

ΟΙΚΟΝΟΜΙΕΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΚΟΜΙΔΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ
ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Υπό

Ε. Πανά

Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Β. Νιννή

Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ABSTRACT

The quality of urban life is linked closely to the efficiency with which public services are provided. Unfortunately, relatively little has been done to estimate the returns to scale for selected local government services including refuse collection. Thus, the primary concern of this study is the application of a cost function approach to municipal refuse collection. The aim of this paper is to examine the existence or not of economies of scale in the provision of this particular local government service. Our findings can be interpreted as revealing increasing returns to scale. (JEL C52, R70)

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει σημαντικές αλλαγές στο χώρο της Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Τ.Α.) στην Ελλάδα. Δεδομένου ότι οι αλλαγές αυτές στοχεύουν μεταξύ των άλλων στην αύξηση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας των υπηρεσιών της Τοπικής Αυτοδιοίκησης προκαλεί εντύπωση το γεγονός, ότι μέχρι σήμερα δεν έχει δοθεί η ανάλογη προσοχή στη μελέτη των παραγόντων εκείνων που επηρεάζουν τις δαπάνες της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Οικονομετρικά υποδείγματα που σχετίζονται με τις οικονομίες κλίμακας έχουν εκτιμηθεί για πολλούς τομείς, όμως στον ελλαδικό χώρο δεν έχουν γίνει μελέτες για την εξέταση οικονομιών κλίμακας για συγκεκριμένες υπηρεσίες που προσφέρει η Τοπική Αυτοδιοίκηση, όπως για τη διαχείριση —αποκομιδή— των απορριμμάτων, την ύδρευση, την αποχέτευση και άλλες υπηρεσίες. Ανάμεσα στους λόγους που πιθανά οφείλεται αυτή η παράλειψη είναι οι αρκετές ιδιαιτερότητες που εμφανίζει ο χώρος της Τοπικής Αυτοδιοίκησης και κυρίως η έλλειψη πρωτογενών στατιστικών δεδομένων για την

εξειδίκευση πολλών από τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται σε υποδείγματα αυτής της μορφής.

Στη μελέτη αυτή αναπτύσσεται ένα οικονομετρικό υπόδειγμα συνάρτησης κόστους με σκοπό να γίνει δυνατή η εξέταση της υπόθεσης ύπαρξης ή μη οικονομιών κλίμακας για την υπηρεσία της αποκομιδής των απορριμμάτων. Το υπόδειγμα αυτό που στηρίζεται στη νεοκλασική συνάρτηση παραγωγής της μορφής Cobb-Douglas είναι βέβαια κατάλληλο για την εξέταση της υπόθεσης των οικονομιών κλίμακας, όμως στη συγκεκριμένη περίπτωση λόγω έλλειψης στατιστικών στοιχείων δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν εύκαμπτες συναρτησιακές μορφές.

Στη βιβλιογραφία έχουν αναπτυχθεί δύο κατηγορίες υποδειγμάτων: τα αθροιστικά (aggregate) υποδείγματα, στα οποία εκτιμάται η συνάρτηση κόστους όλων των υπηρεσιών και τα αναλυτικά (disaggregate) υποδείγματα. Τα υποδείγματα της δεύτερης κατηγορίας πλεονεκτούν εκείνων της πρώτης κατηγορίας και για το λόγο αυτό εκτιμήθηκε η συνάρτηση κόστους για μία μόνο υπηρεσία.

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η παρουσίαση των εμπειρικών αποτελεσμάτων που αφορούν στην ύπαρξη οικονομιών κλίμακας Δήμων και Κοινοτήτων της Αττικής για τους οποίους υπάρχουν διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία για την αποκομιδή των απορριμμάτων. Παρά τις εγγενείς δυσκολίες, όπως είναι η έλλειψη πρωτογενών στατιστικών δεδομένων και η αδυναμία χρήσης εύκαμπτων συναρτησιακών μορφών, το περιοριστικό υπόδειγμα οδήγησε στην εξαγωγή αξιόλογων συμπερασμάτων για την αποδοτικότητα της συγκεκριμένης υπηρεσίας. Συνεπώς η μελέτη αυτή επιδιώκει να καλύψει ένα κενό της ελληνικής βιβλιογραφίας στο χώρο αυτό. Πρέπει να σημειωθεί, ότι και στη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχουν πολλές ερευνητικές εργασίες στο αντικείμενο που εξετάζουμε.

Η εργασία αυτή αποτελείται από έξι τμήματα:

Το **δεύτερο τμήμα** αναφέρεται στην περιγραφή της υπάρχουσας κατάστασης των απορριμμάτων στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής.

Το **τρίτο τμήμα** αναφέρεται στην παρουσίαση της σχετικής διεθνούς βιβλιογραφίας στο χώρο των απορριμμάτων και των οικονομιών κλίμακας.

Το **τέταρτο τμήμα** παρουσιάζει το θεωρητικό πλαίσιο της ανάλυσης.

Το πέμπτο τμήμα παρουσιάζει τα εμπειρικά αποτελέσματα από την εκτίμηση της εξίσωσης.

Το **έκτο τμήμα** εμφανίζει και σχολιάζει τα συμπεράσματα της μελέτης δίνοντας του έναυσμα για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.

2. Η Διαχείριση των απορριμμάτων στη χώρα μας

Η διαχείριση των απορριμμάτων στη χώρα μας ανήκει στις αρμοδιότητες των Δήμων και των Κοινοτήτων. Στην Ελλάδα παράγονται κάθε χρόνο περίπου 3 εκ. τόνοι οικιακά απόβλητα, 450 χιλ. τόνοι βιομηχανικά απόβλητα και 15 χιλ τόνοι νοσοκομειακά απόβλητα. Η συλλογή και η μεταφορά των απορριμμάτων σε ειδικούς χώρους —χωματερές— παρουσιάζει προβλήματα σε όλη τη χώρα. Τα προβλήματα αυτά γίνονται πιο έντονα στη διάρκεια του θέρους, στις τουριστικές περιοχές, ιδίως στα νησιά, όπου δεν υπάρχει ειδική μέριμνα για την αναμενόμενη εποχιακή αύξηση των απορριμμάτων. Στις αστικές περιοχές της χώρας γίνεται συστηματική συλλογή και εναπόθεση των απορριμμάτων σε συγκεκριμένους χώρους, ενώ υπάρχουν περιοχές που έχουν περιστασιακή ή και ανύπαρκτη συλλογή απορριμμάτων.

Συνήθως γίνεται εναπόθεση των απορριμμάτων σε χώρους, οι οποίοι, τις πιο πολλές φορές, στερούνται της κατάλληλης υποδομής ή σε χώρους που είναι ακατάλληλοι ή ανεξέλεγκτοι. Στην περίπτωση αυτή, όπως είναι φυσικό, η έννοια της προστασίας του περιβάλλοντος δεν έχει νόημα. Μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις εφαρμόζεται το σύστημα της υγειονομικής ταφής.

