα δίκτυα υπό πίεση, μειώνουν δραματικά την ποιότητα των υπηρεσιών που παρέχονται στους χρήστες και την αξιόπιστη λειτουργία των δικτύων.

Ως προς τις αρδευτικές μεθόδους, τα δίκτυα, στη μεγαλύτερη τους έκταση, έχουν κατασκευαστεί για να λειτουργούν με τεχνητή βροχή (82.2% για τον Αλφειό και 80.8% για τον Πηνειό). Στο υπόλοιπο τμήμα τους, η άρδευση γίνεται με επιφανειακές μεθόδους.

Οι αγρότες όμως δεν έχουν επαρκείς γνώσεις για τη μέθοδο της τεχνητής βροχής. Για το λόγο αυτό, αλλά και για οικονομικούς λόγους, εφαρμόζουν ακατάλληλες αρδευτικές μεθόδους. Οι τεχνικές άρδευσης, που τελικά χρησιμοποιούνται, οδηγούν σε διαφορετικές κατά τμήματα αποδόσεις (ανάλογα με τη διαμόρφωση της επιφάνειας του εδάφους), με συνολική όμως απόδοση μικρότερη από αυτή που θα επιτυγχανόταν με μια ορθολογικότερη μέθοδο με τεχνητή βροχή ή με βαρύτητα. Η πτώση απόδοσης μερικές φορές φθάνει και 50%.

Η κατάσταση των αποστραγγιστικών-αποχετευτικών δικτύων του Αλφειού και του Πηνειού είναι εξίσου κακή: η συντήρηση των διωρύγων είναι κακή και ανεπιθύμητη βλάστηση διαταράσσει τη λειτουργία τους.

4.3.5 Τιμολόγηση του νερού

Η εισφορά για την παροχή αρδευτικού νερού καθορίζεται με βάση την έκταση των αρδευόμενων επιφανειών και όχι με βάση τον όγκο νερού που καταναλώνεται. Αυτό το σύστημα οδηγεί σε υπερκατανάλωση νερού, αφού ο αγρότης δεν έχει λόγο να κάνει οικονομία (έχουν παρατηρηθεί καταναλώσεις της τάξης των 1000 m³/στρέμμα/έτος στην περίπτωση της άρδευσης με τεχνητή βροχή και 1500 m³/στρέμμα/έτος στην περίπτωση της επιφανειακής άρδευσης).

Το κόστος του γεωργικού νερού αντιπροσωπεύει το 5-20% του μεικτού εισοδήματος των αγροτών-καταναλωτών, που αυξάνεται στην περίπτωση επιφανειακής άρδευσης σε δίκτυο υπό πίεση.

4.3.6 Οικονομική διαχείριση των δικτύων

Κατά την πρώτη περίοδο της ζωής του δικτύου (5 χρόνια), οι δαπάνες συντήρησης και εκμετάλλευσης των έργων (πλην των δαπανών ενέργειας) καλύπτονταν εν μέρει από το κράτος. Τα υπόλοιπα καλύπτονταν από τις εισφορές των αγροτών-καταναλωτών. Η συμμετοχή του κράτους ανέρχονταν στο 3% της αρχικής επένδυσης (0.6% ετησίως). Μετά την πρώτη 5ετία, οι δαπάνες καλύπτονται μόνο από τις εισφορές των αγροτών-καταναλωτών.

Οι ενεργειακές δαπάνες (που λόγω υπερκατανάλωσης είναι υψηλές), θα έπρεπε να καλύπτονται από τις εισφορές των αγροτών-καταναλωτών, αλλά μέχρι πρόσφατα αυτοί συνήθιζαν να μην εκπληρώνουν τις οικονομικές τους υποχρεώσεις, με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται η οικονομική κατάσταση των αρμοδίων οργανισμών (ΓΟΕΒ, ΤΟΕΒ).

Η προσπάθεια της πολιτείας να βοηθήσει τους ΟΕΒ απέτυχε, τα χρέη είχαν διογκωθεί και είχε δημιουργηθεί η αντίληψη ότι μπορεί κανείς να αρδεύει χωρίς κόστος. Τα τελευταία χρόνια, η κατάσταση έχει σχετικά βελτιωθεί.

4.3.7 Το προσωπικό για τη διαχείριση των δύο δικτύων

Το σύνολο του προσωπικού, μόνιμου και έκτακτου των δικτύων Αλφειού και Πηνειού δηλαδή εξοπλισμένη έκταση 326330 στρέμματα είναι για το 1995, 148 άτομα, ενώ αντίστοιχα το προσωπικό για έκταση 200000 στρέμματα στη Νότια Γαλλία είναι 124 άτομα. Επομένως, το προσωπικό είναι ανεπαρκές.

Το σημαντικότερο όμως πρόβλημα συνίσταται στο επίπεδο του προσωπικού. Στους ΓΟΕΒ και ΤΟΕΒ δεν υπάρχει ούτε ένας γεωπόνος. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι κανείς δεν ασχολείται επιστημονικά με την άρδευση, ούτε δίνει πληροφορίες και συμβουλές στους αγρότες.

Επίσης, το μεγαλύτερο μέρος του τεχνικού προσωπικού είναι εμπειροτεχνικό. Και το διοικητικό προσωπικό είναι χαμηλού επιπέδου και στις περισσότερες περιπτώσεις δεν έχει εκπαιδευθεί στα σύγχρονα συστήματα μηχανοργάνωσης.

Τέλος, μεγάλος είναι ο αριθμός του έκτακτου προσωπικού (η αναλογία μόνιμοι προς έκτακτοι είναι 65/35), με δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών.

Προκύπτει σαφώς από τα παραπάνω ότι το προσωπικό εκμετάλλευσης και συντήρησης των ΟΕΒ δεν είναι επαρκές ούτε σε αριθμό ούτε σε εξειδίκευση. Υπάρχει έλλειψη γεωπόνων, μηχανικών και ειδικευμένων τεχνικών, γεγονός που οφείλεται στους περιορισμούς πρόσληψης νέου προσωπικού στη δημόσια διοίκηση.

