

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΣΤΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ

Υπό

Επαμεινώνδα Πανά
Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Abstract

REGIONAL DEMAND FOR WATER IN GREECE USING PANEL DATA

Regional water demand is estimated as a function of water price, household size, income, and temperature using cross-section and time-series data from 29 regions in Greece, between 1995-1998. The data are panel data and the Hausman test indicates that the fixed effects model cannot be rejected in favour of the random effects model and so the former becomes the analytical model of choice. Estimated demand was found to be highly responsive to changes in water price, income and the level of the climatic variable (JEL: classification C23, H70, Q25).

Key words: Regional water demand, panel data.

1. Εισαγωγή

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός εφαρμοσμένων οικονομετρικών μελετών που αφορούν στη ζήτηση του νερού. Τα ζητήματα που διερευνώνται σε αυτές τις μελέτες περιλαμβάνουν το μεγαλύτερο φάσμα των οικονομετρικών προβλημάτων που δημιουργούνται στις οικονομετρικές εφαρμογές.

Ορισμένες μελέτες επικεντρώνονται στο πρόβλημα της επιλογής των ερμηνευτικών μεταβλητών που θα πρέπει να περιληφθούν στη συνάρτηση ζήτησης του νερού εκτός από τις μεταβλητές της ποσότητας και της τιμής του νερού.

Άλλες μελέτες αναφέρονται στον τρόπο εξειδίκευσης της μεταβλητής της τιμής του νερού στη συνάρτηση της ζήτησης. Οι μελέτες αυτές παρουσιάζουν

ιδιαίτερο ενδιαφέρον δεδομένου ότι στη τιμολογιακή πολιτική του νερού μπορούμε να διακρίνουμε τρεις τρόπους καθορισμού της τιμής.

Σύμφωνα με τον πρώτο τρόπο, επιβάλλεται μία σταθερή ενιαία τιμή ανά χρονική περίοδο (εξάμηνο, μήνα ή έτος) ανεξαρτήτως της ποσότητας νερού που καταναλώνεται.

Σύμφωνα με τον δεύτερο τρόπο, εκείνον του καθορισμού της μέσης ή της ομοιόμορφης τιμής, επιβάλλεται μία σταθερή τιμή ανά μονάδα καταναλισκόμενης ποσότητας νερού ανεξάρτητα από την ποσότητα νερού που καταναλώνεται, ενώ σύμφωνα με τον τρίτο τρόπο εφαρμόζεται κλιμακωτή μείωση της τιμής του νερού, δηλαδή η τιμή του νερού ανά μονάδα κατανάλωσης νερού μειώνεται, όσο αυξάνεται η καταναλισκόμενη ποσότητα νερού. Τέλος, στη βιβλιογραφία υπάρχουν μελέτες που εξετάζουν την επιλογή της συναρτησιακής μορφής της συνάρτησης ζήτησης του νερού προκειμένου να εκτιμήσουν διάφορες ελαστικότητες.

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να παρουσιάσει ένα οικονομετρικό υπόδειγμα ζήτησης του νερού για την Ελλάδα χρησιμοποιώντας στατιστικά δεδομένα διαφόρων περιφερειακών Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης και Αποχέτευσης παροχής νερού (ΔΕΥΑ) για μία χρονική περίοδο.

Από την επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας προκύπτει ότι είναι η πρώτη φορά που γίνεται μία τέτοια προσπάθεια για την Ελλάδα. Ακόμα και στη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες για τη ζήτηση νερού που να αξιοποιούν panel δεδομένα, δηλαδή τον συνδυασμό των διαστρωματικών δεδομένων με τις χρονολογικές σειρές. Συνεπώς, μία ανάλυση αυτής της μορφής είναι πολύ ενδιαφέρουσα ιδίως μετά την εμφάνιση του φαινομένου της λειψυδρίας στη χώρα μας, αλλά και λόγω της αύξησης της εσωτερικής μετανάστευσης στα αστικά κέντρα. Η εκτίμηση της συνάρτησης ζήτησης του νερού περιορίζεται στη ζήτηση νερού μόνο για οικιακή χρήση, λόγω έλλειψης αναγκαίων στατιστικών δεδομένων.

Όμως, παρά το εγγενές αυτό πρόβλημα η μελέτη αυτή μπορεί να φανεί πολύ χρήσιμη για τη χάραξη υδάτινης πολιτικής στη χώρα μας. Στην Ελλάδα, λόγω των προσφάτων δυσμενών καιρικών συνθηκών, το πρόβλημα του νερού αποτελεί ίσως ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα. Σήμερα μάλιστα που διεθνώς το κλίμα τείνει σε ξηρασία, απαιτείται η εφαρμογή μίας υδάτινης πολιτικής με μακροπρόθεσμο προγραμματισμό και ορθολογική αξιοποίηση και διαχείριση των υδατικών πόρων σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια θεωρούμε ότι εντάσσεται και η προ-

απάθεια που καταβάλλεται διεθνώς για την εκτίμηση της ζήτησης του νερού σε περιφερειακό επίπεδο.

Στην παρούσα μελέτη αναπτύσσονται τα κατάλληλα οικονομετρικά υποδείγματα που προσδιορίζουν τη ζήτηση νερού. Η εκτίμηση των οικονομετρικών αυτών υποδειγμάτων παρουσιάζει έναν σημαντικό βαθμό δυσκολίας που οφείλεται κυρίως στην ανυπαρξία κλιματολογικών στοιχείων για αρκετούς Δήμους της περιφέρειας.

Ακριβώς λόγω της έλλειψης αυτών των στοιχείων η μελέτη βασίστηκε σε εκείνες τις Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ) που πληρούν τις προϋποθέσεις της ύπαρξης των αναγκαίων στατιστικών δεδομένων. Ακόμα, λόγω του ότι και οι κλιματολογικές συνθήκες παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για τη ζήτηση του νερού, τα προς εκτίμηση υποδείγματα θα πρέπει να ενσωματώνουν και μία ερμηνευτική μεταβλητή, η οποία να αντικατοπτρίζει τη διάσταση του κλίματος. Η εισαγωγή αυτής της ερμηνευτικής μεταβλητής σε υποδείγματα ζήτησης νερού, που έχουν γίνει από άλλους ερευνητές, δίνει τη δυνατότητα να γίνουν εκτιμήσεις των επιπτώσεων του κλίματος στη ζήτηση νερού.

Η μελέτη αυτή έχει ως σκοπό την ανάπτυξη και εκτίμηση ενός οικονομετρικού υποδείγματος ζήτησης νερού σε περιφερειακό επίπεδο. Συνεπώς, το κίνητρο της εργασίας αυτής μας κατευθύνει στην ανάγκη γνώσης των παραγόντων εκείνων που καθορίζουν τη ζήτηση νερού. Στην εν λόγω μελέτη επιδιώκεται η εκτίμηση της συνάρτησης ζήτησης νερού για τις Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης σε περιφερειακό επίπεδο με τη χρησιμοποίηση συνδυασμού διαστρωματικών και χρονολογικών δεδομένων. Η χρήση του συνδυασμού αυτού πλεονεκτεί της εκτίμησης συναρτήσεων ζήτησης νερού που βασίζονται μόνο σε διαστρωματικά δεδομένα ή μόνο σε χρονολογικές σειρές. Όπως ήδη αναφέρθηκε, ένα από τα βασικά προβλήματα της εκτίμησης των συναρτήσεων ζήτησης νερού είναι η επιλογή του καταλλήλου υποδείγματος. Έτσι, ένας πρόσθετος στόχος της μελέτης αυτής είναι να συγκρίνει τα εμπειρικά αποτελέσματα που προκύπτουν από τα διάφορα υποδείγματα του συνδυασμού διαστρωματικών και χρονολογικών δεδομένων: δηλαδή τα υποδείγματα σταθερών και τα υποδείγματα τυχαίων επιδράσεων.

Βέβαια πρέπει να αναγνωρίσουμε ότι το νερό είναι ένα αγαθό που δεν είναι ελεύθερο αγαθό. Εάν λοιπόν θεωρήσουμε ότι ένα σύστημα ύδρευσης αποτελείται από δύο συνιστώσες, την παραγωγή και την κατανάλωση, τότε

αρκετοί παράγοντες, όπως είναι το εύρος του δικτύου, η κατά κεφαλή κατανάλωση νερού, ο αυξανόμενος αριθμός συνδέσεων, το κόστος άντλησης, η παλαιότητα του δικτύου και άλλοι επηρεάζουν τη διαμόρφωση του κόστους ενός συστήματος ύδρευσης. Στην πράξη αυτό εκφράζεται με τη βασική πολιτική των περισσότερων Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης και Αποχέτευσης, όπου οι τιμές του νερού αντικατοπτρίζουν το κόστος της υπηρεσίας ύδρευσης. Αυτό σημαίνει όμως, ότι αυτή η φιλοσοφία αγνοεί τις διαφορές ανάμεσα στο μέσο κόστος και στο οριακό κόστος, ανάμεσα στο βραχυχρόνιο και στο μακροχρόνιο κόστος, καθώς και στο κόστος που προκύπτει σε περιόδους αιχμής.