Θα πρέπει να τονιστεί, ότι λόγω της ανυπαρξίας στην πράξη ενός σωστά ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των απορριμμάτων για όλη τη χώρα το κόστος συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων καλύπτει το 90-95% του συνολικού κόστους διαχείρισης (Σκορδίλης, 1995).

Σύμφωνα με τεχνική έκθεση του ΥΠΕΧΩΔΕ στη χώρα μας υπάρχουν 1420 εγκεκριμένοι χώροι απόρριψης, που δέχονται το 65% περίπου της συνολικής ποσότητας των παραγομένων απορριμμάτων, ενώ υπάρχουν 3480 χώροι ανεξέλεγκτης απόρριψης, από τους οποίους οι 25 βρίσκονται στην περιοχή του Λεκανοπεδίου της Αττικής, που δέχονται το υπόλοιπο 35% των απορριμμάτων.

Η πόλη των Αθηνών λειτούργησε —και ίσως εξακολουθεί να λειτουργεί— ως πρότυπο για τις άλλες ελληνικές πόλεις και ήταν η πρώτη πόλη που παρουσίασε έντονα προβλήματα που σχετίζονται με την περιβαλλοντική διαχείριση των απορριμμάτων.

Ανάλογα δυστυχώς προβλήματα εμφανίστηκαν, όπως ήταν φυσικό, με μια χρονική υστέρηση και στις άλλες μεγάλες ελληνικές πόλεις. Έτσι τα προβλήματα που σχετίζονται με τη διαχείριση των απορριμμάτων επεκτείνονται πια σε όλη τη χώρα και γι' αυτό θα πρέπει η λύση τους να προκύψει από τον καταρτισμό ενός ολοκληρωμένου προγράμματος διαχείρισης απορριμμάτων που θα εφαρμοστεί σταδιακά, με σωστό προγραμματισμό και συνέπεια, σε όλες τις πόλεις της Ελλάδας.

Το πρόγραμμα αυτό θα εναρμονίζεται με την αρχή της «αιεφορίας», θα σέβεται το περιβάλλον και θα έχει ως στόχο τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη.

2.1. Περιγραφή της κατάστασης των απορριμμάτων στην ευρύτερη περιοχή του Λεκανοπεδίου Αττικής

Είναι αναμφισβήτητο, ότι κατά τις τελευταίες δεκαετίες διείσδυσε και στη χώρα μας το «δυτικό πρότυπο ανάπτυξης» που επιδιώκει την άνοδο του βιοτικού επιπέδου των πολιτών και συνοδεύεται από αλλαγή στις προτιμήσεις των καταναλωτών, άκραιο καταναλωτισμό, μείωση του χρόνου χρήσης των προϊόντων, αύξηση της ποσότητας των υλικών συσκευασίας και φυσικά αύξηση του όγκου των απορριμμάτων. Αυτή η αύξηση δεν είναι μόνο ποσοτική, αλλά και ποιοτική, πράγμα που δυσχεραίνει ακόμη περισσότερο την επίλυση του ήδη δύσκολου προβλήματος της διαχείρισης των απορριμμάτων. Η δυσχέρεια αυτή συνδέεται με τη διαφοροποίηση που παρατηρείται όσον αφορά στη σύσταση των απορριμμάτων, μεταξύ των βιομηχανικά αναπτυγμένων χωρών και των μη αναπτυγμένων. Στα απορρίμματα των αναπτυγμένων χωρών παρατηρείται μια συνεχιζόμενη μείωση της αναλογίας των ζυμώσιμων υλικών που κυμαίνονται σήμερα γύρω στο 38% σε σύγκριση με τα μη ζυμώσιμα υλικά, που στις μη αναπτυγμένες χώρες φθάνουν στο 63% περίπου. Η μείωση της αναλογίας των μη ζυμώσιμων υλικών στις αναπτυγμένες χώρες συνοδεύεται από αύξηση της αναλογίας των μη βιοδιασπώμενων υλικών, όπως είναι τα πλαστικά και τα απορρυπαντικά, τα οποία δε μπορούν να αφομοιωθούν από το περιβάλλον.

Η Αθήνα είναι η πόλη που υιοθέτησε πρώτη από όλες τις άλλες ελληνικές πόλεις αυτό το «δυναμικό πρότυπο ανάπτυξης» στοχεύοντας στην οικονομική της ανάπτυξη, αλλά και στην ευημερία και στην καλύτερευση των συνθηκών ζωής των πολιτών της. Όμως στη διάρκεια της πορείας εφαρμογής αυτού του προτύπου η πόλη δέχτηκε την αστικοποίηση, την καταστροφή του περιβάλλοντος —ενός περιβάλλοντος με ιδιαιτερότητες ως προς τη φυσική διαμόρφωση, το άριστο κλίμα και τους ανεκτίμητης αξίας αρχαιολογικούς χώρους— και τελικά την υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των πολιτών.

Το «πρότυπο» δε λειτούργησε θετικά για την πόλη των Αθηνών, ίσως γιατί δεν μελετήθηκε αρκετά, δε σχεδιάστηκε σωστά και δεν προσαρμόστηκε στις πραγματικές ανάγκες μιας σχετικά μικρής τότε πόλης και των δορυφορικών της πόλεων του Πειραιά και της Ελευσίνας. Δεν υπήρξε προγραμματισμός και εκτέλεση των αναγκαίων έργων υποδομής. Έτσι η Αθήνα και η ευρύτερη περιοχή του Λεκανοπεδίου Αττικής κατέληξε να είναι μία μεγάλη πόλη, που πάσχει από την ανεξέλεγκτη αύξηση του μεγέθους της, έχοντας πληθυσμό που υπερβαίνει τα 4 εκατομμύρια κατοίκους και φυσικά πολύ μεγάλες καταναλώσεις που συνοδεύονται από αντίστοιχες απορρίψεις, πολλές φορές ανεξέλεγκτες. Η παραγωγή απορριμμάτων υπερβαίνει τους 4600 τόννους ημερησίως και ανάμεσα στα άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα της περιοχής που ζητούν άμεσα λύση, ένα από τα οξύτερα είναι και αυτό της διαχείρισης των απορριμμάτων. Η διαχείριση αυτή, περιλαμβάνει τη συλλογή, τη μεταφορά, την επεξεργασία και τη διάθεση —απόρριψη— των απορριμμάτων, τα οποία είναι κυρίως οικιακά, αλλά και νοσοκομειακά, βιομηχανικά και σε ακραίες περιπτώσεις τοξικά ή επικίνδυνα. Γίνεται λοιπόν φανερό πως η διαχείριση των απορριμμάτων του Λεκανοπεδίου Αττικής συνδέεται όχι μόνο με το περιβάλλον και την ποιότητα ζωής, αλλά και με την οικονομία, την υγεία, την κοινωνική ανάπτυξη, τον τρόπο ζωής των πολιτών, τον πολιτισμό και την τεχνολογική ανάπτυξη, ώστε ένας σωστός σχεδιασμός της διαχείρισης των απορριμμάτων να απαιτεί συνεξέταση όλων αυτών των παραγόντων.