4.3.8 Συμπεράσματα της μελέτης

Η κακή κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα δίκτυα του Πηνειού και του Αλφειού (παρά την πρόοδο που σημειώθηκε πρόσφατα) οφείλεται τόσο σε σφάλματα στο στάδιο της μελέτης και της κατασκευής, όσο και στην πρακτική που ακολουθείται για την εκμετάλλευση, τη συντήρηση και τη διαχείριση τους. Στους τομείς αυτούς, εντοπίζονται λόγοι τεχνικοί, οικονομικοί και οργανωτικοί. Συγκεκριμένα:

Από τεχνική άποψη, το αρμόδιο προσωπικό απέχει πολύ από το να μπορεί να εξασφαλίσει τον πλήρη έλεγχο των έργων. Έτσι, η παροχή αρδευτικού νερού δεν μπορεί να γίνει υπό τις βέλτιστες τεχνικές συνθήκες. Επιπλέον, δεν γίνεται ορθολογική χρήση του νερού από τους αγρότες, που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες και προξενούν γρήγορη φθορά του αρδευτικού υλικού. Και οι δύο αυτοί παράγοντες έχουν αρνητική επίδραση στην εκμετάλλευση και τη συντήρηση των έργων.

Από οικονομική άποψη, δεν εξασφαλίζεται η χρηματοδότηση που θα μπορούσε να εγγυηθεί την καλή εκμετάλλευση και την επαρκή συντήρηση. Το κράτος, που παραχώρησε τα δίκτυα δωρεάν στους αγρότες χωρίς προηγούμενη γεωργική διερεύνηση ή πληροφόρηση των καταναλωτών, δέχεται, κατά παράβαση των νόμων, να γίνεται τιμολόγηση με βάση την αρδευόμενη επιφάνεια. Επιπλέον, μέχρι πρόσφατα ανεχόταν τη μη εκπλήρωση, από ορισμένους ΤΟΕΒ, των οικονομικών τους υποχρεώσεων.

Από άποψη οργανωτικής διάρθρωσης, οι δομές των αρμοδίων οργανισμών, το προσωπικό τους, τα μέσα τους, οι τομείς αρμοδιότητάς τους, δεν ανταποκρίνονται επαρκώς στις σύγχρονες απαιτήσεις καλής διαχείρισης των δικτύων.

4.3.9 Προτάσεις της μελέτης για βελτίωση της κατάστασης

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται προτάσεις για βελτίωση της υπάρχουσας κατάστασης, οι οποίες όμως χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία, όπως άλλωστε επισημαίνουν οι μελετητές. Οι προτάσεις ξεκινούν από την καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης των δικτύων στους παρακάτω τομείς:

- Υδραυλική ανάλυση των δικτύων.
- Λειτουργία, εκμετάλλευση και συντήρηση των συλλογικών δικτύων.
- Τεχνική στήριξη για την άρδευση των αγροτεμαχίων.
- Μελέτες και προγραμματισμός συμπληρωματικών έργων.
- Εμπορική, διοικητική και οικονομική διαχείριση.

Μετά την ανάλυση αυτή ακολουθούν συγκεκριμένα μέτρα που πρέπει να ληφθούν, τα οποία θα επιτρέψουν την αντιστροφή της κακής σημερινής κατάστασης. Τα μέτρα αυτά είναι συνοπτικά:

- Η δημιουργία οργανισμών διαχείρισης, εκμετάλλευσης και συντήρησης (εξειδίκευση προσωπικού, κίνητρα, σεμινάρια, απλοποίηση διαδικασιών, τεχνική υποστήριξη στους αγρότες).
- Ανάταξη-αναδιοργάνωση των δικτύων, προσαρμογή στις σύγχρονες ανάγκες, βελτιστοποίηση του συστήματος «συλλογικό δίκτυο-ατομικό δίκτυο».
- Σταδιακή και εναρμονισμένη ένταξη νέων δικτύων ή άλλων συμπληρωματικών έργων στα ήδη λειτουργούντα (δημιουργία γραφείου μελετών στα πλαίσια των οργανισμών).
- Εξεύρεση των απαραίτητων οικονομικών πόρων για την επίτευξη του ρόλου των οργανισμών και τη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών.
- Ένταξη της εκμετάλλευσης των έργων στη συνολική διαχείριση των υδατικών πόρων του ευρύτερου υδροσυστήματος.

4.3.10 Παρατηρήσεις για τη μελέτη

Από την Έκθεση απουσιάζει η περιβαλλοντική και οικολογική θεώρηση των έργων, όπως και οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον συνολικά, στα οικοσυστήματα, στην ποσοτική κατάσταση των ίδιων των υδατικών πόρων (π.χ. στάθμη των υπόγειων νερών της περιοχής) ή και στην ποιοτική τους (π.χ. ρύπανση υπόγειων και επιφανειακών νερών) από τα λιπάσματα και φυτοφάρμακα. Αυτό οφείλεται πιθανώς σε έλλειψη σχετικών πληροφοριών.

Επίσης, για τεκμηρίωση των προτάσεων, θα μπορούσε να γίνει και οικονομική αποτίμηση της αποδοτικότητας των έργων, με συγκεκριμένους ποσοτικοποιημένους στόχους.

4.4 Το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας

4.4.1 Εισαγωγή

Για την ύδρευση της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας διατίθεται ένα εκτεταμένο σύστημα έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων και αγωγών μεταφοράς, το οποίο χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα πολλαπλών εναλλακτικών τρόπων λειτουργίας, τόσο ως προς τους υδατικούς πόρους (τέσσερις ταμειυτήρες και γεωτρήσεις, κύριοι, βοηθητικοί και εφεδρικοί υδατικοί πόροι) όσο και ως προς τις

διαδρομές μεταφοράς (δύο κύριες διαδρομές με δυνατότητα αλληλοσυνδέσεων). Η διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες, σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερα αυξημένες απαιτήσεις ασφάλειας, το σύγχρονο οικονομικό περιβάλλον, που θεωρεί το νερό όχι μόνο ως κοινωνικό αλλά και ως οικονομικό αγαθό, καθώς και το τεράστιο κόστος που συνεπάγεται η αναζήτηση νέων πόρων και η κατασκευή νέων έργων, εγείρει την ανάγκη αποτίμησης του υδροσυστήματος, τόσο από τη σκοπιά της φυσικής προσφοράς όσο και από τη σκοπιά του κόστους λειτουργίας.