Πιο συγκεκριμένα στην εργασία αυτή επιχειρείται η εκτίμηση της συνάρτησης ζήτησης νερού με διάφορες μεθόδους χρησιμοποιώντας στατιστικά δεδομένα 29 ΔΕΥΑ για το χρονικό διάστημα 1995-1998. Το προς εκτίμηση υπόδειγμα και οι μέθοδοι εκτίμησής του δίνονται στο δεύτερο εδάφιο της μελέτης.

Τα εμπειρικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στο τρίτο εδάφιο, ενώ στο τέταρτο εδάφιο κρίθηκε σκόπιμο, για λόγους αξιολόγησης των εκτιμήσεων του προηγούμενου εδαφίου, να παρουσιαστούν μερικά αποτελέσματα άλλων μελετών από τη διεθνή βιβλιογραφία. Τέλος, στο πέμπτο εδάφιο σχολιάζονται τα αποτελέσματα και παρουσιάζονται τα πιο σημαντικά συμπεράσματα της μελέτης.

2. Το οικονομετρικό υπόδειγμα της ζήτησης νερού

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας παρουσιάζουμε το υπόδειγμα ζήτησης νερού, στο οποίο η ζήτηση νερού εκφράζεται με την ποσότητα του νερού, η οποία καταναλώθηκε σε μια δεδομένη χρονική περίοδο για οικιακή χρήση. Το οικονομετρικό υπόδειγμα ζήτησης νερού μπορεί να εκφραστεί ως μία συνάρτηση εκείνων των ερμηνευτικών μεταβλητών που επηρεάζουν τη ζήτηση. Μάλιστα, στη διεθνή βιβλιογραφία παρατηρείται ότι δεν χρησιμοποιείται αρχικά ο σχηματισμός υποδείγματος μεγιστοποίησης της συνάρτησης χρησιμότητας, αλλά ακολουθείται στις εμπειρικές εφαρμογές της ζήτησης νερού μία παραδεκτή μεθοδολογία σύμφωνα με την οποία δίνεται η απ' ευθείας εξειδίκευση της συνάρτησης ζήτησης νερού, ως μία γραμμική ή ως μία λογαριθμική γραμμική συνάρτηση των ερμηνευτικών μεταβλητών, όπως είναι το εισόδημα, οι μετεωρολογικές μεταβλητές και η τιμή του νερού.

Οι αρχικές εμπειρικές μελέτες της ζήτησης νερού χρησιμοποίησαν τη λογαριθμική εξειδίκευση της συνάρτησης και έδειξαν ότι η τιμή του νερού και το εισόδημα επηρεάζουν τη ζήτηση του νερού. Τα αρχικά αυτά υποδείγματα δεν είχαν λάβει υπόψη τους τις κλιματολογικές επιπτώσεις. Οι κλιματολογικές μεταβολές, καθώς και οι επιπτώσεις τους στη ζήτηση του νερού ταυτοποιήθηκαν από τον Wong (1972) με τη χρήση της μέσης θερμοκρασίας κατά τη θερινή περίοδο, ή με το ύψος της βροχής που χρησιμοποιήθηκε από τους Foster και Beattie (1979).

Γενικά, οι μελέτες που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Σε εκείνες που χρησιμοποιούν χρονολογικές σειρές και σε εκείνες που αξιοποιούν τα διαστρωματικά δεδομένα. Μελέτες που να αξιοποιούν το συνδυασμό χρονολογικών και διαστρωματικών στοιχείων για τη ζήτηση νερού δεν έχουν ακόμα εμφανισθεί στη βιβλιογραφία. Σημειώνουμε επίσης ότι στην κατηγορία των μελετών που χρησιμοποιούν χρονολογικές σειρές εκτιμώνται οι ίδιες αλγεβρικές μορφές υποδειγμάτων, αλλά με μηνιαία δεδομένα. Η χρησιμοποίηση των μηνιαίων δεδομένων επιτρέπει την μελέτη της εποχικότητας στη ζήτηση του νερού. Επίσης, οι μελέτες της ζήτησης νερού διαιρούνται σε δύο κατηγορίες: σε μελέτες που εκτιμούν τη ζήτηση νερού ανά νοικοκυριό και σε μελέτες που εκτιμούν την κατά κεφαλή ζήτηση.

Φυσικά, η εκτίμηση της ζήτησης του νερού μπορεί να διαχωριστεί και σύμφωνα με τη χρήση για την οποία το νερό προορίζεται (βιομηχανική, γεωργική και οικιακή χρήση).

Η εκτίμηση της συνάρτησης ζήτησης του νερού μας εφοδιάζει με τη γνώση μιάς βασικής παραμέτρου: της ελαστικότητας ζήτησης του νερού. Η γνώση της ελαστικότητας της ζήτησης του νερού μας βοηθά σε ένα βαθμό στο σχεδιασμό της επιθυμητής πολιτικής νερού και κυρίως στη διαμόρφωση των τελών ύδρευσης. Την τελευταία εικοσαετία έχει καταβληθεί προσπάθεια για την εκτίμηση των ελαστικότητων της ζήτησης του νερού για αρδευτικούς σκοπούς.

Ο Anderson (1983) σε επισκόπηση της βιβλιογραφίας για την ανάλυση της ζήτησης νερού που προορίζεται για άρδευση καταλήγει, χρησιμοποιώντας οικονομετρικά υποδείγματα καθώς και υποδείγματα μαθηματικού προγραμματισμού, στο ότι η ζήτηση είναι ανελαστική για χαμηλές τιμές του νερού, ενώ είναι ελαστική για υψηλές τιμές του νερού.

Για την εκτίμηση της ανταπόκρισης των γεωργών στις μεταβολές της τιμής του νερού έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα οικονομετρικά υποδείγματα, τα οποία προκύπτουν από τη ζήτηση των εισροών (Hassine και Thomas, 1997).

Οι εν λόγω ερευνητές στη μελέτη τους καταλήγουν στο ότι η ζήτηση του νερού για άρδευση είναι ανελαστική, ενώ ταυτόχρονα επισημαίνουν ότι το ύψος της τιμής δεν αποτελεί τον πρώτο ιεραρχικά παράγοντα του μηχανισμού τιμών για την άσκηση πολιτικών εξοικονόμησης νερού.

Άλλοι ερευνητές χρησιμοποιούν υποδείγματα μαθηματικού προγραμματισμού αντί οικονομετρικών υποδειγμάτων. Με αυτή την προσέγγιση καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η ζήτηση νερού για άρδευση είναι ανελαστική κάτω από ένα κατώφλι τιμής - βλέπε Garrido et al. (1997).

Ο Schaible (1997) χρησιμοποιεί στη μελέτη του υπόδειγμα αριστοποίησης για την εκτίμηση της ελαστικότητας ζήτησης κάτω από την άσκηση διαφόρων πολιτικών.

Τα αποτελέσματα της εν λόγω μελέτης δείχνουν ότι η ζήτηση νερού είναι περισσότερο ελαστική, όταν οι αγρότες έχουν απεριόριστη δυνατότητα πρόσβασης σε υπόγεια αποθέματα νερού. Σύμφωνα και με την Αρχή του Le Chatelier οι περιορισμοί μειώνουν τις διαδικασίες υποκατάστασης και το κόστος ευημερίας είναι πολύ πιο υψηλό, όταν αυτή η δυνατότητα των αγροτών περιορίζεται.

Από την πιο πάνω βιβλιογραφική επισκόπηση προκύπτει ακόμη ότι στις οικονομετρικές μελέτες που αφορούν στη ζήτηση του νερού τελευταία έχει επισημανθεί και το πρόβλημα των ταυτόχρονα συσχετιζομένων εξισώσεων. Για να γίνει κατανοητό το πρόβλημα αυτό θεωρούμε την απλή συνάρτηση ζήτησης νερού:

$$Q_t = a_0 + a_1 Y_t + a_2 P_t + u_t \quad (1)$$

όπου Q_t = η ζητούμενη ποσότητα νερού, Y_t = το εισόδημα και P_t = η τιμή του νερού.

Θεωρούμε επίσης, όπως συμβαίνει και στις ΔΕΥΑ, ότι η τιμολογιακή πολιτική του νερού καθορίζεται κατά κλίμακες. Για παράδειγμα θεωρούμε ότι για μία πάγια κατανάλωση 15 m^3 καταβάλλεται τέλος 900δρχ., για

κατανάλωση από 16-30 m^3 καταβάλλονται 85 δρχ. και για κατανάλωση από 31-50 m^3 καταβάλλονται 110 δρχ.

Αν χρησιμοποιήσουμε τη μέση τιμή νερού θα έχουμε:

$$\bar{P} = \frac{P_{\pi} + p_1 \cdot (Q_2 - Q_{\pi}) + p_2 \cdot (Q_2 - Q_1) + p_3 \cdot (Q - Q_2)}{Q}$$

ή (2)

$$\bar{P} = \frac{P_{\pi} + p_1 \cdot (Q_1 - Q_{\pi}) + p_2 \cdot (Q_2 - Q_1) - p_3 \cdot Q_2}{Q} + p_3$$

Όπου P_{π} είναι η πάγια επιβάρυνση για κατανάλωση νερού ίση ή μικρότερη της πάγιας κατανάλωσης Q_{π} (πρώτο κλιμάκιο), Q_1 είναι η κατανάλωση νερού στο δεύτερο κλιμάκιο (16-30) και Q_2 είναι η κατανάλωση νερού στο τρίτο κλιμάκιο (31-50).

