

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου»

Κατεύθυνση «Ανάλυση και Διαχείριση Γεωγραφικών Δεδομένων»

**«ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ
ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΑΤΤΙΚΗΣ»**

Διπλωματική εργασία της Πλεξίδα Μάρθας



Αθήνα, Μάρτιος 2010

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου»

Κατεύθυνση «Ανάλυση και Διαχείριση Γεωγραφικών Δεδομένων»

**«ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ
ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΑΤΤΙΚΗΣ»**

Διπλωματική εργασία της Μάρθας Πλεξίδα

Επιβλέπων: Δρ. Σταμάτης Καλογήρου

Αθήνα, Μάρτιος 2010

«Η ιστορία του ανδρώδους
αντικατοπτρίζεται στην ιστορία των υδάτων»

Οι Άλφονς,
Βίκτωρ Ουγκώ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ	10
1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	10
1.2. ΤΟ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΥΔΡΟΔΟΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ	12
1.3. ΦΟΡΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΔΟΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	18
2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ	18
2.2. ΟΙ ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	18
2.3. ΑΣΤΙΚΗ ΥΔΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	19
2.3.1. Συνιστώσες αστικής υδατικής κατανάλωσης	20
2.3.2. Αστική υδατική κατανάλωση για οικιακή χρήση	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	28
3.1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ	28
3.2. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΕΔΟΜΕΝΑ	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	53
5.1. ΕΞΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	53
5.1.1. Περιγραφική Στατιστική	53
5.1.2. Χωρική Αυτοσυσχέτιση	54
5.1.3. Έλεγχος ανεξαρτησίας των ερμηνευτικών μεταβλητών	56
5.2. ΕΡΜΗΝΕΥΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	57
5.2.1. Γραμμική Παλινδρόμηση	58
5.2.2. Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	62
6.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	62
6.1.1. Περιγραφική Στατιστική	63
6.1.2. Χωρική Αυτοσυσχέτιση	68
6.1.3. Έλεγχος ανεξαρτησίας	70
6.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΜΗΝΕΥΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	71
6.2.1. Γραμμική Παλινδρόμηση	71
6.2.2. Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	89

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Το Αδριάνειο Υδραγωγείο, Υδατογραφία, Louis Francois Cassas	12
Εικόνα 1.2: Το Υδροδοτικό σύστημα της Αττικής	13
Εικόνα 2.1: Συνιστώσες αστικής υδατικής κατανάλωσης	21
Εικόνα 2.2: Το «αποτύπωμα νερού» 25 χωρών	24
Εικόνα 2.3: Εξέλιξη της ετήσιας κατανάλωσης νερού στην Αττική	25
Εικόνα 2.4: Ποσοστά ανά τομέα ζήτησης στα 14 υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας..	26
Εικόνα 3.1: Στατιστικά μοντέλα κατανάλωσης νερού	43
Εικόνα 6.1: Διάγραμμα συχνοτήτων και καμπύλη κανονικής κατανομής της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό (Ν. Αττικής, 2002)	64
Εικόνα 6.2: Θηκόγραμμα τιμών ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό.....	65
Εικόνα 6.3: Χωρική κατανομή ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό (Ν. Αττικής, 2002)	67
Εικόνα 6.4: Διάγραμμα διασποράς του δείκτη Moran's I για την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό (Ν. Αττικής, 2002)	68
Εικόνα 6.5: Χάρτης χωρικών προτύπων τοπικών δεικτών Moran's I	69
Εικόνα 6.6: Χάρτης τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων και τοπικών τιμών του ετήσιου οικογενειακού εισοδήματος	78
Εικόνα 6.7: Χάρτης τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων και τοπικών τιμών του ποσοστού εξοχικών κατοικιών	80
Εικόνα 6.8: Χάρτης τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων και τοπικών τιμών της πυκνότητας πληθυσμού	81
Εικόνα 6.9: Χάρτης τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων και τοπικών τιμών του ποσοστού αλλοδαπών	82
Εικόνα 6.10: Χάρτης τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων και τοπικών τιμών του ποσοστού ενοικιαστών	84

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Κατανάλωση νερού αστικής χρήσης στην Ευρώπη	23
Πίνακας 3.1: Αποτελέσματα διεθνών ερευνών για την οικιακή κατανάλωση νερού	38
Πίνακας 3.2: Μεταβλητές και συντελεστές του μοντέλου Σαουδικής Αραβίας	44
Πίνακας 3.3: Μεταβλητές και συντελεστές του μοντέλου Καλιφόρνιας	45
Πίνακας 3.4: Αποτελέσματα παλινδρόμησης κατά το μοντέλο Αυστραλίας	46
Πίνακας 3.5: Αποτελέσματα παλινδρόμησης κατά το μοντέλο Τυνησίας	46
Πίνακας 3.6: Αποτελέσματα παλινδρόμησης κατά το Ισπανικό μοντέλο	47
Πίνακας 4.1: Πίνακας μεταβλητών που επηρεάζουν την κατανάλωση νερού	52
Πίνακας 6.1: Μέτρα περιγραφικής στατιστικής της μεταβλητής «Ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό» στους ΟΤΑ του Ν. Αττικής, το έτος 2002	63
Πίνακας 6.2: Δήμοι/Κοινότητες του Ν. Αττικής που παρουσιάζουν ακραίες τιμές ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό (2002)	65
Πίνακας 6.3: Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης για την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό (Ν. Αττικής, 2002)	72
Πίνακας 6.4: Παράμετροι γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης	77
Πίνακας 6.5: Αποτελέσματα γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης	77
Πίνακας 6.6: Ποσοστιαία κατανομή της οικιακής κατανάλωσης νερού σε νοικοκυριά της Μεμβούρνης	79

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου», στην κατεύθυνση «Διαχείριση και Ανάλυση Γεωγραφικών Δεδομένων», του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.

Η επιλογή του θέματος, το οποίο αφορά στον προσδιορισμό των παραγόντων που επηρεάζουν την κατανάλωση νερού στους δήμους και τις κοινότητες του Νομού Αττικής και στη διερεύνηση ενδεχόμενων χωρικών διαφοροποιήσεων της επίδρασης αυτής, έγινε με γνώμονα τόσο το επαγγελματικό μου ενδιαφέρον όσο και την προσωπική μου ευαισθησία για την προστασία του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα την προστασία του νερού. Ταυτόχρονα, το γεγονός ότι δεν έχει εκπονηθεί παρόμοια εργασία για την Αττική ικανοποίησε ακόμη ένα κριτήριό μου, το στοιχείο της καινοτομίας.

Κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, η συμβολή του επιβλέποντα διδάσκοντα Καλογήρου Σταμάτη ήταν ουσιαστική. Αισθάνομαι επομένως την υποχρέωση να τον ευχαριστήσω για την καθοδήγηση, τις εύστοχες παρατηρήσεις και τις υποδείξεις του.

Ευχαριστίες θα ήθελα επίσης να εκφράσω στο σύνολο των διδασκόντων καθηγητών του Π.Μ.Σ., γιατί όχι μόνο μου παρείχαν πολύτιμη γνώση, αλλά και με ενέπνευσαν για την κατάκτησή της.

Τέλος, ένα μεγάλο «ευχαριστώ» οφείλω στον σύζυγό μου, για την ενθάρρυνση και την ηθική στήριξη που μου παρείχε διαρκώς, καθ' όλη τη διάρκεια τόσο των μεταπτυχιακών σπουδών μου όσο και της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο προσδιορισμός των δημογραφικών, κοινωνικοοικονομικών και κλιματικών παραγόντων που επηρεάζουν την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό και η διερεύνηση των ενδεχόμενων χωρικών διαφοροποιήσεων στον τρόπο και το βαθμό επίδρασής τους στην κατανάλωση νερού, στους δήμους και τις κοινότητες του Νομού Αττικής.

Για την υλοποίηση του στόχου αυτού, εκτός από τα στοιχεία της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό για το έτος 2002, που προέρχονται από την Ε.ΥΔ.Α.Π., χρησιμοποιούνται δεδομένα που αφορούν κυρίως τα στοιχεία της Απογραφής Πληθυσμού της Ελλάδας, το 2001, και προέρχονται από την Ε.Σ.Υ.Ε. Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας εξετάζεται η επίδραση μεταβλητών σχετικών με το δημογραφικό προφίλ των καταναλωτών (ηλικία, αριθμός μελών της οικογένειας, μέγεθος κατοικίας, επάγγελμα, επίπεδο εκπαίδευσης, εισόδημα), καθώς και δεδομένα κλιματικών συνθηκών στην κατανάλωση νερού.

Στην εργασία εφαρμόζονται μέθοδοι στατιστικής και χωρικής ανάλυσης, όπως η μέτρηση του βαθμού χωρικής αυτοσυσχέτισης των δεδομένων κατανάλωσης νερού, που αφορά στην κατανόηση της χωρικής κατανομής και δομής τους, και η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση, με την οποία διερευνώνται τοπικές διαφοροποιήσεις στις σχέσεις μεταξύ της κατανάλωσης νερού και των παραγόντων που την επηρεάζουν. Παράλληλα επιχειρείται η ερμηνεία των εμπειρικών ευρημάτων της ανάλυσης.

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από την παρούσα εργασία μπορεί να αποτελέσουν κατευθυντήριες γραμμές για τον περιορισμό της κατανάλωσης του νερού, που καθίσταται απαραίτητος με δεδομένα τα ζητήματα που αντιμετωπίζουμε σήμερα, όπως η αύξηση του πληθυσμού στην Αττική, η μείωση των εκμεταλλεύσιμων υδατικών πόρων και η μεταβολή των καιρικών συνθηκών στην περιοχή.

ABSTRACT

The main aim of this master thesis is the identification of the potential effect demographic, socioeconomic and climatic variables that may have on the water consumption as well as the investigation of potential spatial variation in this effect. The water consumption here refers to the mean annual water consumption per household for the Local Authorities in the Attica Region.

The data on annual water consumption refer to the year 2002 and their source is the Athens Water Supply and Sewerage Company (EYDAP SA). The data of the explanatory variables, referring to the population's age, household size, size of residence, profession and level of education, comes from the 2001 Census for Population in Greece available through the Office for National Statistics.

The methodology applied for the analysis presented in this thesis includes techniques for exploratory spatial data analysis such as the indexes of spatial autocorrelation. It also includes Linear Regression for studying the global effects and Geographically Weighted Regression for studying the local effects of the explanatory variables on water consumption.

The conclusions of this master thesis have some policy making implications that mainly refer to the reduction of water consumption. This is essential for the sustainability and availability of drinkable water in the Attica Region given today's challenges for water resources management in relation to the population increase, reduction of exploitable water resources and climatic change in the Region.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τη χωρική ανάλυση δεδομένων που αφορούν στην κατανάλωση νερού στα νοικοκυριά των δήμων και κοινοτήτων του Νομού Αττικής. Στόχος της εργασίας είναι η διερεύνηση των ερμηνευτικών παραγόντων και ο προσδιορισμός του βαθμού στον οποίο αυτοί επηρεάζουν την κατανάλωση νερού στους δήμους και τις κοινότητες του Νομού Αττικής, καθώς και η αναζήτηση χωρικών διαφοροποιήσεων όσον αφορά στην επίδραση αυτή.

Η κατανάλωση του νερού και οι παράγοντες που την επηρεάζουν αποτελούν ένα εξαιρετικά σημαντικό θέμα, το οποίο βρίσκεται υπό μελέτη τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο. Το νερό, είτε αντιμετωπίζεται ως φυσικός πόρος, είτε ως οικονομικό αγαθό, είτε ως κοινωνικό αγαθό, είτε ως περιβαλλοντικό στοιχείο, είναι βασικό και αναντικατάστατο, απαραίτητο για την επιβίωση της ανθρωπότητας, αλλά και προϋπόθεση για κάθε μορφή οικονομικής ανάπτυξης. Ταυτόχρονα, όμως, είναι το πλέον ευαίσθητο και θιγόμενο περιβαλλοντικό αγαθό από ένα σύνδρομο της σύγχρονης κοινωνίας: την υπερκατανάλωση. Με την ολοένα αυξανόμενη αστικοποίηση, η σημασία της διαχείρισης των αστικών υδατικών συστημάτων εντείνεται και επιβάλλεται ολοκληρωμένη προσέγγιση ιδιαίτερα στη διαχείριση του νερού στις πόλεις. Άλλωστε, σε αντίθεση με το παρελθόν όπου η «διαχείριση των υδατικών πόρων» αφορούσε στις προσπάθειες προς την κατεύθυνση αναζήτησης νέων υδατικών πόρων για την κάλυψη των αυξημένων αναγκών, σήμερα η έμφαση δίνεται πλέον στη «διαχείριση της ζήτησης», επιδιώκοντας τη μείωση της κατανάλωσης και την εξοικονόμηση του πολύτιμου αυτού αγαθού.

Ο Νομός Αττικής, ειδικότερα, αποτελεί το υδατικό διαμέρισμα στο οποίο η κατανάλωση νερού παρουσιάζει συνεχή αυξητική τάση. Παράλληλα, η συνθετότητα και πολλαπλότητα των παραγόντων που υπεισέρχονται,

διαμορφώνουν τόσο μεγάλα περιθώρια διακύμανσης της κατανάλωσης νερού, ώστε συχνά η συνολικά διαμορφούμενη ζήτηση να διαφέρει σημαντικά από πόλη σε πόλη ή και από οικισμό σε οικισμό.

Για την υλοποίηση του στόχου της παρούσας εργασίας χρησιμοποιούνται στοιχεία ετήσιας κατανάλωσης νερού στο Νομό Αττικής το έτος 2002 σε συνδυασμό με δημογραφικές, κοινωνικο-οικονομικές και άλλες μεταβλητές, από την απογραφή πληθυσμού το 2001 και εφαρμόζονται χωρικά στατιστικές μέθοδοι. Με την εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης προσδιορίζονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση νερού στο Νομό Αττικής, ενώ με τη γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση αναδεικνύονται οι χωρικές διαφοροποιήσεις της επίδρασης καθεμίας μεταβλητής στην κατανάλωση νερού.

Η καινοτομία της εργασίας έγκειται αφενός στο γεγονός ότι υπάρχει ελλειμματική γνώση της υφιστάμενης κατάστασης αναφορικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση του νερού στο Νομό Αττικής και αφετέρου στο ότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί εργασίες οι οποίες να διερευνούν ενδεχόμενες χωρικές διαφοροποιήσεις στη σχέση αυτών των μεταβλητών με την κατανάλωση του νερού.

Το πρώτο μέρος της διπλωματικής εργασίας, από το πρώτο έως και το τρίτο κεφάλαιο, αποτελεί μια εισαγωγή στην κατανάλωση του νερού. Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται το σύστημα υδροδότησης του Νομού Αττικής. Αρχικά γίνεται σύντομη ιστορική αναδρομή στην ύδρευση της Αθήνας και αναλύεται το υφιστάμενο καθεστώς όσον αφορά τους υπεύθυνους φορείς για την ύδρευση στην Αττική. Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός της κατανάλωσης νερού και γίνεται αναφορά στις διάφορες μορφές αστικής υδατικής κατανάλωσης. Ακολουθεί σύντομη αναφορά στην οικιακή χρήση και παρατίθενται κάποια στοιχεία για την εξέλιξη της οικιακής κατανάλωσης νερού στην πρωτεύουσα. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση και καταγράφονται οι παράγοντες που προσδιορίζουν την αστική κατανάλωση του νερού, με βάση συμπεράσματα προηγούμενων ερευνών.

Το δεύτερο μέρος της εργασίας, από το τέταρτο έως και το έκτο κεφάλαιο, περιλαμβάνει τη μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της έρευνας. Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στα γεωγραφικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία και περιγράφονται οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν ως ερμηνευτικές της κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό στους δήμους και τις κοινότητες της Αττικής. Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφεται η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε. Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εξερευνητικής ανάλυσης με τον ορισμό και την επίλυση ενός στατιστικού μοντέλου κατανάλωσης νερού με την εφαρμογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης. Έτσι παρέχονται εμπειρικές αποδείξεις για την επίδραση των παραγόντων που επηρεάζουν την κατανάλωση νερού. Τέλος, εφαρμόζεται η μέθοδος της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης, με την οποία αναδεικνύονται οι χωρικές διαφοροποιήσεις της επίδρασης των παραγόντων που επηρεάζουν την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, στους ΟΤΑ του Νομού Αττικής.

Η εργασία ολοκληρώνεται με το τρίτο μέρος, από το έβδομο έως το όγδοο κεφάλαιο. Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται σύνοψη των βασικών σημείων της παρούσας εργασίας και αναφέρονται τα κύρια συμπεράσματα αυτής. Τέλος, το όγδοο κεφάλαιο περιλαμβάνει τις βιβλιογραφικές αναφορές της εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στην υδροδότηση του Νομού Αττικής. Αρχικά γίνεται σύντομη αναφορά στο ιστορικό της ανάπτυξης του υδροδοτικού συστήματος του Λεκανοπεδίου. Στη συνέχεια παρουσιάζεται το καθεστώς υδροδότησης των δήμων και κοινοτήτων του Νομού Αττικής και περιγράφονται οι ιδιαιτερότητες και η πολυπλοκότητα του συστήματος αυτού όσον αφορά τους αρμόδιους φορείς.

1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Από την αρχαιότητα η Αθήνα συνδέει την ιστορία της με ένα βασικό πρόβλημα: τη λειψυδρία, την ανεπάρκεια δηλαδή του νερού. Και αυτό γιατί τα επιφανειακά νερά ήταν πάντα λιγοστά, καθώς δεν υπάρχουν μεγάλα ποτάμια και λίμνες στην Αττική γη. Το γεγονός ότι το λεκανοπέδιο της Αττικής δεν είχε ποτέ το προνόμιο της επάρκειας νερού οδήγησε τους κατοίκους του, ταυτόχρονα με το συνεχή αγώνα εξασφάλισης νερού, στο να εκτιμήσουν ακόμη περισσότερο την τεράστια σημασία του, ιδιαίτερα κατά τις περιόδους έλλειψής του.

Κατά την κλασική αρχαιοελληνική περίοδο, η Αθήνα υδρευόταν κατά το πλείστον από πηγές και πηγάδια –στα οποία, μάλιστα, νόμος του Σόλωνα όριζε ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των Αθηναίων για την αποφυγή αλληλοεπηρεασμού– (Αφτιάς, 1992), ενώ, παράλληλα, υπήρχαν πολλές κρήνες (δημόσιες βρύσες) καθώς και πλήθος δεξαμενών, στις οποίες συγκεντρωνόταν βρόχινο νερό (ομβριοδέκτες), ενώ για πρώτη φορά τους επιβλήθηκαν περιορισμοί στην κατανάλωση νερού το 594 π.Χ.

Από τα γνωστότερα αρχαία υδραγωγεία ήταν το Πεισιστράτειο, που κατασκεύασε ο τύραννος Πεισίστρατος το 530 π.Χ., μήκους 2.800 μ., το οποίο αντλούσε νερό από τις πηγές του Υμηττού. Η ανομβρία, αλλά και οι αυξανόμενες ανάγκες ύδρευσης οδηγούν τους Αθηναίους, κατά το τέλος του 4^{ου} αιώνα π.Χ. στην υδρομάστευση και των πηγών της Πάρνηθας, με την κατασκευή ενός ακόμη υδραγωγείου (Τάσιος, 2002).

Το σημαντικότερο ιστορικά έργο για την υδροδότηση της πόλης των Αθηνών ήταν το Αδριάνειο Υδραγωγείο (Εικόνα 1.1), που κατασκευάστηκε από τον Ρωμαίο αυτοκράτορα Αδριανό την περίοδο 134-140 μ.Χ., στην προσπάθειά του να δώσει τέλος στο πρόβλημα της λειψυδρίας που ταλαιπωρούσε τους Αθηναίους. Οι αγωγοί του εκτείνονταν από τους πρόποδες της Πάρνηθας έως το Λυκαβηττό, στους πρόποδες του οποίου κατασκευάστηκε η Αδριάνειος Δεξαμενή (γνωστή σήμερα ως Δεξαμενή Κολωνακίου). Στη δεξαμενή αποθηκεύονταν τα νερά του υδραγωγείου, τα οποία διοχετεύονταν με υδατογέφυρες στην πόλη των Αθηνών. Το Αδριάνειο Υδραγωγείο λειτούργησε – με μια διακοπή της λειτουργίας του την περίοδο της Τουρκοκρατίας– έως τις αρχές του 20ού αιώνα (Χατζηλάκου, 1998).

Κατά τη διάρκεια του εθνικοαπελευθερωτικού αγώνα των Ελλήνων από τους Τούρκους (1821), σημειώθηκαν πολλές καταστροφές στην υδροδοτική υποδομή της πόλης. Μετά την απελευθέρωση (1833) το υδροδοτικό πρόβλημα της Αθήνας ήταν οξύτατο και, με δεδομένη τη σταδιακή πληθυσμιακή αύξησή της, ήταν επείγουσα ανάγκη η αντιμετώπισή του.

Το 1847 οι Αθηναίοι με ανασκαφές ανακάλυψαν (κάπου στο σημερινό Ψυχικό) ένα τμήμα του κεντρικού αγωγού και τότε άρχισε μια προσπάθεια για την αποκάλυψη ολόκληρου του συστήματος και την επαναλειτουργία του, καθιστώντας το την κύρια πηγή υδροδότησης, με απόδοση 1.400 κυβικών ημερησίως, για τους 150.000 κατοίκους της πόλης το 1900.

Καθώς η «κατάρρα» της λειψυδρίας απειλούσε πάντα την Αττική γη, οι αρχαίοι Αθηναίοι, πέρα από την εξασφάλιση της ποσοτικής επάρκειας του νερού μέσω των τεχνικών έργων που κατασκεύαζαν, φρόντιζαν και για τη διατήρηση της

ποιοτικής του στάθμης και την οριοθέτηση της ορθολογικής του χρήσης με τη θέσπιση σχετικών μέτρων. Στην ιστορία της πόλης των Αθηνών καταγράφεται ότι ρυθμίσεις σχετικές με τη διαχείριση του νερού για πρώτη φορά περιλαμβάνονται στη νομοθεσία του Σόλωνα, η οποία, με ελάχιστες τροποποιήσεις από τον Πεισίστρατο, ίσχυσε για πάρα πολλά χρόνια. Για την εφαρμογή, δε, των κανόνων αυτών, είχε συσταθεί αρμόδια υπηρεσία ελέγχου. Καθίσταται πλέον σαφές ότι ενώ η αρχαία Αθήνα ζούσε υπό τη σκιά της λειψυδρίας, ωστόσο με τη φροντίδα των τοπικών αρχών, ο πληθυσμός της δεν δίψασε ποτέ και ποτέ δεν εκδηλώθηκε σχετική διαμαρτυρία (Ε.ΥΔ.Α.Π., 2002).



Πηγή: Φωτογραφικό αρχείο Ε.ΥΔ.Α.Π., 2002

Εικόνα 1.1: Το Αδριάνειο Υδραγωγείο, *Υδατογραφία, Louis Francois Cassas*

1.2. ΤΟ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΥΔΡΟΔΟΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

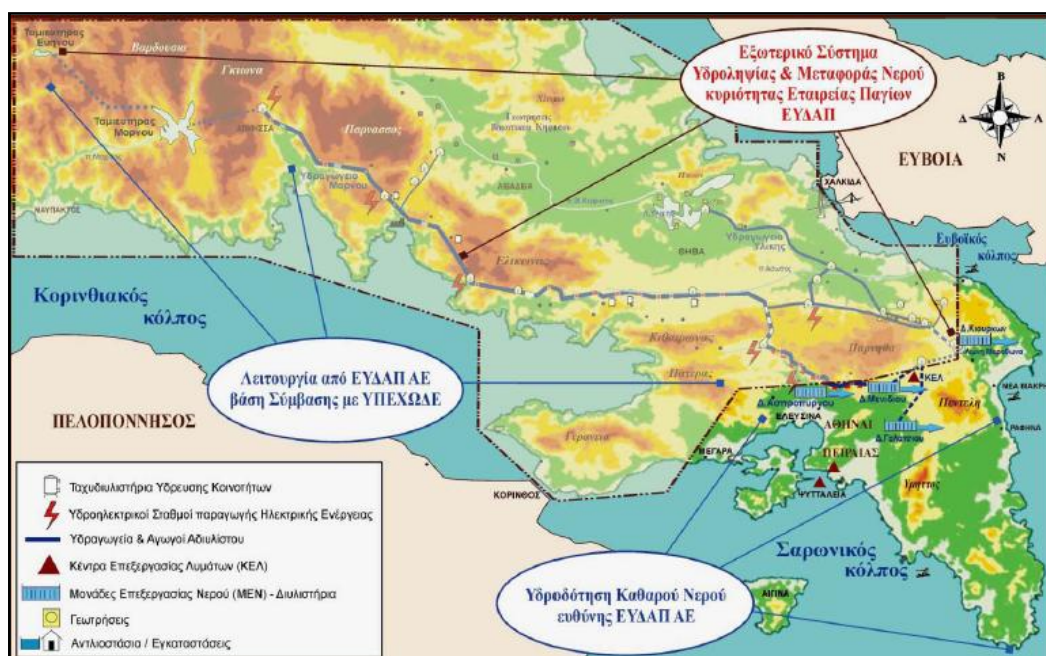
Η επάρκεια των υδατικών πόρων για την κάλυψη των αναγκών των κατοίκων της Αττικής ήταν ένα διαχρονικό πρόβλημα, για την αντιμετώπιση του οποίου έγιναν πολλές προσπάθειες στο πέρασμα των αιώνων. Τις αυξημένες ανάγκες της πρωτεύουσας ήρθαν να καλύψουν στις αρχές του προηγούμενου αιώνα η κατασκευή του φράγματος του Μαραθώνα και η δημιουργία της ομώνυμης

τεχνητής λίμνης. Η κατασκευή του φράγματος υλοποιήθηκε κατά την περίοδο 1926-1929. Την κατασκευή των έργων αυτών ανέλαβε η αμερικανική κατασκευαστική Εταιρεία ULEN, ενώ παράλληλα συστάθηκε η Ανώνυμος Ελληνική Εταιρεία Υδάτων (Ε.Ε.Υ.) για να εποπτεύει την κατασκευή του όλου έργου.

Για τη μεταφορά του ακατέργαστου νερού από το Μαραθώνα στην Αθήνα κατασκευάστηκε η σήραγγα Μπογιατίου, μήκους 13,4 χλμ. και για την επεξεργασία καθαρισμού του κατασκευάστηκε το Διυλιστήριο Γαλασίου. Επιπλέον, άρχισε η συστηματική κατασκευή δικτύου ύδρευσης στην Αθήνα και τον Πειραιά.

Στα χρόνια που ακολούθησαν, το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας ενισχύθηκε το 1959 με τη χρησιμοποίηση των νερών της λίμνης Υλίκης και αργότερα με την κατασκευή της τεχνητής λίμνης στον ποταμό Μόρνο, που εγκαινιάστηκε εσπευσμένα το 1981 εξαιτίας της μεγάλης ανομβρίας της εποχής εκείνης, και της τεχνητής λίμνης στον ποταμό Εύηνο το 2002.

Στην Εικόνα 1.2 απεικονίζεται το σημερινό υδροδοτικό σύστημα της Αττικής.



Πηγή: Ε.Υ.Δ.Α.Π. Α.Ε., 2008

Εικόνα 1.2: Το Υδροδοτικό σύστημα της Αττικής

1.3. ΦΟΡΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΔΟΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το υδροδοτικό σύστημα που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια στην Αττική παρουσιάζει ιδιαιτερότητες ως προς τους φορείς διαχείρισής του, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

Μέχρι το 1974 την αρμοδιότητα για την υδροδότηση της Αθήνας είχε η Εταιρεία ULLEN. Εκείνη τη χρονιά οι υδροδοτικές αρμοδιότητες της περιοχής πρωτεύουσας μεταβιβάζονται στην Ελληνική Εταιρεία Υδάτων (Ε.Ε.Υ.), η οποία καθίσταται πλέον ο μοναδικός φορέας διαχείρισης της υδροδότησης της πόλης των Αθηνών. Το καθεστώς αυτό αλλάζει το 1980, οπότε πραγματοποιείται η συγχώνευση της Ελληνικής Εταιρείας Υδάτων και του Οργανισμού Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (Ο.Α.Π.), με το Νόμο 1068/1980 «περί συστάσεως ενιαίου φορέα Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας», και δημιουργείται η Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (Ε.ΥΔ.ΑΠ.).

Το 1999, με το Νόμο 2744/1999 «Ρυθμίσεις θεμάτων της Εταιρείας Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας και άλλες διατάξεις» η Ε.ΥΔ.Α.Π. Α.Ε. περιήλθε στη σημερινή της νομική μορφή, καθώς τα κυριότερα πάγια της εταιρείας απορροφήθηκαν από την Εταιρεία Παγίων Ε.ΥΔ.Α.Π. Ν.Π.Δ.Δ., παραμένοντας στην ιδιοκτησία του Δημοσίου. Στην κυριότητα της Εταιρείας Παγίων ανήκουν τα φράγματα, οι ταμειυτήρες, τα εξωτερικά υδραγωγεία και αντλιοστάσια, καθώς και οι άλλες εγκαταστάσεις που εξασφαλίζουν την ασφαλή μεταφορά του νερού μέχρι τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας του (Ε.ΥΔ.Α.Π., 2004).

Για την εξασφάλιση της υδροδότησης της μείζονος περιοχής της πρωτεύουσας, η Ε.ΥΔ.Α.Π. προμηθεύεται ακατέργαστο νερό από το Δημόσιο, το οποίο έχει συμφωνήσει να το εξασφαλίζει από κατάλληλες πηγές και να το παραδίδει στην Ε.ΥΔ.Α.Π. Σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο Ν. 2744/99 και στη Σύμβαση που υπογράφηκε με το Ελληνικό Δημόσιο το Δεκέμβριο του 1999, το τίμημα του ακατέργαστου νερού θα συμψηφίζεται με το κόστος των υπηρεσιών που προσφέρει η Ε.ΥΔ.Α.Π. για τη συντήρηση και λειτουργία των παγίων στοιχείων που ανήκουν στην Εταιρεία Παγίων Ε.ΥΔ.Α.Π. Ν.Π.Δ.Δ. (Ε.ΥΔ.Α.Π., 2004).

Τον Ιανουάριο του 2000 η Ε.ΥΔ.Α.Π. Α.Ε. εισήχθη στην κύρια αγορά του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών.

Σύμφωνα με τον ιδρυτικό Νόμο 1068/1980 της Ε.ΥΔ.Α.Π., ως περιοχή αρμοδιότητάς της ορίστηκε η μείζων περιοχή της Πρωτεύουσας. Μεταξύ άλλων, ο νόμος αυτός (Ν. 1068/80 άρθρο 31 παρ. 2) προέβλεπε ότι εντός εξαμήνου από της ισχύος του, η Ε.ΥΔ.Α.Π. θα έπρεπε να εξαγοράσει οποιαδήποτε επιχείρηση ύδρευσης βρισκόταν και λειτουργούσε στην περιοχή αρμοδιότητάς της, η οποία καθοριζόταν αναλυτικά και περιλάμβανε ουσιαστικά το σύνολο των δήμων και κοινοτήτων της Πρωτευούσης και των περιχώρων. Μέχρι τότε, οι επιχειρήσεις ύδρευσης λειτουργούσαν με βάση το Ν.Δ. 2888/1954, καθώς και το μεταγενέστερο Π/Δ. 933/1975, με βάση τα οποία αφενός «ανήκε στην αποκλειστική αρμοδιότητα των δήμων και κοινοτήτων η κατασκευή, συντήρηση και λειτουργία συστημάτων ύδρευσης» και αφετέρου «με απόφαση του δημοτικού ή κοινοτικού συμβουλίου ήταν δυνατό να παραχωρηθεί η παραπάνω αρμοδιότητα σε νομικά πρόσωπα ή ιδιώτες εάν υπήρχε αντίστοιχη πρόταση». Ωστόσο, η Ε.ΥΔ.Α.Π. δεν έκανε πλήρη χρήση του δικαιώματος που της παρείχε ο Ν. 1068/80 –ο οποίος καταργήθηκε με μεταγενέστερο νόμο (Ν. 1332/83)–, με αποτέλεσμα ορισμένα δίκτυα ύδρευσης να παραμείνουν στην κυριότητα των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.), ασχέτως αν ανήκουν στην περιοχή αρμοδιότητας της Ε.ΥΔ.Α.Π.

