



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

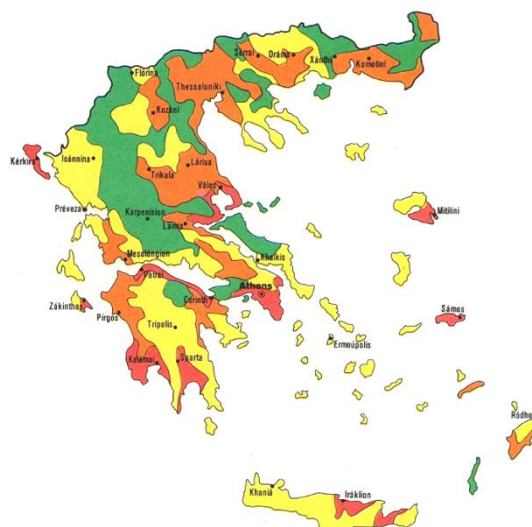
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: **LOGISTICS**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ :

Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)
ΣΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΕΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

ΠΑΛΙΟΓΙΑΝΝΗΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ
ΜΠΛ/1033

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΧΟΝΔΡΟΚΟΥΚΗΣ ΓΡΗΓΟΡΗΣ



ΠΕΙΡΑΙΑΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2012

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Αφιερωμένο στους γονείς μου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διπλωματική αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων, με ειδίκευση τα Logistics.

Με την παρούσα εργασία ολοκληρώνεται ο κύκλος των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Μέρος της διπλωματικής μου εργασίας είχα την τιμή να παρουσιάσω με μορφή πόστερ στο διεθνές συνέδριο: International Workshop on Biomass Torrefaction for Energy, το οποίο πραγματοποιήθηκε στο Albi της Γαλλίας τον Μάιο του 2012.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το Ίδρυμα Μποδοσάκη για την οικονομική του στήριξη τα δύο αυτά σχεδόν χρόνια των Μεταπτυχιακών μου σπουδών, την συνάδελφο Χημικό Μηχανικό Κάρκα Παρασκευή για την βοήθεια και στήριξη στα θέματα GIS και τους καθηγητές μου από το Μεταπτυχιακό για τις γνώσεις που μου προσέφεραν πάνω στην Εφοδιαστική Αλυσίδα.

"Biomass is the promise and the hope that you don't have to use a food source, or anything near a food source, to create a greater good. You can use agricultural material that would be thrown away . . . it would be a great way to lower the cost, and that's really the bottom line."

Ann Tucker

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	2
Περιεχόμενα.....	3
Περίληψη.....	5
ΕΝΟΤΗΤΑ 1 – Θεωρητικό Μέρος	
1.1. Εισαγωγή.....	7
1.2. Η έννοια του Πληροφοριακού Συστήματος.....	9
1.3. Τύποι Πληροφοριακών Συστημάτων.....	10
1.4. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.....	13
1.5. Στοιχεία ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών.....	19
1.6. Τα δεδομένα σε ένα Γ.Σ.Π.....	22
1.7. Βάσεις Χωρικών Δεδομένων.....	23
1.8. Ανάλυση.....	25
1.9. Πλαίσιο Εφαρμογής.....	27
1.10. Βιομάζα.....	31
1.11. Αξιοποίηση της βιομάζας.....	31
1.12. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την χρήση της βιομάζας.....	32
1.13. Διεργασίες μετατροπής της βιομάζας.....	35
1.14. Βιο-διυλιστήρια.....	37
1.15. Συμπαγωγή ηλεκτρισμού- θερμότητας για κάλυψη των αναγκών θέρμανσης- ψύξης- ηλεκτρισμού σε γεωργικές βιομηχανίες.....	40
1.16. Κριτήρια Επιλογής Διεργασίας Μετατροπής.....	41
ΕΝΟΤΗΤΑ 2 – Υπολογιστικό Μέρος	
2.1. Εισαγωγή.....	43
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1	
2.1.1. Μεθοδολογικό Πλαίσιο.....	44
2.1.2 Κατασκευή ΒΔ και Θεματικών Χαρτών στο GIS.....	44
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2	
2.2.1. Παραδοχές.....	53
2.2.2. Η Εξίσωση του Κόστους Μεταφοράς.....	54
2.2.3. Εύρεση Κεντροειδών και Υπολογισμός Αποστάσεων d.....	56
2.2.4. Χαρακτηριστικά μιας τοποθεσίας.....	63
2.2.5. Σενάριο 1: Επιλογή Τοποθεσίας για Κατασκευή Βιο-διυλιστηρίου.....	64
2.2.6. Σενάριο 2: Επιλογή Τοποθεσίας για Κατασκευή Εργοστασίου Παραγωγής Ενέργειας.....	70

ΕΝΟΤΗΤΑ 3 - Αποτελέσματα και Επεξεργασία Αποτελεσμάτων

3.1. Σενάριο 1: Επιλογή Τοποθεσίας για Κατασκευή Βιο-διυλιστηρίου.....	72
3.2. Σενάριο 2: Επιλογή Τοποθεσίας για Κατασκευή Εργοστασίου Παραγωγής Ενέργειας.....	74
3.3. Σενάριο 3: Ο Διαχωρισμός της τοποθεσίας της προ-επεξεργασίας από την επεξεργασία της βιομάζας.....	76
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	80
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	82
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	91
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....	93

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διπλωματική αυτή εργασία εστιάζει στην χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) για την δημιουργία βάσεων δεδομένων και την υποστήριξη αποφάσεων σχετικά με την ύπαρξη και αξιοποίηση αγροτικών παραπροϊόντων γεωργίας. Κατά την συγκομιδή αγροτικών προϊόντων όπως το σιτάρι, το κριθάρι, η βρώμη, το βαμβάκι και άλλα σιτηρά προκύπτουν υπολείμματα όπως φύλλα, κλωνάρια, στελέχη και ρίζες τα οποία αποτελούν βιομάζα και μπορούν να αξιοποιηθούν για ενεργειακούς και άλλους σκοπούς από εξειδικευμένες εγκαταστάσεις.

Στο πρώτο σκέλος της παρούσας διπλωματικής χρησιμοποιείται ένα πρόγραμμα του GIS, το MapInfo, στο οποίο εισάγονται πληροφορίες σχετικές με την ποσότητα παραγωγής υπολειμμάτων αγροτικών προϊόντων, αλλά και με την διαθέσιμη ενέργεια ανά είδος υπολείμματος και ανά νομό της Ελλάδας. Το MapInfo ουσιαστικά μπορεί να λειτουργήσει ως μία βάση δεδομένων η οποία ωστόσο εμπεριέχει και γεωγραφική πληροφορία. Έτσι με την βοήθεια «ερωτημάτων» επί της βάσης δεδομένων μπορούμε να γνωρίζουμε την ποσότητα των αγροτικών υπολειμμάτων ανά συγκεκριμένο είδος καρπού και ανά νομό. Τα απαραίτητα δεδομένα συλλέγονται από την Ετήσια Γεωργική Στατιστική Έκθεση της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας και μετασχηματίζονται προκειμένου να προκύψουν οι βάσεις δεδομένων διαθέσιμης ποσότητας και διαθέσιμης ενέργειας ανά είδος αγροτικού υπολείμματος και νομού. Δεδομένα λαμβάνονται για υπολείμματα σιταριού, κριθαριού, καλαμποκιού, βαμβακιού, ρυζιού, καπνού, ηλίανθου, ζαχαρότευτλων και βρώμης.

Στο δεύτερο σκέλος του υπολογιστικού μέρους της παρούσας εργασίας καταστρώνεται ένα πρόγραμμα σε MATLAB προκειμένου να εντοπιστούν οι κατάλληλες τοποθεσίες για την εγκατάσταση εργοστασίων επεξεργασίας βιομάζας. Τα δύο σενάρια που αναπτύσσονται είναι:

- η επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας για την κατασκευή βιο-διυλιστηρίου, με πρώτη ύλη υπολείμματα βαμβακιού και ζαχαρότευτλων,
- η επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας για την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ενέργειας από υπολείμματα σιταριού, καλαμποκιού, ρυζιού, κριθαριού, καπνού, ηλίανθου και βρώμης.

Η επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας/νομού για κάθε σενάριο γίνεται αρχικά με βάση το ελάχιστο κόστος μεταφοράς των υπολειμμάτων από τις πηγές παραγωγής στο σημείο επεξεργασίας. Το κόστος μεταφοράς βιομάζας αποτελεί το 70% του λειτουργικού κόστους ενός εργοστασίου επεξεργασίας βιομάζας και στην συγκεκριμένη μελέτη αποτελείται από δύο μέρη: *το σταθερό κόστος*, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται το κόστος συμπίεσης της βιομάζας και είναι ανάλογο με την ποσότητα των μεταφερόμενων υπολειμμάτων και *το μεταβλητό κόστος*, το οποίο εξαρτάται από την διανυόμενη απόσταση.

Στην συνέχεια η τοποθεσία που προτείνεται από τον αλγόριθμο του MATLAB, αξιολογείται ως προς τα γεωγραφικά και τοπολογικά χαρακτηριστικά της, όπως η απόσταση από κεντρική οδική αρτηρία και η γεινίαση με κατοικημένες περιοχές σε

απόσταση μικρότερη από 1km. Σε αυτή την αξιολόγηση συμβάλλει ο χάρτης GIS με τίτλο CORINE Land Cover.

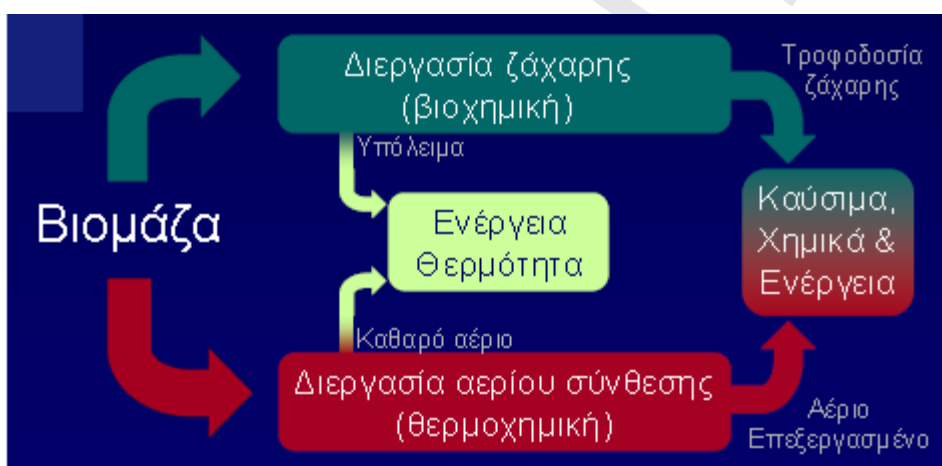
Τέλος στην Ενότητα 3 της εργασίας αναπτύσσεται ακόμη ένα σενάριο το οποίο βασίζεται στα αποτελέσματα των δύο προηγούμενων. Στο σενάριο αυτό γίνεται διαχωρισμός της τοποθεσίας προ-επεξεργασίας της βιομάζας από την τοποθεσία κυρίως επεξεργασίας της. Ανάλογα με τα αποτελέσματα των σεναρίων 1 και 2 αναζητείται εκείνη η τοποθεσία που θα μπορούσε να υποστηρίξει καλύτερα στην κατασκευή ενός εργοστασίου αναβάθμισης (προ-επεξεργασίας) της βιομάζας. Κριτήρια για την επιλογή αυτή αποτελούν οι παραγόμενες ποσότητες υπολειμμάτων ανά νομό καθώς και οι αποστάσεις των υποψήφιων νομών από τις προτεινόμενες τοποθεσίες των εργοστασίων των προηγούμενων σεναρίων.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

Θεωρητικό Μέρος

1.1. Εισαγωγή

Η απόφαση για την τοποθέτηση εγκαταστάσεων επεξεργασίας βιομάζας, είτε πρόκειται για βιο-διυλιστήριο είτε για εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας είτε και για τα δύο, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κόστος μεταφοράς των πρώτων υλών, αλλά και των προϊόντων, καθώς και από την γεωγραφία της ευρύτερης περιοχής. Ιδιαίτερα, στην υποστήριξη της απόφασης για την εύρεση της κατάλληλης τοποθεσίας για την κατασκευή τέτοιων εγκαταστάσεων, αλλά και για την δημιουργία βάσεων δεδομένων που περιέχουν ανά νομό τις ποσότητες γεωργικών υπολειμμάτων που μπορούν να αξιοποιηθούν, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρέχουν σημαντική βοήθεια.



Εικόνα 1. Τα δύο βασικά μονοπάτια επεξεργασίας της βιομάζας που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα εργασία.

Ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.) αποτελείται από εξοπλισμό Η/Υ και λογισμικό για την εισαγωγή, αποθήκευση, ανάκτηση, μετασχηματισμό, μέτρηση, συνδυασμό, κερματισμό και απεικόνιση χωρικών (ή γεωγραφικών) δεδομένων τα οποία έχουν ψηφιοποιηθεί και έχουν καταχωρηθεί σε ένα κοινό σύστημα συντεταγμένων. Για να έχουμε την δυνατότητα να πραγματοποιήσουμε τις παραπάνω διεργασίες, τα δεδομένα που έχουν εισαχθεί (σαφής θέση μιας οντότητας στον χώρο), όπως επίσης και για τις ιδιότητές τους.

Κατ' ελάχιστον τα Σ.Γ.Π. πρέπει να είναι ικανά για τα παρακάτω:

- Εισαγωγή δεδομένων, διόρθωση και διαχείριση αυτών
- Αποθήκευση δεδομένων και ανάκτηση
- Εκτέλεση ερωτήσεων (queries) ή άντληση πληροφοριών βασισμένες στις ιδιότητες των δεδομένων ή τη θέση τους στον χώρο ή συνδυασμό των παραπάνω
- Δημιουργία βάσεων δεδομένων βασισμένων στις παραπάνω ερωτήσεις

- Παραγωγή πινακοποιημένων γραφικών και ψηφιακών εξαγομένων

Μερικές από αυτές τις δυνατότητες (π.χ. εισαγωγή δεδομένων, εξαγωγή, διόρθωση, αποθήκευση και ανάκτηση) είναι κοινές και σε άλλα είδη λογισμικού, όμως η δυνατότητα να παρέχουν απαντήσεις σε γεωγραφικές ερωτήσεις είναι αυτή που ξεχωρίζει τα Σ.Γ.Π.

Ένα Σ.Γ.Π. διαφέρει από ένα χάρτη κατά πολλούς τρόπους. Ο χάρτης είναι μια απεικόνιση της επιφάνειας της γης, ενώ ένα Σ.Γ.Π. καταγράφει χωρικά κατανεμημένες ιδιότητες σε αριθμητική μορφή. Ένας χάρτης απεικονίζει ταυτόχρονα μία ποικιλία ιδιοτήτων του τοπίου (π.χ. τοπογραφία, βλάστηση, οδικό δίκτυο), ενώ ένα Σ.Γ.Π. αποθηκεύει τις ιδιότητες αυτές ξεχωριστά. Ο χάρτης είναι στατικός και πολύ δύσκολο να ανανεωθεί, ενώ ένα θεματικό επίπεδο δεδομένων ενός Σ.Γ.Π. μπορεί να ανανεωθεί πολύ εύκολα. Ο χάρτης αποτελεί ένα τελικό προϊόν, ενώ το τελικό προϊόν της ανάλυσης Σ.Γ.Π. μπορεί να είναι είτε ένας χάρτης ή κάποια άλλα δεδομένα και πληροφορίες. Παρόλο που ο χάρτης μπορεί να είναι μια μορφή εισαγωγής δεδομένων σε ένα Σ.Γ.Π. ή εξαγωγίμο προϊόν, ένα Σ.Γ.Π. ενισχύει σημαντικά την πολλαπλή χρησιμότητα των χαρτογραφημένων δεδομένων λόγω της πληθώρας των τεχνικών διεργασιών που υποστηρίζει την επεξεργασία δεδομένων και την ποσοτική ανάλυση αυτών.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι Σ.Γ.Π. οι οποίοι διαφέρουν στον τρόπο με τον οποίο αποθηκεύουν τα δεδομένα. Τα βασιζόμενα στην **ψηφιδωτή** δομή δεδομένων (**raster**) Σ.Γ.Π. ή ακόμη και γνωστά ως βασιζόμενα σε πλέγμα κανάβου (grid) ή εικονοστοιχεία (pixel) συστήματα. Αυτά απεικονίζουν και αποθηκεύουν τις ιδιότητες του τοπίου σε μία μήτρα διατεταγμένων σε πλέγμα κελιών, το καθένα από τα οποία φέρει την αριθμητική τιμή που αντιστοιχεί στην ιδιότητα που απεικονίζει. Τα **διανυσματικά (vector)** Σ.Γ.Π., τα οποία απεικονίζουν τις ιδιότητες του τοπίου ως σημεία, γραμμές και πολύγωνα. Η κάθε μία από τις δύο παραπάνω αναφερόμενες δομές δεδομένων έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της, ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία χρησιμοποιούνται τα Σ.Γ.Π.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών συχνά θεωρούνται τομέας των Γεωγράφων και Τοπογράφων, ένας μύθος που τείνει να διαιωνιστεί από τους παραπάνω αλλά και από άλλους επιστήμονες δυστυχώς. Βάζοντας στην άκρη συντεχνιακές προκαταλήψεις, κάποιος πρέπει να εξετάσει πως οι επιστημονικές ανάγκες εξυπηρετούνται από τις δυνατότητες της τεχνολογίας. Ένα Σ.Γ.Π. είναι κατάλληλο να αναλύσει ερωτήσεις χωρικής φύσεως (δηλαδή, που έχουν σχέση με τον πραγματικό τρισδιάστατο χώρο), ερωτήσεις στις οποίες η θέση μιας βιολογικής οντότητας, σχετιζόμενης με άλλους οργανισμούς ή το περιβάλλον επηρεάζει την λειτουργία (και λειτουργικότητά) της.

