ΤΡΑΠΕΖΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΕΥΡΩΣΥΣΤΗΜΑ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΤΑ ΥΔΑΤΙΝΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

ΜΙΧΑΗΛ Σ. ΣΚΟΥΡΤΟΣ, ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΜΑΧΛΕΡΑΣ, ΑΡΕΤΗ ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2011

Ε. Βενιζέλου 21, 102 50 Αθήνα

Τηλ. 210 – 320.2850, 1 Fax. 210 – 320.2513

e-mail: climatechange@bankofgreece.gr S.W.I.F.T.: BNGRGRAA

ΤΡΑΠΕΖΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΕΥΡΩΣΥΣΤΗΜΑ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Οικονομική αποτίμηση των Επιπτώσεων της Κλιματικής Μεταβολής στα Υδάτινα Αποθέματα

Περιεχόμενα

1 Εισαγωγικά

2 Υφιστάμενη κατάσταση

2.1 Η υφιστάμενη κατάσταση των υδάτινων αποθεμάτων διεθνώς

2.2 Η υφιστάμενη κατάσταση υδάτινων αποθεμάτων στην Ελλάδα

2.2.1 Το διαχειριστικό πλαίσιο

2.2.2 Διαθεσιμότητα και χρήσεις

3 Φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής μεταβολής στα υδάτινα αποθέματα

4 Οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής μεταβολής στα υδάτινα αποθέματα

4.1 Μια τυπολογία των οικονομικών επιπτώσεων από την χρήση νερού

4.2 Το γενικό πλαίσιο αξιολόγησης των κλιματικών ζημιών

4.3 Μέθοδοι οικονομικής αξιολόγησης ζημιών

4.4 Οι μέθοδοι στην πράξη: Εκθέσεις Stern, Garnaut και PESETA

4.5 Η εφαρμογή των μεθόδων στην Ελλάδα

4.6 Οικονομική αποτίμηση των κλιματικών ζημιών στα υδάτινα αποθέματα στην Ελλάδα

5 Δυνατότητες προσαρμογής στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα υδάτινα αποθέματα.

6 Συμπεράσματα

1 Εισαγωγικά

Η ποσότητα των υδάτινων αποθεμάτων στον πλανήτη είναι πεπερασμένη και η κατανομή τους ποικίλει χωρικά και χρονικά. Η σημειακή διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων φυσιολογικά εξαρτάται και καθορίζεται από τον υδρολογικό κύκλο, και ειδικότερα από την διακύμανση στην ποσότητα των κατακρημνισμάτων, των απορροών (επιφανειακών, υπόγειων) και το επίπεδο εξατμισοδιαπνοής. Το κλίμα αποτελεί βασικό συστατικό λειτουργίας των οικοσυστημάτων, έτσι η κλιματική αλλαγή, επηρεάζοντας τον υδρολογικό κύκλο, διαταράσσει *de facto* την ισορροπία τους και επιδρά αρνητικά στη διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων για τις διάφορες χρήσεις.

Η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο την οικονομική εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα υδάτινα αποθέματα της Ελλάδας. Στηρίζεται στα κλιματικά σενάρια - και την αντίστοιχη εξέλιξη των υδρολογικών παραμέτρων - για το χρονικό διάστημα 2010 – 2100 που εκτιμήθηκαν στα πλαίσια της Επιτροπής Μελέτης της Κλιματικής Αλλαγής (ΕΜΕΚΑ) της Τράπεζας της Ελλάδος από την αντίστοιχη ερευνητική ομάδα του καθ. Γ. Στουρνάρα (Στουρνάρας 2010α και 2010β). Τα σενάρια αυτά προέκυψαν με υποκλιμάκωση των σεναρίων: Β1 (2.4 ^{o}C), Α1Β (3.5 ^{o}C), Α2 (4.5 ^{o}C), και Β2 (3.1 ^{o}C) του IPCC σε αντίστοιχες κλιματικές ζώνες της ελληνικής επικράτειας. Λόγω χρονικών περιορισμών και διαθεσιμότητας στοιχείων, η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στις επιπτώσεις στην ύδρευση για τα σενάρια Α1Β, Α2 και Β2. Η εκτίμηση του σεναρίου Β1 δεν κατέστη δυνατή. Στην χρήση ύδρευσης συμπεριλαμβάνονται σε μεγάλο βαθμό η τουριστική και βιομηχανική χρήση. Η ανάλυση δεν περιλαμβάνει τις χρήσεις άδρευσης (βλ. Ενότητα 3.1.4.6) και «οικολογικής παροχής». Ιδιαίτερα η τελευταία, νοούμενη ως το ελάχιστο ασφαλές (ποιοτικό και ποσοτικό) όριο υδάτινων αποθεμάτων *in situ* για την εξασφάλιση της ομαλής λειτουργίας οικοσυστημάτων και ειδών, αποτελεί μια σημαντική οικοσυστημική υπηρεσία των υδάτινων αποθεμάτων vis-a-vis των κλιματικών αλλαγών.

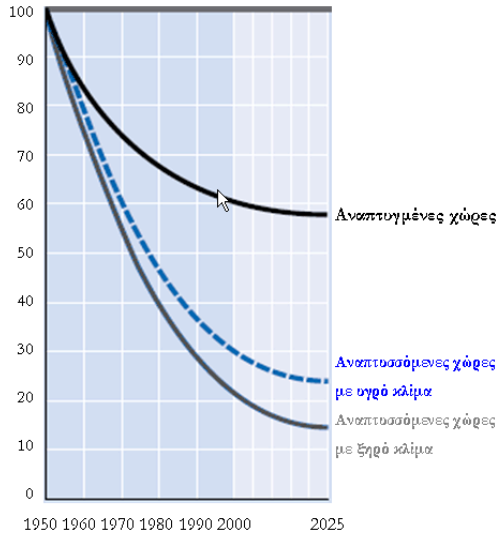
2 Υφιστάμενη κατάσταση

Στην ενότητα αυτή αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση των υδάτινων αποθεμάτων τόσο διεθνώς όσο και στην Ελλάδα. Παρουσιάζεται συνοπτικά το αντίστοιχο διαχειριστικό πλαίσιο και σχολιάζεται η διαθεσιμότητα και οι χρήσεις των τρέχουσων υδάτινων αποθεμάτων στην Ελλάδα.

2.1 Η υφιστάμενη κατάσταση των υδάτινων αποθεμάτων διεθνώς

Στην Ευρώπη οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στα υδάτινα αποθέματα αναμένονται να προκύψουν από την άνοδο του ύψους των ετήσιων κατακρημνισμάτων (Βόρεια Ευρώπη) αλλά και από τη μείωση του (Νότια Ευρώπη). Σχετική μελέτη από το IPCC (Bates et al. 2008) εντοπίζει ως κυριότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη την αύξηση του κινδύνου για ξηρασία (ιδιαίτερα στη Νότια Ευρώπη), την αύξηση των πλημμυρικών φαινομένων, την μείωση της υδροηλεκτρικής παραγωγής ενέργειας, την αύξηση του κίνδυνου για την δημόσια υγεία, τη μείωση της γεωργικής παραγωγής και την υποβάθμιση των υδατικών οικοσυστημάτων. Οι επιπτώσεις σε μεγάλο βαθμό σχετίζονται με την αναμενόμενη μείωση των διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων, ένα ζήτημα που έχει ανακύψει ήδη λόγω της αυξημένης ζήτησης και μελετάται συστηματικά από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα. Η μέτρηση του βαθμού έλλειψης των υδάτινων πόρων για ανθρώπινες χρήσεις ύδατος προσεγγίζεται με το δείκτη Falkenmark που αναφέρεται σε επίπεδο χώρας. Έτσι εκτιμάται ως ελάχιστο κατώφλι επάρκειας υδάτινων πόρων η ποσότητα των 1.700 m^3 νερού ανά κεφαλή σε ετήσια βάση. Η εκτίμηση βασίζεται στον υπολογισμό των απαιτήσεων ύδατος στην οικιακή, την γεωργική, τη βιομηχανική χρήση και τις ανάγκες του περιβάλλοντος (Rijsberman, 2006). Τα έθνη με διαθεσιμότητα ύδατος για ετήσια, κατά κεφαλή χρήση μικρότερη των 1.700 m^3 νερού χαρακτηρίζονται ως 'υπό κατάσταση υδατικού στρες'.

Σχήμα 3.1: Διαθεσιμότητα νερού ανά κάτοικο (έτος βάσης 1950=100)

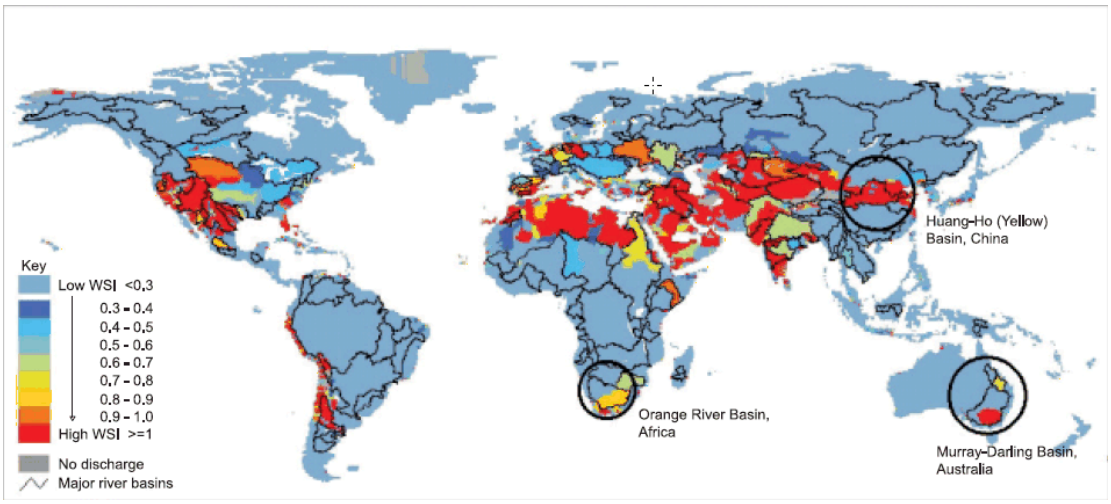


Πηγή: Human Development Report 2006, United Nations

Όταν η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι μικρότερη των 1.000 m^3 αναφερόμαστε σε έλλειψη υδάτινων πόρων και στην περίπτωση που η διαθέσιμη ποσότητα είναι μικρότερη των 500 m^3 αναφερόμαστε σε απόλυτη έλλειψη υδάτινων πόρων. Αν και ο ρυθμός μείωσης της ανά κεφαλή διαθεσιμότητας υδάτινων πόρων έχει σχετικά σταθεροποιηθεί για τα ανεπτυγμένα κράτη (σχήμα 3.1), υπολογίζεται ότι το πρόβλημα θα συνεχίσει εντεινόμενο στα αναπτυσσόμενα κράτη. Έτσι, υπολογίζεται ότι μέχρι το έτος 2.025 - ακόμη και χωρίς να συνυπολογίσουμε τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής - περισσότεροι από 3 δισ άνθρωποι θα κατοικούν σε κράτη υπό υδατικό στρες ενώ 14 χώρες θα μεταπέσουν από την κατάσταση υδατικού στρες στην κατάσταση έλλειψης ύδατος.

Η αποτύπωση της παρούσας κατάστασης μπορεί να γίνει με τη χρήση δεικτών πίεσης. Συνήθως οι δείκτες εκτιμώνται με μαθηματικές σχέσεις και τη χρήση υδρολογικών δεδομένων (μέση ετήσια απορροή, περιβαλλοντικές απαιτήσεις σε υδάτινους πόρους). Ο βαθμός πίεσης που ασκείται στα διαθέσιμα για περιβαλλοντική χρήση ύδατα, σε επίπεδο λεκάνης απορροής, καταγράφεται στο σχήμα 3.2. Ο δείκτης αντικατοπτρίζει το ποσοστό των ετήσιων απολήψεων για άμεση ανθρώπινη χρήση το οποίο ανταγωνίζεται τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις σε υδάτινους πόρους. Έτσι υπολογίζεται ότι ο πληθυσμός που κατοικεί σε λεκάνες απορροής όπου η περιβαλλοντική χρήση υδάτων είναι ήδη σε σύγκρουση με την παρούσα χρήση ύδατος, είναι πάνω από 1.4 δισεκατομμύρια κάτοικοι, και αυξάνει συνεχώς (Smakhtin et al 2004).

Σχήμα 3.2: Βαθμός πίεσης της περιβαλλοντικής χρήσης σε επίπεδο λεκάνης απορροής (έτος 2002)

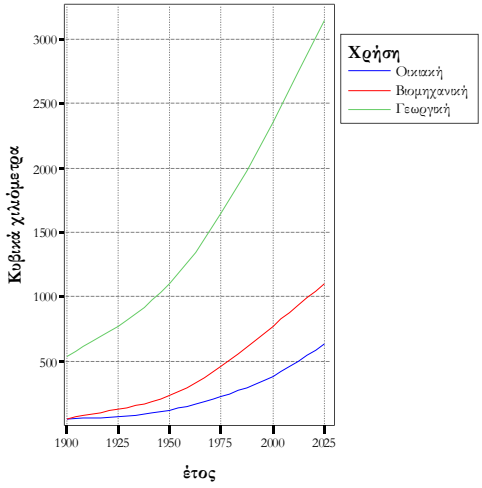


Πηγή: Smakhtin et al 2004

Σημαντική παράμετρος στα θέματα της διαθεσιμότητας των υδάτινων πόρων είναι η τομεακή κατανάλωση. Ο μεγαλύτερος καταναλωτής σε παγκόσμιο επίπεδο είναι ο γεωργικός τομέας. Η εξέλιξη της κατανάλωσης για την κάλυψη των αναγκών στην γεωργία ακολούθησε εκθετική αύξηση. Το έτος 2025 εκτιμάται ότι η κατανάλωση ύδατος στον τομέα της γεωργίας θα ξεπεράσει τα 3.000 m^3, ποσότητα εξαπλάσια σε σχέση με το επίπεδο κατανάλωσης των αρχών του 20ου αιώνα (σχήμα 3.3).

Ο τομέας της βιομηχανίας κατατάσσεται δεύτερος αναφορικά με τις ποσότητες κατανάλωσης και ακολουθεί σταθερό ρυθμό αύξησης. Οι εκτιμήσεις σχετικά με την κατανάλωση στον βιομηχανικό τομέα σε παγκόσμιο επίπεδο το έτος 2025 είναι της τάξης των 1.000 hm^3 νερού. Σημαντική αναμένεται να είναι και η αύξηση στην οικιακή χρήση που διαχρονικά παραμένει ο μικρότερος τομεακός καταναλωτής.

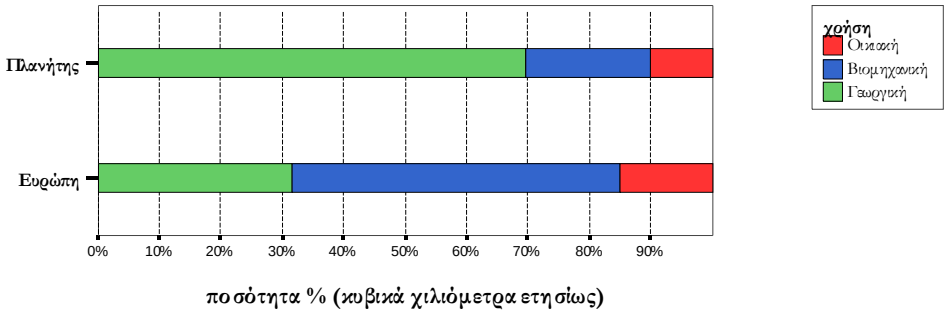
Σχήμα 3.3: Εξέλιξη και πρόβλεψη κατανάλωσης υδάτινων πόρων ανά τομέα χρήσης



Πηγή: UNDP 2006

Σύμφωνα με δεδομένα της Aquastat για το έτος 2006, η κατανάλωση για οικιακή χρήση σε παγκόσμιο επίπεδο κάλυπτε κατ' εκτίμηση το 10% της συνολικής κατανάλωσης (σχήμα 3.4).

Σχήμα 3.4: Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης υδάτινων πόρων σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο (έτος 2006)

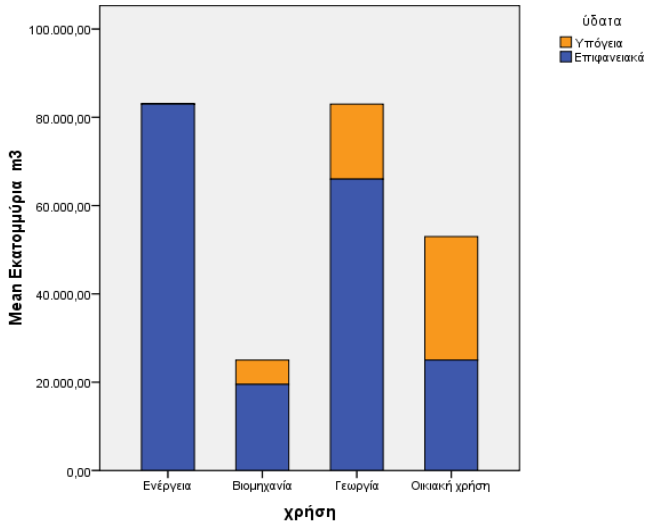


Πηγή: FAO. 2006. AQUASTAT database. http://www.fao.org/ag/aquastat

Η έλλειψη υδάτινων πόρων επιδρά στο 1/3 της εδαφικής επικράτειας της ΕΕ και σε τουλάχιστον 100 εκατομμύρια κατοίκους της. Στην ετήσια έκθεση του 2009 για τους υδάτινους πόρους υπογραμμίζεται ότι σε αρκετές περιοχές η υπερβολική κατανάλωση ύδατος από κάποιες χρήσεις προκαλεί κίνδυνο για την κάλυψη των αναγκών των υπόλοιπων χρήσεων (ΕΕΑ 2009). Το αποτέλεσμα είναι να πυκνώνουν οι αναφορές για μειωμένη στάθμη υδάτων σε λίμνες και υπόγεια νερά όπως και η μειωμένη απορροή ποταμών, με επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επιπλέον η έκθεση σημειώνει ότι αυξάνονται τα περιστατικά υφαλμύρωσης παράκτιων υδροφορέων στην ευρωπαϊκή επικράτεια, μειώνοντας έτσι τα υδάτινα διαθέσιμα αποθέματα προς κατανάλωση.

Όσον αφορά την κατανάλωση στην ΕΕ για την οικιακή χρήση, υπάρχει μια σχετική ισορροπία ως προς την προέλευση των υδάτων μεταξύ επιφανειακών και υπογείων υδάτων. Η αποτύπωση της κατάστασης σε επίπεδο ΕΕ γίνεται με χρήση του δείκτη εκμετάλλευσης υδάτων (Water exploitation index, WEI, Marcuello et al 2003). Ο δείκτης υπολογίζεται ως ο λόγος των συνολικών ετήσιων απολήψεων ύδατος προς το συνολικό διαθέσιμο ανανεώσιμων ποσοτήτων ύδατος. Τιμές μεγαλύτερες από 0,2 δείχνουν ότι οι υδάτινοι πόροι δέχονται πιέσεις ενώ τιμές του δείκτη μεγαλύτερες από 0,4 μαρτυρούν ισχυρές πιέσεις και μη αειφορική χρήση των υδάτινων πόρων (Raskin et al. 1997). Ειδικοί πιστεύουν ότι η τιμή 0,4 είναι πολύ χαμηλή και αντιπροτείνουν την τιμή 0,6 ενώ υπάρχει η επιστημονική άποψη πως με τιμές του δείκτη μεγαλύτερες του 0,4 είναι αδύνατο τα υδατικά οικοσυστήματα να παραμείνουν υγιή (Alcamo et al. 2000).