Σήμερα, με βάση το Νόμο 2744/1999, η Ε.ΥΔ.Α.Π. έχει το αποκλειστικό δικαίωμα της παροχής υπηρεσιών ύδρευσης και αποχέτευσης στη γεωγραφική περιοχή της δικαιοδοσίας της. Το δικαίωμα αυτό είναι ανεκχώρητο και αμεταβίβαστο, ενώ η διάρκεια του δικαιώματος και η ανανέωσή του ρυθμίζονται από τη Σύμβαση που υπογράφηκε το Δεκέμβριο του 1999 ανάμεσα στο Ελληνικό Δημόσιο και την Ε.ΥΔ.Α.Π. Παράλληλα, ο Νόμος 2744/99 και η κοινή απόφαση των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων παρέχει τη δυνατότητα επέκτασης των δραστηριοτήτων της και σε άλλες περιοχές εντός και εκτός του Λεκανοπεδίου της Αττικής.

Με βάση τα παραπάνω, το τοπίο υδροδότησης των περιοχών από την Ε.ΥΔ.Α.Π., όπως αυτό είχε διαμορφωθεί το έτος 2002 που αποτελεί έτος μελέτης της παρούσας εργασίας, συνοψίζεται στις ακόλουθες κατηγορίες δήμων και κοινοτήτων (Ε.ΥΔ.Α.Π., 2002):

- Δήμοι και Κοινότητες εντός περιοχής αρμοδιότητας, όπου η Ε.ΥΔ.Α.Π. έχει την κυριότητα και την ευθύνη λειτουργίας των δικτύων ύδρευσης (περιοχή ευθύνης).
- Δήμοι και Κοινότητες εντός περιοχής αρμοδιότητας, όπου η Ε.ΥΔ.Α.Π. υδροδοτεί μέσω κεντρικών παροχών (ενίσχυση δικτύου), χωρίς να έχει την κυριότητα και την ευθύνη λειτουργίας των τοπικών εσωτερικών δικτύων ύδρευσης.
- Δήμοι και Κοινότητες με μεικτό σύστημα ύδρευσης, όπου σε κάποια τμήματα η Ε.ΥΔ.Α.Π. έχει την κυριότητα και την ευθύνη λειτουργίας των δικτύων ύδρευσης και άλλα τμήματα καλύπτονται είτε με ιδιωτικό είτε με δημοτικό δίκτυο, με ευθύνη του αντίστοιχου Ο.Τ.Α. (συνήθως η Ε.ΥΔ.Α.Π. υδρεύει τους εντός σχεδίου οικισμούς και ο Ο.Τ.Α. τις εκτός σχεδίου περιοχές).
- Δήμοι και Κοινότητες εκτός περιοχής αρμοδιότητας, όπου η Ε.ΥΔ.Α.Π. υδροδοτεί τα δίκτυα των Ο.Τ.Α. μέσω κεντρικών παροχών (ενίσχυση δικτύου), χωρίς να έχει την κυριότητα και την ευθύνη λειτουργίας των τοπικών δικτύων ύδρευσης.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι η εγκατεστημένη πολυαρχία στον τομέα του νερού δεν επιτρέπει συνολική θεώρηση, η οποία είναι απαραίτητη προκειμένου να συνδεθούν οι υδατικοί πόροι με έργα αξιοποίησης και ορθολογικής διαχείρισής τους, χωρίς αλληλοσυγκρουόμενα συμφέροντα και αντικρουόμενες επιμέρους αποφάσεις και ενέργειες. Επιπλέον, η πολυπλοκότητα του συστήματος υδροδότησης προκαλεί σημαντικές δυσκολίες στην προσπάθεια πρόβλεψης των υδρευτικών αναγκών, καθώς υπεισέρχονται παράγοντες που διαφοροποιούν την κατανάλωση, όπως η παλαιότητα των δικτύων με

αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες νερού, οι παράνομες απολήψεις εξαιτίας και του ελλιπούς ελέγχου και η διαφορετική πολιτική τιμολόγησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το παρόν κεφάλαιο αποτελεί εισαγωγή στην κατανάλωση του νερού. Αρχικά δίνεται ο ορισμός της κατανάλωσης νερού και παρατίθενται οι μορφές υδατικών χρήσεων. Κατόπιν περιγράφονται οι συνιστώσες αστικής υδατικής κατανάλωσης και παρατίθενται κάποια στοιχεία σχετικά με την οικιακή κατανάλωση και την υφιστάμενη κατάσταση τόσο παγκοσμίως όσο και στην Ελλάδα. Τέλος, παρουσιάζονται κάποια στοιχεία για την κατανάλωση νερού στην Αττική, που αποτελεί το μοναδικό υδατικό διαμέρισμα στο οποίο το μεγαλύτερο ποσοστό αστικής κατανάλωσης αφορά στην οικιακή χρήση.

2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ

Με τον όρο *κατανάλωση νερού* νοείται το τμήμα εκείνο της απόληψης νερού, δηλαδή της ποσότητας του νερού που αφαιρείται από ένα υδάτινο σώμα (όπως ο υπόγειος υδροφορέας ή η λίμνη), το οποίο χάνεται είτε προς την ατμόσφαιρα με τη διεργασία της εξατμισοδιαπνοής, είτε με την αποθήκευση στο σώμα ζωντανών οργανισμών (Ναλμπάντης, 2007).

Πιο συγκεκριμένα, στα δίκτυα ύδρευσης, οποιοδήποτε σημείο διαφυγής του νερού αποτελεί σημείο κατανάλωσης ή ζήτησης νερού. Στα σημεία αυτά, το νερό διαφεύγει είτε για την κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών είτε ως απώλεια.

2.2. ΟΙ ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Οι υδατικές χρήσεις διακρίνονται σε καταναλωτικές και μη καταναλωτικές (Κουτσογιάννης κ.ά., 2006).

Καταναλωτικές είναι οι χρήσεις που χρησιμοποιούν συγκεκριμένη ποσότητα νερού που εξέρχεται από το φυσικό υδατικό σύστημα, της οποίας μόνο ένα μέρος επιστρέφει άμεσα ή έμμεσα στο υδατικό σύστημα, με διαφοροποιημένη την ποιοτική του κατάσταση. Καταναλωτικές υδατικές χρήσεις είναι η ύδρευση, η άρδευση, η κτηνοτροφία, η βιομηχανία και η χρήση για παραγωγή ενέργειας (ψύξη βιομηχανικών συγκροτημάτων και Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί – ΑΗΣ).

Μη καταναλωτικές είναι οι χρήσεις στις οποίες το νερό χρησιμοποιείται χωρίς να μεταβάλλονται (ουσιωδώς) τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του και χωρίς να απομακρύνεται από το φυσικό υδατικό σύστημα. Οι ζητήσεις μη καταναλωτικού χαρακτήρα χαρακτηρίζονται ως «δεσμεύσεις» και αφορούν στην παραγωγή ενέργειας (λειτουργία των Υδροηλεκτρικών σταθμών – ΥΗΣ), την περιβαλλοντική χρήση (όπως οι όγκοι νερού σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες προκειμένου να μην υποβαθμιστεί η ποιότητα του νερού και το σχετικό οικοσύστημα), την αναψυχή, τη ναυσιπλοΐα και την ιχθυοκαλλιέργεια (Κουτσογιάννης και Ευστρατιάδης, 2007).

2.3. ΑΣΤΙΚΗ ΥΔΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Μεταξύ των αστικών υδατικών καταναλώσεων, η σημαντικότερη μορφή είναι η ύδρευση. Πρόκειται εξάλλου για τη χρήση η οποία είναι κοινωνικά καταξιωμένη και θεσμικά κατοχυρωμένη (Ν. 1739/87) ως χρήση πρώτης προτεραιότητας (Κουτσογιάννης και Ευστρατιάδης, 2007). Το 5-20% της ποσότητας του νερού που καταναλώνεται καθημερινά σε έναν οικισμό, χρησιμοποιείται από τα νοικοκυριά, ενώ η εύκολη πρόσβαση και η αυξημένη χρήση του, κυρίως στον τομέα της προσωπικής υγιεινής, έχουν ως αποτέλεσμα τη συνεχή αύξηση της κατανάλωσής του.

Πέραν όμως των αναγκών ύδρευσης των μόνιμων και εποχιακών κατοίκων (παραθεριστικές περιοχές), στην αστική χρήση συγκαταλέγονται επίσης η τουριστική χρήση του νερού (ξενοδοχειακές μονάδες, ενοικιαζόμενα δωμάτια), η βιοτεχνική χρήση, οι μικροαρδευτικές ανάγκες (μη οικιακή γεωργική χρήση), οι

απώλειες των δικτύων κατά τη μεταφορά και τη διανομή του νερού και η δημόσια/δημοτική χρήση (σχολεία, δημόσια κτίρια, κοινοτικά καταστήματα, νοσοκομεία, πυροσβεστικοί κρουνοί) (Μιμίκου, 2005).

Οι διάφορες μορφές αστικής κατανάλωσης του νερού παρουσιάζονται αναλυτικότερα στη συνέχεια.

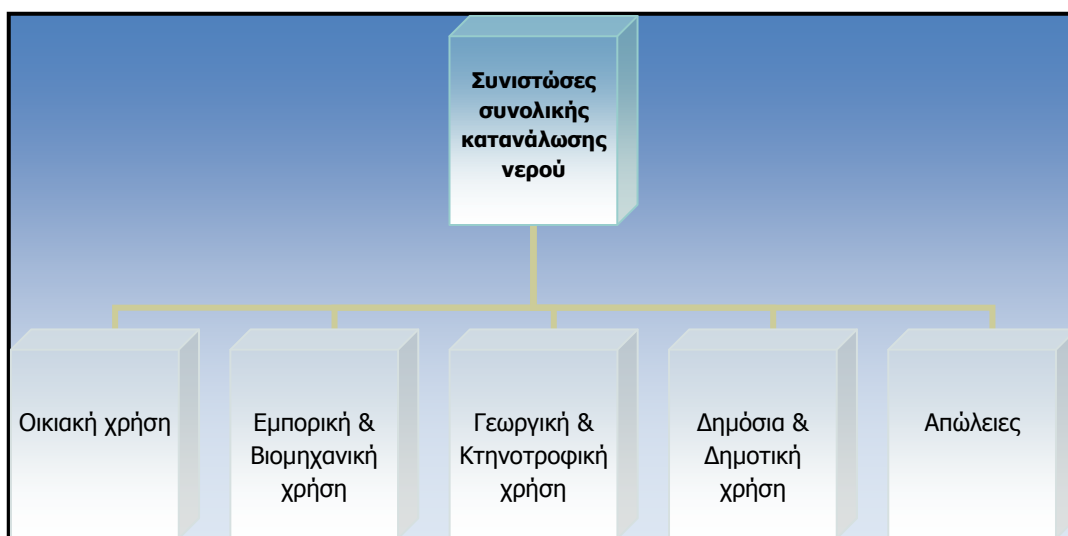
2.3.1. Συνιστώσες αστικής υδατικής κατανάλωσης

Σε ό,τι αφορά τη συνολική κατανάλωση σε έναν οικισμό, μπορεί να περιλαμβάνει τις εξής επιμέρους χρήσεις ή συνιστώσες (Κουτσογιάννης και Ευστρατιάδης, 2007):

- *Οικιακή χρήση:* Αναφέρεται κυρίως στις κατοικίες του μόνιμου πληθυσμού και αντιστοιχεί στην ποσότητα του νερού που απαιτείται για την κάλυψη όλων των αναγκών ενός νοικοκυριού. Πιο συγκεκριμένα, στις οικιακές χρήσεις περιλαμβάνεται το πόσιμο νερό, η ατομική καθαριότητα (ντους ή λουτρό, πλύσιμο χεριών και δοντιών, ξύρισμα), οι ανάγκες της κουζίνας (μαγείρεμα, πλύσιμο πιάτων), το πλύσιμο των ρούχων, το καζανάκι της τουαλέτας, η καθαριότητα του σπιτιού, το πλύσιμο του αυτοκινήτου, η άρδευση ιδιωτικού κήπου. Στην ίδια κατηγορία συμπεριλαμβάνεται η εποχιακή οικιακή χρήση που αφορά σε παραθεριστικές περιοχές.
- *Εμπορική και Βιομηχανική χρήση:* Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι καταναλώσεις σε βιομηχανίες, βιοτεχνίες, εμπορικά καταστήματα και γραφεία. Περιλαμβάνεται επίσης η τουριστική χρήση σε ξενοδοχεία και ενοικιαζόμενα δωμάτια.
- *Γεωργική και κτηνοτροφική χρήση:* Είναι η κατανάλωση που αντιστοιχεί σε περιορισμένη άρδευση (μικρής έκτασης καλλιέργειες) και στη λειτουργία κτηνοτροφικών μονάδων.
- *Δημόσια και Δημοτική χρήση:* Είναι η ποσότητα του νερού που καταναλώνεται από δημόσια κτίρια, όπως σχολεία, νοσοκομεία, ιδρύματα,

κτίρια διοίκησης, εκκλησίες, από λιμενικές εγκαταστάσεις, αεροδρόμια, σιδηροδρομικούς σταθμούς, για το πλύσιμο των δρόμων, για σιντριβάνια και δημόσιες κρήνες, για άρδευση δημοτικών κήπων και για πυρόσβεση.

- **Απώλειες:** Η συνιστώσα αυτή αναφέρεται σε όλες τις ποσότητες του νερού που δεν χρεώνονται σε συγκεκριμένους καταναλωτές και στην ουσία χάνονται από το δίκτυο κατά τη μεταφορά και διανομή του νερού, εξαιτίας διαφόρων παραγόντων. Για παράδειγμα, οι απώλειες μπορεί να οφείλονται σε διαρροές ή θραύσεις του δικτύου, σε διαρροές ή υπερχειλίση των δεξαμενών, σε διαρροές εξαιτίας βλαβών, σε παράνομες συνδέσεις με το δίκτυο, σε ποσότητες που καταναλώνονται αλλά δεν καταγράφονται λόγω ανακριβειών των μετρητών ή σε καταναλώσεις των ίδιων των εγκαταστάσεων ύδρευσης.



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εικόνα 2.1: Συνιστώσες αστικής υδατικής κατανάλωσης

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι οι επιμέρους καταγραφόμενες τιμές κατανάλωσης παρουσιάζουν συχνά σημαντικές διακυμάνσεις από οικισμό σε οικισμό, επειδή αφενός η ζήτηση και αφετέρου οι απώλειες επηρεάζονται από

τοπικές συνθήκες και πολλαπλές παραμέτρους λειτουργίας που μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, όπως η ηλικία του δικτύου, το επίπεδο συντήρησής του, η ακρίβεια των συστημάτων μέτρησης των παροχών και των επιμέρους υδρομετρητών στους καταναλωτές, η έκταση τυχόν παράνομων παροχών ή υδροληψιών χωρίς υδρομετρητή, το εφαρμοζόμενο σύστημα τιμολόγησης, το τεχνολογικό επίπεδο βιομηχανικής παραγωγής, οι πολιτιστικές συνήθειες και οι οικονομικές δυνατότητες των καταναλωτών, αλλά και η διαθεσιμότητα υδατικών πόρων. Συνεπώς, η εκτίμηση των υδρευτικών αναγκών ενός οικισμού απαιτεί λεπτομερή ανάλυση, με παράλληλη αξιολόγηση των τοπικών συνθηκών και ειδικών λειτουργικών παραμέτρων.

2.3.2. Αστική υδατική κατανάλωση για οικιακή χρήση

Αν και η κατανάλωση νερού για οικιακή χρήση είναι πολύ μικρή σε σχέση με τη συνολική κατανάλωση νερού (αποτελεί το 5-20% της ποσότητας νερού που καταναλώνεται καθημερινά), η οικιστική ανάπτυξη έχει προκαλέσει προβλήματα στην ανάπτυξη, τη μεταφορά και τη συντήρηση της ποιότητας των αποθεμάτων νερού (Agthe και Billings, 1997).

Σε περιοχές όπου υπάρχει ραγδαία αύξηση του πληθυσμού, όπως στην Ασία, η κατανάλωση νερού για οικιακή χρήση αυξάνεται ταχύτατα (Saleth και Dinar, 2000). Στις αναπτυγμένες χώρες οι άνθρωποι καταναλώνουν καθημερινά κατά μέσο όρο περίπου 10 φορές περισσότερο νερό από εκείνους στις αναπτυσσόμενες. Υπολογίζεται ότι ο μέσος καταναλωτής των αναπτυγμένων χωρών χρησιμοποιεί την ημέρα άμεσα ή έμμεσα 500-800 λίτρα νερό (300 m^3 ετησίως). Στις μεγάλες πόλεις, η κατανάλωση νερού υπολογίζεται σε 300-600 λίτρα ανά άτομο την ημέρα, με το αντίστοιχο ποσό στις μικρές πόλεις να είναι 100-150 λίτρα. Στις αναπτυσσόμενες χώρες στην Ασία, την Αφρική και τη Λατινική Αμερική, η δημόσια κατανάλωση νερού αντιπροσωπεύει 50-100 λίτρα ανά άτομο την ημέρα (30 m^3 ετησίως), ενώ σε περιοχές με ανεπαρκείς υδατικούς πόρους το ποσό αυτό ενδέχεται να μην ξεπερνά ημερησίως τα 10-40 λίτρα (Μεσόγειος SOS, 2008).

Η εύκολη πρόσβαση, σε σχέση με παλαιότερες χρονικές περιόδους, και η αυξημένη χρήση του νερού κυρίως στον τομέα της προσωπικής υγιεινής έχουν ως αποτέλεσμα να αυξάνεται χρόνο με το χρόνο η κατανάλωσή του. Συχνά η ζήτηση για νερό στις οικιστικές περιοχές ξεπερνά τα άμεσα διαθέσιμα αποθέματα, ειδικότερα αν αυτά προέρχονται από απορροές επιφανειακού νερού. Το φαινόμενο, δε, αυτό είναι πιο έντονο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, καθώς πολλές φορές η ζήτηση για νερό δεν μπορεί να καλυφθεί.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.1, η κατανάλωση νερού στην Ευρώπη αυξήθηκε από 12,1 km³/έτος στις αρχές του αιώνα (1900) σε 70,1 km³/έτος στο τέλος του αιώνα (2000) και προβλέπεται να αυξηθεί ακόμη περισσότερο.

Πίνακας 2.1: Κατανάλωση νερού αστικής χρήσης στην Ευρώπη

Έτος	Κατανάλωση νερού για αστική χρήση στην Ευρώπη σε km ³ /έτος
1900	12,1
1940	27,5
1950	34,6
1960	39,7
1970	46,6
1980	57,1
1990	63,7
1995	66,8
2000	70,1
2010	75,4 (προβλεπόμενη)

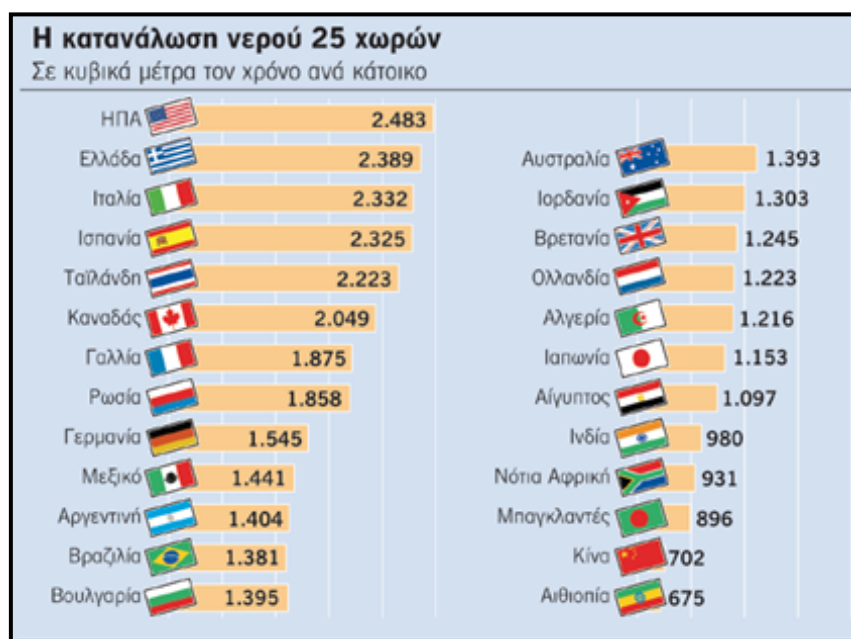
Πηγή: UNESCO, 2000

Πίνακας από: Κυριάκου, 2007

Στην Ελλάδα, το μεγαλύτερο ποσοστό αστικής χρήσης απορροφάται για την ύδρευση των μεγάλων αστικών κέντρων, ενώ τη διαχείριση των υδατικών πόρων χαρακτηρίζουν η αλόγιστη χρήση και η ανεξέλεγκτη σπατάλη. Το 90% των νοικοκυριών έχουν σήμερα πρόσβαση σε δίκτυο ύδρευσης, έναντι 30% τη

δεκαετία του '50. Η χρήση νερού για ύδρευση έχει αυξηθεί κατά 45% σε σχέση με το 1980 και η αυξητική τάση διατηρείται (Ε.ΥΔ.Α.Π., 2008).

Η κατά κεφαλήν κατανάλωση νερού στην Ελλάδα είναι από τις μεγαλύτερες στον κόσμο (λίγο πίσω από την υπερδύναμη της κατανάλωσης, τις ΗΠΑ) και είναι σχεδόν διπλάσια από το μέσο όρο σε παγκόσμιο επίπεδο. Σχεδόν 2.400 κυβικά μέτρα νερό το χρόνο αναλογούν σε κάθε κάτοικο της Ελλάδας¹, όταν ο παγκόσμιος μέσος όρος είναι 1.240 κυβικά μέτρα ετησίως (Εικόνα 2.2). Αυτό προκύπτει από μια πολύ ενδιαφέρουσα έρευνα που πραγματοποίησε το Πανεπιστήμιο του Τβέντε στην Ολλανδία, σε συνεργασία με υπηρεσίες του ΟΗΕ, στην οποία υπολογίζεται και συγκρίνεται το λεγόμενο «αποτύπωμα νερού» (water footprint) κάθε κράτους. Το «αποτύπωμα νερού», το οποίο άρχισε να χρησιμοποιείται ως όρος από το 2002, εκφράζει το «πραγματικό νερό» που χρησιμοποιείται, όχι μόνο άμεσα (για πόση και καθαριότητα), αλλά και έμμεσα, μέσω των προϊόντων που καταναλώνονται (Ελαφρός, 2008).



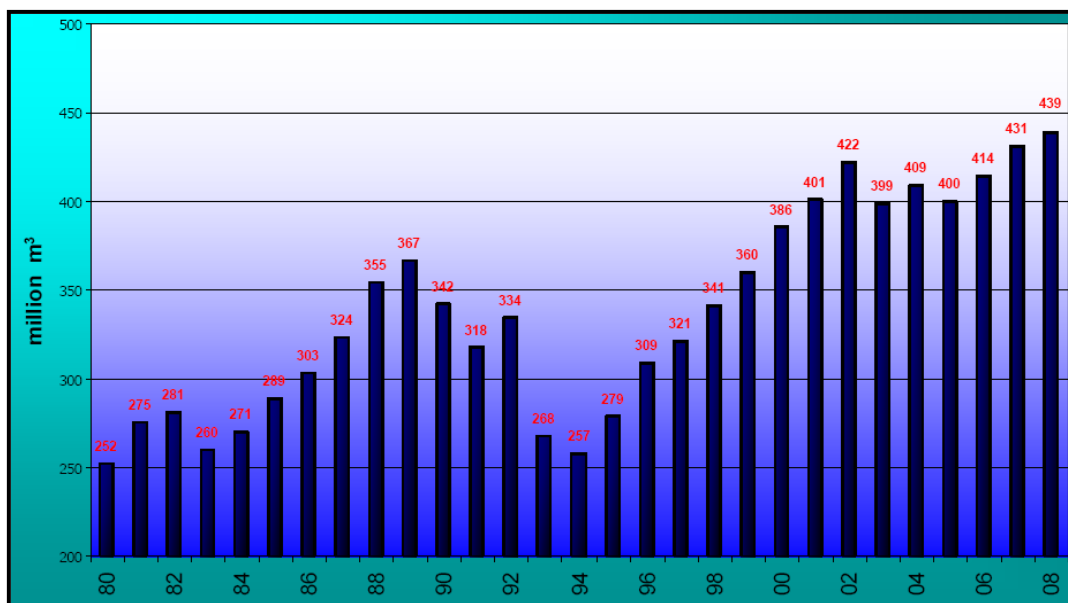
Πηγή: Chapagain και Hoekstra, 2004

Ανακτήθηκε από <http://news.kathimerini.gr>

Εικόνα 2.2: Το «αποτύπωμα νερού» 25 χωρών

¹ Στον αριθμό αυτό συνυπολογίζεται η κατανάλωση από κάθε δυνατή χρήση και σπατάλη νερού.

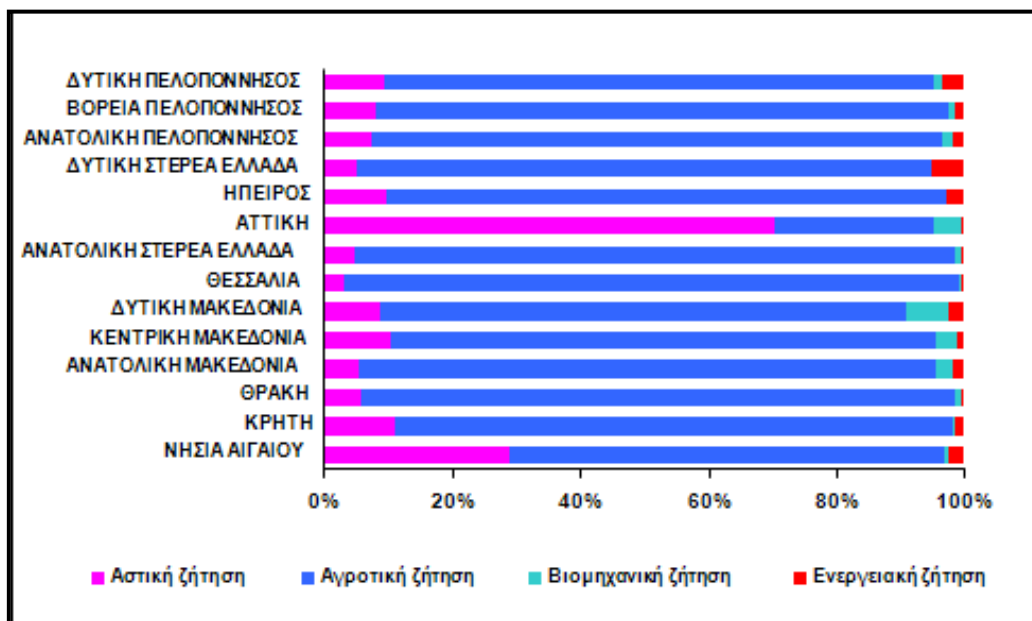
Στην Αττική τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σταθερά μια αύξηση της κατανάλωσης νερού. Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της Ε.ΥΔ.Α.Π., η συνολική κατανάλωση νερού το 2004 ήταν αυξημένη κατά 27% περίπου σε σχέση με το 1990, αλλά και κατά 62% σε σχέση με το 1993, έτος όπου επιτεύχθηκε σημαντική μείωση της κατανάλωσης. Η εξοικονόμηση έφθασε τότε (το 1993) το 26,5% της κατανάλωσης του 1991, ως αποτέλεσμα της καμπάνιας ευαισθητοποίησης και της πληροφόρησης που αναπτύχθηκε καθώς τα αποθέματα νερού μειώθηκαν σημαντικά και η Αττική αντιμετώπισε το φάσμα της λειψυδρίας. Η κατανάλωση του νερού έφτασε ξανά στο επίπεδο του 1991 το 1997, τέσσερα χρόνια μετά τη διακοπή της εκστρατείας ενημέρωσης του κοινού για την αναγκαιότητα εξοικονόμησης νερού (Ε.ΥΔ.Α.Π., 2008). Μετά το 1997 παρατηρείται συνεχής αύξηση της κατανάλωσης νερού, της τάξης του 5-8% ετησίως (Εικόνα 2.3).



Πηγή: Ε.ΥΔ.Α.Π., 2008

Εικόνα 2.3: Εξέλιξη της ετήσιας κατανάλωσης νερού στην Αττική

Στο Νομό Αττικής, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας, ο κυριότερος τομέας αστικής κατανάλωσης είναι ο οικιακός, με ποσοστό συμμετοχής 67% επί της συνολικής κατανάλωσης, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.4.



Πηγή: Μιμίκου, 2005

Εικόνα 2.4: Ποσοστά ανά τομέα ζήτησης στα 14 υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας

Ταυτόχρονα, μια σειρά έργων, όπως το φράγμα της λίμνης Μαραθώνα και η δέσμευση των νερών της λίμνης Υλίκης και των ποταμών Μόρνου και Εύηνου, που μπορούν να φέρνουν σήμερα στην Αττική 600.000.000 m³ νερού ετησίως, επαρκούν για να καλύπτουν τις ανάγκες της Αττικής μόνο μέχρι το 2030, αν συνεχιστούν οι σημερινές τάσεις κατανάλωσης νερού (Ε.ΥΔ.Α.Π., 2008).

Προκύπτει επομένως το συμπέρασμα ότι οι αυξανόμενες ανάγκες και πολλαπλές απαιτήσεις για χρήση νερού, σε συνδυασμό με τη μείωση των υδατικών διαθεσίμων και την υποβάθμιση των υδατικών πόρων από την αλόγιστη χρήση και ρύπανση, ως συνέπεια των δραστηριοτήτων ανθρωπογενούς προέλευσης,

καθιστούν αναγκαία μια πιο ορθολογική αντιμετώπιση της χρήσης του νερού. Η ανάγκη αυτή γίνεται επιτακτική στο πλαίσιο της γενικότερης επιδίωξης για μια στρατηγική βιώσιμης ανάπτυξης, που θα συνδυάζει την ταυτόχρονη επίτευξη των στόχων της οικονομικής ανάπτυξης, της κοινωνικής δικαιοσύνης και της προστασίας του περιβάλλοντος στο παρόν και στο μέλλον (Λέκκας, 1996).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε αναφορά στην οικιακή κατανάλωση του νερού και τονίστηκε η ανάγκη ορθολογικότερης διαχείρισης της ζήτησης του νερού. Στο γενικότερο πλαίσιο διαχείρισης της κατανάλωσης νερού, είναι ζωτικής σημασίας να αναλυθούν και να γίνουν κατανοητά τα χαρακτηριστικά της κατανάλωσης νερού: Πώς διαμορφώνεται η κατανάλωση νερού, ποιοι παράγοντες την καθορίζουν, πώς η κατανάλωση ανταποκρίνεται στις αλλαγές του εισοδήματος και τις σχετικές τιμές και τελικά πώς θα διαμορφωθεί η μελλοντική ζήτηση (Griffin και Sickles, 2001, Arbues et al., 2003).

