

Η επιτροπή για την έγκριση της πτυχιακής:

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	6
1.1 ΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	6
1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ GIS.....	7
1.3 ΕΙΔΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΤΥΠΟΥ GIS.....	11
1.4 ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ GIS.....	14
1.5 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΣ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΣΤΙΓΜΑΤΟΣ - GPS.....	16
1.6 ΤΑ GIS ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	22
2.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΟΥ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΣ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.....	22
2.2.1 ΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.....	25
2.2.2 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ - Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.....	30
2.3 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.....	31
2.4 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	34
2.5 ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΤΩΣΗΣ (Σ.Μ.Α).....	36
2.6 ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	43
3.1 Η ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ.....	43
3.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ.....	46
3.3 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ .. ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ.....	48
3.3.1 Η ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΧΥΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΤΩΣΗΣ.....	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	53
4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΠΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΝΟΜΟΥΣ ΑΧΑΪΑΣ ΗΛΕΙΑΣ	53
4.1.1 ΓΠΣ ΝΟΜΩΝ ΑΧΑΪΑΣ-ΗΛΕΙΑΣ.....	56
4.1.2 ΖΩΝΕΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ	66
4.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ	70
4.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	74
4.3.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ-ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ 4 ΧΥΤΑ.....	74
4.3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ-ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ 3 ΧΥΤΑ & 1 ΣΜΑ.....	79
4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις σελίδες που ακολουθούν αναλύεται το πρόβλημα της διαχείρισης των απορριμμάτων για τους νομούς Αχαΐας και Ηλείας. Αρχικά παρουσιάζεται η υπάρχουσα κατάσταση στους συγκεκριμένους νομούς ενώ στη συνέχεια με τη χρήση του λογισμικού των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) εκπονείται η απεικόνιση και ανάλυση των απαραίτητων για τη μελέτη γεωγραφικών δεδομένων σε ψηφιακούς χάρτες. Επιπλέον στο τελικό στάδιο αποτυπώνεται η χωροθέτηση ΧΥΤΑ και σταθμών μεταφόρτωσης σε συγκεκριμένα σημεία πάνω στους χάρτες, των οποίων η θέση προέκυψε επιλύοντας μαθηματικό μοντέλο μικτού ακέραιου προγραμματισμού (Location Analysis Helps Solid Waste in Central Portugal – Antonio P. Antunes 1999).

Συνοπτικά, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στα Γ.Π.Σ. καταγράφοντας τα χαρακτηριστικά, τις δυνατότητες και τις εφαρμογές τους στις γεωεπιστήμες και την χωροθέτηση. Στο δεύτερο κεφάλαιο αποτυπώνεται η τρέχουσα κατάσταση που επικρατεί Πανελλαδικώς με τη διαχείριση των απορριμμάτων, ενώ περιγράφονται και οι διάφορες εναλλακτικές μορφές διαχείρισης των απορριμμάτων με τα αποτελέσματα και τις επιπτώσεις τους. Το τρίτο κεφάλαιο έχει να κάνει με τα μοντέλα χωροθέτησης κατανομής, όπου παρουσιάζονται στην μαθηματική τους μορφή και αναλύονται σε σχέση με τη χρησιμότητα και τους αντικειμενικούς τους στόχους. Η μελέτη ολοκληρώνεται με το τέταρτο κεφάλαιο στο οποίο εφαρμόζεται το μοντέλο χωροθέτησης κατανομής και πραγματοποιείται η ανάλυση των αποτελεσμάτων και η απεικόνισή τους με τη μορφή χαρτών και ακολουθούν τα συμπεράσματα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαχείριση των απορριμμάτων είναι ένα θέμα το οποίο πάντοτε θα είναι επίκαιρο και θα απασχολεί τις κυβερνήσεις αλλά και όλους εμάς τους ενσυνείδητους πολίτες. Ένα θέμα ευαίσθητο, το οποίο αφορά και επηρεάζει άμεσα το περιβάλλον και την υγεία μας και πρέπει να χειρίζεται με ιδιαίτερη ευαισθησία. Ωστόσο αποτελούσε και αποτελεί προβληματικό παράγοντα. Αυτός είναι και ο λόγος που επιλέξαμε το συγκεκριμένο θέμα, προσπαθώντας να προσθέσουμε εάν αυτό είναι εφικτό, ένα μικρό βήμα στην προσπάθεια επιστημονικής επίλυσης στο πολυμορφικό αυτό πρόβλημα, το οποίο επηρεάζεται από πλήθος στατικών και δυναμικών μεταβλητών.

Εν κατακλείδι, οφείλουμε να ευχαριστήσουμε όλους αυτούς που συνεργάστηκαν και συνέβαλαν με τον τρόπο τους στην περάτωση αυτής της μελέτης, τον κ. Καραγιάννη Γεώργιο υπεύθυνο δικτύων και τηλεπικοινωνιών για τη δημιουργική εμπλοκή του και την παροχή υλικού το οποίο συνέβαλε στην ολοκλήρωση του ΓΠΣ, τους καθηγητές μας στο Τμήμα Επιχειρηματικού Σχεδιασμού και Πληροφοριακών Συστημάτων, που μας έδωσαν τα εφόδια και τις βάσεις για την ανάπτυξη της μελέτης και ιδιαιτέρως τον υπεύθυνο καθηγητή μας κ. Μητρόπουλο Παναγιώτη για την υπομονή του και την πολύτιμη συνεισφορά του.

1.1 ΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographical Information Systems - GIS) είναι λογισμικά που αξιοποιούν τις δυνατότητες των υπολογιστών για αποθήκευση, ανάλυση και απόδοση των δεδομένων που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τη γεωγραφική κατανομή. Υποστηρίζουν την κατασκευή χαρτών υψηλής ποιότητας και έχουν κύριο αντίκτυπο στον τομέα της επιστήμης της χωροθέτησης.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρουσιάζουν ένα μοντέλο του αληθινού κόσμου. Επειδή σε αυτά τα δεδομένα ο χρήστης έχει πρόσβαση, μετατρέπει και διαχειρίζεται ταυτόχρονα, τα GIS μπορούν να χρησιμεύσουν σαν ένα δοκιμαστικό μοντέλο για την μελέτη περιβαλλοντικών διαδικασιών, την ανάλυση των αποτελεσμάτων των τάσεων, ή ακόμα και για την μελέτη των πιθανών συνεπειών ενός σχεδιασμού. Χρησιμοποιώντας τα GIS είναι δυνατή η εξερεύνηση μίας σειράς πιθανών σεναρίων και η κατανόηση των επιπτώσεων πιθανών ενεργειών. Τα GIS έχουν σχεδιαστεί ώστε να :

- αποθηκεύουν
- επανακτούν
- χειρίζονται
- αναλύουν
- χαρτογραφούν τα γεωγραφικά δεδομένα

1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ GIS

Χαρακτηριστικό των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών είναι η ευρεία χρησιμοποίηση των επιπέδων πληροφορίας (layers) στα οποία είναι δυνατόν να απεικονιστούν όλα τα είδη των στοιχείων, σημεία, γραμμές, επιφάνειες και εικόνες. Τα GIS έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν ένα χωρικό σύστημα αναφοράς ώστε τα δεδομένα ενός συγκεκριμένου χώρου να μπορούν να αναλυθούν σε σχέση με άλλες τοποθεσίες στο χάρτη.

Ένα GIS θα πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένο ώστε να έχει τη δυνατότητα να απαντά σε πολύπλοκες συνδυαστικές ερωτήσεις που αναφέρονται σε τοποθεσίες, αποστάσεις και ποσότητες συμπεριλαμβανομένης κάθε ερώτησης που αφορά στη θέση ενός αντικειμένου, προσδιοριζόμενης με ποικιλία τρόπων όπως με γεωγραφικές συντεταγμένες, καθώς και σε ερωτήσεις που προσδιορίζουν καταστάσεις ελεγχόμενες από ορισμένες μεταβλητές. Έτσι για παράδειγμα μπορεί να δώσει πληροφορίες για τις αλλαγές που έχουν προκύψει με την πάροδο του χρόνου σε μία κατάσταση, περιοχή κτλ. Τέλος σε αυτή την κατηγορία ερωτήσεων υπάγονται και αυτές που έχουν τη μορφή "τί θα συμβεί αν..", όπως και "τί θα συμβεί στις γύρω περιοχές σε ακτίνα 50 Km αν ανέλθει η στάθμη του ποταμού κατά x μέτρα".

Τα GIS έχουν τη δυνατότητα να συνδυάζουν τις επιστήμες της λήψης αποφάσεων, του επιχειρηματικού σχεδιασμού της τηλεματικής καθώς και τη χρήση δορυφορικών ανιχνευτών σήματος GPS.

Σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους συλλογής, καταχώρησης, οργάνωσης και επεξεργασίας, τα GIS παρουσιάζουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Είναι γρηγορότερη η δημιουργία τρισδιάστατων χαρτών που είναι αδύνατο να δημιουργηθούν με το χέρι και η προσθήκη δεδομένων, με

ψηφιακό τρόπο αποθήκευσης ώστε να παρέχουν στοιχεία μεγάλης ακρίβειας .

- Είναι επιτρεπτός ο πειραματισμός σε γραφικές παρουσιάσεις των ίδιων δεδομένων.
- Είναι δυνατός ο συνδυασμός διαφορετικών επιπέδων πληροφορίας, διατηρώντας μεγάλη ποσότητα δεδομένων σε ψηφιακή μορφή.
- Μειώνουν σημαντικά την ποσότητα των πολλαπλά αποθηκευμένων στοιχείων. Έτσι, οι καταγραφές που περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό όμοιων στοιχείων, μπορούν να ενωθούν και να αποτελέσουν ένα μόνο αρχείο, ώστε κάθε πληροφορία να αποθηκεύεται μία μόνο φορά.
- Επιτρέπουν τη συνεχή πληροφόρηση και ερμηνεία των στοιχείων σε συνδυασμό με τη συνεχή ενημέρωση, ανταλλαγή πληροφοριών και ευκολότερη διανομή στους χρήστες.
- Επειδή ένα GIS μπορεί να συγκεντρώνει δεδομένα από διάφορες πηγές, περιλαμβάνοντας διαφορετικές κλίμακες χαρτογράφησης και μετασχηματισμούς, μπορεί να είναι σημαντικό βοήθημα για την ανάλυση της χωροθέτησης .
- Επίσης περιλαμβάνει είσοδο δεδομένων, χαρτογράφηση, παρουσίαση της λύσης, αποτελέσματα, οργάνωση χωρικών δεδομένων και μέτρηση των αποστάσεων. Έτσι μειώνει το συνολικό απαιτούμενο κόστος σε περίπτωση που κάθε μια από τις παραπάνω δραστηριότητες υλοποιούταν ξεχωριστά.

Όλα τα δεδομένα που εισάγονται σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα είναι αντικείμενα, φαινόμενα και μεγέθη τα οποία οργανώνονται σε ένα μοντέλο αντικειμένου-σχέσης. Η σχέση αυτή είναι ο σύνδεσμος μεταξύ των διάφορων αντικειμένων (πχ 1:1 νομός – όνομα, 1:κ περιοχή-ποτάμια , κ:λ γεωλογική ενότητα: πετρώματα.). Σε ένα GIS καταχωρούνται πολλά είδη δεδομένων για να παραστήσουν τα αντικείμενα, φαινόμενα ή μεγέθη τα οποία διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τα χωρικά δεδομένα όπως για παράδειγμα θέση, μορφή, σχέσεις κτλ και, τα ποιοτικά ή θεματικά ή περιγραφικά δεδομένα που αφορούν τιμές και χαρακτηριστικά. Ανάλογα με τη φύση τους τα δεδομένα αυτά ταξινομούνται σε διακριτά (όπως ο πληθυσμός, η χρήση γης κ.ά.) και συνεχή (όπως το υψόμετρο, η ατμοσφαιρική ρύπανση κ.ά.).

Ανάλογα με τις διαστάσεις τους στο χώρο τα δεδομένα διακρίνονται σε σημειακά (όπως επίκεντρα σεισμών, πόλεις ηφαίστεια κτλ.), γραμμικά (όπως δρόμοι, υδρογραφικό δίκτυο, ρήγματα κτλ.), επιφανειακά (όπως υδρογραφικές λεκάνες, γεωλογικές ενότητες κτλ.) και ογκομετρικά (όπως χάρτης κλίσεων εδαφών). Τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα είναι τα τρία πρώτα είδη.

Λόγοι που συνέβαλλαν στην ανάπτυξη της βιομηχανίας των GIS:

1. Υπάρχουν πολλά προϊόντα λογισμικού GIS που είναι διαθέσιμα από εμπορικούς προμηθευτές και πανεπιστήμια.
2. Οι σταθμοί εργασίας των Η/Υ, είναι τώρα ικανοί να χειρίζονται πολλά υπολογιστικά προβλήματα ανάκτησης και αποθήκευσης προβλημάτων σε λογικό κόστος.
3. Οι υπεύθυνοι σχεδιαστές παράγουν σε σύντομο χρονικό διάστημα υψηλής ποιότητας αποτελέσματα.
4. Μεγάλα "ποσά" γεωγραφικών δεδομένων διατίθενται σε λογική τιμή
5. Η χρήση δορυφορικών συστημάτων όπως τα GPS (σφαιρικό σύστημα τοποθέτησης), έκανε εύκολη τη συλλογή των ιδιοτήτων των δεδομένων που σχετίζονται με την τοποθεσία τους, με σχετικά μικρό κόστος και με μεγάλη ακρίβεια.

Είναι πλέον κοινή η χρήση του GIS σε δήμους, πολιτείες, μεταφορικές εταιρείες και εταιρείες συμβούλων. Τέτοιες εφαρμογές διαθέτουν από απλά και περιορισμένα ως μεγάλα και σύνθετα συστήματα λογισμικού. Επιπλέον στις μέρες μας υπάρχουν αρκετά άτομα σε διάφορους τομείς που ασχολούνται με τις πτυχές των GIS και πολλά πανεπιστήμια διατηρούν ειδικά εργαστήρια όπου προσφέρουν εξειδικευμένα μαθήματα GIS γεγονός που αυξάνει ακόμα περισσότερο την ανάπτυξή τους.

Η επιλογή ενός συστήματος GIS για μία υπηρεσία ή μια ιδιωτική εταιρεία μπορεί να γίνει με μεγάλη ακρίβεια. Το κόστος απόκτησης, λειτουργίας και διατήρησης του GIS, είναι ιδιαίτερα αυξημένο καθώς περιλαμβάνει αρκετά τμήματα με πολυάριθμο προσωπικό. Οι πόλεις για παράδειγμα τείνουν να κατανέμουν το κόστος τέτοιων συστημάτων ανάμεσα σε αριθμούς υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένης της αστυνομίας και της πυροσβεστικής, εταιρειών και πάρκων αναψυχής. Η χρήση των GIS είναι ευκολότερη όταν τα δεδομένα μπορούν να μοιραστούν για έναν αριθμό σκοπών.

Οι βάσεις δεδομένων των GIS μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια ποικιλία σκοπών, έχοντας έκταση από την παραγωγή των χαρτών έως την ανάλυση των περιοχών αγοράς για προϊόντα και τοποθέτηση καταστημάτων.

Τα GIS επιπροσθέτως παρέχουν τη δυνατότητα του γρήγορου συνδυασμού των στοιχείων και της εμφάνισης αμέτρητων βάσεων δεδομένων και επιτρέπουν επίσης στον αναλυτή να αναλογιστεί πιο κατάλληλα και συγκεκριμένα κριτήρια. Επιπλέον χρησιμοποιούνται για την εξέταση πιο συγκεκριμένων θεμάτων όπως αυτό της πρόσβασης των πεζών σε πόλεις καθώς και τη δυνατότητα εγκατάστασης των στάσεων λεωφορείων σε συγκεκριμένες περιοχές.

1.3 ΕΙΔΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΤΥΠΟΥ GIS

Τα βασικά μοντέλα απεικόνισης στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών διακρίνονται σε 2 κατηγορίες ανάλογα με τη μορφή επεξεργασίας των δεδομένων. Οι κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται τα είδη απεικόνισης των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών είναι τα Διανυσματικά, ονομαζόμενα διεθνώς ως Vector και τα Εικονοκυτταρικά, γνωστά ως Raster. Οι διαφορές τους εντοπίζονται σε όρους δεδομένων του μοντέλου και των μέσων για αποθήκευση των γεωγραφικών δεδομένων ενώ τα δεδομένα παρουσιάζονται ως ένα περιορισμένου αριθμού ή διαστάσεων σύνολο αντικειμένων.

Στα Διανυσματικά μοντέλα, η αρχή λειτουργίας τους είναι η γραμμή και τα γεωγραφικά δεδομένα αντιπροσωπεύονται από σημεία, γραμμές και επιφάνειες πάνω σε ένα ή περισσότερα επίπεδα. Επιπροσθέτως παρατηρείται η διαίρεση του επιπέδου σε μεγάλο αριθμό κυττάρων (pixel) με αποτέλεσμα, τα γεωγραφικά δεδομένα να παρουσιάζονται με κυψελίδες. Ωστόσο είναι ικανά για ακριβή αναπαράσταση των οδικών δικτύων, τη χρήση της γης και των περιβαλλοντικών δεδομένων.

Η μέθοδος Vector, χρησιμοποιείται για την επεξεργασία δεδομένων που αφορούν στα μορφολογικά χαρακτηριστικά, για την ανάλυση και μελέτη δικτύων, όπως είναι το τηλεπικοινωνιακό και το συγκοινωνιακό και σε περιπτώσεις που το πεδίο ενδιαφέροντος εστιάζεται σε σχέδια και γραμμές πολύ υψηλής ευκρίνειας, είναι προτιμότερη η επιλογή Vector τύπου δομής δεδομένων και αναπαραγωγής εικόνας.

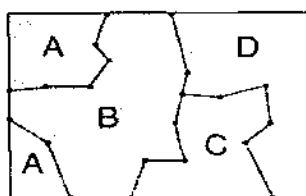
Τα Εικονοκυτταρικά χωρίζουν την περιοχή της μελέτης σε ένα συμμετρικό πλέγμα κελιών, όπου κάθε κελί περιέχει μία τιμή. Ένα σύνολο κελιών που συνδέει τις αντίστοιχες τιμές, αποτελεί ένα επίπεδο και τυπικά η Βάση Δεδομένων περιέχει πολλά επίπεδα. Το μοντέλο χρησιμοποιεί διακριτές τιμές

τμημάτων και σημείων για να αναπαριστά τοποθεσίες. Επίσης μπορεί να αναπαριστά σημεία, γραμμές και περιοχές.

Κάθε περιοχή του μοντέλου στα εικονοκυτταρικά είναι ιδίου μεγέθους και σχήματος, ενώ τα διανυσματικά μοντέλα αναπαριστούν περιοχές ποικίλων μεγεθών και σχημάτων. Για παράδειγμα τα εικονοκυτταρικά μοντέλα δεδομένων συχνά χρησιμοποιούνται για σχεδιασμό προβλημάτων χρήσης του εδάφους. Αντίθετα τα διανυσματικά χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση γεωγραφικών αντικειμένων όπως μεταφορικά δίκτυα. Η εικόνα 1 παρουσιάζει πως τα εικονοκυτταρικά και διανυσματικά συστήματα μπορούν να αναπαριστούν ένα επίπεδο δεδομένων, όπου A,B,C, και D αναπαριστούν κατοικημένες, εμπορικές, γεωγραφικές περιοχές και δάση αντίστοιχα.

A	A	A	B	D	D	D
A	A	B	B	D	D	D
B	B	B	B	C	C	D
A	B	B	B	C	C	D
A	B	B	C	C	C	D

Σχήμα A



Σχήμα B

Εικόνα 1: Παράδειγμα εικονοκυτταρικού (Σχήμα A) και διανυσματικού μοντέλου (Σχήμα B) αντίστοιχα.

Τα εικονοκυτταρικά μοντέλα τείνουν να στοιχίζουν λιγότερο και μπορούν να σχεδιαστούν για να «επιλύσουν» περιβαλλοντικά προβλήματα. Κάποια μοντέλα όπως αυτό της διάδοσης της φωτιάς, έχουν σχεδιαστεί να λειτουργούν με χρήση του συγκεκριμένου μοντέλου. Δυστυχώς όμως τέτοια συστήματα δεν μπορούν να αναπαριστούν δίκτυα δρόμων με ακρίβεια.

Η μέθοδος Raster βρίσκει ευρεία εφαρμογή στην κατασκευή γρήγορων και φθηνών χαρτών, στον συσχετισμό χαρτών, καθώς και σε περιπτώσεις χωρικής ανάλυσης ενώ ο αλγόριθμος Raster χρησιμοποιείται στην περίπτωση προσομοίωσης φαινομένων και δημιουργίας μοντέλων, και ιδιαίτερα όταν αυτά εμπεριέχουν επιφάνειες.