2.1.1. Ποσότητες απορριμμάτων

Η παραγωγή απορριμμάτων στο Λεκανοπέδιο Αττικής αυξάνεται συνεχώς τα τελευταία χρόνια παράλληλα με την αύξηση του πληθυσμού. Από το 1975 μέχρι το 1980 η ποσότητα των απορριμμάτων αυξήθηκε από 2978 τόννους την ημέρα, σε 4601 τόννους ημερησίως. Η ποσότητα απορριμμάτων που αντιστοιχεί σε κάθε κάτοικο του Λεκανοπεδίου διαφοροποιείται ανάλογα με την εποχή του έτους, καθώς και με το βιοτικό και το εισοδηματικό του επίπεδο. Μεγαλύτερη είναι η παραγωγή απορριμμάτων το χειμώνα και στις περιοχές με κατοίκους υψηλού εισοδηματικού επιπέδου. Η μέση ημερήσια παραγωγή απορριμμάτων ανά κάτοικο σε διάφορες περιοχές του Λεκανοπεδίου εμφανίζεται στον Πίνακα 1.

Η αντίστοιχη μέση ημερήσια τιμή απορριμμάτων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι 833 γρ/ανά κάτοικο και στις ΗΠΑ 1258 γρ/ανά κάτοικο. Η ελληνική παραγωγή απορριμμάτων δεν απέχει πολύ από την αντίστοιχη των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Δεν υπάρχουν ασφαλή διαθέσιμα στοιχεία για την εκτίμηση του ετήσιου ρυθμού αύξησης της παραγόμενης ποσότητας απορριμμάτων στη χώρα μας.

2.1.2. Σύσταση απορριμμάτων

Η σύσταση των απορριμμάτων του Λεκανοπεδίου Αττικής μεταβάλλεται παράλληλα με τη διεύρυνση του «προτύπου» κατανάλωσης των βιομηχανικά αναπτυγμένων χωρών. Στον Πίνακα 2 εμφανίζεται η σύσταση των απορριμμάτων της Αθήνας και των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στον Πίνακα 3 αναφέρονται τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των οικιακών απορριμμάτων της περιοχής Αθηνών.

Στον Πίνακα 4 εμφανίζεται η μέση θερμογόνος ικανότητα των απορριμμάτων στην Ελλάδα, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στις Η.Π.Α.

Από τη μελέτη των στοιχείων των Πινάκων 2, 3 και 4 προκύπτει, ότι η σύσταση των οικιακών απορριμμάτων στην Ελλάδα παρουσιάζει μερικές διαφοροποιήσεις σε σύγκριση με τη σύσταση των απορριμμάτων των βιομηχανικά αναπτυγμένων χωρών. Η μεγαλύτερη διαφορά παρουσιάζεται στο σημαντικά υψηλότερο ποσοστό ζυμώσιμων υλικών, καθώς και στο ποσοστό υγρασίας, που είναι σχεδόν διπλάσιο από το αντίστοιχο των Ευρωπαϊκών χωρών. Επίσης η θερμογόνος ικανότητα των ελληνικών απορριμμάτων είναι μικρή, ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει το ποσοστό των πλαστικών, που εμφανίζεται ιδιαίτερα υψηλό σε σύγκριση με εκείνο των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Επειδή τα πλαστικά είναι υλικά που δε βιοαποικοδομούνται, αν η αύξηση αυτή συνεχιστεί στο μέλλον με τον ίδιο ρυθμό, αυτό θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη στο σχεδιασμό της διαχείρισης των απορριμμάτων. Το αυξημένο ποσοστό ζυμώσιμων υλικών δείχνει μια υστέρηση, όσον αφορά στην πλήρη προσαρμογή των Ελλήνων καταναλωτών στο καταναλωτικό πρότυπο των βιομηχανικά αναπτυγμένων χωρών. Το γεγονός αυτό παρέχει αυξημένες δυνατότητες ανακύκλωσης ενός μεγάλου ποσοστού των απορριμμάτων με βιοσταθεροποίηση και λιπασματοποίηση διευκολύνοντας έτσι τη διαχείρισή τους.

3. Εκτίμηση οικονομιών κλίμακας στην αποκομιδή των απορριμμάτων: Διεθνής εμπειρία

Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται εμπειρικές έρευνες, οι οποίες εξετάζουν το πρόβλημα της συλλογής απορριμμάτων μέσα από το πρίσμα των οικονομιών κλίμακας. Στο τμήμα αυτό παρουσιάζουμε τα βασικά σημεία των δημοσιευμένων διεθνώς εργασιών.

Μία από τις πρώτες έρευνες οφείλεται στον Hirsch (1965), ο οποίος χρησιμοποιώντας στατιστικά δεδομένα 22 Δήμων του St. Louis με τη βοήθεια της μεθόδου πολλαπλής παλινδρόμησης κατέληξε στο συμπέρασμα, ότι στην περίπτωση που εξέτασε δεν υπάρχουν οικονομίες κλίμακας, σημειώνοντας όμως, ότι τα αποτελέσματα της εργασίας του πρέπει να ερμηνευτούν με προσοχή.

Οι Hall και Jones (1973) χρησιμοποιώντας στατιστικά στοιχεία 32 Κοινοτήτων του Τέξας με πληθυσμό μεγαλύτερο των 3000 κατοίκων εξέτασαν επίσης αν υπάρχουν οικονομίες κλίμακας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποίησαν τη μέθοδο της πολλαπλής παλινδρόμησης. Από τις εκτιμήσεις τους κατέληξαν, ότι οι Κοινότητες εκείνες που είχαν πληθυσμό μέχρι 9600 κατοίκους εμφάνισαν αντιοικονομίες κλίμακας.

Όμως η μελέτη των Hall και Jones παρουσιάζει διάφορα σημαντικά προβλήματα όπως είναι: α) η χρήση του πληθυσμού ως μεγέθους μέτρησης του προϊόντος, ενώ πιο κατάλληλη μεταβλητή εμφανίζεται ότι είναι η ποσότητα των απορριμμάτων, β) το γεγονός ότι στις ανεξάρτητες μεταβλητές περιλαμβάνεται ο αριθμός των δημοτών, αλλά η μεταβλητή αυτή προφανώς εμφανίζει ισχυρή συσχέτιση με το μέγεθος του πληθυσμού και γ) δεν περιλαμβάνεται η αμοιβή της εργασίας των απασχολούμενων στην υπηρεσία καθαριότητας.

Οι Kemper και Quigley (1976) χρησιμοποιώντας ένα δείγμα 128 Κοινοτήτων του Connecticut εξέτασαν αν υπάρχουν οικονομίες κλίμακας στην αποκομιδή των απορριμμάτων. Οι πιο πάνω ερευνητές εκτίμησαν τη μέση συνάρτηση κόστους, έχοντας τον αριθμό των κατοικιών ως μεταβλητή του προϊόντος. Από τα εμπειρικά αποτελέσματα της εργασίας αυτής δεν προέκυψαν οικονομίες κλίμακας, αν και οι συγγραφείς καταλήγουν στο συμπέρασμα, ότι είναι πιθανό να εμφανίζονται οικονομίες κλίμακας για Κοινότητες που έχουν μέχρι 2000 κατοίκους. Προβλήματα υπάρχουν επίσης και στην εργασία αυτή, κυρίως γιατί αγνοούνται μεταβλητές που αφορούν στο κόστος, όπως είναι η αμοιβή της εργασίας.