Τα Σ.Γ.Π. κατά παράδοση χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση και περιγραφή χαρακτηριστικών της επιφάνειας της γης, αλλά οι δυνατότητες διαχείρισης και ανάλυσης δεδομένων που παρέχουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν με κάθε είδους χωρικά κατανεμημένων δεδομένων. Τα Σ.Γ.Π. μπορούν να αναλύσουν δεδομένα σε μια ποικιλία χωρικής κλίμακας, από μικροσκοπική μέχρι παγκόσμια.

[1,2]

1.2. Η έννοια του πληροφοριακού συστήματος

Με τον όρο σύστημα εννοούμε ένα σύνολο στοιχείων, διαρθρωμένων με κάποια συγκεκριμένη οργανωτική δομή που επιτελεί ή αναπτύσσει μία σειρά δραστηριοτήτων και επιδιώκει την επίτευξη ενός καθορισμένου στόχου. Κάθε σύστημα επικοινωνεί με το περιβάλλον του δεχόμενο εισροές από αυτό, τις οποίες μετασχηματίζει στο εσωτερικό του και αποδίδει με τη σειρά του τα αποτελέσματα αυτού του μετασχηματισμού στο περιβάλλον. Το σύνολο των εισροών στο σύστημα αναφέρεται ως εισοδος ή input. Αντίστοιχα το σύνολο των εκροών από το σύστημα αναφέρεται με τον όρο έξοδος ή output. Τέλος η διαδικασία των μετασχηματισμών των εισροών στο εσωτερικό του συστήματος λέγεται επεξεργασία ή process.

Εκτός από την τυποποιημένη διαδικασία εισόδου, επεξεργασίας, εξόδου, ένα σύστημα, στο βαθμό που αποτελεί μέρος του ευρύτερου συστήματος, δέχεται άτυπες, μη προκαθορισμένες εισροές από το περιβάλλον του, που αποτελούν παράγοντα επιβίωσης και προσαρμογής σε νέες θέσεις ισορροπίας.

Ένα πληροφοριακό σύστημα, το οποίο αποτελεί υποσύστημα ενός οργανισμού, έχει σαν στόχο να παρέχει πληροφορίες στα όργανα διοίκησης, επεξεργαζόμενο τα διάφορα δεδομένα, με σκοπό να υποστηρίξει διοικητικές πράξεις και αποφάσεις για την αποτελεσματικότερη άσκηση των καθηκόντων τους. Οι εισροές ενός Π.Σ. είναι δεδομένα ή data και οι εκροές είναι πληροφορίες ή information. [3]

Ένα πληροφοριακό σύστημα, είτε είναι χειρογραφικό είτε μηχανογραφικό, αποτελείται μεταξύ άλλων και από τα ακόλουθα τέσσερα στοιχεία:

- Συλλογή δεδομένων: τα δεδομένα αφορούν, αριθμούς, γεγονότα, συζητήσεις, διαδόσεις, κ.α.
- Αποθήκευση δεδομένων: τα δεδομένα είναι δυνατό να αποθηκευτούν στο μυαλό του χρήστη, σε καρτελοθήκη, σε αρχείο, ή σε τράπεζα δεδομένων Η/Υ.
- Επεξεργασία δεδομένων: η επεξεργασία των δεδομένων περιλαμβάνει κυρίως την ανάλυση, την κωδικοποίηση, την ταξινόμηση και την σύνθεση των δεδομένων.
- Παρουσίαση της πληροφορίας: Η παρουσίαση της πληροφορίας στον χρήστη γίνεται στην μορφή που αυτός την χρειάζεται.

Στην διεθνή βιβλιογραφία είναι γενικά παραδεκτό ότι δεν υπάρχει ομοφωνία ως προς τον ορισμό του Πληροφοριακού Συστήματος. Ωστόσο είναι αποδεκτό το γεγονός ότι ένα Π.Σ. αποτελεί μία ειδική κατηγορία συστήματος, του οποίου τα στοιχεία είναι άνθρωποι, διαδικασίες, δεδομένα, λογισμικό και υλικός εξοπλισμός τα οποία αλληλεπιδρούν και συνεργάζονται για να επεξεργασθούν δεδομένα και να παρέχουν πληροφορία στον χρήστη. Το Π.Σ. είναι επομένως ένα επιχειρησιακό σύστημα το οποίο επεξεργάζεται δεδομένα από το εσωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης και παρέχει πληροφορίες στην διοίκησή της, έτσι ώστε να ληφθούν γρήγορα οι σωστές και έγκυρες αποφάσεις. [4]

Οι κύριες γενικές λειτουργίες ενός Π.Σ. είναι οι ακόλουθες:

- Η αναγνώριση και η κάλυψη των πληροφοριακών αναγκών των χρηστών.
- Η επιλογή συναφών δεδομένων από την μεγάλη ποικιλία των δεδομένων στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης.
- Η δημιουργία της πληροφορίας από τα επιλεγμένα δεδομένα με την χρήση των κατάλληλων εργαλείων, και
- Η μεταφορά της δημιουργημένης πληροφορίας στους χρήστες. [3]

1.3. Τύποι Πληροφοριακών Συστημάτων

Ιστορικά υπάρχουν οι ακόλουθοι τύποι επεξεργασίας δεδομένων:

1. Χειρόγραφος τρόπος
2. Μηχανική μέθοδος (π.χ. με λογιστική μηχανή)
3. Ηλεκτρονική μέθοδος (π.χ. με την χρήση Η/Υ)

Ένα Π.Σ. είτε είναι χειρόγραφο είτε μηχανογραφημένο, αποτελείται από πέντε βασικά μέρη με τα οποία πραγματοποιείται η αποστολή του. Σε οποιονδήποτε τύπο συστήματος οι βασικές του λειτουργίες είναι οι ακόλουθες:

1. Εισαγωγή δεδομένων στο σύστημα
2. Επεξεργασία δεδομένων
3. Διατήρηση αρχείων
4. Ανάπτυξη διαδικασιών
5. Εξαγωγή πληροφοριών από το σύστημα

Στο χειρόγραφο σύστημα οι πέντε αυτές λειτουργίες εκτελούνται από τον άνθρωπο, ενώ στο μηχανογραφημένο σύστημα με την βοήθεια του Η/Υ.

Σε έναν οργανισμό καθημερινά λαμβάνουν χώρα δοσοληψίες όπως παραγγελίες, παραλαβές, πωλήσεις, τιμολογήσεις. Οι στοιχειώδεις κινήσεις – γεγονότα – που υποστηρίζουν τις βασικές επιχειρησιακές ενέργειες στο επίπεδο λειτουργίας ενός οργανισμού ονομάζονται συναλλαγές (transactions).

Τα μηχανογραφημένα Π.Σ. περιλαμβάνουν τα:

- a) Συστήματα Επεξεργασίας Συναλλαγών/ Ηλεκτρονικής Επεξεργασίας Δεδομένων (Η.Ε.Δ.)
- b) Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης (Π.Σ.Δ.)
- c) Συστήματα Υποστήριξης Διοίκησης (Σ.Υ.Δ.)

Τα Συστήματα Υποστήριξης Διοίκησης διακρίνονται σε:

- Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων
- Έμπειρα συστήματα και
- Στρατηγικά πληροφοριακά Συστήματα. **[4, 5]**

a) Συστήματα Επεξεργασίας Συναλλαγών (Transaction Processing Systems)

Η επεξεργασία των συναλλαγών αποτελεί βασική δραστηριότητα των οικονομικών μονάδων και τα συστήματα που την υποστηρίζουν είναι ζωτικής σημασίας για τις λειτουργίες και τις δραστηριότητες των μονάδων αυτών. Ένα σύστημα της μορφής αυτής παρέχει διαδικασίες για καταγραφή και παραγωγή πληροφοριών σχετικών με κάποιες δοσοληψίες. Τυπικά τα συστήματα της κατηγορίας αυτής είναι: διαχείριση αποθήκης, επεξεργασία λογιστικών εφαρμογών, διαχείριση μιας βιβλιοθήκης, κλπ. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των Π.Σ. είναι η δυνατότητά τους να αντιμετωπίζουν δομημένες και επαναλαμβανόμενες διαδικασίες, οι οποίες μπορούν εύκολα να πραγματοποιούνται με την βοήθεια Η/Υ.

Κοινό χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι ότι συμβάλλουν ουσιαστικά στην βελτίωση της λειτουργίας και της απόδοσης του οργανισμού ή της επιχείρησης με το να παρέχουν γρήγορα και έγκυρα ακριβείς πληροφορίες. Ένα σύστημα επεξεργασίας συναλλαγών, εκτός από την συλλογή και επεξεργασία δεδομένων, ενημερώνει αυτόματα και τα υπάρχοντα αρχεία με τα αντίστοιχα δεδομένα και παράγει τα απαραίτητα έγγραφα της συναλλαγής. Τέλος είναι δυνατό να συνεργάζεται άμεσα με κάποιο άλλο μηχανογραφικό σύστημα μέσω της ηλεκτρονικής μεταβίβασης δεδομένων (electronic data interchange –EDI).

b) Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης (Management Information Systems)

Ένα Πληροφοριακό Σύστημα Διοίκησης (Π.Σ.Δ.) συλλέγει και επεξεργάζεται δεδομένα και μεταφέρει τις προκύπτουσες από αυτά πληροφορίες, που είναι απαραίτητες για την λήψη δομημένων κυρίως αποφάσεων, στα διευθυντικά στελέχη. Είναι δηλαδή συστήματα τα οποία εκτός από την υποστήριξη δοσοληψιών παρέχουν επιπλέον υποστήριξη στις δραστηριότητες της διαχείρισης, ανάληψης και λήψης αποφάσεων από την διοίκηση του οργανισμού – επιχείρησης. Η υποστήριξη παρέχεται με την προετοιμασία σε μορφή αναφορών ή/και διαγραμμάτων, πινάκων, κλπ στις οθόνες τερματικών ή σε εκτυπωμένη μορφή, κατά τακτά χρονικά διαστήματα, για χρήση από στελέχη σε διάφορα ιεραρχικά επίπεδα. Κύριο χαρακτηριστικό των πληροφοριών αυτών είναι η αυστηρή δομή.

Θα πρέπει να τονίσουμε ότι τα Π.Σ.Δ. δεν παίρνουν από μόνα τους τις αποφάσεις, ούτε λένε στα διευθυντικά στελέχη πώς να τις πάρουν, αλλά απλά παρέχουν σε αυτά τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες στην διαδικασία λήψης των αποφάσεων. Τα Π.Σ.Δ. είναι επιχειρησιακά εργαλεία για την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων και ιδιαίτερα των αποφάσεων εκείνων που είναι κατανοητές, επαναλαμβανόμενες και δομημένες. **[3,5]**

c) Συστήματα Υποστήριξης Διοίκησης

Τα συστήματα αυτά βοηθούν την διοίκηση της επιχείρησης στη λήψη μη-δομημένων αποφάσεων.

- Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (Decision Support Systems)

Τα συστήματα αυτά αξιοποιούν δεδομένα και (συνήθως μαθηματικά) μοντέλα, βοηθούν στην επίλυση των μη δομημένων ή ημιδομημένων προβλημάτων, δηλαδή των προβλημάτων εκείνων στα οποία δε μπορεί να δοθεί μια άμεση απάντηση, διότι απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση, που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η κρίση του διευθυντικού στελέχους και η υποκειμενική του ανάλυση. Είναι ευκολόχρηστα από ανθρώπους που δεν γνωρίζουν την χρήση Η/Υ, άρα φιλικά στον χρήστη.

- Έμπειρα συστήματα (Expert Systems)

Τα έμπειρα συστήματα που ονομάζονται και Συστήματα Εμπειρογνώμονες ή Γνωμονικά Συστήματα, είναι προγράμματα Η/Υ που αναφέρονται σε εξειδικευμένους τομείς της ανθρώπινης γνώσης και αναπτύσσονται με βάση τη γνώση ειδικών για να λύσουν προβλήματα για τα οποία κανονικά χρειάζεται ανθρώπινη γνώση και εμπειρία. Είναι δηλαδή προγράμματα Η/Υ τα οποία μιμούνται τον τρόπο με τον οποίο τα στελέχη των επιχειρήσεων και των οργανισμών λαμβάνουν τις μη δομημένες κυρίως αποφάσεις τους. Τέλος είναι συστήματα που δεν στηρίζονται στην συναλλαγή (transaction) αν και χρησιμοποιούν τη συναλλαγή με δεδομένα. Ένα ξεχωριστό χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι η ικανότητά τους να αιτιολογήσουν αν τους ζητηθεί την πορεία που ακολούθησαν για να φτάσουν στην απάντηση.

- Στρατηγικά πληροφοριακά Συστήματα (Strategic Information Systems)

Με τα στρατηγικά πληροφοριακά συστήματα επιδιώκεται η σύνδεση των δυνατοτήτων της πληροφορικής με την επιχειρησιακή στρατηγική των οικονομικών μονάδων. Μέσω της στρατηγικής χρήσης της πληροφορικής ο οργανισμός αποκτά σημαντικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα.

Τα τελευταία χρόνια έχει κάνει την εμφάνισή του και μια άλλη κατηγορία Π.Σ., αυτή που επεξεργάζεται δεδομένα αποθηκευμένα σε διάφορα μέσα (ήχος, κείμενο, φωνή, video). Πρόκειται για τα Πληροφοριακά Συστήματα Πολυμέσων (Multimedia Information Systems).

Μία άλλη ξεχωριστή κατηγορία Π.Σ. είναι τα Συστήματα Πραγματικού Χρόνου (Real Time Systems). Πρόκειται για συστήματα τα οποία είναι ικανά να λαμβάνουν συνεχώς μεταβαλλόμενα δεδομένα από εξωτερικές πηγές και επεξεργάζονται δεδομένα τόσο γρήγορα ώστε να μπορούν να επηρεάσουν τις πηγές των δεδομένων. Στα συστήματα αυτά ο παράγων χρόνος παίζει μεγάλη σημασία, μάλιστα κατά την ανάπτυξή τους τίθεται ως απαίτηση οι επεξεργασίες του συστήματος να γίνονται στον ελάχιστο δυνατό χρόνο. Τόσο το υλικό όσο και το λογισμικό πρέπει να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιήσουν την απαίτηση αυτή. Συστήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της εναέριας κυκλοφορίας και στα Συστήματα Διοίκησης Ελέγχου και Πληροφοριών (Command Control Information Systems) που παρέχουν στις στρατιωτικές διοικήσεις έγκαιρα και επαρκή στοιχεία για τη σχεδίαση, διεύθυνση, συντονισμό και έλεγχο των στρατιωτικών επιχειρήσεων.

[3,4,5]

1.4. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Ένα Σύστημα Πληροφοριών που βασίζεται στην διαχείριση γεωγραφικών πληροφοριών (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν μπορεί να περιέχει και μη χωρικές – περιγραφικές πληροφορίες) ονομάζεται Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (Geographical Information System – GIS).