Η ΕΥΔΑΠ, που έχει την ευθύνη του συστήματος, από το 2000 εκπονεί ετήσια Σχέδια Διαχείρισης (Master Plan), που αποσκοπούν στη μακροπρόθεσμη αποτίμηση του συστήματος, καθώς και στη στρατηγική λειτουργία του, σε ορίζοντα υδρολογικού έτους. Η εκπόνηση των τριών πρώτων Σχεδίων Διαχείρισης έγινε με από κοινού συνεργασία της ΕΥΔΑΠ και του ΕΜΠ, αξιοποιώντας την υποδομή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού έργου με τίτλο «Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας». Το έργο αυτό ανατέθηκε σε ερευνητική ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων του ΕΜΠ, και ήταν πενταετούς διάρκειας (1999-2004)¹. Ειδικότερα, το μεθοδολογικό πλαίσιο που εφαρμόστηκε είναι απόλυτα συμβατό με τις αρχές που περιγράφονται στην εισαγωγή του τεύχους. Το πλαίσιο αυτό, μαζί με τα βασικές συνιστώσες της ανάλυσης, παρατίθενται στη συνέχεια, ως χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτίμησης σύνθετων υδροσυστημάτων.

4.4.2 Θεσμικό πλαίσιο

Η ευθύνη λειτουργίας του υδροδοτικού συστήματος ανήκει στην Εταιρία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (ΕΥΔΑΠ), που με βάση το Νόμο 2744/1999 αναδιοργανώθηκε σε ανώνυμη εταιρεία, με σκοπό την παροχή υπηρεσιών ύδρευσης και αποχέτευσης στην επικράτεια της Αθήνας. Ωστόσο, όσον αφορά στην έρευνα και συλλογή του νερού, το οποίο θεωρείται και κοινωνικό αγαθό, την ευθύνη διατηρεί το Ελληνικό Δημόσιο. Το Ελληνικό Δημόσιο διατηρεί, επίσης, την ευθύνη για τη μελέτη και την κατασκευή των απαραίτητων έργων ώστε να διαθέτει τις αναγκαίες για την ύδρευση ποσότητες νερού στην ΕΥΔΑΠ.

Σε εφαρμογή της σχετικής πρόβλεψης του Νόμου 2744/1999 (άρθρο 2, παράγραφος 2) υπογράφηκε σύμβαση μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και της ΕΥΔΑΠ, που στην παράγραφο 1 του άρθρου 15 αναφέρει, μεταξύ άλλων, τα εξής:

Η ΕΥΔΑΠ αναλαμβάνει την υποχρέωση να συντάξει Σχέδιο Διαχείρισης των διαθεσίμων συστημάτων παροχής ακατέργαστου ύδατος και να το υποβάλει προς έγκριση στον εποπτεύοντα την ΕΥΔΑΠ Υπουργό εντός ενός έτους από της ισχύος της παρούσης σύμβασης. Σε περίπτωση που με βάση το σχέδιο αυτό απαιτείται η απόληψη νερού και από τα υπάρχοντα συστήματα πέραν των ταμιευτήρων Ευήνου, Μόρνου και Μαραθώνα η ΕΥΔΑΠ δικαιούται πρόσθετη αποζημίωση, ανάλογη με την επιβάρυνση του κόστους λειτουργίας, που θα επιφέρει η τροποποίηση αυτή και που θα ρυθμιστεί με ιδιαίτερη συμφωνία.

Το σχέδιο αποτελεί την απαραίτητη βάση για τη ρύθμιση θεμάτων που άπτονται σχέσεων μεταξύ των φορέων που εμπλέκονται στην υδροδότηση της Αθήνας. Ιδιαίτερα, τα θέματα της παροχής από το Ελληνικό Δημόσιο προς την ΕΥΔΑΠ ακατέργαστου νερού, της τιμολόγησης του ακατέργαστου νερού και της τιμολόγησης της παροχής υπηρεσιών ύδρευσης συναρτώνται άμεσα με τον τρόπο διαχείρισης του συστήματος υδροδότησης. Αντικείμενο του σχεδίου αυτού είναι η μελέτη ορθολογικών, αποδοτικών και βιώσιμων τρόπων και μεθοδολογιών διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος με στόχο την ποσοτικά αξιόπιστη, ποιοτικά και περιβαλλοντικά ασφαλή, και οικονομικά πρόσφορη

¹ Πληροφορίες για το ερευνητικό έργο, καθώς και οι σχετικές τεχνικές εκθέσεις, είναι διαθέσιμες στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.itia.ntua.gr/g/projinfo/14/>.

κάλυψη των υδατικών αναγκών της πρωτεύουσας, μέσω της κατάλληλης αξιοποίησης των υδατικών πόρων που διατίθενται για την κάλυψη της ζήτησης.