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται επισκόπηση των ερευνών που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, οι οποίες σχετίζονται με τους παράγοντες που επηρεάζουν την οικιακή κατανάλωση του νερού. Στόχος της βιβλιογραφικής επισκόπησης είναι η καταγραφή των μεταβλητών που επιδρούν θετικά ή αρνητικά στην οικιακή κατανάλωση του νερού και η συγκέντρωση πληροφοριών σχετικά με τις στατιστικές μεθόδους που εφαρμόστηκαν και τα αποτελέσματα προηγούμενων σχετικών ερευνών.

3.1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ

Τα μοντέλα κατανάλωσης νερού για αστική χρήση στην Ελλάδα και ιδιαίτερα στη μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας έχουν αλλάξει με την πάροδο του χρόνου, λόγω της αύξησης του εισοδήματος και της μεταβολής άλλων μεταβλητών, όπως ο καιρός ή, ακριβέστερα, η θερμοκρασία (Bithas και Stoforos, 2006).

Οι παράγοντες που προσδιορίζουν την κατανάλωση του νερού και αναφέρονται στη σχετική βιβλιογραφία είναι πολλοί. Στους ανθρώπινους παράγοντες που επιδρούν στην κατανάλωση νερού των νοικοκυριών ή την κατά κεφαλήν κατανάλωση περιλαμβάνονται η αύξηση του πληθυσμού (EEA, 2001, OFWAT, 2000), ο αριθμός μελών των νοικοκυριών (OFWAT, 2000, AWWArf, 2001), προσωπικές συνήθειες των καταναλωτών και αλλαγές στον τρόπο ζωής που σχετίζονται με την πρόοδο της τεχνολογίας (Princen, 1999, EEA, 2001), αλλά και οι τοπικές πολιτιστικές νόρμες (Maddaus et al., 1996). Επιπλέον, την κατανάλωση προσδιορίζουν η τιμή του νερού, το εισόδημα του καταναλωτή, ο αριθμός των οικιακών συσκευών ενός νοικοκυριού (πλυντήριο ρούχων, πλυντήριο πιάτων), ο αριθμός αυτοκινήτων μιας οικογένειας και η συχνότητα πλυσίματός τους, οι συνήθειες που αφορούν την προσωπική υγιεινή (ντους, ξύρισμα, βούρτσισμα δοντιών), το μέγεθος της κατοικίας, η ύπαρξη κήπου και το μέγεθός του, η ύπαρξη πισίνας, η πληροφόρηση/ενημέρωση των καταναλωτών σε ζητήματα εξοικονόμησης νερού, καθώς και οι κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, βροχοπτώσεις).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθούμε στο διαχωρισμό που συχνά γίνεται στη βιβλιογραφία και αφορά στην «εσω-οικιακή» και την «εξω-οικιακή» κατανάλωση. Έτσι, στην εσω-οικιακή κατανάλωση περιλαμβάνονται οι χρήσεις του νερού που αφορούν την πόση, την προσωπική υγιεινή, την καθαριότητα του σπιτιού, το πλύσιμο των ρούχων, το πλύσιμο των πιάτων και το μαγείρεμα. Η εξω-οικιακή κατανάλωση αφορά στο πότισμα των κήπων, στο πλύσιμο του αυτοκινήτου και στο νερό της πισίνας.

Στη συνέχεια αναλύονται μερικοί από τους προσδιοριστικούς αυτούς παράγοντες.

Χαρακτηριστικά του νοικοκυριού

Τα χαρακτηριστικά των νοικοκυριών αποτελούν σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την κατανάλωση νερού. Το μέγεθος του νοικοκυριού χρησιμοποιήθηκε σε αρκετά μοντέλα κατανάλωσης νερού (Nieswiadomy και Molina, 1989, Nieswiadomy, 1992, Renwick et al., 1998, Dandy et al., 1997),

έχοντας στατιστικά σημαντική θετική επίδραση στην κατανάλωση. Είναι προφανές ότι πολυμελείς οικογένειες καταναλώνουν περισσότερο νερό.

Οι Nauges και Thomas (2000) έδειξαν ότι ο αριθμός των μελών δεν είναι ο μόνος παράγοντας που επηρεάζει την κατανάλωση σε ένα νοικοκυριό, αλλά και η σύσταση της οικογένειας. Σύμφωνα με τους ίδιους, σε οικογένειες με πολλά παιδιά και εφήβους παρουσιάζεται μεγαλύτερη κατανάλωση νερού. Ο Lyman (1992) και οι Nieswiadomy και Molina (1989) έδειξαν επίσης ότι η ηλικία των μελών ενός νοικοκυριού επηρεάζει την κατανάλωση νερού.

Οι Nancarrow et al. (2004), αξιολογώντας τον τρόπο ζωής (lifestyle) των ατόμων σε σχέση με την κατανάλωση νερού, διαπίστωσαν ότι οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την εσω-οικιακή κατανάλωση νερού είναι το εισόδημα, το μέγεθος της οικογένειας και η ύπαρξη διάφορων συσκευών, όπως τα πλυντήρια πιάτων, οι συσκευές υδρομασάζ και τα κλιματιστικά μηχανήματα.

Την εσω-οικιακή κατανάλωση νερού ενός νοικοκυριού επηρεάζει και το καθεστώς κατοίκησης (ιδιοκατοίκηση ή ενοικίαση) του νοικοκυριού, σύμφωνα με τους Mitchell (2001) και Turner et al. (2004).

Τύπος και μέγεθος κατοικίας

Οι Troy και Holloway (2004) διαπίστωσαν ότι ο τύπος της κατοικίας έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην κατανάλωση νερού και έδειξαν ότι οι ανεξάρτητες κατοικίες εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά κατανάλωσης νερού.

Το μέγεθος της κατοικίας επιδρά θετικά στην κατανάλωση του νερού σύμφωνα με τους Barkatullah (2002) και Renzetti (2002), ενώ και ο Dzisiak (1999) χρησιμοποίησε τον αριθμό δωματίων των κατοικιών, αποδεικνύοντας ότι είναι στατιστικά σημαντική μεταβλητή σε ένα μοντέλο κατανάλωσης νερού.

Από την έρευνα που πραγματοποίησαν οι Cheruseril και Arrowsmith (2007), διαπίστωσαν ότι η κατανάλωση του νερού αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού των μονοκατοικιών και των επιχειρήσεων σε μια περιοχή. Σύμφωνα με τους ίδιους, το ποσοστό των κατοικιών στις οποίες διαμένουν οι ιδιοκτήτες

(ιδιοκατοίκηση), η πυκνότητα των κατοικιών και το επίπεδο εκπαίδευσης των μελών ενός νοικοκυριού επηρεάζουν επίσης την κατανάλωση νερού.

Οι Campbell et al. (2004) διαπίστωσαν ότι η κατανάλωση του νερού αυξάνεται ανάλογα με την αξία του ακινήτου, ενώ άλλοι ερευνητές συμπεριέλαβαν το μέγεθος του οικοπέδου ως μια σημαντική μεταβλητή (Renwick et al., 1998, Dandy et al., 1997, Lyman, 1992). Σπίτια σε μεγαλύτερα οικοπέδα αναμένεται να έχουν μεγαλύτερη εξω-οικιακή κατανάλωση νερού, σύμφωνα με τους Renwick και Green (1999). Την εξω-οικιακή κατανάλωση νερού επηρεάζουν το μέγεθος του οικοπέδου και η πυκνότητα πληθυσμού σύμφωνα με τους Maddaus et al. (1996).

Σύμφωνα με τον Höglund (1999), όσο αυξάνεται το μέγεθος της κατοικίας αυξάνεται και η κατανάλωση του νερού, όχι όμως κατ' απόλυτη αναλογία, καθώς η κατανάλωση αυξάνεται σε μικρότερο βαθμό. Όπως αναφέρει ο ίδιος, οι ανεξάρτητες ισόγειες μονοκατοικίες συνεπάγονται συνήθως την ύπαρξη κήπου και άρα μεγαλύτερη εξω-οικιακή κατανάλωση νερού, ενώ στα διαμερίσματα πολυκατοικιών η κατανάλωση νερού για εξω-οικιακή χρήση περιορίζεται.

Σε ό,τι αφορά την κατανάλωση νερού σε έναν κήπο, αυτή εξαρτάται από το μέγεθος του κήπου (Hewitt και Hanemann, 1995), από τη συχνότητα ποτίσματος των φυτών (Lyman, 1992) και από την ύπαρξη πισίνας (Dandy et al., 1997). Σε ένα σπίτι με κήπο, η χρήση νερού στους εξωτερικούς χώρους θα είναι σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με ένα διαμέρισμα, στο οποίο αναλογούν μόνο λίγα τετραγωνικά από τον κοινόχρηστο χώρο ή και καθόλου.

Ωστόσο, παρ' ότι εκείνοι που ζουν σε μονοκατοικίες έχουν πολύ μεγαλύτερες ευκαιρίες να χρησιμοποιήσουν το νερό, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης στον κήπο ή την περιοχή του γκαζόν, έρευνα για την κατανάλωση νερού στο Σίδνεϊ, που πραγματοποίησαν οι Troy et al. (2005), έδειξε ότι η κατά κεφαλήν κατανάλωση νερού των κατοίκων σε μονοκατοικίες δεν είναι ουσιαστικά μεγαλύτερη από την κατανάλωση εκείνων που ζουν σε διαμερίσματα. Αυτό που ουσιαστικά υπονοεί η συγκεκριμένη έρευνα ότι υπάρχει μικρή πραγματική

διαφορά στην κατά κεφαλήν κατανάλωση νερού μεταξύ κατοίκων διαφορετικού τύπου κατοικιών.

Εισόδημα

Οι Renwick και Green (1999) έδειξαν ότι το εισόδημα των νοικοκυριών αποτελεί μια στατιστικά σημαντική μεταβλητή που επηρεάζει θετικά την κατανάλωση νερού, ενώ ο Barkatullah (2002) εισήγαγε στο μοντέλο κατανάλωσης νερού το εισόδημα σε συνδυασμό με την αξία των ακινήτων. Το εισόδημα του νοικοκυριού επηρεάζει θετικά την εσω-οικιακή κατανάλωση νερού σύμφωνα με τους Jones και Morris (1984) και Moncur (1987).

Συχνά στη βιβλιογραφία αναφέρεται η αδυναμία απόκτησης δεδομένων για το εισόδημα, εξαιτίας του φόβου που εκφράζουν τα μέλη των νοικοκυριών να απαντήσουν σε σχετικές ερωτήσεις. Σε αυτές τις περιπτώσεις, χρησιμοποιήθηκε εναλλακτικά η αξία των ακινήτων, αποδεικνύοντας ότι σε περιοχές όπου η αξία των ακινήτων ήταν υψηλή, τα επίπεδα κατανάλωσης νερού ήταν επίσης υψηλά (Primeaux και Hollman, 1973, Nieswiadomy και Molina, 1989, Dandy et al., 1997). Ο Höglund (1999) συμπεριλαμβάνει στο μοντέλο του το μέσο ακαθάριστο οικογενειακό εισόδημα, ενώ και οι Gunatilake et al. (2001) χρησιμοποιούν δεδομένα από μια προηγούμενη έρευνα σχετικά με το συνολικό εισόδημα των νοικοκυριών, αποδεικνύοντας ότι επηρεάζει θετικά την κατανάλωση του νερού.

Το κόστος του νερού καταλαμβάνει ένα συγκεκριμένο ποσοστό του εισοδήματος του καταναλωτή. Σύμφωνα με αρκετές έρευνες, οι καταναλωτές με υψηλά εισοδήματα εμφανίζουν πολύ χαμηλό επίπεδο αντίληψης της κατανάλωσής τους, καθώς το ποσό του λογαριασμού του νερού δεν αποτελεί παρά ένα πολύ μικρό μέρος του εισοδήματός τους (Hanke και de Maré, 1982, Agthe και Billings, 1987, 1997, Saleth και Dinar, 2000).

Σύμφωνα με τους Dube και Van der Zaag (2003), παρουσιάζεται διαφοροποίηση στην κατανάλωση νερού μεταξύ ατόμων χαμηλού και υψηλού εισοδήματος, σε αστικό περιβάλλον. Οι Renwick και Archibald (1998) έδειξαν ότι η τιμή του

νερού είχε πολύ μεγαλύτερη επίδραση στα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος στη Νότια Καρολίνα σε σχέση με τα νοικοκυριά υψηλότερου εισοδήματος, αντανakλώντας το μεγαλύτερο μερίδιο του συνολικού εισοδήματος που αφορά ο λογαριασμός του νερού. Ωστόσο, οι Dalhuisen et al. (2003) κατέληξαν στο αντίθετο συμπέρασμα, καθώς βρήκαν ότι τα νοικοκυριά υψηλού εισοδήματος ήταν αυτά τα οποία παρουσίασαν μεγαλύτερη αντίδραση στο ενδεχόμενο αύξησης της τιμής του νερού. Οι Mansur και Olmstead (2007) έδειξαν ότι ενδεχόμενη αύξηση της τιμής του νερού θα προκαλούσε μεγαλύτερη μείωση της κατανάλωσης νερού στα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος σε σχέση με αυτά υψηλότερου εισοδήματος.

Επίπεδο εκπαίδευσης

Τα άτομα με υψηλότερα επίπεδα εκπαίδευσης αναμένεται να έχουν περισσότερες γνώσεις σχετικά με την αναγκαιότητα εξοικονόμησης του νερού και να είναι περισσότερο κοινωνικά και περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένα. Επομένως, τα νοικοκυριά των οποίων τα μέλη είναι υψηλότερου μορφωτικού επιπέδου θα ήταν αναμενόμενο να εμφανίζουν μεγαλύτερη προθυμία στο να αλλάξουν τις συνήθειές τους και να μειώσουν την κατανάλωση νερού, σε σχέση με τα υπόλοιπα νοικοκυριά. Ωστόσο, έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Σίδνεϊ (Troy et al., 2005) έδειξε ότι τα νοικοκυριά σε περιοχές με μεγάλα ποσοστά κατοίκων υψηλού μορφωτικού επιπέδου συνδέονται με τη μεγαλύτερη μέση κατανάλωση νερού.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Μελβούρνη (Cheruseril και Arrowsmith, 2007) διαπιστώθηκε ότι το επίπεδο εκπαίδευσης επηρεάζει θετικά, σε στατιστικά σημαντικό βαθμό, την κατανάλωση νερού.

Εποχιακές και Κλιματικές συνθήκες

Οι περισσότεροι ερευνητές βρήκαν ότι οι αλλαγές των εποχών και του κλίματος επηρεάζουν την κατανάλωση νερού. Χρησιμοποίησαν, ωστόσο, διαφορετικές μεταβλητές: Οι Billings και Agthe (1980) και Billings (1982) χρησιμοποιούν την εξατμισοδιαπνοή, οι Howe και Linaweaver (1967) τη βροχόπτωση κατά τους

καλοκαιρινούς μήνες και τη μέγιστη ημερήσια εξατμισοδιαπνοή, οι Dandy et al. (1997) την υγρασία, οι Ayadi et al. (2003) τη βροχόπτωση, ενώ οι Foster και Beattie (1981) τη βροχόπτωση μόνο κατά τις καλλιεργητικές περιόδους. Τις κλιματικές μεταβολές, καθώς και τις επιπτώσεις τους στην κατανάλωση του νερού ταυτοποίησε και ο 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). Οι Chesnutt και McSpadden (1991), για να συμπεριλάβουν την επίδραση της εποχικότητας, χρησιμοποίησαν τη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία του αέρα και τη συνολική μηνιαία βροχόπτωση. Τη θερμοκρασία χρησιμοποίησαν στα μοντέλα τους αρκετοί ερευνητές (Nieswiadomy, 1992, Renwick et al., 1998, Rizaiza Abu, 1991), ενώ οι Renwick et al. (1998), εκτός από τη θερμοκρασία, χρησιμοποίησαν και μεταβλητές για το κλίμα και τις εποχές. Σύμφωνα με την Maddaus (2001), το κλίμα και η εξατμισοδιαπνοή επηρεάζουν την εξω-οικιακή κατανάλωση νερού.

Μεγαλύτερη κατανάλωση νερού φαίνεται να γίνεται κατά τις περιόδους βροχοπτώσεων, ασχέτως της έντασης της βροχής, γεγονός που ερμηνεύεται κυρίως με βάση ψυχολογικούς παράγοντες (Martínez-Espíñeira, 2001). Επίσης, το ιδιαίτερο κλίμα της περιοχής πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, καθώς ένα θερμότερο κλίμα συνεπάγεται μεγαλύτερη κατανάλωση νερού (Nieswiadomy και Molina, 1991).

Η κατανάλωση του νερού διαφοροποιείται ανάλογα με την εποχή (τους χειμερινούς μήνες παρατηρείται μείωση της κατανάλωσης και τους καλοκαιρινούς αύξηση). Οι εποχιακές τάσεις ως προς την κατανάλωση νερού ελήφθησαν υπόψη στην έρευνα των Troy et al. (2005), στην οποία παρουσιάζεται σαφής παραλλαγή στην κατανάλωση νερού μεταξύ καλοκαιρινής και χειμερινής περιόδου.

Οι Foster και Beattie (1979) και οι Reid Crowther & Partners (1992) έδειξαν ότι οι εποχιακές διακυμάνσεις ως προς την κατανάλωση νερού εξαρτώνται από τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας μιας περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, οι Foster και Beattie (1979) καθόρισαν ότι η επίδραση των εποχιακών αλλαγών στη

μελέτη τους εξαρτήθηκε από τη γεωγραφική θέση των περιοχών, η οποία με τη σειρά της υπαγόρευσε τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας. Αντίστοιχα, οι Reid Crowther & Partners (1992) κατέδειξαν μια ευδιάκριτη εποχιακή αιχμή, που αντιστοιχεί στις περιόδους άνοιξης και καλοκαιριού. Στην ίδια έρευνα σημειώνεται επίσης η εξαιρετικά υψηλή συσχέτιση ενός δείκτη ξηρασίας (σχετική ξηρότητα) με την κατανάλωση νερού σε ένα δήμο.

Τέλος, η κατανάλωση νερού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού δείχνει να είναι περισσότερο ελαστική σε ό,τι αφορά την αύξηση της τιμής, σε σχέση με το χειμώνα, όπου η ζήτηση είναι λιγότερο ευαίσθητη στις πιθανές διακυμάνσεις της τιμής (Carver και Boland, 1980, Howe, 1982, Griffin και Chang, 1990, Renzetti, 1992, Lyman, 1992, Dandy et al., 1997). Έρευνα των Dandy et al. (1997) έδειξε ότι οποιαδήποτε αύξηση της τιμής του νερού θα επέφερε μεγαλύτερη μείωση της κατανάλωσης το καλοκαίρι απ' ό,τι το χειμώνα.

Τιμή του νερού – Τιμολογιακή πολιτική

Πολλές έρευνες εστίασαν στη μελέτη μείωσης της κατανάλωσης λόγω αύξησης της τιμής του νερού. Αυτό όπως που καταρχήν προβλημάτισε σε ό,τι αφορά την επίδραση της τιμής του νερού στην κατανάλωσή του και απασχόλησε τους ερευνητές είναι το ερώτημα που αναφέρεται πολύ συχνά στη βιβλιογραφία και σχετίζεται με το κατά πόσο σε ένα μοντέλο κατανάλωσης νερού θα πρέπει ως μεταβλητή για την τιμή του νερού να εισάγεται η μέση τιμή ή η οριακή τιμή ή/και η διαφορά τους. Ωστόσο, παρά τη μεγάλη συζήτηση που έχει προκληθεί, ομοφωνία στο ζήτημα αυτό δεν έχει ακόμη επιτευχθεί.

Οι Howe και Linaweaver (1967) υποστήριξαν ότι η εισαγωγή μόνο της οριακής τιμής στο μοντέλο οδηγεί σε λανθασμένα συμπεράσματα. Ο Taylor (1975) πρότεινε μια εναλλακτική μέθοδο, συμπεριλαμβάνοντας στο μοντέλο δύο μεταβλητές για την τιμή του νερού. Ο Nordin (1976) τροποποίησε το μοντέλο του Taylor, υποστηρίζοντας ότι η δεύτερη μεταβλητή θα πρέπει να είναι η διαφορά μεταξύ του πραγματικού ποσού του λογαριασμού των καταναλωτών και του ποσού που θα πλήρωναν, αν η χρέωση για κάθε μονάδα της κατανάλωσής τους ισούταν με την οριακή τιμή (σε περιπτώσεις κλιμακούμενης

χρέωσης). Οι Billings και Agthe (1980) αλλά και οι Jones και Morris (1984) εφάρμοσαν ως μεταβλητή τη διαφορά αυτή, αποδεικνύοντας ότι είναι στατιστικά σημαντική. Η διαφορά ως μεταβλητή για την τιμή χρησιμοποιήθηκε και σε πιο πρόσφατη έρευνα στη Βορειοδυτική Ισπανία (Martínez-Espíñeira, 2001). Μάλιστα, σύμφωνα με την οικονομική θεωρία, σε μια εξίσωση κατανάλωσης νερού οι συντελεστές της μεταβλητής της διαφοράς αυτής και της μεταβλητής του εισοδήματος θα πρέπει να έχουν το ίδιο μέγεθος αλλά αντίθετο πρόσημο. Όπως έχει αποδειχθεί εμπειρικά, το πρόσημο των δύο αυτών συντελεστών είναι πράγματι αντίθετο, ωστόσο ο συντελεστής του εισοδήματος είναι μεγαλύτερος (Milutinovic, 2006).

Οι Billings και Agthe (1980) και Billings (1982) υποστήριξαν επίσης ότι η εισαγωγή μόνο της μέσης τιμής στο μοντέλο οδηγεί σε λιγότερο ακριβή αποτελέσματα, καθώς αγνοεί την επίδραση που έχουν στην κατανάλωση νερού οι διαφορετικές τιμές. Παρ' όλα αυτά, σε αρκετές παλαιότερες έρευνες σχετικά με την κατανάλωση του νερού χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή η μέση τιμή του νερού (Wong, 1972, Young, 1973, Foster και Beattie, 1979). Οι Foster και Beattie (1981), μάλιστα, διαπίστωσαν στην έρευνά τους ότι το μοντέλο του Nordin (συνδυασμός οριακής τιμής και διαφοράς) δεν διέφερε σημαντικά από το μοντέλο στο οποίο χρησιμοποιείται η μέση τιμή. Δίνουν επίσης έμφαση σε ερωτήματα σχετικά με το κατά πόσο οι καταναλωτές γνωρίζουν τον τρόπο τιμολόγησης ή τις οριακές τιμές και άρα κατά πόσο η συμπεριφορά τους επηρεάζεται στην πραγματικότητα από τη μέση τιμή.

Σε μεταγενέστερες και πιο πρόσφατες, ωστόσο, έρευνες εφαρμόστηκε το μοντέλο του Nordin (Renwick και Archibald, 1998, Renwick et al., 1998, Dandy et al., 1997, Nieswiadomy και Molina, 1989). Οι Chicoine και Ramamurthy (1986) εστίασαν στο να βρουν ποια είναι η τιμή η οποία επηρεάζει τη συμπεριφορά των καταναλωτών και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σε ένα μοντέλο κατανάλωσης πρέπει να εισάγονται δύο μεταβλητές για την τιμή του νερού και όχι μόνο η οριακή τιμή του. Ο Höglund (1999), σε μια έρευνα που πραγματοποίησε μεταξύ νοικοκυριών της Σουηδίας, διαπίστωσε ότι η

καταναλωτική συμπεριφορά διαφοροποιείται σε σχέση τόσο με την οριακή όσο και με τη μέση τιμή του νερού.

Τελικά, το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν πολλοί ερευνητές είναι ότι η επιλογή μεταξύ διαφορετικών τρόπων προσδιορισμού της τιμής βασίζεται σε εμπειρικούς παρά σε θεωρητικούς παράγοντες. Οι Foster και Beattie (1979, 1981) υποστηρίζουν ότι το αντιπροσωπευτικό μέγεθος βάσει του οποίου συμπεριφέρονται οι καταναλωτές θα πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο έρευνας, διαθέτοντας τα κατάλληλα δεδομένα, κάτι με το οποίο συμφώνησε και ο Oraluch (1982). Για παράδειγμα, αν οι καταναλωτές θεωρούν ότι το ποσό του λογαριασμού του νερού είναι καθοριστικό, θα φροντίσουν ώστε να πληροφορηθούν σχετικά με τον τρόπο τιμολόγησης και τα ακριβή στοιχεία κατανάλωσής τους. Από την άλλη, αν ο λογαριασμός του νερού αφορά σε πολύ μικρό ποσοστό του εισοδήματός τους, το ενδιαφέρον των καταναλωτών στρέφεται προς τη μέση τιμή (Nieswiadomy, 1992, Shin, 1985).

Οι διάφορες μεταβλητές σχετικά με την τιμή του νερού τις οποίες χρησιμοποίησαν στα μοντέλα κατανάλωσης νερού διάφοροι ερευνητές παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.1), όπου AP (Average Price) είναι η Μέση τιμή, MP (Marginal Price) είναι η Οριακή τιμή και D (Difference) είναι η Διαφορά, όπως αυτή ορίστηκε στο μοντέλο του Nordin. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζονται τα ονόματα των ερευνητών, το είδος του στατιστικού μοντέλου που εφαρμόστηκε, οι περιοχές μελέτης και οι τιμές ελαστικότητας της τιμής του νερού.

Σε ό,τι αφορά, επιπρόσθετα, την επίδραση που θα είχε στην κατανάλωση νερού ενδεχόμενη αύξηση της τιμής του, σύμφωνα με τους Agthe και Billings (1996), αυτή περιορίζει σημαντικά τόσο την εσω-οικιακή όσο και την εξω-οικιακή κατανάλωση του νερού. Όπως άλλωστε φαίνεται στην τελευταία στήλη του Πίνακα 3.1, οι διάφορες τιμές ελαστικότητας της τιμής του νερού έχουν σε κάθε περίπτωση αρνητικό πρόσημο, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι αύξηση της τιμής του νερού οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσής του.

Πίνακας 3.1: Αποτελέσματα διεθνών ερευνών για την οικιακή κατανάλωση νερού

Summary of price elasticities in some studies of residential water demand				
Authors		Study area	Price variable	Price Elasticity
Howe and Linaweaver (1967)*		USA	AP	-0.23
Gibbs (1978)*		Miami, Florida		-0.51
Foster and Beattie (1980)	Exponential	USA	AP	-0.35 to -0.76
Billings (1982)	Lin/Log	Tucson, Arizona	MP & D	-0.66/-0.56
Schefter and David (1985)*		Wisconsin		-0.12
Chicoine et al. (1986)*		Illinois		-0.71
Chicoine and Ramamurthy (1986)	Linear	Illinois	MP (AP)	-0.6 on MP
Nieswiadomy and Molina (1989)	Linear	Denton, Texas	MP & D	-0.86
Griffin and Chang (1990)	Linear	USA	AP	-0.16 to -0.37
Riazaiza (1991)	Logarithmic	Saudi Arabia	AP	-0.4 to -0.78
Hansen (1996)*		Copenhagen, Denmark		-0.10
Renwick and Archibald (1997)	Linear	California	MP & D	-0.33
Hoglund (1997)	Linear	Sweden	MP & AP	-0.20 on AP
Dandi et al. (1997)	Linear	Australia	MP & D	-0.63 to -0.77
Renwick, Green, McCorkle (1998)	Logarithmic	California	MP & D	-0.16 to -0.21
Nauges and Thomas (2000)	Linear	France	AP (&MP)	-0.22
Ayadi et al.(2003)	Logarithmic	Tunisia	AP	-0.17

* Data from Nauges and Thomas (2000)

Πηγή: Milutinovic, 2006

Πολλοί άλλοι ερευνητές οδηγήθηκαν στο ίδιο συμπέρασμα υπολογίζοντας την ελαστικότητα της τιμής (Espey et al., 1997, Dalhuisen et al., 2003, Olmstead et al., 2007). Αντίθετα, η μελέτη των Musolesi και Nosvelli (2005) έδειξε ότι οι αλλαγές στην τιμή του νερού θα μπορούσαν να ασκήσουν πολύ μικρή επίδραση στην κατανάλωση, καθώς το νερό διανέμεται σε ένα δημόσιο μονοπωλιακό καθεστώς, στο οποίο η τιμή καθορίζεται βάσει πολιτικών αποφάσεων και, για αυτόν το λόγο, δεν μπορεί να συνδεθεί με άλλες οικονομικές ή κοινωνικές μεταβλητές.

Τέλος, αναφορικά με τις πολιτικές τιμολόγησης του νερού οι οποίες εφαρμόζονται –και οι οποίες διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των φορέων που παρέχουν νερό στους καταναλωτές–, οι Qdais και Nassay (2001) βρήκαν ότι η κατανάλωση νερού στο Abu Dhabi μειώθηκε σημαντικά όταν εφαρμόστηκε

διαφορετική πολιτική τιμολόγησης. Η τιμολόγηση του νερού πρέπει σαφώς να αποσκοπεί στην ισότητα, τη δημόσια υγεία, την οικονομική σταθερότητα, την κοινωνική αποδοχή και τη διαφάνεια (Arbues et al., 2003). Μεγάλη συζήτηση όμως έχει προκληθεί σχετικά με την υιοθέτηση κατάλληλων πολιτικών τιμολόγησης, η διαμόρφωση των οποίων προϋποθέτει την ύπαρξη ενός ορισμού για την κοστολόγηση του νερού. Αν και η αναφορά των διαφορετικών –και πολυάριθμων– προσεγγίσεων σε ό,τι αφορά τον τρόπο κοστολόγησης του νερού δεν εντάσσεται στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, ενδεικτικά αναφέρουμε ότι οι Myloroulos και Kolokytha (1996) υποστηρίζουν ότι κατά τη διαμόρφωση του πραγματικού κόστους του νερού θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη το άμεσο κόστος (κεφάλαιο, εργασία, μεταφορά, επεξεργασία, διανομή), το κόστος ευκαιρίας (εναλλακτική χρήση του νερού) και το περιβαλλοντικό κόστος (εξάντληση και υποβάθμιση του νερού).

Τεχνολογική πρόοδος

Η επίδραση της τεχνολογικής προόδου στην κατανάλωση νερού αποδείχθηκε σχετικά πρόσφατα. Σύμφωνα με αρκετές έρευνες, ατομικές πρωτοβουλίες υιοθέτησης τεχνολογιών εξοικονόμησης νερού αλλά και η εφαρμογή πολιτικών που δεν σχετίζονται με την τιμή του νερού, όπως εκστρατείες ενημέρωσης του κοινού ή διάθεση δωρεάν συσκευών εξοικονόμησης νερού, οδήγησαν σε μείωση της κατανάλωσης (Aher et al., 1991, Anderson et al., 1993, Mayer et al., 1998).