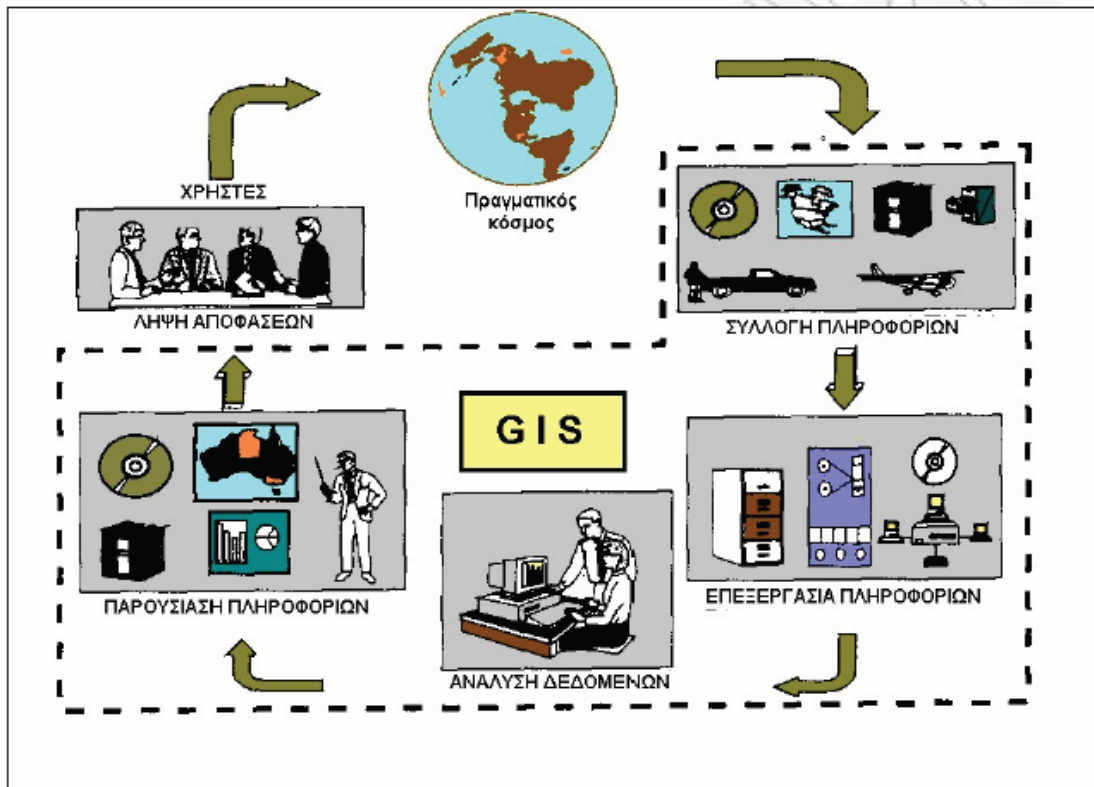
- Γεωγραφικό (Geographical): η γεωγραφία του πραγματικού κόσμου, η χωρική κατανομή των πραγμάτων.
- Σύστημα (System): η τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των σχετικών περιφερειακών μονάδων. Η υποστήριξη, αειφόρος λειτουργία και αναβάθμισή τους.
- Πληροφοριών (Information): δεδομένα και πληροφορίες, η σημασία και η χρήση τους.

Τα Γ.Σ.Π. δέχονται δεδομένα από πολλαπλές πηγές οι οποίες μπορεί να έχουν πολλές διαφορετικές τυποποιήσεις και δομές. Στους διαφορετικούς τύπους δεδομένων συμπεριλαμβάνονται χάρτες, εικόνες, φωτογραφίες, ψηφιακά προϊόντα, σήματα/μετρήσεις GPS, κείμενα, πίνακες δεδομένων. Τα Γ.Σ.Π. συνδυάζουν δεδομένα και συνεργάζονται με έναν μεγάλο αριθμό άλλων επιστημονικών κατευθύνσεων, όπως η γεωγραφία, η χαρτογραφία, η τηλεπισκόπηση, η γεωδαισία, η τοπογραφία, η επιστήμη του πολιτικού μηχανικού, η στατιστική, η πληροφορική, η στατιστική, έρευνα, κ.ά.

Αποστολή των Γ.Σ.Π. είναι να εφοδιάσουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων με τις απαραίτητες πληροφορίες. Οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται, είτε για να αναγνωρίσουν και να επισημάνουν την ύπαρξη και τη θέση ενός προβλήματος, είτε για να ανιχνεύσουν και να αναλύσουν τις διάφορες εναλλακτικές λύσεις ή και για να βοηθήσουν στην εκτέλεση μιας απόφασης. **[6,7]**

Οι ερωτήσεις που απαντά ένα Γ.Σ.Π. σχετίζονται με τα ακόλουθα:

- Τοποθεσία (τι υπάρχει στο...;)
- Κατάσταση (που είναι...;)
- Τάσεις (τι έχει αλλάξει από...;)
- Μοτίβα (τι χωρικές επαναλήψεις υπάρχουν...;)
- Δημιουργία μοντέλων (τι θα συμβεί αν...;) **[8]**



Εικόνα 2. Διαδικασία χρήσης ενός Γ.Σ.Π. [8]

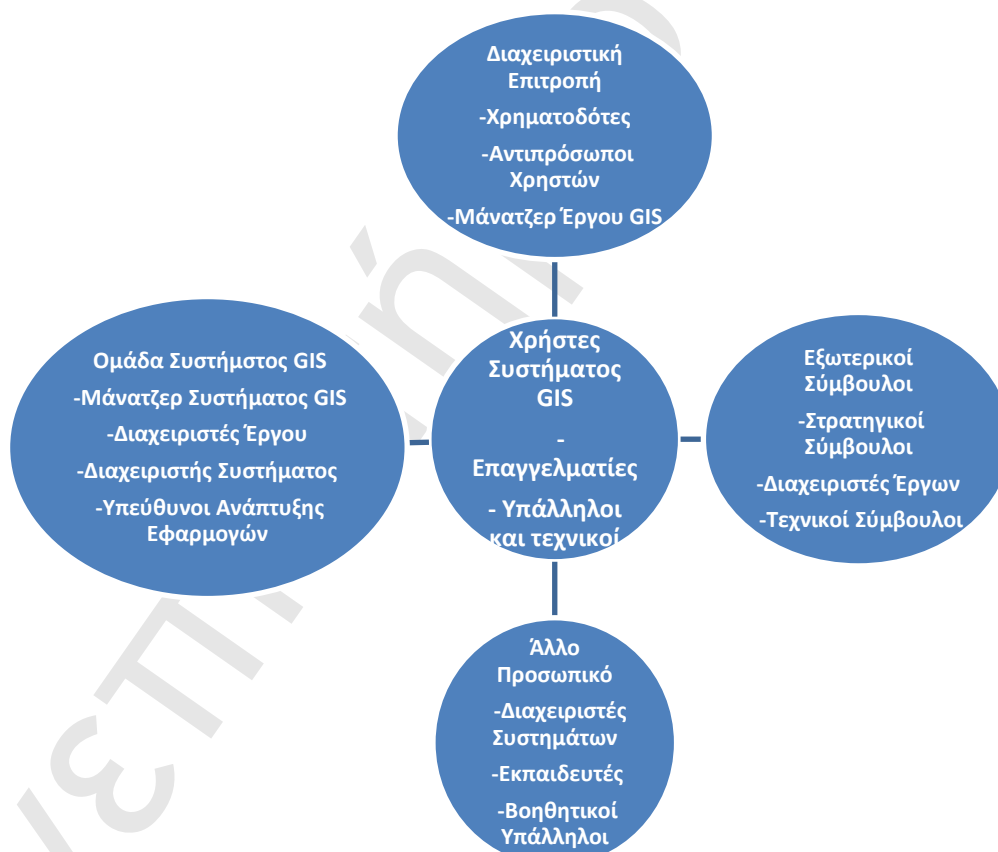
Τα Γ.Σ.Π. αποτελούν μια δυναμική και συνεχώς αναπτυσσόμενη τεχνολογία της σύγχρονης εποχής και έρχεται να αντικαταστήσει παραδοσιακούς τρόπους εργασίας και παραγωγής. Σε αυτή την εξέλιξη είναι αναπόφευκτο να ακολουθήσουν τρία βασικά στάδια έως την πλήρη αποδοχή τους:

- Άρνηση χρήσης και αποδοχής
- Προσεκτική αποδοχή και χρήση
- Πλήρης αποδοχή και εφαρμογή των πλεονεκτημάτων που παρέχουν. [7]

Οι Χρήστες του GIS

Οι χρήστες του συστήματος GIS είναι οι πελάτες του. Υπάρχουν δύο κύρια είδη χρηστών (πέρα από τους επικεφαλής των οργανισμών που μπορεί να βασίζονται στο σύστημα GIS για πληροφορίες σχετικά με τη λήψη καίριων αποφάσεων). Πρόκειται για επαγγελματίες χρήστες και υπαλλήλους τεχνικούς. Στους επαγγελματίες χρήστες περιλαμβάνονται μηχανικοί, σχεδιαστές, επιστήμονες, οικολόγοι, κοινωνικοί λειτουργοί και τεχνολόγοι που χρησιμοποιούν τα αποτελέσματα του συστήματος GIS στην εργασία τους. Τέτοιοι χρήστες είναι συνήθως καλά εκπαιδευμένοι στον τομέα τους, αλλά μπορεί να μην διαθέτουν προχωρημένες δεξιότητες στη χρήση υπολογιστών ή ιδιαίτερες γνώσεις για τα συστήματα GIS. Συνήθως είναι σε θέση να μάθουν να χειρίζονται μόνοι τους το σύστημα και να προσαρμόζονται σε τροποποιήσεις των υπηρεσιών. Οι υπάλληλοι και οι τεχνικοί συχνά απασχολούνται μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων του έργου GIS, σε εργασίες όπως η συλλογή δεδομένων, η δημιουργία χαρτών, η δρομολόγηση και

η απόκριση σε κλήσεις εξυπηρέτησης. Συνήθως τα μέλη αυτής της ομάδας έχουν περιορισμένη κατάρτιση και δεξιότητες επίλυσης συγκεκριμένων προβλημάτων. Χρειάζονται σθεναρή και αξιόπιστη υποστήριξη. Σε αυτή την ομάδα μπορεί να περιλαμβάνεται και προσωπικό ή άλλα εμπλεκόμενα άτομα άλλων τμημάτων ή έργων, βοηθητικών του συστήματος GIS, με μερική ή πλήρη απασχόληση, όπως για παράδειγμα διαχειριστές συστημάτων, βοηθητικοί υπάλληλοι, ή μηχανικοί λογισμικού που προέρχονται από μια κοινή δεξαμενή ανθρώπινων πόρων ή διαχειριστές άλλων βάσεων δεδομένων ή συστημάτων που πρέπει να διασυνδεθούν με το σύστημα GIS. Τέλος σε πολλά έργα GIS χρησιμοποιούνται εξωτερικοί σύμβουλοι. Αυτοί πρέπει να περιλαμβάνουν στρατηγικούς συμβούλους, διαχειριστές έργων ή τεχνικούς συμβούλους που έχουν την δυνατότητα να συμπληρώσουν το διαθέσιμο προσωπικό. Αν και με μία πρώτη ματιά αυτό φαίνεται περιττό έξοδο, πρόκειται για πολύ καλά καταρτισμένα και εξαιρετικά προσηλωμένα στο έργο τους άτομα. Μπορούν να αποτελέσουν πολύτιμη προσθήκη για ένα έργο, ειδικά αν οι εσωτερικές γνώσεις και πόροι είναι περιορισμένα, αλλά και για συγκριτική αποτίμηση του έργου σε σχέση με προσεγγίσεις που ακολουθήθηκαν σε άλλα έργα. Ωστόσο η εσωτερική ομάδα δεν πρέπει να βασίζεται υπερβολικά στους συμβούλους επειδή, όταν αυτοί αποχωρήσουν, μαζί τους θα πάρουν όλες τις κρίσιμες γνώσεις και την υψηλού επιπέδου πείρα.



Εικόνα 3. Οι βασικές ομάδες που εμπλέκονται στα έργα GIS είναι: η διαχειριστική επιτροπή, η ομάδα του συστήματος GIS (με επικεφαλής ένα μάνατζερ), οι χρήστες, οι εξωτερικοί σύμβουλοι και διάφοροι πελάτες.

Ορισμοί Γ.Σ.Π.

Όσο αφορά τους ορισμούς που δόθηκαν για τα Γ.Σ.Π. κατά καιρούς αξίζει να αναφερθούμε σε μερικούς από αυτούς. Ένας μάλλον ευρύς ορισμός του Goodchild (1985), είναι ο ακόλουθος: «Γ.Σ.Π. είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απεικόνισης πληροφοριών σχετικών με ζητήματα γεωγραφικής φύσης». Ο όρος «ολοκληρωμένος» σημαίνει ότι το Γ.Σ.Π. αντιμετωπίζεται όχι μόνο ως ένα άθροισμα μηχανημάτων και προγραμμάτων, αλλά ως μια νέα διαφορετική τεχνολογία. [2,6]

Ένας επίσης επιτυχημένος ορισμός δόθηκε από τον Carter (1989) και σύμφωνα με αυτόν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι «όλα εκείνα τα πληροφοριακά συστήματα τα οποία εστιάζουν σε χωρικά ενδιαφέροντα και φαινόμενα σε κλίμακες από όλη τη γη μέχρι την μοναδιαία ιδιοκτησία (land parcel). Τα Γ.Σ.Π. έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τα υπόλοιπα πληροφοριακά συστήματα, με το επιπλέον χαρακτηριστικό της ύπαρξης της χωρικής διάστασης. Υπάρχει μεγάλος αριθμός Γ.Σ.Π. πολλά από τα οποία είναι γνωστά με άλλα ονόματα». [2]

Ένας ίσως ακριβέστερος ορισμός έχει δοθεί από την F.I.G. (Federation Internationale des Geometres-1983). Σύμφωνα με αυτόν, «Σύστημα Πληροφοριών Γης είναι ένα εργαλείο για την λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη, το οποίο αποτελείται από μία βάση δεδομένων που περιέχει για μία έκταση στοιχεία προσδιορισμένα στο χώρο και τα οποία σχετίζονται με τη γη και από την άλλη αποτελείται από διαδικασίες και τεχνικές για την συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων. Η βάση ενός Γ.Σ.Π. είναι ένα ενιαίο σύστημα (γεωγραφικής) αναφοράς, το οποίο επίσης διευκολύνει τη σύνδεση των στοιχείων μεταξύ τους, καθώς και με άλλα συστήματα που περιέχουν στοιχεία για τη γη».

Στον τελευταίο ορισμό πρέπει να γίνουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

- Οι αποφάσεις που παίρνονται με βάση τα στοιχεία ενός Γ.Σ.Π. δεν είναι μόνο «νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής», αλλά και «κοινωνικής», με την έννοια ότι επηρεάζουν και επηρεάζονται από χαρακτηριστικά και συνθήκες καθαρά κοινωνικής προέλευσης και φύσης, όπως π.χ. η αντίληψη που υπάρχει σε κάθε χώρα για το δικαίωμα εξουσίας της γης και τους περιορισμούς του δικαιώματος αυτού, η πολιτική που επιλέγεται να ακολουθηθεί σε θέματα πολεοδομικά, χωροταξικά, προστασίας περιβάλλοντος, κ.ά.
- Ένα Γ.Σ.Π. είναι ένα μέσο (σύστημα - τεχνολογία) όχι μόνο «για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη», αλλά και για την «παρακολούθηση και προστασία του περιβάλλοντος». Στις σημερινές συνθήκες διαρκούς και έντονης υποβάθμισης του περιβάλλοντος, που απ' ό,τι φαίνεται ήδη αποτελεί το καθοριστικότερο ζήτημα με το οποίο πρέπει η ανθρωπότητα να απασχοληθεί (πρόβλημα όζοντος, όξινη βροχή, εξαφάνιση δασών, κ.ά.), ενώ ταυτόχρονα η ανάπτυξη αντιμετωπίζεται ακόμα πολλές φορές ως μεγέθυνση κάποιων οικονομικών μεγεθών και όχι ως ολόπλευρη και ισόρροπη

συμβίωση του ανθρώπινου είδους με τον περιβάλλοντα χώρο, ο τονισμός του ρόλου που μπορεί να παίξει ένα Γ.Σ.Π. κάθε άλλο παρά περιττός είναι.