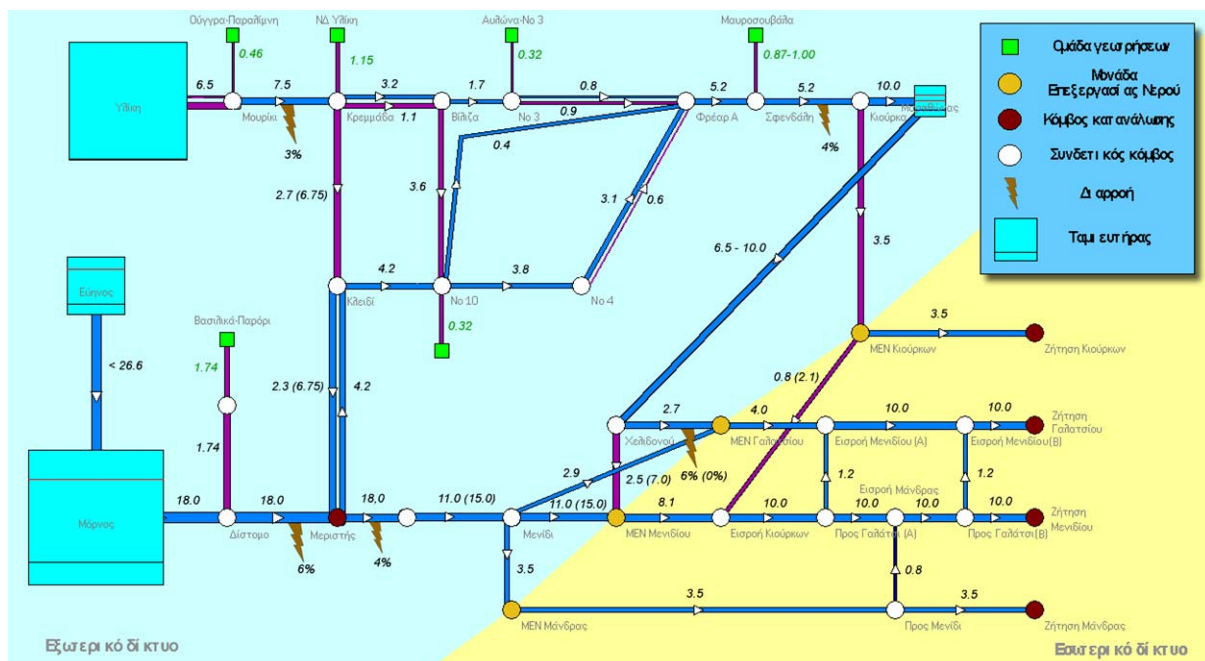
4.4.3 Περιγραφή του συστήματος

Το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας εκτείνεται σε μια περιοχή περίπου 4000 km² και περιλαμβάνει τέσσερις ταμιευτήρες, συνολικής ωφέλιμης χωρητικότητας 1360 hm³ (τα χαρακτηριστικά μεγέθη των ταμιευτήρων δίνονται στον Πίνακα 4.3), εκατό περίπου υδρογεωτρήσεις, οργανωμένες σε ομάδες, οι οποίες λειτουργούν εφεδρικά και μπορούν να αποδώσουν περί τα 120-150 hm³/έτος, καθώς και ένα σύνθετο δίκτυο μεταφοράς (εξωτερικό υδραγωγείο), που αποτελείται από κανάλια, διώρυγες, σίφωνες, καταθλιπτικούς αγωγούς και αντλιοστάσια. Μέσω των υδραγωγείων, το νερό οδηγείται σε τέσσερις μονάδες επεξεργασίας, εγκατεστημένες στις παρυφές της Αθήνας, και στη συνέχεια διανέμεται στο εσωτερικό δίκτυο, που περιλαμβάνει τέσσερις ζώνες υδροδότησης. Το υδροσύστημα εξυπηρετεί, εκτός από την ύδρευση της μείζονος περιοχής της Αθήνας, και άλλες χρήσεις, όπως την ύδρευση οικισμών κατά μήκος των υδραγωγείων και την άρδευση αγροτικών περιοχών.

Πίνακας 4.3: Χαρακτηριστικά ταμιευτήρων υδροδοτικού συστήματος Αθήνας.

Όνομασία	Έναρξη λειτουργίας σχετικών έργων	Έκταση λεκάνης απορροής (km ²)	Μέση ετήσια απορροή (hm ³)	Ωφέλιμη χωρητικότητα (hm ³)
Μόρνος	1979	588.1	235.3	630.2
Εύηνος	2001	351.9	277.7	112.0
Υλίκη ⁽¹⁾	1958	2466.6	295.0	584.7
Μαραθώνας	1931	118.0	14.4	32.2

(1) Η Υλίκη είναι φυσική λίμνη, στην οποία διοχετεύονται τα νερά της γειτονικής κλειστής λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού.



Σχήμα 4.3: Σχηματική παράσταση του μοντέλου του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας, με τις τιμές παροχρητικότητας των υδραγωγείων και της δυναμικότητας των γεωτρήσεων (σε m³/s). Με γαλάζιο χρώμα απεικονίζεται η ροή με βαρύτητα, ενώ με βιολετί η ροή που γίνεται με άντληση.

Η διαχείριση του συστήματος συνίσταται στον καθορισμό των απολήξιμων ποσοτήτων από τους ταμιευτήρες και τους υδροφορείς, καθώς και στον τρόπο διοχέτευσής τους στο δίκτυο των

εξωτερικών υδραγωγείων, ώστε να εξασφαλίζεται η μακροπρόθεσμη επάρκεια των πόρων ύδρευσης της Αθήνας με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Μια σχηματική παρουσίαση του μοντέλου του υδροσυστήματος, με ορισμένα χαρακτηριστικά μεγέθη παροχετευτικότητας, απεικονίζεται στο Σχήμα 4.3. Το μοντέλο λαμβάνει υπόψη και μέρος του εσωτερικού δικτύου κατάντη των διυλιστηρίων, στον βαθμό που αυτό επηρεάζει τη δυνατότητα κάλυψης της ζήτησης των αντίστοιχων περιοχών υδροδότησης.

4.4.4 Διάρθρωση του Σχεδίου Διαχείρισης

Στα πλαίσια του Σχεδίου Διαχείρισης, μελετήθηκε ένα σύνολο από συνιστώσες που σχετίζονται με τη διαχείριση του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας. Ωστόσο, αν και η κεντρική ιδέα της μελέτης είναι η διατύπωση προτάσεων σχετικών με τη λειτουργία του συστήματος τόσο σε βροχυπρόθεσμο όσο και σε μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα, η διάρθρωση του τεύχους παρουσιάζει πολλά κοινά σημεία με την προτεινόμενη δομή μια μελέτης αξιολόγησης. Συγκεκριμένα:

- Στο Κεφάλαιο 1, με τίτλο «Εισαγωγή», εξετάζεται το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας του φορέα διαχείρισης, δηλαδή της ΕΥΔΑΠ, και αποκρυσταλλώνονται οι στόχοι του Σχεδίου Διαχείρισης.
- Στο Κεφάλαιο 2, με τίτλο «Το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας», γίνεται η περιγραφή του υδροσυστήματος και συνοψίζονται τα βασικά μεγέθη των διαφόρων συνιστωσών του (ταμιευτήρες, γεωτρήσεις, υδραγωγεία, αντλιοστάσια). Ακόμη, δίνονται πληροφορίες σχετικά με προγραμματισμένα έργα συντήρησης και βελτίωσης του συστήματος, ενώ σχολιάζονται οι ιδιαιτερότητες του συστήματος καθώς και τα προβλήματα που παρουσιάζει στη λειτουργία του.
- Στο Κεφάλαιο 3, με τίτλο «Ζήτηση νερού», εξετάζεται το ιστορικό της κατανάλωσης υδρευτικού νερού στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας, και αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση, όσον αφορά τις υδροδοτούμενες περιοχές και επιμέρους συνιστώσες της αστικής κατανάλωσης (κοινή, βιομηχανική, δημόσια και δημοτική, κλπ.). Μελετάται η εξέλιξη της ζήτησης, και η συσχέτισή της με παράγοντες όπως η αύξηση του πληθυσμού, η εξέλιξη του βιοτικού επιπέδου και η τιμολόγηση του νερού. Δίνονται στοιχεία σχετικά με την εποχιακή και ημερήσια διακύμανση της κατανάλωσης, και τις απώλειες νερού στο εσωτερικό δίκτυο διανομής. Τέλος, με βάση προβλέψεις εξέλιξης του πληθυσμού, και λαμβάνοντας υπόψη τα αναπτυξιακά σχέδια της ΕΥΔΑΠ, επιχειρείται η διατύπωση σεναρίων εξέλιξης της ζήτησης, σε χρονικό ορίζοντα δέκα ετών.
- Στο Κεφάλαιο 4, με τίτλο «Υδατικοί πόροι», εξετάζονται οι δυνατότητες φυσικής προσφοράς νερού από επιφανειακά (κύριοι πόροι) και υπόγεια (εφεδρικοί πόροι) νερά, μέσω τυπικών υδρολογικών αναλύσεων.
- Στο Κεφάλαιο 5, με τίτλο «Οικονομικά δεδομένα», δίνεται απόλυτη έμφαση στο κόστος των αντλήσεων, που αποτελεί την κυρίαρχη δαπάνη λειτουργίας του συστήματος μεταφοράς νερού, ενώ δεν εξετάζονται καθόλου άλλες οικονομικές παράμετροι.
- Στο Κεφάλαιο 6, με τίτλο «Περιβαλλοντικές όψεις της διαχείρισης», αναλύονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υδατικών πόρων της Αθήνας, και περιγράφονται οι περιβαλλοντικές δεσμεύσεις που τίθενται κατά τη διαχείριση του συστήματος.
- Στο Κεφάλαιο 7, με τίτλο «Μεθοδολογία διαχείρισης», περιγράφεται συνοπτικά το μεθοδολογικό πλαίσιο των μαθηματικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται ως υποστηρικτικά εργαλεία της διαχείρισης του συστήματος.
- Το Κεφάλαιο 8, με τίτλο «Διαχείριση του συστήματος» αποσκοπεί τόσο στην αποτίμηση της μακροχρόνιας υδρολογικής επίδοσης του υδροσυστήματος όσο και στη βραχυπρόθεσμη

λειτουργία του, για την οποία εξετάζονται διάφορα σενάρια και προτείνονται αντίστοιχοι κανόνες λειτουργίας.

- Τέλος, στο Κεφάλαιο 9, με τίτλο «Ασφάλεια του υδροδοτικού συστήματος έναντι έκτακτων περιστατικών», ελέγχεται η λειτουργία του συστήματος έναντι βλαβών και έναντι έκτακτων συνθηκών αυξημένης κατανάλωσης.

4.4.5 Μεθοδολογία

Το μεθοδολογικό πλαίσιο που εφαρμόστηκε βασίζεται σε ένα πλαίσιο στοχαστικής προσομοίωσης και βελτιστοποίησης, που αποσκοπεί στο:

- να περιγράψει και να ποσοτικοποιήσει την εγγενή αβεβαιότητα που οφείλεται στο στοχαστικό χαρακτήρα των υδρομετεωρολογικών διεργασιών, και ειδικότερα τη σχέση μεταξύ της αβεβαιότητας ως προς τη φυσική προσφορά νερού και των επιπτώσεών της στην αξιοπιστία ικανοποίησης των διαφόρων χρήσεων νερού·
- να αναπαραστήσει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια τη λειτουργία του υδροδοτικού συστήματος, περιγράφοντας με χρήση μαθηματικών μοντέλων τις φυσικές διεργασίες καθώς και τους περιορισμούς και δεσμεύσεις που τίθενται στη διαχείριση των σχετικών έργων·
- να προτείνει ορθολογικούς κανόνες διαχείρισης, που είναι βέλτιστοι ως προς τους στόχους μεγιστοποίησης της αξιοπιστίας των απολήψεων, σε συνδυασμό με την ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων αναπτύχθηκαν υπολογιστικά εργαλεία, τα οποία μάλιστα αποτέλεσαν βασική υποδομή των αντίστοιχων, πιο εξελιγμένων, εργαλείων που υλοποιούνται στα πλαίσια του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ.

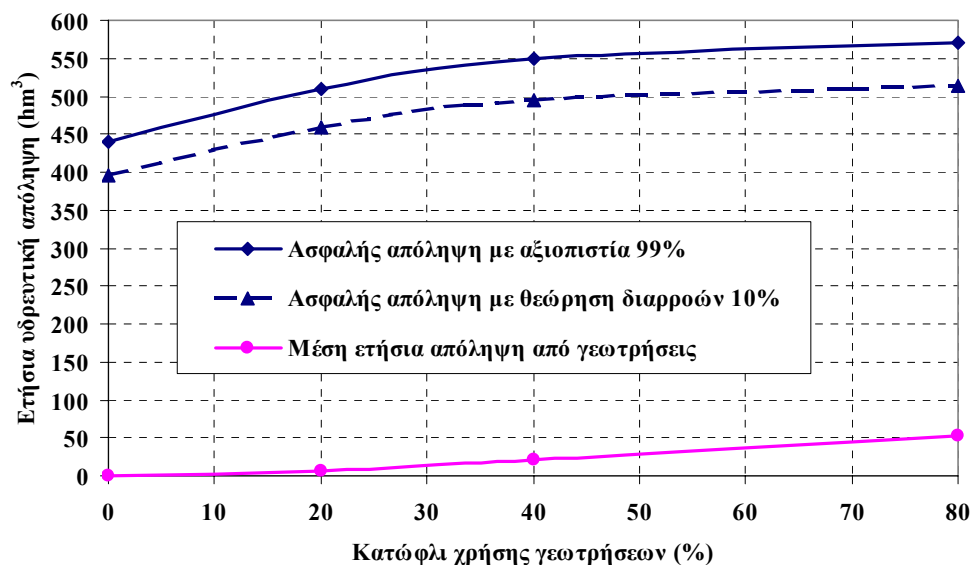
4.4.6 Θεωρητικό υδατικό δυναμικό συστήματος

Από το ευρύ φάσμα διερευνήσεων που έγιναν στα πλαίσια του Σχεδίου Διαχείρισης, παρουσιάζονται, ενδεικτικά, αυτές που αναφέρονται στην εκτίμηση του ασφαλούς απολήψιμου δυναμικού του συστήματος, κάτι που εξάλλου αποτελεί ένα μια από τις συνιστώσες της υδρολογικής ανάλυσης που γίνεται στα πλαίσια της διαδικασίας αποτίμησης (σημείο 2.3 της μεθοδολογίας).

Λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα χαρακτηριστικά των ταμιευτήρων και αγνοώντας τους περιορισμούς παροχευτικότητας του δικτύου, εκτιμήθηκε το θεωρητικό δυναμικό του υδροσυστήματος για διάφορες πολιτικές χρήσης των γεωτρήσεων, ανεξαρτήτως οικονομικών όρων. Το θεωρητικό δυναμικό του υδροσυστήματος αντιστοιχεί στη μέγιστη δυνατή απόληψη για ύδρευση της Αθήνας, έτσι ώστε η αξιοπιστία του συστήματος να ανέρχεται ακριβώς στο 99%. Κατά τον υπολογισμό του εν λόγω δυναμικού, η ετήσια τιμή του συνολικού στόχου ύδρευσης στην Αθήνα αποτέλεσε μεταβλητή προς μεγιστοποίηση, ενώ τόσο η χωρική όσο και η χρονική της κατανομή θεωρήθηκαν σταθερές. Στα σενάρια που εξετάστηκαν συνυπολογίστηκαν και οι λοιποί διαχειριστικοί στόχοι και χρήσεις νερού του συστήματος.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.4, η μακροχρόνια ασφαλής απόδοση του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πολιτική χρήσης των γεωτρήσεων που υιοθετείται. Η τελευταία περιγράφεται από την παράμετρο «κατώφλι χρήσης», που αντιστοιχεί στο όριο ενεργοποίησης των γεωτρήσεων ως ποσοστό του τρέχοντος αποθέματος σε σχέση με τη συνολική ωφέλιμη χωρητικότητα των ταμιευτήρων. Μάλιστα, μικρή αύξηση της μέσης συνεισφοράς των υπογείων υδάτων έχει ως αποτέλεσμα σημαντικά μεγαλύτερο θεωρητικό δυναμικό, γεγονός που υποδηλώνει ότι αν και από ποσοτικής πλευράς οι γεωτρήσεις δεν έχουν αξιόλογη συμμετοχή, εντούτοις αποτελούν ιδιαίτερα κρίσιμο παράγοντα ως προς την αύξηση της αξιοπιστίας του

συστήματος. Αν αγνοηθεί η δυνατότητα αξιοποίησης των υπόγειων υδατικών πόρων και λαμβάνοντας υπόψη το εκτιμώμενο ποσοστό διαρροών των εξωτερικών υδραγωγείων (10%), η ασφαλής απόδοση του συστήματος είναι μικρότερη από 400 hm³/έτος, ποσότητα που δεν επαρκεί για την κάλυψη της τρέχουσας ζήτησης νερού στην Αθήνα. Από την άλλη πλευρά, μια πολιτική εντατικής χρήσης των γεωτρήσεων, είναι βέβαιο ότι θα είχε ιδιαίτερα δυσμενείς επιπτώσεις ως προς το εκμεταλλεύσιμο δυναμικό των υπόγειων υδροφορέων, οι οποίοι σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να θεωρηθούν ανεξάντλητοι. Κατά συνέπεια, επιβάλλεται να γίνεται συντηρητική χρήση των γεωτρήσεων, λαμβάνοντας υπόψη και τις διαρροές του δικτύου μεταφοράς. Είναι προφανές ότι μια τέτοια πολιτική διαχείρισης θεωρείται επιβεβλημένη τόσο για λόγους βιωσιμότητας των υπόγειων υδατικών πόρων όσο και για λόγους οικονομίας του συστήματος.



Σχήμα 4.4: Διάγραμμα της θεωρητικής ασφαλούς απόληψης του συστήματος για διάφορες πολιτικές χρήσης των γεωτρήσεων. Οι τιμές έχουν προκύψει μετά από βελτιστοποίηση των κανόνων λειτουργίας των ταμιευτήρων και με θεώρηση άπειρης παροχευτικότητας των υδραγωγείων.

4.4.7 Παρατηρήσεις για τη μελέτη

Από την παρουσίαση που έγινε είναι σαφής κοινή προσέγγιση του Σχεδίου Διαχείρισης με μια αντίστοιχη μελέτη αποτίμησης, που εκπονείται σε αρμονία με το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο. Ωστόσο, στο Σχέδιο Διαχείρισης δεν εξετάζονται καθόλου, ή καλύπτονται πολύ συνοπτικά, σημαντικές παράμετροι, όπως το καθεστώς του φορέα διαχείρισης (όσον αφορά στη διοίκηση, λειτουργία και συντήρηση των έργων), η ποιότητα του νερού και το περιβάλλον, τα οικονομικά μεγέθη του νερού (με εξαίρεση το κόστος άντλησης), η ανάκτηση του κόστους, σε συμμόρφωση με την Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60, και οι κοινωνικές επιπτώσεις. Από την άλλη πλευρά, δίνεται έμφαση σε θέματα επιχειρησιακής λειτουργίας του συστήματος, κάτι που βεβαίως αποτελεί ζητούμενο της συγκεκριμένης μελέτης, αλλά είναι εκτός πνεύματος μιας μελέτης αποτίμησης.

4.5 Εκτίμηση οικονομικού οφέλους από την καθαίρεση φράγματος

4.5.1 Γενικά

Η κατασκευή φραγμάτων, ιδιαίτερα κατά τον 20ο αιώνα συνδέθηκε με την παραγωγή σημαντικού οικονομικού οφέλους, κυρίως από την παραγωγή φθηνής υδροηλεκτρικής ενέργειας και την

σημαντική αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών στον αγροτικό τομέα μέσω της άρδευσης σε περιοχές όπου η καλλιεργητική περίοδος είναι ξηρή. Παράλληλα, όμως, η κατασκευή φραγμάτων συντελεί στη διακοπή της πορείας μετανάστευσης ζωντανών οργανισμών, κυρίως ψαριών κατά μήκος του υδατορεύματος, που φράσσεται. Αυτό έχει σοβαρές συνέπειες σε ολόκληρο το ποτάμιο οικοσύστημα, που μεταφράζονται συνήθως και σε σοβαρές οικονομικές ζημιές λόγω μείωσης των αλιευμάτων, αλλά και σε κοινωνικές επιπτώσεις στον ανθρώπινο πληθυσμό της ευρύτερης περιοχής του έργου (μετανάστευση). Έτσι, όταν φράγμα βρίσκεται προς το τέλος της ωφέλιμης ζωής του (δηλαδή, όταν, ο αντίστοιχος ταμιευτήρας έχει προσχωθεί) τίθεται επιτακτικά το ζήτημα της παραπέρα αξιοποίησης του έργου ή της καθαίρεσής του. Πάντως, με τις αντιλήψεις που διαμορφώθηκαν κατά την τελευταία περίοδο (τέλος 20ου, αρχές 21ου αιώνα) και με την ευαισθητοποίηση των πολιτών των προηγμένων χωρών, είναι δυνατόν το ζήτημα της καθαίρεσης ενός φράγματος να τεθεί πριν να εξαντληθεί η ωφέλιμη ζωή του έργου.