Η χρήση της μίας δομής δεδομένων έναντι της άλλης βασίζεται πάνω σε έναν αριθμό παραγόντων οι οποίοι είναι οι εξής:

1. Ο τρόπος με τον οποίο συλλέγονται ή αγοράζονται τα δεδομένα.
2. Ο τύπος της ανάλυσης των μοντέλων για τον οποίο τα δεδομένα πρόκειται να εφαρμοστούν.
3. Το κόστος του GIS συστήματος και της εισαγωγής των δεδομένων.
4. Ο τύπος του εξοπλισμού που χρειάζεται για υποστήριξη του software.
5. Ο τύπος του προσωπικού που απαιτείται για τη διαχείριση του συστήματος.

Ωστόσο παρά τη διαφορετικότητα των εικονοκυτταρικών και διανυσματικών μοντέλων είναι δυνατός ο συνδυασμός και των δύο σε ορισμένες περιπτώσεις καθώς και η μετατροπή του ενός στο άλλο, με τη βοήθεια κατάλληλων προγραμμάτων.

1.4 ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ GIS

Η επιστήμη της τηλεπισκόπησης είναι η επιστήμη που ασχολείται με τις μεθόδους συλλογής και επεξεργασίας πληροφοριών που αναφέρονται σε αντικείμενα που βρίσκονται σε απόσταση από τα μέσα μέτρησης. Βασικός στόχος της είναι η απόκτηση πληροφοριών και η εξαγωγή συμπερασμάτων που συμβάλλουν στη βέλτιστη διαχείριση των φυσικών πόρων της Γης και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Η επιστήμη αυτή, εξαιτίας του τρόπου συλλογής και επεξεργασίας των περιβαλλοντικών στοιχείων, παρέχει αξιοπιστία καθώς και ενιαία αντίληψη για το περιβάλλον και τα φαινόμενα που διαχειρίζεται. Οι τομείς με τους οποίους ασχολείται η επιστήμη αυτή και οι τομείς μελέτης στους οποίους συμβάλλει η επιστήμη της τηλεανίχνευσης είναι:

- Μελέτη αστικών περιοχών, έτσι ώστε να γίνει η καλύτερη δυνατή κατανομή του πληθυσμού, η αξιολόγηση της χρήσης γης, να βρεθούν τα βέλτιστα δίκτυα Οργανισμών Κοινής Ωφέλειας και οτιδήποτε άλλο έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη του επιπέδου διαβίωσης των κατοίκων.
- Μελέτη αγροτικών περιοχών, έτσι ώστε να δοθούν πληροφορίες σχετικά με τη χρήση γης ανάλογα με τις ιδιότητες του εδάφους, γεωλογικά, υδρογεωλογικά και λοιπά στοιχεία, εκτιμήσεις σχετικά με την εξάπλωση καταστροφών, συμπεράσματα σε σχέση με το κλίμα κ.ά.
- Μελέτη υδάτινων εκτάσεων και συγκεκριμένα μελέτη πιθανών μολύνσεων, εξάπλωση αυτών, εύρεση των ορίων της ρύπανσης, προτεινόμενες λύσεις στα προβλήματα, μελέτη στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, εδαφική υγρασία, εξατμισοδιαπνοή, σχέση ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων με απορροή και κατείσδυση κτλ.

- Μελέτη δασικών εκτάσεων, με σκοπό τη μελέτη του είδους και της έκτασης των δασικών τύπων, των προϊόντων που παράγονται από αυτά, την εκτίμηση πιθανών ζημιών, τη μελέτη για τη δημιουργία αντιπυρικών ζωνών κτλ.
- Μελέτη θαλάσσιων περιοχών, με σκοπό τη μελέτη της ρύπανσης των ακτών και προτεινόμενες λύσεις, της χημικής, βιολογικής, φυσικής και γεωλογικής ωκεανογραφίας κτλ.

Μία από τις πιο σημαντικές συνδέσεις των δύο αυτών επιστημών εφαρμόζεται μέσω του συστήματος ILWIS (Intergrated Land and Watershed Management Information System) που υλοποιήθηκε το 1988 από το ITC (International Typeface Cooperation) σε συνεργασία με άλλους δημόσιους φορείς.

Σκοπός ενός συνδυαστικού συστήματος που χρησιμοποιεί ψηφιακά τηλεπισκοπικά δεδομένα και πληροφορίες γης από άλλες πηγές, είναι να παρέχει στους χρήστες του ευκολία στην εισαγωγή, αποθήκευση, τροποποίηση, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων.

1.5 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΣ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΣΤΙΓΜΑΤΟΣ - GPS

Το σύστημα των δορυφορικών ανιχνευτών στίγματος, διεθνώς γνωστό ως GPS από τα αρχικά των λέξεων **G**lobal **P**ositioning **S**ystem, είναι μία ομάδα δορυφόρων πλοήγησης που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη. Οι πληροφορίες ακριβούς χρόνου και θέσεως, που διαβιβάζονται από τους δορυφόρους, χρησιμοποιούνται από τους αποδέκτες των συστημάτων αυτών, για τον υπολογισμό της θέσεως. Τα συστήματα αυτά, σήμερα, έχουν ανακηρυχθεί επίσημα ως "λειτουργικά" και παρέχουν συνεχή, εικοσιτετράωρη, τρισδιάστατη κάλυψη σε κάθε σημείο της γήινης επιφάνειας. Τα GPS παρέχουν αξιόπιστες πληροφορίες, ανεπηρέαστες από την τραχύτητα της τοπογραφίας και την κακοκαιρία.



Ο δορυφορικός σταθμός εφόσον λαμβάνει δορυφορικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιείται σε επιχειρησιακές περιβαλλοντικές εφαρμογές οι κυριότερες από τις οποίες είναι:

- Παρακολούθηση των Καιρικών Συστημάτων
- Ταξινόμηση Νεφών
- Αποτύπωση ατμοσφαιρικών παραμέτρων
- Ενεργειακό Ισοζύγιο - Παρακολούθηση της κατάστασης του περιβάλλοντος
- Παραγωγή Δεικτών Βλάστησης
- Παραγωγή Δεικτών Ερημοποίησης

- Παρακολούθηση του Θαλάσσιου και Παράκτιου περιβάλλοντος
- Αποτύπωση της Θερμοκρασίας της Επιφάνειας του Εδάφους
- Αποτύπωση της Αερομεταφερόμενης Σκόνης Αφρικανικής Προέλευσης
- Αποτύπωση μετώπων φωτιάς

1.6 ΤΑ GIS ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Ιδιαίτερα στο χώρο των Γεωεπιστημών, τα GIS βρίσκουν την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους. Τα ψηφιοποιημένα δεδομένα είναι στοιχεία που έχουν μετατραπεί σε μορφή ικανή να την επεξεργαστεί και να την αναλύσει ο ηλεκτρονικός υπολογιστής. Τα γεωλογικά δεδομένα που είναι δυνατόν να διαχειριστούν από τα GIS, είναι δύο ειδών. Τα στατικά δεδομένα, τα οποία περιλαμβάνουν σημεία, γραμμές και επιφάνειες και τα δυναμικά που περιγράφουν καταστάσεις και φαινόμενα μεταβαλλόμενα, συναρτήσεως του χρόνου.

Ως γεωλογικά σημειακά στοιχεία, κατατάσσονται οι πηγές, οι καταβόθρες, τα ηφαίστεια, τα σημεία αναφοράς δεδομένων σχετικών με γραμμές, επιφάνειες κτλ. Τα γραμμικά στοιχεία που εισάγονται στα GIS, είναι τα ρήγματα, τα ποτάμια, οι άξονες πτυχώσεων και οροσειρών, τα φαράγγια κτλ. Οι επιφάνειες που είναι δυνατόν να ψηφιοποιηθούν αφορούν σχηματισμούς πετρωμάτων, γεωλογικές ενότητες, διοικητικές περιοχές και εκτάσεις με όμοια χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα το σύνολο των εκτάσεων που υδρεύονται από ένα συγκεκριμένο ποταμό.

Στα δυναμικά δεδομένα, κατατάσσονται φαινόμενα όπως η μεταβολή στη στάθμη της θάλασσας και των ποταμών, η παλίρροια, ο σχηματισμός και η τήξη των πάγων, η μεταβολή των ορίων της βλάστησης, η νέφωση, οι τυφώνες και οι κυκλώνες. Τα φαινόμενα αυτά, είναι δυνατόν να καταγράφονται και να ψηφιοποιούνται αυτόματα, κρατώντας έτσι τον υπολογιστή ενήμερο, οπότε ο χρήστης δεν είναι απαραίτητο να ασχολείται με την εγκυρότητα των δεδομένων. Η αυτόματη ενημέρωση είναι απαραίτητη σε περιπτώσεις, όπου τα δεδομένα αλλάζουν πολύ γρήγορα συναρτήσεως του χρόνου, καθιστώντας τη χειρωνακτική ενημέρωση αδύνατη ή οικονομικά ασύμφορη.

Τα γεωλογικά δεδομένα, που εισάγονται σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, εξαρτώνται από τη μορφή της μελέτης και τα προβλήματα στα

οποία καλείται να δώσει λύση ο επιστήμονας. Η αξιοποίηση των δεδομένων μπορεί να γίνει με τρεις μορφές επεξεργασίας.

Η πρώτη μορφή αφορά στην απλή καταχώρηση των δεδομένων σε πληροφοριακά επίπεδα. Τα επίπεδα αυτά καθιστούν δυνατή την επιλεκτική παρουσίαση των δεδομένων αυτών. Επίσης, με τη χρησιμοποίησή τους αποφεύγεται η υπερφόρτωση του χάρτη με δεδομένα, που θα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της ευκρίνειάς του.

Η δεύτερη μορφή περιέχει επιπλέον και ανάλυση των δεδομένων, η οποία μπορεί να είναι γραφικής, ποσοτικής ή και στατιστικής φύσεως. Κατά τη γραφική ανάλυση τα δεδομένα κατηγοριοποιούνται και παρουσιάζονται βάσει της γεωγραφικής τους κατανομής. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εμφάνιση στο χάρτη όλων των οικισμών που βρίσκονται σε μία ακτίνα διακοσίων χιλιομέτρων γύρω από ένα ενεργό ηφαίστειο και του οδικού δικτύου που τους συνδέει.

Η τρίτη και συνθετότερη μορφή, συνίσταται στο συνδυασμό των δυο παραπάνω τρόπων επεξεργασίας και από απαντήσεις σύνθετων ερωτημάτων. Ένα πολύπλοκο ερώτημα, που είναι δυνατόν να τεθεί σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, είναι η αναζήτηση των κατάλληλων θέσεων μίας ευρύτερης περιοχής, για την κατασκευή ενός έργου, δίνοντας στο σύστημα τα απαραίτητα κριτήρια.

Ενδεικτικά, μερικές από τις πλέον κοινές εφαρμογές των GIS είναι οι παρακάτω:

- Περιβαλλοντική Διαχείριση (Environmental Management)
- Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης
- Πολεοδομία και Χωροταξία
- Κατασκευές έργων μεγάλης κλίμακας (π.χ. οδοποιία κ.α.)
- Διαχείριση Δικτύων Κοινής Ωφελείας
- Κτηματολόγιο και Κτηματογραφήσεις

- Τοπογραφία, Γεωδαισία και Υδρογραφία
- Γεωλογία και Υδρογεωλογία
- Δίκτυα Μεταφορών και Επικοινωνιών
- Αυτόματη Πλοήγηση

Προκειμένου να μπορέσει ο υπολογιστής να μας δώσει τις επιθυμητές απαντήσεις, πρέπει να έχουμε εφοδιάσει το σύστημα κατάλληλα τόσο από την πλευρά του hardware όσο και από την πλευρά του software .

Μια επιπρόσθετη εφαρμογή των GIS στις γεωεπιστήμες αποτελεί και το μοντέλο χωροθέτησης εδάφους. Η χωρική κατανομή σχετίζεται με τον χειρισμό της δασολογίας όπου είναι η κατανομή των εφαπτόμενων τετραγώνων των δέντρων για συγκομιδή. Μία περιοχή είναι χωρισμένη σε χωρικές μονάδες που περιλαμβάνουν δέντρα. Τα δέντρα ομαδοποιούνται σε μεγαλύτερες μονάδες που καλούνται τετράγωνα. Κάθε τετράγωνο έχει κάποιο μέγιστο αριθμό δέντρων ως μέγεθος. Στην ίδια δεκαετία δε γίνεται να γίνει συγκομιδή δύο γειτονικών τετραγώνων.

Στην συγκεκριμένη εφαρμογή η αντικειμενική συνάρτηση εκφράζει την κατανομή των τετραγώνων ή των μονάδων συγκομιδής σε περίοδο συγκομιδής τέτοια που να μεγιστοποιεί τα συσχετιζόμενα έσοδα του δικτύου της συγκομιδής. Εάν κάθε χωρική μονάδα μπορεί να προσεγγιστεί από υπάρχοντες δρόμους, τότε το πρόβλημα μπορεί να εκφραστεί ως πρόβλημα επιλογής τοποθεσίας ή αλλιώς χωροθέτησης εγκαταστάσεων εξυπηρέτησης με χρονικούς περιορισμούς οι οποίοι εισάγονται στο μοντέλο για την εύρεση της συντομότερης διαδρομής. Ωστόσο το πρόβλημα αποκτά συνθετότερη μορφή στην περίπτωση που οι υπάρχουσες διαδρομές δεν έχουν την δυνατότητα να καλύψουν όλες τις υπό εξυπηρέτηση μονάδες, καθώς τότε εισάγεται ο παράγοντας της δημιουργίας διαδρομών για τις μονάδες αυτές ο οποίος αναμφισβήτητα επηρεάζει και το συνολικό κόστος.

Μία από τις μεγαλύτερες εξελίξεις που σχετίζονται με την επιστήμη της χωροθέτησης και τα GIS συνέβη στον τομέα της διαχείρισης της γης

συμπεριλαμβανομένης της προστασίας του περιβάλλοντος και της ανάπτυξης της γης διαμορφώνοντας τις πρακτικές διαχείρισής της. Επιπλέον τα GIS σε συνδυασμό με το μοντέλο χωροθέτησης-κατανομής διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην προστασία του περιβάλλοντος.

Τα GIS σε συνδυασμό με το μοντέλο χωροθέτησης-κατανομής παρέχουν τρεις τύπους προβλημάτων που σχετίζονται με τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών της διαχείρισης της εξεταζόμενης περιοχής. Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα συνδυασμού του GIS και του μοντέλου χωροθέτησης εμπεριέχεται στο σύστημα υποστήριξης RELM το οποίο χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των περιοχών οι οποίες πρόκειται να υποστούν θερισμό ή αποψίλωση. Οι δράσεις για κάθε περιοχή αποτυπώνονται πάνω στην επιφάνεια ενός χάρτη ως μία σειρά χρωμάτων ώστε ο αναλυτής να μπορεί να εξετάσει και να αναλύσει τις επιδράσεις της δεδομένης λύσης.

Προβλήματα λύσης και ανάλυσης όπως αυτό που προαναφέρθηκε, προβλήματα μεγιστοποίησης της κάλυψης και γενικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με τη χωρική ταξινόμηση και την επιλογή τόπου, ολοκληρώνονται ή συνδέονται με τα GIS και παρέχουν απέραντες δυνατότητες στον αναλυτή μέσω μιας εμπλουτισμένης σε «εργαλεία» πλατφόρμας που υποστηρίζει την εξερεύνηση και ανάλυση των εναλλακτικών λύσεων.

2.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΟΥ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΣ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Το πρόβλημα της διαχείρισης των απορριμμάτων άρχισε να προβάλλεται με ιδιαίτερη ένταση στην Ελλάδα από τα τέλη της δεκαετίας του 1980, όταν εντοπίστηκαν μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Σήμερα λειτουργούν στη χώρα μας μόνο 17 ΧΥΤΑ, περίπου 1.420 ελεγχόμενοι χώροι απόθεσης απορριμμάτων και 5.500 ανεξέλεγκτες χωματερές, οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις βρίσκονται σε ακατάλληλες περιοχές, π.χ. στις κοίτες χειμάρρων, σε χαράδρες, δίπλα σε οικισμούς, μέσα σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις, κοντά σε ακτές. Το 1993 εξετάστηκαν 302 εγκεκριμένοι χώροι απόθεσης απορριμμάτων και διαπιστώθηκε ότι οι μισοί από αυτούς βρίσκονται σε έδαφος με διαπερατά πετρώματα, επομένως ήταν εντελώς ακατάλληλοι γιατί έρχονταν σε επαφή με τα επιφανειακά ύδατα και με τον υδροφόρο ορίζοντα. Διαπιστώθηκε επίσης ότι μόνο το 6,4% πληρούσε όλες τις προϋποθέσεις καταλληλότητας, το 12,2% παρουσίαζε προβλήματα και έπρεπε να ληφθούν μέτρα και το 81,4% δεν πληρούσε βασικούς και κρίσιμους όρους καταλληλότητας. Έκτοτε ελάχιστα έγιναν για τους εγκεκριμένους και πολύ λιγότερα για τους ανεξέλεγκτους χώρους απόθεσης απορριμμάτων.

1. ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ

Νομός Αιτωλοακαρνανίας. Λειτουργούν οκτώ ΧΥΤΑ στο Μεσολόγγι, στο Αγρίνιο, στη Ναύπακτο, στην Αμφιλοχία, στους Δήμους Φυτειών, Παπαδάτων, Κονοπίνας, στο Θέρμο, στη Βόνιτσα και στους Δήμους Μύτηκα και Παλαίρου. Οι παράνομες χωματερές είναι 226 και βρίσκονται κυρίως στους ορεινούς οικισμούς. Στον νομό παράγονται 74.854 τόνοι απορριμμάτων ετησίως και η

αναλογία ανά κάτοικο είναι 0,857 κιλά ημερησίως. Σχεδιάζεται η δημιουργία ενός ακόμη ΧΥΤΑ με δυνατότητα διαχείρισης 5.400 τόνων ετησίως.

2. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ

Νομός Αχαΐας. Λειτουργούν 26 χωματερές με άδεια, ένας ΧΥΤΑ με δυνατότητα διαχείρισης 66.000 τόνων απορριμμάτων ετησίως και 218 παράνομες χωματερές. Στον νομό υπάρχουν επίσης δύο ιδιωτικές χωματερές που δεν πληρούν τις βασικές προδιαγραφές, ενώ προβλήματα στο περιβάλλον δημιουργούν οι (ανεξέλεγκτες) χωματερές της Ακράτας, των Καλαβρύτων και του Δήμου Δάφνης. Στην Αχαΐα παράγονται κάθε χρόνο 106.551 τόνοι απορριμμάτων με αναλογία ανά κάτοικο 0,95 κιλά ημερησίως, ενώ στα μελλοντικά σχέδια είναι η δημιουργία ενός Κέντρου Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών.

Νομός Ηλείας. Στις 15 νόμιμες και στις 10 παράνομες χωματερές του νομού ο τρόπος διαχείρισης των απορριμμάτων είναι η επιφανειακή διάθεση και επικάλυψή τους. Παράγονται 56.624 τόνοι σκουπιδιών κάθε χρόνο και σε κάθε κάτοικο αναλογούν 0,846 κιλά ημερησίως. Σχεδιάζεται η δημιουργία ενός ΧΥΤΑ με δυνατότητα διαχείρισης 12.200 τόνων απορριμμάτων ετησίως.

Νομός Αργολίδας. Συνολικά λειτουργούν 16 καθορισμένοι χώροι απόθεσης των απορριμμάτων και 42 παράνομοι. Πολλοί από τους χώρους αυτούς έχουν σοβαρό πρόβλημα, όπως η χωματερή των Δήμων Άργους και Ναυπλίου, η οποία εγκυμονεί κινδύνους για το περιβάλλον, ή του Δήμου Μιδέας, η οποία βρίσκεται στις όχθες του Τορικού Χειμάρρου. Στον νομό παράγονται 31.653 τόνοι απορριμμάτων ετησίως και η αναλογία ανά κάτοικο είναι 0,867 κιλά ημερησίως, ενώ σχεδιάζεται ένας ΧΥΤΑ με δυνατότητα διαχείρισης 23.000 τόνων ετησίως.

Νομός Αρκαδίας. Λειτουργούν 15 νόμιμες και 230 παράνομες χωματερές. Η απόθεση των απορριμμάτων γίνεται είτε επιφανειακά είτε χρησιμοποιούνται παλαιά λατομεία. Κάθε χρόνο παράγονται στην Αρκαδία 31.344 τόνοι απορριμμάτων και σε κάθε κάτοικο αναλογούν 0,796 κιλά ημερησίως ενώ σχεδιάζεται ένας ΧΥΤΑ με δυνατότητα διαχείρισης 6.000 τόνων ετησίως.