Σχήμα 3.5: Πηγή υδάτων ανά τομέα σε εκατομμύρια m^3 ετησίως



Πηγή: ΕΕΑ 2001, δεδομένα Eurostat.

Το μεγαλύτερο ποσοστό υδάτων που χρησιμοποιείται για ψύξη κατά την παραγωγή ενέργειας (σχήμα 3.5) επανέρχεται στο σύστημα. Είκοσι κράτη, κυρίως της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης, λογίζονται ως μηδενικής έντασης ως προς την πίεση στους υδάτινους πόρους, ενώ εννέα (συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας) κατατάσσονται στην κλίμακα WEI ως χαμηλής πίεσης προς τους υδάτινους πόρους. Τέλος σε τέσσερα μεσογειακά κράτη (Κύπρος, Μάλτα, Ιταλία, Ισπανία) ασκούνται πιέσεις στους υδάτινους πόρους (UNEP 2007). Πρέπει να σημειωθεί ότι η χρησιμότητα του δείκτη σε εθνικό επίπεδο υπολείπεται σε σχέση με την χρήση του σε επίπεδο λεκάνης απορροής. Ο λόγος είναι ότι συχνά η έλλειψη νερού έχει τοπικό χαρακτήρα.

2.2 Η υφιστάμενη κατάσταση υδάτινων αποθεμάτων στην Ελλάδα

2.2.1 Το διαχειριστικό πλαίσιο

Η διαχείριση των υδάτινων πόρων στην Ελλάδα, όπως και σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ, διέπεται από της αρχές της Οδηγίας – Πλαίσιο για τα ύδατα (2000/60/ΕΚ). Η Οδηγία παρέχει κοινό νομικό πλαίσιο αλλά και αρμοδιότητες ώστε να επιτευχθεί η προστασία όλων των υδάτινων πόρων και είναι η πρώτη κοινοτική Οδηγία που αναγνωρίζει την αλληλεξάρτηση μεταξύ των υδατικών οικοσυστημάτων και των

κοινωνικοοικονομικών αξιών. Ο όρος υδάτινος πόρος όπως περιγράφεται στην Οδηγία, αναφέρεται στα εσωτερικά ύδατα δηλαδή στα επιφανειακά, τα μεταβατικά και τα υπόγεια ύδατα, στα παράκτια ύδατα αλλά και στα εξαρτώμενα οικοσυστήματα.

Σκοπός της Οδηγίας είναι η προστασία των υδάτινων πόρων ώστε :

α) να αποτραπεί η περαιτέρω επιδείνωση των οικοσυστημάτων,

β) να προωθηθεί η βιώσιμη χρήση του νερού,

γ) να ενισχυθεί η προστασία και βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος,

δ) να διασφαλισθεί η προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων,

ε) να μετριαστούν οι επιπτώσεις από πλημμύρες και ξηρασίες.

Στόχος είναι η εξασφάλιση επαρκούς παροχής επιφανειακού και υπόγειου νερού καλής ποιότητας που απαιτείται για τη βιώσιμη, ισόρροπη και δίκαιη χρήση ύδατος, η σημαντική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων, η προστασία των χωρικών και θαλάσσιων υδάτων και η επίτευξη των στόχων των σχετικών διεθνών συμφωνιών ώστε τα βιοχημικά συστατικά του νερού να πλησιάζουν το φυσικά τους επίπεδα, οι δε απορριπτόμενες τεχνητές/ συνθετικές ουσίες να είναι σχεδόν μηδενικές.

Ο κυριότερος περιβαλλοντικός στόχος είναι η επίτευξη καλής οικολογικής κατάστασης του συνόλου των υδάτων το έτος 2015. Οι αρμόδιες αρχές προετοιμάζουν και εφαρμόζουν σχέδια και προγράμματα μέτρων για την επίτευξη των στόχων. Η Οδηγία εισάγει τη διαδικασία του προγραμματισμού σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της Οδηγίας για τα ύδατα της λεκάνης απορροής μέσα από τα εξής βήματα:

- ✓ Καταγραφή των χαρακτηριστικών της λεκάνης απορροής ποταμού (Περιοχές με καθεστώς προστασίας, σημαντικές πιέσεις και επιδράσεις αυτών, οικονομική ανάλυση των χρήσεων των υδάτων).
- ✓ Αξιολόγηση της παρούσας κατάστασης και προκαταρκτικός προσδιορισμός των σχετικών διοικητικών μέτρων, προσδιορισμός κινδύνου μη συμμόρφωσης.
- ✓ Προσδιορισμός των περιβαλλοντικών στόχων.
- ✓ Προσδιορισμός του προγράμματος παρακολούθησης και ελέγχου.
- ✓ Προσδιορισμός του κόστους και της αποτελεσματικότητας των μέτρων.
- ✓ Διαβούλευση και δημοσιοποίηση του πλάνου διαχείρισης.
- ✓ Εφαρμογή των πλάνου των μέτρων.
- ✓ Παρακολούθηση και εκ των υστέρων αξιολόγηση των μέτρων.

Η διαδικασία του προγραμματισμού καθορίζεται σαν οργανωμένη διαδικασία που εμπεριέχει σύνολο διοικητικών μέτρων προκειμένου να επιτευχθούν οι καθορισμένοι στόχοι και περιλαμβάνει την ex-post αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας. Η ένταξη της Οδηγίας 2000/60 στην ελληνική έννομη τάξη έγινε με το Ν. 3199/13.12.2003. Σύμφωνα με το νόμο 3199/13.12.2003 στην Ελλάδα θεσμοθετούνται και συστήνονται :

- ✓ Εθνική Επιτροπή Υδάτων, η οποία χαράσσει την πολιτική για την προστασία και διαχείριση των υδάτων, παρακολουθεί και ελέγχει την εφαρμογή της και εγκρίνει μετά από εισήγηση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής αλλά και τη σύμφωνη γνώμη του Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων, τα εθνικά προγράμματα προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας.
- ✓ Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων, που συγκροτείται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και συγκαλείται από τον Πρόεδρό του τουλάχιστον μια φορά το χρόνο.
- ✓ Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων στο Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
- ✓ Διεύθυνση Υδάτων στις Περιφέρειες της χώρας
- ✓ Περιφερειακό Συμβούλιο Υδάτων

Τα ανωτέρω αποτελούν τα θεσμικά όργανα όπως Επιτροπές, Συμβούλια, και Διευθύνσεις που καθίστανται υπεύθυνα βάσει του νόμου για την εφαρμογή του. Η διαχείριση των υδάτινων πόρων γίνεται σε επίπεδο υδατικού διαμερίσματος (σύνολο λεκανών απορροής με κατά το δυνατόν όμοιες υδρολογικές-υδρογεωλογικές συνθήκες), που αποτελεί το περιφερειακό επίπεδο διαχείρισης του νερού.

2.2.2 Διαθεσιμότητα και χρήσεις

Στην Ελλάδα[1] δεν παρουσιάζεται πρόβλημα έλλειψης υδάτων σε καμία από τις 13 υδατικές περιφέρειες της χώρας. Ωστόσο υπάρχουν ενδείξεις ότι το υδατικό δυναμικό της χώρας μειώνεται. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας του προγράμματος ENSEMBLES (http://www.ensembles-eu.org), στην κεντρική και βόρειο Ελλάδα παρατηρείται μείωση των κατακρημνισμάτων τις πέντε τελευταίες

[1] Σύμφωνα με τα επίσημα κείμενα για το άρθρο 5 της Οδηγίας 2000/60 (ΥΠΕΧΩΔΕ 2008)

δεκαετίες. Η μείωση ξεκινά από 30mm και τοπικά φτάνει στα 150mm ανά δεκαετία. Παράλληλα η σύγκριση της απορροής των ποταμών το χρονικό διάστημα 1900-1970 με το χρονικό διάστημα 1971-1998 δείχνει μειωμένη ροή σε πανελλαδικό επίπεδο σε ποσοστό 5 ως 10%, εξαιρουμένης της Ηπείρου όπου η πτώση περιορίζεται στο 2 με 5% (Milly et al 2005). Σύμφωνα με τις προβλέψεις για την Ελλάδα αναμένεται μείωση του υδατικού δυναμικού τουλάχιστον κατά 25% το έτος 2030 ενώ ήδη από το 2005 η διαθεσιμότητα νερού, με εξαίρεση την οροσειρά της Πίνδου, είναι στη χαμηλότερη κλίμακα σε σχέση με χώρες της ΕΕ.

Γενικά, η Ελλάδα διαθέτει σχετικά επαρκείς ποσότητες υδατικών πόρων αλλά ταυτόχρονα αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα όσον αφορά στην αξιοποίηση και βέλτιστη διαχείριση τους (ΕΕ 2007). Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή, οι κυριότεροι λόγοι που προκαλούν προβλήματα στην αξιοποίηση των υδατικών πόρων της χώρας είναι:

- ✓ Η άνιση κατανομή των υδατικών πόρων στο χώρο. Η δυτική Ελλάδα δέχεται πολύ μεγαλύτερα ύψη βροχών από την ανατολική. Ειδικότερα, 24% της συνολικής έκτασης της χώρας δέχεται το 36% των συνολικών ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, ενώ ακόμη μεγαλύτερη είναι η διαφοροποίηση στα ποσοστά της επιφανειακής απορροής.
- ✓ Η ανομοιόμορφη κατανομή των υδατικών πόρων στο χρόνο, με μεγάλη συγκέντρωση βροχοπτώσεων κατά τη χειμερινή περίοδο. Στη νότια Ελλάδα το 80,9% των ετήσιων βροχοπτώσεων συγκεντρώνεται σ΄ αυτή την περίοδο, ενώ το θερινό ύψος της βροχής αυξάνει προς βορρά, και στα βορειότερα τμήματα παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή του, δηλαδή 20% του ετήσιου όγκου.
- ✓ Η άνιση κατανομή της ζήτησης στο χώρο, αναντίστοιχη με την κατανομή της προσφοράς. Ο άξονας Θεσσαλονίκη – Αθήνα - Πάτρα που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμού και δραστηριοτήτων, δεν διαθέτει σημαντικούς υδατικούς πόρους.
- ✓ Η ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης στο χρόνο, αναντίστοιχη με την κατανομή της προσφοράς. Ο μεγαλύτερος καταναλωτής του χρησιμοποιούμενου νερού, η γεωργία (87%), το καταναλώνει την ξηρή περίοδο. Την ίδια περίοδο και ειδικότερα τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο, διπλασιάζεται λόγω τουρισμού και η κατανάλωση νερού ύδρευσης.
- ✓ Η γεωμορφολογία της χώρας. Ο έντονος οριζόντιος και κατακόρυφος διαμελισμός, καθώς και η δομή και διάταξη των πετρωμάτων, έχουν ως

αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών μικρών υδατορεμάτων με χειμαρρική κυρίως δίαιτα, επιφανειακή απορροή μικρής διάρκειας, αυξημένη κατείσδυση και συχνά πλημμυρικά φαινόμενα.

- ✓ Η εξάρτηση της βόρειας Ελλάδας από τις επιφανειακές απορροές ποταμών που προέρχονται από γειτονικά κράτη (περίπου 13 hm3 ετησίως). Το 23% του συνολικού υδατικού δυναμικού της χώρας προέρχεται από γειτονικές χώρες, καθιστώντας ιδιαίτερα σημαντική την ανάγκη για προώθηση διασυνοριακών δράσεων διαχείρισης υδατικών πόρων.
- ✓ Το μεγάλο ανάπτυγμα ακτών (15.021 km) σε συνδυασμό με τη λιθολογική σύσταση των πετρωμάτων που συντείνει, λόγω της εντατικής εκμετάλλευσης παράκτιων υδροφορέων, στην υφαλμύρινσή τους.

Τα πολλά άνυδρα ή με ελάχιστους υδατικούς πόρους νησιά της χώρας.

Το ισοζύγιο νερού των υδατικών διαμερισμάτων του μηνός Ιούλιου παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.1. Το πιθανό έλλειμμα υδάτων σε κάποιες περιπτώσεις καλύπτεται από την υπερεκμετάλλευση του πόρου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση της Θεσσαλίας.

Πίνακας 3.1 : Ενδεικτική σύγκριση της προσφοράς και της ζήτησης ανά υδατικό διαμέρισμα για το μήνα Ιούλιο

Υδατικά διαμερίσματα	**Προσφορά (hm^3)**	**Ζήτηση (hm^3)**	**Παρατηρήσεις**
01 Δυτικής Πελοποννήσου	73	55	Πλεονασματικό
02 Βόρειας Πελοποννήσου	122	104	Πλεονασματικό
03 Ανατολικής Πελοποννήσου	56	67	Ελλειμματικό
04 Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	415	82	Πλεονασματικό
05 Ηπείρου	193	33	Πλεονασματικό
06 Αττικής	56	54	Οριακά Πλεονασματικό[2]
07 Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	128	187	Ελλειμματικό[3]
08 Θεσσαλίας	210	335	Ελλειμματικό
09 Δυτικής Μακεδονίας	159	136	Πλεονασματικό
10 Κεντρικής Μακεδονίας	137	130	Οριακά Πλεονασματικό
11 Ανατολικής Μακεδονίας	354	132	Πλεονασματικό
12 Θράκης	424	253	Πλεονασματικό
13 Κρήτης	130	133	Οριακά Ελλειμματικό[4]
14 Νήσων Αιγαίου	7	25	Ελλειμματικό
Σύνολο χώρας	2.464	1.726	

Πηγή: (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον - Αειφόρος Ανάπτυξη, 2007)

Ο πίνακας 3.2 αναφέρεται στο ετήσιο υδατικό ισοζύγιο της Θεσσαλίας. Στον πίνακα αυτό καταγράφεται η κατανάλωση για τις χρήσεις του νερού στη Θεσσαλία. Το νερό για άρδευση καλύπτει το 86,67 % της ζητούμενης ποσότητας για κατανάλωση ενώ μικρότερα ποσοστά αντιστοιχούν στην οικιακή παροχή και την οικολογική παροχή νερού. Η οικολογική παροχή εκτιμάται στο 10% της ετήσιας απορροής. Η τρίτη στήλη περιγράφει τις δυνατότητες για ασφαλείς απολήψεις, δηλαδή τις ποσότητες νερού που ανανεώνονται σε ετήσιο κύκλο στα υδάτινα σώματα και η απόληψη τους δεν διαταράσσει αρνητικά το ισοζύγιο ύδατος. Το έλλειμμα στην προσφορά νερού καλύπτεται από τα υπόγεια ύδατα.

[2] Οι υδατικοί πόροι είναι κατά βάση μεταφερόμενοι από γειτονικά διαμερίσματα
[3] Οι αρδευόμενες εκτάσεις κατά ΕΣΥΕ φαίνονται υπερεκτιμημένες και γι' αυτό τον λόγο το διαμέρισμα, ενώ έχει σήμερα οριακά επαρκείς πόρους, εμφανίζεται ως έντονα ελλειμματικό.
[4] Σήμερα, η ζήτηση καλύπτεται πλημμελώς κυρίως από πηγές και γεωτρήσεις.

Πίνακας 3.2: Υδατικό ισοζύγιο Θεσσαλίας

Κατανάλωση	**Ποσότητα (hm^3)**	**Ασφαλείς απολείψεις**	**Ποσότητα (hm^3)**
Άρδευση	1534	Επιφανειακά ύδατα	242
Οικιακή παροχή	136	Υπόγεια ύδατα	394
Ελάχιστη οικολογική παροχή	100		
Σύνολο	**1770**		**636**
Έλλειμμα /Πλεόνασμα (-/+)			**-1134**

ΠΗΓΗ: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε

Στο υφιστάμενο καθεστώς διαχείρισης των υδάτων εντοπίζεται κυρίως η ελλιπής καταγραφή των χρήσεων και των χρηστών νερού (ΥΠΕΧΩΔΕ 2007). Στη συνέχεια αναλύουμε πληρέστερα τις δύο βασικές χρήσεις ύδατος στην Ελλάδα: ύδρευση και άρδευση. Η τουριστική, και εν μέρει η βιομηχανική χρήση περιλαμβάνεται στην ύδρευση. Δεν αναλύουμε καθόλου την «οικολογική» χρήση, δηλαδή την ανάγκη εξασφάλισης μια ελάχιστης, ποσοτικής και ποιοτικής, παροχής υδάτινων αποθεμάτων για την απρόσκοπτη λειτουργία των οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας.

Ύδρευση

Η οικιακή παροχή νερού είναι η σημαντικότερη χρήση καθώς έχει θεσμικά κατοχυρωθεί η προτεραιότητα της στη χρήση των υδάτινων πόρων έναντι των υπολοίπων χρήσεων (Ν. 1739/1987, Ν. 3199/2003).

Πίνακας 3.3: Ετήσια ζήτηση νερού για ύδρευση

Υδατικά διαμερίσματα	**Ύδρευση (hm^3)**
Δυτικής Πελοποννήσου	23,0
Βόρειας Πελοποννήσου	41,7
Ανατολικής Πελοποννήσου	22,1
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	22,4
Ηπείρου	33,9
Αττικής	420,0
Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	41,6
Θεσσαλίας	69,0
Δυτικής Μακεδονίας	43,7
Κεντρικής Μακεδονίας	99,8

Υδατικά διαμερίσματα	Ύδρευση (hm^3)
Ανατολικής Μακεδονίας	32,0
Θράκης	27,9
Κρήτης	42,3
Νήσων Αιγαίου	37,2

ΠΗΓΗ: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε

Ο πίνακας 3.3 παρουσιάζει τις ετήσιες υδατικές ανάγκες ύδρευσης ανά υδατικό διαμέρισμα που αγγίζουν τα 956,6 hm^3 για το σύνολο της χώρας το έτος 2008 (ΥΠΕΧΩΔΕ 2008). Οι εκτιμήσεις της προς κατανάλωση ποσότητας υπολογίζονται αναλόγως των αναγκών του μόνιμου πληθυσμού και της τουριστικής δραστηριότητας κάθε υδατικού διαμερίσματος. Κατανάλωση ύδατος ίση με 200 λίτρα ημερησίως αντιστοιχεί σε κάθε μόνιμο κάτοικο, ενώ ποσότητα 300 λίτρων ανά άτομο ανά διανυκτέρευση αντιστοιχεί σε κάθε τουρίστα. Το ζήτημα είναι αρκετά σύνθετο καθώς η καταναλισκόμενη ποσότητα ύδατος για διάφορους λόγους δεν αντιστοιχεί στην ποσότητα απόληψης για υδρευτικούς σκοπούς. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τα στοιχεία που δημοσιοποίησε η ΕΔΕΥΑ και αναφέρονται σε ΔΕΥΑ που καλύπτουν τις υδρευτικές ανάγκες 2.897.422 κατοίκων (από την απογραφή του 2001), το έτος 2006 οι υδατικές απολήψεις ανήλθαν στο 141% της τελικής καταναλωθείσας ποσότητας. Όσο μειώνεται η απόκλιση μεταξύ απολήψεων και κατανάλωσης τόσο ισχυροποιούνται οι εκτιμήσεις για τη ζήτηση του νερού για ύδρευση.