4.5.2 Τα φράγματα του ποταμού Elwha

Ως παράδειγμα μιας τέτοιας προσπάθειας αναφέρουμε την περίπτωση δύο φραγμάτων στον ποταμό Elwha της πολιτείας Washington των Βορειοδυτικών Ηνωμένων Πολιτειών. Τα φράγματα αυτά με την ονομασία Elwha και Glines κτίστηκαν το 1913 και 1927 αντίστοιχα χωρίς καμία πρόβλεψη για κατασκευές διάβασης ψαριών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να διακοπεί η μετανάστευση του σολομού στα 70 από τα 75 μίλια του ποταμού, με συνέπεια τη δραματική μείωση του πληθυσμού του σολομού και την κατάρρευση της αλιείας του. Νομοθετικές πράξεις του Αμερικανικού Κογκρέσου περιλάμβαναν, μεταξύ άλλων, και εξέταση της σκοπιμότητας της λύσης καθαίρεσης των δύο φραγμάτων και την αποκατάσταση των οικοσυστημάτων του ποταμού. Οι σχετικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν από την Ομοσπονδιακή Επιτροπή για Ρύθμιση θεμάτων Ενέργειας (Federal Energy Regulatory Commission, FERC). Αυτές κατέδειξαν τη σημαντική βελτίωση της κατάστασης του ποτάμιου οικοσυστήματος για μια σειρά σεναρίων υποκατάστασης της παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας με παράλληλη καθαίρεση των δύο φραγμάτων. Η λήψη της απόφασης για καθαίρεση των φραγμάτων, κανονικά, θα έπρεπε να ληφθεί με σχετική ανάλυση κόστος-οφέλους. Το κόστος των κατασκευών διέλευσης ψαριών, όπως προέκυψε από μελέτη, ανέρχεται σε εκατομμύρια δολάρια, ενώ το κόστος καθαίρεσης των δύο φραγμάτων σε 100 εκατομμύρια δολάρια. Ο οργανισμός FERC ήταν όμως απρόθυμος να προχωρήσει σε πλήρη ανάλυση κόστος-οφέλους. Έτσι, παρέμεινε το σκέλος του οφέλους απροσδιόριστο, ενώ αυτό ήταν απαραίτητο για τη λήψη οποιασδήποτε αντικειμενικής απόφασης. Γι' αυτό το λόγο, η εκτίμηση του οφέλους έγινε σε ερευνητικό επίπεδο με χρηματοδότηση του τοπικού πειραματικού αγροτικού σταθμού. Τα αποτελέσματα της σχετικής έρευνας ανακοινώθηκαν σε σχετική δημοσίευση (Loomis, 1996), όπου αναφέρονται οι τύποι οφέλους που λήφθηκαν υπόψη. Πρόκειται για το όφελος από δραστηριότητες αναψυχής, το όφελος από την ύπαρξη του ποτάμιου οικοσυστήματος και το όφελος από τη διατήρηση του οικοσυστήματος αυτού για τις επόμενες γενεές. Το άθροισμα των τριών συνιστωσών του οφέλους αποτελεί το συνολικό οικονομικό όφελος, η εκτίμηση του οποίου περιγράφεται στη δημοσίευση. Η εκτίμηση πραγματοποιήθηκε με δημοσκόπηση σε περιορισμένο δείγμα από την κομητεία Clallam, όπου ανήκει γεωγραφικά το έργο, από την Πολιτεία Washington, καθώς και από τις υπόλοιπες Ηνωμένες Πολιτείες. Η εκτίμηση βασίζεται στην «προθυμία πληρωμής» (willingness to pay) των πολιτών για τις αξίες που αναφέρθηκαν πιο πάνω (αναψυχή, ύπαρξη του ποτάμιου οικοσυστήματος και διατήρηση του ποτάμιου οικοσυστήματος για τις επόμενες γενεές). Χρησιμοποιήθηκε η καταξιωμένη μέθοδος CVM (contingent valuation method), η οποία δεν θα αναλυθεί εδώ. Αναφέρουμε μόνον τα συνοπτικά αποτελέσματα της έρευνας που είναι τα ακόλουθα:

1. Ένα τυπικό νοικοκυριό της κομητείας Clallam δέχεται να πληρώνει κατ' έτος \$59 για την αποκατάσταση του ποταμού. Το αντίστοιχο ποσό για την Πολιτεία Washington είναι \$73, ενώ για τις υπόλοιπες Ηνωμένες Πολιτείες το ποσό αυτό γίνεται \$68.
2. Η βέλτιστη εκτίμηση του συνολικού οικονομικού οφέλους για το σύνολο των μόνιμων κατοίκων της Πολιτείας Washington είναι 138 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο, για 10 χρόνια. Για το σύνολο των Ηνωμένων Πολιτειών (συμπεριλαμβανομένης της Πολιτείας Washington), το ποσό αυτό κυμαίνεται μεταξύ 3 και 6 δισεκατομμύρια δολάρια.
3. Η έρευνα καταλήγει ότι το κοινό είναι πρόθυμο να πληρώσει για την καθαίρεση των φραγμάτων, καθώς εκτιμά ότι το συνολικό όφελος από αυτήν την ενέργεια θα είναι σαφώς μεγαλύτερο από το αντίστοιχο κόστος.