Ο τύπος των συσκευών που καταναλώνουν νερό σε ένα νοικοκυριό παίζει σημαντικό ρόλο στη συνολική κατανάλωση νερού του νοικοκυριού, σύμφωνα με τους Mayer et al. (2004) και Decook et al. (1988). Οι Renwick και Archibald (1998) έδειξαν ότι αύξηση του αριθμού τουαλετών χαμηλής ροής κατά μία μονάδα προκαλεί 10% μείωση της κατανάλωσης νερού σε ένα νοικοκυριό, ενώ, αντίστοιχα, οι Chesnutt et al. (1992) βρήκαν ότι προκαλεί 11% μείωση της κατανάλωσης. Οι Renwick και Archibald (1998) έδειξαν επίσης ότι οι τουαλέτες και οι ντουζιέρες χαμηλής ροής εξοικονομούν νερό, διαθέτοντας τις κατάλληλες τεχνολογίες, και εξασφαλίζουν σημαντική και διαρκή μείωση της κατανάλωσης, χωρίς να απαιτείται καμία αλλαγή της συμπεριφοράς των καταναλωτών. Την

εξω-οικιακή κατανάλωση νερού επηρεάζει σημαντικά το σύστημα ποτίσματος του κήπου, σύμφωνα με τους Renwick και Archibald (1998) και Syme et al. (2004).

Οι Mayer et al. (1998) και ο Davis (2006) αναφέρουν ότι η μείωση που επιτεύχθηκε με την υιοθέτηση τεχνολογιών εξοικονόμησης νερού ήταν μικρότερη από την αναμενόμενη, καθώς παρατηρήθηκε αλλαγή στη συμπεριφορά των καταναλωτών: περισσότερη ώρα με ανοικτή βρύση, μεγαλύτερη διάρκεια του ντους.

Αντίθετα, οι Renwick και Green (1999) βρήκαν μηδενική επίδραση τέτοιων τεχνολογιών στην κατανάλωση, ενώ τον προβληματισμό τους εξέφρασαν και οι Brown & Caldwell Consulting Engineers (1984) και Nieswiadomy (1992), λόγω του ότι οι καταναλωτές, γνωρίζοντας πως καταγράφονταν οι συνήθειές τους, ήταν πιο προσεκτικοί και άρα τα συμπεράσματα που προκύπτουν στις έρευνες αυτές δεν είναι ασφαλή.

Τέλος, στον τομέα της τεχνολογικής προόδου θα πρέπει να αναφερθεί και το θέμα των μεθόδων καταμέτρησης του νερού που καταναλώνεται, καθώς έχει αποδειχθεί ότι η ορθή και τακτική μέτρηση του καταναλισκόμενου νερού οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης κατά 10% έως 35% (Lund, 1988). Σύμφωνα με τον ίδιο, η σωστή καταμέτρηση ανταμείβει στην ουσία εκείνους οι οποίοι εμφανίζουν μικρότερη κατανάλωση, καθώς πληρώνουν μικρότερα ποσά στο λογαριασμό τους. Η αναφορά, ωστόσο, στο θέμα αυτό είναι πέρα από το πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

3.2. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Έρευνα για τους παράγοντες που επηρεάζουν την οικιακή κατανάλωση νερού στην πόλη Phoenix της Αριζόνα, πραγματοποιήθηκε από το Τμήμα Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου της πολιτείας της Αριζόνα (Wentz και Gober, 2007). Οι παράγοντες που ελήφθησαν υπόψη αντιπροσώπευαν τόσο την εσω-οικιακή

κατανάλωση όσο και την εξω-οικιακή. Στην πρώτη κατηγορία συμπεριέλαβαν το μέγεθος του νοικοκυριού, τον αριθμό και τη χρήση συσκευών, όπως πλυντήριο πιάτων, πλυντήριο ρούχων και ντουζιέρα. Στη δεύτερη κατηγορία (εξω-οικιακή κατανάλωση), ως κύριο παράγοντα θεώρησαν την ύπαρξη πισίνας. Για την ανάλυση των δεδομένων τους χρησιμοποίησαν δύο μοντέλα, τα οποία και σύγκριναν. Το πρώτο μοντέλο ήταν ένα ολικό μοντέλο, βασισμένο στη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων, και το δεύτερο ένα τοπικό μοντέλο, βασισμένο στη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (GWR). Από τα συμπεράσματα της έρευνας προέκυψε ότι το μέγεθος του νοικοκυριού, η ύπαρξη πισίνας, το τοπίο, το μέγεθος του οικοπέδου και η επιρροή των γειτόνων ήταν οι πιο καθοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση του νερού (Wentz και Gober, 2007).

Μια άλλη έρευνα, που πραγματοποιήθηκε στη Μελβούρνη (Cheruseril και Arrowsmith, 2007), επιχείρησε να καθορίσει τους δημογραφικούς και κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση του νερού, χρησιμοποιώντας μεθόδους πολυμεταβλητής ανάλυσης και τεχνικών Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (Geographical Information Systems – GIS). Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η ηλικία, το εισόδημα και το επίπεδο εκπαίδευσης των μελών των νοικοκυριών, το καθεστώς κατοίκησης (ιδιοκατοίκηση ή ενοικίαση), ο τύπος κατοικίας, καθώς και γεωγραφικές μεταβλητές, όπως η απόσταση από το εμπορικό κέντρο της πόλης. Στην έρευνα, η οποία πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο ταχυδρομικού τομέα, χρησιμοποιήθηκε ως εξαρτημένη μεταβλητή το ποσό της κατανάλωσης όπως αυτό καταγράφηκε και τιμολογήθηκε στους αντίστοιχους λογαριασμούς και εφαρμόστηκε παραγοντική ανάλυση και ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης. Ως κύριο συμπέρασμα της έρευνας προέκυψε η στατιστικά σημαντική θετική επίδραση του αριθμού των μονοκατοικιών και των επιχειρήσεων στην κατανάλωση νερού (Cheruseril και Arrowsmith, 2007).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την οικιακή κατανάλωση νερού και το κατά πόσο υπάρχουν διαφοροποιήσεις στην κατανάλωση μεταξύ νοικοκυριών υψηλού και χαμηλού εισοδήματος ήταν το αντικείμενο της έρευνας που

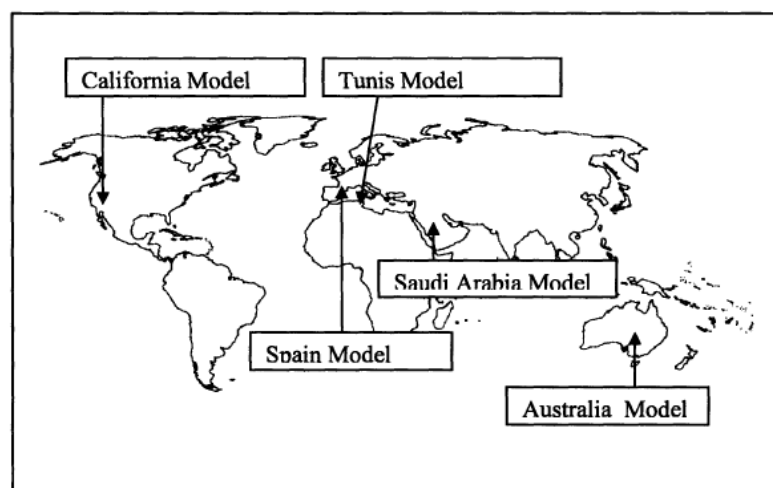
πραγματοποιήθηκε στο Cape Town της Νότιας Αφρικής (Jansen και Schulz, 2006). Η έρευνα αφορούσε στη χρονική περίοδο 1998–2003, ενώ διανεμήθηκαν ερωτηματολόγια σε 275 νοικοκυριά, τα οποία διαχωρίστηκαν σε ομάδες με βάση το εισόδημα. Το κύριο συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν μετά την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διαφοροποιείται σε σχέση με τη βιβλιογραφία, καθώς έδειξαν ότι αύξηση της τιμής του νερού επηρεάζει κυρίως τα υψηλά εισοδήματα, οδηγώντας τους σε μείωση της κατανάλωσης, ενώ δεν έχει σημαντική επίδραση στα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος. Η ερμηνεία που έδωσαν είναι ότι τα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος δεν έχουν περιθώρια περαιτέρω μείωσης της κατανάλωσής τους, καθώς αυτή αφορά σε βασικές εσω-οικιακές χρήσεις. Με βάση αυτό το συμπέρασμα, προτείνουν αύξηση της τιμής του νερού μόνο στις περιοχές με νοικοκυριά υψηλού εισοδήματος και εφαρμογή άλλων πολιτικών, όπως εκστρατείες ενημέρωσης, για τις υπόλοιπες περιοχές. Σύμφωνα με την ίδια έρευνα, η ύπαρξη κήπου αποδεικνύεται στατιστικά μη σημαντική, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των κατοικιών, ενώ, όσον αφορά το κλίμα, η κατανάλωση νερού αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και τη βροχόπτωση (Jansen και Schulz, 2006).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε για την περιοχή της Βορειοδυτικής Ισπανίας (Martínez-Espíñeira, 2001) εξετάστηκαν οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την κατανάλωση νερού, με έμφαση στις εποχιακές διακυμάνσεις της κατανάλωσης. Τα δεδομένα αφορούσαν στη μηνιαία κατανάλωση νερού το έτος 1996, σε επίπεδο δήμου, επιχειρώντας να αναδειχθούν οι διαφοροποιήσεις της κατανάλωσης μεταξύ των εποχών. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης ήταν η τιμή του νερού, μετεωρολογικά στοιχεία από τους πλησιέστερους μετεωρολογικούς σταθμούς σε κάθε δήμο (μέση μηνιαία θερμοκρασία, συνολική μηνιαία βροχόπτωση, αριθμός των ημερών όπου σημειώθηκαν βροχές ανά μήνα) και δημογραφικά και κοινωνικο-οικονομικά δεδομένα, όπως η πυκνότητα πληθυσμού, ο αριθμός μελών των νοικοκυριών, το εισόδημα, το ποσοστό του πληθυσμού ηλικίας κάτω των 19 ετών, το ποσοστό του πληθυσμού ηλικίας άνω των 64 ετών, το ποσοστό των κύριων κατοικιών, καθώς και ένας δείκτης ο οποίος αντανακλά την επίδραση του

τουρισμού σε κάθε δήμο. Τα αποτελέσματα αφορούσαν κυρίως τη στατιστικά σημαντική θετική επίδραση του εισοδήματος και των μετεωρολογικών μεταβλητών, ενώ η αρνητική επίδραση του αριθμού μελών των νοικοκυριών προβληματίσε και ερμηνεύτηκε ως αποτέλεσμα λανθασμένων υπολογισμών (Martínez-Espíñeira, 2001).

Τη μεθοδολογία ανάλυσης χρονοσειρών εφάρμοσαν οι Musolesi και Nosvelli (2005), αναλύοντας χρονολογικά δεδομένα κατανάλωσης νερού των ετών 1889-2001 για την πόλη του Μιλάνου. Για τη διερεύνηση ομοιοτήτων μεταξύ κατανάλωσης νερού και κοινωνικο-οικονομικών μεταβλητών, οι οποίες, βάσει βιβλιογραφίας, θεωρούνται σχετικές, εφαρμόστηκε η ταξινομική ανάλυση, έτσι ώστε να διαμορφωθούν ομοιογενείς ομάδες μεταβλητών. Μία από τις ομάδες που προέκυψαν περιλάμβανε τις μεταβλητές: κατανάλωση νερού, πληθυσμός και βροχοπτώσεις. Οι Musolesi και Nosvelli (2005) συμπέραναν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές ομοιότητες μεταξύ αυτών των μεταβλητών.

Μια άλλη έρευνα, που πραγματοποιήθηκε για τη διαχείριση της κατανάλωσης νερού στο Κουβέιτ (Milutinovic, 2006), υιοθέτησε μοντέλα προηγούμενων ερευνών (Εικόνα 3.1), τα οποία περιγράφονται στη συνέχεια.



Πηγή: Milutinovic, 2006

Εικόνα 3.1: Στατιστικά μοντέλα κατανάλωσης νερού

Μοντέλο Σαουδικής Αραβίας

Ο Rizaiza Abu (1991), μελετώντας την κατανάλωση του νερού σε τέσσερις μεγάλες πόλεις της Σαουδικής Αραβίας, κατέληξε στην ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{Log}(Q) = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \text{Log}(INC) + \alpha_2 \cdot \text{Log}(PRIC) + \alpha_3 \cdot \text{Log}(FSIZE) + \alpha_4 \cdot \text{Log}(TEMP) + \alpha_5 \cdot GRDN$$

όπου: Q = Ποσό ετήσιας κατανάλωσης ανά νοικοκυριό, INC = Εισόδημα ανά νοικοκυριό, $PRIC$ = Μέση τιμή του νερού, $FSIZE$ = Μέγεθος της οικογένειας, $TEMP$ = Θερμοκρασία, $GRDN = 1$ αν υπάρχει κήπος, $GRDN = 0$ αν δεν υπάρχει κήπος.

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης. Στην πρώτη στήλη αναφέρονται οι μεταβλητές και στη δεύτερη στήλη οι εκτιμημένες παράμετροί τους.

Πίνακας 3.2: Μεταβλητές και συντελεστές του μοντέλου Σαουδικής Αραβίας

Coefficients used in the Saudi Arabia model	
Parameter	Coefficient
GARDEN	0.1
MAKKAH [city]	-0.006
MADI [city]	-0.16
TAIF [city]	0.847
LOG(PRICE)	-0.78
LOG(FSIZE)	0.44
LOG(INCM)	0.090
LOG(TEMP)	1.26

Πηγή: Milutinovic, 2006

Μοντέλο Καλιφόρνιας

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε από τους Renwick et al. (1998), με βάση δεδομένα κατανάλωσης νερού της περιόδου 1986-1996 για τον πληθυσμό της Καλιφόρνιας, περιγράφεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\ln W_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(MP_{it}) + \beta_2 \cdot \ln(D_{it}) + \beta_3 \cdot \ln(INC_{it}) + \sum_{i=4}^{11} \beta_i \cdot (NPDSM) + \beta_{13} \cdot \ln(PREC_{it}) + \beta_{14} \cdot LOT$$

όπου: $i = 1, \dots, 8$ εταιρείες-παροχείς νερού, $t = 1, \dots, 96$ μήνες (χρόνος), W_{it} = Μηνιαία κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, MP_{it} = Οριακή τιμή νερού, D_{it} =

Μεταβλητή για τη διαφορά μεταξύ του ποσού του λογαριασμού και του ποσού που θα πλήρωναν αν όλες οι μονάδες του όγκου κατανάλωσης χρεώνονταν με την οριακή τιμή, INC_{it} = Εισόδημα, HH_{it} = Αριθμός μελών των νοικοκυριών, $NPDSM$ = Πολιτικές Διαχείρισης της Κατανάλωσης μη σχετικές με την τιμή (Non-Price Demand Side Management), $PREC$ = Βροχόπτωση.

Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης. Στη δεύτερη στήλη αναφέρονται οι μεταβλητές και στην τρίτη στήλη οι τιμές των εκτιμημένων παραμέτρων τους.

Πίνακας 3.3: Μεταβλητές και συντελεστές του μοντέλου Καλιφόρνιας

Coefficient	Description	value
β_0	Interception	2.61
β_1	MP	-0.16
β_2	Difference variable	-0.01
β_3	Income	0.25
β_4	Household number	0.18

Πηγή: Milutinovic, 2006

Μοντέλο Αυστραλίας

Από την έρευνα των Dandy et al. (1997), με βάση δεδομένα για την περιοχή της Αδελαιδας στην Αυστραλία, προέκυψε η ακόλουθη εξίσωση:

$$Q = \alpha_0 + \delta_0 + (\alpha_1 + \delta_1) \cdot Q_{-1} + (\beta_1 + \gamma_1) \cdot I + (B + \Gamma) \cdot Z + \theta \cdot D_y + \Phi P + u$$

όπου: Q = Ποσότητα νερού που καταναλώθηκε, A = Επιτρεπόμενο όριο ετήσιας κατανάλωσης, I = Αξία ακινήτου, P = Μεταβλητή για την τιμή του νερού, Z = Άλλες μεταβλητές (μέγεθος νοικοκυριού, κλίμα κ.ά.), $D = 0$ αν η κατανάλωση είναι κάτω από το επιτρεπόμενο όριο και $D = 1$ αν η κατανάλωση είναι πάνω από το επιτρεπόμενο όριο, Q_{-1} = Ποσότητα νερού που καταναλώθηκε τον προηγούμενο χρόνο, $D_y = 1$ για το έτος 1992 (ψευδομεταβλητή) και $D_y = 0$ για τα υπόλοιπα έτη.

Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης και, συγκεκριμένα, οι μεταβλητές και οι εκτιμημένες παράμετροί τους για καθεμία περίπτωση.

Πίνακας 3.4: Αποτελέσματα παλινδρόμησης κατά το μοντέλο Αυστραλίας

Coefficients used in the Static Annual Australian Model								
	Property value	Plot size	No. residents	No. Rooms	Pool	Marginal Price	Difference variable	Constant
D = 0	0.712	0.011	19.51	12.69	69.24			35.73
D = 1	0.751	0.008	2.84	2.72	-56.4	-404.4	-1.37	366.35

Πηγή: Milutinovic, 2006

Μοντέλο Τυνησίας

Από την έρευνα των Ayadi et al. (2003), βασισμένη σε στοιχεία κατανάλωσης νερού στην Τυνησία τα έτη 1980-1996, προέκυψε η ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{Log}(C) = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \text{Log}(R) + \alpha_2 \cdot \text{Log}(P) + \alpha_3 \cdot \text{Log}(N) + \alpha_4 \cdot \text{Log}(RL) + \sum_{s=1,2,4} \alpha_{5s} \cdot QD_{st}$$

όπου: C = Μέση κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό ($m^3/\mu\eta\nu\alpha$), R = Μέσο μηνιαίο εισόδημα των νοικοκυριών, P = Μέσο μηνιαίο ποσό λογαριασμού ανά νοικοκυριό, N = Μήκος δικτύου, RL = Δείκτης βροχόπτωσης, QD = Εκτίμηση τριμήνου, NB = Αριθμός καταναλωτών ανά παροχή.

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης και, συγκεκριμένα, οι μεταβλητές και οι εκτιμημένες παράμετροί τους για καθεμία περίπτωση.

Πίνακας 3.5: Αποτελέσματα παλινδρόμησης κατά το μοντέλο Τυνησίας

Water Demand Equation coefficients for the Tunis model			
Coefficients	description	Lower Block	Higher block
α_0	interception	3.1	8.65
α_1	Income	0.06	0.05
α_2	Price	-0.08	-0.34
α_3	Network size	0.02	-0.16
α_4	Rainfall indicator	-0.1	-0.1

Πηγή: Milutinovic, 2006

Ισπανικό μοντέλο

Το ισπανικό μοντέλο βασίζεται στο μοντέλο Stone-Geary, το οποίο χρησιμοποιείται συχνά σε ζητήματα που περιλαμβάνουν επίπεδα κατανάλωσης που αφορούν την επιβίωση, δηλαδή μια ελάχιστη ποσότητα κάποιου αγαθού πρέπει να καταναλωθεί, ανεξάρτητα από την τιμή του ή από το εισόδημα του καταναλωτή (Milutinovic, 2006).

Περιγράφεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$Q_w = (1 - \beta) \cdot \gamma + \beta \cdot \frac{I_t}{P_t} + \alpha_1 \cdot BAN_t + \alpha_2 \cdot POP_t$$

όπου: Q_w = Μέση κατά κεφαλή κατανάλωση, P_t = Οριακή τιμή νερού, I_t = Εικονικό εισόδημα (προκύπτει ως η διαφορά μεταξύ του μέσου όρου των μισθών και της μεταβλητής της διαφοράς), BAN_t = δυαδική μεταβλητή για την εξω-οικιακή χρήση νερού, POP_t = αριθμός ωρών που αποτελεί το όριο ημερήσιας κατανάλωσης, γ = Ποσό ελάχιστης κατανάλωσης, β = το ποσοστό του οικογενειακού προϋπολογισμού που διατίθεται για την κατανάλωση νερού.

Στον Πίνακα 3.6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης. Στη δεύτερη στήλη αναφέρονται οι μεταβλητές και στην τρίτη στήλη οι τιμές των εκτιμημένων παραμέτρων τους.

Πίνακας 3.6: Αποτελέσματα παλινδρόμησης κατά το Ισπανικό μοντέλο

Coefficients used in the Stone-Geary model		
Coefficient	Description	Value
β	Preference variable	0.008
γ	Income	4.7
α_1	Ban on outdoor use	-0.125
α_2	Restrictions	-0.05

Πηγή: Milutinovic, 2006

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι παράγοντες εκείνοι που, βάσει της σχετικής βιβλιογραφίας, επηρεάζουν την κατανάλωση του νερού. Τα αποτελέσματα προηγούμενων διεθνών ερευνών συνέβαλαν στο να αποκομίσουμε μια σαφή εικόνα για τον τρόπο επίδρασης των διάφορων

δημογραφικών, κοινωνικο-οικονομικών και κλιματικών μεταβλητών στην οικιακή κατανάλωση νερού ενός νοικοκυριού. Ταυτόχρονα όμως, συνάγεται το συμπέρασμα ότι, καθώς οι μεταβλητές αυτές διαφέρουν από τόπο σε τόπο, υφίστανται σημαντικές χωρικές διακυμάνσεις της κατανάλωσης νερού αλλά και της επίδρασης αυτής. Σύμφωνα με τους Inman και Jeffrey (2006), υπάρχει υψηλή διακύμανση της κατανάλωσης νερού μεταξύ διαφορετικών χωρών του κόσμου, διαφορετικών πόλεων μιας χώρας και διαφορετικών γειτονιών μιας πόλης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η πολυπλοκότητα του συστήματος ύδρευσης στην Αττική που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο συνεπάγεται, μεταξύ άλλων, την εξαιρετικά δύσκολη συλλογή δεδομένων σχετικά με την κατανάλωση νερού. Πράγματι, διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα και συγκεντρωμένα στοιχεία για την κατανάλωση του νερού σε κανέναν αρμόδιο φορέα. Στις διάφορες, δε, επίσημες ιστοσελίδες σχετικές με την κατανάλωση νερού αναφέρονται μόνο γενικές πληροφορίες για την εξέλιξη της κατανάλωσης τα τελευταία χρόνια και κάποια συγκεντρωτικά στοιχεία και τα συνολικά κυβικά που καταναλώνονται ετησίως στην Ελλάδα και στο εξωτερικό.

Κύρια πηγή των δεδομένων για την κατανάλωση νερού αποτέλεσε η Υπηρεσία Εφαρμογών Πελατών της Διεύθυνσης Πληροφορικής και Τεχνολογίας της Ε.ΥΔ.Α.Π., η οποία, κατόπιν σχετικού αιτήματός μας, άντλησε από τη βάση δεδομένων της τα συνολικά κυβικά νερού που τιμολογήθηκαν το έτος 2002, ανά δήμο ή κοινότητα. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά, γεγονός που ενισχύει το στοιχείο της καινοτομίας της παρούσας εργασίας.

Αντίστοιχα στοιχεία για τους δήμους και τις κοινότητες, τη λειτουργία του δικτύου των οποίων δεν διαχειρίζεται η Ε.ΥΔ.Α.Π., ελήφθησαν από τις δημοτικές υπηρεσίες ύδρευσης. Θα πρέπει να σημειωθεί πως γενικά υπήρχε διάθεση συνεργασίας και σε μερικές περιπτώσεις εξαιρετική οργάνωση, ωστόσο η επαφή με τους υπεύθυνους ύδρευσης των δήμων ήταν δύσκολη, καθώς συχνά βρίσκονταν σε εργασίες πεδίου, ενώ σε ελάχιστες περιπτώσεις οι αρμόδιοι ήταν ιδιαίτερα επιφυλακτικοί στο να κοινοποιήσουν οποιοδήποτε στοιχείο κατανάλωσης νερού στο δήμο τους.

Από τη συνολική ετήσια τιμολογημένη κατανάλωση νερού σε κάθε δήμο ή κοινότητα υπολογίστηκε η ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, η οποία αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή της παρούσας εργασίας. Η ετήσια κατανάλωση νερού (m^3) ανά νοικοκυριό υπολογίστηκε ως εξής:

$$\text{Ετήσια κατανάλωση νερού (} m^3 \text{) ανά νοικοκυριό} = \frac{\text{Συνολική ετήσια τιμολογημένη κατανάλωση νερού (} m^3 \text{)}}{\text{Αριθμός νοικοκυριών}}$$

Τα τιμολογημένα κυβικά νερού, όσον αφορά τα στοιχεία της Ε.ΥΔ.Α.Π., προέρχονται από την καταμέτρηση που πραγματοποιείται κάθε δίμηνο και καταδεικνύουν την πραγματική κατανάλωση νερού, καθώς δεν περιλαμβάνουν τις απώλειες νερού από τα δίκτυα ύδρευσης. Στην τιμολογημένη κατανάλωση, όμως, περιλαμβάνεται και η ποσότητα νερού που τιμολογήθηκε για την άρδευση του πρασίνου στους Δήμους του Λεκανοπεδίου, καθώς η συλλογή στοιχείων κατανάλωσης νερού αποκλειστικά για οικιακή χρήση ήταν αδύνατη στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Ωστόσο, δεν πρόκειται για σημαντική διαφοροποίηση, καθώς, σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της Ε.ΥΔ.Α.Π., η ποσότητα νερού για την άρδευση του πρασίνου το 2002 αφορά σε ποσοστό μόνο 2,3% της συνολικής τιμολογημένης κατανάλωσης. Σε ό,τι αφορά τα στοιχεία που ελήφθησαν από τις υπηρεσίες ύδρευσης των δήμων, αυτά αφορούν στα κυβικά νερού που καταναλώθηκαν από τα νοικοκυριά και τιμολογήθηκαν, και δεν περιλαμβάνουν απώλειες ή άλλες χρήσεις νερού πέραν της οικιακής.

Κύρια πηγή άντλησης των δεδομένων που αφορούν στις ερμηνευτικές μεταβλητές αποτέλεσε η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας, με βάση την Απογραφή Πληθυσμού του 2001. Τα πρωτογενή οικονομικά στοιχεία από τα οποία υπολογίστηκε το μέσο ετήσιο δηλωθέν εισόδημα των νοικοκυριών ανά δήμο ή κοινότητα ελήφθησαν από την ιστοσελίδα της Γενικής Γραμματείας Πληροφοριακών Συστημάτων του Υπουργείου Οικονομικών. Τέλος, τα δεδομένα που αφορούν στους κλιματικούς παράγοντες παραχωρήθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας από την Ομάδα Δυναμικής της Ατμόσφαιρας και του Κλίματος (Ο.Δ.Α.Κ.) του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου (Ο.Δ.Α.Κ., 2010) και αφορούν στο μέσο κλίμα της περιόδου 1990-2007.

Κλιματικοί χάρτες των δεδομένων αυτών παρουσιάστηκαν σε πρόσφατη εργασία (Κατσαφάδος, Καλογήρου, Παπαδόπουλος, 2008).

Η εργασία εκπονήθηκε για τους 124 δήμους και κοινότητες του νομού Αττικής. Ως έτος ανάλυσης επιλέχθηκε το έτος 2002, καθώς για το έτος αυτό ήταν διαθέσιμα τα πλησιέστερα στα δεδομένα της Απογραφής Πληθυσμού του 2001 της Ε.Σ.Υ.Ε., στοιχεία της Ε.ΥΔ.Α.Π., οπότε και εγκαταστάθηκε ένα νέο σύστημα μηχανογράφησης στην αρμόδια Υπηρεσία. Επιπλέον, μας ενδιέφερε η κατά το δυνατόν πιο πρόσφατη εικόνα σε ό,τι αφορά τους παράγοντες που επηρεάζουν την ετήσια κατανάλωση του νερού στα νοικοκυριά του Νομού Αττικής.

Σημαντικό βήμα για την πραγματοποίηση των στατιστικών αναλύσεων που ακολουθούν είναι ο προσδιορισμός των μεταβλητών που θα ληφθούν υπόψη. Με βάση τη σχετική βιβλιογραφία που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, επιλέχθηκαν μεταβλητές οι οποίες σχετίζονται με κοινωνικούς, δημογραφικούς και οικονομικούς παράγοντες και παράγοντες που αφορούν το κλίμα της περιοχής. Οι μεταβλητές καθώς και μια σύντομη περιγραφή αυτών παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 4.1).

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επεξεργασία των δεδομένων και την οριστικοποίηση των μεταβλητών που τελικά χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο περιγράφονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Πίνακας 4.1: Πίνακας μεταβλητών που επηρεάζουν την κατανάλωση νερού

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Κοινωνικοί – Δημογραφικοί παράγοντες		
▪ Πυκνότητα πληθυσμού	→	Ο αριθμός κατοίκων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο
▪ Πληθυσμός	→	Ο μόνιμος πληθυσμός του δήμου ή της κοινότητας
▪ Γυναικείος πληθυσμός	→	Ο αριθμός των γυναικών ως ποσοστό του πραγματικού πληθυσμού
▪ Μεταπτυχιακό / Διδακτορικό	→	Ποσοστό κατόχων μεταπτυχιακού ή διδακτορικού επί του συνολικού πληθυσμού
▪ ΑΕΙ	→	Ποσοστό πτυχιούχων ΑΕΙ επί του συνολικού πληθυσμού
▪ ΤΕΙ / ΙΕΚ	→	Ποσοστό απόφοιτων ΤΕΙ ή ΙΕΚ επί του συνολικού πληθυσμού
▪ Γυμνάσιο / Λύκειο	→	Ποσοστό απόφοιτων Γυμνασίου ή Λυκείου επί του συνολικού πληθυσμού
▪ Γραφή/Ανάγνωση	→	Ποσοστό ατόμων που γνωρίζουν γραφή και ανάγνωση επί του συνολικού πληθυσμού
▪ Αλλοδαποί	→	Ποσοστό αλλοδαπών προς τον πραγματικό πληθυσμό
▪ Ηλικία 0-14	→	Ποσοστό ατόμων ηλικίας 0-15 ετών προς τον πραγματικό πληθυσμό
▪ Ηλικία 15-39	→	Ποσοστό ατόμων ηλικίας 15-39 ετών προς τον πραγματικό πληθυσμό
▪ Ηλικία 40-54	→	Ποσοστό ατόμων ηλικίας 40-54 ετών προς τον πραγματικό πληθυσμό
▪ Ηλικία 55-64	→	Ποσοστό ατόμων ηλικίας 55-64 ετών προς τον πραγματικό πληθυσμό
▪ Ηλικία 65-79	→	Ποσοστό ατόμων ηλικίας 65-79 ετών προς τον πραγματικό πληθυσμό
▪ Μονομελή νοικοκυριά	→	Ποσοστό μονομελών νοικοκυριών στο σύνολο των νοικοκυριών
▪ Διμελή / Τριμελή νοικοκυριά	→	Ποσοστό νοικοκυριών με δύο ή τρία μέλη στο σύνολο των νοικοκυριών
▪ Νοικοκυριά με 4 και άνω μέλη	→	Ποσοστό νοικοκυριών με τέσσερα ή περισσότερα μέλη
Τοπογραφικοί παράγοντες		
▪ Υψόμετρο	→	Μέσος σταθμικός υψόμετρου κάθε δήμου ή κοινότητας
▪ Επιφάνεια	→	Η επιφάνεια (τ.χμ.) που καταλαμβάνει ο δήμος ή η κοινότητα
Οικονομικοί παράγοντες		
▪ Εισόδημα	→	Μέσο Ετήσιο δηλωθέν οικογενειακό εισόδημα (2001)
▪ Άνεργοι	→	Ποσοστό ανέργων επί του συνόλου του οικονομικά ενεργού πληθυσμού
▪ Επάγγελμα 1	→	Μέλη των βουλευομένων σωμάτων, ανώτερα διοικητικά και διευθυντικά στελέχη του δημοσίου και ιδιωτικού τομέα ως ποσοστό επί του οικονομικά ενεργού πληθυσμού
▪ Επάγγελμα 2	→	Πρόσωπα που ασκούν επιστημονικά καλλιτεχνικά και συναφή επαγγέλματα ως ποσοστό επί του οικονομικά ενεργού πληθυσμού
▪ Επάγγελμα 3	→	Τεχνολόγοι τεχνικοί βοηθοί και ασκούντες συναφή επαγγέλματα ως ποσοστό επί του οικονομικά ενεργού πληθυσμού
▪ Επάγγελμα 4	→	Υπάλληλοι γραφείου και ασκούντες συναφή επαγγέλματα ως ποσοστό επί του οικονομικά ενεργού πληθυσμού
▪ Επάγγελμα 5	→	Απασχολούμενοι στην παροχή υπηρεσιών και πωλητές σε καταστήματα και υπαίθριες αγορές ως ποσοστό επί του οικονομικά ενεργού πληθυσμού
▪ Επάγγελμα 6	→	Ειδικευμένοι γεωργοί, κτηνοτρόφοι δασοκόμοι και αλιείς ως ποσοστό επί του οικονομικά ενεργού πληθυσμού
▪ Επάγγελμα 7	→	Ειδικευμένοι τεχνίτες και ασκούντες συναφή τεχνικά επαγγέλματα ως ποσοστό επί του οικονομικά ενεργού πληθυσμού
▪ Επάγγελμα 8	→	Χειριστές μηχανημάτων σταθερών βιομηχανικών εγκαταστάσεων και συναρμολογητές ως ποσοστό επί του οικονομικά ενεργού πληθυσμού
▪ Επάγγελμα 9	→	Ανεπίδικευτοι εργάτες χειρώνακτες και μικροεπαγγελματίες ως ποσοστό επί του οικονομικά ενεργού πληθυσμού
Κλιματικοί παράγοντες		
▪ Υγρασία	→	Μέση Μηνιαία Σχετική Υγρασία (%) (1990-2007)
▪ Θερμοκρασία	→	Μέση Θερμοκρασία Ιουλίου
▪ Δείκτης δυσφορίας	→	Μέση Μηνιαία τιμή του Δείκτη δυσφορίας τους θερινούς μήνες 1990-2007
Παράγοντες σχετικά με την κατοικία		
▪ Μικρές κατοικίες	→	Ποσοστό κανονικών κατοικιών με 1 ή 2 δωμάτια
▪ Μεγάλες κατοικίες	→	Ποσοστό κανονικών κατοικιών με 3 και άνω δωμάτια
▪ Εξοχικές κατοικίες	→	Ποσοστό κανονικών κατοικιών που αποτελούν εξοχικές κατοικίες
▪ Ενοικιαστές	→	Ποσοστό κανονικών κατοικιών στις οποίες διαμένουν ενοικιαστές
▪ Ιδιοκτήτες	→	Ποσοστό κανονικών κατοικιών στις οποίες διαμένουν οι ιδιοκτήτες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε και η οποία αφορά σε νέες μεθόδους χωρικής ανάλυσης που αναφέρονται στη σύγχρονη βιβλιογραφία. Οι μέθοδοι αυτές θα χρησιμοποιηθούν για τη διερεύνηση χωρικών διαφοροποιήσεων της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό, το έτος 2002, στο Νομό Αττικής, καθώς και για τον προσδιορισμό των παραγόντων που επηρεάζουν την κατανάλωση αυτή. Για την επίτευξη αυτού του στόχου πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση στη διεθνή βιβλιογραφία και συλλογή των γεωγραφικών δεδομένων που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

Οι μέθοδοι χωρικής ανάλυσης δεδομένων που εφαρμόζονται εδώ επιτρέπουν την εξερευνητική (exploratory data analysis) και την ερμηνευτική ανάλυση δεδομένων (explanatory data analysis).