Ο Kitchen (1976) εξετάζοντας στατιστικά δεδομένα 48 πόλεων του Καναδά με πληθυσμό πάνω από 10000 κατοίκους, εκτίμησε μία συνάρτηση μέσου κόστους λαμβάνοντας, ως μεταβλητή του προϊόντος τον πληθυσμό. Τα εμπειρικά αποτελέσματα της εργασίας οδηγούν στην ύπαρξη μιας αντίστροφης U-μορφής σχέσης ανάμεσα στο μέσο κόστος και στον πληθυσμό. Πιο συγκεκριμένα το κόστος συλλογής των απορριμμάτων αρχικά αυξάνεται μαζί με την αύξηση του πληθυσμιακού μεγέθους, μετά επιτυγχάνεται ένα μέγιστο και στη συνέχεια μειώνεται.

Η πιο αξιόπιστη μελέτη οφείλεται στη Stevens (1978), η οποία χρησιμοποίησε ένα δείγμα 340 Κοινοτήτων. Οι Κοινότητες που εξέτασε είχαν ένα πληθυσμιακό μέγεθος που άρχιζε από 2500 κατοίκους και ξεπερνούσε τους 700.000 κατοίκους. Συναρτήσεις συνολικού κόστους εκτιμήθηκαν χωριστά για Κοινότητες με πληθυσμό κάτω των 20.000, των 30.000 και των 50.000 κατοίκων, καθώς και για Κοινότητες με πληθυσμό άνω των 50.000 κατοίκων. Οι εκτιμήσεις διαχωρίστηκαν ανάλογα με το φορέα συλλογής των απορριμμάτων, ο οποίος μπορεί να είναι Κοινότητα ή ιδιωτική επιχείρηση. Η εκτιμηθείσα συνάρτηση κόστους, η οποία προέκυψε από τη συνάρτηση παραγωγής της μορφής Cobb-Douglas ενσωματώνει ως μεταβλητή του προϊόντος την ποσότητα των απορριμμάτων, που εκφράζεται σε τόννους. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα, ότι υπάρχουν οικονομίες κλίμακας για τις Κοινότητες με πληθυσμό μέχρι 20.000 κατοίκους. Οι ενδείξεις για οικονομίες κλίμακας Κοινοτήτων με πληθυσμό μεταξύ 20.000 και 50.000 κατοίκους είναι ανάμεικτες.

Οι Collins και Downes (1977) προχώρησαν στην ανάλυση δεδομένων 53 Κοινοτήτων του St. Louis που είχαν κάτω από 500 και μέχρι 11.000 μονάδες συλλογής απορριμμάτων. Ως μεταβλητή του προϊόντος χρησιμοποιήθηκαν οι μονάδες συλλογής. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης έδειξαν μια αρνητική σχέση ανάμεσα στις μηνιαίες δαπάνες του νοικοκυριού και στον αριθμό των μονάδων συλλογής. Η αρνητική αυτή σχέση θεωρήθηκε ως ένδειξη ύπαρξης οικονομιών κλίμακας.

Από τη σύνθεση και τα συμπεράσματα των πιο πάνω εμπειρικών μελετών διαφαίνεται, ότι οικονομίες κλίμακας εμφανίζονται στις μικρές κοινότητες.

4. Το θεωρητικό υπόδειγμα

Το υπόδειγμα που χρησιμοποιούμε στην εργασία αυτή έχει αναπτυχθεί από την B. Stevens (1978) με μια διαφοροποίηση που εντοπίζεται κυρίως στις μεταβλητές και στην τεχνική εκτίμησης του υποδείγματος. Στην περίπτωσή μας δε χρησιμοποιήθηκαν οι μεταβλητές της συχνότητας συλλογής ανά νοικοκυριό, λόγω έλλειψης στατιστικών στοιχείων, και του ιδιωτικού φορέα αποκομιδής απορριμμάτων, γιατί στους συγκεκριμένους Δήμους δεν υπήρχαν ιδιωτικές επιχειρήσεις αποκομιδής απορριμμάτων. Ακόμη δε χρησιμοποιήθηκε η μεταβλητή της διαφοράς των μέσων θερμοκρασιών Ιουλίου — Ιανουαρίου, γιατί το δείγμα μας αναφέρεται στην ίδια περιφέρεια και δεν υπάρχει διαφορά μεταβλητικότητας της θερμοκρασίας.

Όσον αφορά στην τεχνική στατιστικής εκτίμησης του υποδείγματος η

Stevens χρησιμοποίησε τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, όμως έμμεσα η τεχνική αυτή καθώς και η εφαρμογή της στηρίζεται στην υπόθεση, ότι ο στοχαστικός όρος ακολουθεί την κανονική κατανομή. Επειδή τα στατιστικά δεδομένα είναι διαστρωματικά στοιχεία αναγνωρίζεται η πιθανότητα ύπαρξης «μη κανονικών παρατηρήσεων» (outliers), τα οποία επηρεάζουν τις ποιοτικές ιδιότητες των εκτιμητών των ελαχίστων τετραγώνων.

Αναγνωρίζοντας το γεγονός αυτό διαφοροποιηθήκαμε στο σημείο αυτό από τη Stevens χρησιμοποιώντας στην ανάλυσή μας μία άλλη στατιστική τεχνική, που έχει ως κριτήριο την ελαχιστοποίηση του αθροίσματος των απολύτων τιμών των καταλοίπων. Η τεχνική αυτή είναι γνωστή ως LAD και χρησιμοποιήθηκε για να μειώσει τις επιπτώσεις των «μη κανονικών» παρατηρήσεων στους εκτιμητές. Οι Dielman και Pfaffenberger (1982) επικεντρώνονται στις στατιστικές ιδιότητες των εκτιμητών LAD για εξειδικευμένα μεγέθη δείγματος και εξειδικευμένες κατανομές, όπως ακριβώς είχαν μελετήσει το αντικείμενο αυτό με τη μέθοδο Monte Carlo οι Rosenberg και Carlson (1977). Στις ασυμπτωματικές ιδιότητες των εκτιμητών LAD κάτω από γενικές συνθήκες αναφέρονται επίσης οι Basett και Koenker (1978). Τα αποτελέσματα της τεχνικής εκτίμησης του υποδείγματος που χρησιμοποιήσαμε συγκρίθηκαν με εκείνα της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων.

Σύμφωνα με το υπόδειγμα, οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Δήμοι και Κοινότητες) υπακούουν σε μια συνάρτηση παραγωγής για την αποκομιδή των απορριμμάτων της μορφής $Q = f(K, L)$ και μια συνάρτηση κόστους —θεωρώντας ότι ελαχιστοποιούμε το κόστος— $C = g(Q, p)$ όπου Q είναι η συνολική ποσότητα των παραγομένων απορριμμάτων, K είναι το κεφάλαιο, L είναι η εργασία, C είναι το κόστος και το p αντιπροσωπεύει ένα διάνυσμα των τιμών των εισροών.