Αναφορές

- Ανδρεαδάκης, Α., Α. Κατσίρη, Α. Στάμου, Α. Βαλασσόπουλος, Ε. Γαβαλάκη, Μ. Καπετανάκη, Ι. Κατσίρης, και Κ. Νουτσόπουλος, Μελέτη ποιότητας νερού, *Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*, Τεύχος 3, 133 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.
- Ανδρεαδάκης, Α., Η αναγκαιότητα συντονισμένης δράσης για την υποβοήθηση εφαρμογής της Οδηγίας-Πλαίσιο για τα Νερά 2000/60, *Οδηγία-πλαίσιο για τα νερά - Εναρμόνιση με την ελληνική πραγματικότητα*, Πρακτικά, 19-32, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Αθήνα, 2002.
- Ασημακόπουλος, Δ., η πλήρης ανάκτηση κόστους νερού στην Οδηγία 2000/60, *Οδηγία-πλαίσιο για τα νερά - Εναρμόνιση με την ελληνική πραγματικότητα*, Πρακτικά, 33-42, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Αθήνα, 2002.
- ΔΕΗ Α.Ε., Γενική Διεύθυνση Παραγωγής, *Υδροηλεκτρικοί σταθμοί - Διαχείριση υδατικών πόρων*, Αθήνα, 2002.
- Ελληνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης, *Ελληνικό Εθνικό Σχέδιο Δράσης κατά της Ερημοποίησης*, Αθήνα, 2001.
- Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας ΕΜΠ, Πρόταση ποιοτικών ορίων και προδιαγραφών επαναχρησιμοποίησης λυμάτων, *Τελική Έκθεση Προγράμματος LIFE 99/EMV/GR/000590*, Απρίλιος 2003.
- Ευστρατιάδης, Α., Α. Κουκουβίνος, Δ. Κουτσογιάννης, και Ν. Μαμάσης, Υδρολογική μελέτη, *Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*, Τεύχος 2, 70 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.
- Κουτσογιάννης, Δ., Α. Ευστρατιάδης, Γ. Καραβοκυρός, Α. Κουκουβίνος, Ν. Μαμάσης, Ι. Ναλμπάντης, Ε. Ρόζος, Χ. Καρόπουλος, Α. Νασίκας, Ε. Νεστορίδου, και Α. Νικολόπουλος, Σχέδιο διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας — Έτος 2002–2003, *Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας*, Τεύχος 14, 215 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Δεκέμβριος 2002.
- Κουτσογιάννης, Δ., και Θ. Ξανθόπουλος, *Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση 3, 418 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999.
- Κουτσογιάννης, Δ., και Ι. Τσελέντης, Σχόλιο για τις προοπτικές ανάπτυξης των υδατικών πόρων στην Ελλάδα σε σχέση με την Κοινοτική Οδηγία-Πλαίσιο για το νερό, *Οδηγία-πλαίσιο για τα νερά - Εναρμόνιση με την ελληνική πραγματικότητα*, Πρακτικά, 87-92, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Αθήνα, 2002.
- Ξανθόπουλος, Θ., *Διαχείριση των υδατικών πόρων: θεωρητικές ελπίδες και ρεαλιστική προσέγγιση*, Συνέδριο ΤΕΕ, Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας, Λάρισα, 13 - 16 Νοεμβρίου 1996.

- Ομάδα ερευνητικού έργου Πλαστήρα 2002, Συνοπτική έκθεση, *Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*, Τεύχος 1, 23 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.
- Π.Δ. 696/1974, Περί αμοιβών μηχανικών δια σύνταξιν μελετών επίβλεψιν, παραλαβή κλπ. συγκοινωνιακών, υδραυλικών και κτιριακών έργων, ως και τοπογραφικών, κτηματογραφικών και χαρτογραφικών εργασιών, και των σχετικών τεχνικών προδιαγραφών μελετών.
- Σαργέντης, Γ.-Φ., και Α. Χριστοφίδης, Το τοπίο της λίμνης, *Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*, Τεύχος 4, 73 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.
- ΥΠΑΝ, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, και ΚΕΠΕ, Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας, *Συμπλήρωση της ταξινόμησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων των υδατικών πόρων στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας*, Ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 549 σελίδες, Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα, Ιανουάριος 2003.
- ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΔΑΠ, *Σύμβαση μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και της ΕΥΔΑΠ*, Αθήνα, 1999.
- Υπουργείο Ανάπτυξης, ΓΓΕΤ, *Μελέτη Προσανατολισμού Εστιασμένου Προγράμματος ΕΠΑν Υδατικοί Πόροι*, Αθήνα, Απρίλιος 2001.
- Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνση Εγγειοβελτιωτικών Έργων, *Διαχείριση Υδατικών Πόρων στον Αγροτικό Τομέα*, Ιανουάριος 2002.
- Χατζημπίρος, Κ., Οι δυσκολίες των αλλαγών που απαιτεί η Οδηγία 2000/60, *Οδηγία-πλαίσιο για τα νερά - Εναρμόνιση με την ελληνική πραγματικότητα, Πρακτικά*, 93-98, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Αθήνα, 2002.
- American Society of Civil Engineers (ASCE), Water Resources Planning and Management Division & UNESCO International Hydrological Programme IV Project M-4.3 Task Committee on Sustainability Criteria, *Sustainability Criteria for Water Resource Systems*, ASCE, Reston, Virginia, USA, 1998.
- EC, Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, *Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy*, L 327/1 Official Journal of the European Communities, 2000
- Geiger, W.F., and K. Hofius, Integrated water management in urban and surrounding areas - findings of the International Workshops in Essen 1992 and Gelsenkirchen 1994 by the German-Dutch IHP Committee to UNESCO, Project M3-3a. In: *Pre-Prints of the International Symposium "Integrated Water Management in Urban Areas"*, J. Niemczynowicz and K. Krahner (eds.), Sept. 26-30, Lund, Sweden, pp. 127-151, 1995.
- IWA, *IWA Water Reuse Committee Newsletter*, London, UK, June 2000.
- Karantounias, G., and N. Dercas, Problèmes de fonctionnement et de gestion des réseaux d'irrigation en Grèce - Étude de deux cas typiques, *ICID Journal*, 48(2), 11-32, 1999.
- Loomis, J. B., Managing the economic benefits of removing dams and restoring the Elwha River: Results of a contingent valuation survey, *Water Resources Research*, 32(2), 441-447, 1996.

- Marsalek, J., Overview of flood issues in contemporary water management, In: *Flood Issues in Contemporary Water Management*, Marsalek, J., Watt, W.E., Zeman, E. & Sieker, F. (eds.), NATO Science Series Vol. 71, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, ISBN 0-7923-6451-1, pp. 1-16, 2000.
- Marsalek, J., Q. Rochfort and D. Savic, Urban water as a part of integrated catchment management, In: *Frontiers in Urban Water Management - Deadlock or Hope*, IWA Publishing, 2001.
- Mays, L. W., and Y.-K. Tung, Systems analysis, in *Water Resources Handbook*, edited by L. W. Mays, McGraw-Hill, New York, 1996.
- Walsh, P. D., Designing control rules for the conjunctive use of impounding reservoirs, *Institution of Water Engineers Journal*, 25(7), 371, 1971.