5.1. ΕΞΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η εξερευνητική ανάλυση των δεδομένων της παρούσας εργασίας περιλαμβάνει α) την περιγραφική στατιστική και τον έλεγχο του βαθμού χωρικής αυτοσυσχέτισης της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό στους ΟΤΑ του Νομού Αττικής και β) την ανάλυση ανεξαρτησίας των ερμηνευτικών παραγόντων που επηρεάζουν την κατανάλωση αυτή.

5.1.1. Περιγραφική Στατιστική

Η περιγραφική στατιστική αναφέρεται στην περιληπτική και συμπυκνωμένη παρουσίαση των στοιχείων ετήσιας κατανάλωσης νερού των νοικοκυριών του

Νομού Αττικής, αλλά και στην εξαγωγή βασικών σχετικών συμπερασμάτων, ώστε να αποκομίσουμε μια πρώτη εικόνα για την ετήσια κατανάλωση νερού (κυβικά μέτρα) ανά νοικοκυριό, στους δήμους και τις κοινότητες του Νομού Αττικής, το έτος 2002. Η εξερεύνηση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε τόσο με τα περιγραφικά μέτρα όσο και με τη δημιουργία και παρατήρηση γραφημάτων. Τα περιγραφικά ή στατιστικά μέτρα (statistics – measures) είναι αριθμοί που υπολογίζονται από τα δεδομένα και η τιμή τους αντιπροσωπεύει κάποια τάση ή συμπεριφορά του δείγματος (Τραγάκη, 2008).

5.1.2. Χωρική Αυτοσυσχέτιση

Ένα βασικό επιχείρημα της παρούσας εργασίας είναι ότι οι μέθοδοι χωρικής στατιστικής μπορούν να αποτελέσουν εξαιρετικά εύχρηστα εργαλεία στα χέρια των ερευνητών, καθώς βρίσκουν εφαρμογές σε ποικιλία προβλημάτων από τις θετικές και κοινωνικές επιστήμες και επιτρέπουν την περιγραφή και τη διάγνωση της χωρικής οργάνωσης μιας μεταβλητής, η κατανόηση της οποίας παρουσιάζει ενδιαφέρον από την πλευρά της διερεύνησης του φαινομένου που αντιπροσωπεύει (Κανάρογλου κ.ά., 2001).

Η μέτρηση του βαθμού και ο προσδιορισμός του είδους χωρικής αυτοσυσχέτισης των γεωγραφικών δεδομένων της παρούσας έρευνας αφορά στην κατανόηση της χωρικής κατανομής και δομής τους, προκειμένου να αναλυθεί η γεωγραφική διαφοροποίηση της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό στους ΟΤΑ του Νομού Αττικής.

Μεταξύ των διαφόρων ορισμών της χωρικής αυτοσυσχέτισης που υπάρχουν, ο Goodchild (1987) αναφέρει ότι, υπό τη γενικότερη έννοιά της, η χωρική αυτοσυσχέτιση ενδιαφέρεται για το βαθμό με τον οποίο τα αντικείμενα ή οι δραστηριότητες σε κάποια θέση είναι παρόμοια με άλλα αντικείμενα ή δραστηριότητες που βρίσκονται κοντά. Δηλαδή, η χωρική αυτοσυσχέτιση είναι μια αξιολόγηση του συσχετισμού των τιμών μιας μεταβλητής αναφορικά με τη χωρική θέση στην οποία παρατηρείται κάθε τιμή. Η χωρική αυτοσυσχέτιση

εκτιμάται μέσω της εφαρμογής διάφορων ανεπτυγμένων δεικτών σε τοπικό και γενικευμένο επίπεδο (Anselin, 1994). Για την αξιολόγηση της χωρικής αυτοσυσχέτισης επιλέξαμε έναν από τους πιο σημαντικούς και ευρέως χρησιμοποιούμενους δείκτες, το δείκτη χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I (Moran, 1948). Ο μαθηματικός τύπος υπολογισμού του Moran's I (Cliff και Ord, 1981) είναι:

$$I = \frac{n \sum \sum W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{W \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

όπου x_i είναι η τιμή του x στο σημείο i , $\bar{x}$ είναι η μέση τιμή του x και W είναι το άθροισμα των βαρών w_{ij} (Καλογήρου, 2009).

Σύμφωνα με τον Anselin (1995, σελ. 102-103), *μια θετική τιμή του Moran's I υποδεικνύει χωρική συγκέντρωση παρόμοιων τιμών (χαμηλών ή υψηλών) ενώ μια αρνητική τιμή υποδεικνύει χωρική συγκέντρωση ανόμοιων τιμών (για παράδειγμα, μια τοποθεσία με υψηλή τιμή που περιβάλλεται από γείτονες με χαμηλές τιμές)*. Τιμές του Moran's I κοντά στο 0 υποδεικνύουν έλλειψη χωρικής εξάρτησης μεταξύ των τιμών γειτονικών παρατηρήσεων (Καλογήρου, 2009).

Για τη μελέτη χωρικής αυτοσυσχέτισης, συνήθως το πρώτο βήμα ανάλυσης είναι η δημιουργία ενός πίνακα χωρικών βαρών (spatial weight matrix) ή πίνακα εγγύτητας (proximity matrix) W . Ο σκοπός ενός τέτοιου πίνακα είναι να συλλάβει την κατανομή των πολυγώνων στο χώρο, καθώς και τη σχετική θέση και το γεωμετρικό τους σχήμα. Έτσι, επιτυγχάνεται ο αποκλεισμός των μη γειτονικών πολυγώνων και η συμμετοχή μόνο των γειτονικών, κατά την εφαρμογή του τύπου της χωρικής αυτοσυσχέτισης του Moran's I.

Η επιλογή της συνάρτησης βαρών (ή τεχνικής στάθμισης) γίνεται τόσο με θεωρητικές προσεγγίσεις όσο και με εμπειρικές. Και στις δύο περιπτώσεις, είναι σημαντικό να εξετάζονται η χωρική κατανομή των δεδομένων και η γειτνίαση (Καλογήρου, 2009). Έτσι, μπορούμε να επιλέξουμε είτε Rook ή Queen Contiguity όταν πρόκειται για πολύγωνα δήμων μιας ηπειρωτικής χώρας, είτε την ευθεία απόσταση όταν τα δεδομένα είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα χωρικά

(όπως σε μορφή κανάβου), είτε αριθμό πλησιέστερων γειτόνων (k-Nearest Neighbors) σε περιπτώσεις νησιωτικών περιοχών ή σημείων για τα οποία δεν ορίζεται γειτνίαση (contiguity). Στην παρούσα εργασία, που αφορά τα πολύγωνα των δήμων και κοινοτήτων του Νομού Αττικής, στα οποία περιλαμβάνονται και νησιωτικές περιοχές, επιλέχθηκε η μέθοδος του αριθμού πλησιέστερων γειτόνων.

Ο πίνακας W χρησιμοποιείται ευρέως στη χωρική στατιστική για την εξερεύνηση επιδράσεων πρώτου βαθμού (first order effects) και επιδράσεων δευτέρου βαθμού (second order effects). Οι επιδράσεις πρώτου βαθμού αναφέρονται στη γενικευμένη τάση (global trend) στο χώρο της υπό μελέτη μεταβλητής (Κανάρογλου κ.ά., 2001). Σε αντίθεση με τις επιδράσεις πρώτου βαθμού, οι επιδράσεις δευτέρου βαθμού σχετίζονται με τις τοπικές διακυμάνσεις των τιμών μιας μεταβλητής (local variability). Οι τοπικοί δείκτες μετρούν το βαθμό χωρικής εξάρτησης σε ένα υπο-μήμα της περιοχής μελέτης, δηλαδή τη συσχέτιση μιας τιμής με τις τιμές μιας ορισμένης γειτονιάς (Anselin, 1994, Κανάρογλου κ.ά., 2001). Ένα σαφές πλεονέκτημα του τοπικού δείκτη χωρικής εξάρτησης (Local Indicator of Spatial Association - LISA), σε αντίθεση με τους γενικευμένους δείκτες, έγκειται στο γεγονός ότι παρέχουν για κάθε παρατήρηση (τιμή πολυγώνου) τοπικά μια ένδειξη της στατιστικής σημαντικότητας της παρατηρούμενης αυτοσυσχέτισης.

Για τον υπολογισμό της τιμής του δείκτη Moran's I, του διαγράμματος διασποράς του καθώς και το χάρτη με τους τοπικούς δείκτες Moran's I, χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό GeoDa.

5.1.3. Έλεγχος ανεξαρτησίας των ερμηνευτικών μεταβλητών

Ο έλεγχος ανεξαρτησίας των ερμηνευτικών μεταβλητών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την κατασκευή του μοντέλου πολλαπλής παλινδρόμησης, έτσι ώστε να αποφασιστεί ποιοι από τους ερμηνευτικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ετήσια κατανάλωση νερού στα νοικοκυριά του Νομού Αττικής θα συμπεριληφθούν στο μοντέλο ως ανεξάρτητες μεταβλητές. Όταν μία ανεξάρτητη μεταβλητή συσχετίζεται με μια άλλη ανεξάρτητη, δηλαδή η γνώση

της μίας μεταβλητής είναι αρκετή καθώς μέσω της μίας μπορούμε να εκτιμήσουμε τις τιμές της άλλης, τότε η ύπαρξη και των δύο μεταβλητών στο μοντέλο δεν είναι δυνατή.

Για τον έλεγχο της ανεξαρτησίας υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης Pearson όλων των μεταβλητών μεταξύ τους, καθώς και οι τιμές Variance Inflation Factor (VIF) με βοηθητική παλινδρόμηση.

Ελέγχοντας αν ικανοποιείται το κριτήριο της ανεξαρτησίας των τιμών των διαφόρων ανεξάρτητων μεταβλητών, έγινε αντιληπτή η ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ κάποιων μεταβλητών. Κρίθηκε επομένως αναγκαίο να αφαιρεθούν κάποιες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές και να εξαιρεθούν από το μοντέλο πριν από την πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση.

5.2. ΕΡΜΗΝΕΥΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Επόμενο κομμάτι της μεθοδολογίας που θα εφαρμοστεί είναι η ερμηνευτική ανάλυση, με σκοπό να ερμηνευθούν οι χωρικές σχέσεις αιτίας – αποτελέσματος μέσω της εύρεσης εμπειρικών αποδείξεων, που να αποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές και θεωρητικά επιτρεπτές συσχετίσεις. Πιο συγκεκριμένα, θα επιχειρηθεί η ερμηνεία του είδους και του βαθμού στον οποίο οι διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό στο Νομό Αττικής.

Για τη μέτρηση του είδους και του βαθμού της σχέσης μεταξύ μιας εξαρτημένης (εδώ η ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό) και πολλών ανεξάρτητων μεταβλητών (ερμηνευτικοί παράγοντες) χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης, που αποτελεί σημαντικό στατιστικό εργαλείο. Η μέθοδος αυτή συγκαταλέγεται στα παραδοσιακά ολικά μοντέλα, τα οποία είναι χωρικά σταθερά και άρα ανεξάρτητα από τοποθεσίες (Καλογήρου, 2009).

Ωστόσο, σε πολλά γεωγραφικά φαινόμενα (όπως η κατανάλωση του νερού) οι σχέσεις αυτές είναι «μη-στατικές» στο χώρο, παρουσιάζουν δηλαδή χωρική αστάθεια (spatial non-stationarity). Οι τοπικές μέθοδοι παλινδρόμησης, όπως η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (Geographically Weighted Regression

– GWR), βοηθούν να ξεπεραστεί το πρόβλημα της χωρικής αστάθειας, υπολογίζοντας τις τοπικές παραμέτρους μεταβλητών της παλινδρόμησης που μεταβάλλονται στο χώρο (Fotheringham et al., 2002).

Η διαφορά της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης από τη γραμμική παλινδρόμηση έγκειται στο γεγονός ότι στη γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση οι παρατηρήσεις οι οποίες λαμβάνονται υπόψη στη διαμόρφωση του μοντέλου σταθμίζονται με βάρος το οποίο υπολογίζεται με βάση τη γεωγραφική τους θέση.

5.2.1. Γραμμική Παλινδρόμηση

Ο όρος παλινδρόμηση (regression) προήλθε από μια πρώτη προσπάθεια του Άγγλου ανθρωπολόγου sir Francis Galton (Αγγλία, 1822-1911) για τη μελέτη της σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών και συγκεκριμένα της σχέσης του ύψους των παιδιών με τους γονείς τους. «Ο όρος αυτός, που ουσιαστικά αναφέρεται στην παλινδρόμηση προς την κατεύθυνση του μέσου (regression towards the mean), προήλθε από την παρατήρηση του Galton ότι υπάρχει μια τάση όπου ακραίες (ως προς τον μέσο τους) παρατηρήσεις της ανεξάρτητης μεταβλητής αντιστοιχούν σε παρατηρήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής που δεν είναι το ίδιο ακραίες, αλλά βρίσκονται πλησιέστερα προς τον μέσο τους» (Bulmer, 2003, σελ. 184).

Σκοπός της πολλαπλής παλινδρόμησης είναι να περιγράψει τη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής Y και των k ανεξάρτητων μεταβλητών $X_1, X_2, \dots, X_k$. Το μοντέλο που θα αναλυθεί στην παρούσα εργασία υποθέτει ότι η Y είναι γραμμική συνάρτηση των k ανεξάρτητων μεταβλητών και έχει την εξής μορφή:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

όπου:

$X_1, X_2, \dots, X_k$ = οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών

β_0 = μια σταθερά

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ = οι συντελεστές παλινδρόμησης που περιγράφουν την επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών

ε = σφάλμα ή υπολειπόμενη τιμή (residual), δηλαδή η διαφορά μεταξύ της πραγματικής τιμής της Y και της τιμής της πρόβλεψης που προκύπτει από το στατιστικό μοντέλο.

Στην παρούσα εργασία θα εκτιμηθούν οι παράμετροι του μοντέλου της πολλαπλής παλινδρόμησης της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό με τις ερμηνευτικές μεταβλητές που την επηρεάζουν. Οι εκτιμήσεις των $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ συμβολίζονται με $b_0, b_1, \dots, b_k$, αντίστοιχα. Έτσι, η εξίσωση που θα προκύψει από την εκτίμηση των συντελεστών πολλαπλής παλινδρόμησης είναι η:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k$$

Οι συντελεστές $b_1, b_2, \dots, b_k$ δείχνουν τη μερική επίδραση που ασκούν οι ανεξάρτητες μεταβλητές στην εξαρτημένη. Για παράδειγμα, ο συντελεστής b_2 υποδηλώνει τη μεταβολή της μεταβλητής Y που θα προκύψει εάν μεταβληθεί η μεταβλητή X_2 κατά μία μονάδα μέτρησής της, εφόσον οι υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές παραμείνουν σταθερές. Η πιο απλή και διαδεδομένη μέθοδος γραμμικής παλινδρόμησης είναι η μέθοδος των ελάχιστων τετραγώνων. Δηλαδή αναζητούνται εκείνες οι τιμές των $b_0, b_1, \dots, b_k$ που ελαχιστοποιούν το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων μεταξύ των πραγματικών τιμών της Y και των εκτιμώμενων τιμών $\hat{Y}$ οι οποίες προκύπτουν από την εξίσωση παλινδρόμησης (Draper και Smith, 1997).

Στην παρούσα εργασία, επιλέγοντας την –προεπιλεγμένη– μέθοδο (Μέθοδος προσθήκης), υπολογίστηκε η επίδραση όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών ταυτόχρονα πάνω στην εξαρτημένη (ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό). Ωστόσο, παρατηρήθηκε ότι κάποιες μεταβλητές αποδεικνύονται στατιστικά μη σημαντικές, οπότε στη συνέχεια επιλέχθηκε η βηματική μέθοδος γραμμικής παλινδρόμησης (Stepwise), η οποία, εκτελώντας μια σύνθετη διαδικασία, βρίσκει την καλύτερη (με στατιστικούς όρους) μεταβλητή για να εισέλθει στο μοντέλο. Αφού η μεταβλητή εισέλθει στο μοντέλο, κάνει έλεγχο μήπως πρέπει να αφαιρεθεί από το μοντέλο. Συνεχίζει την ίδια διαδικασία για όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές, κάνοντας έλεγχο μήπως κάποια/ες πρέπει να αφαιρεθούν από το μοντέλο.

5.2.2. Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση

Η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (Geographically Weighted Regression – GWR) είναι μια μέθοδος τοπικής παλινδρόμησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση – μοντελοποίηση χωρικών μεταβολών των σχέσεων/συσχετίσεων μεταξύ της κατανάλωσης νερού και των παραγόντων που την επηρεάζουν. Η παλινδρόμηση αυτή ουσιαστικά ελέγχει την ύπαρξη χωρικής αστάθειας στη σχέση που προκύπτει ανάμεσα στην εξαρτημένη και καθεμία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές, επιτρέποντας στις παραμέτρους των ανεξάρτητων μεταβλητών να μεταβάλλονται στο χώρο (Καλογήρου, 2009, De Smith et al., 2007).

Η μέθοδος GWR είναι μία από τις κυριότερες μεθόδους παλινδρόμησης που επιτρέπει την υλοποίηση τοπικών μοντέλων. Η GWR επεκτείνει το παραδοσιακό πλαίσιο παλινδρόμησης (γραμμική παλινδρόμηση) επιτρέποντας την εκτίμηση τοπικών παρά ολικών παραμέτρων (Fotheringham και Brunsdon, 1999). Είναι εξέλιξη της μεθόδου επέκτασης του Casetti (1972), όπως εξηγείται από τους Fotheringham et al. (1998).

«...στη βαθμονόμηση (calibration) του μοντέλου GWR υποτίθεται ότι παρατηρηθέντα στοιχεία πλησίον του σημείου i (με συντεταγμένες (u_i, v_i)) έχουν μεγαλύτερη επιρροή στην εκτίμηση του $a_k(u_i, v_i)$ από στοιχεία που βρίσκονται μακρύτερα από το i Στη μέθοδο GWR μια παρατήρηση είναι σταθμισμένη σύμφωνα με την εγγύτητά της στο σημείο i , έτσι ώστε η στάθμιση μιας παρατήρησης δεν είναι πλέον σταθερή στη βαθμονόμηση αλλά διακυμαίνεται σύμφωνα με το i . Τα στοιχεία των παρατηρήσεων κοντά στο i έχουν μεγαλύτερο βάρος από τα στοιχεία των παρατηρήσεων που είναι μακρύτερα... Η διακύμανση των βαρών με το i διακρίνει την GWR από την παραδοσιακή μέθοδο σταθμισμένων ελαχίστων τετραγώνων όπου ο πίνακας στάθμισης είναι σταθερός. Χαρακτηριστικά, τα βάρη ορίζονται ως οι συνεχείς συναρτήσεις της απόστασης...»

(Fotheringham και Brunsdon, 1999, σελ. 348-349).

Οι εκτιμημένες παράμετροι α'_k που προκύπτουν είναι:

$$\alpha'(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y}$$

όπου $\mathbf{W}(u_i, v_i)$ είναι ένας πίνακας βαρών ξεχωριστών για κάθε σημείο (u_i, v_i) , τέτοιο ώστε οι παρατηρήσεις κοντά στο (u_i, v_i) να έχουν μεγαλύτερο βάρος από τις παρατηρήσεις που βρίσκονται μακρύτερα. Γραφικά, ο πίνακας βαρών έχει τη μορφή:

$$\mathbf{W}(u_i, v_i) = \begin{pmatrix} w_{i1} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & w_{i2} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & w_{i3} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & w_{in} \end{pmatrix}$$

όπου in είναι το βάρος των τιμών των μεταβλητών στο σημείο n που συμπεριλαμβάνεται στην εκτίμηση των τοπικών παραμέτρων για το σημείο i (Fotheringham et al., 2002, Kalogirou και Hatzichristos, 2007). Τα παραπάνω βάρη υπολογίζονται από μια συνάρτηση, η οποία συνήθως έχει μορφή συνάρτησης Gauss. Στα δικά μας τοπικά μοντέλα χρησιμοποιήσαμε διτετράγωνη συνάρτηση υπολογισμού βαρών και την τεχνική *προσαρμοσίμης απόστασης* (adaptive kernel) κατά την οποία σε κάθε τοπική παλινδρόμηση συμμετέχει ένας ορισμένος αριθμός κοντινών γειτόνων. Η συνάρτηση υπολογισμού βαρών είναι:

$$w_{ij} = \begin{cases} [1 - (d_{ij} / h_i)^2]^2 & \text{if } d_{ij} \leq h_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

κατά την οποία για κάθε σημείο i στο οποίο γίνεται μια τοπική παλινδρόμηση, το βάρος στο σημείο j είναι w_{ij} , όπου d_{ij} είναι η απόσταση μεταξύ i και j , και h_i είναι η απόσταση του N-οστού κοντινότερου γείτονα του i από το σημείο i ($h_i = d_{iN}$).

Μετά τη συνοπτική αναφορά της μεθοδολογίας που θα εφαρμοστεί, στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής των μεθόδων αυτών που αφορούν στον προσδιορισμό των ερμηνευτικών παραγόντων της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό στο Νομό Αττικής και στη διερεύνηση χωρικών διαφοροποιήσεων της επίδρασης αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα των μεθόδων που εφαρμόστηκαν και οι οποίες περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, παρουσιάζονται στο κεφάλαιο αυτό. Αρχικά επιχειρείται η εξερευνητική ανάλυση των δεδομένων ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό, στους ΟΤΑ του Νομού Αττικής, ώστε να αναδειχθεί η τυχόν ύπαρξη χωρικής αυτοσυσχέτισης. Στη συνέχεια, με μεθόδους ολικής και τοπικής παλινδρόμησης, πραγματοποιείται η εξέταση της συσχέτισης της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό με διάφορες μεταβλητές που πιθανόν να την επηρεάζουν.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν απόλυτα με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, στις οποίες έγινε αναφορά στο Κεφάλαιο 3. Η επίδραση των διάφορων δημογραφικών, κοινωνικών και οικονομικών μεταβλητών στην ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, στους δήμους και τις κοινότητες του Νομού Αττικής, ερμηνεύεται σε ικανοποιητικό βαθμό, ενισχύοντας τα συμπεράσματα για τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση νερού, όπως αυτά είναι καταγεγραμμένα στη σχετική βιβλιογραφία.

6.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Οι εξερευνητικές μέθοδοι αποτελούν μία πρώτη προσέγγιση ανάλυσης των δεδομένων ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό, στο Νομό Αττικής, το έτος 2002. Με την περιγραφική στατιστική, και τη χρήση τόσο των αριθμητικών όσο και των γραφικών μεθόδων που περιλαμβάνει, καθίσταται δυνατή μια

συνοπτική παρουσίαση των δεδομένων μας, που θα έχει ως αποτέλεσμα την εξαγωγή κάποιων αρχικών συμπερασμάτων για την κατανομή τους.

Με την εφαρμογή μιας άλλης κατηγορίας μεθόδων εξερεύνησης χωρικών δεδομένων, τις τεχνικές οι οποίες εστιάζουν στη χωρική συσχέτιση, γνωστή και ως χωρική αυτοσυσχέτιση, εξετάζεται η χωρική εξάρτηση μεταξύ των τιμών της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό, των διαφόρων χωρικών μονάδων (εδώ των Δήμων και Κοινοτήτων του Νομού Αττικής).

6.1.1. Περιγραφική Στατιστική

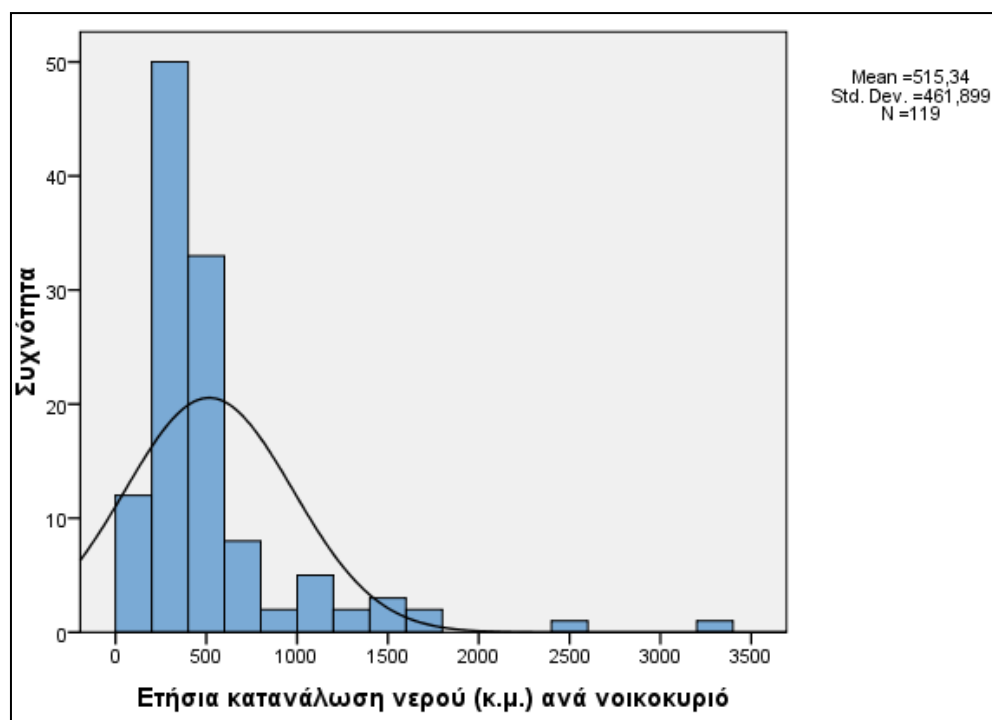
Από τον πίνακα των αποτελεσμάτων της περιγραφικής στατιστικής (Πίνακας 6.1) προκύπτει πως η μέση τιμή (ή αριθμητικός μέσος) των τιμών ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό στους ΟΤΑ του Νομού Αττικής, για το έτος 2002, ισούται με 515,34 m³. Η διάμεσος, δηλαδή ο αριθμός που βρίσκεται στο μέσο του συνόλου των τιμών ετήσιας κατανάλωσης νερού (οπότε οι μισοί αριθμοί έχουν τιμές μεγαλύτερες από αυτόν και οι άλλοι μισοί μικρότερες τιμές), είναι 385,52 m³. Η τυπική απόκλιση, που αποτελεί μέτρο της διασποράς των τιμών ετήσιας κατανάλωσης νερού σε σχέση με την τιμή του αριθμητικού μέσου, ισούται με 461,90 m³.

Πίνακας 6.1: Μέτρα περιγραφικής στατιστικής της μεταβλητής «Ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό» στους ΟΤΑ του Ν. Αττικής, το έτος 2002

Ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό στους ΟΤΑ του Νομού Αττικής (2002)	m ³
Μέτρα Κεντρικής τάσης	
Επικρατούσα τιμή (Mode)	115
Διάμεσος (Median)	385,52
Αριθμητικός μέσος (Mean)	515,34
Μέτρα Διασποράς	
Ελάχιστη τιμή (Min)	115
Μέγιστη τιμή (Max)	3.207
Εύρος (Range)	3.092
Τυπική απόκλιση (Standard Deviation)	461,90
Πλήθος έγκυρων παρατηρήσεων (Valid): N = 119	
Ελλιπή στοιχεία (Missing): 5	

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Η εξερεύνηση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε και με τη δημιουργία και παρατήρηση γραφημάτων. Στην Εικόνα 6.1 παρουσιάζεται το ιστόγραμμα συχνοτήτων, όπου το ύψος κάθε ράβδου δείχνει τη συχνότητα της αντίστοιχης τιμής ετήσιας κατανάλωσης νερού (κυβικά μέτρα) ανά νοικοκυριό. Από την καμπύλη κανονικής κατανομής συμπεραίνουμε πως η κατανομή των τιμών ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό στους δήμους και τις κοινότητες του Νομού Αττικής για το έτος 2002 είναι κανονική και επομένως μπορούμε να εφαρμόσουμε την ανάλυση της παλινδρόμησης.