Η πιο απλή και περισσότερο χρησιμοποιούμενη μορφή συνάρτησης παραγωγής είναι η Cobb-Douglas. Έτσι η εξειδίκευση της συνάρτησης παραγωγής εμφανίζεται ως:

$$Q = A K^{\beta} L^{\alpha} \quad (1)$$

όπου: Q = συνολική παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων σε τόνους

K = συνολική ποσότητα του κεφαλαίου

L = αριθμός των απασχολούμενων στην υπηρεσία αποκομιδής

α, β = παράμετροι

$0 < \alpha, \beta < 1$

A = ουδέτερη τεχνολογική πρόοδος.

Η τεχνολογική πρόοδος θεωρείται από τη μορφή της συνάρτησης παραγωγής ως ουδέτερη κατά Hicks. Οι περισσότερες εφαρμογές στο χώρο της Τοπικής Αυτοδιοίκησης χρησιμοποιούν την απλή σχέση των Cobb-Douglas ανάμεσα στο προϊόν και στις εισροές, επειδή υπάρχει έλλειψη ορισμένων πρωτογενών στατιστικών δεδομένων. Η συναρτησιακή αυτή μορφή παραμένει χρήσιμο εργαλείο για τη μελέτη των οικονομιών κλίμακας. Για το λόγο αυτό η ανάλυσή μας βασίζεται στην απλή αυτή συναρτησιακή μορφή. Άλλωστε δεν υπάρχει μία ιδεώδης συναρτησιακή μορφή, η οποία να αντιμετωπίζει ταυτόχρονα τα διάφορα προβλήματα εξειδίκευσης της συναρτησιακής μορφής, της ταυτοποίησης και της αθροιστικότητας.

Ένας αποτελεσματικός Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) ελαχιστοποιεί το κόστος κάτω από τον περιορισμό της συνάρτησης παραγωγής. Στην περίπτωση αυτή η συνολική παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων είναι εξωγενής για το Δήμο ή την Κοινότητα.

Έτσι, το συνολικό κόστος δίνεται από τη σχέση:

$$TC = wL + rK \quad (2)$$

όπου: TC = συνολικό κόστος

w = αμοιβή της εισροής της εργασίας

και r = τιμή της εισροής του κεφαλαίου.

Η ελαχιστοποίηση της συνάρτησης (2) κάτω από τον περιορισμό της συνάρτησης (1) οδηγεί στις σχέσεις (συνθήκες πρώτης τάξεως):

$$\frac{L}{K} = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{r}{w} \quad (3\alpha)$$

και

$$Q = AL^\alpha K^\beta \quad (3\beta)$$

Οι σχέσεις (3α) και (3β) μας οδηγούν στις άριστες ποσότητες των εισροών

$$K = \frac{\beta}{\alpha + \beta} \cdot \frac{TC}{r} \quad (4)$$

$$L = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} \cdot \frac{TC}{w}$$

Αντικαθιστώντας την (4) στην (3β) και λογαριθμίζοντάς την προκύπτει:

$$\log TC_i = \gamma_0 + \gamma_1 \log w_i + \gamma_2 \log Q_i + u_i \quad (5)$$

όπου:

$i = 1, \dots, n$, δηλώνει τους Δήμους και τις Κοινότητες του δείγματος,

γ_0 = σταθερός όρος που περιλαμβάνει και την τιμή του κεφαλαίου, αφού αυτή θεωρείται σταθερή ανάμεσα στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

$$\gamma_1 = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$$

$$\gamma_2 = \frac{1}{\alpha + \beta}$$

και στην περίπτωση που $\gamma_2 < 1$ έχουμε οικονομίες κλίμακας, και u_i = στοχαστικός όρος.

Για την εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης του υποδείγματος (5) η Stevens αγνοεί τις πιθανές διαφορές στις συναρτήσεις παραγωγής για κάθε Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ), θεωρώντας ότι όλες οι παράμετροι της συνάρτησης Cobb-Douglas είναι ίδιες μεταξύ των διαφόρων Δήμων και Κοινοτήτων.

Βέβαια με την υιοθέτηση αυτής της υπόθεσης «ομοιομορφίας» διευκολύνεται η εκτίμηση των παραμέτρων με την αξιοποίηση διαστρωματικών δεδομένων. Η υπόθεση αυτή είναι αρκετά βοηθητική στη διαδικασία της εκτίμησης, όμως στην πράξη είναι δύσκολο να επαληθευτεί. Έτσι θα μπορούσε κάποιος εξετάζοντας το δείγμα με το πληθυσμιακό κριτήριο να παρατηρήσει, ότι υπάρχουν μεγάλοι και μικροί Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης ή πάλι χρησιμοποιώντας κάποιο άλλο κριτήριο να καταλήξει σε κάποιο παρεμφερές συμπέρασμα.

Επειδή ενδέχεται να υπάρχει «ετερογένεια» κάποιου βαθμού στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης μπορεί επίσης κάποιος να ισχυριστεί, ότι οι συναρτήσεις παραγωγής δεν είναι ταυτόσημες για όλους τους Οργανισμούς. Αυτό στην πράξη μπορεί να σημαίνει, ότι η υπηρεσία αποκομιδής απορριμμάτων δε λειτουργεί πάνω στην ίδια συνάρτηση παραγωγής για διαφορετικούς Δήμους. Έτσι είναι λογικό να θεωρήσουμε, ότι οι διαφορές στις συναρτήσεις παραγωγής ανάμεσα στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης πιθανά να επικεντρώνονται και στην παράμετρο A. Δεν υπάρχει λόγος να θεωρήσουμε τη σταθερότητα αυτής της παραμέτρου. Θεωρούμε ότι οι διαφορές ανάμεσα στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης μπορεί να αντικατοπτρίζονται μέσω της παραμέτρου A. Ακολουθώντας συνεπώς μια διαφορετική προσέγγιση από τη Stevens θεωρούμε, ότι η παράμετρος A εξαρτάται από την πυκνότητα του

πληθυσμού, την οποία συμβολίζουμε με D . Η θεώρηση αυτή είναι μια προσπάθεια για να ενσωματώσουμε τις πιθανές διαφορές στην αποδοτικότητα ανάμεσα στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

Έτσι στη σχέση (5) ενσωματώνουμε και τη μεταβλητή D της πυκνότητας —κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο— η οποία επηρεάζει το κόστος της παρεχόμενης υπηρεσίας. Θεωρείται, ότι υψηλή τιμή της πυκνότητας μειώνει το ανά μονάδα κόστος των παρεχόμενων υπηρεσιών. Έτσι η τροποποιημένη συνάρτηση κόστους μετά την ενσωμάτωση της μεταβλητής D γράφεται ως εξής:

$$\log \left(\frac{TC}{Q} \right)_i = \gamma_0 + \gamma_1 \log w_i + (\gamma_2 - \gamma_1) \log Q_i + \gamma_3 \log D_i + u_i \quad (6)$$

όπου οι παράμετροι παραμένουν ίδιες με αυτές της σχέσης (5). Η παράμετρος της μεταβλητής $\log Q_i$ μας επιτρέπει το στατιστικό έλεγχο των οικονομιών κλίμακας. Έχοντας ως βάση τα χρησιμοποιούμενα διαστρωματικά δεδομένα θα επιχειρήσουμε να εξετάσουμε τη στατιστική σημαντικότητα της παραμέτρου αυτής.