Αντικατάσταση της (1) και (2) μας δίνει:

$$\bar{P} = \frac{P_{\pi} + p_1 \cdot (Q_1 - Q_{\pi}) + p_2 \cdot (Q_2 - Q_1) - p_3 \cdot Q_2}{a_0 + a_1 Y_t + a_2 P_t + u_t} + p_3 \quad (3)$$

Η σχέση (3) μας δείχνει, ότι η χρησιμοποίηση της μέσης τιμής (\bar{P}) ως ερμηνευτικής μεταβλητής στην εξίσωση (1) μας δημιουργεί πρόβλημα μεροληψίας των εκτιμητών από τη στιγμή που η μεταβλητή (\bar{P}) εξαρτάται από τον στοχαστικό όρο.

Εάν αντί της μέσης τιμής χρησιμοποιήσουμε οριακή τιμή του νερού, πάλι θα οδηγηθούμε στο πρόβλημα του μεροληπτικού σφάλματος των ταυτόχρονα συσχετιζομένων εξισώσεων.

Το πρόβλημα των ταυτόχρονα συσχετιζομένων εξισώσεων, όταν η τιμή του αγαθού διαμορφώνεται κλιμακωτά, αντιμετωπίζεται, όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία, βασικά με τρεις τρόπους:

Ο πρώτος τρόπος χρησιμοποιεί τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων σε δύο στάδια (2SLS). Κατασκευάζεται το σύστημα:

$$Q_t = a_0 + a_1 Y_t + a_2 P_t + u_t \quad (1)$$

$$P_i = \varphi(K(i,t), Q_i) \quad (4)$$

Η εξίσωση (4) καθορίζει την τιμή σε κάθε κλιμάκιο $K(i,t)$ για την "i" ΔΕΥΑ τη χρονική στιγμή t . Στο σύστημα αυτό γίνεται εκτίμηση των διαρθρωτικών παραμέτρων της (1), αφού εκτιμηθεί η εξίσωση που συνδέει την P_p με όλες τις ερμηνευτικές μεταβλητές του συστήματος και στη συνέχεια αντί της P_i στην εξίσωση (1) χρησιμοποιούνται οι θεωρητικές (ή οι προβλέψιμες) τιμές, P_i της P_r . Αναγκαία προϋπόθεση για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι η ύπαρξη σημαντικής μεταβλητικότητας στα τέλη του νερού που εφαρμόζονται ανά κλιμάκιο.

Ο δεύτερος τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος των ταυτόχρονα συσχετιζόμενων εξισώσεων βασίζεται στη χρήση της επαναληπτικής μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων σε δύο στάδια - βλέπε Martin et al. (1984). Έχοντας ως βάση αυτή την τεχνική εκτιμούμε ανεξάρτητα κάθε μία σχέση (1) και (4) και στη συνέχεια χρησιμοποιούμε τις θεωρητικές τιμές των Q_i και P_p , Q_i και P_p αντίστοιχα για να επανακτήσουμε τις (1) και (4) στο δεύτερο στάδιο της επανάληψης. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρις ότου να συγκλίνουν οι τιμές των Q_i και P_r .

Η τρίτη λύση στηρίζεται στην εργασία των Taylor et al. (1982). Υποστηρίζεται εκεί ότι δεν υπάρχει το πρόβλημα των ταυτόχρονα συσχετιζόμενων εξισώσεων αν εκτιμήσουμε την εξίσωση ανοιγμένης μορφής. Σ' αυτή την περίπτωση ο καταναλωτής παίρνει την απόφασή του στηριζόμενος στη γνώση της όλης δομής της τιμολογιακής πολιτικής του νερού. Ή με άλλα λόγια έχουμε το υπόδειγμα:

$$Q_i = \alpha_0 + \alpha_1 Y_p + \alpha_2 \varphi(K(i,t), Q_i) + u_p \quad (5)$$

Η σχέση $\varphi(K(i,t), Q_i)$ είναι **εξωγενής** και συνεπώς δεν υπάρχει πια το πρόβλημα των ταυτόχρονα συσχετιζόμενων εξισώσεων. Βέβαια εδώ εμφανίζεται το πρόβλημα της εξειδίκευσης της **μαθηματικής παράστασης** της $\varphi(K(i,t), Q_i)$. Μία προσεγγιστική μέθοδος για τον προσδιορισμό της $\varphi(K(i,t), Q_i)$ είναι να θεωρήσουμε για τις n κλίμακες τα έσοδα E_n και τις αντίστοιχες καταναλώσεις νερού Q_n , οπότε από την σχέση

$$E_n = \beta_0 + \beta_1 Q_n + \varepsilon_n \quad (6)$$

η εκτίμηση της παραμέτρου β_1 θεωρείται ότι είναι η οριακή τιμή.

Επίσης εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε, ότι αν ακολουθήσει κάποιος την προσέγγιση της μεγιστοποίησης της συνάρτησης χρησιμότητας έχοντας λάβει υπόψη του ότι η τιμή του νερού έχει κλιμακωτή δομή, τότε θα οδηγηθεί σε ακραίες λύσεις (corner solutions) του προβλήματος της μεγιστοποίησης.

Συνοπτικά, η σχέση της ζήτησης του νερού περιγράφεται από την ακόλουθη συναρτησιακή σχέση:

$$y_{it} = f(PR_{it}, INC_{it}, THER_{it}) \quad (7)$$

όπου y_{it} είναι η κατά κεφαλή κατανάλωση νερού της i περιοχής τη χρονική στιγμή t , PR_{it} είναι η τιμή του νερού ανά κυβικό μέτρο, INC_{it} είναι το κατά κεφαλή εισόδημα και $THER_{it}$ η μέση θερμοκρασία.

Από την στιγμή που δεν υφίσταται μία α priori βάση για την επιλογή της αλγεβρικής μορφής της σχέσης (7), χρησιμοποιούμε στην ανάλυσή μας την λογαριθμική μορφή για να μελετήσουμε τα δεδομένα μας.

Έτσι, επιλέγουμε την ακόλουθη συναρτησιακή μορφή για τη ζήτηση νερού:

$$\log(y)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log(PR)_{it} + \beta_2 \log(INC)_{it} + \beta_3 \log(THER)_{it} \quad (8)$$

Αυτή την σχέση (8), η οποία αξιοποιεί τα panel δεδομένα μας, χρησιμοποιούμε στην εμπειρική ανάλυση.

Στη συνέχεια θα αναπτύξουμε με συντομία τις τεχνικές εκτίμησης που χρησιμοποιούμε για την εκτίμηση της (8), όταν έχουμε panel δεδομένα.

Μία πρώτη τεχνική εκτίμησης - μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων- συνδυάζει τα διαστρωματικά στοιχεία με τις χρονολογικές σειρές. Το υπόδειγμα σε αυτή την περίπτωση εξειδικεύεται ως εξής:

όπου y_{it} είναι ο λογάριθμος της κατά κεφαλή κατανάλωσης νερού της i ΔΕΥΑ τη χρονική περίοδο t , x_{it} είναι το σύνολο των ερμηνευτικών μεταβλητών, α και β είναι τα διανύσματα των προς εκτίμηση παραμέτρων και ε_{it} είναι ο στοχαστικός όρος.

Μία δεύτερη προσέγγιση λαμβάνει υπόψη της ότι οι μεταβλητές που έχουν παραλειφθεί μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στους σταθερούς όρους που οφείλονται στα διαστρωματικά στοιχεία και στις χρονολογικές σειρές. Αυτό σημαίνει για την περίπτωση της ζήτησης του νερού, ότι μία πολιτική αλλαγή για παράδειγμα στα μέτρα λειψυδρίας μπορεί να ερμηνευθεί ως μία μεταβλητή που έχει παραλειφθεί από το υπόδειγμα, η οποία μπορεί να επηρεάζει το μέγεθος του σταθερού όρου της συνάρτησης ζήτησης του νερού.

Έτσι, διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των ΔΕΥΑ μπορούν να απεικονισθούν μέσω των διαφορών στις τιμές του σταθερού όρου. Το υπόδειγμα σ' αυτή την περίπτωση — υπόδειγμα σταθερών επιδράσεων — εξειδικεύεται ως εξής:

όπου τα α_i είναι σταθεροί όροι που αντιστοιχούν σε κάθε i ή σε κάθε ΔΕΥΑ ξεχωριστά.

Δηλαδή, στο υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων θεωρούμε ότι έχουμε κοινές κλίσεις (β''), αλλά κάθε διαστρωματική μονάδα (κάθε ΔΕΥΑ), έχει τον δικό της σταθερό όρο ($=\alpha_i$).