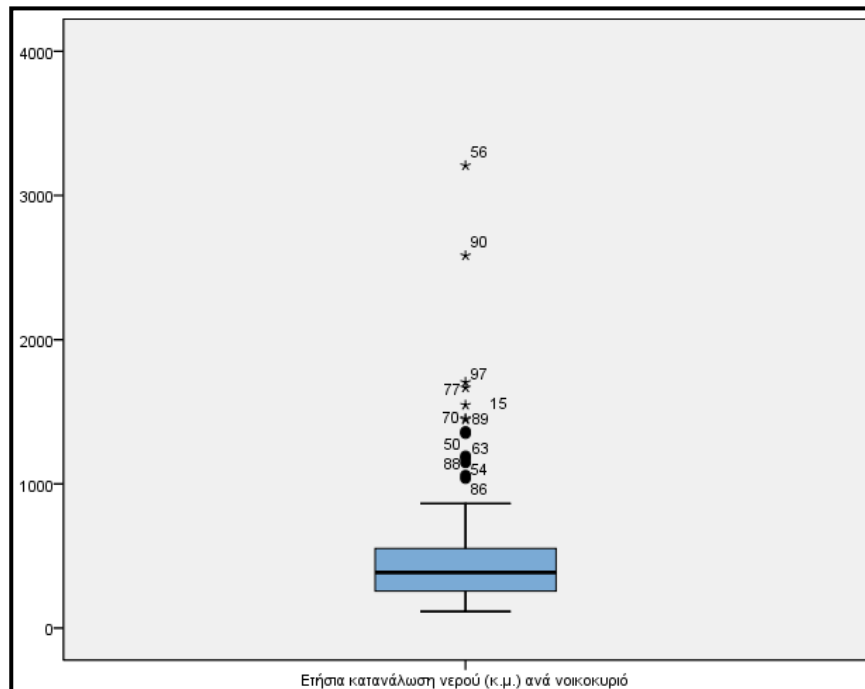


Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εικόνα 6.1: Διάγραμμα συχνοτήτων και καμπύλη κανονικής κατανομής της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό (Ν. Αττικής, 2002)

Στην Εικόνα 6.2 παρουσιάζεται το θηκόγραμμα (boxplot) τιμών της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό, απ' όπου διαπιστώνεται ότι υπάρχουν ακραίες τιμές (outliers). Ωστόσο, οι ακραίες αυτές τιμές δεν εξαιρούνται από την ανάλυση, καθώς δεν οφείλονται σε λανθασμένη παρατήρηση ή υπολογιστικό σφάλμα.

Οι ακραίες τιμές που παρατηρούνται αφορούν στην ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, το 2002, στους ΟΤΑ του Νομού Αττικής οι οποίοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2.



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εικόνα 6.2: Θηκόγραμμα τιμών ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό

Πίνακας 6.2: Δήμοι / Κοινότητες του Ν. Αττικής που παρουσιάζουν ακραίες τιμές ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό (2002)

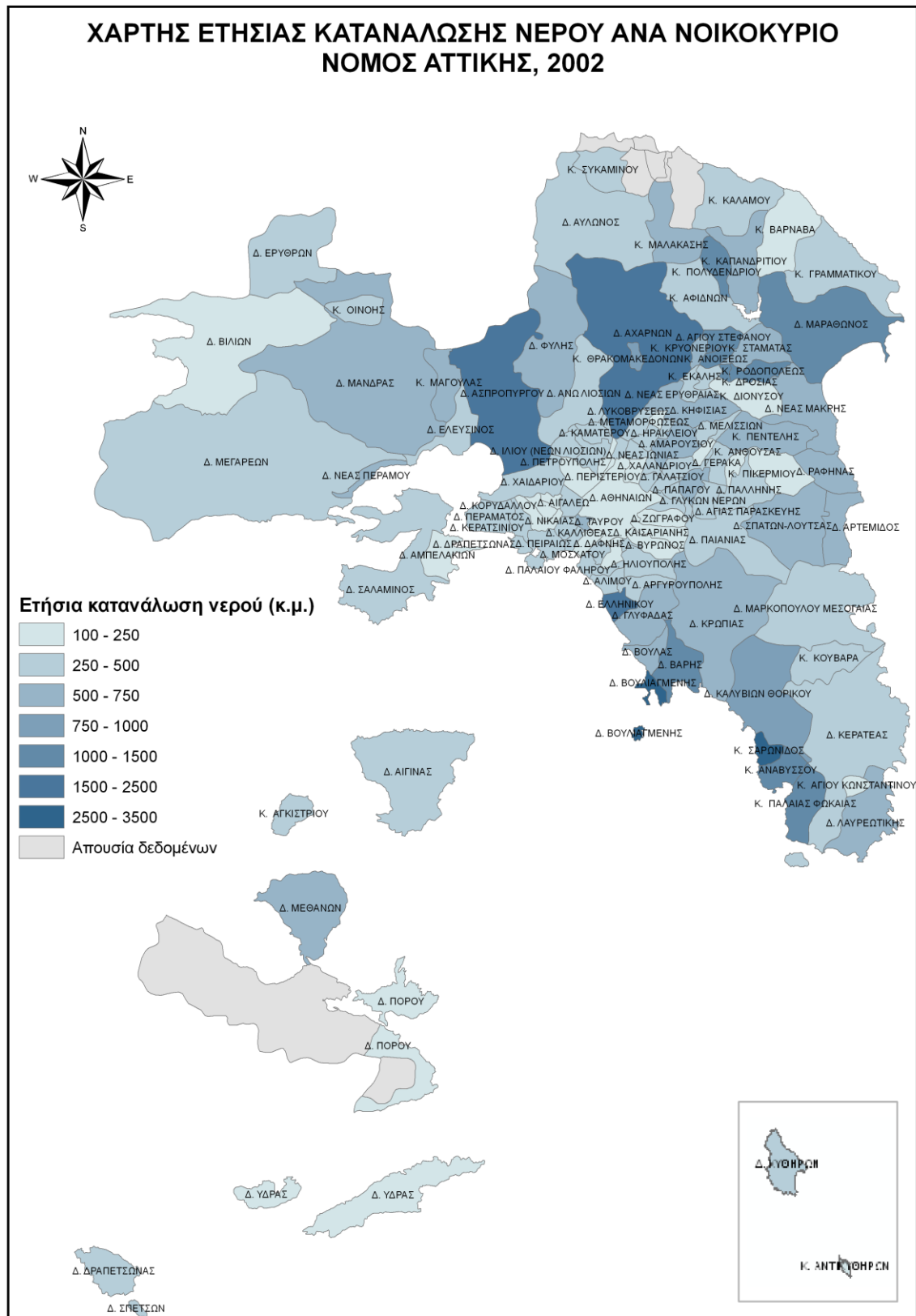
Δήμος / Κοινότητα	Ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, το έτος 2002 (κ.μ.)
Δ. Βουλιαγμένης	3.207
Κ. Σαρωνίδας	2.583
Δ. Αχαρνών	1.705
Δ. Ασπροπύργου	1.667
Δ. Ελληνικού	1.547
Κ. Αναβύσσου	1.454
Κ. Δροσιάς	1.445
Κ. Άνοιξης	1.364
Κ. Ροδόπολης	1.349

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Παρατηρούμε (Πίνακας 6.2 και Εικόνα 6.3) ότι εξαιρετικά υψηλή ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό σημειώνεται σε δήμους και κοινότητες που συμπεριλαμβάνονται στα βόρεια κεντρικά και ανατολικά προάστια, καθώς και στα νότια προάστια του Μητροπολιτικού Συγκροτήματος Αθήνας - Πειραιά, τα οποία χαρακτηρίζονται κυρίως από μεγάλες κατοικίες (κυρίως μονοκατοικίες με κήπους), υψηλά εισοδήματα, πολυμελή νοικοκυριά και χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού. Στο Δήμο Αχαρνών, παρόμοια χαρακτηριστικά έχουν οι περιοχές του Πανοράματος και της Βαρυμπόμπης, ενώ και στο Δήμο Ασπροπύργου οι κατοικίες είναι κυρίως μεγάλες μονοκατοικίες (παλαιά αρχοντικά) και η πυκνότητα του πληθυσμού αρκετά χαμηλή. Ωστόσο, σε ό,τι αφορά το Δήμο Ασπροπύργου, θα πρέπει να σημειωθεί και η ευρεία χρήση πόσιμου νερού από τα νοικοκυριά για την κάλυψη αναγκών άρδευσης.

Στον ακόλουθο χάρτη (Εικόνα 6.3) απεικονίζονται οι δήμοι και οι κοινότητες του Νομού Αττικής με βάση την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, το 2002. Η μεγαλύτερη ετήσια κατανάλωση ανά νοικοκυριό, όπως προαναφέρθηκε, παρατηρείται στο δήμο Βουλιαγμένης και την κοινότητα Σαρωνίδας, ενώ ακολουθούν, με επίσης υψηλές καταναλώσεις, οι δήμοι Δροσιάς, Άνοιξης, Ροδόπολης, Ελληνικού, Αναβύσσου, Αχαρνών και Ασπροπύργου. Αντίθετα, οι μικρότερες ετήσιες καταναλώσεις ανά νοικοκυριό σημειώνονται στους δήμους Δάφνης, Καισαριανής και Αγίας Βαρβάρας, στο δήμο Ύδρας, καθώς και στις κοινότητες Πικερμίου, Ανθούσας και Διονύσου.

Παράλληλα με τις σημαντικές αυτές διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται στις τιμές ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό μεταξύ των δήμων και κοινοτήτων του Νομού Αττικής, εμφανίζονται στο χάρτη περιοχές, όπως η Αθήνα και οι γειτονικοί δήμοι, με χαμηλά επίπεδα κατανάλωσης. Με τη χρήση μεθόδων χωρικής εξάρτησης μπορεί να αναδειχθεί η ύπαρξη χωρικής αυτοσυσχέτισης και ενδεχόμενα χωρικά πρότυπα στην κατανάλωση νερού.



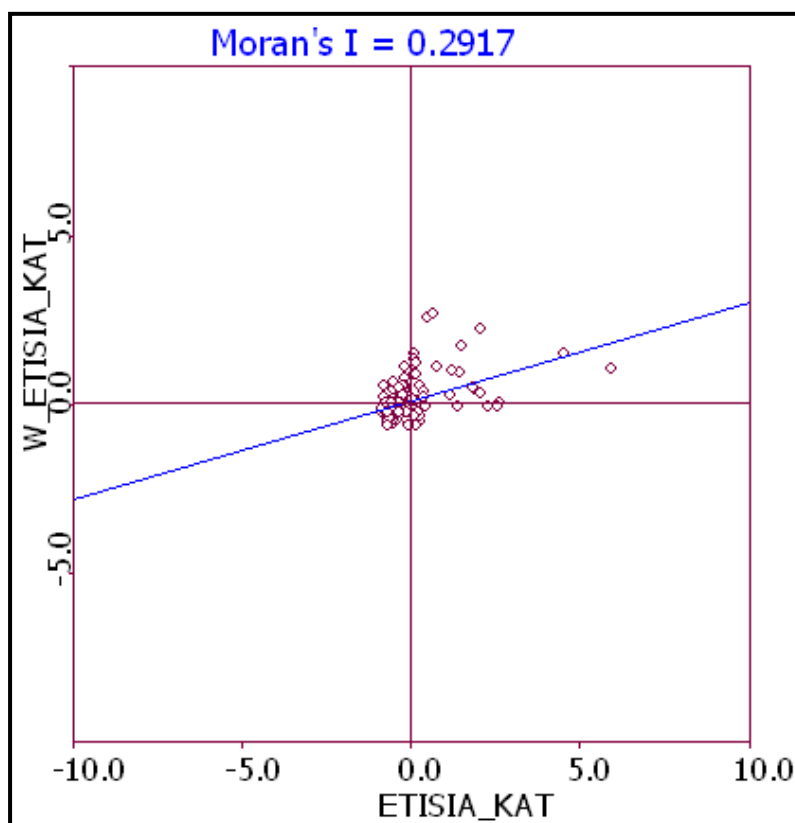
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εικόνα 6.3: Χωρική κατανομή ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό (Ν. Αττικής, 2002)

6.1.2. Χωρική Αυτοσυσχέτιση

Για την ανάδειξη τυχόν ύπαρξης χωρικής αυτοσυσχέτισης χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Moran's I. Τα χωρικά δεδομένα ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό αφορούν σε πολύγωνα δήμων και κοινοτήτων που περιλαμβάνουν και νησιωτικές περιοχές, επομένως χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του αριθμού πλησιέστερων γειτόνων.

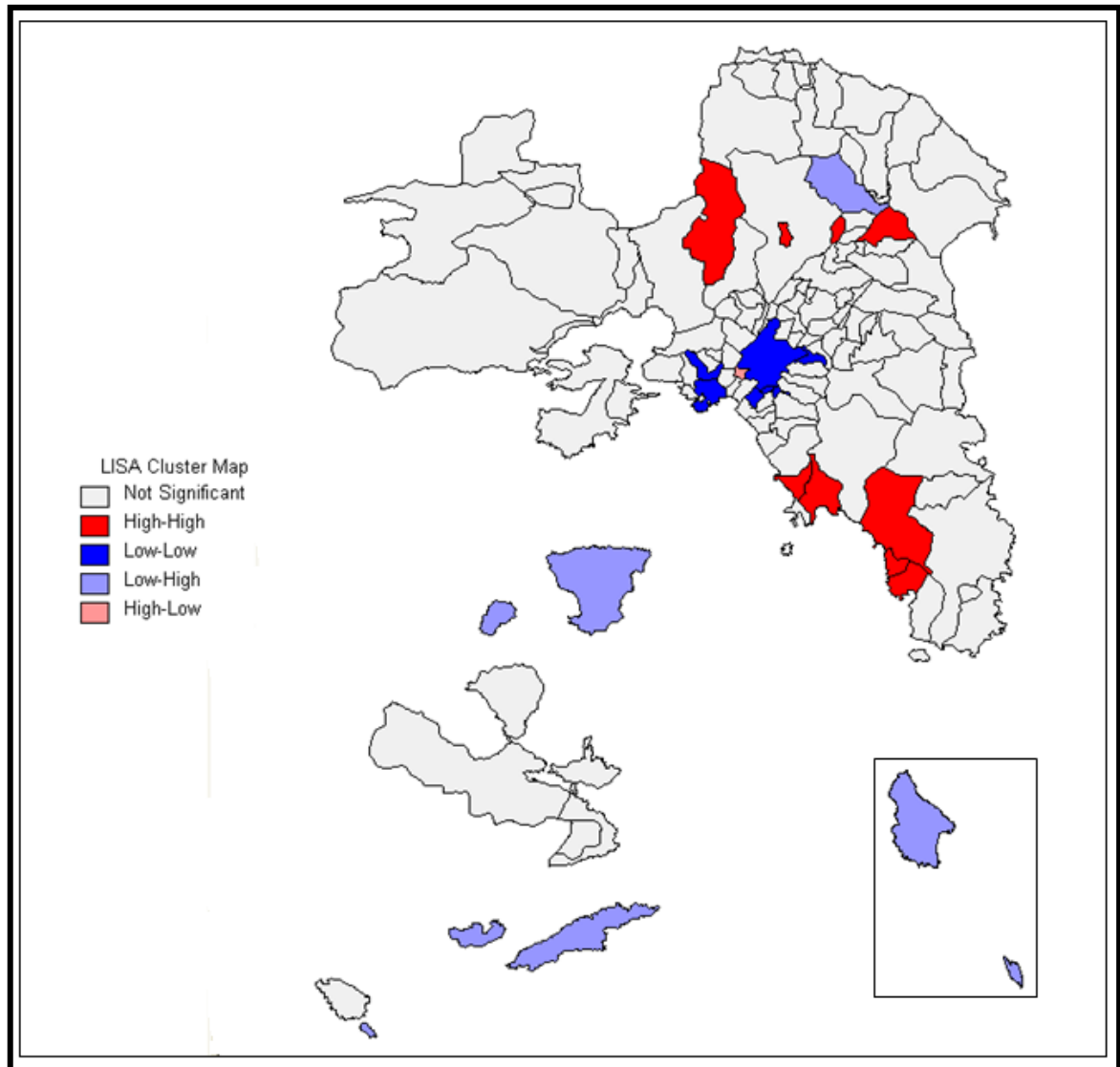
Στην Εικόνα 6.4 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η γραφική παράσταση των κανονικοποιημένων τιμών της μεταβλητής «Ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό» και της χωρικής της μετάθεσης. Στον άξονα των x είναι οι τιμές της μεταβλητής «Ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό», ενώ στον άξονα των y είναι η χωρική μετάθεση (spatial lag) των τιμών της μεταβλητής αυτής. Ο ολικός δείκτης Moran's I είναι 0,2917. Επομένως αναμένουμε εστίες ΟΤΑ υψηλών και χαμηλών τιμών στο χάρτη χωρικών προτύπων (Εικόνα 6.5).



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εικόνα 6.4: Διάγραμμα διασποράς του δείκτη Moran's I για την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό (Ν. Αττικής, 2002)

Στην Εικόνα 6.5 παρουσιάζεται ο χάρτης χωρικών προτύπων (Cluster Map), που προκύπτει από την ταξινόμηση των τοπικών δεικτών Moran's I σε 4 ομάδες (υψηλή-υψηλή, χαμηλή-χαμηλή, υψηλή-χαμηλή, χαμηλή-υψηλή).



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εικόνα 6.5: Χάρτης χωρικών προτύπων τοπικών δεικτών Moran's I

Η ανάλυση Moran's I (Εικόνες 6.4 και 6.5) δείχνει ότι υπάρχει θετική χωρική αυτοσυσχέτιση στις τιμές ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό στο Νομό Αττικής. Αυτό σημαίνει ότι δήμοι ή κοινότητες με υψηλές τιμές ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό γειτνιάζουν με δήμους ή κοινότητες με

επίσης υψηλές τιμές ετήσιας κατανάλωσης νερού, ενώ το ίδιο ισχύει για τις χαμηλές τιμές ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό.

Πράγματι, εστίες υψηλών τιμών ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό παρατηρούνται στα νότια προάστια (δήμοι Βούλας, Βάρης, Σαρωνίδας, Αναβύσσου, Καλυβίων Θορικού) και στα βορειοανατολικά προάστια (Σταμάτα, Θρακομακεδόνες και Κρυονέρι). Εστία χαμηλών τιμών εντοπίζεται στο κέντρο του Μητροπολιτικού Συγκροτήματος Αθήνας – Πειραιά (δήμοι Αθήνας, Παπάγου, Νέας Σμύρνης, Υμηττού, Δάφνης, Πειραιά και Νίκαιας). Τα Κύθηρα, τα Αντικύθηρα, η Αίγινα, το Αγκίστρι, η Ύδρα, οι Σπέτσες και οι Αφίδνες εμφανίζονται να έχουν χαμηλή ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό σε σχέση με τους γειτονικούς τους δήμους, ενώ, αντίθετα, ο δήμος Ταύρου εμφανίζεται να έχει υψηλή ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό σε σχέση με τους γειτονικούς του δήμους.

Οι εστίες υψηλών τιμών στα βόρεια κεντρικά, ανατολικά και νότια προάστια του Μητροπολιτικού Συγκροτήματος Αθήνας – Πειραιά μπορούν να ερμηνευτούν με βάση τα χαρακτηριστικά των δήμων και κοινοτήτων που τις αποτελούν. Πρόκειται για περιοχές με μεγάλες μονοκατοικίες με κήπους ή και εξοχικές κατοικίες, υψηλά εισοδήματα και υψηλό μορφωτικό επίπεδο των κατοίκων. Αντίστοιχα, η εστία χαμηλών τιμών που εντοπίζεται σε δήμους κοντά στο κέντρο Αθήνας και Πειραιά μπορεί να ερμηνευθεί με βάση τις μικρές κατοικίες (κυρίως διαμερίσματα πολυκατοικιών) και τα χαμηλότερα εισοδήματα των κατοίκων.

6.1.3. Έλεγχος ανεξαρτησίας

Επόμενο βήμα της εξερευνητικής ανάλυσης των δεδομένων ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό είναι ο έλεγχος της ανεξαρτησίας των ερμηνευτικών μεταβλητών, που αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης. Έτσι, αν και υπάρχουν στη διάθεσή μας πολλές μεταβλητές, είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθούν όλες, εξαιτίας της μεταξύ τους συσχέτισης η οποία παραβιάζει το κριτήριο ανεξαρτησίας. Οι

μεταβλητές που είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και οι οποίες επιλέγονται τελικά ως ερμηνευτικές στο στατιστικό μοντέλο, αναφέρονται στην πρώτη στήλη του Πίνακα 6.3 που ακολουθεί.

6.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΜΗΝΕΥΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Τα αποτελέσματα της εξερευνητικής ανάλυσης των χωρικών δεδομένων που αφορούν στην ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό στο Νομό Αττικής, ανέδειξαν τις χωρικές διακυμάνσεις της κατανάλωσης. Για να κατανοηθούν οι αιτίες αυτών των χωρικών διαφοροποιήσεων ορίζεται ένα στατιστικό μοντέλο κατανάλωσης νερού ώστε μέσω της επίλυσής του να αναδειχθούν οι σχέσεις κάποιων ερμηνευτικών μεταβλητών με την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, στο Νομό Αττικής. Αναμένεται η ύπαρξη ενός βαθμού συσχέτισης, θα πρέπει όμως να εξεταστεί κατά πόσο αυτή είναι στατιστικά σημαντική και κατά πόσο μεταβάλλεται στο χώρο. Για το λόγο αυτό, ακολουθεί η ερμηνευτική ανάλυση των δεδομένων, με μεθόδους ολικής και τοπικής παλινδρόμησης.

Τα αποτελέσματα τόσο της γραμμικής παλινδρόμησης όσο και της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης είναι ενθαρρυντικά, καθώς προκύπτει ότι είναι δυνατός ο ορισμός μοντέλων εκτίμησης της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό, στους δήμους και τις κοινότητες του Νομού Αττικής.

6.2.1. Γραμμική Παλινδρόμηση

Με βάση τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης, τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.3, στο συγκεκριμένο στατιστικό μοντέλο η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού R^2 είναι 0,481. Αυτό σημαίνει ότι το 48,1% της συνολικής διακύμανσης της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό που παρατηρείται στους δήμους του Νομού Αττικής εξηγείται από τις μεταβλητές που επιλέχθηκαν.

Η εξέταση της καλής προσαρμογής του μοντέλου στα δεδομένα πραγματοποιείται από το συντελεστή συσχέτισης R μεταξύ της παρατηρούμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής και της εκτιμώμενης τιμής, με βάση το μοντέλο παλινδρόμησης (Τσαγρής, 2008). Στην παρούσα εργασία ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με 0,609, επομένως η ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό μπορεί να προβλεφθεί αρκετά καλά από τις μεταβλητές που αναφέρονται στον Πίνακα 6.3.

Πίνακας 6.3: Αποτελέσματα Γραμμικής Παλινδρόμησης για την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό (Ν. Αττικής, 2002)

Μεταβλητές	Μ.Ε.Τ.			Βηματική μέθοδος (Stepwise)		
	Συντελεστές β	Στατιστική Σημαντικότητα (sig.)	VIF	Συντελεστές β	Στατιστική Σημαντικότητα (sig.)	VIF
(Σταθερά)	-24241,210	0,116		-873,578	0,140	
Ετήσιο οικογ. εισόδημα	0,018	0,326	3,397	0,039	0,011	1,992
Πυκνότητα πληθυσμού	-0,025	0,033	3,361	-0,020	0,053	2,326
Ποσοστό αλλοδαπών	45,497	0,001	2,159			
Εξοχικές κατοικίες	1,540	0,731	6,946	6,093	0,043	2,613
Νοικοκυριά με 4 και άνω μέλη	9,422	0,591	4,692	4,485	0,037	2,544
Ποσοστό ενοικιαστών	-16,171	0,267	8,778			
Ηλικία 0-14 ετών	14,975	0,540	2,921	28,893	0,019	2,073
Ηλικία 55-64 ετών	-34,935	0,459	5,663			
Επάγγελμα κατ. 1	13,209	0,396	4,408			
Επάγγελμα κατ. 8	-11,182	0,510	3,186			
Κατοικίες με 3 και άνω δωμάτια	10,569	0,156	6,792	4,751	0,031	2,280
Γνωρίζοντες γραφή / ανάγνωση	-45,706	0,100	4,916			
Μέση θερμοκρασία Ιουλίου	963,156	0,103	1,665			
Υψόμετρο	-0,705	0,125	2,588			
Συντελεστής Προσδιορισμού R ² : 0,571 Αριθμός Παρατηρήσεων: 119				Συντελεστής Προσδιορισμού R ² : 0,481 Αριθμός Παρατηρήσεων: 119		

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Η δεύτερη και η πέμπτη στήλη του Πίνακα 6.3 παρουσιάζουν τους συντελεστές παλινδρόμησης (Β) για καθεμία ανεξάρτητη μεταβλητή. Από την επισκόπηση της στήλης «Στατιστική Σημαντικότητα» («sig.») μπορούν να εντοπιστούν οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές.

Στο πλήρες μοντέλο (Μ.Ε.Τ.), οι παράγοντες μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, ποσοστό αλλοδαπών, ποσοστό εξοχικών κατοικιών, ποσοστό νοικοκυριών με 4 ή περισσότερα μέλη, ποσοστό ατόμων ηλικίας 0-14 ετών, ποσοστό ανώτερων διοικητικών και διευθυντικών στελεχών, ποσοστό κατοικιών με 3 ή περισσότερα δωμάτια και μέση θερμοκρασία Ιουλίου επηρεάζουν θετικά την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, όπως προκύπτει από τους θετικούς συντελεστές της δεύτερης στήλης του Πίνακα 6.3. Αντίθετα, οι παράγοντες πυκνότητα πληθυσμού, ποσοστό ενοικιαστών, ποσοστό ατόμων ηλικίας 55-64 ετών, ποσοστό χειριστών μηχανημάτων και συναρμολογητών, ποσοστό ατόμων που γνωρίζουν γραφή και ανάγνωση και υψόμετρο επηρεάζουν αρνητικά την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό. Από τους παράγοντες αυτούς, μόνο η πυκνότητα πληθυσμού και το ποσοστό αλλοδαπών είναι στατιστικά σημαντικοί.

Στο μοντέλο που παλινδρομήθηκε με τη βηματική μέθοδο (stepwise), οι παράγοντες μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, ποσοστό εξοχικών κατοικιών, ποσοστό νοικοκυριών με 4 ή περισσότερα μέλη, ποσοστό κατοικιών με 3 ή περισσότερα δωμάτια και ποσοστό ατόμων ηλικίας 0-14 ετών επηρεάζουν θετικά την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, όπως προκύπτει από τους θετικούς συντελεστές της πέμπτης στήλης του Πίνακα 6.3. Η πυκνότητα πληθυσμού επηρεάζει αρνητικά την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό. Οι μεταβλητές στην περίπτωση της βηματικής παλινδρόμησης είναι όλες στατιστικά σημαντικές.

Οι θετικοί συντελεστές των ερμηνευτικών μεταβλητών δείχνουν ότι όσο αυξάνουν οι τιμές των αντίστοιχων μεταβλητών του μοντέλου, αυξάνεται η ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, στους ΟΤΑ του Νομού Αττικής. Αντίθετα, ο αρνητικός συντελεστής της μεταβλητής (πυκνότητα πληθυσμού,

στο δεύτερο μοντέλο) υποδηλώνει αρνητική συσχέτιση της πυκνότητας πληθυσμού με την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό. Το μέγεθος κάθε συντελεστή δείχνει πόσο αυξάνεται ή μειώνεται η ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό όταν αυξηθεί κατά μία μονάδα η αντίστοιχη μεταβλητή, με σταθερές τις υπόλοιπες.

Η εξίσωση της ευθείας της παλινδρόμησης που προκύπτει τελικά από τη βηματική παλινδρόμηση, η οποία θεωρείται καλύτερη λόγω στατιστικής σημαντικότητας των παραγόντων, είναι η εξής:

$$\begin{aligned} & [\text{Ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό}] = \\ & - 873,578 + 0,039 \times [\text{Μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα}] - 0,020 \times [\text{Πυκνότητα πληθυσμού}] \\ & + 6,093 \times [\% \text{ Εξοχικών κατοικιών}] + 4,485 \times [\% \text{ νοικοκυριών με 4 και άνω μέλη}] + \\ & 4,751 \times [\% \text{ κατοικιών με 3 και άνω δωμάτια}] + 28,893 \times [\% \text{ Ατόμων ηλικίας 0-14 ετών}] \end{aligned}$$

Τη θετική συσχέτιση του οικογενειακού εισοδήματος με την κατανάλωση νερού έδειξαν στις έρευνές τους οι Hanke και de Maré (1982), Jones και Morris (1984), Moncur (1987), Renwick και Green (1999), Höglund (1999), Saleth και Dinar (2000), Gunatilake et al. (2001) και Barkatullah (2002). Τα άτομα με υψηλά εισοδήματα διαμένουν σε μεγαλύτερες κατοικίες, συνήθως πολυτελείς μονοκατοικίες με κήπους, ενώ είναι πιθανή και η ύπαρξη πισίνας (Dandy et al., 1997) ή συσκευών υδρομασάζ, που συνεπάγονται μεγαλύτερη κατανάλωση νερού. Τα υψηλά εισοδήματα συνεπάγονται συνήθως την ύπαρξη περισσότερων αυτοκινήτων στην οικογένεια, για το πλύσιμο των οποίων καταναλώνεται μεγάλη ποσότητα νερού.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η θετική συσχέτιση της ετήσιας κατανάλωσης νερού σε ένα νοικοκυριό με το ποσοστό των εξοχικών κατοικιών. Το γεγονός αυτό μπορεί να ερμηνευτεί υπό την έννοια της έντονης εποχιακής διακύμανσης στην κατανάλωση νερού στις εξοχικές κατοικίες, λόγω της

εξαιρετικά υψηλής κατανάλωσης νερού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Troy et al., 2005), που επηρεάζει τελικά τη συνολική ετήσια κατανάλωση νερού.

Προκύπτει, επίσης, ότι το ποσοστό των πολυμελών νοικοκυριών (4 ή περισσότερα μέλη) επηρεάζουν θετικά την ετήσια κατανάλωση νερού σε ένα νοικοκυριό. Πράγματι, τη θετική συσχέτιση της κατανάλωσης νερού ενός νοικοκυριού με τον αριθμό μελών του νοικοκυριού έδειξαν οι Nieswiadomy και Molina (1989), Nieswiadomy (1992), Renwick et al. (1998), Dandy et al. (1997) και πιο πρόσφατα οι Nancarrow et al. (2004).

Αναφορικά με το ποσοστό των κατοικιών με 3 ή περισσότερα δωμάτια, η θετική συσχέτιση με την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό συμφωνεί απόλυτα με τη βιβλιογραφία. Οι Dzisiak (1999), Höglund (1999), Barkatullah (2002) και Renzetti (2002) έδειξαν ότι η κατανάλωση νερού σε ένα νοικοκυριό αυξάνεται όσο αυξάνεται το μέγεθος της κατοικίας.