Σχετική μελέτη (Υπ. Αν. 2003) για την διαχείριση υδάτων αναφέρει σχετικά με την ύδρευση :

- ✓ Στην Πελοπόννησο (Υδατικά διαμερίσματα Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου και Ανατολικής Πελοποννήσου) η συνολική απαιτούμενη ποσότητα νερού για ύδρευση εκτιμάται σε 128 hm^3 και το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης στο 95%. Η μελέτη διαπιστώνει ότι 15 δήμοι εμφανίζουν έλλειψη νερού σε βαθμό 15-30%, καθώς και 6 δήμοι με έλλειψη πάνω από το 30%.
- ✓ Στα υδατικά διαμερίσματα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Ηπείρου, Αττικής, Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Δυτικής Μακεδονίας, Κεντρικής Μακεδονίας, Ανατολικής Μακεδονίας, Θράκης, οι υδρευτικές ανάγκες καλύπτονται πλήρως.
- ✓ Στο υδατικό διαμέρισμα νήσων Αιγαίου το μέσο ετήσιο έλλειμμα νερού για ύδρευση ανέρχεται σε 6,4%, κατανέμεται κατά κανόνα μόνο στους ξηρούς μήνες, δηλαδή τον Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο.

Η οικιακή παροχή νερού καλύπτει μέρος των αναγκών άλλων χρήσεων όπως η βιομηχανική παροχή. Η αιτία εντοπίζεται στη ανάπτυξη και τη λειτουργία μέρους του βιομηχανικού - βιοτεχνικού δυναμικού της χώρας σε αστικές περιοχές με αποτέλεσμα η υδροδότηση τους να προέρχετε από δίκτυα ύδρευσης.

Άρδευση

Ο γεωργικός τομέας αποτελεί το μεγαλύτερο καταναλωτή ύδατος της χώρας με ετήσια κατανάλωση που ανέχεται σε 6.859,5 hm^3 (ΥΠΕΧΩΔΕ 2008) με την μεγαλύτερη κατανάλωση να καταγράφεται στο υδατικό διαμέρισμα Θεσσαλίας (πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4: Ετήσια ζήτηση νερού για άρδευση

Υδατικά διαμερίσματα	Άρδευση(hm^3)
Δυτικής Πελοποννήσου	201,0
Βόρειας Πελοποννήσου	401,5
Ανατολικής Πελοποννήσου	324,9
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	366,5
Ηπείρου	153,5
Αττικής	99,0
Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	773,7
Θεσσαλίας	1.550,0
Δυτικής Μακεδονίας	609,4
Κεντρικής Μακεδονίας	527,6
Ανατολικής Μακεδονίας	627,0
Θράκης	825,2
Κρήτης	320,0
Νήσων Αιγαίου	80,2

ΠΗΓΗ: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε (2008).

Οι αρδευόμενες εκτάσεις εκτιμώνται σε 12.000.000 στρέμματα (πίνακας 3.5), η έκταση αυτή εκτιμάται ότι μειώνεται, λόγω της εφαρμογής της ΚΑΠ, της εγκατάλειψης των καλλιεργειών και της γήρανσης του αγροτικού πληθυσμού (ΥΠΕΧΩΔΕ 2008).

Πίνακας 3.5: Καλλιεργούμενες εκτάσεις ανά τύπο και γεωγραφικό διαμέρισμα

Περιοχή	**Καλλιέργεια**							
	Αροτραίες		Λαχανικά και κηπευτική γη		Αμπέλια και σταφιδάμπελα		Δενδρώδεις καλλιέργειες	
	Με ανάγκη νερού	Ποτιστικές	Με ανάγκη νερού	Ποτιστικές	Με ανάγκη νερού	Ποτιστικές	Με ανάγκη νερού	Ποτιστικές
Στερεά Ελλάδα	1.277.123	1.317.962	236.690	236.496	255.217	25.420	1.470.672	337.382
Πελοπόννησος	569.313	615.513	235.053	234.701	493.368	73.326	2.584.007	632.543
Ιόνια νησιά	46.410	20.619	23.454	15.360	69.772	495	436.564	10.121
Ήπειρος	485.909	375.378	28.391	29.482	8.407	364	309.418	99.522
Θεσσαλία	1.830.068	1.785.151	92.221	101.004	68.032	33.265	538.507	225.467
Μακεδονία	2.885.718	2.632.682	313.266	321.028	132.824	59.287	1.097.027	795.191
Θράκη	1.199.501	984.922	57.619	69.327	7.129	568	46.267	15.026
Νησιά Αιγαίου	65.718	79.502	49.091	46.949	112.366	3.877	814.147	54.288
Κρήτη	76.173	108.185	83.650	77.158	373.847	112.430	1.748.691	491.192
Σύνολο	8.435.933	7.919.914	1.119.435	1.131.505	1.520.962	309.032	9.045.300	2.660.732

Σχετική μελέτη του Υπουργείου Ανάπτυξης (Υπ. Αν. 2003) για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών σε νερό αναφέρει αναλυτικά ότι:

- ✓ Στην Πελοπόννησο (Υδατικά διαμερίσματα Δυτικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου και Ανατολικής Πελοποννήσου) η απαιτούμενη ποσότητα νερού για άρδευση ανέρχεται σε 1.062 hm^3 ετησίως. Από αυτές, εξυπηρετείται περίπου το 83% (882 hm^3). Παρ' όλα αυτά υπάρχει ένα ποσοστό ~11,5% των καταναλωτών, είτε ιδιωτών (σε επίπεδο δήμου), είτε συλλογικών δικτύων, που υφίσταται έλλειψη νερού σε βαθμό μεγαλύτερο του 30%.
- ✓ Στο υδατικό διαμέρισμα νήσων Αιγαίου το μέσο ετήσιο έλλειμμα νερού για άρδευση ανέρχεται σε ποσοστό 14,1% και κατανέμεται κατά κανόνα μόνο στους ξηρούς μήνες, δηλαδή τον Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο.
- ✓ Στο υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας οι ελλείψεις νερού για άρδευση ανέρχονται σε 2,1 hm^3 ετησίως και έχουν τοπικό χαρακτήρα.
- ✓ Στο υδατικό διαμέρισμα Ηπείρου το μέσο έλλειμμα για την αρδευτική χρήση ανέρχεται σε 7,7 hm^3 (ποσοστό 1,44% της συνολικής ζήτησης) και μοιράζεται μεταξύ των διαχειριστικών λεκανών που εμφανίζουν την μεγαλύτερη ζήτηση.
- ✓ Στο υδατικό διαμέρισμα Αττικής το συνολικό μέσο ετήσιο έλλειμμα που αφορά την άρδευση υπολογίζεται σε 24,1 hm^3 (ή ποσοστό 23.2% της συνολικής ζήτησης εκτός των καταναλώσεων της ΕΥΔΑΠ).
- ✓ Το υδατικό διαμέρισμα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας αντιμετωπίζει συνολικό μέσο έλλειμμα 142,7 hm^3 νερού ετησίως. Το μεγαλύτερο ποσοστό του ελλείμματος σχετίζεται με την αρδευτική χρήση και εντοπίζεται στην Κωπαϊδική πεδιάδα (ποσότητα 99,3 hm^3).
- ✓ Το υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Μακεδονίας παρουσιάζει έλλειμμα στην αρδευτική χρήση που εντοπίζεται στον ΓΟΕΒ Θεσσαλονίκης και ανέρχεται σε 13,81 hm^3 (ποσοστό 1,26% της συνολικής ζήτησης για άρδευση).
- ✓ Στο υδατικό διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας δεν παρατηρείται έλλειψη υδάτων για άρδευση.
- ✓ Το υδατικό διαμέρισμα Ανατολικής Μακεδονίας εμφανίζει τοπικές ελλείψεις στις αρδευτικές ανάγκες και ειδικότερα στα αρδευτικά δίκτυα των Κουδουνιών-Αμισού-Ρέμβης (Δράμας) και στα Τενάγη των Φιλίππων στα οποία η έλλειψει αγγίζει το 25% της ζήτησης.

✓ Το υδατικό διαμέρισμα Θράκης εμφανίζει επίσης τοπικές ελλείψεις των αρδευτικών αναγκών που εντοπίζονται στα αρδευτικά δίκτυα της Χρυσούπολης, του Άρδα και του Νιοχωρίου.

Στον πίνακα 3.6 καταγράφονται ενδεικτικά τα όρια χρήσης αρδευτικού νερού ανά υδατικό διαμέρισμα για τις προαναφερθείσες καλλιέργειες.

Πίνακας 3.6: Ενδεικτική χρήση αρδευτικού νερού κατά κατηγορία καλλιεργειών (m^3 ανά στρέμμα)

Υδατικά διαμερίσματα	**Βαμβάκι**	**Αραβόσιτος**	**Ελιά Άμπελος Εσπεριδοειδή**
Δυτικής Πελοποννήσου	582-701	670-810	491-594
Βόρειας Πελοποννήσου	621-743	715-858	524-629
Ανατολικής Πελοποννήσου	608-727	700-839	513-615
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	559-681	643-778	471-578
Ηπείρου	514-633	592-731	434-536
Αττικής	621-740	715-854	524-626
Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	588-711	682-821	500-602
Θεσσαλίας	572-692	659-798	483-585
Δυτικής Μακεδονίας	520-644	602-742	442-544
Κεντρικής Μακεδονίας	540-660	622-761	456-558
Ανατολικής Μακεδονίας	536-657	618-757	453-555
Θράκης	541-659	621-761	455-558
Νήσων Αιγαίου	627-747	723-862	530-632
Κρήτης	595-714	686-825	503-606

Πηγή: ΥΠΑΝ 2003

Οι μικρότερες στρεμματικές καταναλώσεις εντοπίζονται στην Ήπειρο ενώ οι μεγαλύτερες στα νησιά του Αιγαίου και το υδατικό διαμέρισμα Αττικής.

3.1.3 Φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα υδάτινα αποθέματα

Οι φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον τομέα των υδάτων επιδρούν σε τρεις συνιστώσες της διαχείρισης των υδάτινων πόρων: Στα υδρολογικά αποθέματα, την ποιότητα των υδάτων και τα υδάτινα οικοσυστήματα. Οι επιπτώσεις στα υδατικά

αποθέματα θα εμφανιστούν λόγω των αναμενόμενων μεταβολών του υδρολογικού κύκλου, δηλαδή του όγκου των κατακρημνισμάτων, της εξάτμισης και της διαπνοής. Έτσι αναμένονται μεταβολές στον όγκο των επιφανειακών απορροών αλλά και στα διαθέσιμα αποθέματα των υπόγειων υδάτων. Όσον αφορά στην ποιότητα των υδάτων, έχουν καταγραφεί (Feenstra et al 1998) τρείς μηχανισμοί επίδρασης της κλιματικής αλλαγής:

- ✓ Ο πρώτος μηχανισμός σχετίζεται με την ενδεχόμενη μείωση της ποσότητας των επιφανειακών απορροών, με άμεση επίπτωση τη μείωσης του όγκου των υδάτων και την αύξηση της συγκέντρωσης των ρύπων στα υδάτινα σώματα.
- ✓ Ο δεύτερος μηχανισμός βασίζεται στο διαθέσιμο διαλυμένο οξυγόνο που περιέχεται στα υδάτινα σώματα, και βοηθά στην αποδόμηση των ρύπων από τους υδάτινους αποδέκτες. Η αύξηση της θερμοκρασία των υδάτινων σωμάτων θα έχει σαν επίπτωση την μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου (αρχή Le Chatelier) και κατά συνέπεια την υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων. Η ένταση των επιπτώσεων από τη λειτουργία των δύο πρώτων μηχανισμών εξαρτάται από την ποσότητα ρύπων που δέχονται οι υδάτινοι αποδέκτες.
- ✓ Ο τρίτος μηχανισμός στηρίζεται στην υπόθεση πως στον αγροτικό τομέα θα αυξηθεί η χρήση των σκευασμάτων (λόγω της κλιματικής αλλαγής) με συνέπεια την αύξηση του ρυπαντικού φορτίου που θα καταλήγει στους υδάτινους αποδέκτες.

Στη βιβλιογραφία καταγράφονται οι κυριώτερες κλιματικές μεταβολές που επηρεάζουν τον τομέα των υδάτων. Οι μεταβολές αυτές συνοψίζονται στα εξής (Metroeconomica 2004):

- ✓ Μείωση του όγκου των κατακρημνισμάτων της θερινής περιόδου, με αποτέλεσμα την μειωμένη ροή των επιφανειακών υδάτων και την αύξηση της ζήτησης των υδάτινων πόρων.
- ✓ Αύξηση του όγκου κατακρημνισμάτων την χειμερινή περίοδο με αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου των επιφανειακών απορροών και την αύξηση του κίνδυνου για πλημμύρες.
- ✓ Αύξηση της μέσης θερμοκρασίας θα έχει σαν αποτέλεσμα τόσο την αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτων όσο και την αύξηση της διαπνοής.
- ✓ Η αύξηση του ρυθμού διαπνοής θα αυξήσει τις υδατικές ανάγκες της χλωρίδας.

4 Οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής μεταβολής στα υδάτινα αποθέματα

Οι υδάτινοι πόροι παρέχουν αγαθά και υπηρεσίες, η διαχείριση τους εμπεριέχει τόσο την οικονομική διάσταση όσο την κοινωνική και την πολιτική, και αφορά αρκετούς τομείς της οικονομίας. Για το λόγο αυτό οι πιθανές οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα ύδατα είναι πιθανό να επιδράσουν σε μεγάλο φάσμα δραστηριοτήτων με μεγάλη σημασία για την κοινωνία με επεκτάσεις σε αρκετούς τομείς της οικονομίας.

4.1 Μια τυπολογία των οικονομικών επιπτώσεων από την χρήση νερού

Οι οικονομικές επιπτώσεις που απορρέουν από τις φυσικές επιπτώσεις είναι (Metroeconomica Ltd 2004):

1. Η **μειωμένη παραγωγικότητα** λόγω της έλλειψης υδάτινων πόρων (και η συνεπαγόμενη πιθανή μείωση της ποιότητας των υδάτων) στην περίπτωση που αποτελούν εισροή στην παραγωγική διαδικασία. Πιθανές αιτίες είναι :

- η μείωση της παροχής νερού λόγω της μειωμένης πληρότητας των ταμιευτήρων,
- η μείωση του ρυθμού επαναφόρτισης των υδροφορέων,
- η μειωμένη συναίνεση για απολείψεις ύδατος,
- η ξηρασία.

Τα φυσικά αίτια σχετίζονται κυρίως με τη μείωση του όγκου των κατακρημνισμάτων της θερινής περιόδου. Οι ομάδες ενδιαφέροντος που θα διαχειριστούν την επίπτωση είναι οι ΔΕΥΑ αλλά και σειρά τομέων της οικονομίας ως χρήστες νερού. Ειδικότερα:

a. **Μειωμένη παραγωγικότητα του Γεωργικού τομέα,** όπου το νερό αποτελεί σημαντική εισροή της δραστηριότητας ενώ ο τομέας είναι σημαντικός για την Ελληνική οικονομία.
b. Μειωμένη παραγωγή ενέργειας από υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας. Οι ομάδες ενδιαφέροντος που θα διαχειριστούν την επίπτωση είναι οι διαχειριστές των εγκαταστάσεων (ΔΕΗ, Δήμοι).
c. Μειωμένη παραγωγικότητα στη βιομηχανία όπου το νερό χρησιμοποιείται συνήθως σε συστήματα ψύξης.

d. Μειωμένη παραγωγικότητα στη δασοκομία όπου το νερό αποτελεί σημαντική εισροή της δραστηριότητας.

e. Μειωμένη παραγωγικότητα του αλιευτικού τομέα, κυρίως σε ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες. όπου το νερό αποτελεί σημαντική εισροή της δραστηριότητας, λόγω της μειωμένης ποιότητας των υδάτων αλλά και της πιθανής αύξησης της θερμοκρασίας του νερού.

2. Το αυξημένο κόστος **απορρύπανσης** που θα προέλθει από τη χαμηλότερη ποιότητα των επιφανειακών υδάτων και των υπογείων υδάτων. Φυσικό αίτιο είναι η έλλειψης υδάτινων πόρων που μπορεί να επέλθει λόγω της μειωμένης πληρότητας των ταμιευτήρων υδροδότησης, αλλά και οι αναμενόμενες αυξημένες απολείψεις από υπόγεια νερά. Οι ομάδες ενδιαφέροντος που θα διαχειριστούν την επίπτωση είναι κυρίως οι ΔΕΥΑ και τα νοικοκυριά που τροφοδοτούν.
3. Η μείωση της ασφάλεια λόγω της έλλειψης υδάτινων πόρων αλλά και των μεταβολών στον όγκο των φερτών υλικών. Για παράδειγμα σε συνθήκες έλλειψης νερού κάποιοι πυροσβεστικοί κρουνοί θα τεθούν εκτός λειτουργίας μειώνοντας την δυνατότητα κατάσβεσης πυρκαγιών. Ενώ σε περίπτωση συσσώρευσης φερτών υλικών αυξάνει ο κίνδυνος για πλημμυρικά φαινόμενα. Οι ομάδες ενδιαφέροντος που θα διαχειριστούν την επίπτωση είναι κυρίως ο τοπικός πληθυσμός και τα σώματα ασφαλείας.
4. Μείωση του οφέλους από δραστηριότητες αναψυχής. Στο όφελος εντάσσεται τόσο το όφελος που αντλούν οι επισκέπτες περιοχών με τουριστικό προϊόν που στηρίζεται σε υδραυλικά υποδομή (για παράδειγμα η λίμνη Πλαστήρα) όσο και στην απώλεια τουριστικού εισοδήματος από επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στις περιοχές αυτές. Φυσικό αίτιο είναι η έλλειψης υδάτινων πόρων που μπορεί να επέλθει λόγω της μειωμένης πληρότητας των ταμιευτήρων υδροδότησης αλλά και η συνεπαγόμενη πιθανή μείωση της ποιότητας των υδάτων. Οι ομάδες ενδιαφέροντος που θα διαχειριστούν την επίπτωση είναι κυρίως οι επισκέπτες, ο τοπικός πληθυσμός και οι επιχειρήσεις της περιοχής.
5. Απώλεια οφέλους από βλάβες σε υδάτινα οικοσυστήματα. Η έλλειψης υδάτινων πόρων (και η συνεπαγόμενη πιθανή μείωση της ποιότητας των υδάτων) αλλά και οι μεταβολές στα φερτά υλικά λόγω της μειωμένης επιφανειακής απορροής δύναται να προκαλέσει βλάβες στα ενδιαιτήματα που μπορούν να οδηγήσουν

ακόμη και σε απώλεια ειδών της χλωρίδας και της πανίδας. Οι ομάδες ενδιαφέροντος που θα διαχειριστούν την επίπτωση είναι κυρίως ο τοπικός πληθυσμός και οι επισκέπτες των οικοσυστημάτων.

6. Αύξηση του κόστους απολήψεων από υπόγεια ύδατα λόγω της έλλειψης επιφανειακών υδάτινων πόρων. Οι ομάδες ενδιαφέροντος που θα διαχειριστούν την επίπτωση είναι κυρίως οι ΔΕΥΑ και οι αγρότες.
7. Αύξηση του κινδύνου υφαλμύρωσης των υπόγειων υδροφορέων λόγω της έλλειψης επιφανειακών υδάτινων πόρων και των αυξημένων απολήψεων από τα υπόγεια ύδατα. Οι ομάδες ενδιαφέροντος που θα διαχειριστούν την επίπτωση είναι κυρίως οι ΔΕΥΑ και οι αγρότες.
8. Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, λόγω της μειωμένης ποιότητας των υδάτων στην περίπτωση που δεν γίνεται πλήρης απορρύπανση. Οι ομάδες ενδιαφέροντος που θα διαχειριστούν την επίπτωση είναι κυρίως ο τοπικός πληθυσμός και το σύστημα περίθαλψης.
9. Αυξημένο κόστος επεξεργασίας αποβλήτων, στην περίπτωση που αυξηθούν τα πρότυπα για την ποιότητα των εκροών ή μειωθεί το διαθέσιμο οξυγόνο στους φυσικούς αποδέκτες (με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων).
10. Απώλεια ευημερίας λόγω πιθανών περιορισμών στη χρήση του νερού, λόγω των μειωμένων αποθεμάτων, περίπτωση που αφορά όλους τους καταναλωτές.
11. Επιπτώσεις από την αύξηση πλημμυρικών φαινομένων, λόγω της αύξησης του όγκου των χειμερινών κατακρημνισμάτων και των επιφανειακών απορροών. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να συνυπολογιστεί εκτός από το κόστος της άμεσης ζημίας σε ανθρώπινες υποδομές και εξοπλισμό, το κόστος για πιθανή μετεγκατάσταση πληθυσμού ή της άμεσης εκκένωσης περιοχών, η ζημία από την απώλεια εδάφους (διάβρωση), η ζημία από το 'ξέπλυμα' χημικών από της καλλιέργειες και η πιθανές ζημίες σε υγροβιότοπους.