- Τέλος πρέπει να τονιστούν τα σημεία εκείνα του ορισμού που προσδιορίζουν ένα Γ.Σ.Π. όχι απλά ως μια (επιτυχημένη ή όχι) σύνθεση εξοπλισμού αυτοματοποίησης και προγραμμάτων αλλά ως ένα σύνολο διαδικασιών και τεχνικών για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων. Το σημείο αυτό δείχνει με σαφήνεια ότι το σύστημα έχει άμεση σχέση με το κοινωνικό περιβάλλον, την καθημερινή λειτουργία καθενός φορέα – χρήστη, την επικοινωνία ανάμεσα στους φορείς που είναι αρμόδιοι για την συλλογή ή την επεξεργασία των πληροφοριών και βεβαίως με ζητήματα οικονομίας και τελικά πολιτικής γης. [6]

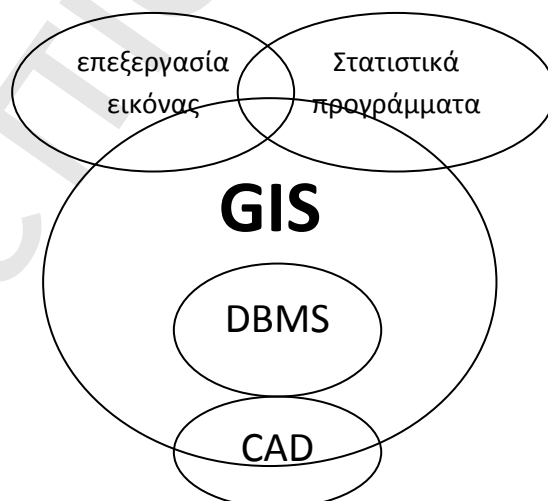
Με ένα σύστημα GIS μπορεί κανείς να:

- Εκτελέσει χωρικά ερωτήματα (queries)
- Αναλύσει δεδομένα
- Δημιουργήσει χάρτες και μοντέλα
- Πάρει καλύτερες αποφάσεις και βρει καλύτερες λύσεις. [8]

Στον σχεδιασμό ενός Γ.Σ.Π. πρέπει να συμβάλλουν τα στελέχη, ανάλογα με τις ανάγκες τους και ο σύμβουλος, ο οποίος πρέπει να έχει καθοδηγητικό ρόλο. Χρήστες ενός Γ.Σ.Π. μπορεί να είναι διευθυντές, διοικητικοί και πολιτικοί προϊστάμενοι, μηχανικοί, τεχνικοί και επιστημονικό προσωπικό, διοικητικό προσωπικό, ειδικοί πληροφορικής, εσωτερικοί χρήστες, συνεργάτες, πολίτες. [7]

Σχετιζόμενα Συστήματα

Τα Σ.Γ.Π. είναι σχετιζόμενα και πολλές φορές συνδεδεμένα, με άλλους τύπους λογισμικού που ξεχωρίζουν από τα δεδομένα που χρησιμοποιούν και τις αναλύσεις που εκτελούν. Παρόλο που αυτά τα συστήματα έχουν σχεδιαστεί για άλλους σκοπούς, μοιράζονται με τα Σ.Γ.Π. πολλές όμοιες λειτουργίες και η διάκριση μεταξύ τους έχει γίνει ασαφής με τον χρόνο (εικόνα). [1]



Εικόνα 4. Σχέσεις μεταξύ Σ.Γ.Π. και σχετιζόμενων συστημάτων υπολογιστών.

Ένα Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων – ΣΔΒΔ (Database Management System- DBMS) είναι λογισμικό που οργανώνει και αναζητεί δεδομένα. Ένα Σ.Γ.Π. περιέχει ΣΔΒΔ, αλλά ένα ΣΔΒΔ από μόνο του δε δίνει την δυνατότητα χωρικών (στον τρισδιάστατο χώρο) ερωτήσεων και τις δυνατότητες απεικόνισης ενός Σ.Γ.Π.

Μερικά Σ.Γ.Π. έχουν εσωτερικά ΣΔΒΔ ενώ άλλα συνδέονται με αυθύπαρκτο λογισμικό ΣΔΒΔ (όπως π.χ. τα Dbase, INFO, Informix, Oracle, mSQL, mySQL) που επιτρέπει στον χρήστη την επεξεργασία των δεδομένων και έξω από το Σ.Γ.Π.

Η στατιστική ανάλυση είναι ένα σημαντικό εργαλείο αλλά τα περισσότερα Σ.Γ.Π. εκτελούν μόνο θεμελιώδεις στατιστικές αναλύσεις (αθροίσματα, μέσοι όροι, ελάχιστες και μέγιστες τιμές). Για πιο προχωρημένες εφαρμογές στατιστικής, τα δεδομένα μεταφέρονται από ένα Σ.Γ.Π. σε ένα πακέτο στατιστικής ανάλυσης ή χρησιμοποιούν λογισμικό που αυτόματα συνδέει ένα Σ.Γ.Π. με ένα πακέτο στατιστικής ανάλυσης. Μερικά στατιστικά πακέτα έχουν την δυνατότητα δημιουργίας χαρτών ομοίων με αυτούς των Σ.Γ.Π.

Τα συστήματα σχεδίασης με την βοήθεια υπολογιστή – Σ.Β.Υ. (Computer Aided Design) σχεδιάστηκαν αρχικά για την αναπαραγωγή σχεδίων τεχνικών αντικειμένων, αλλά έχουν χρησιμοποιηθεί και για γεωγραφικές εφαρμογές. Σαν ένα Σ.Γ.Π. ένα σύστημα Σ.Β.Υ. σχετίζει σημεία, γραμμές και πολύγωνα σε ένα χωρικό πλαίσιο αναφοράς. Διαφορετικά χαρακτηριστικά αποθηκεύονται σε διαφορετικά επίπεδα δεδομένων τα οποία μετέπειτα συνδυάζονται για να παράγουν το τελικό προϊόν. Παρόλα αυτά και σε αντίθεση με τα Σ.Γ.Π. είναι πολύ δύσκολο να σχετισθούν ιδιότητες από βάσεις δεδομένων στις γεωγραφικές οντότητες (δηλαδή τμήματα του σχεδίου) και αυτόματα να προσδιοριστούν συμβολισμοί σύμφωνα με κριτήρια που τίθενται από τον χρήστη.

Ένα σύστημα ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας (digital image processing system) αποτελείται από λογισμικό και εξοπλισμό Η/Υ για την ανάλυση ψηφιακών εικόνων. Οι δορυφορικές εικόνες λαμβάνονται από τον αισθητήρα (ή ανιχνευτή) ως μήτρα εικονοστοιχείων (matrix of pixels) με κάθε εικονοστοιχείο της μήτρας που αποτελεί την εικόνα να περιλαμβάνει ψηφιακά φασματικά δεδομένα. Για παράδειγμα κάθε εικονοστοιχείο του πολυφασματικού ανιχνευτή Landsat (MSS) καλύπτει μία επιφάνεια εδάφους 79X79 μέτρων.

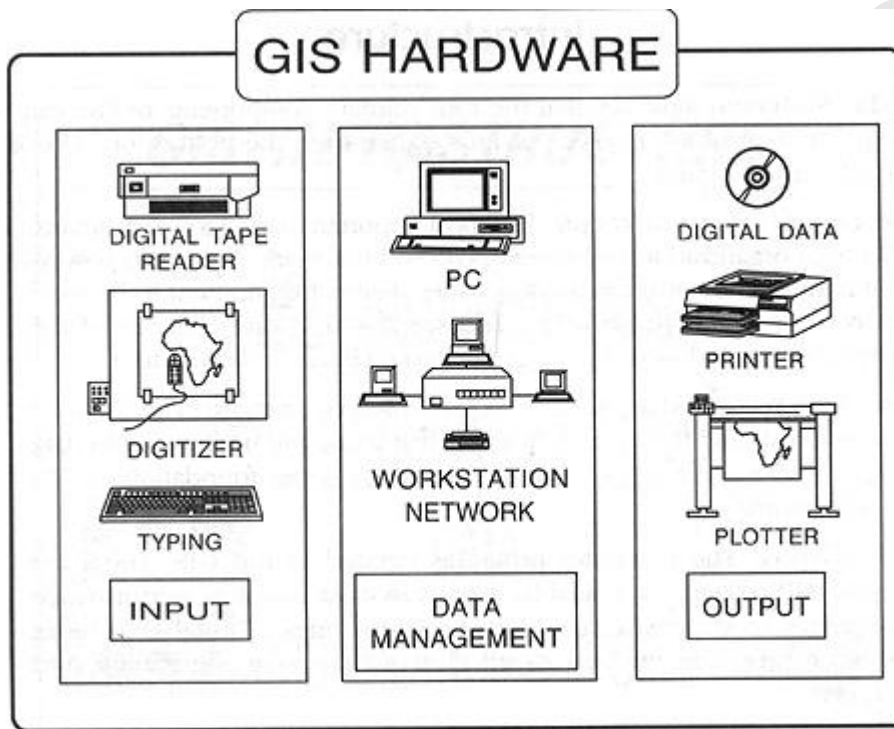
Τα συστήματα ανάλυσης εικόνας σχεδιάστηκαν για την ανάλυση συνδυασμών φασματικών δεδομένων για την αναπαραγωγή και απεικόνιση χαρακτηριστικών της επιφάνειας της γης. Δεδομένου ότι λειτουργούν με εικονοστοιχεία σε μία διάταξη μήτρας καννάβου, τα συστήματα επεξεργασίας εικόνας έχουν πολλές δυνατότητες όμοιες με αυτές των ψηφιδωτών (raster) Σ.Γ.Π. αλλά έχουν επιπλέον προγραμματιστικές ικανότητες για την ανάλυση και ταξινόμηση φασματικών δεδομένων. [1]

1.5. Στοιχεία ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν πέντε σημαντικά επίπεδα υποδομής:

α) Υποδομή Hardware

Η υποδομή Hardware αποτελείται συνήθως από τα αντικείμενα που εμφανίζονται στην εικόνα 1.



Εικόνα 5. Πηγή: Federation of American Scientists - Κύρια μέρη της υποδομής Hardware των GIS

Ένας ψηφιοποιητής (digitizer) ή ένα scanner μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εισαγωγή γεωγραφικών δεδομένων με την μετατροπή χαρτών καθώς και εγγράφων σε ψηφιακή μορφή. Ο υπολογιστής περιέχει σκληρό δίσκο για την αποθήκευση των δεδομένων αλλά επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν το δίκτυο, τα DVD και οι εξωτερικοί σκληροί δίσκοι και άλλες συσκευές για επιπλέον χώρο. Για την αναπαράσταση των δεδομένων χρησιμοποιείται κάποιο plotter, εκτυπωτής ή οποιαδήποτε άλλη συσκευή παρουσίασης. [1,7]

β) Υποδομή Software

Η Υποδομή software των GIS βασίζεται σε πέντε βασικά στοιχεία:

- i) Εισαγωγή δεδομένων και επαλήθευση,
- ii) Αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων,
- iii) Παρουσίαση και εξαγωγή δεδομένων,

iv) Μετασχηματισμός δεδομένων και

v) Αλληλεπίδραση με το χρήστη.

Η εισαγωγή δεδομένων και η επαλήθευση τους περιλαμβάνει τη συλλογή χωρικών δεδομένων από υπάρχοντες χάρτες, παρατηρήσεις στο πεδίο καθώς και με τη βοήθεια αισθητήρων (τηλεπισκόπηση, αεροφωτογραφίες και όργανα καταγραφής) αλλά και τη μετατροπή τους σε ψηφιακή μορφή. Η αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων επιτυγχάνεται με τη δημιουργία μίας βάσης χωρικών δεδομένων στην οποία η τοποθεσία, η τοπολογία και τα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών στοιχείων όπως είναι οι γραμμές, τα πολύγωνα και τα σημεία που αναπαριστούν φαινόμενα του πραγματικού κόσμου συνδέονται με ένα οργανωμένο και δομημένο τρόπο. Τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται για αυτή τη διαδικασία ονομάζονται Database Management Systems (DBMS). Η αναπαράσταση των δεδομένων και της πληροφορίας έχει να κάνει με το πως παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της γεωγραφικής ανάλυσης στους τελικούς αποδέκτες. Τα αποτελέσματα μπορούν να παρουσιάζονται με τη μορφή χαρτών, πινάκων ή και διαγραμμάτων και αναλόγως την περίπτωση σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή. Ο μετασχηματισμός των δεδομένων περιλαμβάνει κυρίως όλες εκείνες τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την διόρθωση λαθών στα δεδομένα ή για την ενημέρωση τους ώστε να εναρμονίζονται με τα υπόλοιπα γεωγραφικά δεδομένα καθώς και όλες εκείνες τις μεθόδους και λειτουργίες που εφαρμόζουμε για να απαντήσουμε ερωτήσεις μέσω των GIS. Οι περισσότεροι γνωστοί και δημοφιλείς μετασχηματισμοί περιέχουν τις λειτουργίες αλλαγής κλίμακας και προβολής ή συστήματος συντεταγμένων, ανάκτηση δεδομένων με χρήση λογικών εκφράσεων (π.χ Boolean algebra) καθώς και υπολογισμούς επιφανειών και περιμέτρων. Παρόλα αυτά οι τρόποι μετασχηματισμού γεωγραφικών δεδομένων είναι απεριόριστοι καθώς ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει τους δικούς του ώστε να ικανοποιήσει τις ανάγκες της γεωγραφικής ανάλυσης. Οι developers των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών έχουν αναπτύξει στα περισσότερα λογισμικά GIS, επιφάνειες αλληλεπίδρασης (interfaces) με τους χρήστες ώστε να μπορούν να επιδράσουν στο σύστημα. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με τη χρήση των μενού όμως για τους power users των GIS υπάρχει και η επιλογή του Command Line Interpreter (CLI) όπου ο χρήστης αλληλεπιδρά με το λογισμικό γράφοντας τις εντολές που θέλει να εκτελεστούν ελέγχοντας έτσι το σύστημα απόλυτα. Φυσικά δεν είναι δυνατόν να εκτελεστούν όλες οι λειτουργίες που επιθυμούμε μέσω αυτού του τρόπου αλληλεπίδρασης για αυτό το λόγο τα περισσότερα συστήματα GIS παρέχουν τη δυνατότητα δημιουργίας προγραμμάτων ώστε να προσαρμόσουμε το λογισμικό στις ανάγκες μας με χρήση γλωσσών προγραμματισμού όπως είναι η Vbscript, Javascript, Python, C# κτλ. **[6,7]**

γ) Μέθοδοι εφαρμογής - Ειδικευμένο προσωπικό

Οι παραπάνω υποδομές αν και σημαντικές παραμένουν περιορισμένης αξίας αν δεν χρησιμοποιούνται από ειδικευμένο προσωπικό πάνω στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ή αν δεν υπάρχει οριοθετημένο αντικείμενο εφαρμογής και μεθοδολογία για την χρήση τους. Η συγκεκριμένη πτυχή στον χώρο των GIS έχει παραμεληθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια παρόλα αυτά αποτελεί αναγκαίο κομμάτι για τη σωστή και αποδοτική λειτουργία ενός ολοκληρωμένου Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών. Οι μέθοδοι αποτελούν εκείνα τα διαχειριστικά πρότυπα

και τους κανόνες που απαιτούνται για την εφαρμογή της τεχνολογίας των GIS και την επίλυση του προβλήματος. Κάποια από αυτά είναι de facto και χρησιμοποιούνται για το μεγαλύτερο εύρος των εφαρμογών ενώ άλλα πρέπει να προσαρμοστούν ανάλογα το πρόβλημα, την περιοχή, τον οργανισμό και το είδος των δεδομένων. Το ειδικευμένο προσωπικό μπορεί να παίξει το ρόλο του διαχειριστή του συστήματος καθώς και του ειδικού ανάπτυξης σχεδίων για υλοποίηση. Οι άνθρωποι που απαιτούνται για την λειτουργία της τεχνολογίας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών μπορούν να είναι τεχνικοί υπολογιστών, μάνατζερ, τεχνικοί GIS, ειδικοί εφαρμογών, αναλυτές αγοράς κτλ. [7]

δ) Δεδομένα

Τα γεωγραφικά ή χωρικά δεδομένα (**spatial data**) αποτελούν το θεμέλιο λίθο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ενώ χρησιμεύουν σαν μία αναπαράσταση του πραγματικού κόσμου. Περιέχουν στοιχεία για τη **θέση (location)** των φαινομένων που παρατηρούνται στον πραγματικό κόσμο όσον αφορά ένα οριοθετημένο σύστημα συντεταγμένων, τα **χαρακτηριστικά (attributes)** αυτών των φαινομένων καθώς και στοιχεία για την αλληλοσυσχέτιση μεταξύ τους η οποία περιγράφει τον τρόπο σύνδεσης αυτών των δεδομένων και ονομάζεται **τοπολογία ή (topology)**. Για να θεωρηθούν τα χωρικά δεδομένα ποιοτικά ώστε να χρησιμοποιηθούν σε μία γεωγραφική ανάλυση απαιτείται ο έλεγχος τους όσον αφορά την ακρίβεια τους. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται σήμερα επί το πλείστον στα GIS είναι τα vector, raster, image και attribute data.

Ανάλογα με την φύση τους τα δεδομένα διακρίνονται σε:

- i. Σημειακά επίπεδα πληροφοριών (points, nodes), όπως εμφανίσεις μεταλλευμάτων, θέσεις γεωτρήσεων, τριγωνομετρικά σημεία, κ.ά. Εντοπίζονται στον γεωγραφικό χώρο με την χρήση γεωγραφικών συντεταγμένων.
- ii. Γραμμικά επίπεδα πληροφοριών (lines, arcs, edges), όπως ισουψείς καμπύλες, κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου και ρήγματα. Τα δίκτυα (οδικό, υδρογραφικό, κλπ) αποτελούνται από συνδέσμους (links) που ενώνονται σε κόμβους (nodes). Οι σύνδεσμοι παίρνουν την μορφή γραμμών όπου το κάθε τμήμα τους (segment) καταγράφεται με τις συντεταγμένες του αρχικού και του τελικού σημείου (point).
- iii. Επιφανειακά επίπεδα πληροφοριών/πολύγωνα (polygons or patches), τα οποία καταλαμβάνουν μία κλειστή έκταση, όπως διοικητικές, εδαφολογικές και λοθολογικές ενότητες.
- iv. Δεδομένα ανάγλυφου ή τρισδιάστατα (ογκομετρικά), τα οποία καταλαμβάνουν όχι μόνο μια συγκεκριμένη επιφάνεια, αλλά εκτείνονται και στον χώρο. Περιλαμβάνουν δηλαδή επιφάνειες καθώς και κατακόρυφες ή τρίτης διάστασης (Z) συντεταγμένες. Έχουν δηλαδή μήκος, έκταση και ύψος.