Νομός Κορινθίας. Σε όλο τον νομό λειτουργούν 74 παράνομες χωματερές και 49 νόμιμες. Παράγονται ετησίως 47.050 τόνοι απορριμμάτων και η αναλογία ανά κάτοικο είναι 0,887 κιλά ημερησίως. Σχεδιάζεται ένας ΧΥΤΑ με δυνατότητα διαχείρισης 9.200 τόνων ετησίως.

Νομός Λακωνίας. Υπάρχουν 160 παράνομες χωματερές και μόνο επτά νόμιμες. Προβλήματα έχουν διαπιστωθεί στις χωματερές των Μολάων, της Σκάλας (βρίσκεται εντός καλλιεργούμενων εκτάσεων), της Κοινότητας Βλαχιώτη (βρίσκεται σε χαράδρα και κοντά σε καλλιέργειες) και Νεαπόλεως. Στον νομό παράγονται 28.851 τόνοι απορριμμάτων ετησίως και σε κάθε κάτοικο αναλογούν 0,806 κιλά ημερησίως. Σχεδιάζεται ένας ΧΥΤΑ με δυνατότητα διαχείρισης 11.300 τόνων ετησίως.

Νομός Μεσσηνίας. Στον νομό υπάρχουν 14 νόμιμες και 265 παράνομες χωματερές. Κάθε χρόνο παράγονται 54.014 τόνοι απορριμμάτων και η αναλογία ανά κάτοικο είναι 0,865 κιλά ημερησίως. Λειτουργεί πρόγραμμα ανακύκλωσης, με δυνατότητα διαχείρισης 640 τόνων ετησίως και μια Μονάδα Βιοσταθεροποίησης με δυνατότητα διαχείρισης 31.500 τόνων ετησίως.

2.2.1 ΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Το μεγαλύτερο μέρος των απορριμμάτων καταλήγει σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ) ή σε πολλές περιοχές της χώρας μας, σε χωματερές και μάλιστα παράνομες. Σήμερα πολλοί από αυτούς τους χώρους έχουν γεμίσει και η εύρεση νέων δεν είναι εύκολη, καθώς υπάρχει έντονη αντίδραση από τους κατοίκους των γειτονικών περιοχών.

Η δυσκολία χωροθέτησης νέων ΧΥΤΑ καθώς και το αυξημένο κόστος κατασκευής τους, προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος, αυξάνουν δραματικά το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων και μπορεί να αναγκάσουν τους Δήμους σε αύξηση των δημοτικών τελών για την κάλυψη αυτού του κόστους.

Υγειονομική Ταφή είναι η μέθοδος της ελεγχόμενης και οργανωμένης διάθεσης των αποβλήτων στο έδαφος, στους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ). Οι ΧΥΤΑ δεν θα πρέπει να συγχέονται με τις υπάρχουσες χωματερές όπου δεν υπάρχει κατάλληλη υποδομή και η απόρριψη των αποβλήτων είναι συχνά ανεξέλεγκτη. Πρωτίστως στα εργοστάσια υγειονομικής ταφής γίνεται διαλογή των αποβλήτων και ένα μεγάλο ποσοστό από αυτά όπως γυαλί, χαρτί, μέταλλα, μεταφέρονται για ανακύκλωση. Άλλα υλικά συμπίεζονται και χάνουν το μεγαλύτερο μέρος από τον όγκο τους και αφού ολοκληρώσουν την επεξεργασία τους γίνονται λιπάσματα. Το ίδιο γίνεται και με τα υγρά που στραγγίζονται από την συμπίεση των απορριμμάτων. Τίποτα από τα υγρά απόβλητα δεν πηγαίνει στην γη, γιατί στους ΧΥΤΑ προβλέπεται ένα απόλυτα στεγανό σύστημα συγκέντρωσης του 100% των υγρών.

Παρ' όλα αυτά για να αποκλειστεί η παραμικρή πιθανότητα να καταλήξουν στην θάλασσα, υγρά απόβλητα, από μια πιθανή βλάβη του συστήματος αποστράγγισης, απαγορεύεται να εγκατασταθεί εργοστάσιο επεξεργασίας απορριμμάτων σε απόσταση μικρότερη των 5 χιλιομέτρων από την θάλασσα.

Ο σχεδιασμός, η τεχνολογία και οι τεχνικές διαχείρισης των ΧΥΤΑ έχουν βελτιωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και η εξέλιξη συνεχίζεται.

Η επιλογή του χώρου είναι πρωταρχικής σημασίας και ακριβώς για το λόγο αυτό πρέπει να εξετάζονται τα υδρογεωλογικά στοιχεία της περιοχής, ώστε να μη δημιουργηθεί κίνδυνος ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα. Οι σύγχρονοι ΧΥΤΑ πρέπει να έχουν επικάλυψη στον πυθμένα τους από φυσικά ή τεχνητά υλικά για στεγανοποίηση, κατάλληλα συστήματα συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων και σύστημα συλλογής του βιοαερίου. Κατά την υγειονομική ταφή τα απορρίμματα διαστρωματώνονται, συμπιέζονται, και στο τέλος της ημέρας σκεπάζονται με αδρανές υλικό (χώμα, μπάζα, κομπόστ κλπ). Έτσι μειώνεται στο ελάχιστο ο κίνδυνος από τη διασπορά των απορριμμάτων και οι δυσάρεστες οσμές.

Πριν κατασκευάσουμε και λειτουργήσουμε νέους ΧΥΤΑ, θα πρέπει να διασφαλίσουμε στην πράξη ότι θα ελαχιστοποιήσουμε αυτά που προορίζονται για ταφή, ώστε να είναι ασήμαντες οι ποσότητες και η επικινδυνότητά τους. Το χαρτί, τα μέταλλα, τα πλαστικά, το γυαλί, τα ειδικά υλικά και τα οργανικά μπορούν να ανακυκλωθούν, να υποστούν επεξεργασία και να αξιοποιηθούν. Αν οργανώσουμε κάτι τέτοιο, τότε είναι σαφές ότι πορευόμαστε στο σωστό δρόμο και συμφωνούμε με την ευρωπαϊκή πραγματικότητα, αλλά και την ελληνική νομοθεσία που μας δεσμεύει πια να προωθήσουμε την ανακύκλωση.

Στην εποχή μας οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες υλοποιούν πολιτικές για την πρόληψη, μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση όλων των υλικών και προϊόντων, που συμπεριλαμβάνονται στα απορρίμματα, και μειώνουν τα προς τελική διάθεση υλικά σε ποσοστά που ξεπερνούν σε αρκετές περιπτώσεις και το 80% ή το 90%.

Επιπλέον σήμερα υπάρχουν στην Ε.Ε. περιοχές και πόλεις, που σχεδόν δεν χρειάζονται ΧΥΤΑ, γιατί εφαρμόζουν ήδη ολοκληρωμένα τις εναλλακτικές πολιτικές διαχείρισης. Το μεγαλύτερο ποσοστό των χωρών της Ε.Ε. απαγορεύει τη διάθεση σε ΧΥΤΑ των ανακυκλώσιμων και βιοδιασπώμενων υλικών. Ακόμα

στην Ε.Ε. επιδοτούνται και ενισχύονται χιλιάδες κοινωνικές ή άλλες επιχειρήσεις, που δραστηριοποιούνται στην ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και εναλλακτική διαχείριση υλικών και προϊόντων. Υπάρχουν επίσης ευρωπαϊκές οδηγίες και στην ελληνική νομοθεσία που μας υποχρεώνουν να ανακυκλώνουμε ένα σημαντικό ποσοστό όλων των υλικών που υπάρχουν στα απορρίμματα.

Στα οικιακά απορρίμματα που παράγουμε συμπεριλαμβάνονται υλικά όπως το χαρτί, το γυαλί, τα μέταλλα, τα πλαστικά, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από βιομηχανίες ως πρώτη ύλη, με ταυτόχρονα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη για τους δήμους και τους δημότες, και τα οργανικά, που μπορούν να μετατραπούν σε λίπασμα, είτε στο χώρο μας με κάδους κομποστοποιητές, είτε σε ειδικές εγκαταστάσεις. Τέλος τα ογκώδη αντικείμενα, τα οχήματα, τα λάστιχα, τα ορυκτέλαια, οι ηλεκτρικές-ηλεκτρονικές συσκευές, οι μπαταρίες και άλλα επικίνδυνα οικιακά σκεύη, για τα οποία μπορεί και να γίνεται εναλλακτική διαχείριση με ξεχωριστή συλλογή, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση.

Η υλοποίηση των πολιτικών εναλλακτικής διαχείρισης μπορεί στο άμεσο μέλλον να μειώσει κατά 80-90% τον όγκο των σημερινών απορριμμάτων, να ελαχιστοποιήσει την επικινδυνότητά τους και ταυτόχρονα να εξοικονομηθούν πρώτες ύλες και ενέργεια. Το μειονέκτημα που παρουσιάζουν οι χώροι υγειονομικής ταφής είναι το υψηλό κόστος δημιουργίας τους, η δέσμευση πολύτιμων εκτάσεων γης και η δημιουργία περιβαλλοντικών και κοινωνικών προβλημάτων.

Στους ΧΥΤΑ από την αποσύνθεση του οργανικού μέρους των απορριμμάτων και από τη διείσδυση στη μάζα τους των νερών της βροχής, δημιουργούνται επικίνδυνα υγρά, τα στραγγίσματα. Κατά την πορεία των υγρών μέσα από τη μάζα των απορριμμάτων διαλύονται και παρασύρονται διάφορες ουσίες και έτσι μπορούν να μολύνουν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται για πολλά χρόνια μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ.

Κατά την κατασκευή ενός νέου ΧΥΤΑ πρέπει να εγκατασταθούν συστήματα συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων, ώστε να προστατευτούν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι ΧΥΤΑ έναντι άλλων μεθόδων διαχείρισης των απορριμμάτων είναι:

Η καταλληλότητά τους για ένα ευρύ φάσμα μορφών απορριμμάτων με σχετικά χαμηλό κόστος. Επιπλέον μπορούν να προκύψουν με την επίλυση συγκεκριμένων μοντέλων κατάλληλες περιοχές για χωροθέτηση ΧΥΤΑ.

Αξιοσημείωτο πλεονέκτημα αποτελεί η παραγωγή βιοαερίου, ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Με τον όρο βιοαέριο εννοούμε τα οργανικά υλικά που ενταφιάζονται στον ΧΥΤΑ και αποσυντίθενται σταδιακά απουσία οξυγόνου (αναερόβια ζύμωση) εκλύοντας διάφορα αέρια που αποκαλούνται συλλογικά βιοαέριο. Το βιοαέριο αποτελείται κατά κύριο λόγο (>90%) από μονοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο, ενώ σε μικρές ποσότητες περιλαμβάνει αμμωνία, διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο, υδρόθειο, άζωτο και οξυγόνο. Η συγκέντρωση του βιοαερίου με κατάλληλα συστήματα, το καθιστά χρήσιμο για την παραγωγή ενέργειας από τα σκουπίδια.

Η ανάπλαση μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ προσφέρει κατάλληλους χώρους για πάρκα, αθλητικές εγκαταστάσεις και άλλες χρήσεις και δεν αλλοιώνει την ευρύτερη περιοχή.

Τα μειονεκτήματα της λειτουργίας των ΧΥΤΑ είναι τα ακόλουθα :

1. Μετά το τέλος της λειτουργίας του ΧΥΤΑ, η γη μπορεί να είναι ακατάλληλη για κάποιες χρήσεις, λόγω ρύπανσης.
2. Η ευκολία και η ευελιξία της υγειονομικής ταφής δεν δίνει κίνητρα στους παραγωγούς απορριμμάτων να εφαρμόσουν καινοτόμες λύσεις με αποτέλεσμα να αρκούνται στις υπάρχουσες λύσεις.
3. Ανεξαρτήτως σχεδιασμού, υπάρχει πάντα ένας μικρός κίνδυνος ρύπανσης από τη λειτουργία των ΧΥΤΑ.

4. Το βιοαέριο, αν δεν τεθεί υπό έλεγχο, μπορεί να είναι εξαιρετικά επικίνδυνο καθώς η ανεξέλεγκτη παραγωγή βιοαερίου μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο έκρηξης και πυρκαγιάς, ενώ το μεθάνιο συνεισφέρει σημαντικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
5. Υπάρχει επιπλέον ενδεχόμενο να προκληθεί όχληση λόγω θορύβου, οσμών, διέλευσης οχημάτων και αισθητικής υποβάθμισης, όπως με όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων.
6. Η ανάκτηση ενέργειας από ΧΥΤΑ δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτική.

2.2.2 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ - Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η συνεχής αύξηση του όγκου των απορριμμάτων, σε συνδυασμό με τη δυσχέρεια ανεύρεσης χώρων υγειονομικής ταφής, καθιστά αναγκαία την ανεύρεση νέων και πιο ορθολογικών λύσεων στο πρόβλημα της διάθεσης τους. Μια από τις πλέον ορθολογικές μεθόδους διαχείρισης απορριμμάτων είναι η ανακύκλωση.

Ως ανακύκλωση μπορεί να οριστεί η διαδικασία της συστηματικής συλλογής, επεξεργασίας και επαναφοράς των υλικών από τα απορρίμματα στο φυσικό και οικονομικό κύκλο. Είναι μια σειρά ενεργειών που επιφέρουν σημαντικά κυρίως, αλλά και οικονομικά οφέλη.

Η ανακύκλωση, σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους αξιοποίησης αποσκοπεί στο να μειώσει το συνολικό όγκο των προς τελική διάθεση απορριμμάτων και κατά συνέπεια και το κόστος διάθεσης τους.

ΩΦΕΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Η μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που οδηγούνται προς διάθεση, συνεπάγεται και ταυτόχρονη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα αυξάνει η διάρκεια ζωής των χωματερών, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό τα τελευταία χρόνια δεδομένης της δυσκολίας ανεύρεσης χώρων για τέτοια χρήση. Ακόμη η εφαρμογή προγραμμάτων ανακύκλωσης δίνει τη δυνατότητα να απομακρύνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό επικίνδυνα και τοξικά υλικά από τα απορρίμματα πριν την τελική διάθεση τους.

Η χρήση ανακυκλωμένων (δευτερογενών) υλικών σε αντικατάσταση πρωτογενών έχει σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας, αλλά και μείωση της ρύπανσης κατά την παραγωγική διαδικασία των νέων προϊόντων.

2.3 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Μια άλλη μέθοδος επεξεργασίας διάθεσης απορριμμάτων είναι η καύση η οποία εκτελείται σε ειδικές κλειστές εγκαταστάσεις. Τα στερεά κατάλοιπα που παράγονται από την καύση είναι τέφρα και σκουριά που έχουν μικρό όγκο σε σχέση με τα αρχικά απορρίμματα και είναι αποστειρωμένα. Με την καύση επιτυγχάνεται μείωση του όγκου των απορριμμάτων περίπου κατά 90% και του βάρους τους κατά 70%.

Κατά την καύση παράγεται ενέργεια με τη μορφή θερμότητας η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί. Η κοινοτική νομοθεσία απαγορεύει πλέον την καύση των απορριμμάτων χωρίς ανάκτηση ενέργειας και έχει εισάγει μια σειρά αυστηρών περιβαλλοντικών απαιτήσεων για τις εγκαταστάσεις καύσης, με αποτέλεσμα το κόστος κατασκευής και λειτουργίας να αυξηθεί σε ποσοστό που τα τελευταία χρόνια να εμφανίζεται μια κάμψη στις εγκαταστάσεις καύσης στην Ευρώπη.

Στις εγκαταστάσεις καύσης συχνά παρουσιάζονται προβλήματα από τις συνεχείς αυξομειώσεις της ποσότητας και τις αλλαγές της σύνθεσης των απορριμμάτων. Οι εγκαταστάσεις καύσης επιπλέον επιβαρύνουν το περιβάλλον με εκπομπές αερίων ρύπων και σωματιδίων, υγρά απόβλητα και στερεά υπολείμματα της καύσης.

Τα πλεονεκτήματα της καύσης απορριμμάτων με ανάκτηση ενέργειας είναι τα εξής:

1. Δεν παράγεται μεθάνιο.
2. Είναι μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας.
3. Μπορεί να παράγει 5 φορές περισσότερη ενέργεια ανά τόνο απορριμμάτων σε σχέση με την εκμετάλλευση βιοαερίου από ΧΥΤΑ.
4. Ελαττώνεται ο όγκος των απορριμμάτων προς τελική απόθεση έως μέχρι και 90%.

5. Αποτελεί ιδανικό τρόπο επεξεργασίας για πολλά τοξικά, εύφλεκτα, πτητικά και μολυσματικά απόβλητα.
6. Είναι εφικτή η ανάκτηση κάποιων υλικών (π.χ. μετάλλων) από το στερεό υπόλειμμα της καύσης.

Ωστόσο η μέθοδος της καύσης παρουσιάζει και αρκετά μειονεκτήματα τα οποία παρατίθενται ακολούθως:

1. Το κόστος είναι αρκετά υψηλότερο από την υγειονομική ταφή (3 - 4 φορές υψηλότερο σύμφωνα με στοιχεία του ΕΣΔΚΝΑ).
2. Εκπέμπονται αέριοι ρύποι, κάποιοι από τους οποίους είναι πολύ τοξικοί (διοξίνες).
3. Το υψηλό κόστος κατασκευής απαιτεί μακροπρόθεσμα συμβόλαια. Έτσι η καύση γίνεται δεσμευτική για τις περιοχές και τους φορείς που θα την υιοθετήσουν και περιορίζει τις μελλοντικές επιλογές.
4. Για κάποια υλικά, όπως το χαρτί, η καύση μπορεί να λειτουργήσει ανταγωνιστικά για την ανακύκλωση.
5. Μετατρέπει τα οργανικά απόβλητα σε βιολογικά αδρανείς μορφές.
6. Σε κάποιες εγκαταστάσεις καύσης παράγονται υγρά απόβλητα, τα οποία χρειάζονται επί τόπου επεξεργασία πριν περάσουν στο σύστημα αποχέτευσης.
7. Η καύση, αν και μειώνει σημαντικά τον όγκο των απορριμμάτων δεν τα εξαφανίζει. Έτσι χρειάζεται ειδικός χώρος ταφής για τα στερεά υπολείμματα της καύσης.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η ανεξέλεγκτη καύση των απορριμμάτων στις 1.200 περίπου ανεξέλεγκτες χωματερές στην Ελλάδα, αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή έκλυσης διοξινών στη χώρα μας. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Greenpeace, βασισμένες σε μετρήσεις στη χωματερή του Κουρουπητού και τη διεθνή εμπειρία, δείχνουν ότι 14,5-220 γραμμάρια διοξινών παράγονται κάθε χρόνο σ' αυτές τις παράνομες χωματερές. Η ποσότητα αυτή, αν και ακούγεται

μικρή, είναι εν τούτοις τεράστια και εγκυμονεί κινδύνους για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

Επίσης παραμένει ένα σημαντικό υπόλειμμα από την καύση, το οποίο μάλιστα είναι τοξικό και πρέπει να διαχειριστεί. Συμπερασματικά, τα εργοστάσια καύσης είναι απαραίτητο να συνοδεύονται και από μια χωματερή τοξικών για τα υπολείμματα της καύσης. Επιπλέον, η καύση και ιδίως η πυρόλυση είναι η πιο ακριβή μέθοδος διαχείρισης, ενώ παρακωλύει τη δημιουργία προγραμμάτων ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης αφού λειτουργεί ανταγωνιστικά προς αυτά.

2.4 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Το 50% των οικιακών απορριμμάτων που παράγουμε είναι οργανικά υπολείμματα που είτε καταλήγουν στις χωματερές, είτε θα καταλήξουν μελλοντικά σε κάποια μονάδα μηχανικής διαλογής για να γίνουν λίπασμα αμφίβολης ποιότητας πιθανώς με καμία χρησιμότητα.

Ωστόσο υπάρχει η δυνατότητα να πραγματοποιηθεί η διαδικασία της κομποστοποίησης στην πηγή παραγωγής των απορριμμάτων με τη χρήση οικιακών κομποστοποιητών. Με τη χρήση των κομποστοποιητών δίνεται η δυνατότητα απαλλαγής από τη μισή κατά προσέγγιση ποσότητα απορριμμάτων που παράγουμε και παράλληλα δημιουργείται λίπασμα το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ιδιωτική χρήση.

Ταυτόχρονα προκύπτουν υποχρεώσεις που απορρέουν από τη σχετική κοινοτική και εθνική νομοθεσία η οποία προβλέπει τη διακοπή της λειτουργίας και εξυγίανση όλων των ανεξέλεγκτων χωματερών και σκουπιδότοπων μέχρι το 2007 σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Με βάση την ελληνική νομοθεσία, όλες οι υπάρχουσες χωματερές και σκουπιδότοποι είναι παράνομοι. Η εφαρμογή της παραπάνω διαδικασίας επιβάλλει την υποχρέωση κομποστοποίησης κατά 65% των οργανικών υπολειμμάτων μέσα στην ερχόμενη δεκαετία, την υποχρέωση ανακύκλωσης και εναλλακτικής διαχείρισης ειδικών απορριμμάτων και αποβλήτων, όπως λάστιχα, παλιά οχήματα, καταλύτες, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, μπάζα, ογκώδη αντικείμενα, έπιπλα, ορυκτέλαια, κ.α.