5. Τα εμπειρικά αποτελέσματα

Για την οικονομετρική εκτίμηση των παραγόντων που επηρεάζουν το κόστος αποκομιδής των απορριμμάτων, χρησιμοποιήθηκε το υποδείγμα (6). Πρίν την εκτίμηση του υποδείγματος εκτιμήθηκαν οι συντελεστές συσχετίσεων των μεταβλητών του υποδείγματος, που εμφανίζονται στον Πίνακα 5.

Από την μελέτη των συντελεστών συσχετίσεων ανάμεσα στις μεταβλητές και στο συνολικό κόστος αποκομιδής συμπεραίνουμε τα πιο κάτω:

- Αύξηση του βάρους των απορριμμάτων συνοδεύεται από αντίστοιχη αύξηση του κόστους αποκομιδής ($r = .24$)
- Όταν αυξάνεται το πληθυσμιακό μέγεθος, αυξάνεται το κόστος ($\Gamma = .311$)
- Το συνολικό κόστος μειώνεται με την αύξηση της πυκνότητας ($\Gamma = -.048$)
- Το συνολικό κόστος αυξάνεται, όσο αυξάνονται οι αμοιβές των απασχολούμενων στην αποκομιδή των απορριμμάτων ($r = .298$).

Οι συντελεστές συσχέτισης ανάμεσα σε κάθε μεταβλητή και στο συνολικό κόστος δίνουν βέβαια ορισμένες πληροφορίες, δεν παρέχουν όμως τη δυνατότητα συνολικής διερεύνησης για το τί συμβαίνει, όταν εξετάζουμε ταυτόχρονα όλες τις μεταβλητές. Για το λόγο αυτό καταφεύγουμε στην εκτίμηση του υποδείγματος (6).

Το δείγμα μας αποτελείται από 33 Δήμους της Αττικής για τους οποίους υπάρχουν στατιστικά δεδομένα για το έτος 1990. Τα στοιχεία αυτά έχουν ληφθεί από δύο πηγές. Από τους ίδιους τους Δήμους έχουν ληφθεί τα στοιχεία που αφορούν στις μεταβλητές TC, w και L και από τον Ενιαίο Σύνδεσμο Δήμων και Κοινοτήτων (στοιχεία του ζυγολογίου Άνω Λιοσίων) έχουν ληφθεί τα στοιχεία που αφορούν στη μεταβλητή Q.

Για τη σχέση (6) η πιο απλή μέθοδος εκτίμησης είναι η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων. Ο Πίνακας 6 μας δίνει τα αποτελέσματα της εκτίμησης. Οι διορθώσεις για την εμφάνιση της ετεροσκεδαστικότητας έγιναν με τη μέθοδο που αναπτύχθηκε από τον White (1980). Τα πρόσημα των συντελεστών και τα μεγέθη τους είναι συνεπή προς την οικονομική θεωρία. Τα αποτελέσματα της στατιστικής σημαντικότητας δείχνουν, ότι εμφανίζονται οικονομίες κλίμακας. Χρησιμοποιώντας το κριτήριο του Chow οδηγηθήκαμε στη σκέψη, ότι το υπόδειγμα θα πρέπει να εκτιμηθεί ξεχωριστά για δύο διαφορετικά δείγματα. Το δείγμα με παρατηρήσεις (1-18), που περιλαμβάνει τους «μικρούς» πληθυσμιακά Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης, και το δείγμα (19-33) που περιέχει τους «μεγάλους» πληθυσμιακά Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Η F στατιστική που προκύπτει με βάση το κριτήριο του Chow είναι 1.87 έτσι μπορούμε να δεχτούμε τη μηδενική υπόθεση σε επίπεδο 5%, ότι δηλαδή σε κάθε ένα από τα δύο δείγματα οι συντελεστές παραμένουν οι ίδιοι.

Από την εξέταση των στοιχείων του Πίνακα 6 καταλήγουμε στα πιο κάτω:

- Για όλα τα δείγματα προκύπτει, ότι η συνάρτηση παραγωγής Cobb-Douglas προσαρμόζεται ικανοποιητικά στις παρατηρήσεις μας.
- Η υψηλότερη τιμή του R εμφανίζεται στο δείγμα (19-33) των «μεγάλων» πληθυσμιακά ΟΤΑ, ενώ η μικρότερη τιμή του R εμφανίζεται στο δείγμα (1-18) των «μικρών» ΟΤΑ.
- Η t-τιμή για τις μεταβλητές $\log w$ στα δύο δείγματα (1-18) και (19-33) έχει σχεδόν την ίδια τιμή. Το ίδιο ισχύει και για τη μεταβλητή $\log Q$ για την οποία όμως η τιμή του συντελεστή είναι σχεδόν διπλάσια.
- Τα στατιστικά αποτελέσματα που αφορούν στο συντελεστή της μεταβλητής $\log Q$ ενισχύουν την υπόθεση ύπαρξης οικονομιών κλίμακας.
- Από το πρόσημο και τη σημαντικότητα της μεταβλητής $\log D$ προκύπτει, ότι στα εξεταζόμενα δείγματα υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ύπαρξης οικονομιών κλίμακας.

Ενώ όμως οι εκτιμήσεις δείχνουν την ύπαρξη οικονομιών κλίμακας θα πρέπει να αναφερθεί, ότι οι εκτιμήσεις αυτές θα πρέπει να υιοθετούνται με προσοχή. Η τεχνική εκτίμησης που χρησιμοποιήθηκε —όπως άλλωστε και η

τεχνική που χρησιμοποιήθηκε από τη Stevens— είναι αυτή των ελαχίστων τετραγώνων. Αλλά για την τεχνική αυτή έμμεσα ισχύει η υπόθεση ότι ο στοχαστικός όρος (u) θα πρέπει να έχει πεπερασμένη διακύμανση και συνήθως να ακολουθεί την κανονική κατανομή (Hampel et al., 1983, Huber, 1981, Coursey et al. 1983). Σημειώνεται, ότι οι εκτιμητές των ελαχίστων τετραγώνων είναι ευαίσθητοι, όταν η κατανομή του στοχαστικού όρου αποκλίνει από την κανονική κατανομή. Η παρουσία της μη σωστής εξειδίκευσης της κατανομής του στοχαστικού όρου κάνει πολύ δύσκολη την επανεκτίμηση του υποδείγματος. Έτσι η προσέγγιση την οποία αποδεχόμαστε για την εκτίμηση των παραμέτρων του υποδείγματος γίνεται με εύρωστη τεχνική.