Τα μη χωρικά ή θεματικά ή περιγραφικά δεδομένα σχετίζονται ή περιγράφουν τα χαρακτηριστικά, τις ιδιότητες ή τις τιμές της χωρικής θέσης. Έτσι π.χ. η θέση μιας ισοϋψούς καμπύλης πάνω στο χάρτη είναι χωρική πληροφορία, ενώ ο χαρακτηρισμός της με βάση το υψόμετρό της μη χωρική. Ομοίως μη χωρικές πληροφορίες είναι ο χαρακτηρισμός κλάδων υδρογραφικού δικτύου σε περιοδικής και μόνιμης ροής, το βάθος γεώτρησης και η υδροπερατότητα λιθολογικών σχηματισμών. [7]

1.6. Τα δεδομένα σε ένα Γ.Σ.Π.

Τα δεδομένα που εισάγονται σε ένα Γ.Σ.Π. αποτελούνται από χωρικές και περιγραφικές πληροφορίες. Οι χωρικές πληροφορίες αφορούν κατά κύριο λόγο το ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο στο οποίο βασίζεται το Γ.Σ.Π. Οι ψηφιακοί χάρτες μπορούν να προκύψουν με διάφορους τρόπους, όπως π.χ. από επίγειες τοπογραφικές ή κτηματολογικές εργασίες, φωτογραμμετρικά δεδομένα, ψηφιοποίηση υπαρχόντων «χάρτινων» χαρτών. Οι περιγραφικές πληροφορίες συλλέγονται από υπάρχοντα ηλεκτρονικά ή συμβατικά αρχεία, εκθέσεις, συζητήσεις ή και από τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων. Η ακρίβεια, εγκυρότητα και επικαιρότητα των κάθε είδους πληροφοριών αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για την επιτυχία ή την αποτυχία του έργου της δημιουργίας και της χρησιμοποίησης ενός Γ.Σ.Π.

Μεγάλη σημασία για την αποτελεσματική χρήση ενός Γ.Σ.Π. έχουν και οι δυνατότητες απεικόνισης των αποτελεσμάτων και της παραγωγής προϊόντων από την επεξεργασία των αποθηκευμένων πληροφοριών. Η πιο απλή περίπτωση είναι η απεικόνιση των αποτελεσμάτων με την μορφή χαρτών και πινάκων στην οθόνη του υπολογιστή. [6]



Εικόνα 6. Απεικονίσεις αποτελεσμάτων Γ.Σ.Π. [8]

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα Γ.Σ.Π. επιτρέπει την σύνταξη θεματικών χαρτών, όπου με κατάλληλους συμβολισμούς δείχνονται τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των περιγραφικών πληροφοριών, την εξαγωγή των αποτελεσμάτων σε ψηφιακή μορφή, σε format αναγνώσιμο από άλλα προγράμματα, την έξοδο αναλυτικών στατιστικών στοιχείων με την μορφή αριθμών και διαγραμμάτων, τη

δημιουργία νέων αρχείων με δευτερογενή στοιχεία, και τη χρησιμοποίηση των αποτελεσμάτων της χωρικής ανάλυσης σε εκθέσεις και αναλύσεις. [6]

1.7. Βάσεις Χωρικών Δεδομένων

Το βασικό δομικό στοιχείο της γλώσσας των Η/Υ είναι το bit, το οποίο εκφράζει μια από δύο καταστάσεις και παίρνει τις τιμές 0 ή 1. Επομένως δημιουργείται ένα δυαδικό σύστημα όπου η βάση υπολογισμών είναι το 2. Τα δομικά αυτά στοιχεία ομαδοποιούνται σε οκταμελή σύνολα που ονομάζονται bytes. Ανάλογα βάσει καθορισμένων διαδικασιών (π.χ. ASCII ή EBCDIC), συγκεκριμένα bytes εκπροσωπούν χαρακτήρες, γράμματα, κλπ. Ένα σύνολο από bytes που συνδέονται μεταξύ τους δημιουργούν μια λέξη, η οποία αποτελείται συνήθως από 2,4,8 ή περισσότερα bytes. Οι λέξεις και τα bytes όταν ομαδοποιηθούν δημιουργούν ομάδες (blocks). Σε ένα δίσκο τα blocks έχουν συνήθως μέγεθος 512 bytes χωρίς να αποκλείονται και μεγαλύτερα.

Ένα ή περισσότερα blocks, όταν δημιουργούν μια λογική μονάδα, ονομάζονται πεδία (fields) και συνήθως εκφράζουν την ιδιότητα μιας οντότητας (π.χ. τον πληθυσμό ενός νομού). Τα πεδία ομαδοποιούνται σε εγγραφές (records) οι οποίες αναφέρονται σε συγκεκριμένες οντότητες, αντικείμενα, κλπ. Και οι οποίες ανάλογα με το είδος των στοιχείων που συλλέγονται, μπορεί να είναι είτε όλες του ίδιου είτε μεταβλητού μεγέθους. Οι εγγραφές με την σειρά τους ομαδοποιούνται αρχεία (files), το οποίο περιέχουν ένα χαρακτηριστικό είδος πληροφοριών. Ένα σύνολο από αρχεία δημιουργούν μία υψηλότερου επιπέδου κατηγορία που ονομάζεται βάση δεδομένων (database) και η οποία περιέχει σχετικά μεταξύ τους αρχεία. Το λογισμικό το οποίο υποστηρίζει και ελέγχει την είσοδο, την έξοδο και την αποθήκευση στοιχείων σε μία βάση δεδομένων, αποτελεί ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (Data Base Management System).

Η καταγραφή των χωρικών στοιχείων στη βάση δεδομένων μπορεί να φαίνεται σαν μια εύκολη διαδικασία. Όμως η προσπάθεια να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις εκείνες, ώστε τα στοιχεία που αποθηκεύονται στον Η/Υ να μπορούν να εκπροσωπούν οντότητες και συνεχή πεδία, καθώς επίσης να αντιπροσωπεύουν χαρακτηριστικά, θέση και χωρικές σχέσεις είναι ιδιαίτερα επίπονη και δύσκολη.

Επιπλέον βασική προϋπόθεση για τη λεπτομερή παρουσίαση των τρόπων με τους οποίους αποθηκεύονται τα χωρικά στοιχεία αποτελεσματικά και αποδοτικά στον υπολογιστή, είναι η αναφορά σε γενικά θέματα οργάνωσης δεδομένων με απώτερο σκοπό τη διασφάλιση καλύτερης αποθήκευσης και άνετης πρόσβασης. Επομένως δεν πρέπει να υπάρχει αμφιβολία ότι γνώσεις σχετικές με τα βασικά μοντέλα δεδομένων και τις μεθόδους δόμησής τους, θα βοηθούσε να γίνει καλύτερα κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας των συστημάτων και να γίνουν καλύτερα αντιληπτοί οι περιορισμοί και τα πλεονεκτήματά τους.

Τα βασικά και απαραίτητα χαρακτηριστικά οποιουδήποτε συστήματος αποθήκευσης δεδομένων είναι η γρήγορη και αποτελεσματική πρόσβαση και επεξεργασία των δεδομένων. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, μερικοί από τους οποίους και ανάλογα με την περίπτωση είναι πιο αποτελεσματικοί

από τους υπόλοιπους. Υπάρχει μία σχετικά μεγάλη ποικιλία μορφών, αρχείων και δομών των βάσεων δεδομένων:

- Απλοί κατάλογοι
- Αρχεία σειριακής διάταξης
- Αρχεία με μορφή ευρετηρίου [7]

Δομή και Διαχείριση Βάσεων Δεδομένων

Μολονότι τα αρχεία αποτελούν μια βασική μονάδα οργάνωσης των στοιχείων σε ένα Η/Υ, εντούτοις οι ανάγκες διαχείρισής τους απαιτούν μια οργανωτική μονάδα ανώτερου επιπέδου αυτής της βάσης δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα οι βάσεις δεδομένων περιλαμβάνουν πολλά αρχεία με στοιχεία που αναφέρονται σε σχετιζόμενα χαρακτηριστικά των ίδιων οντοτήτων, ή στοιχείων για οντότητες οι οποίες εξαιτίας της χωρικής τους εγγύτητας ή της χωρικής τους σύνδεσης απαιτείται να ενωθούν ή να ομαδοποιηθούν. Επομένως είναι απαραίτητο να οργανωθεί η διαδικασία με την οποία τα συγκεκριμένα αρχεία αποθηκεύονται και συνδέονται μέσα στον υπολογιστή έτσι ώστε να αναλυθούν πραγματικά φαινόμενα και να διασφαλισθεί η αποτελεσματική αποθήκευση και ανάκτηση των στοιχείων. Το λογισμικό το οποίο έχει σχεδιαστεί για την αποθήκευση και διαχείριση μεγάλου όγκου αρχείων και δεδομένων είναι το Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (Σ.Δ.Β.Δ.)

Τα σύγχρονα Σ.Δ.Β.Δ. χρησιμοποιούν μια ποικιλία μεθόδων για αποτελεσματική αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων, αλλά όλες βασίζονται σε τέσσερις θεμελιώδεις μεθόδους οργάνωσης της πληροφορίας, που παράλληλα απεικονίζουν τα λογικά πρότυπα που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της δομής του πραγματικού κόσμου. Οι δομές αυτές είναι γνωστές σαν:

- Ιεραρχική δομή
- Δικτυακή Δομή
- Σχεσιακή δομή
- Αντικειμενοστραφής δομή

Για να υλοποιηθεί μια βάση δεδομένων η χρησιμοποίηση ενός Σ.Δ.Β.Δ., που είναι ένα σύνολο διαδικασιών με την μορφή λογισμικού το οποίο χρησιμοποιείται για την οργάνωση και διαχείριση της βάσης δεδομένων. Τα Σ.Δ.Β.Δ. μπορούν να δημιουργηθούν χρησιμοποιώντας μια μόνο ή ένα συνδυασμό από τις ιεραρχικές, δικτυακές, σχεσιακές και αντικειμενοστραφείς δομές. Σύμφωνα με τους Burrough και McDonell σκοπός ενός Σ.Δ.Β.Δ. είναι να καταστήσει τα δεδομένα ενός Γ.Σ.Π. γρήγορα, προσπελάσιμα σε σημαντικό αριθμό χρηστών, διασφαλίζοντας παράλληλα την ακεραιότητα τους, να προστατεύει τα δεδομένα από διαγραφή και φθορά και να διευκολύνει την πρόσθεση, αφαίρεση και ενημέρωση των στοιχείων όταν απαιτείται. Βέβαια, για να μπορεί ένα Σ.Δ.Β.Δ. να επιτυγχάνει τέτοιους στόχους, θα πρέπει να έχει τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Να επιτρέπει την αποθήκευση, την ανάκληση καθώς και την επιλογή των δεδομένων με βάση ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά ή και σχέσεις.
- Να διαχωρίζει την αποθήκευση και ανάκληση δεδομένων από την χρήση τους σε προγράμματα εφαρμογών, εξασφαλίζοντας την ανεξαρτησία μεταξύ των διαδικασιών αυτών.
- Να παρέχει δίαυλο επικοινωνίας (interface) μεταξύ της βάσης δεδομένων και των προγραμμάτων εφαρμογών που βασίζονται στην λογική περιγραφή των δεδομένων.
- Να ανεξαρτητοποιεί τις λειτουργίες πρόσβασης των δεδομένων στην διαδικασία των εφαρμογών από την ίδια τη δομή αποθήκευσής τους, έτσι ώστε πιθανές αλλαγές στα μέσα και τους τρόπους αποθήκευσής τους να μην τις επηρεάζει.
- Να επιτρέπει στην πρόσβαση των δεδομένων ταυτόχρονα σε περισσότερους από έναν χρήστες.
- Να τυποποιεί την διαδικασία πρόσβασης στα δεδομένα, ομογενοποιώντας την.
- Να προστατεύει την βάση δεδομένων από παράνομες και άστοχες επεμβάσεις και τροποποιήσεις.
- Να παρέχει αυστηρούς κανόνες σχετικά με τη συνοχή και τη συνέπεια των δεδομένων οι οποίοι εφαρμόζονται αυτόματα. Με αυτούς τους κανόνες γίνεται εξάλειψη των λαθών, των παραλήψεων και των ανακολουθιών από τη βάση δεδομένων. **[6]**

1.8. Ανάλυση

Ένας οποιοσδήποτε χάρτης, από ένα οποιοδήποτε Γ.Σ.Π. αποτελεί σημείο εκκίνησης για μια σειρά από ερωτήσεις που εστιάζονται στην ανάλυση χώρου.

Η διεθνής βιβλιογραφία και εμπειρία έχει δείξει ότι η ανάλυση χωρικών προτύπων και χωρικών σχέσεων των γεωγραφικών στοιχείων πρέπει και μπορεί να αποτελέσει την κεντρική λειτουργία κάθε Γ.Σ.Π. Επομένως η στενή σχέση ανάμεσα στα Γ.Σ.Π. και την ανάλυση χώρου όχι μόνο είναι αποδεκτή από όλους, αλλά με το πέρασμα του χρόνου ενδυναμώνει για δύο κυρίως λόγους. Καταρχάς υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον. Η τεχνολογία των Γ.Σ.Π. έχει φτάσει σε ένα επίπεδο όπου οι χρήστες αρχίζουν να ωριμάζουν. Το αποτέλεσμα είναι ένα αυξημένο ενδιαφέρον για μεθόδους χωρικής ανάλυσης οι οποίες αφορούν διάφορες ερευνητικές δραστηριότητες για το αν πρέπει ή πώς να χρησιμοποιηθούν σε ένα περιβάλλον Γ.Σ.Π.

Ο δεύτερος λόγος είναι η αυξημένη δραστηριότητα. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς τον μεγάλο αριθμό μελετών με τη χρήση Γ.Σ.Π. που παράγονται, οι οποίες περιλαμβάνουν και κάποιες μορφής χωρική ανάλυση, για να γίνει αντιληπτό ότι οι

ερευνητές βρίσκουν πολλούς και διάφορους τρόπους για να εκπονοούν χωρικές αναλύσεις μέσα από τα Γ.Σ.Π.

Σύμφωνα με τον Openshaw υπάρχουν τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις χωρικής ανάλυσης μέσα σε ένα πλαίσιο Γ.Σ.Π.:

- Ο έλεγχος υποθέσεων σχετικά με τα χωρικά πρότυπα και τις σχέσεις των χωρικών στοιχείων της βάσης δεδομένων Γ.Σ.Π. Πρόκειται για τη στατιστική ανάλυση (μέσα από σειρά στατιστικών πακέτων συνδεδεμένων με το Γ.Σ.Π.) των χωρικών και μη χωρικών στοιχείων και είναι σχετικά εύκολη και ευρέως διαδεδομένη.
- Η αποδοτική και αξιόπιστη διερεύνηση αυτών των προτύπων και σχέσεων.
- Η ανάλυση με στόχο την λήψη αποφάσεων και το σχεδιασμό.

Στο πλαίσιο ενός Γ.Σ.Π. τρεις είναι οι βασικές ερωτήσεις. Ποια είναι η οντότητα που μας ενδιαφέρει; Που βρίσκεται; Ποια είναι η σχέση της με τις άλλες οντότητες; Η φύση της οντότητας, η απάντηση στο πρώτο ερώτημα, δίνεται από τα χαρακτηριστικά της, η κατανομή στο χώρο από τη θέση της και οι χωρικές σχέσεις από την τοπολογία της. Επομένως η ανάλυση σε ένα Γ.Σ.Π. αναγκαστικά διαφοροποιείται σε ανάλυση των περιγραφικών στοιχείων, των χωρικών στοιχείων και της τοπολογίας. Για παράδειγμα από τη βάση δεδομένων ενός Γ.Σ.Π. όπου είναι αποθηκευμένα γεωτεμάχια με κωδικούς χρήσεων γης, μια απλή επιλογή είναι να δημιουργηθεί ένας πίνακας που περιλαμβάνει όλα τα γεωτεμάχια μιας συγκεκριμένης χρήσης γης. Δηλαδή μια διαδικασία ανάλυσης περιγραφικών χαρακτηριστικών χωρίς τη χρήση χωρικών στοιχείων. Επομένως οι διαδικασίες αυτές αναφέρονται στα μη χωρικά στοιχεία ή τα στοιχεία των πινάκων της βάσης δεδομένων, περιορίζοντας το σύνολο των εγγραφών της βάσης δεδομένων σε ένα καθορισμένο από το χρήστη υποσύνολο. Ανάλογα, αν η επιλογή αφορούσε τα γεωτεμάχια εκείνα που βρίσκονται μέχρι 2 χλμ. από έναν ποταμό, τότε η απάντηση απαιτεί ανάλυση χωρικών στοιχείων που αναφέρονται στη θέση του ποταμού και των γεωτεμαχίων. Επομένως οι διαδικασίες αυτές αναφέρονται στη χρήση των ιδιοτήτων (μη χωρικών στοιχείων) για να επιβάλλουμε μια σειρά από μεταβολές στα χωρικά δεδομένα. Τέλος υπάρχουν διαδικασίες που αναφέρονται στην τοπολογία και αφορούν την ανάλυση χαρακτηριστικών όπως γειννίαση (adjacency), συνδετικότητα (connectivity) και εμπριεκτικότητα (containment).