Η ένταση των παραπάνω οικονομικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής εξαρτάται από την ένταση των κλιματολογικών αλλαγών.

4.2 Το γενικό πλαίσιο αξιολόγησης των κλιματικών ζημιών

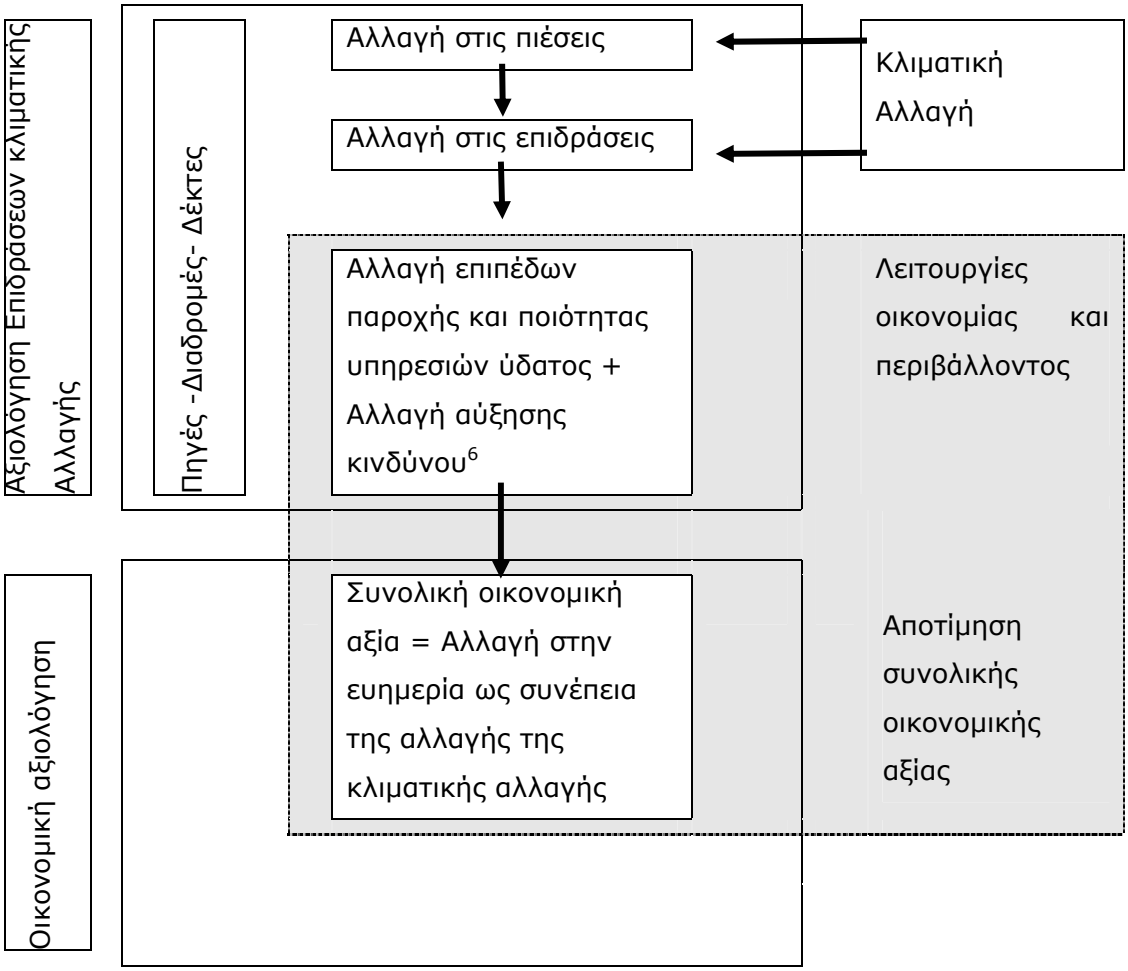
Υπάρχουν πολλοί τρόποι αξιολόγησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, και ειδικώτερα των κλιματικών επιπτώσεων (Παπανδρέου/Σκούρτος 2000). Στο πλαίσιο αυτό, οι οικονομικές μεθοδολογίες κατέχουν μια ιδιαίτερη θέση, η οποία αναδύεται σήμερα

στην Ευρωπαϊκή Ένωση μέσα από ένα ισχυρό θεσμικό οπλοστάσιο Οδηγιών σε θέματα περιβαλλοντικής προστασίας (Κοντογιάννη 2008). Η οικονομική αξιολόγηση μη αγοραίων αγαθών και υπηρεσιών αναφέρεται στη διαδικασία χρηματικής αποτίμησης αγαθών και υπηρεσιών που δεν συναλλάσσονται σε αγορές. Οι εφαρμογές που στηρίζονται σε αποτελέσματα της οικονομικής αξιολόγησης είναι η ανάλυση κόστους-οφέλους, η εκτίμηση περιβαλλοντικής ζημίας, η διαδικασία καθορισμού προτεραιοτήτων στην περιβαλλοντική πολιτική, ο καθορισμός του ύψους περιβαλλοντικών φόρων και οι πράσινοι περιβαλλοντικοί λογαριασμοί. Η διαδικασία εκτίμησης του κόστους της κλιματικής αλλαγής στους υδάτινους πόρους περιλαμβάνει διακριτά στάδια που αποτελούν τη βάση για την οικονομική αξιολόγηση (κατά τα πρότυπα των μεθόδων DPSIR & SPR, βλ. Brouwer, 2006) :

1. Προσδιορισμός των σημαντικότερων πιέσεων της κλιματικής αλλαγής οι οποίες επιδρούν στα υδάτινα σώματα.
2. Αξιολόγηση του αντίκτυπου των πιέσεων της κλιματικής αλλαγής στον τομέα των υδάτινων πόρων, σε ογκομετρικούς, χημικούς και οικολογικούς όρους. Απαιτείται η επιλογή και η περιγραφή των σχετικών ιδιοτήτων ή των χαρακτηριστικών του υδατικού συστήματος ώστε να καθοριστεί επακριβώς σε διεπιστημονικούς όρους το αντικείμενο της οικονομικής αξιολόγησης.
3. Προσδιορισμός και ποσοτικοποίηση (όταν είναι εφικτό) της φύσης και του βαθμού της ζημίας που υφίστανται τα υδάτινα οικοσυστήματα και οι χρήστες του ύδατος. Η ζημία προσδιορίζεται ως η διαφοροποίηση μεταξύ της κατάστασης αναφοράς (Status Quo) και της αναμενόμενης κατάστασης από την επίδραση της κλιματική αλλαγή. Λαμβάνοντας υπόψη τόσο την επίδραση στην παροχή και την ποιότητα των υπηρεσιών ύδατος όσο και την αύξηση του κινδύνου. Το ποσοστό αύξησης του κινδύνου συμβαίνει για σειρά παραμέτρων όπως η πιθανότητα εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων, η πιθανότητα υφαλμύρωσης των υδροφορέων, η πιθανότητα εμφάνισης περιστατικών υγειονομικού ενδιαφέροντος λόγω μειωμένης ποιότητας των υδάτινων πόρων5 και η μείωση της δυνατότητας χρήσης των μέσων πυρόσβεσης.
4. Αποτίμηση της ζημίας σε χρηματικούς όρους. Η οικονομική αξιολόγηση της ζημίας βασίζεται σε μεθόδους αποτίμησης αγοραίων και μη αγαθών, και επικεντρώνεται ειδικότερα στην απώλεια ευημερίας από αλλαγές στο επίπεδο της παροχής και της ποιότητας αγαθών και υπηρεσιών.

[5] Για την περίπτωση αστοχίας των ελέγχων της ποιότητας των υδάτων

Σχήμα 3.7: Οικονομική αξιολόγηση επίδρασης κλιματικής αλλαγής στα ύδατα.

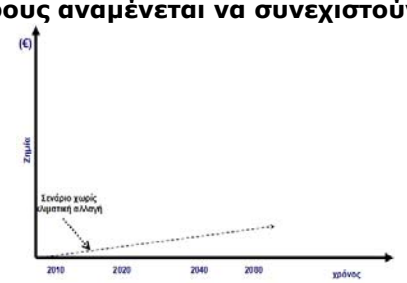


Στο πλαίσιο της παρούσας έκθεσης, τα προς διερεύνηση κόστη και οφέλη είναι το κόστος μη δράσης, δηλαδή το κόστος στους τομείς της οικονομίας από την εξέλιξη του φαινομένου, το πιθανό όφελος μετριασμού που θα προκύψει από δράσεις σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς και του οφέλους από πολιτικές προσαρμογής, ώστε να καταστεί τελικά δυνατός ο υπολογισμός της υπολειμματικής ζημίας (πλαίσιο κειμένου 3.1)

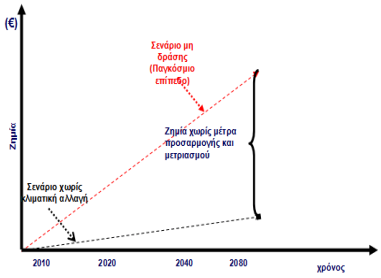
[6] Μεταβολή κινδύνου, λόγω της αυξημένης πιθανότητας εμφάνισης φαινομένων πλημμύρας και υφαλμύρωσης, αύξησης των περιστατικών υγειονομικού ενδιαφέροντος και της πιθανή μείωση της δυνατότητας χρήσης μέσων κατάσβεσης πυρκαγιών.

πλαίσιο κειμένου 3.1: εκτίμηση μεγεθών

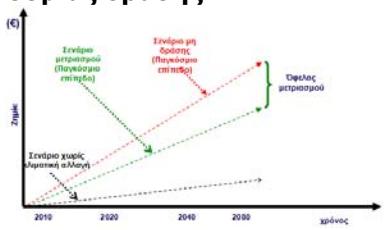
1. Οιπιέσεις προς τους υδάτινους πόρους αναμένεται να συνεχιστούν



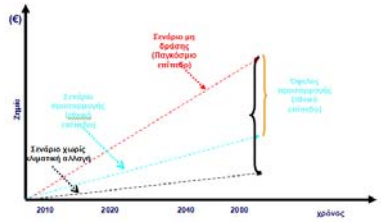
2. Η δράση της κλιματικής αλλαγής επιτείνει το πρόβλημα



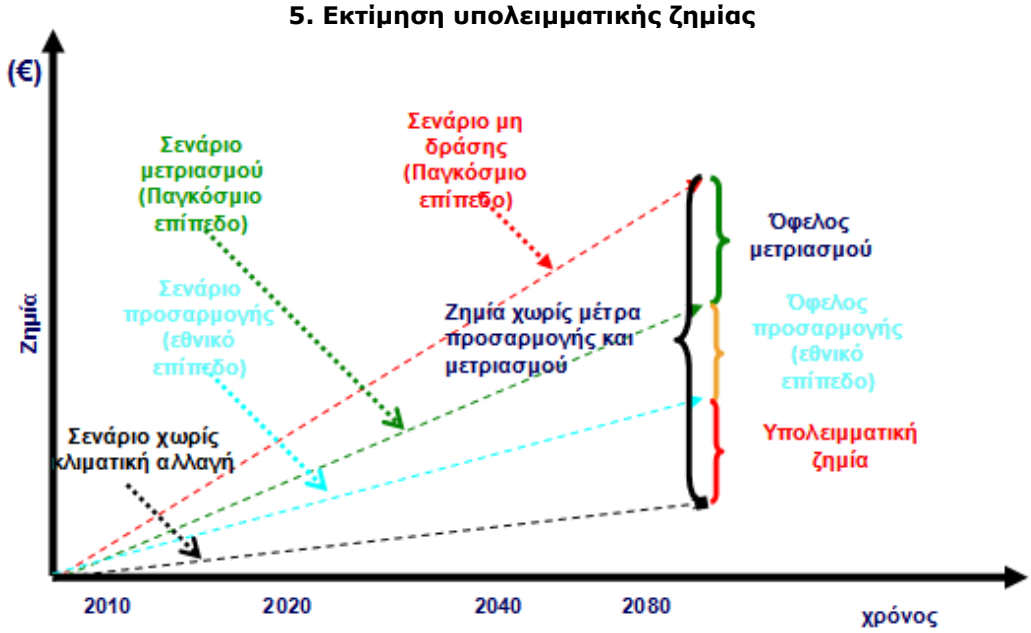
3. Μετριασμός των επιπτώσεων λόγω παγκόσμιας δράσης



4. Όφελος πολιτικών προσαρμογής



5. Εκτίμηση υπολειμματικής ζημίας



4.3 Μέθοδοι οικονομικής αξιολόγησης ζημιών

Το σύγχρονο οπλοστάσιο των οικονομικών του περιβάλλοντος διαθέτει σήμερα μια πλειάδα προσεγγίσεων για την οικονομική αξιολόγηση των κλιματικών επιπτώσεων (βλ. Πίνακα 3.8).

Πίνακας 3.8. Οικονομικές μέθοδοι περιβαλλοντικής αξιολόγησης

α/α	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΧΡΗΣΤΙΚΕΣ ΑΞΙΕΣ		ΜΗ ΧΡΗΣΤΙΚΕΣ ΑΞΙΕΣ
			ΑΜΕΣΕΣ	ΕΜΜΕΣΕΣ	
1	Ανάλυση αγοράς	Υπολογισμός της οριακής παραγωγικότητας του πόρου με τη βοήθεια αγοραίων και σκιωδών τιμών εισροών και εκροών	√	√	
2	Μείωση παραγωγικότητας	Υπολογισμός της αλλαγής στα καθαρά έσοδα αγοραίων αγαθών λόγω της υποβάθμισης του περιβάλλοντος	√	√	
3	Συναρτήσεις παραγωγής	Αξιολόγηση του περιβάλλοντος ως εισροή στην παραγωγή αγαθών με αγοραία αξία.	√	√	
4	Συναρτήσεις ζημιών	Προσαρμογή της προηγούμενης μεθόδου σε θέματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης	√	√	
5	Δημόσια δαπάνη	Οι δημόσιες περιβαλλοντικές δαπάνες ως ένδειξη των περιβαλλοντικών αξιών	√	√	√
6	Ηδονική τιμολόγηση	Υπολογισμός αξίας περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών (καθαρή ατμόσφαιρα) μέσω της τιμής αγοραίων αγαθών (π.χ. οικιών) τα οποία ενσωματώνουν τα χαρακτηριστικά αυτά.	√	√	
7	Κόστος ταξειδίου	Κόστος μετάβασης σε περιοχή φυσικού κάλους ως ελάχιστο όριο της περιβαλλοντικής αξίας της.	√	√	
8	Εξαρτημένη αξιολόγηση	Κατασκευή υποθετικής αγοράς για το περιβάλλον και αποκάλυψη των αντίστοιχων ατομικών προτιμήσεων μέσω ερωτηματολογίου	√	√	√
9	Αποφευχθέντες ζημίες	Το υποθετικό κόστος σε περίπτωση μη ύπαρξης του περιβαλλοντικού αγαθού ως ελάχιστο όριο της αξίας του.		√	
10	Αμυντικές δαπάνες	Κόστος για την αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης ως ελάχιστο όριο της αξίας του περιβάλλοντος.		√	
11	Κόστος επαναχωροθέτησης	Κόστος επαναχωροθέτησης δραστηριοτήτων και μετεγκατάσταση ατόμων ως ελάχιστο όριο της περιβαλλοντικής αξίας (ειδική περίπτωση της προηγούμενης μεθόδου)		√	
12	Κόστος αντικατάστασης / υποκατάστασης	Κόστος αντικατάστασης/υποκατάστασης των χαμένων περιβαλλοντικών λειτουργιών ως ελάχιστο όριο της περιβαλλοντικής αξίας.	√	√	√
13	Κόστος επανάκτησης	Κόστος απαναφοράς του περιβάλλοντος στην προτέρα κατάσταση του.	√	√	√

Πηγή: Σκούρτος/Κοντογιάννη 1996

Οι μεθοδολογίες που έχουν αναπτυχθεί μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο μέτρο ευημερίας (τιμή, κόστος ή αξία) σε τρεις κατηγορίες: τιμολόγησης, κοστολόγησης και αξιολόγησης. Στην πρώτη ομάδα εντάσσονται οι μεθοδολογίες αγοράς (π.χ. μέθοδοι 1, 2, και 3), όπου οι αγοραίες τιμές χρησιμοποιούνται ως αξίες. Οι μέθοδοι είναι κατάλληλες για την μέτρηση μόνο τις άμεσης χρηστικής αξίας. Εάν το περιβαλλοντικό αγαθό αποτελεί ταυτόχρονα αγοραίο, τελικό προϊόν προς κατανάλωση, η τιμή απόκτησης του αντανακλά την οριακή αξία του. Εάν το περιβαλλοντικό αγαθό αποτελεί αγοραία εισροή σε σύστημα παραγωγής, τότε η τιμή του αποτελεί επίσης την οριακή αξία του. Οι εκτιμηθέντες αξίες αποτελούν το κατώτερο κατώφλι αξιολόγησης καθώς αντικατοπτρίζουν την τιμή και όχι την αξία (μέγιστη προθυμία για πληρωμή) των αγαθών.

Την δεύτερη ομάδα αποτελούν οι μέθοδοι κόστους (μέθοδοι 9, 10, 11, 12 και 13). Οι μεθοδολογίες αυτές στηρίζονται στην ύπαρξη κάποιας σχέσης ('ασθενής συμπληρωματικότητα') μεταξύ περιβαλλοντικής ποιότητας και ιδιωτικών, αγοραίων αγαθών όπως πρώτος διατύπωσε ο Mäler (1974). Η σχέσης μπορεί να είναι οποιασδήποτε μορφής. Αν, για παράδειγμα, η σχέση αυτή είναι τεχνικής φύσης, καταλληλότερες είναι η μέθοδος κόστους αντικατάστασης (Replacement Costs) ή κόστους αποφυγής ζημίας (Damage Cost Avoided). Εάν η σχέση είναι βιολογικής η χημικής (π.χ. η επίδραση όξινης βροχής στα υλικά οικοδομών) φύσης, αναφερόμαστε στη μέθοδο δόσης-απόκρισης (dose response rate) (EPA, 1987). Οι μεθοδολογίες κόστους, αν και υστερούν στην θεωρητική τους τεκμηρίωση στα οικονομικά της ευημερίας, χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω χαμηλών απαιτήσεων σε πληροφορίες και know-how. Ωστόσο οι Mäler (1974) και Freeman (1979) απέδειξαν ότι οι εκτιμηθέντες αξίες δεν έχουν άμεση σύνδεση με την ευημερία του καταναλωτή, ενώ είναι κατάλληλες μόνο για την εκτίμηση της άμεσης χρηστικής αξίας.