Χρησιμοποιώντας τη στατιστική W των Shapiro - Wilk (Ramsey, 1969) για ολόκληρο το δείγμα διαπιστώνουμε, ότι η μηδενική υπόθεση της κανονικότητας με τη στατιστική αυτή απορρίπτεται. Ενώ λοιπόν αναγνωρίζεται ο περιορισμός της εφαρμογής της κλασικής τεχνικής των ελαχίστων τετραγώνων, όταν η κατανομή του στοχαστικού όρου αποκλίνει από την κανονική κατανομή, όμως για την περίπτωση της αποκομιδής των απορριμμάτων δεν έχει εφαρμοστεί μια εύρωστη τεχνική (Robust) για την εκτίμηση των υποδειγμάτων κόστους. Πιο γενικά, το πρόβλημα της εκτίμησης συνάρτησης κόστους με εύρωστη τεχνική δεν έχει χρησιμοποιηθεί. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί σε δύο κύρια ερωτήματα: (i) πόσο καλά η εναλλακτική εύρωστη τεχνική εκτίμησης αποδίδει σε σύγκριση με την τεχνική των ελαχίστων τετραγώνων και (ii) πώς επηρεάζονται οι οικονομικές παράμετροι.

Για την εκτίμηση της (6) και για τη σύγκρισή της με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ελαχιστοποίησης του αθροίσματος των απολύτων τιμών των καταλοίπων LAD (Least Absolute Deviations).

Ο Πίνακας 7 παρουσιάζει τις εκτιμήσεις LAD των παραμέτρων του υποδείγματος και μας δίνει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Οι παράμετροι είναι στατιστικά σημαντικές και έχουν το αναμενόμενο πρόσημο.
- Ο στατιστικός έλεγχος της παραμέτρου του προϊόντος δείχνει την ύπαρξη αυξουσών οικονομικών κλίμακας. Η παράμετρος της πυκνότητας δείχνει επίσης ότι, όταν αυξάνεται η πυκνότητα μειώνεται το κόστος αποκομιδής των απορριμμάτων. Τα αποτελέσματα και των δύο αυτών παραμέτρων δείχνουν την ύπαρξη οικονομικών κλίμακας.
- Συγκρίσεις ανάμεσα στα πρόσημα των εκτιμημένων παραμέτρων δείχνουν, ότι δεν είναι ευαίσθητα στη μέθοδο εκτίμησης. Όσον αφορά στη σχετική

αποτελεσματικότητα παρατηρούμε, ότι η μέθοδος LAD είναι πιο αποτελεσματική από τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Κατά συνέπεια είναι φανερό το συγκριτικό πλεονέκτημα της τεχνικής LAD, όταν ο στοχαστικός όρος δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Ανεξάρτητα πάντως από τη μέθοδο εκτίμησης, από τους Πίνακες 5 και 6 μπορούμε να διαπιστώσουμε, ότι στους Δήμους του δείγματός μας υπάρχει κάποιος βαθμός οικονομικής αποτελεσματικότητας στην υπηρεσία αποκομιδής απορριμμάτων, όπως δείχνουν οι αύξουσες αποδόσεις κλίμακας.

6. Συμπεράσματα

Το βασικό συμπέρασμα της ανάλυσής μας είναι η ύπαρξη οικονομικών κλίμακας στην υπηρεσία αποκομιδής απορριμμάτων των Δήμων και Κοινοτήτων του δείγματός μας. Οι διαφορές που παρατηρούνται στις εκτιμήσεις ανάμεσα στη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων και στην εύρωστη τεχνική (LAD) που χρησιμοποιήσαμε βρίσκονται στις σχετικές αποτελεσματικότητες. Ποιοτικά οι εκτιμήσεις οδηγούν στην εξαγωγή των ίδιων οικονομικών συμπερασμάτων. Η παράμετρος που μας ενδιαφέρει για τις οικονομίες κλίμακας είναι σε όλες τις περιπτώσεις —είτε σε μικρούς είτε σε μεγάλους ΟΤΑ— και ανεξάρτητα από τη μέθοδο εκτίμησης μικρότερη της μονάδας. Τα στατιστικά επίσης αποτελέσματα της μεταβλητής της πυκνότητας εμφανίζονται ισχυρά και ενισχύουν την υπόθεση της ύπαρξης οικονομικών κλίμακας. Γενικά, με δεδομένο ότι ο στοχαστικός όρος δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή, τα αποτελέσματα που προέκυψαν με βάση την τεχνική LAD μας δίνουν πιο αξιόπιστες εκτιμήσεις και ελέγχους της υπόθεσης των οικονομικών κλίμακας. Ακόμη οι εκτιμήσεις έδειξαν, ότι κατά την εκτίμηση της συνάρτησης κόστους για την υπηρεσία ενός ΟΤΑ με τη χρήση διαστρωματικών στοιχείων, πρέπει να εξετάζονται και διάφορες μορφές κατανομών του στοχαστικού όρου.

Έτσι η μελέτη έδειξε και τη χρησιμότητα των εύρωστων τεχνικών στην εκτίμηση συναρτήσεων κόστους.

Η έλλειψη στατιστικών δεδομένων κάνει προβληματική την εξειδίκευση εύκαμπτων μορφών συναρτήσεων, οι οποίες επιτρέπουν τον έλεγχο πολλών οικονομικών και στατιστικών υποθέσεων σχετικά με τη διάρθρωση της υπηρεσίας καθαριότητας. Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών αυτών από την έλλειψη δεδομένων η μελέτη αυτή βασίστηκε στη συναρτησιακή μορφή των Cobb-Douglas. Παρά τους περιορισμούς της συναρτησιακής αυτής μορφής, η συμβολή του υποδείγματος στη διερεύνηση της ύπαρξης ή όχι οικονομικών

κλίμακας θεωρούμε, ότι καλύπτει ένα κενό της ελληνικής βιβλιογραφίας στο χώρο της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Ακόμη γίνεται φανερό, ότι οι αδυναμίες του υποδείγματος θα μπορούν να αντιμετωπιστούν μελλοντικά με την εκτίμηση εύκαμπτων συναρτήσεων κόστους, όταν αρχίσουν οι ΟΤΑ να δημοσιεύουν τα απαραίτητα πρωτογενή στατιστικά δεδομένα.

Προκειμένου να δημιουργηθεί μια χρήσιμη βάση δεδομένων για περισσότερο αποτελεσματική μελέτη στον τομέα αυτό της έρευνας θα ήταν σκόπιμο οι ΟΤΑ να συγκεντρώνουν τα πιο κάτω στατιστικά στοιχεία:

- κόστος παρεχομένων υπηρεσιών αποκομιδής απορριμμάτων
- κόστος καυσίμων απορριμματοφόρων
- συχνότητα αποκομιδής απορριμμάτων
- αριθμό εργαζομένων στα απορριμματοφόρα
- αριθμό απορριμματοφόρων (κεφάλαιο μηχανών)
- ώρες απασχόλησης εργαζομένων και απορριμματοφόρων (βάρδιες)
- χρόνο παλαιότητας αυτοκινήτων
- ωφέλιμο φορτίο απορριμματοφόρων
- βέλτιστες διαδρομές απορριμματοφόρων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Μέση ημερήσια παραγωγή απορριμμάτων σε διάφορες περιοχές
Λεκανοπεδίου Αττικής