Εφόσον εφαρμοστούν οι παραπάνω υποχρεώσεις είναι δυνατή η μείωση του όγκου των απορριμμάτων που καταλήγουν σε κάποιο ΧΥΤΑ, ενώ αυτά που τελικά φτάνουν εκεί είναι αδρανή και μπορούμε πλέον να τα διαχειριστούμε χωρίς τα προβλήματα που συνήθως συνοδεύουν τη λειτουργία του. Ωστόσο, η κομποστοποίηση είναι μια μέθοδος, η οποία παρά το ότι μειώνει σημαντικά την

ποσότητα των απορριμμάτων πρέπει να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με κάποια άλλη, αφού παραμένει ένα ποσοστό απορριμμάτων που χρήζει διαχείρισης.

2.5 ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΤΩΣΗΣ (Σ.Μ.Α)

Οι σταθμοί μεταφόρτωσης απορριμμάτων (Σ.Μ.Α.) είναι στεγασμένες κλειστές εγκαταστάσεις στις οποίες τα απορριμματοφόρα αυτοκίνητα μεταφέρουν και μεταφορτώνουν το περιεχόμενό τους σε αυτοκίνητα μεγαλύτερου ωφέλιμου φορτίου συνήθως με λόγο φορτίων 1:3 ή 1:4. Τα απορριμματοφόρα φθάνουν στο Σ.Μ.Α. (συνήθως σε κοινόχρηστα οικόπεδα εντός της πόλης) μέσω σύντομου δρομολογίου, ενώ τα φορτηγά του Σ.Μ.Α. μεταφέρουν τα απορρίμματα στην εγκατάσταση επεξεργασίας/διάθεσης η οποία βρίσκεται συνήθως εκτός των ορίων της πόλης.

Στη διαδικασία της μεταφόρτωσης χρησιμοποιούνται κυρίως συστήματα χαλυβδοκιβώτια (containers) που έχουν τη δυνατότητα να παραλαμβάνουν 18-20 τόνους απορριμμάτων. Οι Σ.Μ.Α. χωροθετούνται κατά το δυνατό εγγύτερα στο κέντρο βάρους των δήμων που εξυπηρετούν. Η λειτουργία ενός Σ.Μ.Α. σε συνδυασμό με τους ΧΥΤΑ παρουσιάζει αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα.

Σε οικονομικό επίπεδο συντομεύεται δραστικά το πλήρες δρομολόγιο κάθε απορριμματοφόρου με αποτέλεσμα την καλύτερη αξιοποίηση του προσωπικού συλλογής αλλά και την μείωση των νεκρών χρόνων για τη διαδρομή προς την τελική εγκατάσταση επεξεργασίας/διάθεσης τους ΧΥΤΑ. Επιπλέον επιτυγχάνεται οικονομία στα καύσιμα, τη συντήρηση και τις επισκευές και ακόμα αύξηση του χρόνου ζωής του δημοτικού εξοπλισμού.

Στο επίπεδο της προστασίας του περιβάλλοντος συμβάλλουν στη βελτίωση της καθαριότητας των εξυπηρετούμενων δήμων με την εξοικονόμηση και αξιοποίηση του προσωπικού καθώς και στην δραστική μείωση των περιβαλλοντικών οχλήσεων (οσμές, σκόνη, διαρροή υγρών, διασπορά ελαφρών αντικειμένων) που προκύπτουν από τα πολλαπλά δρομολόγια των απορριμματοφόρων των δήμων στο δίκτυο που περιβάλλει και οδηγεί στο Χ.Υ.Τ.Α. Εξίσου σημαντική με τα παραπάνω είναι και η εξασφάλιση της

μείωσης των αερίων ρύπων που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα από τα απορριμματοφόρα οχήματα.

Επιπροσθέτως είναι αξιοσημείωτο το γεγονός της μη επιρροής της διαδικασίας της μεταφόρτωσης στο κυκλοφοριακό πρόβλημα με ευεργετικά αποτελέσματα στον κυκλοφοριακό φόρτο των πόλεων ιδιαίτερα τις ώρες αιχμής. Για παράδειγμα ένας σταθμός μεταφόρτωσης των 600 τόνων/ημέρα θα καταργήσει 130 δρομολόγια απορριμματοφόρων και θα προσθέσει 32-34 νέα δρομολόγια με containers δηλαδή θα μειωθεί ποσοστιαία 25-30% ο αριθμός των εκτελουμένων δρομολογίων και μάλιστα με ομαλή διασπορά στη διάρκεια της ημέρας.

2.6 ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η εφαρμογή της λύσης της διαχείρισης των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων σε μία δεδομένη περιοχή, απαιτεί την ύπαρξη μίας συγκεκριμένης διαδικασίας διαχείρισης, η οποία είναι αποτέλεσμα της λύσης ενός μαθηματικού μοντέλου. Είναι στην ουσία η διαδοχή των διαδικασιών που συμβαίνουν από τη στιγμή που συλλέγονται τα απόβλητα μέχρι τη στιγμή της διάθεσης τους, ιδιαιτέρως σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής.

Οι κύριες αρχές για την διαδικασία που περιγράφεται ανωτέρω είναι οι ακόλουθες :

1. Η λειτουργία της διαχείρισης περιλαμβάνει τέσσερις (4) βασικές διαδικασίες, τη παραγωγή, συλλογή, μείωση της παραγόμενης ποσότητας με μεθόδους όπως αυτής της ανακύκλωσης των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων, και τη διάθεση της τελικής ποσότητας των απορριμμάτων στους ΧΥΤΑ.
2. Οι πιο παραγωγικές πράξεις μείωσης της ποσότητας των αποβλήτων και διαχωρισμού των αποβλήτων (για μεταγενέστερη ανάκτηση και διαχείριση της ανακύκλωσης), γίνονται στο στάδιο της παραγωγής.
3. Για την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας της διαχείρισης, τελικός προορισμός των αποβλήτων είναι ο Χώρος Υγειονομικής Ταφής, ο οποίος θα λειτουργήσει και θα κατασκευαστεί σύμφωνα με συγκεκριμένους κανόνες (όπως η χωρητικότητά του να μην ξεπερνά τους 70 τόνους ημερησίως).
4. Μεταξύ των διαδικασιών της συλλογής και της διάθεσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τεχνικές του διαχωρισμού, της κομποστοποίησης (λιπασματοποίησης), της συμπίεσης και της αποτέφρωσης για τη μείωση του τελικού όγκου των Δημοτικών Αποβλήτων που θα καταλήξουν στους ΧΥΤΑ.

5. Για τη μείωση του όγκου των αποβλήτων, η αποτέφρωση και η συμπίεση είναι οι πιο αποτελεσματικές τεχνικές, μειώνοντας την ποσότητα των αποβλήτων, από 10% έως 25% του αρχικού τους όγκου. Η τεχνική της κομποστοποίησης (λιπασματοποίηση), είναι λιγότερο αποτελεσματική, αφού σχετίζεται μόνο με το οργανικό κομμάτι των αποβλήτων. Η τεχνική του διαχωρισμού διαχειρίζεται το μεταλλικό κομμάτι των αποβλήτων και χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την τεχνική της αποτέφρωσης ή της κομποστοποίησης. Πριν τη συλλογή των αποβλήτων, είναι απαραίτητο να έχει προηγηθεί ο διαχωρισμός του γυαλιού, χαρτιού, πλαστικών καρτών, πλαστικού, υφασμάτων, για να αποφευχθεί ο κίνδυνος της μόλυνσης που προκύπτει κατά τη διάρκεια της συλλογής των αποβλήτων.
6. Η αποτέφρωση παρά την αποτελεσματικότητά της, όσον αφορά τη μείωση του όγκου των αποβλήτων, δεν αποτελεί συμφέρουσα λύση από άποψη οικονομικού κόστους. Θα ήταν δυνατή η εφαρμογή της σε συνθήκες σοβαρής έλλειψης χώρου. Το κόστος της τεχνικής της αποτέφρωσης είναι υψηλό συγκριτικά με αυτό των ΧΥΤΑ και η οικονομική διαφορά μεταξύ των δύο αυτών τεχνικών δεν αντισταθμίζεται από μικρότερα κόστη αντίστοιχων τεχνικών. Αυτό συμβαίνει ακόμα και μετά την αφαίρεση του οικονομικού οφέλους που προκύπτει από τα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης τεχνικής, τα οποία είναι η παραγωγή ατμού και ενέργειας και πριν την προσθήκη του κόστους των επικίνδυνων υλικών που παράγονται κατά την αποτέφρωση όπως ο καπνός και οι στάχτες.
7. Η συμπίεση έναντι της αποτέφρωσης πλεονεκτεί στην απαίτηση σχετικά ανέξοδου εξοπλισμού. Κατά την διαδικασία της συμπίεσης, μειώνεται το μεταφορικό κόστος κατά περίπου 30% συγκριτικά με το κόστος μεταφοράς των μη συμπαγών αποβλήτων. Οι δήμοι πραγματοποιούν την τεχνική της συμπίεσης σε σταθμό μεταφόρτωσης, μία εγκατάσταση που τοποθετεί τα απόβλητα σε μικρά οχήματα συλλογής, τα συμπιέζει και στη

συνέχεια τα εναποθέτει σε μεγαλύτερης χωρητικότητας οχήματα, για τη διανομή τους σε μακρινούς προορισμούς. Τέτοιου είδους οχήματα έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς 30 τόνων αποβλήτων καθημερινά σε απόσταση 100 km, διανύοντας 200 km σε δρομολόγια, επιτρέποντας να παρέλθει το απαιτούμενο χρονικό διάστημα για την επανάληψη της διαδικασίας.

Η επίλυση του προβλήματος της διαχείρισης των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων στους νομούς Αχαΐας-Ηλείας, βασίστηκε στα ακόλουθα στάδια:

1. Στη μέτρηση της ποσότητας των αποβλήτων από το στάδιο παραγωγής για τη μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων πριν το στάδιο της συλλογής.
2. Στη συμπίεση στους σταθμούς μεταφοράς για τη μείωση του όγκου των αποβλήτων μετά το στάδιο της συλλογής.
3. Απόρριψη των τεχνικών του διαχωρισμού, της αποτέφρωσης και της κομποστοποίησης.
4. Καθορισμός δύο επιπέδων ανάλυσης, του τοπικού και του περιφερειακού, για την απλοποίηση της διαδικασίας της τελικής απόφασης.

Σε περιφερειακό επίπεδο, καθορίζονται οι τοποθεσίες για τους ΧΥΤΑ και τους σταθμούς μεταφόρτωσης με βάση τα όρια της χωρητικότητας και το μέγιστο αποδεκτό «μήκος» των καθημερινών διαδρομών για τα οχήματα συλλογής αποβλήτων και για τα οχήματα μεταφοράς.

Μερικά μοντέλα χωροθέτησης έχουν αναπτυχθεί για να βοηθούν στην επιλογή της χωροθέτησης των εγκαταστάσεων των επιβλαβών απορριμμάτων, όπως αυτά των στερεών αποβλήτων.

Το κυρίως χαρακτηριστικό του τομέα των μοντέλων των στερεών αποβλήτων, είναι η πολυκριτηριακή τους φύση. Οι ΧΥΤΑ θα ήταν ιδανικό για τους πολίτες να χωροθετηθούν όσο πιο μακριά γίνεται από τα τοπικά κέντρα (αντικειμενική της μέγιστης απόστασης) για να αποφευχθούν οι αντιδράσεις και

όσο πιο κοντά γίνεται στους παραγωγούς των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων για ελαχιστοποίηση του κόστους (αντικειμενική του ελάχιστου κόστους) γεγονός το οποίο είναι εξαιρετικά συμφέρον για την κυβέρνηση.

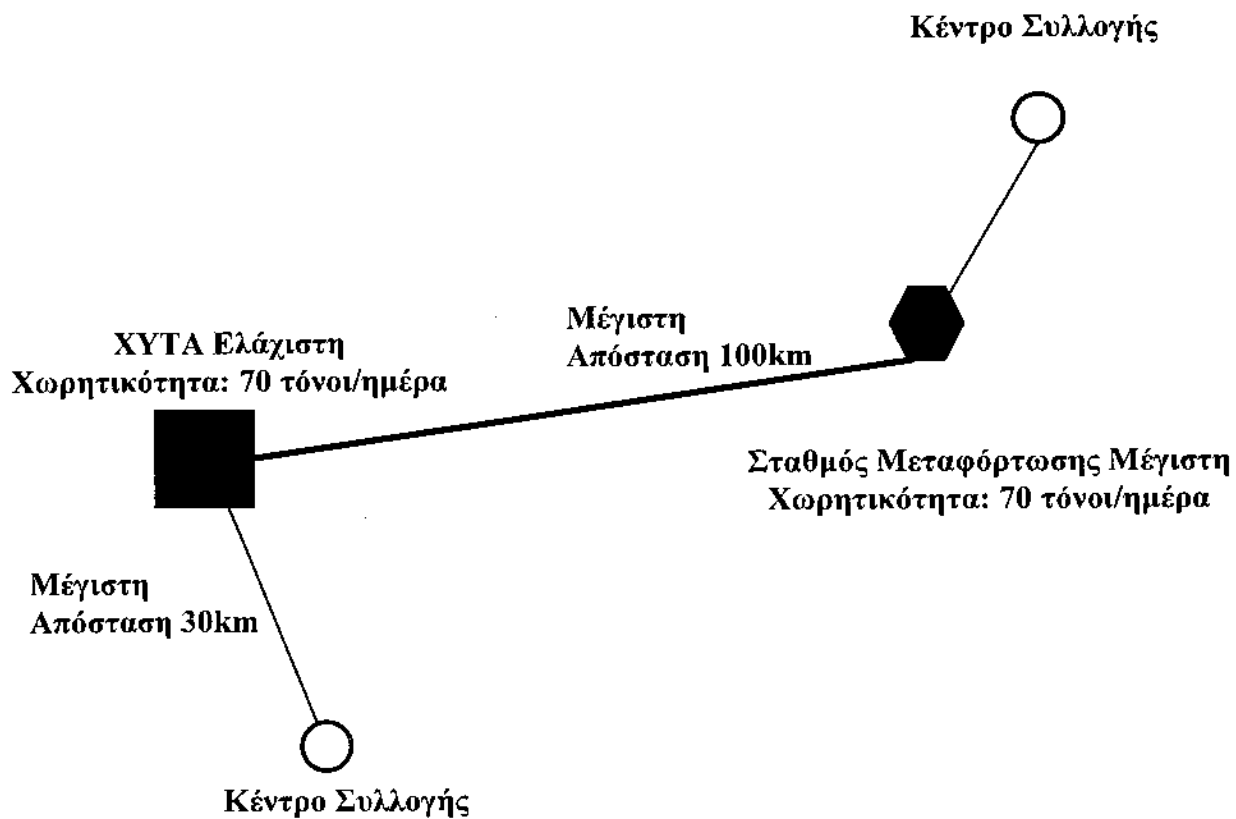
Στο περιφερειακό επίπεδο της ανάλυσης, είναι πολιτικά δύσκολο να εφαρμοστεί η αντικειμενική της μέγιστης απόστασης. Κάτι τέτοιο θα οδηγούσε στη συγκέντρωση των ΧΥΤΑ σε περιοχές (δήμους/κοινότητες) με μικρούς πληθυσμούς, ειδικά αυτούς που παράγουν πολύ λίγα απόβλητα. Σαφώς η μελέτη θα κατευθυνόταν διαφορετικά αν η προσέγγιση των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων απειλούσε τη ζωή ή την υγεία των κατοίκων, όπως κάνει η προσέγγιση των επικίνδυνων στερεών αποβλήτων.

Βασιζόμενοι σε αυτές τις θεωρίες, προϋποθέτουμε μία αντικειμενική ελάχιστου κόστους για το πρόβλημα αναζητώντας μία λύση προσαρμοσμένη στις διοικητικές ιδιομορφίες της περιοχής, τις επενδυτικές ικανότητες των υπευθύνων και των προσόντων της διοίκησης.

Στην επίτευξη της αντικειμενικής που ελαχιστοποιεί το κόστος, λαμβάνονται υπ' όψιν οι εξής περιορισμοί :

1. Οι ΧΥΤΑ έχουν ελάχιστη χωρητικότητα 70 τόνων/ημέρα, για να διατηρήσουν τις οικονομίες κλίμακας.
2. Τα φορτηγά μεταφοράς διανύουν καθημερινά μέχρι 100 km.
3. Οι σταθμοί μεταφόρτωσης έχουν μέγιστη χωρητικότητα 70 τόνων/ημέρα.
4. Τα οχήματα συλλογής διανύουν καθημερινά μέχρι 30 km.
5. Τα οχήματα συλλογής και τα φορτηγά μεταφοράς, δεν πρέπει να διασχίζουν βραχώδης περιοχές και στενούς δρόμους όταν οι καιρικές συνθήκες είναι άσχημες.

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται οι περιορισμοί:



3.1 Η ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

Ο ρόλος της ανάλυσης χωροθέτησης στο σχεδιασμό των υπηρεσιών για τοπική ανάπτυξη είναι αξιοσημείωτος. Ένα από τα εργαλεία για τέτοιου είδους ανάλυση είναι το μοντέλο ποσοτικής χωροθέτησης-κατανομής το οποίο παρέχει ένα πλαίσιο έρευνας σε προβλήματα που σχετίζονται με τις υπηρεσίες, συγκρίνοντας την ποιότητα προηγούμενων αποφάσεων χωροθέτησης και προτείνοντας εναλλακτικές λύσεις για τη βελτίωση των υπαρχόντων συστημάτων.

Υπάρχουν 2 βασικές κατηγορίες μοντέλων χωροθέτησης των οποίων συχνά τα αντικείμενα διαφέρουν. Προσπαθώντας να βρούμε την καλύτερη τοποθέτηση για δημόσιες εγκαταστάσεις όπως σχολεία, πάρκα, κοινωφελείς υπηρεσίες και κέντρα υγείας, είναι ένα διαφορετικό πρόβλημα από αυτό της χωροθέτησης εγκαταστάσεων του ιδιωτικού τομέα όπως τράπεζες και καταστήματα, κεντρικές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις στις οποίες οι ενδιαφερόμενοι χρήστες χρειάζεται να διανύσουν μια στοιχειώδη απόσταση ώστε να φτάσουν στην υπηρεσία, ή από τις οποίες μια υπηρεσία παρέχεται σε όλη την ενδιαφερόμενη περιοχή.

Το ένα μέρος της έρευνας για την καλύτερη τοποθέτηση των εγκαταστάσεων κατευθύνεται στην χωροθέτηση των μονάδων που αποτελούν ένα σύστημα στο οποίο οι μονάδες εξυπηρέτησης θεωρούνται ομοιογενείς. Αναφερόμαστε σε αυτά τα μοντέλα ως single-level μοντέλα χωροθέτησης κατανομής. Ένα άλλο σύστημα το οποίο αποτελείται από διαφορετικούς τύπους μονάδων εξυπηρέτησης χαρακτηρίζεται σαν ιεραρχικό σύστημα και επεκτείνεται στα ιεραρχικά μοντέλα χωροθέτησης κατανομής.

Το μοντέλο χωροθέτησης κατανομής είναι μια μέθοδος εύρεσης της βέλτιστης τοποθεσίας για τη χωροθέτηση μονάδων εξυπηρέτησης. Η μέθοδος αυτή προϋποθέτει την συλλογή ενός συνόλου τοποθεσιών για τις μονάδες εξυπηρέτησης και καθορίζει χωρικά κατανεμημένα ζεύγη απαιτήσεων για τις μονάδες εξυπηρέτησης για να βελτιστοποιήσει κάποια συγκεκριμένα μετρήσιμα κριτήρια.

Το σημαντικότερο στην διαδικασία επίλυσης των μοντέλων χωροθέτησης είναι η συλλογή των κατάλληλων κριτηρίων ή της αντικειμενικής συνάρτησης. Ο σχηματισμός της αντικειμενικής συνάρτησης εξαρτάται κυρίως από τη φύση του οργανισμού που θα ασχοληθεί με το πρόβλημα, δημόσιου ή ιδιωτικού καθώς και από τη φύση των μονάδων εξυπηρέτησης. Για παράδειγμα οι μονάδες εξυπηρέτησης στον ιδιωτικό τομέα συχνά χωροθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εκπληρώσουν στόχους όπως η ελαχιστοποίηση του κόστους ή η μεγιστοποίηση του κέρδους. Αντίθετα οι αντικειμενικοί στόχοι στην χωροθέτηση μιας δημόσιας μονάδας εξυπηρέτησης είναι διαφορετικοί, για παράδειγμα ένα πιθανό κριτήριο για τη χωροθέτηση μιας δημόσιας μονάδας εξυπηρέτησης είναι η ελαχιστοποίηση της απόστασης ή αλλιώς του χρόνου.