Στην τρίτη ομάδα εντάσσονται οι μέθοδοι που στηρίζονται στις προτιμήσεις των καταναλωτών (μέθοδοι 6, 7, 8). Διαθέτουμε σήμερα δύο βασικές ομάδες μεθόδων οικονομικής αξιολόγησης περιβαλλοντικών αγαθών (βλ. σχήμα 3.9):[7] τις (έμμεσες) μεθόδους αποκαλυμένων προτιμήσεων (revealed preferences) και αυτές των (άμεσων) δηλωμένων προτιμήσεων (stated preferences). Οι πρώτες υποθέτουν μια λειτουργική σύνδεση μεταξύ της ζήτησης παραδοσιακών αγοραίων αγαθών (π.χ.

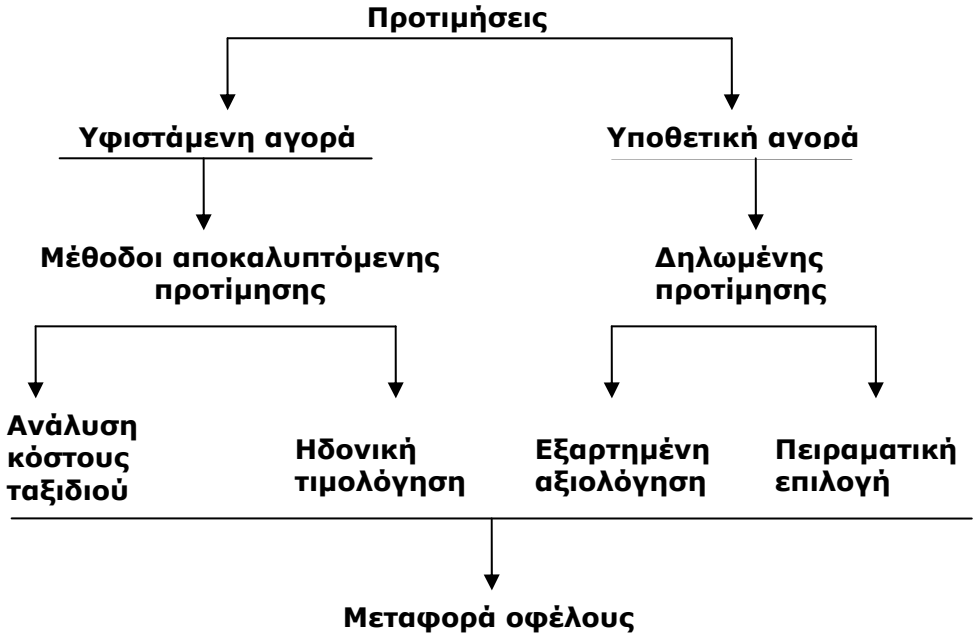
[7] Η κλασική πηγή για μια σύγχρονη και περιεκτική κάλυψη του θέματος είναι Freeman 1993. Βλ επίσης Braden/Kolstad 1991

κατοικία) και ενός ή περισσότερων περιβαλλοντικών αγαθών (π.χ. ατμοσφαιρική ρύπανση). Η παρατήρηση της καταναλωτικής συμπεριφοράς στην αγορά του αγοραίου αγαθού μας επιτρέπει να 'αποκαλύψουμε' την διασυνδεδεμένη με αυτό ζήτηση (και αξιολόγηση) του μη αγοραίου, περιβαλλοντικού αγαθού. Η δεύτερη ομάδα μεθόδων αξιολόγησης προσεγγίζει το ζήτημα μέσω της άμεσης δήλωσης των προτιμήσεων από τους ενδιαφερόμενους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω: α) δομημένων ερωτηματολογίων και β) πειραμάτων επιλογών σε ελεγχόμενες συνθήκες.

Οι μέθοδοι αποκαλυμένων προτιμήσεων 'κατασκευάζουν' συνεπώς υποθετικές αγορές, στις οποίες καλούν τον συμμετέχοντα να μεταφερθεί νοητικά και να επιλέξει από το μενού των δυνατών επιλογών που του προσφέρεται (Bateman et al 2002). Οι υποθετικές αγορές ορίζονται ως υποθετικά πλαίσια ανταλλαγής στα οποία συγκεκριμένα περιβαλλοντικά αγαθά προσφέρονται σε δεδομένη χρονική στιγμή, από δεδομένο μηχανισμό προσφοράς, σε συγκεκριμένες ομάδες καταναλωτών. Το προς προσφορά περιβαλλοντικό αγαθό μπορεί να περιγράφεται γενικά (π.χ. προστασία ενός είδους) ή στη βάση ενός προφίλ ιδιοτήτων ή επιμέρους χαρακτηριστικών του (attributes), (π.χ. επίπεδα θορύβου, οσμών, σκόνης, αισθητικής υποβάθμισης και δημοτικών τελών ως χαρακτηριστικά διαχείρισης στερεών αποβλήτων). Στην πρώτη περίπτωση κυριαρχούν οι εφαρμογές της Εξαρτημένης Αξιολόγησης (Contingent Valuation Method, CVM) ενώ στην δεύτερη περίπτωση έχουμε τα Πειράματα Επιλογών (Choice Experiments, CE). Τα Πειράματα Επιλογών, είτε στο πεδίο είτε σε συνθήκες εργαστηρίου, αποτελούν αυτή τη στιγμή την αιχμή της έρευνας στις μεθόδους οικονομικής αξιολόγησης περιβαλλοντικών αγαθών. Διευρύνουν την λογική των επιλογών θέτοντας στο επίκεντρο της θεωρίας της ζήτησης την κατά Lancaster προσέγγιση των χαρακτηριστικών (attributes), ενσωματώνουν ουσιαστικά στην λογική τους το στοιχείο της τυχαιότητας των επιλογών, αλλά ταυτόχρονα χαρακτηρίζονται από υπέρμετρες για τον μέσο συμμετέχοντα απαιτήσεις γνωστικής και υπολογιστικής ικανότητας. [8]

[8] Η παραλλαγή αυτή της νεοκλασικής θεωρίας της ζήτησης οφείλεται στον Lancaster 1966. Εφαρμόζεται ήδη με επιτυχία στην έρευνα αγοράς συμβατικών αγοραίων αγαθών και εισήχθη στην περιβαλλοντική προβληματική πρόσφατα. Βλ. Louviere et al 2000. Το στοιχείο της τυχαιότητας στις συναρτήσεις οφέλους προσεγγίζεται μέσω του Υποδείγματος Τυχαίου Οφέλους (Random Utility Model, RUM). Βλ Mc Fadden 1974 και Hanemann 1984.

Σχήμα 3.9: Διαγραμματική παρουσίαση μεθόδων οικονομικής αξιολόγησης βασιζόμενων στις προτιμήσεις.



Λόγω περιορισμένων πόρων και χρόνου των ληπτών αποφάσεων, είναι συχνά ασύμφορη η χρηματοδότηση πρωτογενών μελετών οικονομικής αξιολόγησης περιβαλλοντικών αγαθών. Στις περιπτώσεις αυτές ενδείκνυται η εφαρμογή της μεθόδου Μεταφοράς Οφέλους[9] (benefit transfer). Η αξιολόγηση στην περίπτωση αυτή βασίζεται σε 'μεταφορά' προϋπάρχοντων αποτελεσμάτων ερευνών οικονομική αξιολόγησης από 'περιοχές μελέτης' (study site) σε μια νέα, αλλά παρόμοια περίπτωση, την 'περιοχή πολιτικής' (policy study) (Navrud and Ready 2007). Δεν απαιτείται έτσι πρωτογενής έρευνα πεδίου. Η χρήση της Μεταφοράς Οφέλους στην οικονομική αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, και λόγω της δημιουργία μεγάλων, ανοικτών βάσεων δεδομένων μελετών αξιολόγησης.

4.4 Οι μέθοδοι στην πράξη: Εκθέσεις Stern, Garnaut και PESETA

Μεγάλο ενδιαφέρον για την παρούσα έρευνα έχουν εκθέσεις που πραγματεύονται την αποτύπωση του κόστους της κλιματικής αλλαγής. Θα αναφερθούμε συνοπτικά

[9] Ο χαρακτηρισμός 'μεταφορά οφέλους' είναι παραπλανητικός, διότι τόσο οφέλη όσο και κόστη μπορούν να είναι αντικείμενο μιας 'μεταφοράς'. Ο ακριβής λοιπόν χαρακτηρισμός της μεθόδου θα ήταν: 'μεταφορά αξιών'.

σε τρείς εκθέσεις οικονομικής αποτύπωσης του κόστους της κλιματικής αλλαγής, οι οποίες θεωρούνται σήμερα πρότυπες αναλύσεις.

Η έκθεση Stern αναφέρεται στην αποτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην έκθεση δεν περιλαμβάνεται ειδικό τμήμα για την αποτίμηση της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στα ύδατα. Το υπόδειγμα[10] που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του κόστους υπολογίζει την αναμενόμενη κατάνομή του εισοδήματος υπό την επίδραση της κλιματικής αλλαγής, όπου η ζημία λόγω της κλιματικής αλλαγής και το κόστος προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή αφαιρούνται από την αύξηση του ΑΕΠ. Η έρευνα περιλαμβάνει σενάρια που καλύπτουν όλες τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στα ύδατα. Εκτός από τις χρηστικές αξίες, στους υπολογισμούς συμπεριλαμβάνονται και ο κίνδυνος από καταστροφές όπως και οι μη χρηστικές αξίες. Η έκθεση Stern δυστυχώς όμως δεν παρέχει στον αναγνώστη πληροφορίες για την κατανόηση των υπολογισμών (Tol 2006).

Η έκθεση Garnaut αναφέρεται στην αποτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην Αυστραλία. Στην τελική της μορφή δεν περιλαμβάνει ειδικό τμήμα για την αποτίμηση της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στα ύδατα, καθώς τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνολικά ως μεταβολές του ΑΕΠ. Ωστόσο υπάρχουν ποιοτικές εκτιμήσεις για την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην οικιακή παροχή νερού σε διαφορές πόλεις της Αυστραλιανής ηπείρου. Στην τεχνική έκθεση[11] όπου και αναφέρονται οι επιδράσεις που αποτιμήθηκαν, περιλαμβάνονται οι επιδράσεις στην άρδευση και στην οικιακή παροχή νερού. Η μεταβολή της παροχής νερού στην γεωργία για άρδευση αποτιμάται μέσω της μείωσης στην παραγωγικότητα. Η μείωση της παροχής νερού στην οικιακή παροχή αποτιμάται μέσω της αύξησης του κόστους σε πόρους. Προσδιορίζεται με τη μέθοδο κόστους της εναλλακτικής παροχής νερού και εκτιμάται μέσω της αύξηση στην καταναλισκόμενη ενέργεια κατά 770%. Η εκτίμηση μη χρηστικών αξίων δεν περιλαμβάνονται στην αποτίμηση.

Η έκθεση PESETA αναφέρεται στην αποτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη. Η έρευνα ακολουθεί την μεθοδολογία bottom-up και δεν εξετάζει τους υδάτινους πόρους ως αυτόνομο τομέα. Περιέχει όμως τμήμα για τη γεωργία αλλά και τα πλημμυρικά φαινόμενα που εξετάζονται από αντίστοιχες ερευνητικές ομάδες.

[10] PAGE2002 IAM (Hope 2003)
[11] Garnaut 2008b

4.5 Η εφαρμογή των μεθόδων στην Ελλάδα

Οι δημοσιευμένες έρευνες οικονομικής αξιολόγησης για υδάτινους πόρους με περιοχή μελέτης την Ελλάδα καλύπτουν ευρύ φάσμα αγαθών και υπηρεσιών. Η έκθεση «Το αύριο της Ελλάδας. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον» της WWF αναφέρεται στις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στο τομέα των υδάτων, ωστόσο δεν περιέχει κάποια ποσοτική αποτίμηση των επιπτώσεων αυτών.

Η βελτίωση της ποιότητας και της ποσότητας του νερού ύδρευσης είναι το αντικείμενο της έρευνας των Genius et al (2008). Η μέθοδος που ακολουθήθηκε στην έρευνας είναι η CVM. Η έρευνα διεξήχθη στο Ρέθυμνο από το Νοέμβριο του 2004 ως τον Ιανουάριο του 2005. Το δείγμα είναι 306 καταναλωτές που επιλέχτηκαν με τυχαία δειγματοληψία, ενώ η συλλογή των δεδομένων έγινε με προσωπικές συνεντεύξεις. Η προθυμία για πληρωμή εκφράζεται ως ποσοστό αύξησης του λογαριασμού νερού με ερώτηση διπλής προκαθορισμένης διχοτομικής μορφής. Η εκτίμηση της μέσης WTP στηρίζεται στο μέσο λογαριασμό νερού και προσδιορίζεται στα €10,64 (διάμεσος €5,93) ανά τρίμηνο. Η μονάδα αξιολόγησης είναι το νοικοκυριό εφόσον οι εκτιμήσεις αναφέρονται στο λογαριασμό νερού.

Οι Skourtos et al. (2009) εκτίμησαν με την μέθοδο CVM την εξασφάλιση της οικιακής παροχής νερού σε συνθήκες έλλειψης λόγω της κλιματικής αλλαγής. Η έρευνα διεξήχθη στη Λέσβο τον Αύγουστο του 2007 με δείγμα 312 καταναλωτές που επιλέχτηκαν με τυχαία δειγματοληψία. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με προσωπικές συνεντεύξεις. Η (μέγιστη) προθυμία για πληρωμή εκφράζεται ως αύξηση του λογαριασμού νερού και εκμαιεύεται με ερώτηση ανοιχτής μορφής. Η εκτίμηση της μέσης WTP για την εξασφάλιση ασφαλούς παροχής πόσιμου νερού, χωρίς περιορισμούς σε δευτερεύουσες οικιακές χρήσεις, ανέρχεται στα €67,39 ανά κεφαλή.

Η βελτίωση της ποιότητας των υγρών αποβλήτων ερευνήθηκε από τους Kontogianni et al. (2003) στη Θεσσαλονίκη και τους Tziakis et al. (2008) στο Δήμο Κίσσαμου Κρήτης (η έρευνα αξιολόγησε και την επανάχρηση των επεξεργασμένων υδάτων στη γεωργία για αρδευτικούς σκοπούς).

Η έρευνα των Kontogianni et al. (2003) διεξήχθη τον Ιούνιο και των Ιούλιο του 1999 με τη μέθοδο CVM και δείγμα 480 καταναλωτών που επιλέχτηκε με τυχαία δειγματοληψία. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με προσωπικές συνεντεύξεις. Ο μηχανισμός πληρωμής ήταν η εφάπαξ αύξηση του λογαριασμού νερού. Η εκτίμηση της μέσης WTP ανέρχεται στα €15,23 ανά τετράμηνο με χρονικό ορίζοντα 5ετίας. Η

συλλογή των συνεντεύξεων της έρευνα των Tziakis et al. (2008) έγινε από το Νοέμβριο του 2005 μέχρι το Μάρτιο του 206 και βασίστηκε στην μέθοδος CVM. Το δείγμα αποτελείται από 450 καταναλωτές (τυχαία δειγματοληψία) και η συλλογή των δεδομένων έγινε με προσωπικές συνεντεύξεις. Ο μηχανισμός πληρωμής ήταν η αύξηση του λογαριασμού νερού. Η εκτίμηση της μέσης WTP για βελτίωση της ποιότητας των αποβλήτων ανέρχεται στα €21,02 ανά τρίμηνο. Η εκτίμηση της WTP για την χρήση των επεξεργασμένων αποβλήτων για άρδευση ανέρχεται σε € 0.0892 ανά m^3. Η εκτίμηση αυτή γίνεται με βάση την τρέχουσα τιμή του πόσιμου νερού.

Οι Oglethorpe και Miliadou (2000), Birol et al. (2006α, 2006β), Skourtos et al. (article in press), έχουν διεξάγει έρευνες με αντικείμενο την αξιολόγηση υγροτόπων. Οι Oglethorpe και Miliadou (2000) ερεύνησαν με CVM την προστασία της Λίμνης Κερκίνης. Στην έρευνα συμμετείχαν 250 καταναλωτές από την Κερκίνη το Σιδηρόκαστρο και τη Θεσσαλονίκη τον Ιούλιο του 1997, ενώ η συλλογή των δεδομένων έγινε με προσωπικές συνεντεύξεις. Ο μηχανισμός πληρωμής είναι μια ειδική εισφορά (special fund) και η ερώτηση εκμαίευσης της προσφοράς είχε την μορφή παίγνιου προσφορών. Η έρευνα έδινε την δυνατότητα στους καταναλωτές να προσδιορίσουν το κίνητρο της WTP (διατήρηση της λίμνης, διατήρηση της άγριας ζωής, άρδευση, αναψυχή, εκπαίδευση κα). Η εκτίμηση της μέσης WTP αναφέρεται στο δειγματικό μέσο και ανέρχεται στα 6906,2 δραχμές.

Οι Birol et al. (2006α, 2006β) διεξήγαγαν δύο έρευνες για τη λίμνη Χειμαδίτιδα: μία CVM και μία CE. Η CVM αξιολόγησε δύο εναλλακτικά σενάρια σε σχέση με την μελλοντική αναμενόμενη κατάσταση. Η μελλοντική κατάσταση (σενάριο Α) προβλέπει μείωση βιοποικιλότητας κατά 10%, μείωση επιφάνειας ύδατος κατά 3-10%, καμία εκπαιδευτική ή ερευνητική δραστηριότητα και απώλεια 65 θέσεων εργασίας. Το σενάριο Β προβλέπει τη διατήρηση της παρούσας κατάστασης χωρίς μεταβολές στη βιοποικιλότητα, την υδάτινη επιφάνεια, την εκπαιδευτική ή ερευνητική δραστηριότητα αλλά και επαγγελματική εκπαίδευση 75 εργαζομένων (σε φιλικές προς το περιβάλλον δραστηριότητες). Το σενάριο Γ προβλέπει τη βελτίωση της παρούσας κατάστασης με αύξηση της βιοποικιλότητα κατά 10%, αύξηση της επιφάνειας ύδατος κατά 60%, αύξηση της εκπαιδευτικής και ερευνητικής δραστηριότητας και την επαγγελματική εκπαίδευση 150 εργαζομένων (σε φιλικές προς το περιβάλλον δραστηριότητες). Το δείγμα αποτελούσαν 122 καταναλωτές από την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη, ενώ η συλλογή των δεδομένων έγινε με προσωπικές συνεντεύξεις τον Ιανουάριο του 2005. Η αύξηση της φορολογίας αποτελεί το

μηχανισμό πληρωμής. Η εκτίμηση της μέσης WTP για τη μετάβαση από το σενάριο Α στο σενάριο Β ανέρχεται στα € 22,3 ενώ η μέση WTP για τη μετάβαση από το σενάριο Α στο σενάριο Γ ανέρχεται στα €34,9 ανά τρίμηνο.

Οι Birol et al. (2006β) αξιολόγησαν με πείραμα επιλογής τη βιοποικιλότητα, την επιφάνειας ύδατος, την εκπαιδευτική ή ερευνητική δραστηριότητα και την επαγγελματική εκπαίδευση (ανά αγρότη) στη Χειμαδίτιδα. Το Μάρτιο του 2005 διεξήχθησαν 407 προσωπικές συνεντεύξεις σε καταναλωτές από το Αμύνταιο, την Πτωλεμαϊδα, την Κοζάνη, τη Βέροια, τη Χαλκηδόνα, την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη. Ο μηχανισμό πληρωμής είναι η εφάπαξ αύξηση της φορολογίας. Η εκτίμηση της WTP για τη μετάβαση από επίπεδα βιοποικιλότητας χαμηλότερα από τα σημερινά προς 10% αύξηση των πληθυσμών και του μεγέθους των ενδιαιτημάτων προσδιορίζεται στα €15,44. Η εκτίμηση της WTP για τη μετάβαση από 20% μικρότερη από τη σημερινή επιφάνια ύδατος προς την αύξηση της επιφάνειας ύδατος κατά 60% ανέρχεται στα €10,79. Η βελτίωση των δυνατοτήτων για εκπαίδευση και έρευνα αξιολογείται σε €9,57. Τέλος η επαγγελματική κατάρτιση ενός αγρότη σε φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές προσδιορίζεται στα €0,13.