Περιοχές	γρ/ανά κάτοικο
Αθήνα - Πειραιάς	879
Κηφισιά	1084
Π. Ψυχικό	1042
Ζωγράφου	691
Νίκαια	647
Γλυφάδα - Ν. Σμύρνη	881

Πηγή: ΕΣΔΚΝΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Σύσταση απορριμμάτων της Αθήνας και των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Υλικά	Όρια διακύμανσης	Χώρες Ευρωπαϊκής Ένωσης
χαρτί	18.47 - 20.30	2535
μέταλλα	3.51 - 4.38	3.9
γυαλί	3.06 - 3.00	5.13
πλαστικά	6.79 - 7.27	3.6
ύφασμα	2.90 - 4.38	—
ξύλο		
λάστιχα		
δέρμα		
αδρανή	0.64 - 0.84	—
ζυμώσιμα	56.42 - 64.21	25.35
υπόλοιπο	4.02 - 5.55	4.32

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Φυσικοχημικές αναλύσεις οικιακών απορριμμάτων της περιοχής Αθηνών

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά	Μονάδα μέτρησης	Μέσος όρος
υγρασία	% βάρους	37.50
θερμογόνος ικανότητα	Kcal/kg	7.395
πτητικά	% βάρους	66.19
περιεκτικότητα τέφρας	% βάρους	33.81
ολικός άνθρακας	% βάρους	31.00
ανόργανος άνθρακας	% βάρους	0.22
οργανικός άνθρακας	% βάρους	30.77
υδρογόνο	mg/kg	4.31
θείο	mg/kg	1324.17
χλώριο	mg/kg	1297.50
φθόριο	mg/kg	103.00
σίδηρος	mg/kg	3643.23
ψευδάργυρος	mg/kg	103.00
χαλκός	mg/kg	8.01
νικέλιο	mg/kg	45.55
κάδμιο	mg/kg	0.38
μόλυβδος	mg/kg	221.06
χρώμιο	mg/kg	61.15

Πηγή: ΕΣΔΚΝΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Μέση θερμογόνος ικανότητα των απορριμμάτων

Χώρα	Μέση θερμογόνος ικανότητα Kcal/kg
Ελλάδα	1500
Ευρωπαϊκή Ένωση	2350
Η.Π.Α.	2640

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Συντελεστές συσχετίσεων των μεταβλητών του υποδείγματος

	$\log \frac{TC}{Q}$	LQ	POP	logD	logW
$\log \frac{TC}{Q}$	1	.24	.311	-.048	.298
LQ	.24	1	.6	.893	.937
POP	.311	.6	1	.373	.673
logD	-.048	.893	.373	1	.782
logW	.298	.937	.673	.782	1

Σημείωση: POP είναι ο πληθυσμός των ΟΤΑ του δείγματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Εκτίμηση της συνάρτησης κόστους με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων

ΔΕΙΓΜΑ: όλες οι παρατηρήσεις = 33				
$\hat{\gamma}_0$	$\hat{\gamma}_1$	$\hat{\gamma}_2$	$\hat{\gamma}_3$	\bar{R}^2
-1.3776	.48671 (6.7)	-.24387 (3.7)	-.41428 (4.9)	.664
ΔΕΙΓΜΑ: 1 - 18				
-1.9612	.45967 (4.3)	-.18001 (2.07)	-.44106 (3.4)	.531
ΔΕΙΓΜΑ: 19 - 33				
-.39853	.51347 (4.8)	-.35002 (2.8)	-.35160 (2.5)	.720

Σημείωση: Οι αριθμοί που είναι μέσα σε παρένθεση δείχνουν τις απόλυτες t-τιμές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7
Εκτίμηση της συνάρτησης κόστους με LAD

ΔΕΙΓΜΑ: όλες οι παρατηρήσεις = 33			
$\tilde{\gamma}_0$	$\tilde{\gamma}_1$	$\tilde{\gamma}_2$	$\tilde{\gamma}_3$
-.33155	.50637 (12.61)	-.3600 (5.7)	-.2545 (5.4)
ΔΕΙΓΜΑ: 1 - 18			
-.10106	.28612 (10.7)	-.13000 (4.2)	-.19633 (6.1)
ΔΕΙΓΜΑ: 19 - 33			
-.91678	.44513 (31.8)	-.23000 (12.1)	-.42046 (27.4)

Σημείωση: Οι αριθμοί που είναι μέσα σε παρένθεση δείχνουν τις απόλυτες t-τιμές.

Βιβλιογραφία

- Bassett, G. J. and Koener, R.* (1978). "Asymptotic Theory of Least Absolute Error of Regression". *Journal of the American Statistical Association*, 73, 618-622.
- Collins, J. N. and Downes, B. T.* (1977). "The Effects of Size on the Provision of Public Services: The Case of Solid Waste Collection in Smaller Cities". *Urban Affairs Quarterly*, 12, 333-347.
- Coursey, D. and Nyquist, H.* (1983). "On Least Absolute Error Estimation of Linear Regression Models with Dependent Stable Residuals". *Review of Economics and Statistics*, 65, 687-692.
- Dielman, T. and Pfaffenberger, R.* (1982). "LAV (Least Absolute Value) Estimation in Linear Regression: A Review" in S. H. Zanakis and J. S. Rustagi (eds.) *TIMS, Studies in the Management Sciences: Optimization in Statistics*, North Holland, 31-52.
- Hall, J. P. and Jones, L. L.* (1973). "Costs of Solid Waste Management in Rural Texas Communities". *Southern Journal of Agricultural Economics*, 5, 115-119.
- Hampel, F. R., Ronchetti, E. M., Rousseeuw, P. J. and Stahel, W.A.* (1983). *Robust Statistics*, J. Wiley, New York.

- Hirsch W. Z.* (1965). "Cost Functions of an Urban Government Service: Refuse Collection". *The Review of Economics and Statistics*, 47, 87-92.
- Huber, P. J.* (1981). *Robust Statistics*, J. Wiley, New York.
- Kemper, P. and Quigley, J. M.* (1976). *The Economics of Refuse Collection*, Ballinger, Cambridge Mass.
- Kitchen, H. M.* (1976). "A Statistical Estimation of an Operating Cost Function for Municipal Refuse Collection". *Public Finance Quarterly*, 4, 56-76.
- Ramsey, J. B.* (1969). "Test for Specification Errors in Classical Linear Least - Squares Regression Analysis". *JRSS*, 31, no. 2, Series B, 350-371.
- Rosenberg, B. and Carlson, D.* (1977). "A Simulation Approximation of the Sampling Distribution of Least Absolute Residuals Regression Estimates". *Communications in Statistics*, B6, 421-438.
- Σκορδίλης, Α.* (1995). «Διαχείριση των Απορριμμάτων» στα *Επιλεγμένα Θέματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος*. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, 601-614.
- Stevens, B. J.* (1978). "Scale Market Structure and the Cost of Refuse Collection". *The Review of Economics and Statistics*, 60, 438-448.
- White, H.* (1980). "A Heteroskedasticity - Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroscedasticity". *Econometrica*, 48, 817-838.