Ενδέχεται να είναι πιο κατάλληλη η προσέγγιση της θεώρησης κάθε μιάς σταθεράς ως τυχαίας μεταβλητής που κατανέμεται μεταξύ των ΔΕΥΑ. Έτσι, οδηγούμαστε στην τρίτη προσέγγιση, αυτή των τυχαίων επιδράσεων. Το υπόδειγμα των τυχαίων επιδράσεων εξειδικεύεται ως ακολούθως:

$$y_{it} = \alpha + u_i + \beta' \cdot x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

όπου $\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$, $u_i \sim N(0, \sigma_u^2)$, $\text{cov}(\varepsilon_{it}, u_j) = 0$ για κάθε t, i, j , $\text{cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js}) = 0$ αν $t \neq s$ ή $i \neq j$. $\text{Cov}(u_i, u_j) = 0$ για κάθε $i \neq j$.

Έτσι, το υπόδειγμα των τυχαίων επιδράσεων έχει έναν σταθερό όρο (α) και έναν στοχαστικό όρο με δύο συνιστώσες: « $+u_i$ ». Ο όρος ε_{it} είναι ο κλασικός στοχαστικός όρος. Ο όρος u_i είναι ένας στοχαστικός όρος που αντικατοπτρίζει το μέγεθος που ο σταθερός όρος της i -ΔΕΥΑ διαφέρει από τον συνολικό σταθερό όρο.

Το υπόδειγμα των τυχαίων επιδράσεων εκτιμάται με τη γενικευμένη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (GLS). Σε πρώτο βήμα εκτιμάται το

υπόδειγμα με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων χρησιμοποιώντας τον συνδυασμό των διαστρωματικών στοιχείων και των χρονολογικών σειρών. Τα κατάλοιπα των ελαχίστων τετραγώνων χρησιμοποιούνται για να εκτιμήσουμε τις συνιστώσες της διακύμανσης. Σε ένα δεύτερο βήμα χρησιμοποιούνται οι εκτιμημένες διακυμάνσεις για να δημιουργηθούν οι GLS εκτιμήσεις.

Προκειμένου να επιλέξουμε το κατάλληλο υπόδειγμα ανάμεσα στο υπόδειγμα (9) και το υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων (10) χρησιμοποιούμε την F-στατιστική. Η μηδενική υπόθεση εκφράζει ότι οι παράμετροι δεν είναι στατιστικά διάφοροι του μηδενός. Αν η μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται αυτό σημαίνει ότι οι διαφορές που απεικονίζονται στους διαφορετικούς σταθερούς όρους δεν μας δίνουν σημαντική πληροφορία. Ή με άλλα λόγια αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα (10) των σταθερών επιδράσεων δεν διαφέρει από το υπόδειγμα (9).

Προκειμένου τώρα να απαντήσουμε στην ερώτηση ποιο από τα δύο υποδείγματα — των σταθερών ή των τυχαίων επιδράσεων- είναι το καλύτερο, χρησιμοποιούμε τη στατιστική του Hausman (1978).

Η στατιστική του Hausman μας δίνει τη δυνατότητα επιλογής υποδείγματος ανάμεσα στα υποδείγματα σταθερών και τυχαίων επιδράσεων. Το υπόδειγμα των τυχαίων επιδράσεων στηρίζεται στις υποθέσεις ότι οι συνιστώσες του στοχαστικού όρου δεν θα πρέπει να συσχετίζονται με τις ερμηνευτικές μεταβλητές του υποδείγματος, αλλά ούτε και μεταξύ τους. Στην περίπτωση του υποδείγματος των σταθερών επιδράσεων δεν χρειάζονται αυτές οι υποθέσεις.

3. Η εμπειρική ανάλυση

Η διαδικασία εκτίμησης της συνάρτησης ζήτησης του νερού περιλαμβάνει την πλήρη εξειδίκευση των μεταβλητών. Η εμπειρική ανάλυση της κατανάλωσης οικιακού νερού βασίστηκε στα εμπειρικά δεδομένα που μας δόθηκαν από τις Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ) για την περίοδο 1995-1998. Κατά τη στατιστική επεξεργασία για την εκτίμηση του υποδείγματος ζήτησης νερού ομαδοποιήσαμε τις ΔΕΥΑ λαμβάνοντας υπόψη τη λειτουργία τους στην ίδια χρονική περίοδο 1995-1998. Έτσι, καταλήξαμε στην επιλογή 29 ΔΕΥΑ που λειτουργούσαν στο διάστημα 1995-1998. Συνεπώς, είχαμε διαστρωματικά στοιχεία για τέσσερα έτη. Από τα δημοσιευθέντα στατιστικά στοιχεία των ΔΕΥΑ μπορούσαμε να έχουμε:

(α) την ετήσια οικιακή κατανάλωση νερού, (β) τα ετήσια έσοδα από την κατανάλωση νερού και (γ) τη μέση ετήσια τιμή του νερού.

Η φύση των στατιστικών δεδομένων που χρησιμοποιήσαμε για την εκτίμηση της συνάρτησης ζήτησης νερού είναι μορφής panel.

Όπως είναι γνωστό η διαχρονική επανάληψη των διαστρωματικών στατιστικών δεδομένων ορίζει τα panel δεδομένα. Μία άμεση συνέπεια της χρήσης των panel δεδομένων από στατιστική άποψη, είναι ότι το μέγεθος του δείγματος, που χρησιμοποιούμε για να διερευνήσουμε εμπειρικά μία οικονομική σχέση αυξάνεται. Όμως αυτό το άμεσο πλεονέκτημα δεν αναδεικνύει όλα τα πλεονεκτήματα των panel δεδομένων. Ένα σημαντικότερο πλεονέκτημα που προκύπτει από την αξιοποίηση των panel δεδομένων για την εκτίμηση οικονομικών σχέσεων είναι ότι μπορούμε να ελέγξουμε για κάθε περίπτωση χωριστά την παρουσία των σταθερών επιδράσεων που είναι κοινές για κάθε οικονομική μονάδα διαχρονικά, αλλά παράλληλα μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των μονάδων σε μία χρονική περίοδο. Στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε μόνο διαστρωματικά στοιχεία, οι σταθερές επιδράσεις απορροφούνται στη μη- παρατηρήσιμη συνιστώσα του υποδείγματος.

Αυτό το γεγονός προκαλεί προφανώς στατιστικά προβλήματα ειδικότερα όταν οι επιδράσεις κάθε μονάδας (ΔΕΥΑ) σχετίζονται με τις άλλες μεταβλητές του υποδείγματος. Από την άλλη πλευρά, η χρησιμοποίηση των panel δεδομένων διαφοροποιεί τις σταθερές από τις τυχαίες επιδράσεις.

Στο σημείο αυτό έχουμε να παρατηρήσουμε, ότι η τιμολόγηση του νερού στηρίζεται σε μιάς μορφής κλιμακωτή δομή και επομένως το ζήτημα που αναφέρεται εδώ είναι το αν θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως ερμηνευτική μεταβλητή στο υπό εκτίμηση υπόδειγμα η μέση ή η οριακή τιμή του νερού. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται δύο προσεγγίσεις. Σύμφωνα με την πρώτη προσέγγιση θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η οριακή τιμή, αφού θεωρητικά είναι η πιο σωστή. Η δεύτερη άποψη θεωρεί ότι θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η μέση τιμή, αφού οι καταναλωτές δεν έχουν ικανή πληροφόρηση για την όλη δομή του σχηματισμού της τιμής.

Ένα βασικό πρόβλημα που αντιμετωπίσαμε στην εμπειρική μας ανάλυση είναι ότι από τα στατιστικά στοιχεία των ΔΕΥΑ καθίσταται αδύνατη η εκτίμηση της κατανάλωσης νερού και των εσόδων κατά κλίμακα, ώστε να εφαρμόσουμε έναν από τους τρεις τρόπους που εκθέσαμε ήδη πιο πάνω για την εκτίμηση της ζήτησης νερού. Έτσι, χρησιμοποιήσαμε εδώ μία

εναλλακτική προσέγγιση που ακολουθείται στη διεθνή βιβλιογραφία. Δηλαδή, θεωρήσαμε ότι η μέση τιμή της κατανάλωσης νερού είναι η αναγκαία ερμηνευτική μεταβλητή, αφού πρακτικά δεν μπορούμε να έχουμε παρατηρήσεις κατά κλίμακες.

Σύμφωνα με αυτό τον τρόπο λόγω και του πολυσυνθέτου του προβλήματος και επειδή τα στατιστικά δεδομένα των ΔΕΥΑ δεν μας επιτρέπουν να έχουμε μια συστηματική εικόνα για τα έσοδα και την κατανάλωση νερού κατά κλίμακες, ακριβώς λόγω έλλειψης των αναγκαίων στατιστικών στοιχείων, υποχρεωνόμαστε να περιορίσουμε την έρευνά μας όσον αφορά στην εξειδίκευση της μεταβλητής της τιμής του νερού.