Διάφορες ερμηνείες για την επίτευξη της μέγιστης δημόσιας ευημερίας έχουν οδηγήσει στην ύπαρξη ενός αριθμού πιθανών προβλημάτων-μοντέλων χωροθέτησης κατανομής. Ένα από τα πιο δημοφιλή μοντέλα για τη χωροθέτηση δημόσιων μονάδων είναι το p -median problem το οποίο χωροθετεί τις μονάδες εξυπηρέτησης έτσι ώστε η συνολική απόσταση ή ο χρόνος μεταξύ των μονάδων εξυπηρέτησης και των ενδιαφερόμενων κέντρων περιοχών να ελαχιστοποιείται. Στο μοντέλο αυτό οι χρήστες επιλέγουν την κοντινότερη μονάδα εξυπηρέτησης, ωστόσο τέτοιου είδους λύσεις που ελαχιστοποιούν την απόσταση μπορεί να μην είναι αποδοτικές για τους πιο απομακρυσμένους χρήστες, οι οποίοι πιθανόν να μην επιλέγουν να ταξιδέψουν στην κοντινότερη μονάδα εξυπηρέτησης. Έτσι είναι απόλυτα λογικό να συμπεριλάβουμε την μέγιστη απόσταση ή τους χρονικούς περιορισμούς στο σχηματισμό ενός προβλήματος χωροθέτησης. Αυτό

αποτελεί το κύριο στοιχείο στο σχηματισμό του μοντέλου location set covering problem (LSCP). Στο συγκεκριμένο μοντέλο το πρόβλημα ορίζεται ως εξής, βρίσκουμε τον ελάχιστο αριθμό μονάδων εξυπηρέτησης και τις τοποθεσίες, έτσι ώστε κάθε ενδιαφερόμενη περιοχή να καλύπτεται από τουλάχιστον μια μονάδα εξυπηρέτησης συμπεριλαμβανομένης μιας δοθείσας μέγιστης απόστασης-χρόνου. Ένα σχετικό πρόβλημα γνωστό και ως p q median problem είναι εκείνο το οποίο ασχολείται με την εύρεση ενός αποδοτικού συνόλου τοποθεσιών για τις μονάδες εξυπηρέτησης που μπορεί να συσχετιστεί με τον διαχωρισμό των επιλεγμένων περιοχών για 2 ή 3 επίπεδα μονάδων εξυπηρέτησης.

Στην πραγματικότητα, τις περισσότερες φορές δεν παρέχεται ο απαιτούμενος αριθμός μονάδων εξυπηρέτησης ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη λύση σε αυτό το πρόβλημα. Έτσι ο λήπτης αποφάσεων πιθανώς να εγκαταλείψει τον στόχο της συνολικής κάλυψης και να επιχειρήσει να χωροθετήσει τις μονάδες εξυπηρέτησης με τέτοιο τρόπο ώστε όλο και λιγότεροι χρήστες να εκτείνονται έξω από την επιθυμητή απόσταση εξυπηρέτησης. Αυτό σημαίνει ότι το πρόβλημα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να μεγιστοποιεί την κάλυψη συμπεριλαμβανομένης της επιθυμητής απόστασης εξυπηρέτησης χωροθετώντας έναν τεχνητό αριθμό μονάδων εξυπηρέτησης. Αυτό το πρόβλημα αναφέρεται σαν maximal covering location problem (MCLP).

3.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

Τα μοντέλα και οι μέθοδοι χωροθέτησης κατανομής έχουν σχηματιστεί κυρίως είτε σαν μοντέλα p-median είτε σαν προβλήματα κάλυψης. Ο αντικειμενικός στόχος ενός μοντέλου p-median είναι να χωροθετήσει έναν δεδομένο αριθμό εγκαταστάσεων έτσι ώστε η συνολική απόσταση ή χρόνος μεταξύ των εγκαταστάσεων και των απαιτούμενων σημείων να ελαχιστοποιείται. Η ανάλυση χωροθέτησης που χρησιμοποιείται από το p-median μοντέλο φαίνεται να είναι η πιο δημοφιλής στο σχεδιασμό της χωροθέτησης εγκαταστάσεων υγείας σε αγροτικές περιοχές αναπτυσσόμενων χωρών.

Ο αντικειμενικός στόχος ενός LSCP μοντέλου είναι να χωροθετήσει τον ελάχιστο αριθμό εγκαταστάσεων έτσι ώστε κάθε απαιτούμενη περιοχή να έχει μια εγκατάσταση μέσα σε μια δεδομένη μέγιστη απόσταση εξυπηρέτησης ή χρόνου ενώ ο αντικειμενικός στόχος του MCLP μοντέλου είναι να χωροθετήσει έναν τεχνητό αριθμό εγκαταστάσεων, έτσι ώστε να μεγιστοποιήσει τη συνολική απαίτηση μέσα σε μια μέγιστη απόσταση εξυπηρέτησης ή χρόνο.

Μια εκτίμηση της αποδοτικότητας παρελθοντικών αποφάσεων χωροθέτησης σε ορισμένες περιπτώσεις έχει τη δυνατότητα να παρέχει πληροφορίες οι οποίες μπορούν να αποβούν χρήσιμες για την πραγματοποίηση βελτιώσεων χρησιμοποιώντας τις ίδιες πηγές. Αυτός ο τύπος μελέτης έχει περιορισμένη χρήση, από το να επαναχωροθετήσει ένα υπάρχον σύστημα μέχρι το να βελτιώσει τμηματικά την απόδοση του.

Σύμφωνα με στοιχεία που έχουν προκύψει από τις μελέτες αποδεικνύεται ότι οι αποφάσεις χωροθέτησης που λαμβάνονται από την εκάστοτε τοπική πολιτική απέχουν γενικά από τις βέλτιστες λύσεις. Για την πρόβλεψη τέτοιων παρεμβάσεων τα μοντέλα χωροθέτησης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην γενικοποίηση εναλλακτικών λύσεων χωροθέτησης και προβλέπουν το κόστος-

αποδοτικότητα των εξ ολοκλήρου νέων συστημάτων εξυπηρέτησης ή ακόμα και των υπαρχόντων τα οποία είναι υπό επέκταση.

Οι περισσότερες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει μια αντικειμενική συνάρτηση στην οποία εκφράζεται ένα μόνο κριτήριο. Στην πραγματικότητα οι περισσότερες αποφάσεις χωροθέτησης είναι πολυσύνθετα προβλήματα και απαιτούν πολυκριτήρια αντικειμενικά μοντέλα. Σε ορισμένες περιπτώσεις δευτερεύοντες αντικειμενικοί στόχοι έχουν συμπεριληφθεί σαν περιορισμοί.

Σχεδιάζοντας ένα μοντέλο χωροθέτησης κατανομής ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία η οποία βασίζεται στα εξής βήματα:

- Εύρεση του συνόλου των βέλτιστων τοποθεσιών.
- Χωροθέτηση των βέλτιστων τοποθεσιών σε μια νέα περιοχή.
- Μέτρηση της αποδοτικότητας παρελθοντικών αποφάσεων χωροθέτησης.
- Βελτίωση των υπαρχόντων σχεδίων χωροθέτησης.

Κατανοώντας το πρόβλημα χωροθέτησης κατανομής για την βελτίωση της προβληματικής κατάστασης είναι απαραίτητη η εφαρμογή των παρακάτω βημάτων:

- Κατανόηση και καθορισμός του προβλήματος.
- Ανάπτυξη του αντίστοιχου μοντέλου (εννοιολογική και ποσοτική).
- Ανάλυση του μοντέλου.
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.
- Εφαρμογή των αποτελεσμάτων.

3.3 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

1. The p-median problem

$$\text{minimise } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i d_{ij} x_{ij}$$

$$\text{subject to } \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i,$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = p,$$

$$x_{ij} \leq x_{ji} \quad \forall i, j,$$

$$x_{ij} = 0,1 \quad \forall i, j,$$

όπου $x_{ij}=1$ εάν το πληθυσμιακό κέντρο i εξυπηρετείται από την εγκατάσταση j , αλλιώς $x_{ij}=0$ όπου n :ο αριθμός των απαιτούμενων σημείων, a_i :ο πληθυσμός του απαιτούμενου πληθυσμιακού κέντρου i , d_{ij} :η κοντινότερη απόσταση μεταξύ i και j , p : ο αριθμός των εγκαταστάσεων που θα χωροθετηθούν.

2. The Location Set Covering Problem (LCSP)

$$\text{minimize } \sum_{j=1}^n x_j$$

$$\text{subject to } \sum_{j \in N_i} x_j \geq 1, \forall i,$$

$$x_j = 0,1 \quad \forall j,$$

όπου $x_j=1$ εάν η εγκατάσταση χωροθετείται, αλλιώς $x_j=0$, $N_i = \{j | d_{ij} \leq S\}$ είναι το σύνολο των εγκαταστάσεων που είναι εκλέξιμες να παρέχουν κάλυψη στο

απαιτούμενο πληθυσμιακό κέντρο i , S η μέγιστη απόσταση εξυπηρέτησης, n , d_{ij} ορίζονται να είναι όπως προηγουμένως.

Αυτό το πρόβλημα έχει n δυαδικές μεταβλητές, οι οποίες το καθιστούν κατάλληλο για μεγάλα προβλήματα.

3. The Maximal Covering Location Problem (MCLP)

$$\text{Maximise } \sum_{i=1}^n a_i y_i$$

$$\text{Subject to } \sum_{j \in N_i} x_j \geq y_i, \quad 1 \leq i \leq n,$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = p,$$

$$x_j = 0, 1 \quad \forall j,$$

$$y_i = 0, 1 \quad \forall i,$$

όπου $x_j=1$ εάν η εγκατάσταση χωροθετείται σε j , αλλιώς $x_j=0$, $y_i=1$ αν η απαίτηση από το i καλύπτεται από μία εγκατάσταση, αλλιώς $y_i=0$, $N_i = \{j | d_{ij} \leq S\}$ είναι το σύνολο των εγκαταστάσεων οι οποίες έχουν επιλεχθεί να παρέχουν κάλυψη στο απαιτούμενο i , S η μέγιστη απόσταση εξυπηρέτησης, n , a_i , d_{ij} , p ορίζονται επίσης όπως προηγουμένως.

Αυτό το πρόβλημα έχει $2n$ δυαδικές μεταβλητές, οι οποίες το καθιστούν δυνατό για μεγάλα προβλήματα εν συγκρίσει με το p -median πρόβλημα.

3.3.1 Η ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΧΥΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΤΩΣΗΣ

Η μαθηματική μορφή του μοντέλου (βλ. Antunes 1999) έχει ως εξής :

$$\begin{aligned}
 \text{Min } C = & \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} c_{1jk} \cdot d_{1jk} \cdot w_{jk} \\
 & + \sum_{j \in J} \sum_{l \in L} c_{2jl} \cdot d_{2jl} \cdot u_{jl} \\
 & + \sum_{k \in K} \sum_{l \in L} c_{3kl} \cdot d_{3kl} \cdot x_{kl} \\
 & + \sum_{k \in K} c_f \cdot y_k
 \end{aligned} \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{k \in K} w_{jk} + \sum_{l \in L} u_{jl} = q_j, \quad \forall j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J} w_{jk} = \sum_{l \in L} x_{kl} \quad \forall k \in K \quad (3)$$

$$w_{jk} \leq q_j \cdot y_k, \quad \forall j \in J, k \in K \quad (4)$$

$$u_{jl} \leq q_j \cdot z_l, \quad \forall j \in J, l \in L \quad (5)$$

$$x_{kl} \leq q \cdot z_l, \quad \forall k \in K, l \in L \quad (6)$$

$$\sum_{l \in L} z_l \leq p \quad (7)$$

$$\sum_{j \in J} w_{jk} \leq S_1 \max, \quad \forall k \in K \quad (8)$$

$$\sum_{j \in J} u_{jl} + \sum_{k \in K} x_{kl} \geq S_2 \min \cdot z_l, \quad \forall l \in L \quad (9)$$

$$w_{jk}, u_{jl}, x_{kl} \geq 0, \quad \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L$$

$$y_k, z_l \in \{0,1\}, \quad \forall k \in K, l \in L,$$

Όπου :

C: ολικό ετήσιο κόστος

J: σύνολο των κέντρων συλλογής ($j = 1, \dots, J$)

K: σύνολο των τόπων για τοποθέτηση των σταθμών μεταφοράς ($k = 1, \dots, K$)

L: σύνολο των τόπων για χωροθέτηση των ΧΥΤΑ ($l = 1, \dots, L$)

w_{jk} : ποσότητα (τόνων) των απορριμμάτων που παράγονται στο κέντρο j και μεταφέρονται στον σταθμό μεταφόρτωσης που τοποθετείται στον τόπο k .

u_{jl} : ποσότητα (τόνων) των απορριμμάτων που παράγονται στο κέντρο j και μεταφέρονται στον ΧΥΤΑ που τοποθετείται στον τόπο l .

x_{kl} : ποσότητα (τόνων) των απορριμμάτων που στέλνονται από τον σταθμό μεταφοράς που τοποθετείται στον τόπο k και μεταφέρονται στον ΧΥΤΑ που τοποθετείται στον τόπο l

$y_k = 1$, αν ο σταθμός μεταφοράς τοποθετείται στον χώρο k , αλλιώς, $y_k = 0$

$z_l = 1$, αν ο ΧΥΤΑ τοποθετείται στον τόπο l , αλλιώς, $z_l = 0$

c_{tu} : κόστος μεταφοράς των ασυμπίεστων απορριμμάτων

d_{1jk} : d_{jk} (απόσταση ανάμεσα στο κέντρο j και στον ΣΜΑ k), αν $d_{jk} \leq 30\text{km}$, αλλιώς $d_{1jk} = \infty$

d_{2jl} : d_{jl} (απόσταση ανάμεσα στο κέντρο j και στον ΧΥΤΑ l), αν $d_{jl} \leq 30\text{km}$, αλλιώς $d_{2jl} = \infty$

d_{3kl} : d_{kl} (απόσταση ανάμεσα στο κέντρο k και στον ΧΥΤΑ l), αν $d_{kl} \leq 100\text{km}$, αλλιώς $d_{3kl} = \infty$

c_f : κόστος σταθμού μεταφοράς

q_j : ποσότητα απορριμμάτων που παράγονται στο κέντρο j

q : συνολική ποσότητα απορριμμάτων που παράγονται στο εκάστοτε πληθυσμιακό κέντρο

p : μέγιστος αριθμός ΧΥΤΑ

$S_{1\max}$: μέγιστη χωρητικότητα σταθμών μεταφοράς

$S_{2\min}$: ελάχιστη χωρητικότητα ΧΥΤΑ

Στο παραπάνω μοντέλο μικτού ακέραιου προγραμματισμού, η συνάρτηση (1), εκφράζει την αντικειμενική συνάρτηση ελαχιστοποίησης του συνολικού κόστους, υποθέτοντας ότι πέρα από την ελάχιστη χωρητικότητα, τα κόστη των ΧΥΤΑ είναι παντού ίδια και ανάλογα της χωρητικότητας τους.

Τα κόστη μεταφοράς καθορίζονται ξεχωριστά για τα συμπιεσμένα και τα ασυμπίεστα απορρίμματα, συμπεριλαμβανομένων των καυσίμων και του ανθρώπινου δυναμικού. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί ευκλείδειες αποστάσεις, ενώ τα κόστη των σταθμών μεταφόρτωσης είναι καθορισμένα και ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένο τύπο σταθμών, κατάλληλο για τις τοπικές ανάγκες.

Οι περιορισμοί (2), διαβεβαιώνουν ότι τα απορρίμματα που συλλέγονται σε κάθε πληθυσμιακό κέντρο, θα στέλνονται είτε σε ΧΥΤΑ, είτε σε σταθμούς μεταφόρτωσης και οι περιορισμοί (3), εγγυώνται ότι όλα τα απορρίμματα που στέλνονται σε σταθμό θα μεταφέρονται σε ΧΥΤΑ.

Οι περιορισμοί (4 & 5), διαβεβαιώνουν ότι οι ποσότητες των απορριμμάτων από τα κέντρα συλλογής θα οδηγούνται σε ανοικτές εγκαταστάσεις (είτε σε ΧΥΤΑ είτε σε σταθμούς μεταφόρτωσης).

Ο περιορισμός 6, διαβεβαιώνει ότι οι σταθμοί μεταφόρτωσης θα συνδεθούν με ανοικτούς ΧΥΤΑ.

Ο περιορισμός 7, καθορίζει τον μέγιστο (p) αριθμό των ΧΥΤΑ.

Ο περιορισμός 8, διαβεβαιώνει ότι τα μέγιστα όρια χωρητικότητας των σταθμών μεταφοράς θα τηρηθούν.

Ο περιορισμός 9, εγγυάται ότι τα ελάχιστα όρια χωρητικότητας των ΧΥΤΑ θα τηρηθούν από τις αρμόδιες αρχές.

4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΠΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΝΟΜΟΥΣ ΑΧΑΪΑΣ ΗΛΕΙΑΣ

Οι νομοί Αχαΐας και Ηλείας αλλά και οι υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.1 υποφέρουν από σοβαρά προβλήματα στον τομέα των στερεών αποβλήτων.

Η συγκεκριμένη πρόταση καθορίζει ένα δίκτυο Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) καθώς και σταθμών μεταφόρτωσης καλύπτοντας όλη την περιοχή του προβλήματος. Για τον καθορισμό του δικτύου, αναπτύσσεται ένα μοντέλο βελτιστοποίησης συνδυάζοντας στοιχεία του p-median προβλήματος και ενός μοντέλου χωροθέτησης των εγκαταστάσεων με σταθμούς μεταφόρτωσης προσαρμοσμένο στο μαθηματικό μοντέλο του Antunes.

Οι σημαντικότερες ποσότητες δημοτικών στερεών αποβλήτων παράγονται από τα μεγαλύτερα πληθυσμιακά κέντρα των νομών, την Πάτρα για τον νομό Αχαΐας και τον Πύργο για τον νομό Ηλείας ενώ σοβαρά υπ' όψιν λαμβάνεται και η ποσότητα η οποία παράγεται από ακόμα 26 πληθυσμιακά κέντρα των δυο νομών τα οποία απεικονίζονται στον ψηφιακό χάρτη του σχήματος 9.

Η παραγωγή των δημοτικών στερεών αποβλήτων χαρακτηρίζεται ακολούθως από τα παρακάτω στοιχεία :

1. Ο μέσος όρος των δημοτικών στερεών αποβλήτων εκτείνεται σε 0,80 kg/μέρα σε δήμους με περισσότερους από 60.000 κατοίκους, σε 0,65 kg/μέρα σε δήμους μεταξύ 30.000 και 60.000 κατοίκων και σε 0,50 kg/μέρα κάθε μέρα σε δήμους κάτω των 30.000 κατοίκων.

2. Υπολογίζεται αύξηση δημοτικών στερεών αποβλήτων ίση με το 1,75% /χρόνο σε όλους τους δήμους και τις κοινότητες των νομών.

Αρχικά οι προσπάθειες των αρχών επικεντρώθηκαν κυρίως στη δημιουργία ενός μοντέρνου συνόλου μεταφορικών μέσων για τη συλλογή των δημοτικών στερεών αποβλήτων. Οι μόνες υπηρεσίες ανακύκλωσης παρέχονταν στο δήμο της Πάτρας οι οποίες περιελάμβαναν τη συλλογή του γυαλιού, του χαρτιού και των άλλων ανακυκλώσιμων υλικών.

Παρόλα αυτά μέχρι σήμερα δεν δόθηκε η απαιτούμενη σημασία στην τελική διάθεση των δημοτικών στερεών αποβλήτων. Αν εξαιρεθεί ο δήμος της Πάτρας ο οποίος διαθέτει ένα σύγχρονο ΧΥΤΑ οι υπόλοιποι δήμοι οδηγούν τα απορρίμματα σε ανοικτούς σκουπιδότοπους τα οποία μπορούν ανά πάσα στιγμή να καούν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να υπάρχει αυξημένος κίνδυνος να εκδηλωθούν πυρκαγιές. Επίσης υπάρχει μια γενικότερη περιβαλλοντική υποβάθμιση και κίνδυνοι μόλυνσης του υδροφόρου ορίζοντα. Αυτή χαρακτηρίζεται ως η χειρότερη τεχνική διάθεσης.