Ένα εξαιρετικά σημαντικό συμπέρασμα που αναδεικνύεται επίσης στην παρούσα εργασία και το οποίο συμφωνεί με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, είναι το γεγονός ότι αύξηση του ποσοστού των ατόμων ηλικίας 0-14 ετών οδηγεί σε αύξηση της ετήσιας κατανάλωσης νερού σε ένα νοικοκυριό. Η ηλικία των μελών ενός νοικοκυριού θεωρήθηκε ως σημαντική μεταβλητή από τον Lyman (1992) και τους Nieswiadomy και Molina (1989), ενώ οι Nauges και Thomas (2000) έδειξαν ότι σε νοικοκυριά με πολλά παιδιά και εφήβους σημειώνεται μεγαλύτερη κατανάλωση νερού. Ο τρόπος ζωής των νεότερων σε ηλικία σε σχέση με τους μεγαλύτερους (περισσότερες εξόδους για διασκέδαση, μεγαλύτερη σημασία στην εξωτερική εμφάνιση) συνεπάγεται μεγαλύτερη κατανάλωση νερού όσον αφορά την προσωπική υγιεινή.

Αναφορικά με την αρνητική συσχέτιση της πυκνότητας του πληθυσμού με την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό, οι Howe και Linaweaver (1967) έδειξαν ότι η αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού επηρεάζει αρνητικά την κατανάλωση νερού. Η ερμηνεία που δίνεται είναι ότι αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού συνεπάγεται λιγότερους ελεύθερους χώρους. Ουσιαστικά, όπως αναφέρουν οι Jansen και Schulz (2006), με την αύξηση της πυκνότητας του

πληθυσμού στην ουσία μειώνεται η εξω-οικιακή κατανάλωση νερού, η οποία αφορά σε πότισμα κήπων, πισίνες ή και πλύσιμο αυτοκινήτων.

6.2.2. Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση

Από την εξερευνητική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, έγινε σαφής η ύπαρξη της χωρικής αυτοσυσχέτισης των δεδομένων ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό, στους ΟΤΑ του Νομού Αττικής. Επιπλέον, από την ερμηνευτική ανάλυση των δεδομένων με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης, διαπιστώθηκε ποιες ερμηνευτικές μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές στο μοντέλο πρόβλεψης της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό στο Νομό Αττικής. Λόγω της χωρικής εξάρτησης των δεδομένων, κρίνεται απαραίτητο να εξεταστεί η ύπαρξη διακύμανσης της συσχέτισης μεταξύ της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό και των ανεξάρτητων μεταβλητών που την επηρεάζουν, με χρήση τοπικών μεθόδων παλινδρόμησης.

Για το λόγο αυτό, εφαρμόσαμε τη μέθοδο της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης, η οποία εξετάζει το πώς μπορεί να μεταβάλλονται χωρικά οι γραμμικές σχέσεις μεταξύ της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό και των παραγόντων που την επηρεάζουν, όπως, για παράδειγμα, ο αριθμός μελών του νοικοκυριού.

Από την εξέταση της συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών προέκυψαν, τοπικά, υψηλά ποσοστά συσχέτισης για ορισμένα ζεύγη μεταβλητών, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατη η βαθμονόμηση ορισμένων παλινδρομήσεων, λόγω σφάλματος στον αλγόριθμο που χρησιμοποιείται (GWR extension στο ArcGIS 9.3). Το μοντέλο που τελικά ορίζεται και βαθμονομήθηκε επιτυχώς είναι το εξής:

$$\begin{aligned} [\text{Ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό}] \sim & [\text{Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα}] + \\ & [\text{Πυκνότητα πληθυσμού}] + [\% \text{ Εξοχικών κατοικιών}] + [\% \text{ Αλλοδαπών}] + \\ & [\% \text{ Ενοικιαστών}] \end{aligned}$$

Από τη βαθμονόμηση του μοντέλου προέκυψαν καταρχήν κάποιες πληροφορίες για τον ορισμό του μοντέλου, το χρόνο που χρειάστηκε για να τρέξει, καθώς και μερικά στοιχεία για τα στατιστικά επίδοσης του μοντέλου (goodness of fit). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.4, ο αριθμός γειτόνων είναι 40, το AICc είναι 1825,2 και ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 είναι 0,622, που σημαίνει ότι το 62,2% της συνολικής διακύμανσης της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό που παρατηρείται σε έναν ΟΤΑ εξηγείται από τις ερμηνευτικές μεταβλητές του μοντέλου. Οι τοπικά εκτιμημένες παράμετροι των ερμηνευτικών μεταβλητών αναφέρονται στον Πίνακα 6.5.

Πίνακας 6.4: Παράμετροι γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης

Αριθμός μεταβλητών	Αριθμός παρατηρήσεων	Αριθμός γειτόνων	AICc	R^2	Adjusted R^2
5	119	40	1825,2	0,622	0,497

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

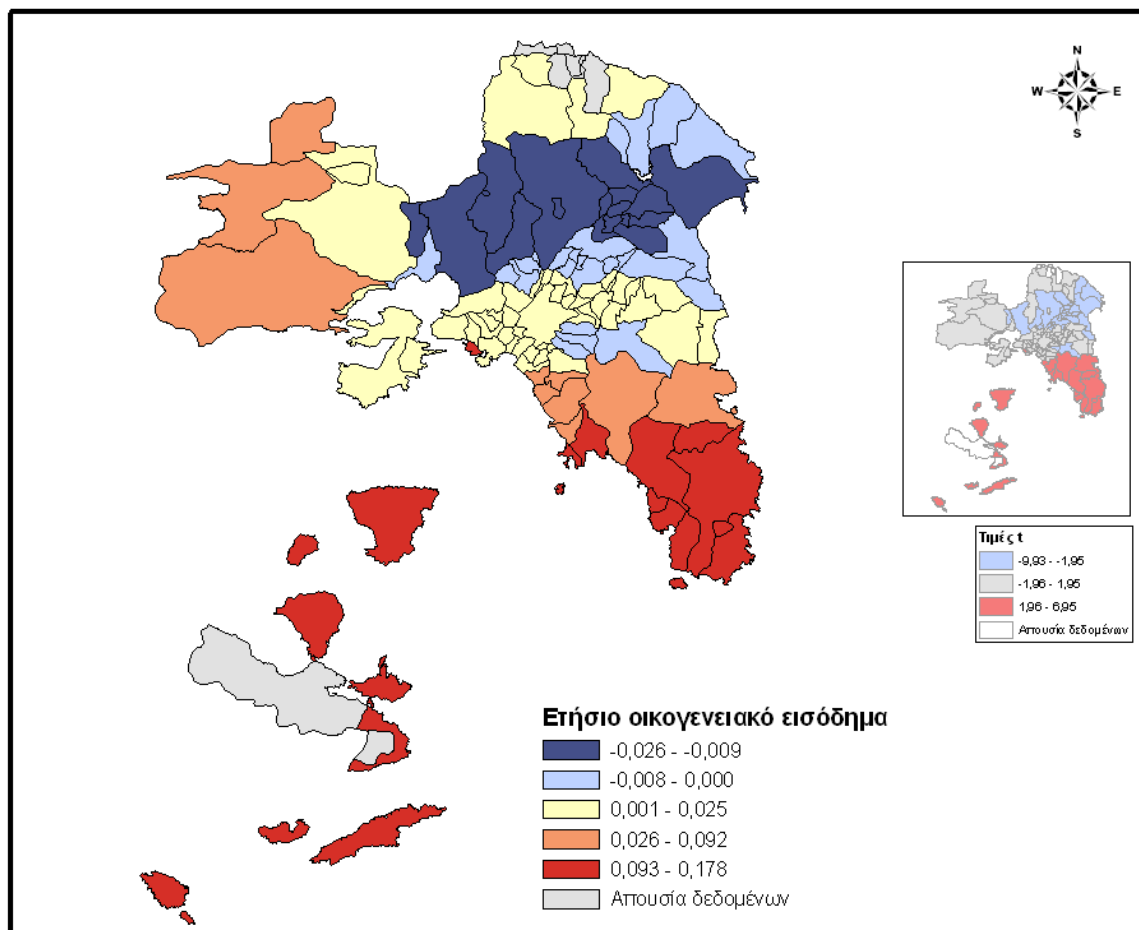
Πίνακας 6.5: Αποτελέσματα γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης

Μεταβλητές	Εύρος συντελεστών
Σταθερά	15,786 – 28,248
Ετήσιο δηλωθέν οικογενειακό εισόδημα	-0,026 – 0,178
Πυκνότητα πληθυσμού	-0,070 – -0,005
Ποσοστό εξοχικών κατοικιών	-11,832 – 23,531
Ποσοστό αλλοδαπών	-8,418 – 64,721
Ποσοστό ενοικιαστών	-12,497 – 48,538

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Από την ανάλυση προκύπτουν μια σειρά χαρτών, οι οποίοι μας επιτρέπουν να αποτιμήσουμε το πώς τα χαρακτηριστικά της σχέσης μεταξύ της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό και καθεμίας ανεξάρτητης μεταβλητής διαφοροποιούνται χωρικά, μεταξύ των δήμων και κοινοτήτων του Νομού Αττικής. Οι χάρτες αυτοί αφορούν στις τοπικά εκτιμημένες παραμέτρους καθεμίας ανεξάρτητης μεταβλητής του παραπάνω μοντέλου. Επιπλέον, με βάση τις τοπικές τιμές t , οι οποίες υπολογίστηκαν με μαθηματικό τύπο ($\text{Τιμή } t = \text{Εκτιμημένη παράμετρος} / \text{Τοπικό σφάλμα}$), εξετάζουμε αν οι τοπικά εκτιμημένες παράμετροι είναι στατιστικά σημαντικές.

Ο χάρτης της Εικόνας 6.6 που ακολουθεί, αφορά στις τοπικά εκτιμημένες παραμέτρους της μεταβλητής [Ετήσιο δηλωθέν οικογενειακό εισόδημα].



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εικόνα 6.6: Χάρτης τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων και τοπικών τιμών του ετήσιου οικογενειακού εισοδήματος

Παρατηρούμε ότι η αύξηση του οικογενειακού εισοδήματος επηρεάζει θετικά την ετήσια κατανάλωση νερού στα νοικοκυριά των δήμων της νότιας και νοτιοανατολικής Αττικής και τα νησιά του Σαρωνικού. Γενικά, η αύξηση του εισοδήματος, όπως προέκυψε και από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, επηρεάζει θετικά την κατανάλωση του νερού. Πέρα από τον τύπο κατοικίας των ατόμων υψηλότερου εισοδήματος (μονοκατοικίες ή μεγάλα διαμερίσματα), ο τρόπος ζωής και οι καταναλωτικές συνήθειές τους διαφοροποιούνται. Επιπρόσθετα, είναι πιθανό στους δήμους αυτούς να πρόκειται για εξοχικές κατοικίες ατόμων υψηλού εισοδήματος, όπου η κατανάλωση να είναι υψηλή, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες.

Όπως, εξάλλου, φαίνεται στον Πίνακα 6.6., έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Μελβούρνη για την οικιακή κατανάλωση νερού στα νοικοκυριά (Porter et al., 2005) έδειξε ότι το 35% της ποσότητας νερού που καταναλώνεται αφορά στο πότισμα των κήπων. Το αποτέλεσμα αυτό αφορούσε δύο περιοχές υψηλού κοινωνικο-οικονομικού επιπέδου, όπου οι κάτοικοι δήλωσαν ότι θεωρούν την ύπαρξη κήπου απαραίτητο συστατικό κοινωνικής καταξίωσης.

Πίνακας 6.6: Ποσοστιαία κατανομή της οικιακής κατανάλωσης νερού σε νοικοκυριά της Μελβούρνης

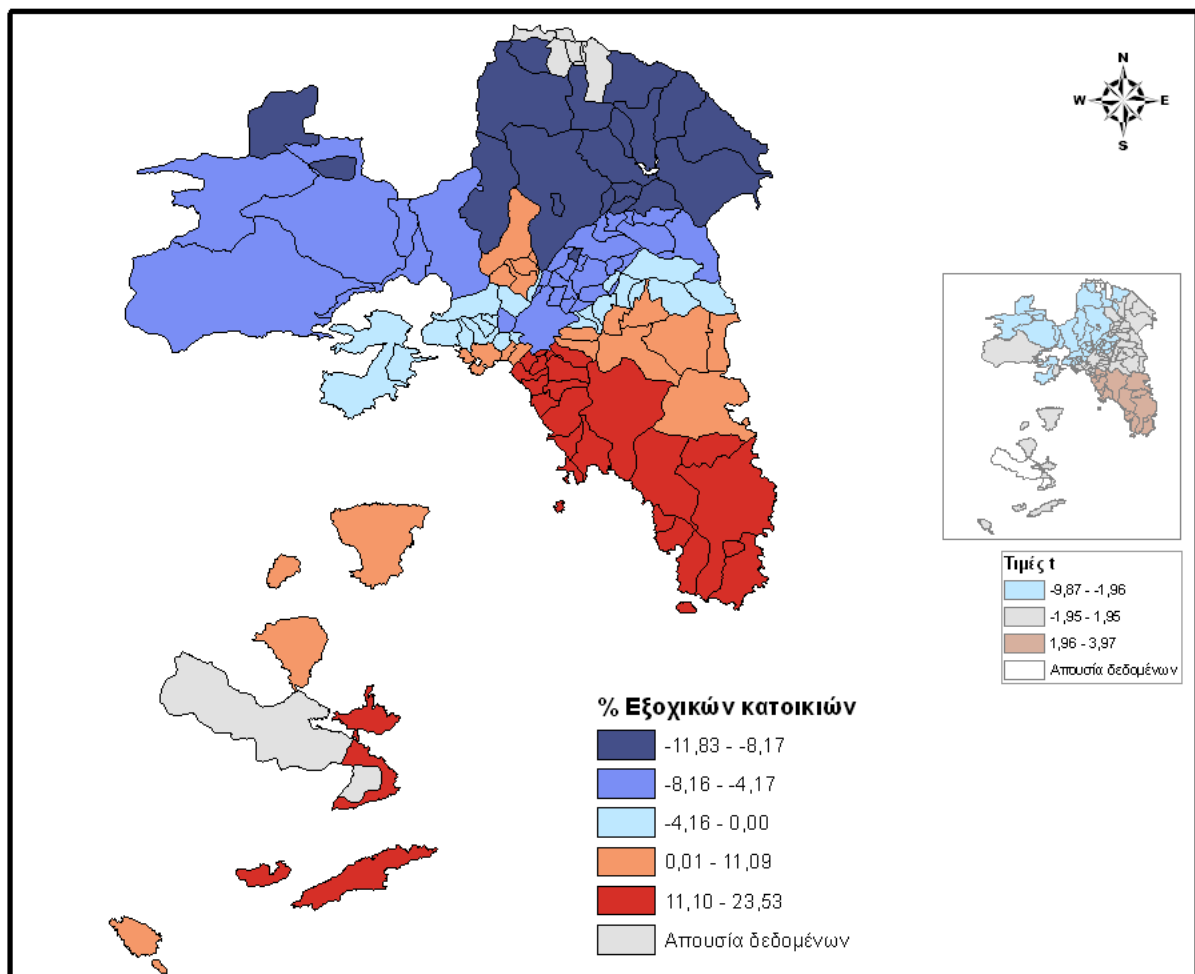
Household consumption	100%	288,000ML
Garden	35%	100,800ML
Bathroom	26%	74,880ML
Toilet	19%	54,720ML
Laundry	15%	43,200ML
Kitchen	5%	14,400ML

Πηγή: Porter et al., 2005

Αντίθετα, η αύξηση του ετήσιου οικογενειακού εισοδήματος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ετήσιας κατανάλωσης νερού στα νοικοκυριά των δήμων της βόρειας κεντρικής και ανατολικής Αττικής. Ενδέχεται στις περιοχές αυτές η αύξηση του εισοδήματος να μη συνεπάγεται αλλαγή στις καταναλωτικές συνήθειες και στον τρόπο ζωής, αλλά η προτεραιότητα να δίνεται στην κάλυψη αναγκών όπως η εκπαίδευση των παιδιών. Άλλωστε, η κατανάλωση του νερού

συνδέεται συχνά από τους ερευνητές (Gilg και Barr, 2006) με ζητήματα προσωπικής κουλτούρας, που επηρεάζουν τις νόρμες συμπεριφοράς και σε ζητήματα όπως η κατανάλωση νερού. Ανεξάρτητα, επομένως, από την αύξηση του εισοδήματος, είναι πιθανό στις περιοχές αυτές να μην παρατηρούνται συνήθειες νεοενταγμένων στην αστική τάξη.

Στον επόμενο χάρτη (Εικόνα 6.7), εμφανίζονται οι τοπικά εκτιμημένες παράμετροι της μεταβλητής [Ποσοστό εξοχικών κατοικιών].



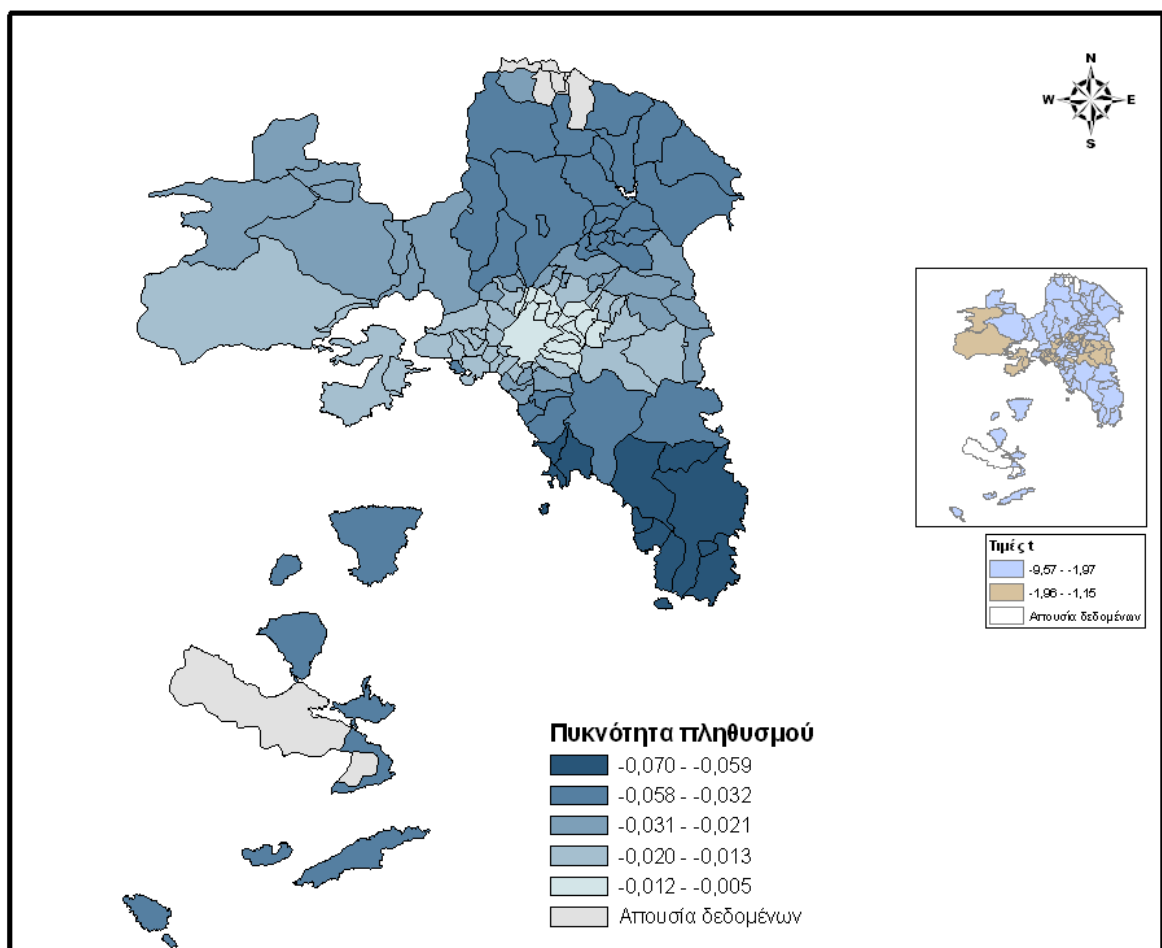
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εικόνα 6.7: Χάρτης τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων και τοπικών τιμών του ποσοστού εξοχικών κατοικιών

Παρατηρούμε θετική επίδραση της μεταβλητής, που είναι και στατιστικά σημαντική, στους δήμους της νότιας και νοτιοανατολικής Αττικής, καθώς και

στα νησιά του Σαρωνικού. Αρνητική είναι η επίδραση του ποσοστού εξοχικών κατοικιών στις περιοχές του βόρειου τμήματος της Αττικής. Ενδεχομένως αυτό να οφείλεται στο γεγονός ότι ενώ οι εξοχικές κατοικίες στις περιοχές της νότιας και νοτιοανατολικής Αττικής μπορεί να αφορούν σε πολυτελείς μονοκατοικίες, πιθανώς με κήπο ή και πισίνα, στις περιοχές της βόρειας Αττικής να είναι μικρότερες κατοικίες, λιγότερο πολυτελείς.

Οι τοπικά εκτιμημένες παράμετροι της μεταβλητής [Πυκνότητα πληθυσμού], που φαίνονται στον ακόλουθο χάρτη (Εικόνα 6.8), αν και εμφανίζουν έντονη χωρική διακύμανση, είναι σε όλο το νομό Αττικής αρνητικές.

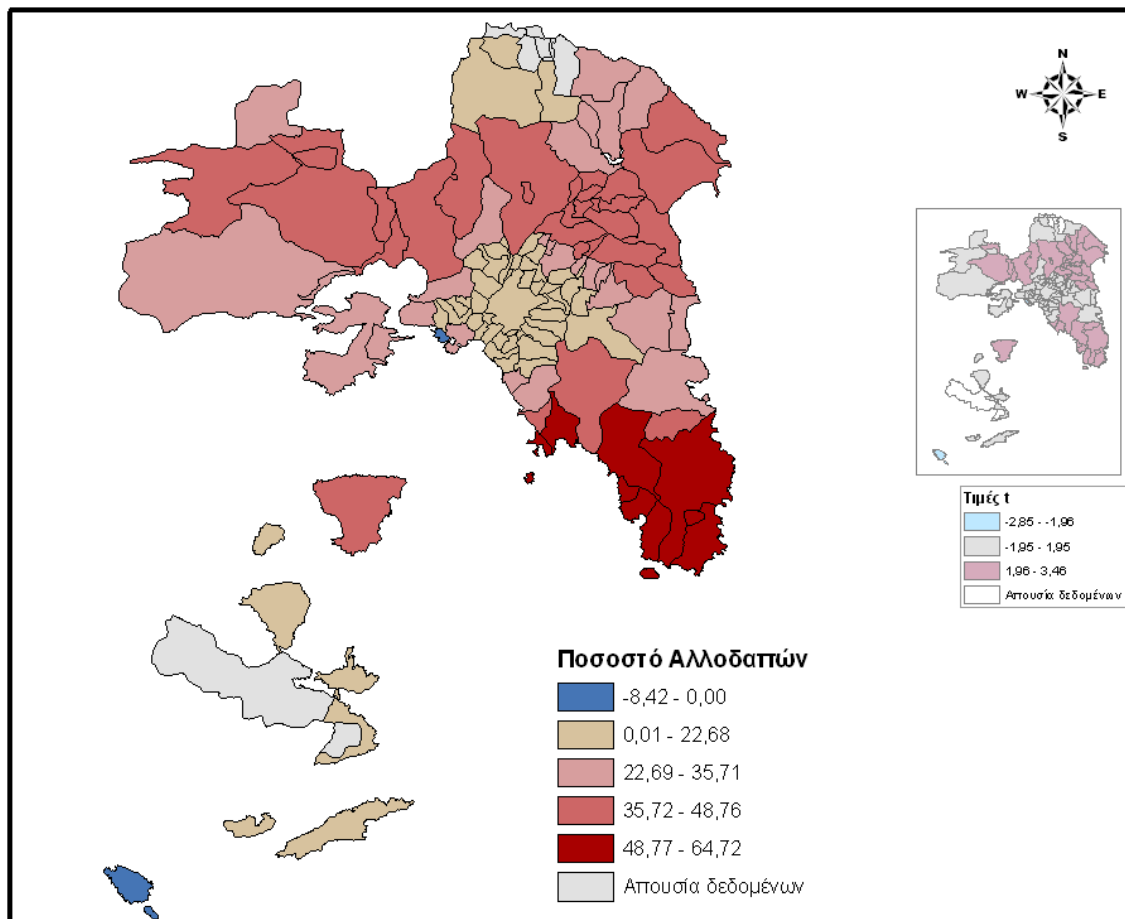


Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εικόνα 6.8: Χάρτης τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων και τοπικών τιμών της πυκνότητας πληθυσμού

Αυτό ενισχύει την υπόθεση ότι η αύξηση της πυκνότητας πληθυσμού έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη κατανάλωση νερού, όπως άλλωστε προέκυψε από τη γραμμική παλινδρόμηση. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί ότι η αρνητική αυτή επίδραση είναι μεγαλύτερη στους δήμους και τις κοινότητες της νότιας και νοτιοανατολικής Αττικής. Μια πιθανή ερμηνεία για το γεγονός αυτό είναι ότι η αύξηση της πυκνότητας συνεπάγεται μείωση των ελεύθερων χώρων και άρα λιγότερους κήπους.

Ακολουθεί ο χάρτης των τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων του ποσοστού αλλοδαπών (Εικόνα 6.9), στον οποίο παρατηρούμε ότι η επίδραση του παράγοντα αυτού είναι γενικά θετική στους δήμους και τις κοινότητες του Νομού Αττικής.



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

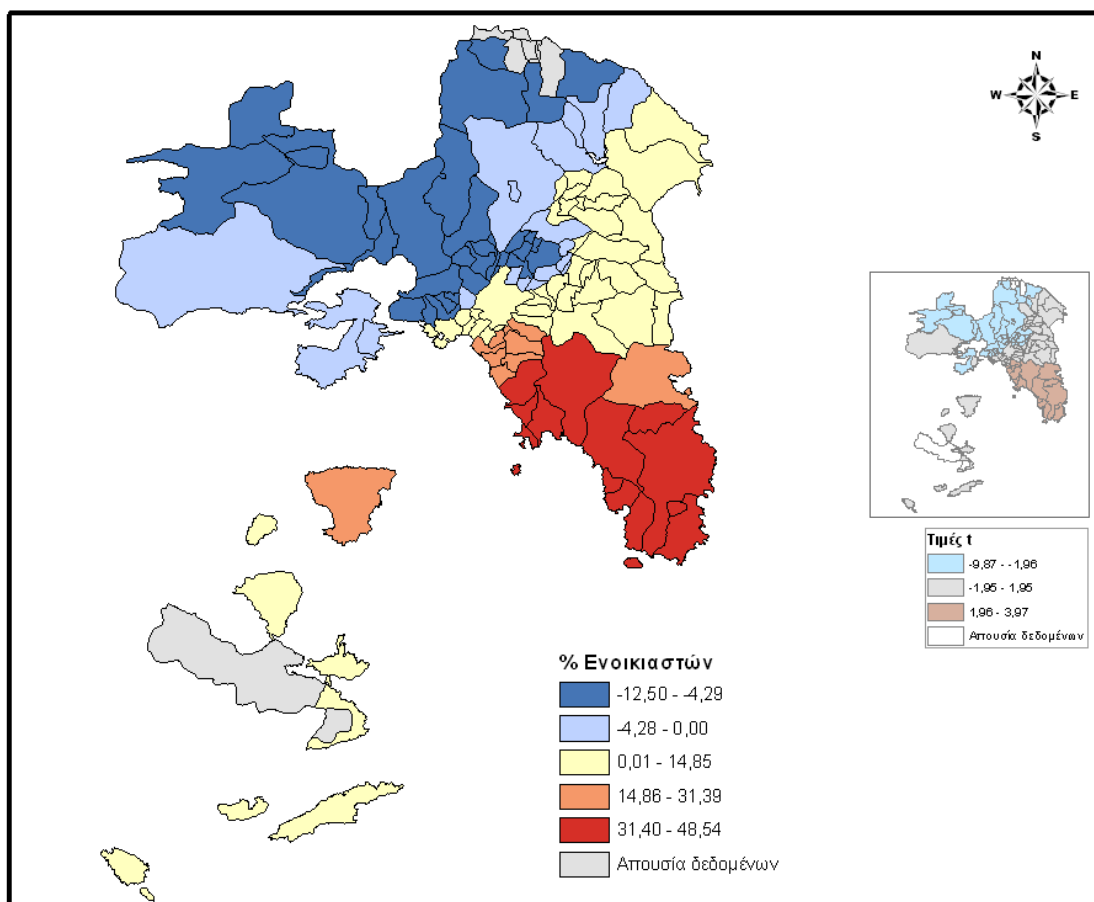
Εικόνα 6.9: Χάρτης τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων και τοπικών τιμών του ποσοστού αλλοδαπών

Επομένως, αύξηση του ποσοστού αλλοδαπών επηρεάζει θετικά την ετήσια κατανάλωση νερού, με μόνη εξαίρεση τους δήμους Δραπετσώνας και Σπετσών, όπου ενδέχεται οι συνθήκες διαμονής των αλλοδαπών να διαφέρουν.

Ενδεχομένως αυτό να οφείλεται στη συνήθη συγκατοίκηση πολλών ατόμων σε ένα νοικοκυριό, που συχνά παρουσιάζεται μεταξύ των αλλοδαπών. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Trumbo και O'Keefe (2005), οι μετανάστες μπορεί να προέρχονται από περιοχές όπου δεν υπήρχε ζήτημα έλλειψης νερού ή δεν υπήρχε καμία σχετική ενημέρωση των πολιτών. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα, σύμφωνα με τους ίδιους, οι αλλοδαποί να «φέρνουν» συμπεριφορές αλόγιστης πολλές φορές κατανάλωσης του νερού, έχοντας άγνοια για ζητήματα σχετικά με την προστασία του νερού.

Το ποσοστό των αλλοδαπών έχει στατιστικά σημαντική θετική επίδραση στην κατανάλωση του νερού ιδιαίτερα στους δήμους της νότιας και νοτιοανατολικής Αττικής. Μια πιθανή ερμηνεία είναι ότι στους δήμους αυτούς διαμένουν κυρίως αλλοδαποί με υψηλά εισοδήματα, όπως επιχειρηματίες ή αθλητές. Επομένως, ο τύπος κατοικίας τους, αλλά και ο τρόπος ζωής τους, με κυριότερες συνιστώσες τη διατροφή (περισσότερα φρούτα και λαχανικά) και την κατοχή και χρήση προϊόντων ευεξίας (όπως πισίνες και υδρομασάζ), συνεπάγονται μεγαλύτερη κατανάλωση νερού.

Τέλος, από το χάρτη της Εικόνας 6.10 διαπιστώνεται η στατιστικά σημαντική θετική επιρροή του ποσοστού των νοικοκυριών που διαμένουν σε κατοικίες με ενοίκιο στην ετήσια κατανάλωση νερού, στους δήμους της νότιας και νοτιοανατολικής Αττικής. Αντίθετα, στους δήμους της βορειοδυτικής και δυτικής Αττικής η αύξηση του ποσοστού ενοικιαστών μειώνει την ετήσια κατανάλωση νερού των νοικοκυριών, σε στατιστικά σημαντικό βαθμό. Οι κάτοικοι των δυτικών προαστίων του νομού Αττικής έχουν χαμηλότερα εισοδήματα, είναι κυρίως απόφοιτοι Λυκείου ή ΙΕΚ, ενώ οι κατοικίες τις οποίες ενοικιάζουν είναι συνήθως μικρά ή μεσαία διαμερίσματα. Οι κάτοικοι των νοτίων προαστίων, αντίθετα, έχουν υψηλότερα εισοδήματα, υψηλά ακαδημαϊκά προσόντα και συνήθως ενοικιάζουν στις περιοχές αυτές μεγάλα, πολυτελή διαμερίσματα ή μονοκατοικίες, γεγονός που ερμηνεύει την αύξηση της κατανάλωσης νερού.