Επομένως, δεν είναι δυνατόν εδώ να γίνει η εκτίμηση χρησιμοποιώντας την κλιμακωτή διάρθρωση, αλλά πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τη μέση τιμή του νερού. Λόγω της παραπάνω αδυναμίας και επειδή γίνεται προσπάθεια ανάπτυξης ενός υποδείγματος ζήτησης του νερού, η προσέγγιση αυτή θεωρείται ότι δεν απέχει πολύ από τον προσδιορισμό της τιμής που έχει ως βάση την κλιμακωτή δομή υπολογισμού τιμών.

Εκτός από αυτό το γεγονός της ύπαρξης του προβλήματος που αντιμετωπίζουμε λόγω της έλλειψης επαρκών στατιστικών δεδομένων, επειδή η τιμολόγηση του νερού αποτελεί ένα πολύπλοκο πρόβλημα ταυτόχρονα εμφανίζεται ένα ακόμα ζήτημα. Η τιμολογιακή πολιτική του νερού διαφέρει από ΔΕΥΑ σε ΔΕΥΑ, δηλαδή διαφέρει ανάμεσα στους διάφορους δήμους της περιφέρειας. Να σημειώσουμε εδώ ότι η τιμολογιακή πολιτική του νερού στις ΔΕΥΑ εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες ξεκινώντας από τα επενδυτικά τους σχέδια και καταλήγοντας στο μεγάλο ζήτημα της καθιέρωσης μηχανισμών εξοικονόμησης νερού. Άλλωστε, η υιοθέτηση της κλιμακωτής τιμολογιακής πολιτικής του νερού έχει ως στόχο και την αποθάρρυνση της μη ορθολογικής κατανάλωσης του νερού.

Εκθέσαμε ήδη τα προβλήματα που δημιουργούνται με την κατασκευή της ερμηνευτικής μεταβλητής της τιμής του νερού, λόγω του ότι οι ΔΕΥΑ παρέχουν εκείνα τα στατιστικά δεδομένα που αφορούν μόνο στη μέση τιμή του νερού. Συνεπώς, στη μελέτη μας χρησιμοποιήσαμε ως τιμή του νερού τη μέση τιμή του νερού για κάθε περιοχή και για τη συγκεκριμένη χρονιά. Σημειώνουμε ότι η μέση τιμή του νερού είναι η πιο κατάλληλη μεταβλητή για τη μέτρηση της ανταπόκρισης της χρήσης του νερού σε σχέση με τις οριακές τιμές, οι οποίες συνθέτουν τα κλιμακωτά τέλη. Αυτή την άποψη υποστηρίζουν και οι Shin (1985) και Nieswiadomy (1992).

Η μέτρηση της ερμηνευτικής μεταβλητής του "κατά κεφαλή εισοδήματος" σε επίπεδο Δήμου εμφανίζει σημαντικές δυσχέρειες. Στοιχεία αυτής της μορφής δεν έγινε κατορθωτό να βρεθούν. Γι' αυτό χρησιμοποιήσαμε ως μία προσέγγιση το ακαθάριστο εθνικό προϊόν κάθε νομού. Το πλεονέκτημα στην περίπτωση αυτή ήταν ότι το ακαθάριστο προϊόν του νομού αποτελεί ικανοποιητική προσέγγιση του εισοδήματος.

Η μέτρηση της μεταβλητής του 'κλίματος' μετρήθηκε ως ο μέσος όρος της ετήσιας θερμοκρασίας σε κάθε Δήμο. Τα στατιστικά στοιχεία της μέσης θερμοκρασίας μας δόθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Για τους σκοπούς της εργασίας αυτής εναλλακτικά εκφράστηκαν οι μεταβλητές της κατανάλωσης του νερού και του ακαθάριστου προϊόντος του Νομού όχι μόνο ως "κατά κεφαλή", αλλά και ως 'κατά νοικοκυριό'. Τα στοιχεία των νοικοκυριών προέρχονται από την απογραφή του πληθυσμού του έτους 1991.

Σε αυτό λοιπόν το τμήμα της εργασίας εκτιμούμε το υπόδειγμα της ζήτησης του νερού (11) σε επίπεδο Δήμων, χρησιμοποιώντας δύο εναλλακτικές σειρές μεταβλητών: μία εκφρασμένη ως "κατά κεφαλή" και μία άλλη ως "κατά νοικοκυριό". Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ένας αριθμός συναρτησιακών μορφών για τη μελέτη συναρτήσεων ζήτησης. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μορφές από αυτές είναι η γραμμική, η ημιλογαριθμική και η λογαριθμική. Επειδή κάθε συναρτησιακή μορφή ερμηνεύει ορισμένα χαρακτηριστικά, δεν υπάρχει μία γενικά αποδεκτή συναρτησιακή μορφή.

Οι περισσότερες συναρτήσεις ζήτησης νερού εκφράζονται γραμμικά ως προς τους λογαρίθμους του εισοδήματος, της τιμής του νερού και της θερμοκρασίας.

Στον πιο κάτω Πίνακα 1 παρουσιάζουμε τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις για την εκτίμηση της συνάρτησης ζήτησης του νερού: τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, τη μέθοδο των σταθερών επιδράσεων, καθώς και τη μέθοδο των τυχαίων επιδράσεων. Κάθε μία από αυτές τις προσεγγίσεις στηρίζεται σε διαφορετικές υποθέσεις. Η επιλογή της καλύτερης προσέγγισης γίνεται με το κριτήριο του Hausman (1978).

Αρχικά προβαίνουμε στην εκτίμηση της συνάρτησης ζήτησης του νερού χρησιμοποιώντας τα διαστρωματικά στοιχεία για κάθε χρονιά ξεχωριστά. Έτσι, έχουμε τις εκτιμήσεις των συναρτήσεων ζήτησης του νερού εκφράζοντας τις μεταβλητές ως "κατά κεφαλή" και ως "κατά νοικοκυριό". Τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων αυτών δίνονται στον Πίνακα 2.

Το πρώτο σύνολο αποτελεσμάτων παράγεται από την εκτίμηση της συνάρτησης ζήτησης νερού, όταν η κατανάλωση νερού εκφράζεται ως "κατά κεφαλή", ενώ το δεύτερο σύνολο αποτελεσμάτων, όταν η κατανάλωση νερού εκφράζεται ως "κατά νοικοκυριό". Η λογαριθμική συνάρτηση ζήτησης προϋποθέτει σταθερές ελαστικότητες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Διαστρωματικές εκτιμήσεις των συναρτήσεων ζήτησης νερού για τα έτη 1995, 1996, 1997 και 1998

Υπόδειγμα	1995	1996	1997	1998
Κατά κεφαλή				
Σταθερά	4.1728 (5.1)	4.86365 (4.5)	5.3539 (11.5)	7.0147 (12.7)
$\log(PR)$	-.40652 (4.7)	-.63853 (7.8)	-.45966 (5.1)	-.37752 (10.6)
$\log(INC)$	.29519 (2.95)	.68377 (2.5)	.87603 (4.9)	.54508 (6.1)
$\log(THER)$	.65763 (2.02)	.69014 (2.4)	.62031 (7.3)	.68842 (3.2)
R^2	.242	.38	.513	.39
Κατά Νοικοκυριό				
Σταθερά	2.011 (2.3)	2.94005 (2.1)	2.71563 (5.4)	4.9605 (3.5)
$\log(PR)$	-.30782 (3.8)	-.62196 (7.9)	-.48164 (6.3)	-.24954 (4.5)
$\log(INC)$	.31744 (11.4)	.66481 (3.2)	.81800 (5.7)	.59641 (9.1)
$\log(THER)$	.69791 (1.96)	.73614 (2.6)	.67158 (8.6)	.74742 (2.7)
R^2	.4432	.50	.53	.46

Σημείωση: οι εντός παρενθέσεων αριθμοί είναι οι απόλυτες τιμές της t- στατιστικής.

Σχολιάζοντας τα αποτελέσματα του Πίνακα 1 παρατηρούμε ότι: ξεκινώντας από το έτος 1995 και εκφράζοντας την "κατά κεφαλή" ζήτηση νερού, παρατηρούμε ότι η εξίσωση αυτή ερμηνεύει το 24% της μεταβλητικότητας της "κατά κεφαλή" ζήτησης νερού. Περαιτέρω, παρατηρούμε ότι οι παράμετροι των μεταβλητών έχουν τα προσδοκώμενα πρόσημα. Εάν εκφράσουμε την ζήτηση νερού "κατά νοικοκυριό" παρατηρούμε, ότι παίρνουμε μεγαλύτερο R^2 σε σχέση με την εξίσωση που έχει εκφρασθεί "κατά κεφαλή" για την ίδια χρονιά, όμως οι ελαστικότητες τείνουν να έχουν προσεγγιστικά τις ίδιες τιμές.

Το γενικό συμπέρασμα σχετικά με την ζήτηση νερού για κάθε μία χρονιά ξεχωριστά συνοψίζεται στα ακόλουθα:

- Η ελαστικότητα της ζήτησης ως προς την τιμή (η παράμετρος της μεταβλητής $\log(\text{PR})$) είναι αρνητική, κατά απόλυτο τιμή μικρότερη της μονάδας και στατιστικά σημαντική.
- Το εισόδημα έχει σημαντική θετική επίδραση στη ζήτηση νερού.
- Η ελαστικότητα της θερμοκρασίας έχει υψηλή τιμή
- Οι τιμές των παραμέτρων είναι αρκετά ευσταθείς μεταξύ των ετών, αλλά και μεταξύ της "κατά κεφαλή" και "κατά νοικοκυριό" έκφρασης της συνάρτησης ζήτησης του νερού.