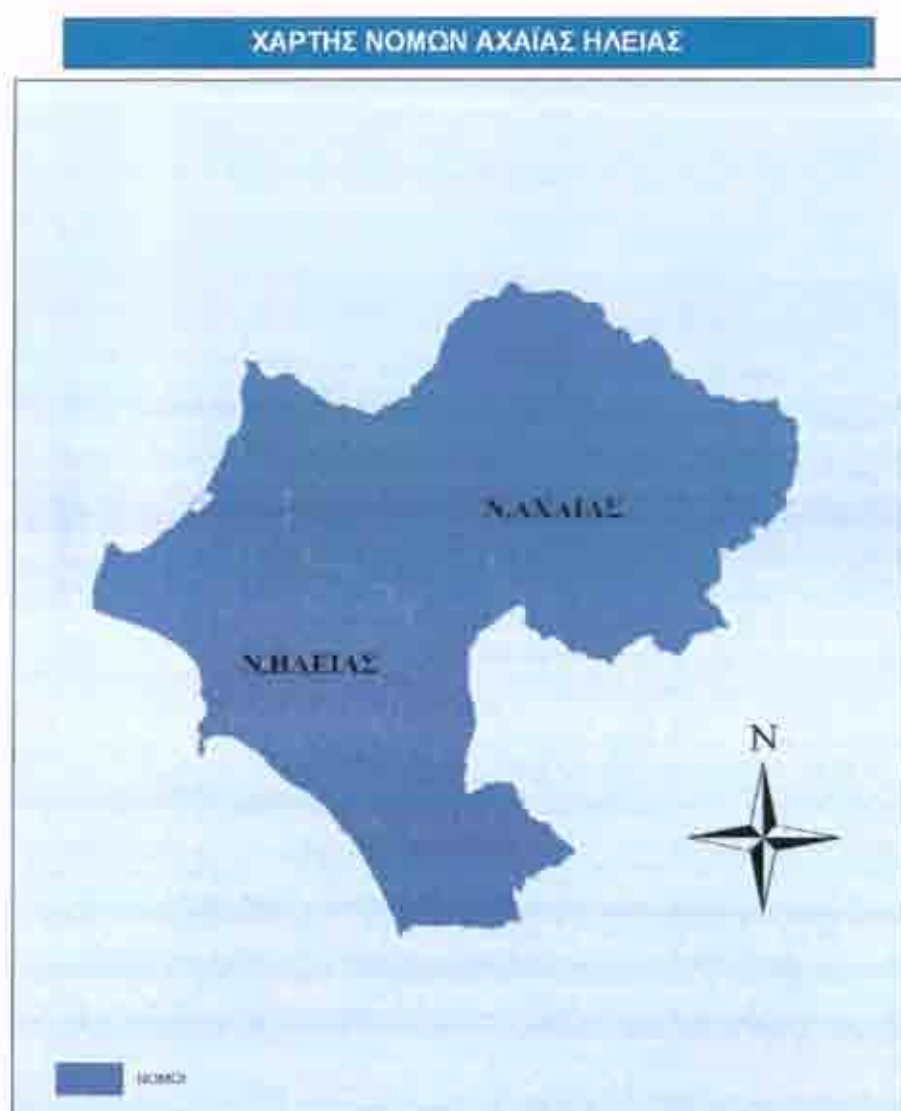
Πολλοί δήμοι είναι εμφανώς ενσυνείδητοι ότι χρήζουν της ανάγκης μιας άλλου είδους λύσης από αυτή της διάθεσης των απορριμμάτων σε σκουπιδότοπους, η οποία συχνά χαρακτηρίζεται από λιτό εξοπλισμό διαχείρισης των δημοτικών στερεών αποβλήτων. Τέτοιες πρωτοβουλίες συχνά απαιτούν οικονομικά μέσα που δεν ανταποκρίνονται στις δυνατότητές τους, με αποτέλεσμα να απευθύνονται σε εταιρείες που διαχειρίζονται τα χρήματα της Κυβέρνησης για να επιλύσουν το συγκεκριμένο θέμα.

Στις ακόλουθες σελίδες παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός συστήματος λήψης αποφάσεων (decision support systems) το οποίο περιλαμβάνει ψηφιακούς χάρτες, μαθηματικούς αλγόριθμους και άλλα προγράμματα το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης για την διαχείριση της συλλογής των απορριμμάτων.

Στο πρώτο στάδιο του προγράμματος αναπτύσσεται ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών για τους νομούς Αχαΐας, Ηλείας με πληροφορίες για όλους τους δρόμους, τα ποτάμια και τις λίμνες καθώς και τη θέση των πληθυσμιακών κέντρων. Αρχικά θα πρέπει να εντοπισθούν οι υποψήφιες θέσεις για τη δημιουργία ΧΥΤΑ και ΣΜΑ με βάση τα κριτήρια χωροθέτησης. Στη συνέχεια, με βάση τα στοιχεία αυτά και με κριτήριο την απόσταση των πιθανών ΣΜΑ και ΧΥΤΑ από τα πληθυσμιακά κέντρα αλλά και μεταξύ τους, καθώς και με βάση το σύνολο των περιορισμών που αναλύονται στο μαθηματικό μοντέλο θα εκτιμηθούν οι κατάλληλες περιοχές χωροθέτησης ΧΥΤΑ και ΣΜΑ καθώς επίσης το πλήθος αυτών και το κόστος του συνόλου της υλοποίησης της μελέτης.

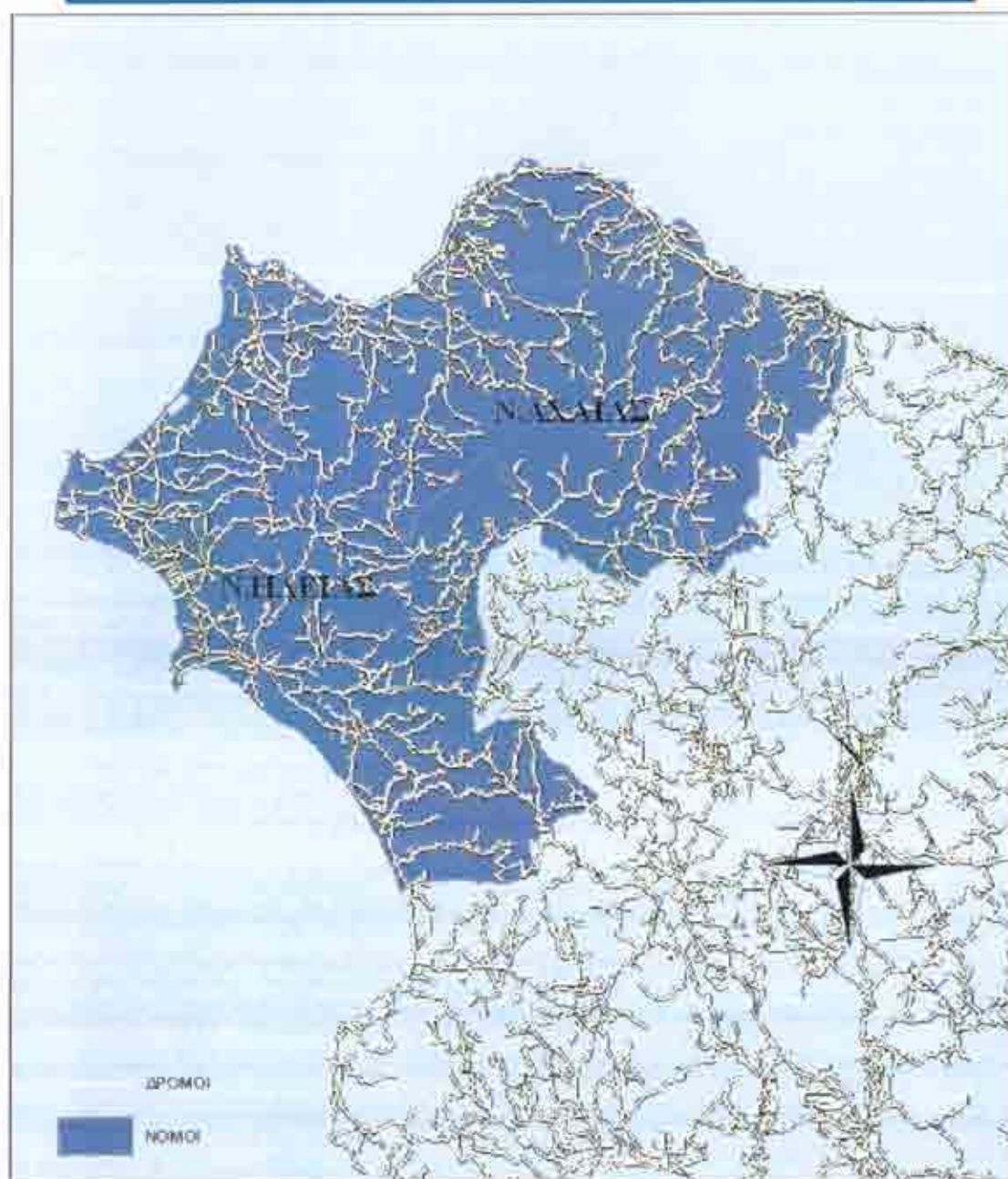
4.1.1 ΓΠΣ ΝΟΜΩΝ ΑΧΑΪΑΣ-ΗΛΕΙΑΣ

Στις σελίδες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι ψηφιακοί χάρτες κατά σειρά προσθήκης των γεωγραφικών δεδομένων έως την δημιουργία του τελικού χάρτη με τους ΧΥΤΑ και τους ΣΜΑ.



Σχήμα 1: Χάρτης νομών Αχαΐας Ηλείας

ΧΑΡΤΗΣ ΝΟΜΩΝ ΑΧΑΪΑΣ ΗΛΕΙΑΣ



Σχήμα 2: Χάρτης οδικού δικτύου νομών Αχαΐας Ηλείας

Χαρακτηριστικό των νομών Αχαΐας και Ηλείας καθώς και όλης της Πελοποννήσου, όπως παρουσιάζεται στον ακόλουθο χάρτη είναι η ύπαρξη πολλών ποταμών γεγονός που θα δημιουργήσει περιορισμούς στην χωροθέτηση των ΧΥΤΑ και ζώνες αποκλεισμού.



Σχήμα 3: Χάρτης ποταμών νομών Αχαΐας Ηλείας

Με την προσθήκη των λιμνών ο χάρτης παίρνει την ακόλουθη μορφή:

ΧΑΡΤΗΣ ΝΟΜΩΝ ΑΧΑΪΑΣ ΗΛΕΙΑΣ



Σχήμα 4: Χάρτης λιμνών νομών Αχαΐας Ηλείας

Ένα ακόμα πολύ σημαντικό στοιχείο για τη χωροθέτηση των ΧΥΤΑ και των ΣΜΑ είναι τα γεωγραφικά σημεία στα οποία είναι κτισμένες οι πόλεις των συγκεκριμένων νομών καθώς επίσης και τα πληθυσμιακά τους στοιχεία.

Τα πληθυσμιακά στοιχεία είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό της συνολικής ποσότητας των δημοτικών στερεών αποβλήτων και αποτελούν σημαντικό παράγοντα και για την χωροθέτηση των ΣΜΑ καθώς όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κατοίκων τόσο μεγαλύτερος είναι και ο όγκος των απορριμμάτων που παράγονται. Συνεπώς στα μεγαλύτερα αστικά κέντρα κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη ΧΥΤΑ σε κοντινή απόσταση και ΣΜΑ για την περίπτωση που ο όγκος των απορριμμάτων είναι μεγάλος ώστε να μεταφέρονται σε κοντινούς ΧΥΤΑ.

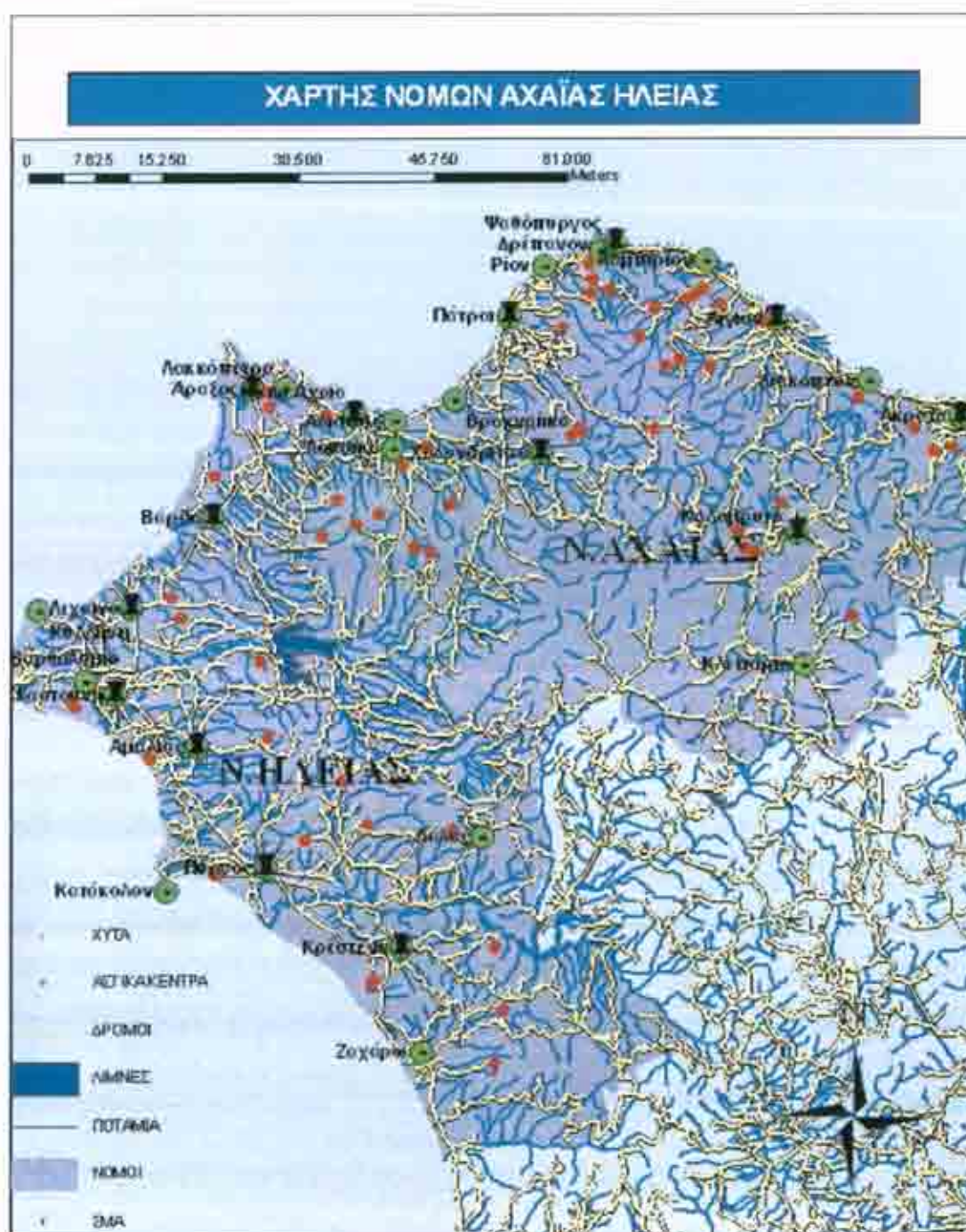
Στον χάρτη που ακολουθεί απεικονίζεται η γεωγραφική θέση των μεγαλύτερων αστικών κέντρων (Σχήμα 5) σύμφωνα με τα πληθυσμιακά στοιχεία του πίνακα 1 και το αντίστοιχο ραβδόγραμμα που προκύπτει.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΔΗΜΟΣ
132	Κ. ΚΑΛΕΝΤΖΙΟΥ
458	Κ. ΛΕΟΝΤΙΟΥ
956	Δ. ΔΑΜΠΕΙΑΣ
1403	Δ. ΑΡΘΑΝΙΑΣ
1891	Δ. ΛΑΣΙΩΝΟΣ
1996	Δ. ΦΙΓΑΛΕΙΑΣ
2236	Δ. ΑΝΔΡΗΤΣΑΙΝΗΣ
2279	Δ. ΑΛΙΦΕΙΡΑΣ
2356	Δ. ΤΡΑΓΑΝΟΥ
2431	Δ. ΠΑΙΩΝ
2534	Δ. ΚΑΙΤΤΟΡΟΣ
2625	Δ. ΜΟΒΡΗΣ
2962	Δ. ΤΡΙΤΑΙΑΣ
3173	Δ. ΕΡΙΝΕΟΥ
3210	Δ. ΙΑΡΔΑΝΟΥ
3251	Δ. ΦΟΛΟΗΣ
3390	Δ. ΔΕΥΚΑΣΙΟΥ
3670	Δ. ΚΑΣΤΡΟΥ - ΚΥΛΛΙΝΗΣ
3809	Δ. ΑΝΔΡΑΒΙΔΑΣ
3832	Δ. ΑΙΓΙΕΡΑΣ
4012	Δ. ΒΡΑΧΝΑΪΚΩΝ
4038	Δ. ΑΚΡΑΤΑΣ
4127	Δ. ΠΗΝΕΙΑΣ
4415	Δ. ΦΑΡΡΩΝ
4692	Δ. ΒΑΡΘΟΛΟΜΙΟΥ
4709	Δ. ΩΛΕΝΙΑΣ
4968	Δ. ΛΕΧΑΙΝΩΝ
4971	Δ. ΑΔΡΙΣΣΟΥ
5573	Δ. ΠΑΡΑΛΙΑΣ
6336	Δ. ΔΙΑΚΟΠΤΟΥ
6713	Δ. ΜΕΣΣΑΤΙΔΟΣ
7127	Δ. ΔΥΜΗΣ
7145	Δ. ΩΛΕΝΗΣ
7198	Δ. ΣΥΜΠΟΛΙΤΕΙΑΣ
7270	Δ. ΒΟΥΥΠΡΑΣΙΑΣ
7558	Δ. ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ
9350	Δ. ΓΑΣΤΟΥΝΗΣ
9444	Δ. ΖΑΧΑΡΙΩΣ
10674	Δ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ
14145	Δ. ΣΚΙΑΛΟΥΝΤΟΣ
25230	Δ. ΑΜΑΛΙΑΔΟΣ
27936	Δ. ΑΙΓΙΟΥ
37406	Δ. ΠΥΡΓΟΥ
93000	Δ. ΡΙΟΥ
153541	Δ. ΠΑΤΡΕΩΝ



Σχήμα 5: Χάρτης αστικών κέντρων Αχαΐας Ηλείας

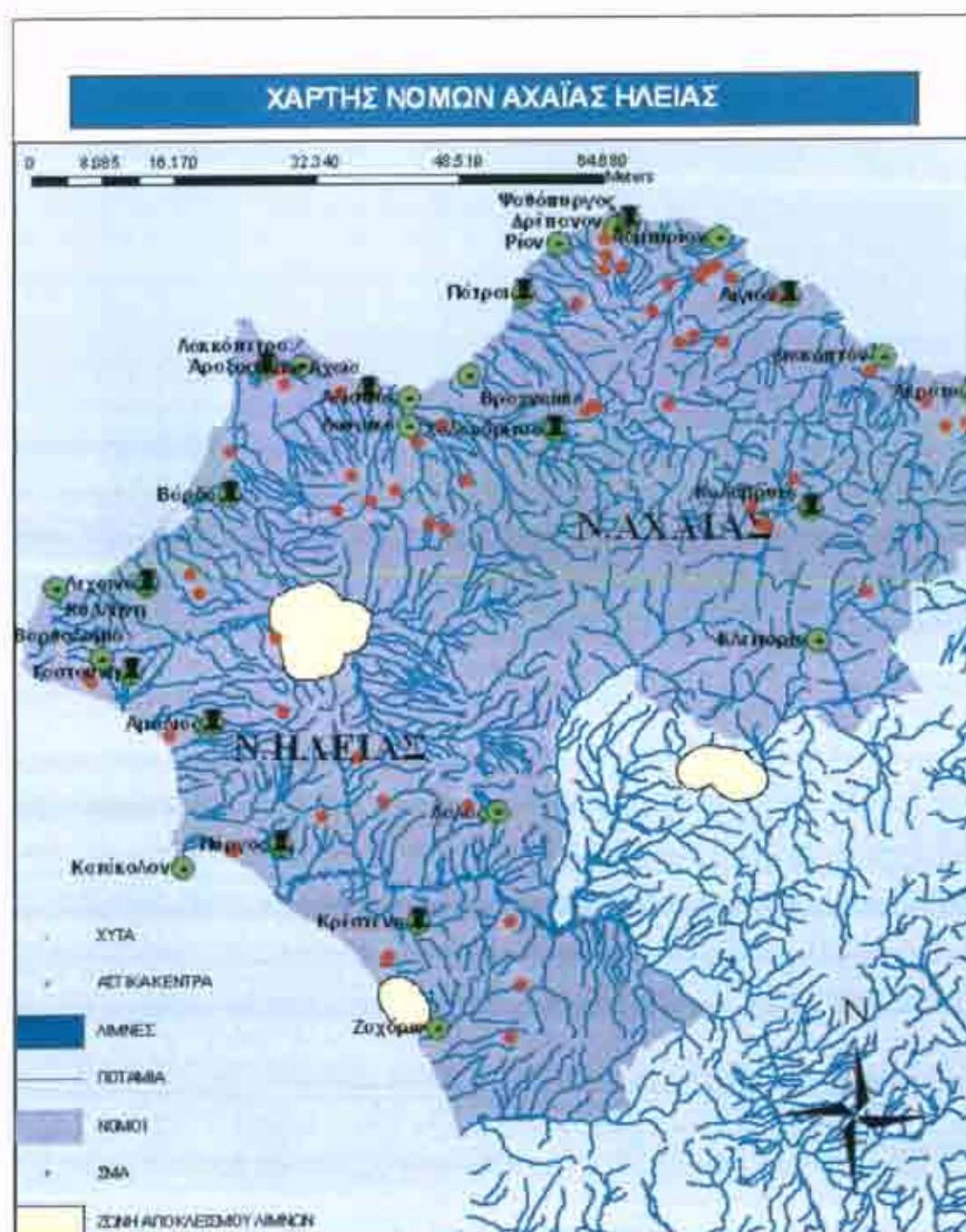
Στον χάρτη που ακολουθεί (Σχήμα 7) έχουν προσαρμοστεί οι πιθανές θέσεις των ΣΜΑ με κριτήρια τον αριθμό του πληθυσμού αλλά και την απόσταση μεταξύ των πόλεων και οι χάρτες παίρνουν την τελική μορφή.