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εικόνα 6.10: Χάρτης τοπικά εκτιμημένων παραμέτρων και τοπικών τιμών του ποσοστού ενοικιαστών

Συμπερασματικά, από την ανάλυση που προηγήθηκε, διαπιστώνουμε ότι ο Νομός Αττικής «διαιρείται» κατά κάποιον τρόπο σε υπο-περιοχές, για τις οποίες οι τοπικά εκτιμημένες παράμετροι των ερμηνευτικών μεταβλητών του μοντέλου διαφοροποιούνται σημαντικά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το νοτιοανατολικό τμήμα του Νομού, όπου παρουσιάζονται υψηλές τιμές ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό και στην οποία επιδρούν θετικά, σε στατιστικά σημαντικό βαθμό, οι ερμηνευτικές μεταβλητές του μοντέλου, με εξαίρεση την πυκνότητα πληθυσμού που επιδρά αρνητικά, επίσης σε στατιστικά σημαντικό όμως βαθμό.

Τα αποτελέσματα επίδοσης του μοντέλου, τα οποία είναι σύμφωνα με τη σχετική διεθνή βιβλιογραφία, αναδεικνύουν σαφέστατα την υπεροχή της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης έναντι της γραμμικής παλινδρόμησης. Εφαρμόζοντας τη συγκεκριμένη μέθοδο, αποφεύχθηκε η μονοσήμαντη σχέση μεταξύ ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό και των ερμηνευτικών μεταβλητών. Το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε στις τοπικές διαφοροποιήσεις στις σχέσεις μεταξύ της ετήσιας κατανάλωσης νερού στα νοικοκυριά των δήμων και κοινοτήτων του Νομού Αττικής και των παραγόντων που την επηρεάζουν.

Επιπλέον, με την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων και τη χαρτογραφική απεικόνιση των χωρικών διαφοροποιήσεων των σχέσεων αυτών, κατέστη δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και θα μπορούσαν να συμβάλουν στην άσκηση πολιτικής σχετικής με την ορθή διαχείριση υδάτινων πόρων. Απαραίτητη, άλλωστε, προϋπόθεση για το σχεδιασμό και τη λήψη αποτελεσματικών μέτρων «διαχείρισης της κατανάλωσης» από την πλευρά των κυβερνήσεων και των αρμόδιων φορέων είναι η ορθή πληροφόρηση και η ουσιαστική κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την κατανάλωση του νερού και των διαφοροποιήσεων που παρουσιάζονται σε κάθε περιοχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια προσπάθεια να διερευνηθούν οι χωρικές διαφοροποιήσεις τόσο της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό στους ΟΤΑ του Νομού Αττικής όσο και των σχέσεων της κατανάλωσης αυτής με καθέναν από τους παράγοντες που την επηρεάζουν. Μέσα από την παράθεση εμπειρικών ευρημάτων ερμηνεύεται η ετήσια κατανάλωση νερού σε κάθε δήμο και κοινότητα του Νομού Αττικής.

Με τις μεθόδους της εξερευνητικής ανάλυσης που εφαρμόσαμε, αναγνωρίσαμε τη γενικευμένη τάση της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό στους δήμους και τις κοινότητες του Νομού Αττικής και δείξαμε ότι υπάρχει θετική χωρική αυτοσυσχέτιση, εντοπίζοντας εστίες δήμων και κοινοτήτων υψηλής και χαμηλής ετήσιας κατανάλωσης νερού στους περιφερειακούς ΟΤΑ και στο κέντρο του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Αθήνας – Πειραιά, αντίστοιχα.

Με την εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης, προσδιορίσαμε τις στατιστικά σημαντικές μεταβλητές που επηρεάζουν θετικά την ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό στο Νομό Αττικής, οι οποίες είναι το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, το ποσοστό των εξοχικών κατοικιών, το ποσοστό των νοικοκυριών με 4 ή περισσότερα μέλη, το ποσοστό των κατοικιών με 3 ή περισσότερα δωμάτια και το ποσοστό των ατόμων ηλικίας 0-14 ετών. Η επίδραση της πυκνότητας του πληθυσμού στην ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό βρέθηκε αρνητική, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τη σχετική βιβλιογραφία.

Επιπλέον, αξιόλογα είναι και τα αποτελέσματα της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης, όπου παρατηρήθηκε έντονη χωρική μεταβλητότητα στην επίδραση των μεταβλητών ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, πυκνότητα πληθυσμού, ποσοστό εξοχικών κατοικιών, ποσοστό αλλοδαπών και ποσοστό ενοικιαστών, στην ετήσια κατανάλωση νερού ανά νοικοκυριό στους ΟΤΑ του

Νομού Αττικής. Μέσω της χαρτογραφικής απεικόνισης των χωρικών διαφοροποιήσεων που παρουσιάζει η σχέση της ετήσιας κατανάλωσης του νερού με καθεμία από τις ερμηνευτικές μεταβλητές του στατιστικού μοντέλου, κατέστη δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων για τις τοπικές αυτές σχέσεις. Οι τοπικές σχέσεις είναι θετικές σε κάποιους ΟΤΑ και αρνητικές σε άλλους. Εξαιρέση αποτελεί η πυκνότητα πληθυσμού, η οποία βρέθηκε παντού αρνητική.

Αυτό που διαπιστώνεται στην παρούσα εργασία είναι αφενός η αδιαμφισβήτητη συμβολή των χωρικών στατιστικών μεθόδων στην ανάλυση της αστικής κατανάλωσης του νερού και αφετέρου η υπερίσχυση των μεθόδων τοπικής κλίμακας έναντι εκείνων που εφαρμόζονται σε ολικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, μέσα από την ανάλυση των χωρικών δεδομένων της εργασίας, αποδεικνύεται η υπεροχή της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης έναντι της γραμμικής παλινδρόμησης, τόσο στην εκτίμηση της κατανάλωσης νερού όσο και στις ρεαλιστικότερες σχέσεις της κατανάλωσης με τους παράγοντες που την επηρεάζουν σε τοπικό επίπεδο.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώσαμε ότι μπορούν να εξαχθούν αξιόλογα συμπεράσματα σχετικά με την κατανάλωση του νερού ανά νοικοκυριό του Νομού Αττικής, τα οποία μπορούν να συμβάλουν στην ουσιαστική πληροφόρηση και την κατανόηση των χωρικών διαφοροποιήσεων της κατανάλωσης νερού αλλά και των παραγόντων που την επηρεάζουν. Άλλωστε, η εξέταση των παραγόντων που επιδρούν στην κατανάλωση του νερού είναι ένα πεδίο έρευνας που παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον και απασχολεί τόσο την επιστημονική κοινότητα όσο και τους αρμόδιους κρατικούς φορείς, στο πλαίσιο αναζήτησης αποτελεσματικών μέτρων για την εξοικονόμηση του σημαντικού αυτού αγαθού. Αξίζει να αναφερθεί ότι η Κοινοτική Οδηγία 2000/60/EK, που αφορά στη θέσπιση πλαισίου Κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων, επιβάλλει, μεταξύ άλλων, την ανάλυση των χαρακτηριστικών και των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην κατάσταση των υδάτων.

Προβληματισμός υπήρξε, αρχικά, σχετικά με την εξαίρεση κάποιων μεταβλητών που σχετίζονται με την κατανάλωση του νερού και θα μπορούσαν να προσδώσουν ισχύ στην ερμηνευτική ικανότητα του μοντέλου, οι οποίες όμως δεν αποδείχτηκαν στατιστικά σημαντικές στην ανάλυση. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι δεν εμπλέκονται στη διαμόρφωση της ετήσιας κατανάλωσης νερού στα νοικοκυριά, αλλά ότι εμφανίζουν ισχυρή συγγραμμικότητα με άλλες μεταβλητές.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε εξαιρετική δυσκολία στη συγκέντρωση των απαιτούμενων στοιχείων κατανάλωσης νερού στην Αττική. Ωστόσο, επιτεύχθηκε τελικώς η συγκέντρωση των δεδομένων ετήσιας κατανάλωσης νερού, τα οποία και χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στην παρούσα εργασία, ενισχύοντας το στοιχείο της καινοτομίας της εργασίας. Επιχειρήθηκε επομένως η αξιοποίηση αυτών των «ανεξερευνήτων» δεδομένων, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις χωρικές διαφοροποιήσεις τόσο της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά νοικοκυριό, στους δήμους και τις κοινότητες του Νομού Αττικής, όσο και στις σχέσεις αυτής της κατανάλωσης με καθέναν από τους παράγοντες που την επηρεάζουν.

Τέλος, προτείνεται η χρήση δεδομένων και άλλων παραγόντων, όπως η τιμή του νερού, οι αντικειμενικές ή εμπορικές αξίες των ακινήτων, ο αριθμός των αυτοκινήτων ανά νοικοκυριό και η ύπαρξη ή όχι πισίνας, που θα μπορούσαν πιθανώς να ερμηνεύσουν καλύτερα το υπό μελέτη φαινόμενο, τα οποία δεν κατέστη δυνατό να συλλεχθούν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Agthe, D.E., Billings, R.B. (1987), «Equity, price elasticity, and household income under increasing block rates for water», *American Journal of Economics and Sociology*, vol. 46(3), pp. 273-286

Agthe, D.E., Billings, R.B. (1996), «Water-Price Effect on Residential and Apartment Low-Flow Fixtures», *Journal of Water Resources Planning and Management*, Jan-Feb, pp. 20–23

Agthe, D.E., Billings, R.B. (1997), «Equity and Conservation Pricing Policy for a Government-Run Water Utility», *Journal of Water Supply Research and Technology, AQUA*, vol. 46(5), pp. 252-260

Aher, A., Chouthai, A., Chandrasekar, L., Corpening, W., Russ, L., Vijapur, B. (1991), *East Bay Municipal Utility District Water Conservation Study*, Stevens Institute of Technology, Oakland, CA

Anderson, D.L., Mulville-Friel, D., Nero, W.L. (1993), «The impact of water conserving fixtures on residential water use characteristics in Tampa, Florida», *Proceedings of Conservations*, vol. 93, pp. 611-628, American Waterworks Association, Las Vegas, NV

Anselin, L. (1994), *Geographical Analysis*. Ohio: Ohio State University Press

Anselin, L. (1995), Local indicators of spatial association, *Geographical Analysis*, 27, pp. 93–115.

Arbues, F., García-Valiñas, M.Á., Martínez-Espiñeira, R. (2003), «The Literature on the Estimation of Residential Water Demand», *The Journal of Socio-Economics*, vol. 32(1), pp. 81-102

AWWARf – American Water Works Association Research Foundation (2001), *Report No. 90817*, Socioeconomic Impacts of Water Conservation

Ayadi, M., Krishnakumar, J., Matoussi, M.S. (2003), «A Panel Data Analysis of Residential Water Demand in Presence of Nonlinear Progressive Tariffs». Available at: www.erf.org/tenthconf/Sectoral_Presented/Ayadi_Mattousi.pdf

Barkatullah, N. (2002), *OLS and Instrumental Variable Price Elasticity Estimates for Water in Mixed-Effect Models under a Multipart Tariff Structure*, Sydney, University of Sydney, Department of Economics

Billings, R.B., Agthe, D.E. (1980), «Price Elasticities for Water: A Case of Increasing Block Rates», *Land Economics*, vol. 56(1), pp. 73-84

- Billings, R.B. (1982), «Specification of Block Rate Price Variables in Demand Models», *Land Economics*, vol. 58(3), pp. 386-94
- Bithas, K., Stoforos, C. (2006), «Estimating Urban Residential Water Demand Determinants and Forecasting Water Demand for Athens Metropolitan area, 2000-2010», *Journal of Economics*, vol. 1, pp. 47-59
- Brown and Caldwell Consulting Engineers (1984). *Residential Water Conservation Projects*, U.S. Department of Housing and Urban Development, Washington, D.C.
- Bulmer, M. (2003), *Francis Galton: Pioneer of Heredity and Biometry*, Johns Hopkins University Press
- Campbell, H.E., Johnson, R.M., Larson, E.H. (2004), «Prices, Devices, People or Rules: The relative effectiveness of policy instruments in water conservation», *Review of Policy Research* 2004, vol. 21(5), pp. 637-662
- Casetti, E. (1972), «Generating models by the expansion method: applications to geographical research», *Geographical Analysis*, vol. 4(1), pp. 81-91
- Carver, P., Boland, J. (1980), «Short-run and long-run effects of price on municipal water use», *Water Resources Research*, vol. 16(4), pp. 609-616
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. (2004), «Water footprints of nations», Value of Water Research Report Series No. 16, UNESCO - IHE, Delft, The Netherlands, *Water Resources Management*, vol. 21, pp. 35–48
 Ανακτήθηκε από: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16.pdf>
- Cheruseril, J., Arrowsmith, C. (2007), *An Urban Water Consumption Model for Metropolitan Melbourne*, School of Mathematical and Geospatial Sciences, RMIT University, Melbourne, Victoria 3001, Australia
- Chesnutt, T.W., McSpadden, C. (1991), *A model-based evaluation of Westchester water conservation programs*. A & N Technical Services, San Diego
- Chesnutt, T.W., Bamezai, A., McSpadden, C. (1992), *Mapping the Conserving Effect of Ultra Low Flush Toilets: Implications for Planning*, A&N Technical Services, Inc. Santa Monica, CA
- Chicoine, D.L., Ramamurthy, G. (1986), «Evidence on the Specification of Price in the Study of Domestic Water Demand», *Land Economics*, vol. 62(1), pp. 26–32
- Cliff, A., Ord, J.K. (1981), *Spatial Processes, Models and Applications*, Pion, London
- Dalhuisen, J., Florax, J., de Groot, H., Nijkamp, P. (2003), «Price and Income Elasticities of Residential Water Demand: A Meta-Analysis», *Land Economics*, vol. 72(2), pp. 292–308
- Dandy, G., Nguyen, T., Davies, C. (1997), «Estimating Residential Water Demand in the Presence of Free Allowances», Australia, *Land Economics*, vol. 73(1), pp. 125-139

Davis, L.W. (2006), «Durable goods and residential demand for energy and water: Evidence from a field trial», *RAND Journal of Economics*, vol. 39(2), pp. 530-546

Decook, J.K., Foster, K.E., Karpiscak, M.M. (1988), «The W-index for residential water conservation», *Water Resources Bulletin*, vol. 24(6), pp. 1295-1301

De Smith, M., Goodchild, M., Longley, P. (2007), *Geospatial Analysis*, United Kingdom, Winchelsea Press

Dube, E., Van der Zaag, P. (2003), «Analysing water use patterns for water demand management: the case of the city of Masvingo, Zimbabwe», *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 28, pp. 805-815

Dzisiak, R. (1999), *Residential Water Demand: Water pricing and residential demand in municipalities in the Western Prairies*, University of Manitoba, Department of Agricultural Economics

EEA – European Environmental Agency (2001), *Sustainable water use in Europe – Part 2: Demand Management*, *Environmental issue report*, No. 19

Espey, M., Espey, J., Shaw, W.D. (1997), «Price elasticity of residential demand for water: A meta-analysis», *Water Resources Research*, vol. 33(6), pp. 1369-1374

Foster, H.S. Jr., Beattie, B. (1979), «Urban Residential Demand for Water in the United States», *Land Economics*, vol. 55, pp. 43-58

Foster, H.S. Jr., Beattie, B. (1981), «Urban Residential Demand for Water in the United States: Reply», *Land Economics*, vol. 57, pp. 257-265

Fotheringham, A.S., Charlton, M.E., Brunsdon, C. (1998), «Geographically weighted regression: a natural evolution of the expansion method for spatial data analysis», *Environment and Planning A*, vol. 30, pp. 1905-1927

Fotheringham, A.S., Brunsdon, C. (1999), «Local forms of spatial analysis», *Geographical Analysis*, vol. 31(4), pp. 340-358

Fotheringham, A.S., Brunsdon, C., Charlton, M.E. (2002), *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*, Chichester, Willey

Gilg, A., Barr, S. (2006), «Behavioural Attitudes towards water saving? Evidence from a study of environmental actions», *Ecological Economics*, vol. 57, pp. 400-414

Goodchild, M.F. (1987), *Spatial Autocorrelation CATMOG 47*, Geobooks, Norwich, England, διαθέσιμο στο <http://books.google.gr>.

Griffin, R., Chang, C. (1990), «Pretest Analysis of Water Demand in Thirty Communities», *Water Resources Research*, vol. 26(10), pp. 2.251-2.255

- Griffin, R., Sickles, R. (2001), «Demand Specification for Municipal Water Management: Evaluation of the Stone-Geary Form», *Land Economics*, vol. 77(3), pp. 399-422
- Gunatilake, H., Gopalakrishnan, C., Chandrasena, I. (2001), «The Economics of Household Demand for Water: The Case of Kandy Municipality, Sri Lanka», *Water Resources Development*, vol. 17(3), pp. 277-288
- Hanke, S.H., de Maré, L. (1982), «Residential Water Demand: A Pooled Time Series Cross-Section Study of Malmö, Sweden», *Water Resources Bulletin*, vol. 18(4), pp. 621-625
- Hewitt, J.A., Hanemann, W.M. (1995), «A Discrete/Continuous Choice Approach to Residential Water Demand under Block Rate Pricing», *Land Economics*, vol. 71(2), pp. 173-192
- Höglund, L. (1999), «Household Demand for Water in Sweden with Implications of a Potential Tax on Water Use», *Water Resources Research*, vol. 35(12), pp. 3853-3864
- Howe, C. (1982), «The impact of price on residential water demand: some new insights», *Water Resources Research*, vol. 18(4), pp. 713-716
- Howe, C.W., Linaweaver, F.J. (1967), «The Impact of Price on Residential Water Demand and its Relation to System Design and Price Structure», *Water Resources Research*, vol. 3(1), pp. 13-32
- Inman, D., Jeffrey, P. (2006), «A review of residential demand-side management tool performance and influences on implementation effectiveness», *Urban Water Journal*, vol. 3(3), pp. 127-143
- Kalogirou, S., Hatzichristos, T. (2007), «A Spatial Modeling Framework for Income Estimation», *Spatial Economic Analysis*, vol. 2(3), pp. 297-316
- Jansen, A., Schulz, C. (2006), «Water Demand and The Urban Poor: A Study Of The Factors Influencing Water Consumption Among Households In Cape Town, South Africa», *South African Journal of Economics*, Economic Society of South Africa, vol. 74(3), pp. 593-609
- Jones, C., Morris, J. (1984), «Instrumental Price Estimates and Residential Water Demand», *Water Resources Research*, vol. 20(2), pp. 197-202
- Lund, J.R. (1988), «Metering Public Utilities: Evaluation and Maintenance», *Water Resources Research*, vol. 24(6), pp. 802-816
- Lyman, R.A. (1992), «Peak and Off-Peak Residential Water Demand», *Water Resources Research*, vol. 28(9), pp. 2159-2167
- Maddaus, L.A. (2001), Effects of metering on Residential Water Demand, MSc Thesis, UC Davis, California
- Maddaus, W.O., Gleason, G., Darmody, J. (1996), «Integrating Conservation into Water Supply Planning», *Journal AWWA*, vol. 88(11), pp. 57-67

Mansur, E.T., Olmstead, S.M. (2007), *The value of scarce water: Measuring the inefficiency of municipal regulations*, NBER Working Paper No. 13513, October

Martínez-Españeira, R. (2001), «Residential Water Demand in the Northwest of Spain: An Empirical Analysis Using Co-Integration and Error-Correction Techniques», European Environmental and Resource Economics Association (EAERE), Annual conference, Southampton, U.K., June, *Environmental and Resource Economics*, vol. 21(2), pp. 161-187

Mayer, P.W., DeOreo, W.B., Opitz, E.M., Kiefer, J.C., Davis, W.Y., Dziegielewski, B., Nelson, J.O. (1998), *Residential End Uses of Water*, American Waterworks Association Research Foundation, Denver, CO.

Mayer, P.W., DeOreo, W.B., Towler, E., Caldwell, E., Miller, T., Osann, E.R., Brown, E., Bickel, P., Fisher, S.B. (2004), *National Multiple Family Submetering and Allocation Billing Program Study*, Prepared for the USEPA, by Aquacraft Inc., Boulder, Colorado, www.aquacraft.com

Milutinovic, M. (2006), *Water Demand Management in Kuwait*, Massachusetts Institute of Technology

Mitchell, V.G. (2001), «Modelling the Urban Water Cycle», *Environmental Modelling and Software*, vol. 16(7), pp. 615-629

Moncur, J.E.T. (1987), «Urban water pricing and drought management», *Water Resources Research*, vol. 23(3), pp. 393-398

Moran, P.A.P. (1948), «The Interpretation of Statistical Maps», *Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological)*, vol. 10(2), pp. 243-251

Musolesi, A., Nosvelli, M. (2005), *Water Consumption and long-run Urban Development: The case of Milan*, National Research Council, Social Science Research Network Electronic Paper Collection

Mylopoulos, Y.A., Kolokytha, E. (1996), *Economic incentive instruments in sustainable environmental management*, The water resources case, Proc. International Conference: Restoration and protection of the environment III, Technical University of Crete, pp. 600-608

Nancarrow, B.E., Po, M., Porter, N.B. (2004), «Why Doesn't it Work? The Incorporation of Community Culture in the Evaluation of Water Sensitive Urban Designs», In Daniell, T., James, R and Takara, K. (eds) Proceedings of the 2004 International Conference on Water Sensitive Urban Design, Cities as Catchments, WSUD2004, 21-25 November 2004, Adelaide, Australia

Nauges, C., Thomas, A. (2000), «Privately-Operated Water Utilities, Municipal Price Negotiation, and Estimation of Residential Water Demand: The Case of France», *Land Economics*, vol. 76(1), 68-85

Nieswiadomy, M.L. (1992), «Estimating Urban Residential Water Demand: Effects of price Structure, Conservation and Education», *Water Resources Research*, vol. 28(3), pp. 609-615

Nieswiadomy, M.L., Molina, D.J. (1989), «Comparing Residential Water Demand Estimates under Decreasing and Increasing Block Rates Using Household Data», *Land Economics*, vol. 65(3), pp. 280–289

Nieswiadomy, M.L., Molina, D.J. (1991), «A Note on Price Perception in Water Demand Models», *Land Economics*, vol. 63(3), pp. 352-359

Nordin, J.A. (1976), «A proposed modification of Taylor's Demand Analysis: Comment», *Bell Journal of Economics*, vol. 7(2), pp. 719–721

OFWAT (2000), *Patterns of Demand for Water in England and Wales: 1989-1999*, Ανακτήθηκε από: <http://www.ofwat.gov.uk>

Olmstead, S.M., Hanemann, W.M., Stavins, R.N. (2007), «Water demand under alternative price structures», *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 54(2), pp. 181-198

Opaluch, J. (1982), «Urban Residential Demand for Water in the United States: Further Discussion», *Land Economics*, vol. 58, pp. 224-227

Porter, N., Leviston, Z., Nancarrow, B., Po, M., Syme, G. (2005), *Interpreting householder preferences to evaluate water supply systems: An attitudinal model*, Water for a Healthy Country Flagship report, Perth: CSIRO. Ανακτήθηκε από: http://www.clw.csiro.au/publications/consultancy/2005/WfHC_water-supply-preferences.pdf

Primeaux, W.J., Hollman, K.W. (1973), The Effects of Price and Other Selected Variables on Water Consumption, *Proceedings of the First World Congress on Water Resources*, vol. 3, pp. 189-198

Princen, H. (1999), «Consumption and Environment: some conceptual issues», *Ecological Economics*, vol. 31, pp. 347-363

Qdais Abu H.A., Nassay Al, H.I (2001), «Effect of Pricing Policy on Water Conservation: A case study», *Water Policy*, vol. 3(3), pp. 207-214

Reid Crowther & Partners Ltd. (1992), «Technical Review of Water Conservation Options for Alberta Municipalities» (Unpublished), Alberta Transportation and Utilities Support Programs Division, Municipal Services Branch, Government of Alberta

Renzetti, S. (1992), «Evaluating the welfare effects of reforming municipal water prices», *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 22(1), pp. 147-163

Renzetti, S. (2002), *The Economics of Water Demands*. UWA, Kluwer Academic Publishers

Renwick, M.E., Archibald, S.O. (1998), «Demand side management policies for residential water use: Who bears the conservation burden?», *Land Economics*, vol. 74(3), pp. 343-359

Renwick, M.E., Green, R.D., McCorkle, C. (1998), *Measuring the price responsiveness of Residential Water Demand in California's Urban Areas*, A report prepared for the California department of Water Resources

Renwick, M.E., Green, R.D. (1999), «Do Residential Water Demand Side Management Policies Measure Up? An Analysis of Eight Water Agencies», *Journal of Economics and Management*, vol. 40, pp. 37–55

Rizaiza Abu, O.S. (1991), «Residential Water Usage: A case of the major Cities of the Western Region of Saudi Arabia», *Water Resources Research*, vol. 27(5), pp. 667–671

Saleth, R.M., Dinar, A. (2000), *Urban thirst: water supply augmentation and pricing policy in Hyderabad city, India*, The World Bank, Technical paper No. 395

Saleth, R.M., Dinar, A. (2000), «Institutional Changes in Global Water Sector: Trends, Patterns and Implications», *Water Policy*, vol. 2(3), pp. 175-199

Shin, J. (1985), «Perception of Price When Price Information is Costly: Evidence From Residential Electricity Demand», *Review of Economics and Statistics*, vol. 67, pp. 591-598

Syme, G.J., Shao, Q., Po, M., Campbell, E. (2004), «Predicting and understanding home garden water use», *Landscape and Urban Planning*, vol. 68(1), pp. 121-128

Taylor, L.D. (1975), «The Demand for Electricity: A Survey», *The Bell Journal of Economics*, vol. 6(1), pp. 74–110

Troy, P., Holloway, D. (2004), «The Use of Residential Water Consumption as an Urban Planning Tool: A pilot study in Adelaide», *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 47(1), pp. 97-114

Troy, T., Holloway, D., Randolph, B. (2005), *Water Use and the Built Environment: Patterns of Water Consumption in Sydney*, Research Paper No. 1, City Futures Research Centre, Faculty of the Built Environment, University of New South Wales.

Trumbo, C., O'Keefe, G. (2005), «Environmental values, reasoned action and information effects across time», *Society and Natural Resources*, vol. 18(6), pp. 573-585

Turner, A., White, S., Beatty, K., Gregory, A. (2004), *Results of the Largest Residential Demand Management Program in Australia*, Study Report, prepared by the Institute for Sustainable Futures, for Sydney Water Corporation

UNESCO (2000), State Hydrological Institute, <http://webworld.unesco.org>

Wentz, E., Gober, P. (2007), «Factors Influencing Residential Water Consumption for the City of Phoenix, Arizona», *Water Resources Management*, vol. 21(11), pp. 1.849-1.863

Wong, S.T. (1972), «A model on municipal water demand: A case study of northeastern Illinois», *Land Economics*, vol. 48(1), pp. 34-44

Young, R.A. (1973), «Price elasticity of demand for municipal water: A case study of Tucson, Arizona», *Water Resource Research*, vol. 9(4), pp. 1.068-1.072

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αφτιάς, Ε. (1992), *Υδρεύσεις*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Draper, N., Smith, H. (1997), *Η Εφαρμοσμένη Ανάλυση Παλινδρόμησης*, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα

Ελαφρός, Γ. (2008), «Δεύτεροι μετά τις ΗΠΑ σε σπατάλη νερού», Άρθρο στην Καθημερινή, 01-06-2008. Ανακτήθηκε από: <http://news.kathimerini.gr>

Ε.ΥΔ.Α.Π. (2002), *Ετήσιο Ενημερωτικό Δελτίο 2002*, Ανακτήθηκε από <http://www.eydap.gr>

Ε.ΥΔ.Α.Π. (2004), *Ετήσιο Ενημερωτικό Δελτίο 2004*, Ανακτήθηκε από <http://www.eydap.gr>

Ε.ΥΔ.Α.Π. (2008), *Ετήσιο Ενημερωτικό Δελτίο 2008*, Ανακτήθηκε από <http://www.eydap.gr>

Ε.ΥΔ.Α.Π. (2008), *Εταιρική Παρουσίαση 2008*, Ανακτήθηκε από <http://www.eydap.gr>

Καλογήρου, Σ. (2009), *Σημειώσεις στο μάθημα Ειδικά Θέματα Χωρικής Ανάλυσης και Γεωστατιστικής* του Π.Μ.Σ. Διαχείριση και Ανάλυση Γεωγραφικών Δεδομένων, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

Κανάρογλου, Π., Σουλακέλλης, Ν., Μπαλούρδος, Δ. (2001), *Χωρική στατιστική και οι γεωγραφικές ανισότητες της γήρανσης στην Ελλάδα*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, Συνέδριο: Οι χωρικές διαστάσεις των δημογραφικών φαινομένων

Κατσαφάδος, Π., Καλογήρου, Σ., Παπαδόπουλος, Α. (2008), «Αποτύπωση της χωρικής μεταβλητότητας του κλίματος στην Ελλάδα», *Γεωανάλεκτα*, τεύχος 4, σελ. 24-25

Κουτσογιάννης, Δ., Ανδρεαδάκης, Α., Μαυροδήμου, Ρ., Κουκουβίνος, Α., Μαμάσης, Ν. (2006), *Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Ελλάδας*, Τομέας Υδατικών Πόρων, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Κουτσογιάννης, Δ., Ευστρατιάδης, Α. (2007), *Σημειώσεις Αστικών Υδραυλικών Έργων - Μέρος 1: Υδρευτικά Έργα*, 146 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Κυριάκου, Μ. (2007), «Διαχείριση υδατικών πόρων: Η κατανάλωση νερού για οικιακή χρήση στην πόλη της Λεμεσού», Διπλωματική μελέτη, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Βιώσιμη Ανάπτυξη», Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

Λέκκας, Θ. (1996), *Περιβαλλοντική Μηχανική Ι, Διαχείριση υδάτινων πόρων*, Εκδ. Κόσμος, ΠΕΜΕΡ

Μεσόγειος SOS (2008), *Η λειψυδρία προ των πυλών*, Δίκτυο Μεσόγειος SOS. Διαθέσιμο στην URL: <http://www.medsos.gr/content/view/359/34/>

Μιμίκου, Μ. (2005), *Οι Υδατικοί Πόροι στην Ελλάδα - Παρούσα Κατάσταση και Προοπτικές*, Συνέδριο «Ελληνικοί Υδατικοί Πόροι: Μια Ρεαλιστική Προσέγγιση», Κίνηση Πολιτών για μια Ανοικτή Κοινωνία, Divani Caravel, 16/5/2005

Ναλμπάντης, Ι. (2007), *Προστασία και Διαχείριση Υδατικών Πόρων*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Ο.Δ.Α.Κ. (2010), Ομάδα Δυναμικής της Ατμόσφαιρας και του Κλίματος, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, <http://galaxy.hua.gr/~meteoclima>, τελευταία προσπέλαση 15/02/2010

Τάσιος, Θ.Π. (2002), *Υδρευση των Αθηνών*, Περιοδικό 7 ημέρες, Εφημερίδα Καθημερινή, 24-3-2002

Τραγάκη, Α. (2008), *Σημειώσεις στο μάθημα Εφαρμοσμένη Χωρική Ανάλυση* του ΠΜΣ Διαχείριση και Ανάλυση Γεωγραφικών Δεδομένων, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα

Τσαγρής, Μ. (2008), *Στατιστική με τη χρήση του πακέτου SPSS 15*. Ανακτήθηκε από την ιστοσελίδα www.scribd.com

Χατζηλάκου, Δ. (1998), «Νερό, η πηγή της ζωής», *Γαϊόραμα – Experiment*, τεύχος 28