Στον Πίνακα 2 δίνονται οι εκτιμήσεις των ιδίων παραμέτρων και ελαστικότητων, όταν λαμβάνονται υπόψη οι σταθερές και οι τυχαίες επιδράσεις. Από τα στοιχεία του Πίνακα 2 παρατηρούμε ότι οι εκτιμήσεις του υποδείγματος, όταν η σταθερά είναι κοινή $\beta_{0i} = \beta_0$, δηλαδή όταν δε λαμβάνουμε υπόψη το συνδυασμό χρονολογικών και διαστρωματικών δεδομένων (panel data analysis), είναι στατιστικά σημαντικές και έχουν R^2 ίσο με .7631. Παρατηρούμε, ότι όλες οι εκτιμήσεις των παραμέτρων έχουν πρόσημα σύμφωνα προς το θεωρητικό υπόδειγμα, από την εκτίμηση της παραμέτρου $\log(\text{PR})$, η οποία είναι σημαντικά διάφορη του μηδενός, λαμβάνουμε την εκτίμηση της ζήτησης νερού ως προς την τιμή (-.72414). Ως παράδειγμα, αναφέρουμε ότι μια αύξηση 10% της μέσης τιμής του νερού θα προκαλέσει μια μείωση της κατανάλωσης του νερού κατά 7%.

Επίσης από τον εν λόγω Πίνακα παρατηρούμε ότι το υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων εμφανίζει μεγαλύτερο R^2 από το προηγούμενο υπόδειγμα, στο οποίο έχουμε κοινή σταθερά. Συνεπώς, είναι πιθανό οι εκτιμήσεις των παραμέτρων να είναι μεροληπτικές, λόγω παράλειψης των σταθερών επιδράσεων. Έτσι η panel πληροφόρηση έχει μία σημαντική επιρροή στις εκτιμήσεις των παραμέτρων της συνάρτησης ζήτησης του νερού. Γίνεται λοιπόν φανερό, ότι οι εκτιμήσεις των παραμέτρων του υποδείγματος των σταθερών επιδράσεων ικανοποιούν τα *a priori* κριτήρια για τα πρόσημα των παραμέτρων. Σχετικά με το εύρος των τιμών των παραμέτρων δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός, όμως δεν εμφανίζεται ομοιότητα αποτελεσμάτων μεταξύ των υποδειγμάτων. Σε όλες τις περιπτώσεις οι ελαστικότητες των τιμών που προκύπτουν από το υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες του υποδείγματος που έχει κοινή σταθερά. Έχοντας ως βάση το υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων

εμφανίζεται η ελαστικότητα της τιμής του νερού να είναι ίση με $-.46383$, η οποία αναμφιβόλως είναι μικρότερη από την τιμή $-.72414$.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Εκτιμήσεις των συναρτήσεων ζήτησης νερού με συνδυασμό χρονολογικών στοιχείων και διαστρωματικών δεδομένων (panel data analysis)

Υπόδειγμα	$\beta_{0i} - \beta_0$	Σταθερές επιδράσεις	Τυχαίες επιδράσεις
Κατά κεφαλή			
$\log(PR)$	$-.72414$ (19.5)	$-.46383$ (15.8)	$-.64757$ (14.4)
$\log(INC)$	$.74830$ (4.3)	$.38139$ (3.6)	$.42778$ (4.1)
$\log(THER)$	2.57765 (3.3)	1.47224 (3.5)	$.96760$ (2.7)
R^2	$.7631$	$.9715$	$.958$
Κατά Νοικοκυριό			
$\log(PR)$	$-.71479$ (19.7)	$-.73121$ (5.6)	$-.59584$ (11.2)
$\log(INC)$	$.94787$ (8.3)	$.95388$ (7.0)	$.77780$ (10.3)
$\log(THER)$	$.78990$ (3.2)	$.61353$ (5.4)	1.06980 (2.8)
R^2	$.835$	$.970$	$.959$

Σημείωση: οι εντός παρενθέσεων αριθμοί είναι οι απόλυτες τιμές της t- στατιστικής.

Οι τιμές των παραμέτρων της κλιματολογικής μεταβλητής (μέση ετήσια θερμοκρασία) διαφέρουν ουσιωδώς στα τρία υποδείγματα και μάλιστα κυμαίνονται μεταξύ $.96760$ και 2.57765 . Για την περίπτωση του υποδείγματος των σταθερών επιδράσεων, όπου βρέθηκε η ελαστικότητα της ζήτησης νερού ως προς τη μέση θερμοκρασία να είναι ίση με 1.47224 , μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα, ότι η ζήτηση νερού παρουσιάζει ελαστική συμπεριφορά.

Υψηλές τιμές της ελαστικότητας ζήτησης νερού ως προς τη θερμοκρασία ($.81$) έχουν βρεθεί για τη ζήτηση νερού στο San- Francisco - βλέπε Metzner (1989). Το υπόδειγμα των τυχαίων επιδράσεων δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές σε σχέση με εκείνο των σταθερών επιδράσεων. Το επόμενο βήμα αφορά στην επιλογή ανάμεσα στα δύο υποδείγματα: θα χρησιμοποιηθούν σταθερές ή στοχαστικές επιδράσεις; Ο Hausman (1978) μας παρέχει ένα κριτήριο (χ^2) για τον έλεγχο της εξειδίκευσης του υποδείγματος. Χρήσιμο-

ποιώντας λοιπόν το κριτήριο εξειδίκευσης του Hausman ($\chi^2 = 60,3$) καταλήγουμε στο συμπέρασμα, ότι συγκρίνοντας τα δύο υποδείγματα γίνεται αποδεκτό το υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων. Έτσι, με βάση το κριτήριο του Hausman καταλήγουμε στο συμπέρασμα, ότι το υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων είναι το πιο κατάλληλο για την ερμηνεία της ζήτησης του νερού.

4. Διεθνής Εμπειρία

Στο εδάφιο αυτό επιχειρείται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων παρόμοιων εκτιμήσεων συναρτήσεων ζήτησης του νερού άλλων χωρών. Είναι αυτονόητο ότι τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν είναι απολύτως συγκρίσιμα με τα οικονομετρικά αποτελέσματα των άλλων χωρών. Οι διαφορές αυτές οφείλονται σε διάφορους παράγοντες όπως στις διαφορές της χρησιμοποιούμενης συναρτησιακής μορφής, στις τεχνικές εκτίμησης και στις μετρήσεις των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών. Ενώ τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής δεν είναι απολύτως συγκρίσιμα με τα αποτελέσματα αναλύσεων της ζήτησης νερού άλλων χωρών, κρίνεται σκόπιμη η σύντομη αυτή επισκόπηση, γιατί παρέχει γενικές ενδείξεις όσον αφορά στις τιμές των διαφόρων ελαστικότητας για την Ελλάδα σε σχέση με εκείνες άλλων χωρών.

Ο Πίνακας 3 περιλαμβάνει τις πιο σημαντικές πληροφορίες για τις διαθέσιμες εκτιμήσεις των ελαστικότητας που έχουν προκύψει από την εκτίμηση της συνάρτησης ζήτησης νερού για διάφορες χώρες.

Οι μελέτες του Πίνακα 3 δείχνουν τις εκτιμήσεις της ελαστικότητας της τιμής για τη ζήτηση νερού. Οι μελέτες αυτές έχουν χρησιμοποιήσει χρονολογικές σειρές ή και διαστρωματικά στοιχεία. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις των δεδομένων το πρόβλημα που εμφανίζεται είναι ότι όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση του νερού δύσκολα καλύπτουν μεγάλη χρονική περίοδο. Αυτό ακριβώς το πρόβλημα, δηλαδή της παράλειψης σημαντικών μεταβλητών, επηρεάζει και την τιμή της ελαστικότητας.

Από το σύνολο όλων αυτών των μελετών, παρατηρούμε ότι η τιμή της ελαστικότητας κυμαίνεται συνήθως από -2 μέχρι -1.23 και η μέση τιμή της προσεγγίζει το -0.5 . Ο Siegal (1973) μελέτησε τη ζήτηση νερού για δύο διαφορετικές περιόδους: την άνοιξη και το θέρος. Σύμφωνα με τον Siegal η ελαστικότητα της τιμής για τη ζήτηση νερού στο Rhode Island εκτιμήθηκε ότι είναι -0.7 για την άνοιξη και -0.22 για τη θερινή περίοδο. Ο Turnovsky

(1969) εκτίμησε την ελαστικότητα της τιμής του νερού στη Μασαχουσέτη για το έτος 1962 πριν και μετά την ξηρασία. Για την περίοδο λοιπόν πριν την ξηρασία του έτους εκείνου η ελαστικότητα της τιμής του νερού κυμαίνεται στο διάστημα -0.5 μέχρι το -0.4, ενώ για τη χρονική περίοδο μετά την ξηρασία η ελαστικότητα της τιμής βρίσκεται μεταξύ -.25 και -.41.