Σχήμα 7: Τελικός χάρτης Αχαΐας-Ηλείας

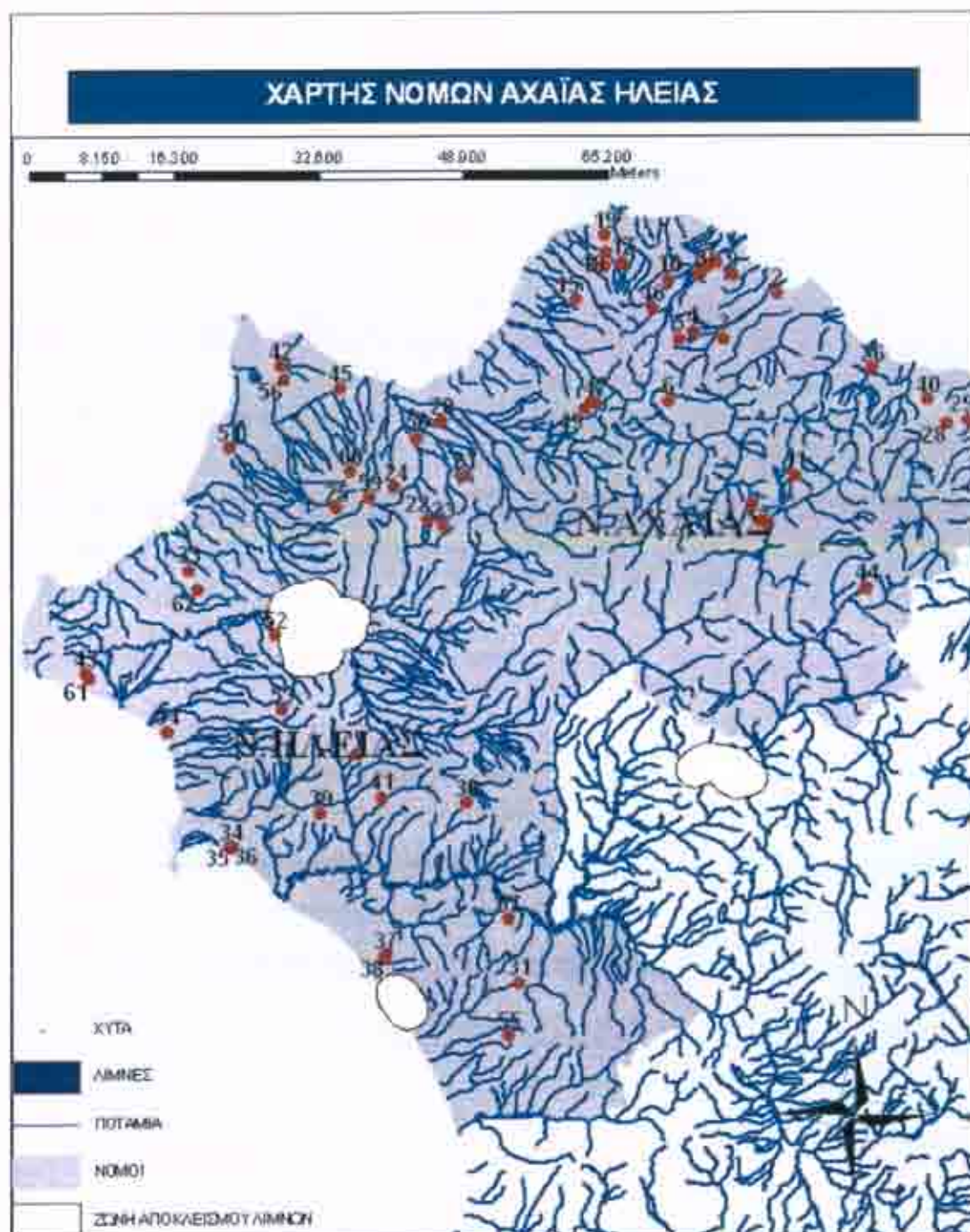
4.1.2 ΖΩΝΕΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

Στον χάρτη που ακολουθεί απεικονίζεται με κίτρινο χρώμα μια ζώνη αποκλεισμού 2 χιλιομέτρων γύρω από τις λίμνες που βρίσκονται μέσα από τα όρια των νομών και στην οποία δεν επιτρέπεται η δημιουργία ΧΥΤΑ για λόγους που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος.



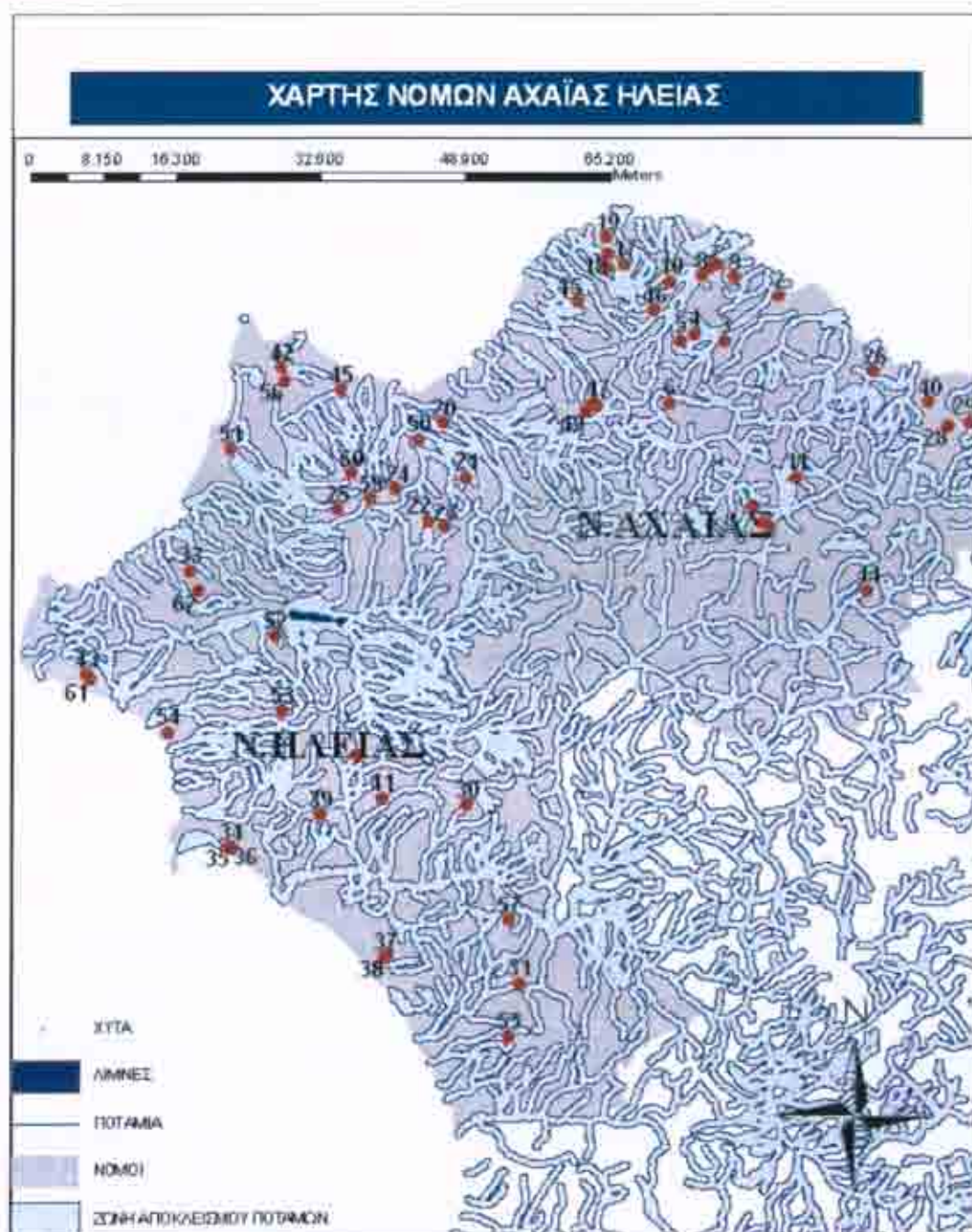
Σχήμα 8: Χάρτης ζώνης αποκλεισμού λιμνών 2km

Συνεπώς όπως προκύπτει από τον χάρτη ζωνών αποκλεισμού των λιμνών ο υποψήφιος προς δημιουργία ΧΥΤΑ στη θέση 52 δεν μπορεί να συμπεριληφθεί στην λύση του προβλήματος, καθώς η πιθανή δημιουργία του σε απόσταση οριακή από τον περιορισμό των 2 χιλιομέτρων που έχει τεθεί θα δημιουργήσει προβλήματα μόλυνσης στη γειτονική λίμνη.



Σχήμα 9: Χάρτης ζώνης αποκλεισμού λιμνών 2km

Εμφανώς από το χάρτη ζωνών αποκλεισμού των υδάτων αποκλείονται οι υποψήφιοι ΧΥΤΑ στις θέσεις 55, 31, 52, 56, 42, 45, 59, 22, 23, 21, 10, 8, 4, 5, 11, 29.



Σχήμα 11: Χάρτης ζώνης αποκλεισμού ποταμών

4.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

Το μαθηματικό μοντέλο το οποίο εφαρμόστηκε για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων είναι μια προσαρμογή στο μαθηματικό μοντέλο χωροθέτησης κατανομής του Antunes (1999) για τη διαχείριση των απορριμμάτων στην Πορτογαλία.

Το συγκεκριμένο μοντέλο εφαρμόστηκε στους δεδομένους νομούς για 63 ΧΥΤΑ, 14 ΣΜΑ και 28 πληθυσμιακά κέντρα υπό τους περιορισμούς κάθε ΧΥΤΑ να δέχεται 70 τόνους/ημέρα απορριμμάτων τουλάχιστον και κάθε ΣΜΑ να δύναται να μεταφέρει μέγιστη ποσότητα 70 τόνους/ημέρα απορριμμάτων. Επιπλέον το κόστος μεταφοράς των συμπιεσμένων απορριμμάτων ανέρχεται σε 6000€ (ανά τόνο και χλμ) ενώ το κόστος των μη συμπιεσμένων απορριμμάτων ανέρχεται σε 18000€ (ανά τόνο και χλμ μεταξύ του πληθυσμιακού κέντρου και του ΧΥΤΑ). Η επεξήγηση των υπόλοιπων περιορισμών παρατίθεται στο μαθηματικό μοντέλο που ακολουθεί.

$$\begin{aligned} \text{Min } C = & \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} c_{jk} \cdot d_{jk} \cdot w_{jk} \\ & + \sum_{j \in J} \sum_{l \in L} c_{jl} \cdot d_{jl} \cdot u_{jl} \\ & + \sum_{k \in K} \sum_{l \in L} c_{kl} \cdot d_{kl} \cdot x_{kl} \\ & + \sum_{k \in K} c_f \cdot y_k \end{aligned} \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{k \in K} w_{jk} + \sum_{l \in L} u_{jl} = q_j, \quad \forall j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J} w_{jk} = \sum_{l \in L} x_{kl} \quad \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J} w_{jk} \leq 70 \cdot y_k, \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{l \in L} u_{jl} \leq q \cdot z_l, \forall l \in L \quad (5)$$

$$\sum_{k \in K} x_{kl} \leq q \cdot z_l, \forall l \in L \quad (6)$$

$$\sum_{l \in L} z_l \leq 4 \text{ και στη συνέχεια } \sum_{l \in L} z_l \leq 3 \quad (7)$$

$$\sum_{j \in J} u_{jl} + \sum_{k \in K} x_{kl} \geq S_{\min} \cdot z_l, \forall l \in L \quad (8)$$

$$w_{jk}, u_{jl}, x_{kl} \geq 0, \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L \quad (9)$$

$$y_k, z_l \in \{0,1\}, \forall k \in K, l \in L \quad (10)$$

Όπου :

C: ολικό ετήσιο κόστος

J: σύνολο των πληθυσμιακών κέντρων όπου διεξάγεται η συλλογή των απορριμμάτων ($j = 1, \dots, J$)

K: σύνολο των τόπων για χωροθέτηση των σταθμών μεταφοράς ($k = 1, \dots, K$)

L: σύνολο των τόπων για τοποθέτηση των ΧΥΤΑ ($l = 1, \dots, L$)

w_{jk} : ποσότητα (τόνων) των απορριμμάτων που παράγονται στο κέντρο j και μεταφέρονται στον σταθμό μεταφόρτωσης που τοποθετείται στον τόπο k .

u_{jl} : ποσότητα (τόνων) των απορριμμάτων που παράγονται στο κέντρο j και μεταφέρονται στον ΧΥΤΑ που τοποθετείται στον τόπο l .

x_{kl} : ποσότητα (τόνων) των απορριμμάτων που στέλνονται από τον σταθμό μεταφόρτωσης που τοποθετείται στον τόπο k και μεταφέρονται στον ΧΥΤΑ που τοποθετείται στον τόπο l .

$y_k = 1$, αν ο σταθμός μεταφόρτωσης τοποθετείται στον χώρο k , αλλιώς, $y_k = 0$

$z_l = 1$, αν ο ΧΥΤΑ χωροθετείται στη θέση l , αλλιώς, $z_l = 0$

c_{in} : κόστος μεταφοράς των ασυμπιέστων απορριμμάτων

d_{jk} : απόσταση ανάμεσα στο κέντρο j και στον χώρο του ΣΜΑ k

d_{jl} : απόσταση ανάμεσα στο κέντρο j και στον ΧΥΤΑ l

d_{kl} : απόσταση ανάμεσα στο κέντρο k και στον ΧΥΤΑ l

c_f : κόστος σταθμού μεταφόρτωσης

q_j : ποσότητα απορριμμάτων που παράγονται στο κέντρο j

q : συνολική ποσότητα απορριμμάτων που παράγονται στο εκάστοτε πληθυσμιακό κέντρο

p : μέγιστος αριθμός ΧΥΤΑ

S_{1max} : μέγιστη χωρητικότητα σταθμών μεταφόρτωσης

S_{2min} : ελάχιστη χωρητικότητα ΧΥΤΑ

Στο παραπάνω μοντέλο μικτού ακέραιου προγραμματισμού, η συνάρτηση (1), εκφράζει την αντικειμενική συνάρτηση ελαχιστοποίησης του συνολικού κόστους, υποθέτοντας ότι πέρα από την ελάχιστη χωρητικότητα, τα κόστη των ΧΥΤΑ είναι παντού ίδια και ανάλογα της χωρητικότητας.

Οι συναρτήσεις (2) έως (9) εκφράζουν τους περιορισμούς του μοντέλου και συγκεκριμένα:

- Ο περιορισμός (2) εκφράζει ότι το σύνολο που προκύπτει από το άθροισμα της ποσότητας των απορριμμάτων που συλλέγονται από τα αστικά κέντρα και μεταφέρονται στους ΣΜΑ και το σύνολο της ποσότητας των απορριμμάτων που συλλέγονται από τα αστικά κέντρα και μεταφέρονται στους ΧΥΤΑ, ισούται με την συνολική ποσότητα απορριμμάτων που παράγεται στα πληθυσμιακά κέντρα.
- Ο περιορισμός (3) εκφράζει ότι το άθροισμα της ποσότητας των απορριμμάτων που συλλέγονται από τα αστικά κέντρα και μεταφέρονται στους ΣΜΑ, ισούται με το σύνολο της ποσότητας των απορριμμάτων που μεταφέρονται από τους ΣΜΑ στους ΧΥΤΑ.
- Ο περιορισμός (4) εκφράζει ότι το σύνολο της ποσότητας των απορριμμάτων που παράγονται στα πληθυσμιακά κέντρα και

μεταφέρονται στους ΣΜΑ, δεν πρέπει να υπερβαίνει την ποσότητα των 70 τόνων ημερησίως.

- Οι περιορισμοί (5) και (6) εκφράζουν ότι το σύνολο της ποσότητας των απορριμμάτων που παράγονται στα πληθυσμιακά κέντρα και τους ΣΜΑ αντίστοιχα, θα οδηγούνται στους ΧΥΤΑ εφόσον αυτοί έχουν δημιουργηθεί.
- Ο περιορισμός (7) εκφράζει ότι για τα πληθυσμιακά κέντρα που έχουμε εισάγει στο ΓΠΣ και λαμβάνοντας υπ' όψιν τις χιλιομετρικές αποστάσεις, το πλήθος των ΧΥΤΑ που θα προκύψουν από την επίλυση του μοντέλου, δε θα ξεπερνά τους 4 ενώ εναλλακτικά εφαρμόζεται ο ίδιος περιορισμός με 3 ΧΥΤΑ.
- Ο περιορισμός (8) εκφράζει ότι το σύνολο που προκύπτει από το άθροισμα της ποσότητας των απορριμμάτων που παράγονται στα πληθυσμιακά κέντρα και μεταφέρονται στους ΧΥΤΑ, και το άθροισμα της ποσότητας των απορριμμάτων που μεταφέρονται από τους ΣΜΑ στους ΧΥΤΑ, θα έχει τουλάχιστον την τιμή της ελάχιστης ποσότητας που δύναται να δεχτεί ένας ΧΥΤΑ, η οποία είναι 70 τόνοι ημερησίως.
- Ο περιορισμός (9) δηλώνει ότι όλες οι τιμές των ποσοτήτων των απορριμμάτων είναι θετικές.
- Ο περιορισμός (10) δηλώνει τους ΣΜΑ και τους ΧΥΤΑ ως δυαδικές μεταβλητές, οι οποίες στο αποτέλεσμα της επίλυσης του μαθηματικού μοντέλου, παίρνουν την τιμή μηδέν (0), εφόσον ο εκάστοτε ΣΜΑ ή ΧΥΤΑ αντίστοιχα δεν υλοποιείται στην συγκεκριμένη περιοχή που τον έχουμε δηλώσει. Αντίθετα, στην περίπτωση που υλοποιείται παίρνει την τιμή ένα (1).

το άθροισμα των επιμέρους δαπανών που παράγονται σε κάθε πληθυσμιακό κέντρο κατά τη διαδικασία συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων. Στους πίνακες που ακολουθούν περιγράφονται τα αποτελέσματα ανά ΧΥΤΑ. Στις στήλες των πινάκων καταγράφονται η ποσότητα των απορριμμάτων που μεταφέρεται από κάθε πληθυσμιακό κέντρο στο εκάστοτε ΧΥΤΑ(πίνακας 1) καθώς και τα κόστη που προκύπτουν σε κάθε πληθυσμιακό κέντρο κατά τη μεταφορά των απορριμμάτων από τις βάσεις παραγωγής τους στους ΧΥΤΑ (πίνακας 2).

Ο ΧΥΤΑ στη θέση 2 σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προβλήματος έχει τη δυνατότητα να δέχεται σε καθημερινή βάση ποσότητα απορριμμάτων ίση με 70 τόνους. Το σύνολο της ποσότητας αυτής προέρχεται από 10 πληθυσμιακά κέντρα για κάθε ένα από τα οποία παράγεται και διαφορετικό κόστος.

Ο ΧΥΤΑ στη θέση 15 έχει τη δυνατότητα να δέχεται σε καθημερινή βάση ποσότητα απορριμμάτων ίση με 234,59 τόνους. Το σύνολο της ποσότητας αυτής προέρχεται από 3 πληθυσμιακά κέντρα.

Ο ΧΥΤΑ στη θέση 39 έχει τη δυνατότητα να δέχεται σε καθημερινή βάση ποσότητα απορριμμάτων ίση με 70 τόνους. Το σύνολο της ποσότητας αυτής προέρχεται από 6 πληθυσμιακά κέντρα.