Ένας άλλος τρόπος που μπορεί κάποιος να ταξινομήσει τις αναλυτικές διαδικασίες σε ένα Γ.Σ.Π. αφορά τα θεματικά επίπεδα που συμμετέχουν στις διαδικασίες αυτές. Όπως αναφέρει ο Chou, οι αναλυτικές διαδικασίες μπορούν να λάβουν χώρα είτε αποκλειστικά σε ένα μόνο θεματικό επίπεδο (single layer) ή σε περισσότερα του ενός. Στην περίπτωση του ενός επιπέδου, οι διαδικασίες μπορούν να ολοκληρωθούν με τις πληροφορίες (χωρικές και μη) που αφορούν ένα και μοναδικό θεματικό επίπεδο. Για παράδειγμα, η δημιουργία ζωνών επιρροής γύρω από ένα σημείο, γραμμή ή πολύγωνο, ή ακόμα, η ενημέρωση των χαρακτηριστικών αυτών των οντοτήτων για μια συγκεκριμένη περιοχή μπορούν να εφαρμοστούν στα στοιχεία ενός θεματικού επιπέδου. Στην περίπτωση των πολλαπλών επιπέδων (multiple layer), οι διαδικασίες αφορούν τα στοιχεία που βρίσκονται σε δύο ή

περισσότερα θεματικά επίπεδα και αναφέρονται στις σχέσεις αυτών των θεματικών επιπέδων. Για παράδειγμα η επικάλυψη ενός θεματικού επιπέδου με πολύγωνα χρήσεων γης με ένα άλλο που περιέχει πολύγωνα με είδη εδαφών, δημιουργεί ένα καινούργιο θεματικό επίπεδο που περιέχει τον συνδυασμό χρήσεων γης και είδος εδαφών. Διαδικασίες τέτοιας μορφής, που βασίζονται δηλαδή σε λογικές σχέσεις μεταξύ δύο ή περισσότερων θεματικών επιπέδων, αποτελούν και τα πιο θεμελιώδη εργαλεία ανάλυσης, γιατί επιτρέπουν την διαχείριση στοιχείων που είναι οργανωμένα σε θεματικά επίπεδα, πράγμα που αποτελεί και την πεμπουσία των Γ.Σ.Π.

Ακόμα όσο αφορά τους στόχους της ανάλυσης ενός Γ.Σ.Π. αυτοί μπορούν να πάρουν τρεις μορφές και πιο συγκεκριμένα την επιλογή στοιχείων, την τροποποίηση των υπαρχόντων στοιχείων και τέλος την δημιουργία νέων στοιχείων. Μια βασική διαδικασία ανάλυσης σε ένα Γ.Σ.Π. αφορά τη δυνατότητα να επιλέγουμε από τη βάση δεδομένων ένα συγκεκριμένο υποσύνολό της (π.χ. πολύγωνα με συγκεκριμένο χαρακτηριστικό) χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο φάσμα κριτηρίων. Η ουσιαστική όμως συνεισφορά των Γ.Σ.Π. είναι η τροποποίηση των υπαρχόντων στοιχείων και η δημιουργία νέων, σαν αποτέλεσμα εφαρμογής μιας σειράς παρεμβάσεων στη βάση δεδομένων του συστήματος. Για παράδειγμα, για τα πολύγωνα που εκφράζουν χρήσεις γης, ένα καινούριο χαρακτηριστικό (π.χ. ο συνδυασμός χρήσης γης και είδους εδάφους) ή μια νέα τιμή σε ένα χαρακτηριστικό (αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού για κάθε χρήση γης) μπορεί να υλοποιηθεί και με τον τρόπο αυτό τροποποιούνται και δημιουργούνται νέα στοιχεία στη βάση δεδομένων. Πρέπει να τονιστεί ξανά ότι ως στοιχεία θεωρούνται τα χωρικά στοιχεία, τα μη χωρικά χαρακτηριστικά των οντοτήτων και η τοπολογία, τα οποία μπορούν να υποστούν αναλυτικές διαδικασίες τόσο σε ένα όσο και σε πολλαπλά θεματικά επίπεδα. [7]

1.9. Πλαίσιο Εφαρμογής

Η τεχνολογία των Γ.Σ.Π. χρησιμοποιείται σε πλήθος εφαρμογών, για κάθε ζήτημα ανάλυσης και σχεδιασμού, όπου ο παράγοντας «γεωγραφικός χώρος» υπεισέρχεται άμεσα ή έμμεσα (ζητήματα χωροταξίας, αστικής και περιφερειακής ανάλυσης και σχεδιασμού, διαχείρισης των φυσικών πόρων, οικολογικών ερευνών, κτηματολογίου, κ.ά.). Είναι δεδομένο πως ο χώρος και η κάθε είδους πληροφορία που τον περιγράφει, είναι συνδεδεμένοι με ένα μεγάλο κομμάτι ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ενώ σε επίπεδο οργάνωσης και λήψης αποφάσεων σχετικά με αυτές, σχεδόν κάθε επιλογή έχει άμεσο ή έμμεσο συσχετισμό με κάποιου είδους χωρική ανάλυση και σχεδιασμό.

Ενδεικτικά αναφέρονται μερικά επιστημονικά πεδία στα οποία τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών μπορούν να συμβάλλουν ως ολοκληρωμένα εργαλεία χωρικής ανάλυσης και σχεδιασμού:

- Περιφερειακός Προγραμματισμός – Σχεδιασμός: χωρική ανάλυση περιφερειακών ανισοτήτων, διαχείριση ολοκληρωμένων αναπτυξιακών προγραμμάτων και βάσεων κοινωνικο-οικονομικών δεδομένων, επενδυτικά σχέδια και εναλλακτικές στρατηγικές, χωροθετήσεις-κατανομές οικονομικών δραστηριοτήτων, αξιολόγηση περιφερειακών και τοπικών αναπτυξιακών προγραμμάτων, συστήματα λήψης αποφάσεων.

- Αστικός Προγραμματισμός – Σχεδιασμός: χωρική ανάλυση αστικών περιοχών, δήμων, γειτονιών, διαχείριση ολοκληρωμένων προγραμμάτων αστικής ανάπτυξης, πολιτική αναπλάσεων, πολιτική χρήσεων γης, δόμηση, κτηματολόγιο.
- Συγκοινωνίες – Μεταφορές: διαχείριση συστημάτων μεταφορών (οδικών, ακτοπλοϊκών, αεροπορικών), διαχείριση αστικών συγκοινωνιών, πολιτική πρόληψης ατυχημάτων, κ.ά.
- Τεχνική υποδομή: διαχείριση δικτύων ύδρευσης, αποχέτευσης, ενέργειας, τηλεπικοινωνιών, προσδιορισμός περιοχών εξυπηρέτησης, κ.ά.
- Περιβάλλον: διαχείριση οικοσυστημάτων, πολιτικές προστασίας και πρόληψης, συστήματα λήψης αποφάσεων και εκτίμηση επιπτώσεων, υποδείγματα αλληλεπιδράσεων οικονομικών και περιβαλλοντικών συστημάτων, επιχειρησιακή έρευνα.
- Φορολογία: φορολογία ακίνητης περιουσίας, διαχείριση φορολογικών στοιχείων.
- Εκπαίδευση – Υγεία – Πρόνοια: πολιτική διαχείρισης παροχών εκπαίδευσης, υγείας-πρόνοιας, περιοχές εξυπηρέτησης, κλπ.
- Πυροσβεστική, Δασική Υπηρεσία, Αστυνομία: πολιτικές πρόληψης και αντιμετώπισης έκτακτων καταστάσεων, ελαχιστοποίηση διαδρομών, κόστους, κ.ά.
- Ανάλυση αγοράς: ανάλυση καταναλωτικής συμπεριφοράς, συστήματα λήψης αποφάσεων επενδύσεων.
- Αγορά εργασίας: χωρική ανάλυση αγορών εργασίας, σύζευξη προσφοράς ζήτησης, πολιτικές απασχόλησης, ανεργίας και επαγγελματικής κατάρτισης, κινητικότητα εργατικού δυναμικού, μετακινήσεις τόπου εργασίας-κατοικίας.
- Δίκτυα διανομών, πωλήσεων: ανάλυση και διαχείριση δικτύων διανομών και υπηρεσιών, αριστοποίηση διαδρομών, τροφοδοσίας, χωροθετήσεις κέντρων παροχών.

Τα ανωτέρω πεδία εφαρμογών δείχνουν το ευρύ φάσμα δυνατοτήτων ανάπτυξης των Γ.Σ.Π. **[2,6]**

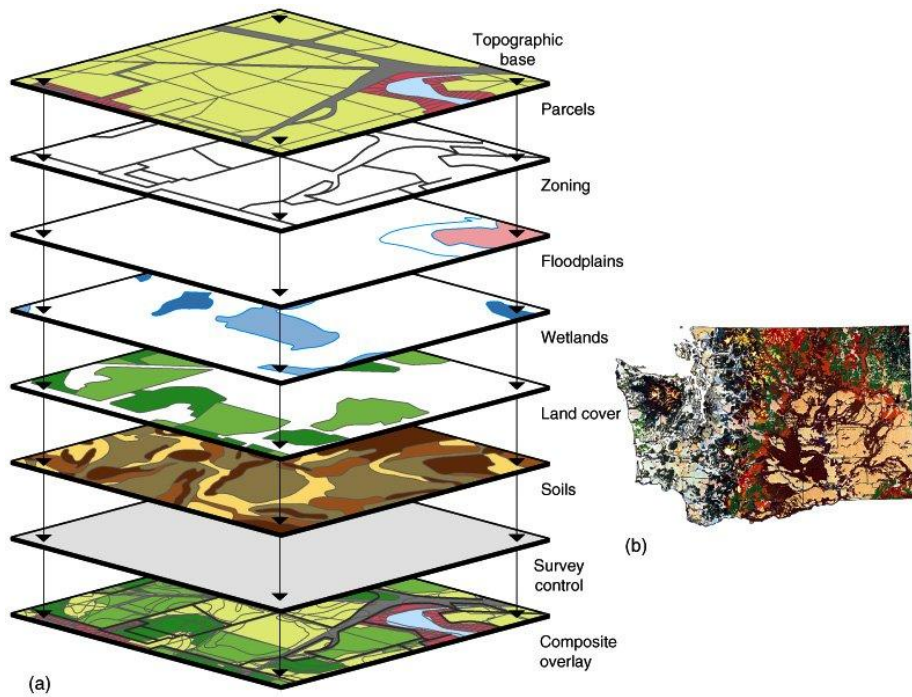
Ένα Γ.Σ.Π. όπως έχει αναφερθεί μπορεί να φέρει σε πέρας τις εξής δραστηριότητες. Πρώτον, μπορεί να αποθηκεύσει, να διαχειριστεί και να ενσωματώσει ένα μεγάλο όγκο χωρικών δεδομένων. Δεύτερον αποτελεί το πιο κατάλληλο εργαλείο χωρικής ανάλυσης εστιαζόμενο ειδικά στην χωρική διάσταση των στοιχείων. Τρίτον αποτελεί ένα πολύ αποτελεσματικό μηχανισμό για την επίλυση χωρικών προβλημάτων μέσα από την οργάνωση, διαχείριση και μετασχηματισμό

μεγάλου όγκου στοιχείων με τέτοιο τρόπο που η πληροφορία να είναι προσιτή σε όλους τους χρήστες.

Η λειτουργία τους στηρίζεται στη βάση δεδομένων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορους χρήστες για την κάλυψη πληροφοριών διαμέσου συνόλου εντολών που μπορεί να δίνει ο χρήστης όσο συχνά θέλει, π.χ. εμφάνιση των σημείων ενός αυτοκινητοδρόμου, στα οποία έχουν συμβεί πολλά ατυχήματα.

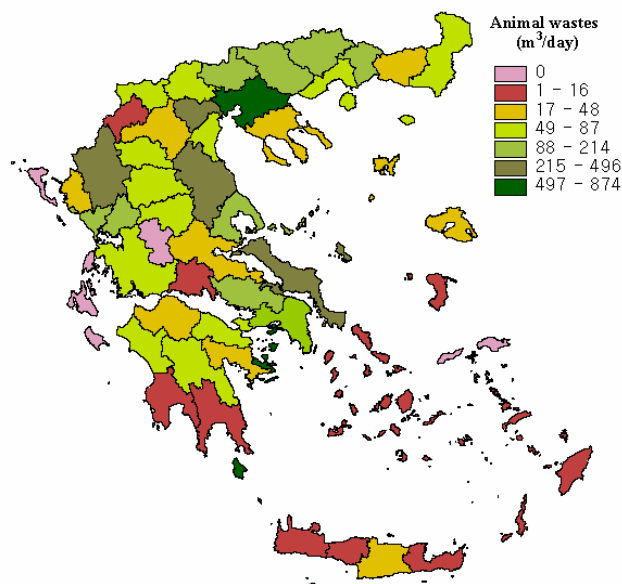
Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση των Γ.Σ.Π. τα ακόλουθα:

- Τα στοιχεία διατηρούνται σε ένα μικρό χώρο (CD).
- Η διατήρηση και ανάληψη των στοιχείων γίνεται σε πολύ μικρότερο κόστος ανά μονάδα στοιχείων.
- Η ανάληψη των στοιχείων είναι σημαντικά γρηγορότερη.
- Διαφορετικά προγράμματα Η/Υ επιτρέπουν μια μεγάλη ποικιλία επεξεργασίας στοιχείων.
- Χωρικά και μη χωρικά, γραφικά και μη γραφικά χαρακτηριστικά μπορούν να επεξεργαστούν ταυτόχρονα και σε συσχέτιση με το ένα ή το άλλο.
- Πολλαπλοί και γρήγοροι έλεγχοι για την Γεωγραφία και την Φυσιογνωμία μιας περιοχής μπορούν να γίνουν με τη χρήση διαφόρων μοντέλων.
- Οι περισσότερες αναλύσεις είναι οικονομικότερες και αποδοτικότερες από τις κλασσικές προσεγγίσεις στο χέρι.
- Μπορούν να γίνουν αναλύσεις που είναι σχεδόν αδύνατες να γίνουν με το χέρι.
- Δημιουργούνται συνθήκες για μια ολοκληρωμένη διαδικασία, όπου η συλλογή στοιχείων, η ανάλυση και η διαδικασία αποφάσεων αποτελούν μια συνεχή ροή.
- Τέλος τα Γ.Σ.Π. διαθέτουν το πλεονέκτημα της γεωγραφικής ένταξης των πληροφοριών, μέσω αποτύπωσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και αποθήκευσης διαφορετικών επιπέδων πληροφοριών και δημιουργίας ηλεκτρονικών θεματικών χαρτών. [7]



Εικόνα 7. Τα επίπεδα πληροφοριών ενός χάρτη GIS.

Τα συστήματα GIS μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή θεματικών ηλεκτρονικών χαρτών, δηλαδή την παραμετρική απεικόνιση διαφόρων γραφικών στοιχείων ανάλογα με τα περιγραφικά δεδομένα με τα οποία σχετίζονται. Ένας ηλεκτρονικός χάρτης θεωρείται διαδραστικός (Interactive map) γιατί δίνει την δυνατότητα στον χρήστη εκτός από την παραδοσιακή εκτύπωση να θέσει ερωτήματα και να πάρει απαντήσεις.



Εικόνα 8. Θεματικός χάρτης που παρουσιάζει το ημερήσιο δυναμικό παραγωγής κτηνοτροφικών υπολειμμάτων. (Christos Zafiris, *Biogas in Greece: Current situation and Perspectives*, Center for Renewable Energy Sources – CRES, 2007)

1.10. Βιομάζα

Ο όρος βιομάζα χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει:

- α) τα υποπροϊόντα και τα κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής,
- β) τα υποπροϊόντα που προέρχονται από την βιομηχανική επεξεργασία των υλικών αυτών,
- γ) τα αστικά λύματα και σκουπίδια και
- δ) τις φυσικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα π.χ. αυτοφυή φυτά, δάση, είτε από τεχνικές φυτείες αγροτικού ή δασικού τύπου.

Η βιομάζα ως πηγή ενέργειας δεν είναι νέα, εάν ληφθεί υπόψη ότι σε αυτή συγκαταλέγονται, τα καυσόξυλα, οι ξυλάνθρακες και τα άλλα αγροτικά καύσιμα, διαπιστώνεται ότι ένα πολύ σημαντικό μέρος των αναγκών της χώρας μας σε πρωτογενή ενέργεια μπορεί να καλυφθεί από τη βιομάζα.