Ο Young (1973) σε σχετική εργασία του για τη ζήτηση νερού στην αστική περιοχή Tucson της Αριζόνα, χρησιμοποιώντας χρονολογικές σειρές, εκτίμησε την ελαστικότητα της τιμής του νερού σε -.62 για τη χρονική περίοδο 1946-1964 και σε -.41 για την περίοδο 1965-1971.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Σύνοψη εκτιμήσεων συναρτήσεων ζήτησης νερού διαφόρων χωρών

Εκτίμηση που έγινε από:	Μορφή Λεδομένων	Υπόδειγμα ή Μορφή Συνάρτησης	Ελαστικότητες ως προς:	
			την τιμή	το εισόδημα
Fourt (1958)	Δ.Σ. (ΗΠΑ)	Λογαριθμική	-.387	.277
Gottlieb (1963)	Δ.Σ. (ΗΠΑ)	Λογαριθμική	-.656 έως -1.234	.278 έως .583
Howe & Linaweaver (1967)	Δ.Σ. (ΗΠΑ)	Γραμμική Λογαριθμική	-.231 -.405	.319 .474
Turnovsky (1969)	Δ.Σ. (ΗΠΑ)	Λογαριθμική α) προ της ξηρασίας β) μετά της ξηρασίας.	-.05 έως -.4 -.25 έως -.41	
Wong (1972)	Δ.Σ. (ΗΠΑ)	Λογαριθμική	-.26 έως -.82	.48 έως 1.03
Grima (1972)	Δ.Σ. (Καναδάς)	Λογαριθμική (θέρος) (άνοιξη) (σύνολο)	-1.07 -.75 -.93	.51 .48 .56
Andrews & Gibbs (1975)	Δ.Σ. (ΗΠΑ)	Εκθετική (AP υπόδειγμα) (MP υπόδειγμα)	-.62 -.51	.8 .51
Batchelor (1975)	Δ.Σ. (Αγγλία)	Γραμμική	-.23 έως -.28	.38 έως .93
Clark & Asce (1976)	Δ.Σ. (ΗΠΑ)	Γραμμική Λογαριθμική Αντίστροφη Εκθετική Αντίστροφη ημυλογαριθμική	-.63 -.60 -.39 -.29 -.17	...............

Σημειώσεις:

(α) Δ.Σ. = διαστρωματικά στοιχεία

(β) AP = η μέση τιμή του νερού που χρησιμοποιήθηκε ως ερμηνευτική μεταβλητή

(γ) MP = η οριακή τιμή του νερού που χρησιμοποιήθηκε ως ερμηνευτική μεταβλητή

Ο Billings και οι συνεργάτες του λαμβάνοντας υπόψη τους και τις κλιμακωτές τιμές του νερού, εκτίμησαν την ελαστικότητα της τιμής του νερού και ανάλογα με το υπόδειγμα που χρησιμοποίησαν πήραν και διάφορες τιμές, όπως φαίνεται στις πιο κάτω εργασίες τους: Billings και Agthe (1980), όπου η ελαστικότητα εκτιμήθηκε να κυμαίνεται από -0.27 έως -0.49 , Billings (1982) με εκτίμηση τιμών ελαστικότητας που κυμαίνονται από -0.56 μέχρι -0.66 , Agthe et al. (1986), όπου η ελαστικότητα εκτιμήθηκε σε -0.6 και Billings και Agthe (1987) με εκτίμηση τιμών ελαστικότητας από -0.4 έως -0.57 .

Οι Griffin και Martin (1980) εξετάζοντας το πρόβλημα των κλιμακωτών τιμών του νερού, υπολόγισαν την ελαστικότητα της τιμής της ζήτησης του νερού για τα έτη 1976-1979. Η εκτίμηση της ελαστικότητας έγινε στο μέσο του δείγματος, όπου η τιμή της βρέθηκε ίση με -0.26 .

Τέλος, ο Hanke (1978) στην επισκόπησή του, όσον αφορά στις ελαστικότητες, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι τιμές τους βρίσκονται στο διάστημα από -6.71 μέχρι -0.1 . Ο Gomez (1987) στη δική του έρευνα βρίσκει εκτιμήσεις των τιμών των ελαστικότητων μικρότερες του -0.65 .

Προκειμένου να προχωρήσουμε σε σύγκριση των αποτελεσμάτων των τιμών των ελαστικότητων της ζήτησης νερού, λαμβάνοντας υπόψη ότι στη μελέτη αυτή, έχοντας ως βάση το κριτήριο του Hausmann, υιοθετήσαμε το υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων θα χρησιμοποιήσουμε για σύγκριση τις τιμές -0.46383 (υπόδειγμα $\log(PR)$) και 0.38139 (υπόδειγμα $\log(INC)$) σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 2. Από τα αντίστοιχα στοιχεία του Πίνακα 3 που αναφέρονται στις μελέτες ελαστικότητων ζήτησης νερού ξένων χωρών παρατηρούμε ότι όλες οι τιμές των ελαστικότητων ως προς την τιμή του νερού — εκτός δύο περιπτώσεων — είναι σε απόλυτη τιμή μικρότερες της μονάδας είτε χρησιμοποιούνται διαστρωματικά στοιχεία, είτε χρονολογικές σειρές. Συγκρίνοντας λοιπόν τις εκτιμήσεις των ελαστικότητων της χώρας μας με εκείνες άλλων χωρών διαπιστώνουμε την ύπαρξη ομοιότητας.

Η δυνατότητα απόλυτης σύγκρισης περιορίζεται κυρίως λόγω της διαφοροποίησης του γενικού υποδείγματος που χρησιμοποιήσαμε, το οποίο έχει λογαριθμική μορφή και ακόμη γιατί το υπόδειγμα αυτό ανάμεσα στις ερμηνευτικές του μεταβλητές περιέχει και κλιματολογική μεταβλητή. Οι διαφορές που παρατηρούνται στις τιμές των ελαστικότητων μεταξύ της χώρας μας και των διαφόρων άλλων χωρών είναι πολύ πιθανό να σχετίζονται και με τις διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες αυτών των χωρών. Το-

νίζεται ότι σε πολλές περιπτώσεις μελετών άλλων χωρών δεν έχει ενσωματωθεί στο υπόδειγμα ερμηνευτική μεταβλητή που να εκφράζει τις κλιματολογικές συνθήκες.

Γενικά, η σύγκριση των αποτελεσμάτων των συναρτήσεων ζήτησης του νερού μεταξύ διαφόρων χωρών, όπως ήδη αναφέρθηκε, παρουσιάζει δυσχέρειες που οφείλονται στην πιθανή παράλειψη ουσιωδών μεταβλητών. Ανάμεσα σ' αυτές είναι και η μεταβλητή που αναφέρεται στις καιρικές συνθήκες, η έλλειψη της οποίας ενισχύει το γεγονός της έλλειψης απόλυτης συγκρισιμότητας μεταξύ των μεγεθών.

Φυσικά, ο Πίνακας 3 δεν περιλαμβάνει όλες τις εργασίες που έχουν εκπονηθεί πάνω σ' αυτό το θέμα, όμως παρουσιάζει τις πιο σημαντικές εργασίες από αυτές και γι' αυτό τον λόγο τα αποτελέσματα κρίνονται ως πολύ ενδιαφέροντα, γιατί τουλάχιστον δείχνουν ορισμένες ευδιάκριτες τάσεις. Μία τάση είναι η εμπειρική ένδειξη $|ε| < 1$, δηλαδή ότι η ελαστικότητα της τιμής του νερού είναι κατ' απόλυτη τιμή μικρότερη της μονάδας, τάση την οποία ακολουθεί η τιμή της ελαστικότητας της ελληνικής συνάρτησης ζήτησης νερού. Όσον αφορά στο αριθμητικό μέγεθος των εισοδηματικών ελαστικότητων παρατηρούμε ότι αυτό δεν διαφέρει σημαντικά στις διάφορες χώρες. Η ευρεθείσα τιμή της εισοδηματικής ελαστικότητας για την Ελλάδα είναι συνεπής με τις αντίστοιχες τιμές ελαστικότητων των άλλων χωρών.

5. Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή παρουσιάζει την πρώτη οικονομετρική εκτίμηση ζήτησης νερού στην Ελλάδα που χρησιμοποιεί μικροοικονομικά δεδομένα. Η μελέτη αυτή συμβάλλει στην ανάλυση της ζήτησης νερού με διάφορους τρόπους. Πρώτον, η μελέτη αυτή είναι η πρώτη που επιχειρήθηκε σε μικρο- και σε περιφερειακό επίπεδο. Δεύτερον, στη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκε η φιλοσοφία του συνδυασμού διαστρωματικών στοιχείων και χρονολογικών σειρών. Τρίτον, η ζήτηση νερού εκφράσθηκε εδώ με δύο μορφές ως "κατά κεφαλή" και ως "κατά νοικοκυριό". Τέταρτον, επισημάνθηκε η σημασία του συνδυασμού της ελαστικότητας της τιμής του νερού με την τιμολογιακή πολιτική. **Δηλαδή, έγινε φανερό ότι αν δεν υπάρχει γνώση ή αν αυτή η γνώση είναι ελλιπής όσον αφορά στο μέγεθος της ελαστικότητας της τιμής του νερού, τότε η στρατηγική διαμόρφωσης τιμολογιακής πολιτικής του νερού δεν θα είναι η βέλτιστη.**

Οι στόχοι της μελέτης αυτής ήταν τρεις. Ο πρώτος στόχος ήταν να εκτιμηθεί μία συνάρτηση ζήτησης νερού για τις περιφερειακές Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ). Ο δεύτερος στόχος ήταν να εφαρμοστούν διάφορα υποδείγματα συνδυασμού διαστρωματικών στοιχείων και χρονολογικών δεδομένων και να διερευνηθεί αν και με ποιο τρόπο τα διαφορετικά υποδείγματα μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Τέλος, ο τρίτος στόχος ήταν να γίνει η σύγκριση των οικονομετρικών αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης με τα αποτελέσματα άλλων χωρών. Εκτός από το γεγονός της ύπαρξης διαφόρων προβλημάτων οι διεθνείς συγκρίσεις συναρτήσεων ζήτησης νερού δεν στερούνται ενδιαφέροντος. Από τις συγκρίσεις των εκτιμήσεων των ελαστικοτήτων μεταξύ διαφόρων χωρών προκύπτει ότι υπάρχει ομοιότητα μεταξύ των τιμών των ελαστικοτήτων των διαφόρων χωρών και ότι η χώρα μας σε γενικές γραμμές ακολουθεί τις διαφαινόμενες γενικές τάσεις σχετικά με τη ζήτηση νερού.

Η έλλειψη στατιστικών δεδομένων που αφορούν στις κλιματολογικές μεταβλητές μας υποχρέωσαν να επικεντρωθούμε μόνο σε 29 ΔΕΥΑ. Επειδή το πρόβλημα του νερού είναι ένα από τα οξύτερα προβλήματα της χώρας μας, κρίνεται πιά αναγκαία η συλλογή των απαραίτητων πρωτογενών στοιχείων που αφορούν στη μέση θερμοκρασία και στο ύψος των βροχοπτώσεων, τουλάχιστον για τους περισσότερους Δήμους της χώρας. Τα στοιχεία αυτά είναι απολύτως αναγκαία για τη στήριξη σωστής πολιτικής νερού.

Τα εμπειρικά αποτελέσματα έδειξαν ότι η ελαστικότητα της τιμής του νερού είναι για κάθε υπόδειγμα μικρότερη της μονάδας. Προφανώς παρατηρείται μία απόκλιση ανάμεσα στις τιμές των ελαστικοτήτων διαφόρων χωρών, η οποία αντανακλά και τις διαφορετικές υποθέσεις στις οποίες βασίζονται τα αντίστοιχα υποδείγματα.

Επίσης, σύμφωνα με το κριτήριο του Hausman υπάρχει ένδειξη ότι το υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων προσαρμόζεται καλύτερα στα στατιστικά δεδομένα μας. Η κλιματολογική μεταβλητή που χρησιμοποιήθηκε και ήταν η μέση ετήσια θερμοκρασία έχει την αναμενόμενη επίπτωση στη ζήτηση του νερού. Από τα εμπειρικά αποτελέσματα της μελέτης αναλύοντας την επίπτωση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας στη ζήτηση νερού, καταλήγουμε ότι η ανταπόκριση της ζήτησης νερού στις μεταβολές της μέσης θερμοκρασίας είναι ισχυρή. Μάλιστα, η ελαστικότητα της ζήτησης του νερού ως προς τη μέση θερμοκρασία για το υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων έχει τιμή 1.472. Έτσι, και πιο συγκεκριμένα για το δείγμα μας, αυτό

σημαίνει ότι η ζήτηση νερού αυξάνεται κατά 14.7% για κάθε αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας κατά 10%.

Γενικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μέση τιμή του νερού, το εισόδημα και η μέση θερμοκρασία ερμηνεύουν αρκετά ικανοποιητικά τη ζήτηση νερού. Βέβαια, χρειάζεται μεγαλύτερη οικονομική ανάλυση που θα επιτευχθεί με τη χρησιμοποίηση στοιχείων από περισσότερες ΔΕΥΑ. Επίσης, χρειάζεται γνώση της κλιμακωτής δομής της τιμής του νερού, ώστε να δοθεί η δυνατότητα της διερεύνησης διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων.

Βιβλιογραφία

- Agthe D.E., Billings R.B., Dobra J. and Raffiee K. (1986), A simultaneous equation demand model for block rates, *Water Resources Research*, 22, 1-4.
- Anderson T.L. (1983), *Water Rights*, Cambridge Massachusetts, Ballinger.
- Andrews A.R. and Gibbs K.C. (1975), An analysis of the effects of price on residential water demand: Metropolitan Miami, Florida, *South. J. Agric. Econ.*, 7(1), 125-130.
- Batchelor R.A.(1975), Household technology and the domestic demand for water, *Land Econ.*, 51 (3), 208-223.
- Billings R.B. and Agthe D.E. (1980), Price elasticities for water: A case of increasing block-rates, *Land Econ.*, 56, 73-84.
- Billings R.B. (1982), Specification of block-rate price variables in demand models, *Land Econ.*, 58, 386-394.
- Billings R.B. and Agthe D.E. (1987), Equity, price elasticity, and household income under increasing block-rates for water, *Am. J. Econ. and Sociol.*, 43, 273-286.
- Clark R.M. and Asce M. (1976), Cost and pricing relationships in water supply, *J. Environ. Eng. Div. Am. Soc. Civ. Eng.*, 102 (EE2), 363-383.
- Foster H.S. and Beattie B.R. (1979), Urban residential demand for water in the United States, *Land Econ.*, 55 (1), 43-51.
- Fourt L. (1958), Forecasting the urban residential demand for water, Agricultural economics seminar paper, Dep. of Econ., Univ. of Chicago, Chicago, III.
- Garrido A., Varela- Ortega C. and Sumpsi J.M. (1997), The interaction of agricultural pricing policies and water districts modernization programs: a question with unexpected answers. Paper presented at the eight Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists, Tilburg, The Netherlands.
- Gomez G. (1987), Experience in Predicting Willingness to Pay for Water Projects in Latin America. Washington, D.C. Inter-American Development Bank, Project Analysis Department.

- Gottlieb M. (1963), Urban domestic demand for water: A Kansas case study, *Land Econ.* 39 (2), 204-210.
- Griffin A.H. and Martin W.E. (1980), Price elasticities for water. A case of increasing block-rates: Comment, *Land Econ.*, 57, 266-275.
- Grima A.P. (1972), Residential Water Demand, Alternative Choices for Management, University of Toronto Press, Toronto, Ont.
- Hanke S. (1978), A method for integrating Engineering and Economic Planning, *Journal of the American Water Works Association*, 487-491.
- Hassine N.B.H. and Thomas A. (1997), Agricultural Production, Attitude towards Risk and the Demand for Irrigation Water: The Case of Tunisia. Paper presented at the eight Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists, Tilburg, The Netherlands.
- Hausman J. (1978), Specification tests in econometrics, *Econometrica*, 46, 1251-1271.
- Howe CW. and Linaweaver J. (1967), The impact of price on residential water demand and its relation to system design and price structure, *Water Resour. Res.* 3(1), 13-32.
- Martin W., Ingram H., Laney N. and Griffin A. (1984), Saving water in a Desert City, Resources for the Future, Washington D.C.
- Metzner R.C. (1989), Demand Forecasting: A model for San Francisco, *Journal AWWA*, 81, 56-59.
- Nieswiadomy M.L. (1992), Estimating urban residential water demand: Effects of price structure, conservation and education, *Water Resources Research*, 3, 609-615.
- Schaible G.D. (1997), Water Conservation Policy Analysis: An Interregional, Multi-Output, Primal-Dual Optimization Approach, *American Journal of Agricultural Economics*, 163-177.
- Shin J.S. (1985), Perception of price when information is costly: evidence from residential electricity demand, *Review of Econ. Statistics*, 4, 591-598.
- Siegal R.A. (1973), An Economic Analysis of Residential Water Use: A case study of Rhode Island, Ph.D. Dissertation, University of Rhode Island.
- Taylor L.D., Blattenberger G.R. and Rennhack R.K. (1982), Residential energy demand in the United States, Report to the Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.
- Turnovsky S.J. (1969), The demand for water: some empirical evidence on consumers response to a commodity uncertain in supply, *Water Resources Research*, 5, 350-361.
- Wong S.T. (1972), A model on municipal water demand: A case study of northeastern Illinois, *Land Econ.*, 48(1), 34-44.
- Young R.A. (1973), Price elasticity of demand for municipal water: A case study of Tucson, Arizona, *Water Resour. Res.* 9 (4), 1068-1072.