Οι Skourtos et al. εκτίμησαν με την μέθοδο πειράματος επιλογής την εξασφάλιση της οικιακής παροχής νερού σε συνθήκες έλλειψης και της περιβαλλοντικής ποιότητας λόγο της κλιματικής αλλαγής. Η έρευνα διεξήχθη στη Λέσβο τον Αύγουστο του 2007 με δείγμα 312 καταναλωτών που επιλέχτηκαν με τυχαία δειγματοληψία, η συλλογή των δεδομένων έγινε με προσωπικές συνεντεύξεις. Τα νοικοκυριά διατίθενται να πληρώσουν €24,73 ετησίως για τα επόμενα 10 έτη ώστε να μειωθεί η πιθανότητα για περιορισμούς στη χρήση του νερού από 3 καλοκαίρια σε 2 καλοκαίρια τα επόμενα 10 έτη στη δευτερεύουσα οικιακή χρήση. Τα νοικοκυριά διατίθενται να πληρώσουν €38 ετησίως για τα επόμενα 10 έτη ώστε να μειωθεί η πιθανότητας για περιορισμούς στη χρήση του νερού από 3 καλοκαίρια σε 1 καλοκαίρι τα επόμενα 10 έτη στη δευτερεύουσα οικιακή χρήση. Τα νοικοκυριά διατίθενται να πληρώσουν €45,5 ετησίως για τα επόμενα 10 έτη, για να διατηρήσουν την καλή περιβαλλοντική ποιότητα και να αποφύγουν την μέτρια περιβαλλοντική ποιότητα εξαιτίας της αναμενόμενης έλλειψης υδάτων. Τα νοικοκυριά διατίθενται να πληρώσουν €91,4 ετησίως για τα επόμενα 10 έτη για την αποφυγή της μέτριας περιβαλλοντικής ποιότητας εξαιτίας της αναμενόμενης έλλειψης υδάτων και την διατήρηση της περιβαλλοντικής ποιότητας στο φυσιολογικό επίπεδό.

Πίνακας 3.10 : Ανασκόπηση ελληνικών ερευνών αξιολόγησης υδάτινων πόρων

Αύξων αριθμός	reference	Μέθοδος	Αγαθό ή υπηρεσία	Μονάδα μέτρησης αγαθού	Έτος	Περιοχή	Δείγμα	Μηχανισμός πληρωμής	Μέση αξία
1	Oglethorpe and Miliadou	*CVM*	*Διαχείριση υγροβιότοπων*	Ποιοτική	*1997*	Κερκίνη	*250*	Ειδική εισφορά	6906,2 δραχμές
2	Kontogianni et al.	*CVM*	*Βελτίωση της ποιότητας των υγρών αποβλήτων*	Ποιοτική	*1999*	*Θεσσαλονίκη*	*480*	*Λογαριασμός νερού*	15.234 *ανά τετράμηνο με χρονικό ορίζοντα 5ετίας*
3	Genius et al.	*CVM*	*Βελτίωση της ποιότητας και τις ποσότητας του νερού ύδρευσης*	Ποιοτική	2004-2005	*Ρέθυμνο*	306	*λογαριασμού νερού*	*10.64 € ανά τρίμηνο*
4	Tziakis et al.	*CVM*	*ποιότητα υγρών αποβλήτω*	Ποιοτική	2005	*Δήμος Κίσσαμου, Κρήτη*	*450*	*Λογαριασμός νερού*	21.02 *€ ανά τρίμηνο*
			Επανάχρηση επεξεργασμένων υδάτων στη γεωργία για άρδευση	*m^3*	2006		*450*	*Λογαριασμός νερού*	*€ 0.0872*
5	Birol et al.	*CE*	*Διαχείριση υδροβιοτόπων*	Βιοποικιλότητα	*2005*	*Χειμαδίτιδα*	*700*	*Φορολογία*	*15,44 €*
				Επιφάνειας ύδατος					*10,79 €*
				Εκπαιδευτική ή ερευνητική δραστηριότητα					*9,57 €*
				Επαγγελματική εκπαίδευση (ανά αγρότη)					*0,129 €*
6	Birol et al.	*CVM*	*Διαχείριση υδροβιοτόπων*	βιοποικιλότητα (%) επιφάνειας ύδατος (%) εκπαιδευτική και ερευνητική	*2005*	*Χειμαδίτιδα*	*122*	*Φορολογία*	*22.3€ (διατήρηση sq)*

Αύξων αριθμός	reference	Μέθοδος	Αγαθό ή υπηρεσία	Μονάδα μέτρησης αγαθού	Έτος	Περιοχή	Δείγμα	Μηχανισμός πληρωμής	Μέση αξία
				δραστηριότητα Επαγγελματική εκπαίδευση					*34.9 € (+10%, +60%,+, +150)*
7	Ψυχουδάκης και άλλοι	*CVM*	*Κατασκευή φράγματος*	*'Προστασία από ρύπανση της θάλασσας'*	*2003*	*Νομός Χαλκιδικής*	98	Δημοτικών τελών	62,43 €
				'Προστασία από πλημμύρες'					48,28 €
				'Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων					78,72 €
				'Προστασία από υφαλμύρωση'					45,03 €
				"Ολες οι ωφέλειες'					156,66 €
8	Skourtos et al.	CVM	Οικιακή παροχή νερού	Έτη με περιορισμούς στη χρήση	2007	Λέσβος	312	*Λογαριασμός νερού*	67,39 €
9	Skourtos et al.	CE	Οικιακή παροχή νερού	Έτη με περιορισμούς στη χρήση	2007	Λέσβος	312	*Λογαριασμός νερού*	24,73 € 38 €
			περιβαλλοντική ποιότητα	Ποιοτική			312	*Λογαριασμός νερού*	45,5 € 91,4 €

Οι Ψυχουδάκης et al (2006) εφάρμοσαν την CVM για να εκτιμήσουν υπηρεσίες ύδατος που σχετίζονται με την κατασκευή φράγματος στο Ν. Χαλκιδικής. Διεξήχθησαν 98 προσωπικές συνεντεύξεις σε δείγμα καταναλωτών από τα Δημοτικά Διαμερίσματα της Πορταριάς και του Διονυσίου το Φεβρουάριο και το Μάρτιο του 2003. Η ερώτηση για την εκμαίευση της WTP είναι ανοιχτού τύπου και ο μηχανισμός πληρωμής είναι τα Δημοτικά τέλη. Η WTP για την προστασία της θάλασσας από ρύπανση εκτιμάται στα €62,43. Η WTP για τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων εκτιμάται στα €48,28. Η WTP για την προστασία από πλημμύρες εκτιμάται στα €78,72. Η WTP για την προστασία από υφαλμύρωση εκτιμάται στα €45,03, ενώ τέλος όλες οι ωφέλειες από την κατασκευή του φράγματος αποτιμούνται στα €156,66. Οι εκτιμήσεις αναφέρονται ανά κάτοικο και βασίζονται στο δειγματικό μέσο. Η εκτίμηση 'Όλες οι ωφέλειες' δεν ισοδυναμεί με το άθροισμα των επί μέρους εκτιμήσεων (οι συγγραφείς αποδίδουν το γεγονός σε εισοδηματικούς περιορισμούς).

Ο Πίνακας 3.10 παρουσιάζει συνοπτικά τα κύρια χαρακτηριστικά των προαναφερθέντων εφαρμογών οικονομικής αξιολόγησης υδάτινων πόρων στην Ελλάδα. Δυστυχώς, η παρατηρούμενη ανομοιογένεια στις μονάδες μέτρησης των επιπτώσεων καθιστά την χρήση των αποτελεσμάτων για 'μεταφορά οφέλους' στην περίπτωση μας προβληματική. Επιπλέον, ούτε η επιδίωξη 'συντηρητικών' εκτιμήσεων δεν φαίνεται να υποβοηθείται με την χρήση των χρηματικών αξιών που έχουν καταγραφεί στις ελληνικές μελέτες του Πίνακα 3.10. Για τους λόγους αυτούς, η εκτίμηση των οικονομικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην παρούσα μελέτη για τον τομέα παροχής υπηρεσιών ύδρευσης γίνεται με την εφαρμογή μεθόδων κόστους.

4.6 Οικονομική αποτίμηση των κλιματικών ζημιών στα υδάτινα αποθέματα στην Ελλάδα

Από τις χρήσεις ύδατος που εξετάζονται θα μελετηθεί στην παρούσα ενότητα μόνο η ύδρευση (συνυπολογίζεται η τουριστική και εν μέρει η βιομηχανική χρήση). Η άρδευση επιδρά στον τομέα της γεωργίας σε συνδυασμό με περιβαλλοντικές παραμέτρους (π.χ. θερμοκρασία, συγκέντρωση CO_2). Ως συνέπεια του γεγονότος αυτού, η μονομερή εξέταση της επίδρασης της άρδευσης στον τομέα της γεωργία θα έδινε στρεβλή εικόνα ως προς τις εκτιμήσεις θα είχε ως αποτέλεσμα διπλή καταμέτρηση ορισμένων επιπτώσεων.

Στην Ελλάδα η Αττική και η ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης, εξυπηρετούνται από την ΕΥΔΑΠ και την ΕΥΑΘ αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες περιοχές υδροδοτούνται από

Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης Αποχέτευσης ή αντίστοιχες υπηρεσίες των Δήμων εφόσον δεν έχει συσταθεί τοπική Δ.Ε.Υ.Α. Συνήθως ανακτάται το λειτουργικό και το διοικητικό κόστος και μέρος του κεφαλαιουχικού κόστους των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης, καθώς και των δημοτικών γεωτρήσεων όπου υπάρχουν (ΥΠΕΧΩΔΕ 2008). Συμπερασματικά, οι χρεώσεις ύδρευσης παρουσιάζουν ανομοιογένεια τόσο στα κόστη που εμπεριέχουν όσο και στον οργανισμό που αποδίδονται. Η ανάκτηση του οικονομικού κόστους επιτυγχάνεται μόνο εν μέρει.

Πλαίσιο 2: Τιμές αναφοράς κόστους υδάτινων πόρων

Η τιμή αναφοράς (reference values) αντιπροσωπεύει την τιμή χρέωσης ενός κυβικού μέτρου νερού ανά υδατικό διαμέρισμα. Έτσι είναι δυνατή η εκτίμηση μεγεθών σε επίπεδο υδατικού διαμερίσματος καθώς διευκολύνεται η διενέργεια υπολογισμών σε επίπεδο υδατικού διαμερίσματος. Ως τιμές αναφοράς μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι μέσες τιμές χρέωσης του νερού από τις ΔΕΥΑ των υδατικών διαμερισμάτων (ΕΔΕΥΑ, 2007). Έτσι χρησιμοποιείται η τιμή :

1.54 € ανά κυβικό μέτρο νερού στα υδατικά διαμερίσματα της Δυτικής Πελοποννήσου, της Βόρειας Πελοποννήσου και της Ανατολικής Πελοποννήσου,

1.26 € ανά κυβικό μέτρο νερού στα υδατικά διαμερίσματα της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας και της Ανατ. Στερεάς Ελλάδας,

1,90 € ανά κυβικό μέτρο νερού στο υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου,

1,08 € ανά κυβικό μέτρο νερού στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας,

0,73 € ανά κυβικό μέτρο νερού στο υδατικό διαμέρισμα της Αττικής,

1,67 € ανά κυβικό μέτρο νερού στο υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας,

1,20 € ανά κυβικό μέτρο νερού στο υδατικό διαμέρισμα της Κεντρικής Μακεδονίας,

1,09 € ανά κυβικό μέτρο νερού στα υδατικά διαμερίσματα της Ανατολικής Μακεδονίας και της Θράκης,

1,77 € ανά κυβικό μέτρο νερού στο υδατικό διαμέρισμα της Νήσων Αιγαίου,

1,29 € ανά κυβικό μέτρο νερού στο υδατικό διαμέρισμα της Κρήτης.

Οι τιμές προέρχονται από δημοσιευμένα στοιχεία των ΔΕΥΑ και αφορούν το έτος 2007.

Στην παρούσα εργασία, η οικονομική αποτίμηση των κλιματικών ζημιών στα υδάτινα αποθέματα ακολουθεί την εξής προσέγγιση: Αρχικά προσδιορίζεται η μελλοντική ζήτηση σε υδάτινους πόρους ανά έτος και υδατικό διαμέρισμα. Η εκτίμηση της μελλοντικής ζήτησης ύδατος συναρτάται από τις υδατικές ανάγκες του μόνιμου

πληθυσμού των υδατικών διαμερισμάτων, καθώς και τις ανάγκες του τουριστικού τομέα. Για να αποφευχθεί τυχόν υπερεκτίμηση των μεγεθών χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση οι ελάχιστες προσδοκώμενες καταναλώσεις. Έτσι η ποσότητα των 200 λίτρων νερού ημερησίως θεωρείται ως η προσδοκώμενη μέση κατανάλωση ανά άτομο για τον μόνιμο πληθυσμό, ενώ ποσότητα 300 λίτρων νερού προσμετράται για κάθε διανυκτέρευση στον τουριστικό τομέα. Λαμβάνοντας υπόψη πως οι ποσότητες αυτές χρησιμοποιούνται σε σχετικές μελέτες μικρότερου χρονικού ορίζοντα, ταυτόχρονα με την παραδοχή πως η (αναμενόμενη) αύξηση του βιοτικού επιπέδου των Ελλήνων αλλά και της ποιότητας του παρεχόμενου εθνικού τουριστικού προϊόντος προδιαγράφει και αύξηση της καταναλωθείσας ποσότητας νερού, εξασφαλίζεται η συντηρητική εκτίμηση των σχετικών μεγεθών. Για την εκτίμηση του πληθυσμού των υδατικών διαμερισμάτων χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από δημοσιεύσεις της ΕΣΥΕ και του ΟΗΕ, με την παραδοχή της διατήρησης της σημερινής κατανομής πληθυσμού στα υδατικά διαμερίσματα. (ΕΣΥΕ 2010; UN 2004) Η εκτίμηση της ποσότητας νερού για την κάλυψη των τουριστικών αναγκών στηρίζεται στα σημερινά δεδομένα διανυκτερεύσεων ανά υδατικό διαμέρισμα. (ΕΣΥΕ 2010β)

Πίνακας 3.11: Πραγματική και εκτιμώμενη ζήτηση νερού ύδρευσης στην Ελλάδα (2001, 2050, 2100) (σε hm^3)

Υδατικά διαμερίσματα	**Ύδρευση (hm^3)**		
	2001	2050	2100
Δυτικής Πελοποννήσου	24,56	25,81	17,01
Βόρειας Πελοποννήσου	47,36	49,69	33,33
Ανατολικής Πελοποννήσου	21,79	22,88	15,22
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	23,13	24,31	16,00
Ηπείρου	35,37	37,12	24,79
Αττικής	274,49	288,60	189,26
Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	42,84	45,02	29,66
Θεσσαλίας	55,36	58,19	38,25
Δυτικής Μακεδονίας	44,01	46,26	30,40
Κεντρικής Μακεδονίας	101,36	106,51	70,31
Ανατολικής Μακεδονίας	30,38	31,94	20,97
Θράκης	29,88	31,40	20,66
Κρήτης	48,57	50,84	34,86
Νήσων Αιγαίου	42,02	43,95	30,42

ΠΗΓΗ: Εκτιμήσεις των συγγραφέων

Στον πίνακα 3.11 παρουσιάζεται η εκτιμώμενη ζήτηση νερού για ύδρευση (νοικοκυριά και τουρισμός) στα υδατικά διαμερίσματα τα έτη 2001, 2050 και 2100. Στη συνέχεια, και με τη παραδοχή πως η τιμή του νερού αποτελεί ήδη μια υποεκτίμηση της πλήρους αξίας του, εκτιμάται σε αξιακούς όρους το κόστος ή οφέλος λόγω της μεταβολής της ζήτησης νερού κατά τις χρονικές περιόδους 2041-2051 και 2091-2100 στη βάση του τύπου (1):

$$V_D^t = p \bullet \Delta D^t = p \bullet (D^t - D^0) \qquad (1)$$

Όπου

V_D^t = το αναμενόμενο κόστος ή όφελος του τομέα την περίοδο t λόγο της μεταβολής στη ζήτηση (t = 2041-2051 ή 2091-2100)

p = η μέση τιμή παροχής νερού ανά υδατικό διαμέρισμα

ΔD^t = η μεταβολή της ζήτησης νερού ύδρευσης την περίοδο t ως προς το έτος βάσης 2007

D^t = η ζήτηση νερού ύδρευσης την περίοδο t (βλ. Πίνακα 3.11)

D^0 = η ζήτηση νερού ύδρευσης το έτος έτος βάσης 2007

Η επίλυση της σχέσης (1) παράγει τα αποτελέσματα του πίνακα 3.12 για t=2041-2051 και t=2091-2100.

Πίνακας 3.12: Μεταβολές ζήτησης νερού ύδρευσης

Υδατικά διαμερίσματα	**Ύδρευση (€ σταθερές τιμές 2007)**	
	V_D (2041-2051)	**V_D** (2091-2100)
Δυτικής Πελοποννήσου	14.486.534,70	-117.344.834,90
Βόρειας Πελοποννήσου	26.914.037,48	-218010957,10
Ανατολικής Πελοποννήσου	12.610.213,91	-102.146.131,20
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	11.184.652,34	-90.598.698,28
Ηπείρου	25.045.995,94	-202.879.317,20
Αττικής	77.506.313,47	-627.822.027,70
Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	20.684.463,33	-167.549.727,60
Θεσσαλίας	23.020.900,66	-186.475.499,70
Δυτικής Μακεδονίας	28.313.345,51	-201.853.710,30
Κεντρικής Μακεδονίας	46.429.993,27	-376.095.458,70
Ανατολικής Μακεδονίας	12.778.336,69	-103.507.971,00
Θράκης	12.513.625,50	-101.363.739,00
Κρήτης	22.026.146,43	-178.417.722,30

Υδατικά διαμερίσματα	**Ύδρευση (€ σταθερές τιμές 2007)**	
	V_D (2041-2051)	**V_D** (2091-2100)
Νήσων Αιγαίου	25.580.323,40	-207.207.513,7
Σύνολο	359.094.882,6	-2.881.273.309,00

ΠΗΓΗ: Εκτιμήσεις των συγγραφέων

Το αρνητικό πρόσημο στη στήλη που αναφέρεται στη δεκαετία 2091-2100 υποδεικνύει μικρότερη ζήτηση σε σχέση με το ετος βασης, και κατά συνέπεια μείωση των δαπανών για ύδρευση. Η μείωση της ζήτησης στον Πίνακα 3.12 σχετίζεται *μόνο* με τη μείωση του πληθυσμού των υδατικών διαμερισμάτων. Στο επόμενο στάδιο, με την εφαρμογή του τύπου (2), μπορεί να εκτιμηθεί σε αξιακούς όρους το μελλοντικό ετήσιο κόστος ή όφελος του τομέα υπό την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στις προσφερόμενες ποσότητες υδάτινων πόρων[12]:

$$V_c^t = p \bullet \Delta S^t = p^t \bullet (S_c^t - S^t) \qquad (2)$$

Όπου

V_c^t = το αναμενόμενο συνολικό κόστος ή όφελος του τομέα την περίοδο t λόγω μεταβολής των υδάτινων αποθεμάτων ύδρευσης,

p = η μέση τιμή παροχής νερού ανά υδατικό διαμέρισμα

ΔS^t = η μεταβολή των υδάτινων αποθεμάτων λόγω κλιματικών αλλαγών την περίοδο t ως προς το έτος βάσης 2007

S_c^t = η προσφορά ύδατος την περίοδο t υπό την επίδραση της κλιματική αλλαγής (δεδομένα από Ομάδα Καθ. Γ. Στουρνάρα)

S^t = η προσφορά ύδατος την περίοδο t χωρίς την επίδραση της κλιματική αλλαγής

[12] Με δεδομένο ότι η ύδρευση αποτελεί χρήση πρώτης προτεραιότητας, η μελλοντική ζήτηση για νερό αποτελεί και την ελάχιστη ποσότητα προσφοράς που θα πρέπει να καλύψουν οι εταιρίες παροχής υπηρεσιών ύδρευσης.