Η πράσινη πηγή ενέργειας, που δεν είναι άλλη από την μάζα των φυτών που σχηματίζεται με την φωτοσυνθετική μετατροπή της ηλιακής ενέργειας, αφθονεί στον πλανήτη μας.

Στην παραγωγή βιομάζας σε όλες τις ηπείρους, τα δάση συνεισφέρουν το 68%, οι σαβάνες και τα λιβάδια 16% και τα καλλιεργούμενα εδάφη 8%. Οι αναλογίες όμως αυτές διαφέρουν σε εθνικές κλίμακες. [9]

1.11. Αξιοποίηση της βιομάζας

Η χρησιμοποίηση των διαφόρων υποπροϊόντων παρουσιάζει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον. Οι ποσότητες της ξηρής ύλης, που παράγεται από τα απορρίμματα της αγροτικής παραγωγής, της δασοπονίας και των βιομηχανικών τροφίμων, αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό ενεργειακό δυναμικό. [10]

Ας πάρουμε για παράδειγμα το άχυρο του σιταριού το οποίο αποτελεί και το σημαντικότερο υπόλειμμα των καλλιεργειών στις χώρες που παράγουν δημητριακά. Για απόδοση καρπού 6.6 τόνων ανά εκτάριο, υπολογίζεται μια παραγωγή άχυρου 5.3 τόνων ή 2.4 ΤΙΠ (τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου), ενώ για την ίδια καλλιέργεια καταναλίσκονται για σπορά, λίπανση, μηχανές και καύσιμα 0.67 ΤΙΠ, για συλλογή 0.04ΤΙΠ και για μεταφορά σε απόσταση μεγαλύτερη των 100 χιλιομέτρων 0.10ΤΙΠ. Αρκεί συνεπώς στην περίπτωση αυτή να χρησιμοποιεί κανείς 1.9τόνους άχυρου, δηλαδή το 1/3 της ολικής παραγωγής για ενεργειακούς σκοπούς και να ανταπεξέλθει στις ενεργειακές απαιτήσεις της καλλιέργειας. [9]

Τα απορρίμματα της δασοπονίας, που δε χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν τη βιομάζα των δέντρων, τα υπολείμματα των δασικών καλλιεργειών και τα απορρίμματα της βιομηχανίας ξύλου. Αυτά αποτελούν σημαντική θερμαντική πηγή, την αρχαιότερη που χρησιμοποίησε ποτέ ο άνθρωπος. Κατά τον ίδιο τρόπο τα απορρίμματα της κτηνοτροφίας, τα αγροτοβιομηχανικά απόβλητα και τα απόβλητα

βιομηχανικών τροφίμων μπορούν να αξιοποιηθούν, ώστε να ληφθεί από αυτά η αποκαλούμενη «πράσινη ενέργεια».

Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασοπονικών υπολειμμάτων είναι δυνατό να ληφθεί ενέργεια και από τις λεγόμενες καλλιέργειες για ενεργειακούς σκοπούς. Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα οι καλλιέργειες αυτές έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφανείας άρα και την ευκολότερη συλλογή. [9,11]

Τα φύκια επίσης, θα μπορούσαν να αποτελέσουν μία πολλά υποσχόμενη μέθοδο για την βιομάζα. Τα υδρόβια φυτά επειδή δεν έχουν πιεστικό πρόβλημα ποτίσματος, εμφανίζουν πραγματικά ένα δυναμικό παραγωγής ανώτερο από εκείνο των φυτών του εδάφους. Η τεράστια εξάλλου μάζα των ωκεανών που καλύπτει μία επιφάνεια 361 εκ. τετρ. χλμ., είναι σχεδόν ανεκμετάλλευτη από την άποψη της φυτικής παραγωγής. Η δημιουργία θαλάσσιων παράκτιων καλλιέργειών, που εξασφαλίζουν τις απαραίτητες συνθήκες για την ανάπτυξη των μακροφύτων έχει ήδη ξεκινήσει.

Άλλη προοπτική έρευνας είναι η βιολογική παραγωγή υδρογόνου με φωτοσύνθεση. Πρόκειται για την φωτόλυση του νερού η οποία συνδέεται με την έκλυση οξυγόνου, την απελευθέρωση πρωτονίων και την εμφάνιση μιας αναγωγικής δραστηριότητας με την μεταφορά ηλεκτρονίων. Το δεύτερο στάδιο, το οποίο στην φωτοσύνθεση οδηγούσε στην αναγωγή του διοξειδίου του άνθρακα, συνίσταται τώρα στην παραγωγή υδρογόνου χάρη σε ένα ένζυμο, την υδρογονάση:



Η βιολογική αυτή παραγωγή υδρογόνου πραγματοποιείται από ζωντανούς οργανισμούς, όπως π.χ. τα μικροσκοπικά φύκη που διαθέτουν μία υδρογονάση. Ωστόσο η απόδοσή τους είναι πολύ περιορισμένη λόγω κυρίως της έκλυσης οξυγόνου. Για τα κυανοφύκη, η παραγωγή υδρογόνου περνά από την σύνθεση της βιομάζας και τον μετασχηματισμό της, πράγμα που δεν επέτρεπε μία μέγιστη απόδοση 5 με 6% και για τα ανώτερα φυτά. [9]

1.12. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την χρήση της βιομάζας

Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας παρουσιάζει μια σειρά από προτερήματα έναντι των συμβατικών ή των υπόλοιπων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα αναφέρονται ως εξής:

- Πρόκειται για ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, εύκολη προσιτή σε οποιαδήποτε περιοχή του κόσμου. Η αξιοποίησή της μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες μεθόδους, εκ των οποίων ορισμένες χρησιμοποιούν σχετικά απλές τεχνολογίες, που εν συνεχεία προσφέρουν μία μεγάλη ποικιλία προϊόντων.
- Με το σχηματισμό της επιτυγχάνεται πολύ καλή απόδοση και κάποια ποιότητα μετασχηματισμού της ηλιακής ενέργειας σε χημική μορφή. Επιπρόσθετα η βιομάζα αποθηκεύεται εύκολα. Ενεργειακά συστήματα που αξιοποιούν για

παράδειγμα την ηλιακή ενέργεια, απαιτούν ξεχωριστά και ακριβά συστήματα αποθηκείσεως.

- Η διαθεσιμότητά της δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, όπως αντιθέτως συμβαίνει με την αιολική, ηλιακή και υδροδυναμική ενέργεια. Αυτό σημαίνει ότι θεωρητικά τουλάχιστο μπορεί να στηρίζει 100% ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, εν αντιθέσει με τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές που υπόκεινται σε περιορισμούς για λόγους σταθερότητας του συστήματος. Επιπλέον η διαθεσιμότητά της δεν εξαρτάται από διεθνείς, πολιτικές, στρατιωτικές και οικονομικές συνθήκες καθιστώντας την χρήση της λιγότερο ευαίσθητη σε εξωγενείς παράγοντες.
- Παρότι η καύση της βιομάζας ή των ενεργειακών προϊόντων που προκύπτουν από την επεξεργασία της, συνεπάγεται έκλυση CO₂ θεωρείται πως έχει ουδέτερη επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, μιας και η έκλυση αυτή αντισταθμίζεται με την απορρόφηση CO₂ κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης για τον σχηματισμό ισόποσης βιομάζας.
- Δεδομένου ότι η περιεκτικότητα σε θείο των βιοκαυσίμων είναι κατά πολύ μικρότερη από εκείνη των ορυκτών καυσίμων, κατά την καύση τους παράγονται σημαντικά μικρότερες ποσότητες SO₂. Το ίδιο ισχύει και για την εκπομπή οξειδίων του αζώτου. Αυτό συνεπάγεται λιγότερους κινδύνους για τη δημόσια υγεία, αλλά και περιβαλλοντικά οφέλη μεταξύ των οποίων η αποφυγή του φαινομένου της όξινης βροχής.
- Τα υγρά βιο-καύσιμα έχουν υψηλούς αριθμούς οκτανίων και χαμηλές εκπομπές αερίων ρύπων.
- Τα συστήματα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού με βιομάζα επιτυγχάνουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης.
- Η αξιοποίηση του εγχώριου βιο-δυναμικού μπορεί να επιφέρει πολλαπλά οφέλη για μια χώρα, όπως είναι η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τρίτες χώρες και η εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Επίσης σε τοπικό επίπεδο τα οφέλη σχετίζονται με την εξασφάλιση εργασίας και τη συνακόλουθη συγκράτηση αγροτικών πληθυσμών στην περιφέρεια.

Παρά τα όποια πλεονεκτήματα, η επεξεργασία των διαθέσιμων ποσοτήτων βιομάζας για την παραγωγή ενεργειακών προϊόντων έγκειται σε ορισμένους περιορισμούς. Το κατά πόσο η βιομάζα θα αποτελέσει μία σημαντική εναλλακτική λύση ενόψει της εξάντλησης των ορυκτών καυσίμων εξαρτάται από τον βαθμό που θα καταστεί δυνατή η αντιμετώπιση των σημαντικότερων μειονεκτημάτων που παρουσιάζει η ενεργειακή της αξιοποίηση.

Τα σημαντικότερα προβλήματα που συνδέονται με την εφαρμογή τεχνολογιών μετασχηματισμού της βιομάζας σε χρήσιμα προϊόντα (προστιθέμενης αξίας) είναι τα ακόλουθα:

- Η χαμηλή μέχρι μέτρια θερμαντική αξία της βιομάζας ανά μονάδα βάρους, που είναι ακόμη πιο χαμηλή εφόσον λογίζεται ανά μονάδα όγκου, συγκριτικά με εκείνη

ενός συμβατικού καυσίμου. Θεωρείται γενικά ως καύσιμο χαμηλού ενεργειακού περιεχομένου. Για παράδειγμα η ξηρή βιομάζα έχει λιγότερο από το μισό περιεχόμενο σε ενέργεια από ότι το πετρέλαιο.

- Η μεγάλη περιεκτικότητα υγρασίας ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Ως συνέπεια η μεταφορά της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς σε μεγάλες αποστάσεις είναι τις περισσότερες φορές ασύμφορη, γεγονός που περιορίζει τη χρήση της σε τοπικό επίπεδο.
- Η μεγάλη διασπορά της βιομάζας και οι εποχιακές διακυμάνσεις στην παραγωγή της καθιστούν δυσκολότερη την συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία αυτής έναντι των ορυκτών καυσίμων.
- Η ποιότητα του παραγόμενου καυσίμου μπορεί να είναι απρόβλεπτη καθώς εξαρτάται από μη ελεγχόμενους παράγοντες που επηρεάζουν το σχηματισμό της βιομάζας (ηλιακή ακτινοβολία, θρέψη, κλπ).
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περίπτωση καύσης είναι περισσότερες και μεγαλύτερης σημασίας συγκριτικά με τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές κυρίως διότι κατά το στάδιο της επεξεργασίας παρουσιάζονται μικρές θερμικές απώλειες προκαλώντας θερμική ρύπανση, ενώ ταυτόχρονα έχουμε έκλυση αιωρούμενων σωματιδίων, μονοξειδίου του άνθρακα και πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων.
- Για την αξιοποίηση της διαθέσιμης βιομάζας απαιτούνται δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός. Η απαίτηση υψηλού αρχικού κεφαλαίου επηρεάζει πολλές φορές αρνητικά τις επενδύσεις στον ενεργειακό τομέα. [9,10,11]

Εξαιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων, πολλές φορές το κόστος ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας παραμένει υψηλό συγκριτικά με το πετρέλαιο και την καύση των υπόλοιπων ορυκτών καυσίμων (άνθρακα και φυσικό αέριο), αλλά και της πυρηνικής ενέργειας. Παραμένει όμως αμφίβολο το κατά πόσο διατηρείται αυτό το πρόβλημα υψηλού κόστους έναντι συμβατικών μορφών ενέργειας, από την στιγμή που θα υπάρξει εσωτερικοποίηση του περιβαλλοντικού κόστους-οφέλους στις αντίστοιχες εκτιμήσεις και υπολογισμούς. Στην Σουηδία η επιβολή φόρου στην εκπομπή CO₂ από την καύση ορυκτών καυσίμων ευνόησε τις επενδύσεις στο τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που στην περίπτωση της βιομάζας καθιστά ανταγωνιστική την χρήση της έναντι συμβατικών πηγών, με αποτέλεσμα το ποσοστό συμμετοχής της στο ενεργειακό ισοζύγιο να αυξηθεί (Hall & Scrase).

Σημαντικοί παράγοντες που θα ευνοήσουν την άρση των περιορισμών στην ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σχετίζονται με:

- Την αξιοποίηση μεγάλων ποσοτήτων διαθέσιμης βιομάζας με τρόπο που να την καθιστά βιώσιμη και χαμηλού κόστους πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας.
- Την ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας που θα αξιοποιούν στο μέγιστο τις δυνατότητες της εκάστοτε

τεχνολογίας και από τα οποία θα είναι ικανή η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας και προϊόντων σε ανταγωνιστικές τιμές.

- Την ανάπτυξη συστημάτων και δικτύων διανομής προϊόντων και καυσίμων σε εθνικό επίπεδο που θα καθιστά απλούστερη την πρόσβαση στον καταναλωτή και ευκολότερη τη χρήση.
- Την αύξηση των διαθέσιμων κεφαλαίων από ιδιωτικούς φορείς για χρηματοδότηση της έρευνας στην ανάπτυξη τεχνολογιών ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας. [12]

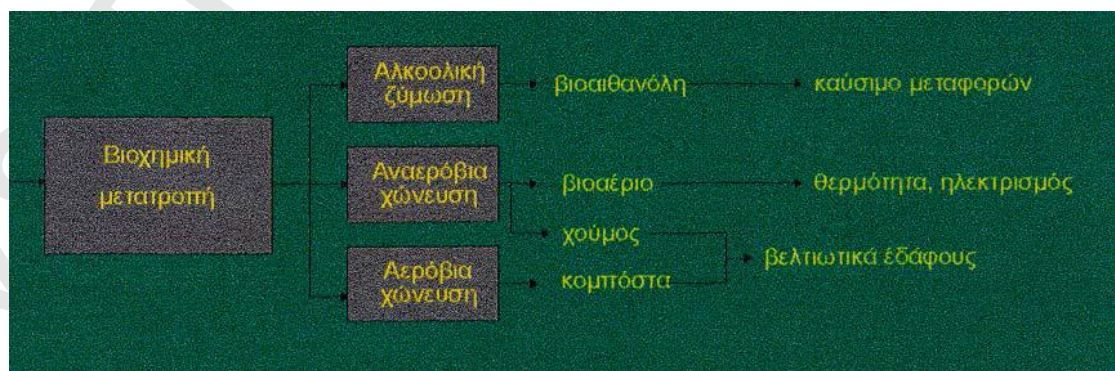
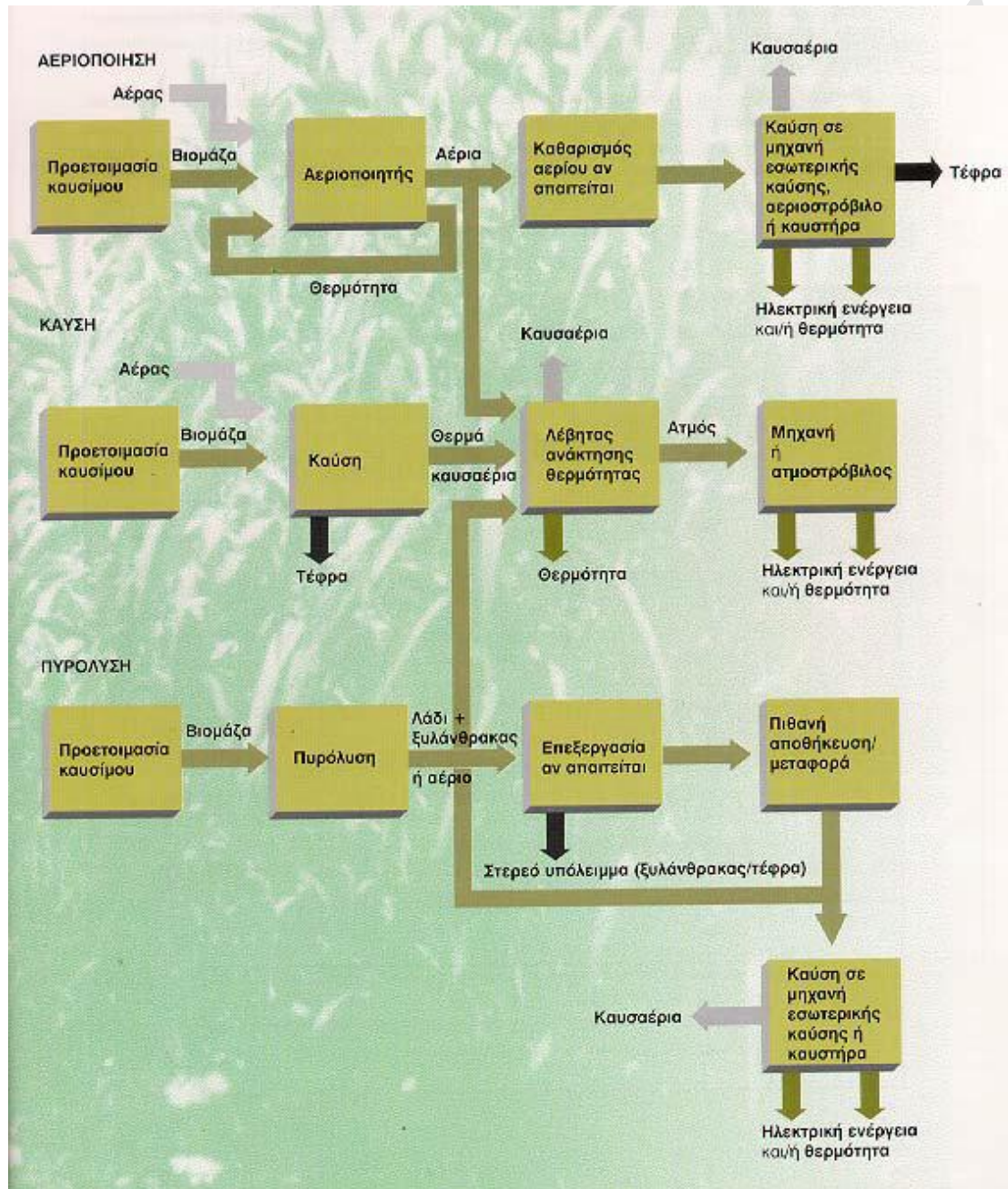
1.13. Διεργασίες μετατροπής της βιομάζας

Η βιομάζα όταν προέρχεται από γεωργικά ή δασοπονικά υπολείμματα, είτε από καλλιεργούμενα φυτά, πρέπει στην συνέχεια να μετασχηματιστεί με ένα μετατροπέα σε αέρια, στερεά ή υγρά καύσιμα, σε θερμότητα, ή ηλεκτρισμό, πριν από την τελική χρήση της.