Ο ΧΥΤΑ στη θέση 62 έχει τη δυνατότητα να δέχεται σε καθημερινή βάση ποσότητα απορριμμάτων ίση με 70 τόνους. Το σύνολο της ποσότητας αυτής προέρχεται από 12 πληθυσμιακά κέντρα.

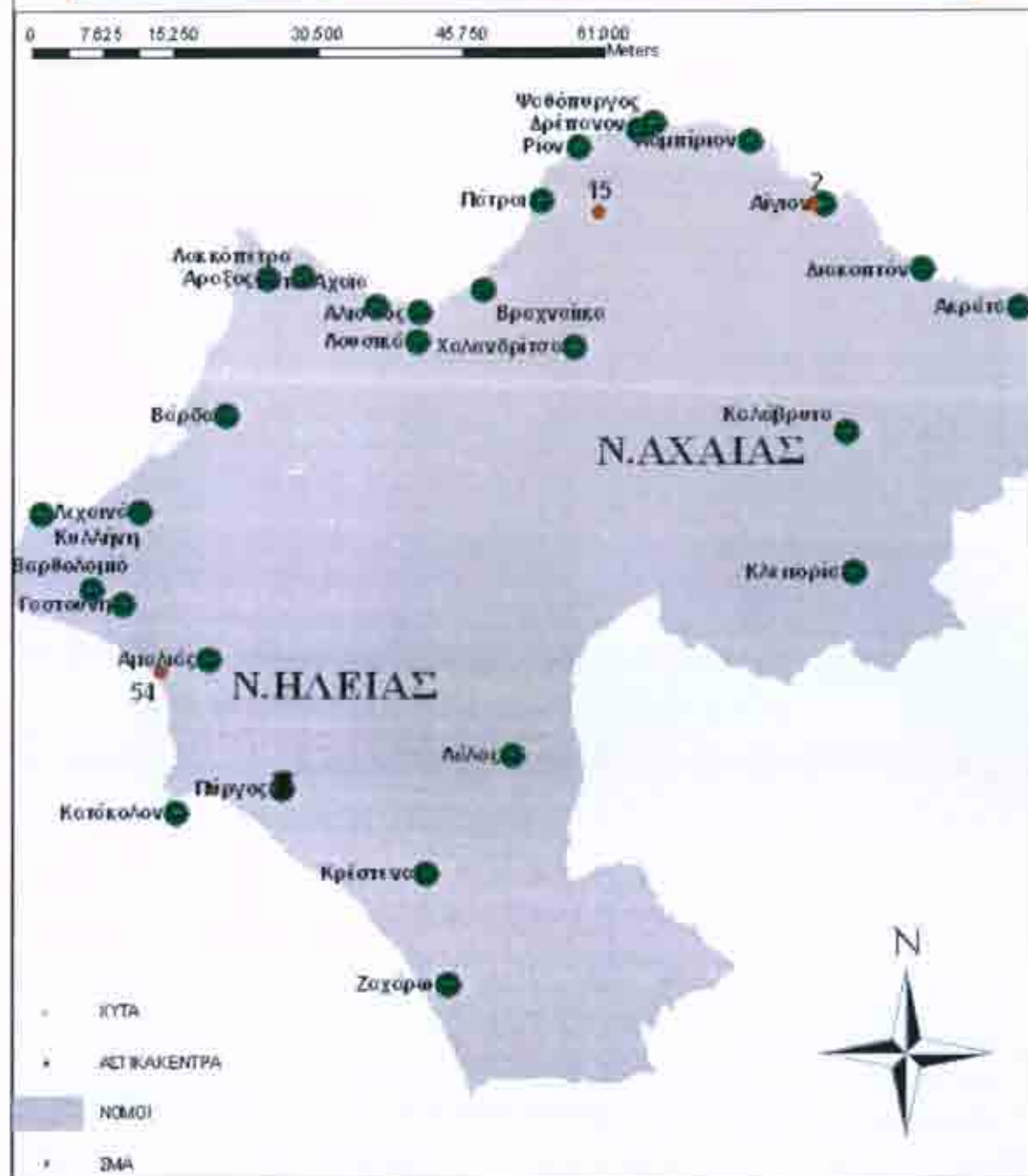
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΠΑΗΘ/ΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΧΥΤΑ 2	ΧΥΤΑ 15	ΧΥΤΑ 39	ΧΥΤΑ 62	ΣΥΝΟΛΟ
ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΩΝ/ΠΑΗΘ/ΚΟ ΚΕΝΤΡΟ(tn)					
ΨΑΘΟΠΥΡΓΟΣ	2				2
ΔΡΕΠΑΝΟ	2				2
ΛΑΜΠΙΡΙ	3,2				3,2
ΡΙΟΝ	9,2	80,8			90
ΛΙΓΙΟ	27,9				27,9
ΔΙΑΚΟΗΤΟ	6,3				6,3
ΑΚΡΑΤΑ	4				4
ΧΑΛΑΝΔΡΙΤΣΑ	4,39				4,39
ΚΑΛΑΒΡΥΤΑ	7,6				7,6
ΚΛΕΙΤΟΡΙΑ	3,4				3,4
ΠΑΤΡΑ		153,5			153,5
ΒΡΑΧΝΕΙΚΑ		0,29		3,7	3,99
ΑΜΑΛΙΑΔΑ			5,8	19,4	25,2
ΛΑΛΑΣ			3,3		3,3
ΠΥΡΓΟΣ			34,4		34,4
ΚΑΤΑΚΟΛΟ			3		3
ΚΡΕΣΤΕΝΑ			14,1		14,1
ΖΑΧΑΡΩ			9,4		9,4
ΛΑΚΚΟΠΕΤΡΑ				3	3
ΑΡΑΞΟΣ				2	2
Κ.ΑΧΑΙΑ				6	6
ΑΛΙΣΣΟΣ				1,1	1,1
ΛΟΥΣΙΚΑ				4,7	4,7
ΒΑΡΔΑ				7,3	7,3
ΛΕΧΑΙΝΑ				5	5
ΚΥΔΛΙΝΗ				3,7	3,7
ΒΑΡΘΟΛΟΜΙΟ				4,7	4,7
ΓΑΣΤΟΥΝΗ				9,4	9,4
ΣΥΝΟΛΟ	69,99	234,59	70	70	444,58

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΠΛΗΘ/ΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΧΥΤΑ 2	ΧΥΤΑ 15	ΧΥΤΑ 39	ΧΥΤΑ 62	ΣΥΝΟΛΟ
	ΚΟΣΤΟΣ/ΠΛΗΘ/ΚΟ ΚΕΝΤΡΟ(€)				
ΨΑΘΟΠΥΡΓΟΣ	680.400				680.400
ΔΡΕΠΑΝΟ	720.000				720.000
ΛΑΜΠΙΡΙ	547.200				547.200
ΡΙΟΝ	4.222.800	10.471.680			14.694.480
ΛΙΓΙΟ	522.420				522.420
ΔΙΑΚΟΠΤΟ	1.530.900				1.530.900
ΑΚΡΑΤΑ	1.749.600				1.749.600
ΧΑΛΑΝΔΡΙΤΣΑ	2.336.399,85				2.336.400
ΚΑΛΑΒΡΥΤΑ	3.378.960				3.378.960
ΚΛΕΙΤΟΡΙΑ	2.435.760				2.435.760
ΠΑΤΡΑ		17.406.900			17.406.900
ΒΡΑΧΝΕΙΚΑ		80.452,31		2.624.040	2.704.492
ΑΜΑΛΙΑΔΑ			1.712.160	5.272.920	6.985.080
ΛΑΛΑΣ			1.182.060		1.182.060
ΠΥΡΓΟΣ			3,591.360		3.591.360
ΚΑΤΑΚΟΛΟ			912.600		912.600
ΚΡΕΣΤΕΝΑ			4,162.320		4.162.320
ΖΑΧΑΡΩ			4,686.840		4.686.840
ΛΑΚΚΟΠΕΤΡΑ				1.544.400	1.544.400
ΑΡΑΞΟΣ				975.600	975.600
Κ.ΑΧΑΙΑ				3.250.800	3.250.800
ΛΛΙΣΣΟΣ				645.480	645.480
ΛΟΥΣΙΚΑ				2.580.300	2.580.300
ΒΑΡΔΑ				1.550.520	1.550.520
ΔΕΧΑΙΝΑ				540.000	540.000
ΚΥΑΛΗΝΗ				1.085.580	1.085.580
ΒΑΡΘΟΛΟΜΙΟ				1.125.180	1.125.180
ΓΑΣΤΟΥΝΗ				1.996.560	1.996.560
ΣΥΝΟΛΟ	18.124.440	27.959.032	16.247.340	23.191.380	85.522.192

ΧΑΡΤΗΣ ΝΟΜΩΝ ΑΧΑΪΑΣ ΗΛΕΙΑΣ



Όπως απεικονίζεται στον χάρτη το μοντέλο προτείνει τη δημιουργία 3 ΧΥΤΑ στις θέσεις 2, 15 και 54 οι οποίοι επίσης βρίσκονται εκτός των ορίων των ζωνών αποκλεισμού και ενός σταθμού μεταφόρτωσης στην περιοχή του Πύργου ενώ το συνολικό κόστος εφαρμογής της συγκεκριμένης πρότασης ανέρχεται σε 93.847.320€ περίπου και προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους κοστών που παράγονται σε κάθε πληθυσμιακό κέντρο κατά τη

διαδικασία συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων είτε απευθείας στους ΧΥΤΑ είτε από τους ΣΜΑ στους ΧΥΤΑ. Επιπλέον στο κόστος αυτό συμπεριλαμβάνεται το ετήσιο κόστος συντήρησης και λειτουργίας του ΣΜΑ το οποίο ανέρχεται σε 9.000.000€ και επίσης το κόστος μεταφοράς των απορριμμάτων από τα αστικά κέντρα στους ΣΜΑ το οποίο ανέρχεται σε 10.711.440.

Στους πίνακες που ακολουθούν περιγράφονται τα αποτελέσματα ανά ΧΥΤΑ ενώ στις στήλες των πινάκων καταγράφονται η ποσότητα των απορριμμάτων που μεταφέρεται από κάθε πληθυσμιακό κέντρο και τον ΣΜΑ στο συγκεκριμένο ΧΥΤΑ (πίνακας 3) καθώς και τα κόστη που προκύπτουν σε κάθε πληθυσμιακό κέντρο και τον ΣΜΑ κατά τη μεταφορά των απορριμμάτων από τις βάσεις παραγωγής τους στους ΧΥΤΑ (πίνακας 4).

Ο ΧΥΤΑ στη θέση 2 σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προβλήματος έχει τη δυνατότητα να δέχεται σε καθημερινή βάση ποσότητα απορριμμάτων ίση με 70 τόνους. Το σύνολο της ποσότητας αυτής προέρχεται από 10 πληθυσμιακά κέντρα για κάθε ένα από τα οποία παράγεται και διαφορετικό κόστος.

Ο ΧΥΤΑ στη θέση 15 έχει τη δυνατότητα να δέχεται σε καθημερινή βάση ποσότητα απορριμμάτων ίση με 255,1 τόνους. Το σύνολο της ποσότητας αυτής προέρχεται από 8 πληθυσμιακά κέντρα.

Ο ΧΥΤΑ στη θέση 54 έχει τη δυνατότητα να δέχεται σε καθημερινή βάση ποσότητα απορριμμάτων ίση με 119,5 τόνους. Το σύνολο της ποσότητας αυτής προέρχεται από 7 πληθυσμιακά κέντρα.

Ο ΣΜΑ της περιοχής του Πύργου δύναται να μεταφέρει καθημερινά την ποσότητα των 61,2 τόνων απορριμμάτων τα οποία προέρχονται από τα πληθυσμιακά κέντρα του Λάλα, του Πύργου, των Κρεστένων και της Ζαχάρως και μεταφέρονται στον ΧΥΤΑ 54. Στον ακόλουθο πίνακα καταγράφονται οι ποσότητες των απορριμμάτων και τα κόστη ανά πληθυσμιακό κέντρο.

ΣΜΑ	α/πληθυσμιακό κέντρο	Κόστος/πληθυσμιακό κέντρο
ΛΑΛΑΣ	3,3tn	1.473.120
ΠΥΡΓΟΣ	34,4tn	0
ΚΡΕΣΤΕΝΑ	14,1tn	4.568.400
ΖΑΧΑΡΩ	9,4tn	4.669.920
ΣΥΝΟΛΟ	61,2tn	10.711.440

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

ΠΛΗΘ/ΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΧΥΤΑ 2	ΧΥΤΑ 15	ΧΥΤΑ 54	ΣΥΝΟΛΟ
	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΩΝ/ΠΛΗΘ/ΚΟ ΚΕΝΤΡΟ(tn)			
ΨΑΘΟΠΥΡΓΟΣ	2			2
ΔΡΕΠΑΝΟ	2			2
ΛΑΜΠΙΡΙ	3,2			3,2
ΡΙΟΝ	9,2	80,8		90
ΛΙΓΙΟ	27,9			27,9
ΔΙΑΚΟΠΤΟ	6,3			6,3
ΑΚΡΑΤΑ	4			4
ΧΑΛΑΝΔΡΙΤΣΑ	4,4			4,4
ΚΑΛΑΒΡΥΤΑ	7,6			7,6
ΚΛΕΙΤΟΡΙΑ	3,4			3,4
ΠΑΤΡΑ		153,5		153,5
ΒΡΑΧΝΕΙΚΑ		4		4
ΑΜΑΛΙΑΔΑ			25,2	25,2
ΛΑΛΑΣ				0
ΠΥΡΓΟΣ				0
ΚΑΤΑΚΟΛΟ			3	3
ΚΡΕΣΤΕΝΑ				0
ΖΑΧΑΡΩ				0
ΛΑΚΚΟΠΕΤΡΑ		3		3
ΑΡΑΞΟΣ		2		2
Κ.ΑΧΑΙΑ		6		6
ΑΛΙΣΣΟΣ		1,1		1,1
ΛΟΥΣΙΚΑ		4,7		4,7
ΒΑΡΔΑ			7,3	7,3
ΔΕΧΑΙΝΑ			5	5
ΚΥΛΛΗΝΗ			3,7	3,7
ΒΑΡΘΟΛΟΜΙΟ			4,7	4,7
ΓΑΣΤΟΥΝΗ			9,4	9,4
ΣΜΑ			61,2	61,2
ΣΥΝΟΛΟ	70	255,1	119,5	444,6

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

ΠΛΗΘ/ΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	ΧΥΤΑ 2	ΧΥΤΑ 15	ΧΥΤΑ 54	ΣΥΝΟΛΟ
ΚΟΣΤΟΣ/ΠΛΗΘ/ΚΟ ΚΕΝΤΡΟ(€)				
ΨΑΘΟΠΥΡΓΟΣ	680.400			680.400
ΔΡΕΠΑΝΟ	720.000			720.000
ΛΑΜΠΙΡΙ	547.200			547.200
ΡΙΟΝ	4.222.800	10.471.680		14.694.480
ΑΙΓΙΟ	552.420			552.420
ΔΙΑΚΟΠΤΟ	1.530.900			1.530.900
ΑΚΡΑΤΑ	1.749.600			1.749.600
ΧΑΛΑΝΔΡΙΤΣΑ	2.336.399,85			2.336.400
ΚΑΛΑΒΡΥΤΑ	3.378.960			3.378.960
ΚΛΕΙΤΟΡΙΑ	2.435.760			2.435.760
ΠΑΤΡΑ		17.406.900		17.406.900
ΒΡΑΧΝΕΙΚΑ		1.072.800		1.072.800
ΑΜΑΛΙΑΔΑ			2.268.000	2.268.000
ΛΑΛΑΣ				0
ΠΥΡΓΟΣ				0
ΚΑΤΑΚΟΛΟ			826.200	826.200
ΚΡΕΣΤΕΝΑ				0
ΖΑΧΑΡΩ				0
ΛΑΚΚΟΠΕΤΡΑ		1.733.400		1.733.400
ΑΡΑΞΟΣ		1.292.400		1.292.400
Κ.ΑΧΑΙΑ		2.775.600		2.775.600
ΑΛΙΣΣΟΣ		435.600		435.600
ΛΟΥΣΙΚΑ		2.005.020		2.005.020
ΒΑΡΔΑ			3.718.620	3.718.620
ΛΕΧΑΙΝΑ			1.566.000	1.566.000
ΚΥΛΛΗΝΗ			1.425.240	1.425.240
ΒΑΡΘΟΛΟΜΙΟ			989.820	989.820
ΓΑΣΤΟΥΝΗ			1.421.280	1.421.280
ΣΜΑ			6.572.880	6.572.880
ΚΟΣΤΟΣ ΜΤΦ ΠΛΗΘ/ΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ-ΣΜΑ				10.711.440
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΜΑ				9.000.000
ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	18.154.440	37.193.400	18.788.040	93.847.320

4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως προκύπτει από την ανάλυση των αποτελεσμάτων για τις δυο περιπτώσεις, σημειώνεται μια κοστολογική διαφορά της τάξεως του 1% στην περίπτωση δημιουργίας 3 ΧΥΤΑ και ενός σταθμού μεταφοράς έναντι της λύσης η οποία προτείνει την δημιουργία των 4 ΧΥΤΑ. Παρά την κοστολογική διαφορά υπάρχουν και τα κοινά σημεία στις 2 λύσεις τα οποία εντοπίζονται στη δημιουργία των ΧΥΤΑ στις θέσεις 2 και 15 οι οποίοι και στις δυο περιπτώσεις δέχονται την ίδια ποσότητα απορριμμάτων σε τόνους (70 τόνους για τον ΧΥΤΑ στη θέση 2 και 234.59 τόνους στη θέση 15), με διαφορά στο κόστος για τον ΧΥΤΑ 15 της τάξεως του 2% στην δεύτερη περίπτωση κατά την οποία όμως εξυπηρετεί 5 επιπλέον πληθυσμιακά κέντρα. Ακόμα στην περίπτωση δημιουργίας των 3 ΧΥΤΑ και του ΣΜΑ το συνολικό κόστος αυξάνεται κατά 8,7%.

Ωστόσο, η τελική απόφαση για την επιλογή της πιο αποδοτικής λύσης ανήκει στις εκάστοτε διαχειριστικές αρχές οι οποίες θα κληθούν να επιλέξουν την πιο συμφέρουσα λύση, λαμβάνοντας επίσης υπ' όψιν τους το αποτέλεσμα της γεωλογικής μελέτης που θα πρέπει να ακολουθήσει για την καταλληλότητα του εδάφους στα προτεινόμενα σημεία δημιουργίας ΧΥΤΑ αλλά και τις αντιδράσεις των πολιτών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία Ελληνόγλωσσα

1. Κωστής Κουτσόπουλος, Νίκος Ανδρουλακάκης, "Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με χρήση του Λογισμικού ArcGIS", Εκδόσεις Παπασωτηρίου (2003).
2. R.Elmarsī, S.B.Navathe, "Θεμελιώδεις Αρχές Συστημάτων Βάσεων Δεδομένων-Τόμος Β", Εκδόσεις Δίαυλος (2001).

Επιστημονικές Μελέτες

3. Shams-ur Rahman, David K. Smith, "Use of Location –Allocation Models in Health Service Development Planning in Developing Nations", European Journal of Operation Research, (June 1999), 438-442, 446-449.
4. Antonio P.Antunes, "Location Analysis Helps Solid Waste in Central Portugal", (August 1999), 35, 37-38, 41-42.
5. Richard L. Church, "Geographic Information Systems and Location Science", Computers & Operations Research, (2002), 541-543, 557-558.

Ηλεκτρονικές Πηγές

6. www.esdkna.gr/pages/xyta.htm, "Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Ν. Αττικής, Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων"
7. www.dimitriskaranikolas.gr, "Τι είναι οι ΧΥΤΑ" Μαρία Καζάκου, Το άρθρο φιλοξενείται στο δικτυακό τόπο του Δημήτρη Καρανικόλα, δημοσιογράφου της NET και EPT και Δημ. Συμβούλου του Αλίμου.

8. www.remsenslab.geol.uoa.gr/cv/evelpidou/evelpidou_eng/Master/chap1a.htm, "Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών", Ευελπίδου Νίκη Dr. Geologist – Dr. Geographaeologist – M.Sc. Geography and Environment Πανεπιστημίου Αθηνών.
9. www.esdkna.gr/pages/stathmoi2.htm, "Ένιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Ν. Αττικής, Σταθμοί Μεταφόρτωσης"

Άρθρα Εφημερίδων

10. "Σκουπίδια- Οι χωματερές των πολιτικών υποσχέσεων", Καθημερινή, (Ιούνιος 2005)
11. "Το αίσχος των 5.500 ανεξέλεγκτων χωματερών", Το Βήμα, (Ιούλιος 2000)