Πίνακας 3.13: Κόστος (ή όφελος) λόγω μεταβολής των υδάτινων αποθεμάτων ύδρευσης υπο συνθήκες κλιματικής αλλαγής - σενάριο A1B

Υδατικά διαμερίσματα	**Κλιματική ζώνη**	**Ύδρευση (€ τιμές 2007)**	
		V_c (2041-2050)	**V_c** (2091-2100)
Δυτικής Πελοποννήσου		-76.402.111	-163.564.220
Βόρειας Πελοποννήσου[13]		-144.805.647	-327.942.565
Ανατολικής Πελοποννήσου		-65.549.188	-156.843.026
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	Δυτικής Ελλάδας		
Ηπείρου		-143.131.000	-342.696.244
Αττικής	Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα		
Ανατ. Στερεάς Ελλάδας			
Θεσσαλίας		-579.144.625	-1.345.571.083
Δυτικής Μακεδονίας	Δυτική και Κεντρική Μακεδονία		
Κεντρικής Μακεδονίας		-335.142.229	-654.874.534
Ανατολικής Μακεδονίας	Ανατολική Μακεδονία και Θράκη		
Θράκης		-122.364.120	-526.551.097
Κρήτης[14]		-114.997.266	-252.592.609
Νήσων Αιγαίου[14]		-136.468.412	-299.754.191
Σύνολο		-1.718.004.598	-4.070.389.568

Ο Πίνακας 3.13 δείχνει ότι κατά την διάρκεια του σεναρίου A1B, σε όλα τα υδατικά διαμερίσματα –με εξαίρεση το υδατικό διαμέρισμα Ανατολικής Μακεδονίας Θράκης για τη δεκαετία 2041-2050– τα υδάτινα αποθέματα βαίνουν μειούμενα λόγω της κλιματικής αλλαγής. Το χρηματικό κόστος αυτής της μείωσης παρουσιάζει τη μεγαλύ-

[13] Τα υδατικά δεδομένα για το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου δεν είναι αξιοποιήσιμα, η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής και Ανατολικής Πελοποννήσου

[14] Δεν διατέθηκαν υδατικά δεδομένα για τα Υδατικά Διαμέρισματα Κρήτης και Νήσων Αιγαίου, η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα της Ελληνικής Επικράτειας.

τερη τιμή του στα υδατικά διαμερίσματα Αττικής, Α. Στερεάς Ελλάδας και Θεσσαλίας και την μικρότερη στα υδατικά διαμερίσματα Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης.

Πίνακας 3.14: Κόστος (ή όφελος) λόγω μεταβολής των υδάτινων αποθεμάτων ύδρευσης υπο συνθήκες κλιματικής αλλαγής - σενάριο Α2

Υδατικά διαμερίσματα	**Κλιματική ζώνη**	**Ύδρευση (€ τιμές 2007)**	
		V_c (2041-2050)	**V_c** (2091-2100)
Δυτικής Πελοποννήσου		-109.116.543	-272.776.695
Βόρειας Πελοποννήσου [15]		-214.040.490	-535.087.100
Ανατολικής Πελοποννήσου		-100.273.120	-250.682.799
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	Δυτικής Ελλάδας		
Ηπείρου		-154.619.732	-386.564.914
Αττικής	Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα		
Ανατ. Στερεάς Ελλάδας			
Θεσσαλίας		-1.248.726.435	-3.123.239.407
Δυτικής Μακεδονίας	Δυτική και Κεντρική Μακεδονία		
Κεντρικής Μακεδονίας		-368.951.383	-922.643.635
Ανατολικής Μακεδονίας	Ανατολική Μακεδονία και Θράκη		
Θράκης		-151.680.625	-766.216.886
Κρήτης [16]		-166.104.615	-415.294.098
Νήσων Αιγαίου ([17])		-197.118.018	-492.833.685
Σύνολο		-2.710.630.960	-7.165.339.220

[15] Τα υδατικά δεδομένα για το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου και τη δεκαετία 2091-2100 δεν είναι αξιοποιήσιμα, η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής και Ανατολικής Πελοποννήσου.

[16] Τα υδατικά δεδομένα για το Υδατικό Διαμέρισμα Κρήτης και τη δεκαετία 2041-2050 δεν είναι αξιοποιήσιμα, η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα της Ελληνικής Επικράτειας.

[17] Δεν διατέθηκαν υδατικά δεδομένα για το Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου, η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα της Ελληνικής Επικράτειας

Ο Πίνακας 3.14 δείχνει ότι κατά την διάρκεια του σεναρίου Α2, σε όλα τα υδατικά διαμερίσματα τα υδάτινα αποθέματα βαίνουν μειούμενα λόγω της κλιματικής αλλαγής. Η κλιματική ζώνη της Κεντρικής και Ανατολικής Ελλάδας καθώς και της Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας θα αντιμετωπίσουν τα μεγαλύτερα προβλήματα.

Πίνακας 3.15: Κόστος (ή όφελος) λόγω μεταβολής των υδάτινων αποθεμάτων ύδρευσης υπο συνθήκες κλιματικής αλλαγής - σενάριο Β2

Υδατικά διαμερίσματα	**Κλιματική ζώνη**	**Ύδρευση (€ τιμές 2007)**	
		V_C (2041-2050)	**V_C** (2091-2100)
Δυτικής Πελοποννήσου [18]		-109.959.588	-244.299.007
Βόρειας Πελοποννήσου [19]		-198.524.750	-441.107.786
Ανατολικής Πελοποννήσου		-85.242.017	-189.422.347
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	Δυτικής Ελλάδας		
Ηπείρου		-73.899.830	-164.182.876
Αττικής	Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα		
Ανατ. Στερεάς Ελλάδας			
Θεσσαλίας		-744.725.030	-1.654.828.943
Δυτικής Μακεδονίας	Δυτική και Κεντρική Μακεδονία		
Κεντρικής Μακεδονίας		-250.731.085	-528.450.585
Ανατολικής Μακεδονίας	Ανατολική Μακεδονία και Θράκη		
Θράκης		-94.909.570	-435.743.903
Κρήτης		-125.440.507	-277.418.054
Νήσων Αιγαίου [19]		-148.861.512	-329.214.796
Σύνολο		-1.832.293.888	-4.264.668.297

Ο πίνακας 3.15 παρουσιάζει το κόστος μείωσης των υδάτινων αποθεμάτων λόγω της κλιματικής αλλαγής υπό το σενάριο Β2. Η κλιματική ζώνη της Κεντρικής και Ανατολικής Ελλάδας καθώς και της Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας φαίνεται ότι θα αντιμετωπίσουν σημαντικά υψηλότερα κόστη.

[18] Τα υδατικά δεδομένα για τα Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής και Βόρειας Πελοποννήσου και τη δεκαετία 2041-2050 δεν είναι αξιοποιήσιμα, η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής και Ανατολικής Πελοποννήσου.

[19] Δεν διατέθηκαν υδατικά δεδομένα για το Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου, η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα της Ελληνικής Επικράτειας.

Έχοντας υπολογίσει τις αλλαγές στη ζήτηση και στην προσφορά υδάτινων αποθεμάτων, το τελικό στάδιο των υπολογισμών μας έγκειται στον υπολογισμό του καθαρού αποτελέσματος με τη βοήθεια του τύπου (3):

$$V^t = V_D^t - V_c^t \qquad (3)$$

NOTA BENE: Αρνητικά μεγέθη της παραμέτρου V_D^t εκφράζουν *όφελος* από τη μείωση της συνολικής ζήτησης νερού ύδρευσης, ενώ αντιθέτως, αρνητικά μεγέθη της παραμέτρου V_c^t εκφράζουν *κόστος* από τη μείωση των συνολικών διαθέσιμων αποθεμάτων νερού ύδρευσης. Συνεπώς, θετικά μεγέθη της εκτιμώμενης παραμέτρου V^t εκφράζουν συνολικό *κόστος* από την αλληλοεπίδραση (μειωμένης) ζήτησης και (μειωμένης) προσφοράς υδάτινων αποθεμάτων. Αντιθέτως, αρνητικά μεγέθη της παραμέτρου V^t εκφράζουν συνολικό *όφελος* από την αλληλεπίδραση (μειωμένης) ζήτησης και (μειωμένης) προσφοράς υδάτινων αποθεμάτων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες 3.16, 3.17 και 3.18 για τα σενάρια A1B, A2, και B2 αντίστοιχα.

Πίνακας 3.16: Καθαρό Κόστος (ή όφελος) ύδρευσης υπο συνθήκες κλιματικής αλλαγής - σενάριο A1B

Υδατικά διαμερίσματα	**Κλιματική ζώνη**	**Ύδρευση (€ τιμές 2007)**	
		V^t (2041-2050)	**V^t** (2091-2100)
Δυτικής Πελοποννήσου [20]		90.888.646	46.219.385
Βόρειας Πελοποννήσου		171.719.684	109.931.608
Ανατολικής Πελοποννήσου		78.159.402	54.696.895
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας Ηπείρου	Δυτικής Ελλάδας	179.361.648	49.218.229
Αττικής Ανατ. Στερεάς Ελλάδας Θεσσαλίας	Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα	700.356.302	363.723.828
Δυτικής Μακεδονίας Κεντρικής Μακεδονίας	Δυτική και Κεντρική Μακεδονία	409.885.568	76.925.365
Ανατολικής Μακεδονίας Θράκης	Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	147.656.082	321.679.387
Κρήτης		137.023.412	74.174.887
Νήσων Αιγαίου [21]		162.048.735	92.546.677
Σύνολο		2.077.099.481	1.189.116.259

ΠΗΓΗ: Εκτιμήσεις των συγγραφέων

[20] Τα υδατικά δεδομένα για τα Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής και Βόρειας Πελοποννήσου και τη δεκαετία 2041-2050 δεν είναι αξιοποιήσιμα. Η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής και Ανατολικής Πελοποννήσου. Τα υδατικά δεδομένα για το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου κατά τη δεκαετία 2091-2100 δεν είναι αξιοποιήσιμα. Η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής και Ανατολικής Πελοποννήσου.

[21] Δεν διατέθηκαν υδατικά δεδομένα για το Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου. Η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα της Ελληνικής Επικράτειας.

Πίνακας 3.17: Καθαρό Κόστος (ή όφελος) ύδρευσης υπο συνθήκες κλιματικής αλλαγής - σενάριο Α2

Υδατικά διαμερίσματα	**Κλιματική ζώνη**	**Ύδρευση (€ τιμές 2007)**	
		V^t (2041-2050)	**V^t** (2091-2100)
Δυτικής Πελοποννήσου [22]		123.603.078	155.431.860
Βόρειας Πελοποννήσου		240.954.527	317.076.143
Ανατολικής Πελοποννήσου		112.883.334	148.536.668
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας Ηπείρου	Δυτικής Ελλάδας	190.850.380	93.086.899
Αττικής Ανατ. Στερεάς Ελλάδας Θεσσαλίας	Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα	1.369.938.112	2.141.392.152
Δυτικής Μακεδονίας Κεντρικής Μακεδονίας	Δυτική και Κεντρική Μακεδονία	443.694.722	344.694.466
Ανατολικής Μακεδονίας Θράκης	Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	176.972.587	561.345.176
Κρήτης		188.130.761	236.876.376
Νήσων Αιγαίου [23]		222.698.341	285.626.171
Σύνολο		3.069.725.843	4.284.065.911

ΠΗΓΗ: Εκτιμήσεις των συγγραφέων

Πίνακας 3.18: Καθαρό Κόστος (ή όφελος) ύδρευσης υπο συνθήκες κλιματικής αλλαγής - σενάριο Β2

Υδατικά διαμερίσματα	**Κλιματική ζώνη**	**Ύδρευση (€ τιμές 2007)**	
		V^t (2041-2050)	**V^t** (2091-2100)
Δυτικής Πελοποννήσου [24]		124.446.123	126.954.172
Βόρειας Πελοποννήσου		225.438.787	223.096.829
Ανατολικής Πελοποννήσου		97.852.231	87.276.216
Δυτικής Στερεάς Ελλάδας Ηπείρου	Δυτικής Ελλάδας	110.130.478	-129.295.139
Αττικής Ανατ. Στερεάς Ελλάδας Θεσσαλίας	Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα	865.936.707	672.981.688
Δυτικής Μακεδονίας Κεντρικής Μακεδονίας	Δυτική και Κεντρική Μακεδονία	325.474.424	-49.498.584
Ανατολικής Μακεδονίας Θράκης	Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	120.201.532	230.872.193
Κρήτης		147.466.653	99.000.332
Νήσων Αιγαίου [25]		174.441.835	122.007.282
Σύνολο		2.191.388.771	1.383.394.988

ΠΗΓΗ: Εκτιμήσεις των συγγραφέων

[22] Τα υδατικά δεδομένα για τα Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής και Βόρειας Πελοποννήσου και τη δεκαετία 2041-2050 δεν είναι αξιοποιήσιμα. Η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής και Ανατολικής Πελοποννήσου.

[23] Δεν διατέθηκαν υδατικά δεδομένα για το Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου. Η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα της Ελληνικής Επικράτειας.

[24] Τα υδατικά δεδομένα για τα Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής και Βόρειας Πελοποννήσου και τη δεκαετία 2041-2050 δεν είναι αξιοποιήσιμα. Η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής και Ανατολικής Πελοποννήσου.

[25] Δεν διατέθηκαν υδατικά δεδομένα για το Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου. Η εκτίμηση λαμβάνει υπόψη τα υδατικά δεδομένα της Ελληνικής Επικράτειας.

Ό πίνακας 3.19 παρουσιάζει το αθροιστικό κόστος της κλιματικής αλλαγής στον τομέα ύδρευσης τις δεκαετίες 2041-2050 και 2091-2100 για τα τρια υπό μελέτη σενάρια. Το κόστος την δεκαετία 2041-2050 αντικατοπτρίζει ποσοστό από 2.08% ως 2.18% του ΑΕΠ (έτος βάσης 2009). Κατά τη δεύτερη δεκαετία μελέτης 2091-2100 η μείωση του ΑΕΠ (έτος βάσης 2009) ξεκινά στην καλύτερη περίπτωση του σεναρίου A1B από το 1,2% του ΑΕΠ και φτάνει στο σενάριο A2 στο 2,09% του ΑΕΠ.

Πίνακας 3.19: Κόστος κλιματικής αλλαγής για ύδρευση

Σενάριο	V^t			
	2041-2050		2091-2100	
	€ (Τιμές 2007)	% ΑΕΠ	€ (Τιμές 2007)	% ΑΕΠ
A1B	-2.077.099.481	-0,89	-1.189.116.259	-0,51
A2	-3.069.725.843	-1,32	-4.284.065.911	-1,84
B2	-2.191.388.771	-0,94	-1.383.394.988	-0,59

ΠΗΓΗ: Εκτιμήσεις των συγγραφέων

Οι υπολογισμοί μας ολοκληρώνονται με τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) της χρηματικής ζημιάς **V**.

$$\text{ΚΠΑ} = \mathbf{V} = V^{t1}/\ (1+i)^{t1} + V^{t2}/\ (1+i)^{t2} \qquad (4)$$

όπου t_1 και t_2 οι περίοδοι 2041-2050 και 2091-2100 αντίστοιχα. Χρησιμοποιούμε δύο επιτόκια προεξόφλησης: 1% και 3% για να εξετάσουμε την ευαισθησία των αποτελεσμάτων μας απέναντι σε εναλλακτικούς ρυθμούς προεξόφλησης μελλοντικών μεγεθών. Τα αποτελέσματα μας δίνονται στον Πίνακα 3.20.

Πίνακας 3.20: Καθαρή Παρούσα Αξία (V) της συνολικής ζημιάς στα αποθέματα ύδρευσης ανά σενάριο και επιτόκιο προεξόφλησης

Σενάριο	V					
	i = 0%		i = 1%		i = 3%	
	€ (Τιμές 2010)	% ΑΕΠ	€ (Τιμές 2010)	% ΑΕΠ	€ (Τιμές 2010)	% ΑΕΠ
A1B	3.266.215.740	1,40	1.937.702.529	0,83	786.655.612	0,34
A2	7.353.791.754	3,16	3.926.853.946	1,69	1.355.659.735	0,58
B2	3.574.783.759	1,53	2.098.537.132	0,90	839.785.796	0,36

ΠΗΓΗ: Εκτιμήσεις των συγγραφέων

Η μεγαλύτερη ζημία καταγράφεται στο κλιματικό σενάριο A2 και ανέρχεται στο 1,69% του ΑΕΠ (επιτόκιο προεξόφλησης 1%), ενώ η μικρότερη στο κλιματικό σενάριο A1B και ανέρχεται στο 0,83% του ΑΕΠ (επιτόκιο προεξόφλησης 1%). Με

χρήση επιτοκίου προεξόφλησης 3%, το κόστος ως ποσοστό του ΑΕΠ για τα κλιματικά σενάρια A1B και A2 διαμορφώνεται στα 0,34% και 0,58% αντίστοιχα.

5 Δυνατότητες προσαρμογής στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα υδάτινα αποθέματα.

Λαμβάνοντας πρωτίστως υπόψη πως οι πολιτικές μετριασμού στην κλιματική αλλαγή απαιτούν συνδυασμένη δράση σε παγκόσμιο επίπεδο, και δευτερευόντως τις μηδενικές δυνατότητες της ελληνικής οικονομίας να επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό την παραγωγή αέριων θερμοκηπίου λόγω του μικρού της μεγέθους, η υλοποίηση στοχευμένων δράσεων προσαρμογής αποτελεί μονόδρομο για την επίτευξη της μείωσης του κόστους της κλιματικής αλλαγής.

Το χαρτοφυλάκιο των δράσεων προσαρμογής χαρακτηρίζεται από ποικιλία και πολυπλοκότητα. Υπάρχουν δύο κύριες κατευθύνσεις που συνοψίζονται αφενός στην προσπάθεια για πλήρη κάλυψη της ζήτησης και αφετέρου στην προσπάθεια περιορισμού της ζήτησης. Η κατασκευή υδραυλικών υποδομών αποτελεί το κύριο εργαλείο πολιτικών που προσανατολίζονται στην κάλυψη του συνόλου της ζήτησης. Οι υδραυλικές υποδομές περιλαμβάνουν φράγματα, έργα μεταφοράς υδάτων[26] εντός (ή και εκτός) των λεκανών απορροής, έργα εμπλουτισμού του υδροφόρου ορίζοντα, και όπου είναι τεχνικά εφικτό την αφαλάτωση.

Στον αντίποδα, οι πολιτικές διαχείρισης της ζήτησης των υδάτων σχεδόν περιορίζονται στα στενά όρια της τιμολόγησης του πόρου. Η λογική που διέπει τις πολιτικές αυτές είναι η ορθολογική τιμολόγηση του νερού σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία για τους Υδάτινους Πόρους 2000/60/ΕΚ ώστε να αποτελεί κίνητρο για την αποδοτική του χρήση. Παράλληλα η εφαρμογή πολιτικών τιμολόγησης εξασφαλίζουν χρηματοοικονομικούς πόρους και κατ' επέκταση την οικονομική βιωσιμότητα των υποδομών ύδρευσης αλλά και των φορέων παροχής υπηρεσιών ύδατος. Η πολυπλοκότητα του εγχειρήματος έγκειται στον αποδοτικό συνδυασμό πολιτικών.

Η οικονομική αποτελεσματικότητα των πολιτικών προσαρμογής προϋποθέτει ένα σχεδιασμό που θα λαμβάνει υπόψη τις τεχνικο-οικονομικές δυνατότητες προσαρμογής αλλά και τις ιδιαιτερότητες κατά περίπτωση. Το καταλληλότερο

[26] Η μεταφορά νερού συνδέεται με επιπτώσεις στο περιβάλλον, όπως η μειωμένη απορροή ποταμών και η μείωση των φερτών υλικών στις εκβολές. Η ΕΕ έχει ρυθμίσει (COM414 τελικό, 2007), τις παραμέτρους μελέτης για τις περιπτώσεις μεταφοράς υδάτων μεταξύ διαφορετικών λεκανών απορροής. Έτσι ιδιαίτερη σημασία δίδετε στην παρούσα αλλά και τη μελλοντική ζήτηση υδάτινων πόρων στη λεκάνη απορροής που 'δωρίζει' υδάτινους πόρους, συμπεριλαμβανομένης και της μειωμένης προσφοράς πόρων λόγω της κλιματικής αλλαγής. Ακόμη προτείνει τη μελέτη των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων τόσο στη λεκάνη απορροής που 'δωρίζει' νερό όσο και σε αυτή που δέχεται τα ύδατα. Ενώ τέλος πρέπει να προσμετράτε το κόστος της μεταφοράς των πόρων.

οικονομικό εργαλείο για την επιλογή και την εφαρμογή του βέλτιστου μείγματος δράσεων προσαρμογής είναι η ανάλυση κόστους οφέλους.

Η αξιολόγηση ως προς το κόστος αλλά και την αποτελεσματικότητα εναλλακτικών πολιτικών προσαρμογής προϋποθέτει τη γνώση εξειδικευμένων πληροφοριών διαχείρισης υδάτινων πόρων. Για παράδειγμα η μελέτη των δεδομένων που αναφέρονται στην απώλεια υδάτων λόγω διαρροών δικτύων από μεγάλο δείγμα ΔΕΥΑ (καλύπτει πληθυσμιακά το 1/5 της ελληνικής επικράτειας) αναδεικνύει πως η απολεσθείσα ποσότητα ξεπερνά το 60% της ζήτησης. Εάν η εκτίμηση αυτή επαληθεύεται για το σύνολο των υπηρεσιών ύδρευσης και με τις κατάλληλες βελτιώσεις επιτευχθεί ο τεχνικά αποδεκτός στόχος απωλειών ώστε οι απώλειες να περιοριστούν στο 10%, θα επιτευχθεί μέσο όφελος προσαρμογής κλιματικού σεναρίου που προσεγγίζει τα 240 εκ. ευρώ ετησίως. Το κρίσιμο μέγεθος για το βαθμό εφαρμογής της πολιτικής και του συνεπακόλουθου οφέλους που θα προκύψει αποτελεί το κόστος υλοποίησης της πολιτικής[27].

Δεύτερο χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μελλοντική οικονομική αποτελεσματικότητα απολήψεων σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής από τις υπάρχοντες αλλά και τις εν δυνάμει πηγές υδροδοσίας. Εάν το κόστος απόληψης υδάτων για τις ΔΕΥΑ παραμείνει σταθερό και επενδύονται ποσά της τάξης των 68,4 (±7,8) εκ. ευρώ ετησίως τότε το μέσο εκτιμώμενο όφελος ανά κλιματικό σενάριο προσδιορίζεται σε 380 (±47) εκ. ευρώ ετησίως. Το κρίσιμο μέγεθος για το βαθμό εφαρμογής της πολιτικής και του συνεπακόλουθου οφέλους που θα προκύψει αποτελεί το κόστος υλοποίησης της πολιτικής[28]. Η μελέτη της οικονομικής αποτελεσματικότητας των πολιτικών προσαρμογής είναι ικανή να οδηγήσει σε εναλλακτικά σενάρια για την επιλογή του βέλτιστου μείγματος πολιτικών προσαρμογής σε κάθε χρονική περίοδο.

Ενδεικτικά ως δράσεις προσαρμογής που μπορούν να αποφέρουν οφέλη αλλά έχουν επί του παρόντος απροσδιόριστο κόστος υλοποίησης είναι:

- Η δυνατότητα για μη χρήση ή προφύλαξη υπόγειων υδάτινων αποθεμάτων κατάλληλων για υπηρεσίες ύδρευσης σε μελλοντικό χρόνο με κριτήριο προτεραιότητας την εγγύτητα στις παρούσες καταναλώσεις.
- Η δυνατότητα εξοικονόμησης νερού από τους χρήστες. Για παράδειγμα η χρήση οικιακών συσκευών με μικρότερες απαιτήσεις σε νερό.
- Η δυνατότητες επανάχρησης του νερού, για παράδειγμα σε χώρους πρασίνου.

[27] Η αξιολόγηση του κόστους και της αποτελεσματικότητας της δράσης ξεπερνά της δυνατότητες της παρούσας μελέτης.
[28] Η αξιολόγηση του κόστους και της αποτελεσματικότητας της δράσης ξεπερνά της δυνατότητες της παρούσας μελέτης.

- Τέλος ειδικό ενδιαφέρον λόγο του συγκριτικά χαμηλού κόστους έχουν οι θεσμικές δράσεις προσαρμογής όπως :
- η τιμολόγηση,
- η παροχή κινήτρων για μείωση της κατανάλωσης,
- η οργάνωση εκστρατειών ενημέρωσης/εκπαίδευσης/πληροφορήσης
- η σταδιακή απαγόρευση ιδιαιτέρως υδροβόρων αστικών χρήσεων.

6 Συμπεράσματα

Η πρωτοβουλία της Τράπεζας της Ελλάδος είναι σημαντική μιας και επιτεύχθηκε για πρώτη φορά η προσέγγιση του κόστους της κλιματικής αλλαγής στον τομέα των υδάτων. Επιπλέον δημιουργηθήκαν προϋποθέσεις διεπιστημονικής συνεργασίας στο χώρο μελέτης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Συμπεραίνεται ότι η κλιματική αλλαγή θα επιδράσει αρνητικά στον τομέα των υδάτινων πόρων σε όλα τα υδατικά διαμερίσματα και κάτω από όλα τα ενδεχόμενα σενάρια. Η μεγαλύτερη ζημία καταγράφεται στο κλιματικό σενάριο Α2 που φτάνει το 1,69% του ΑΕΠ (επιτόκιο προεξόφλησης 1%), ενώ η μικρότερη στο κλιματικό σενάριο Α1Β που φτάνει το 0,83% του ΑΕΠ(επιτόκιο προεξόφλησης 1%). Οι πλέον τρωτές κλιματικές ζώνες όπου καταγράφεται το μεγαλύτερο κόστος είναι η Κεντρική Μακεδονία, η Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα και η Δυτική Ελλάδα. Ωστόσο φαίνεται πως υπάρχουν σημαντικά περιθώρια για την εφαρμογή δράσεων προσαρμογής.

Οι εκτιμήσεις ενσωματώνουν, και εξαρτώνται ουσιαστικά, την όποια αβεβαιότητα προέκυψε σε όλα τα στάδια της μελέτης: Αρχικά την αβεβαιότητα των εκτιμήσεων των κλιματικών δεδομένων, στη συνέχεια την αβεβαιότητα της εκτίμησης της μελλοντικής κατανομής των υδάτινων αποθεμάτων και τέλος την αβεβαιότητα στην εκτίμηση του μελλοντικού πληθυσμού της Ελλάδας.

Παράλληλα, το ύψος των εκτιμήσεων του κόστους της κλιματικής αλλαγής εξαρτάται από τις ερευνητικές υποθέσεις. Για την εκτίμηση της μελλοντικής ζήτησης τα 200 λίτρα νερού ημερησίως θεωρηθήκαν ως η μέση προσδοκώμενη ατομική κατανάλωση για τον μόνιμο πληθυσμό, ενώ αντίστοιχα υιοθετήθηκε η ποσότητα 300 λίτρων νερού ανά διανυκτέρευση για τους τουρίστες. Ο μελλοντικός αριθμός διανυκτερεύσεων θεωρήθηκε σταθερός και ίσος με το σημερινό. Η τιμή του νερού θεωρήθηκε σταθερή ενώ οι εκτιμήσεις παρουσιάζονται σε απόλυτες τιμές αλλά και με χρήση επιτοκίων προεξόφλησης 1% και 3%.

Εν κατακλείδι προτείνεται η έρευνα της επιστημονικής κοινότητας και η μέριμνα όσων ασκούν πολιτική, να στραφεί στη διερεύνηση των δράσεων προσαρμογής. Η καταγραφή και η μελέτη υδρολογικών και οικονομοτεχνικών δεδομένων σε χωρικό επίπεδο συγκρίσιμο με το χώρο δράσης εταιριών παροχής υπηρεσιών ύδρευσης

μπορεί να τροφοδοτήσει ένα νέο κύκλο έρευνας για τη διερεύνηση των αποδοτικότερων δράσεων προσαρμογής σε κατάλληλο χωρικό επίπεδο και χρονικό ορίζοντα.

Βιβλιογραφία

Alcamo, J., Henrich, T., Rösch, T., 2000. World Water in 2025 – Global modeling and scenario analysis for the World Commission on Water for the 21st Century. Report A0002, Centre for Environmental System Research, University of Kassel, Germany.

Bateman, I.J., Carson, R.T., Day, B., Hanemann, W.M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Ozdemiroglu, E., Pearce, D.W., Sugden, R. and Swanson, S. (2002). "Guidelines for the Use of Stated Preference Techniques for the Valuation of Preferences for Non-market Goods", Edward Elgar, Cheltenham.

Bates, B C, Z W Kundzewicz, S Wu and J P Palutikof (eds) (2008). "Climate change and water". Technical Paper VI of the IPCC, IPCC Sectretariat, Geneva

Birol, E., K. Karousakis and P. Koundouri (2006b). "Using a Choice Experiment to Account for Preference Heterogeneity in Wetland Attributes: The Case of Cheimaditida Wetland in Greece". Ecological Economics, 60(1), pp 145-156.

Birol, E.; Karousakis, K. and Koundouri, P. (2006a): "Using Economic Valuation Techniques to Inform Water Resources Management: A Survey and Critical Appraisal of Available Techniques and an Application", Science of the Total Environment, 365, pp. 105-122.

Braden and Kolstad (eds.) (1991), Measuring the Demand for Environmental Quality, North-Holland, Amsterdam

Brouwer R., (2006). "Practical Working Definition Environmental and Resource Costs and Benefits" (Deliverable D12), Aquamoney.

Environmental Protection Agency (1987). "The risk assessment guidelines of 1986". EPA-600/8-87/045. U.S. EPA, Office of Health and Environmental Assessment, Washington.

European Environment Agency (2001), Environmental issue (report No 19), Sustainable water use in Europe, Part 2: Demand management, Copenhagen

European Environment Agency (2009): "Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought". EEA Report. Διαθέσιμο (1/2011): http://www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe/at_download/file

FAO. 2006. AQUASTAT database. http://www.fao.org/ag/aquastat

Feenstra, J.F., Burton, I., Smith, J.B., and Tol, R.S.J. (Eds.) (1998). "Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies". Nairobi and Amsterdam: UNEP and Institute for Environmental Studies/Vrije Universiteit.

Freeman, A. Myrick III. (1979). "The Benefits of Environmental Improvement: Theory and Practice". Baltimore: Johns Hopkins University Press for Resources for the Future.

Garnaut, R. (2008). "The Garnaut Climate Change Review", Cambridge University Press, Melbourne. Διαθέσιμο (1/2011): www.garnautreview.org.au.

Garnaut, R. (2008b). Economic Modelling Technical Paper 4 Methodology For Modelling The Economic Effects Of Climate Change October 2008. Διαθέσιμο (1/2011): www.garnautreview.org.au.

Genius, E. Hatzaki, E.M. Kouromichelaki, G. Kouvakis, S. Nikiforaki and K.P. Tsagarakis (2008). "Evaluating consumers' willingness to pay for improved potable water quality and quantity". Water Resources Management 22, pp. 1825–1834.

Hanemann, W. M. (1984): "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses," American Journal of Agricultural Economics, 66, 332–341.

Hope, C. (2003): "The marginal impacts of CO2, CH4 and SF6 emissions" Judge Institute of Management Research Paper No.2003/10, Cambridge, UK, University of Cambridge

Hope, C. (2006) "The marginal impact of CO2 from PAGE2002: an integrated assessment model incorporating the IPCC's five reasons for concern." Integrated Assessment, 6(1): 19-56

Kontogianni A., Langford I.H., Papandreou, A. and Skourtos, M.S. (2003. "Social preferences for improving water quality: An economic analysis of benefits from wastewater treatment". Water Resources Management 17, 317-336

Kontogianni A., Skourtos M., Langford I., Bateman I., Georgiou S. (2001). "Integrating Stakeholder Analysis in non- market valuation of environmental assets". Ecological Economics 37: 123-138, Elsevier Publishers

Lancaster, K. (1966). "A New Approach to Consumer Theory." Journal of Political Economy 74(2)

Louviere, J., Hensher, D., Swait, J. (2000). "Stated Choice Methods, Analysis and Application". Cambridge University Press: Cambridge.

Mäler Karl-Goran, (1974). "Environmental Economics: A Theoretical Inquiry". Johns Hopkins University Press for Resources for the Future, Baltimore, MD.

Marcuello, Conchita, and Lallana, Concha, (2003). Water exploitation index: European Environment Agency, accessed May 31, 2009, at http://themes.eea.europa.eu/Specific_media/water/indicators/WQ01c%2C2003.1001/WEI_101003v2.pdf

McFadden, D. (1973): "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior," in Frontiers in Econometrics, ed. by P. Zarembka, pp. 105–135. John Wiley and Sons, New York, NY.

Metroeconomica (2004). "Costing the impacts of climate change in the UK: overview of guidelines." UKCIP Technical Report. UKCIP, Oxford, July 2004

Milly, P.C.D.,Dunne, K.A. and Vecchia, A.V., 2005. 'Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate'. Nature 438: 347–350.

Navrud, S and R. Ready (eds.) (2007). "Environmental Value Transfer: Issues and Methods". Springer/ Kluwer Publishers, Dordrect, The Netherlands.

Oglethorpe, D.R., and Miliadou, D. (2000). "Economic Valuation of the Non-use Attributes of a Wetland: A Case-Study for Lake Kerkini". Journal of Environmental Planning and Management, 43(6), pp. 755-767

Raskin, P.; Gleick, P. H.; Kirshen, P.; Pontius, R. G. Jr; and Strzepek, K., 1997. Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world. Stockholm Environmental Institute, Sweden. Document prepared for the fifth session of the United Nations Commission on Sustainable Development, 1997.

Rijsberman, Frank, 2006. Water scarcity: Fact or fiction? Agricultural Water Management, 80:5-22. ISI

Smakhtin, Vladimir U.; Revenga, C.; Doll, P. (2004). Taking into account environmental water requirements in global-scale water resources assessments. Colombo, Sri Lanka: IWMI. v, 24p. (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Research Report 2)

Stern, N. (2007). "The Economics of Climate Change: The Stern Review." Cambridge University Press, Cambridge.

Tol, R.S.J. (2006). "The Stern Review of the economics of climate change: A comment", Hamburg, Vrije and Carnegie Mellon Universities, mimeo

Tziakis I., I. Pachiadakis, M. Moraitakis, K. Xideas, G. Theologis, K.P. Tsagarakis (2008). «Valuing benefits from wastewater treatment and reuse using contingent valuation methodology», Desalination, Volume 237, Issues 1-3, February 2009, pp. 117-125.

UN (2004). "World Population to 2300". New York: United Nations.

UNDP (United Nations Development Programme). 2006. Human Development Report 2006: Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis. New York: Palgrave Macmillan.

UNEP. 2007. Freshwater in Europe

Ασημάκης Ψυχουδάκης, Αθανάσιος Ράγκος, Αλέξανδρος Θεοδωρίδης και Αργυρώ Χριστοφή (2006). «Οικονομική αξιολόγηση του φράγματος περιοχής Σημάντρων-Πορταριάς Νομού Χαλκιδικής». Υδροτεχνικά

Ευρωπαική Επιτροπή (2007). "Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον & Αειφόρος Ανάπτυξη 2007-2013". Διαθέσιμο στο (1/2011): http://ec.europa.eu/regional_policy/country/prordn/details_new.cfm?gv_PAY=EL&gv_reg=ALL&gv_PGM=1076&gv_defL=4&LAN=6

ΕΔΕΥΑ (2007). "Υλικό Οικονομικής Επιτροπής". Διαθέσιμο (1/2011) στο: http://www.edeya.gr/material.php

ΕΣΥΕ (2010α). "Population Projections of Greece 2007-2050". Διαθέσιμο (1/2011) στο: http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-themes?p_param=A1602&r_param=SPO18&y_param=TS&mytabs=0

ΕΣΥΕ (2010β). "Διανυκτερεύσεις στα καταλύματα ξενοδοχειακού τύπου και κάμπινγκ, κατά Νομό". Διαθέσιμο (1/2011) στο: http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-database

Κοντογιάννη Α. (2008). "Ο Αναδυόμενος ρόλος της οικονομικής αξιολόγησης περιβαλλοντικών πόρων στον σχεδιασμό και την υλοποίηση της Ευρωπαϊκής Περιβαλλοντικής Πολιτικής". Ευρωπαίων Πολιτεία 3, 635-649

Ν. 3199/2003 «Προστασία και διαχείριση των υδάτων – εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ ΕΚ του Ευρωπαικού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000»

Παπανδρέου Α, Μ. Σκούρτος (2000), Βασικές Αρχές Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης. Στο: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (επιμ), Σχεδιασμός, Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις και Μέθοδοι Εκτίμησης τους. Τόμος Β1, Αθήνα

Σκούρτος Μ, Α. Κοντογιάννη (1996). "Μέθοδοι οικονομικής αξιολόγησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων: Διεθνής εμπειρία, πρακτικές δυνατότητες και θεσμικοί περιορισμοί στην Ελλάδα". ΤΟΠΟΣ - Επιθεώρηση Αστικών και Περιφερειακών Μελετών, 1996, 11: 37-52

Στουρνάρας Γ. (2010α). Παρατηρήσεις – Κλιματικές μεταβολές. Τελικό παραδοτέο, ΕΜΕΚΑ. ΤτΕ, Αθήνα

Στουρνάρας Γ. (2010β). Πρώτη (ποιοτική) αξιολόγηση των θέσεων Stern στην περίπτωση της Ελλάδας προσαρμοσμένη στα υδατικά συστήματα. Τελικό παραδοτέο, ΕΜΕΚΑ. ΤτΕ, Αθήνα

ΥΠΑΝ (2003). Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης Των Υδατικών Πόρων Της Χωράς. Αθήνα

ΥΠΑΝ (διαθέσιμη 1/2011): http://www.ypan.gr/docs/%2808-08-08%29Diavoulefsi_diahiristikon_%20ypan/%2808-08-08%29Diavoulefsi_diahiristikon_YPAN/diavouleusi_1.htm

ΥΠΕΧΩΔΕ (2008). "Εφαρμογή των οικονομικών πτυχών του αρθρου 5 της Κοινοτικής Οδηγίας περί Υδάτων 2000/60/ΕΚ στην Ελλάδα". Αθήνα