Οι μέθοδοι της ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας διακρίνονται σε θερμοχημικές (ξηρές) και σε βιοχημικές (υγρές). Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής προσδιορίζεται από τα βασικά στοιχεία, που είναι η σχέση C/N και η περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων την ώρα της συλλογής.

Οι θερμοχημικές διεργασίες περιλαμβάνουν αντιδράσεις οι οποίες εξαρτώνται από την θερμοκρασία, για διαφορετικές συνθήκες οξειδωσης. Οι διεργασίες αυτές χρησιμοποιούνται για τα είδη της βιομάζας με σχέση C/N>30 και υγρασία <50%, δηλαδή για τα προϊόντα και τα υπολείμματα της κυτταρίνης. Στις διεργασίες αυτές περιλαμβάνονται:

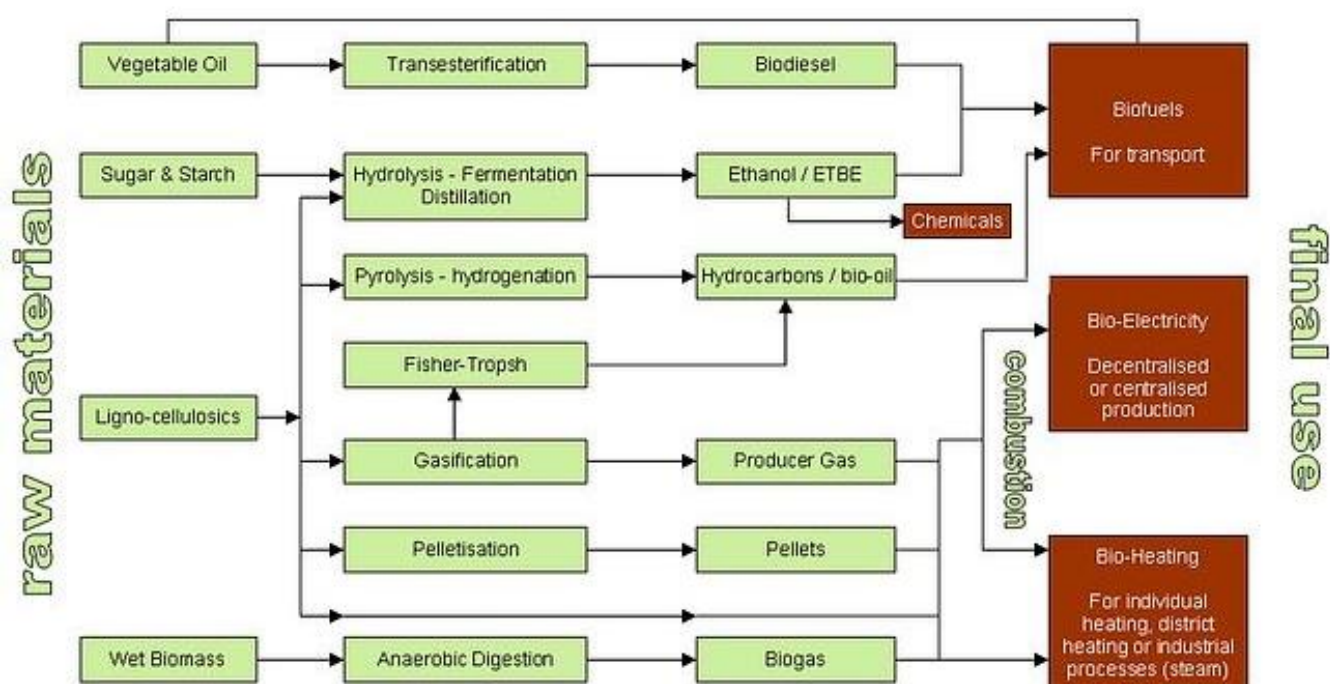
- α) Η πυρόλυση (θέρμανση χωρίς την παρουσία αέρα). Τα δύο πιο σημαντικά προϊόντα της διεργασίας πυρόλυσης είναι το βιοέλαιο (bio-oil) και το βιοαέριο (bio-gas).
- β) Η απευθείας καύση
- γ) Η αεριοποίηση και
- δ) Η υδρογονοδιάσπαση [13,14]



Εικόνα 9&10 . Θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας [13]

Οι βιοχημικές διεργασίες, που ονομάζονται έτσι επειδή είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης, χρησιμοποιούνται για προϊόντα και υπολείμματα κυρίως λαχανικών, όπου η σχέση C/N<30 και η υγρασία >50%. Οι βιοχημικές διεργασίες διακρίνονται στις:

- α) Αερόβια Ζύμωση
- β) Αναερόβια Ζύμωση και
- γ) Αλκοολική Ζύμωση. [9]



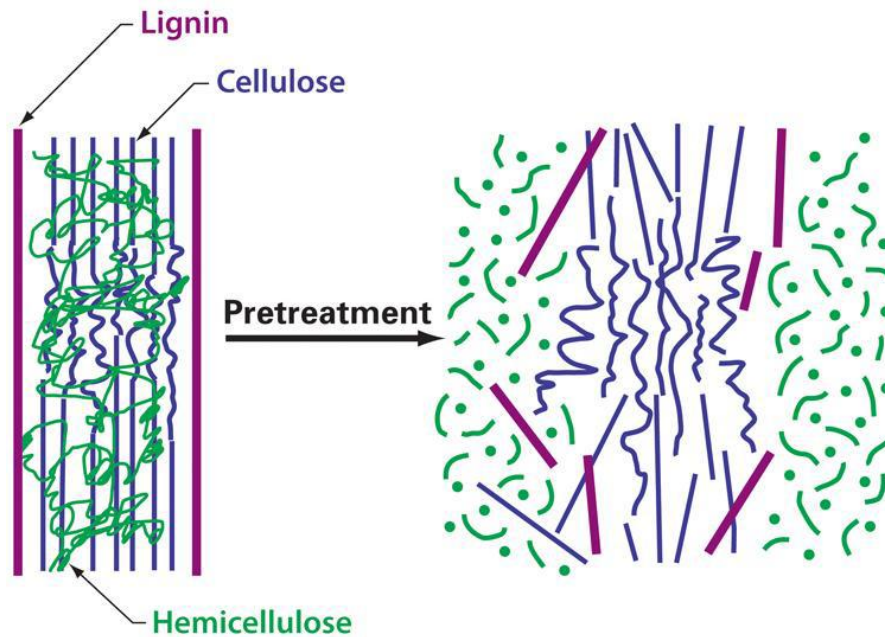
Εικόνα 11. Η ενέργεια που διατίθεται από την βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε από την άμεση χρήση, όπως κατά την καύση, ή μετά από αρχική αναβάθμιση σε πιο πολύτιμη και χρήσιμη μορφή καυσίμων, όπως κάρβουνο, υγρά καύσιμα, φυσικό αέριο ή βιοαέριο παραγωγός. Έτσι, οι τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες: την άμεση καύση, θερμο-χημικές διεργασίες μετατροπής (πυρόλυση, αεριοποίηση), βιο-χημικές διεργασίες (αναερόβια χώνευση, ζύμωση) και φυσικο-χημικές (η διαδρομή από το βιοντίζελ). [12]

1.14. Βιο-διυλιστήρια

Γενικά τα φυτικά υπολείμματα αποτελούνται από τρία είδη ουσιών που παίζουν σημαντικό ρόλο στην βιο-διύλιση:

- Την λιγνίνη (26%)
- Την κυτταρίνη (44%) και
- Την ημι-κυτταρίνη (30%)

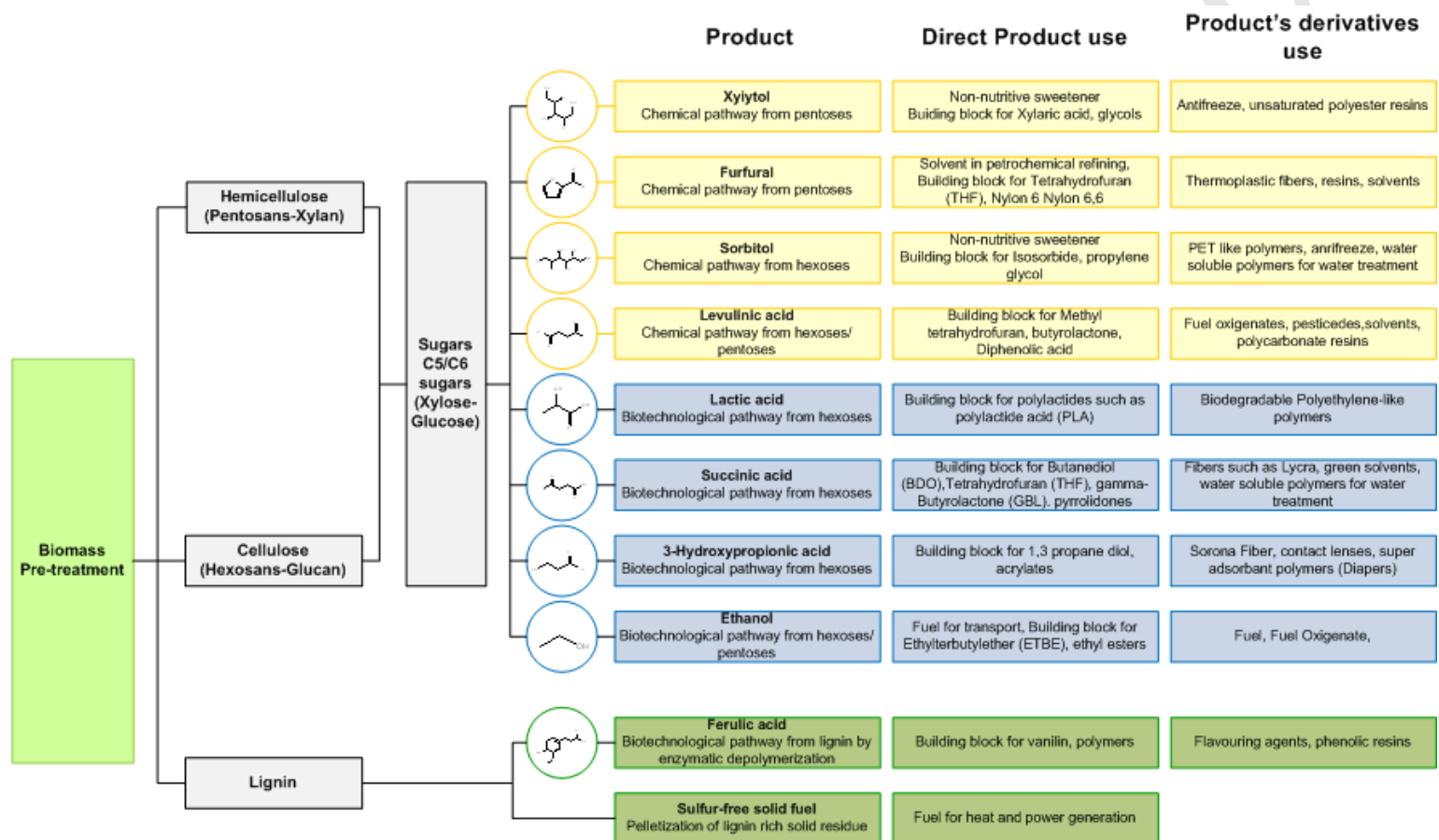
Αρχικός σκοπός ενός βιο-διυλιστηρίου είναι ο διαχωρισμός των τριών αυτών συστατικών.



Εικόνα 12. Ο διαχωρισμός της λιγνίνης, της κυτταρίνης και της ημι-κυτταρίνης είναι σημαντικός βιο-διύλιση.

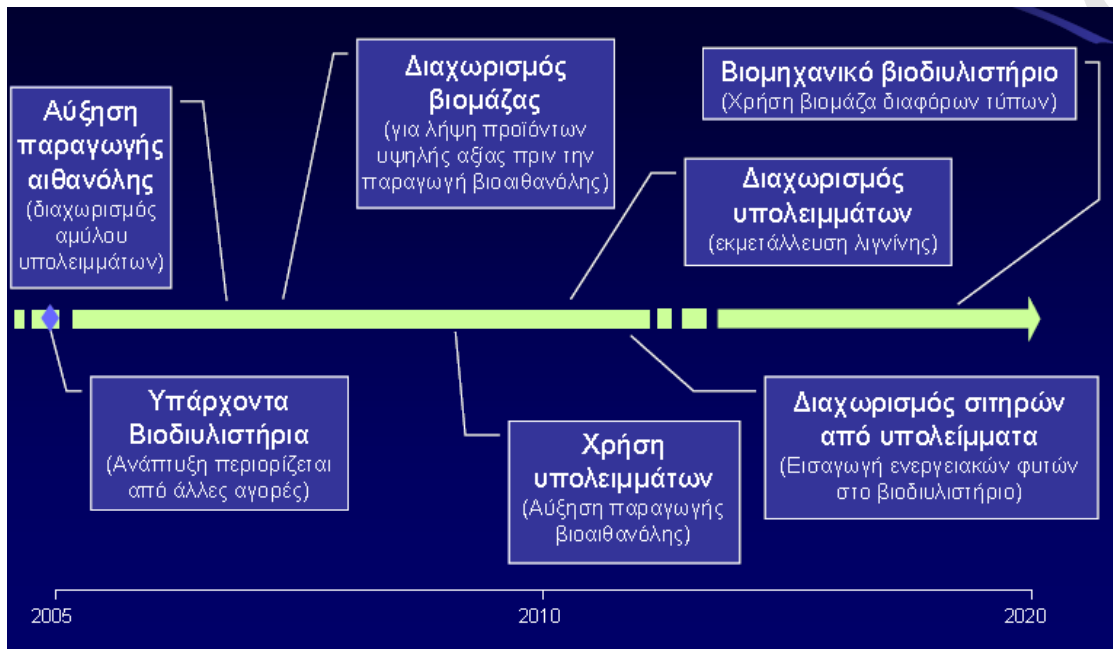
Τα τελευταία χρόνια η χρήση των βιοκαυσίμων, που θεωρητικά συντελεί στην μείωση των θερμοκηπικών αερίων (GHG) και της εξάντλησης της ενέργειας από τα ορυκτά καύσιμα, αμφισβητείται ολοένα περισσότερο λόγω των γενικότερων θεμάτων και ανησυχιών που προκύπτουν από πλευράς αειφορίας. Η παραγωγή βιοαιθανόλης από κυτταρινούχα απόβλητα έχει την δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά την βιωσιμότητα των βιοκαυσίμων για τις μεταφορές με την αποφυγή χρήσης γης που προορίζεται για παραγωγή καρπών προς βρώση και μείωση των επιπτώσεων που σχετίζονται με τις γεωργικές εισροές. Ωστόσο το υψηλό κόστος παραγωγής αποτελεί δυσχέρεια για μια μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη. Υπό αυτή την έννοια υπάρχει ένα τεράστιο δυναμικό για την αναβάθμιση των καυσίμων και της ενέργειας που παράγονται από βιο-διυλιστήρια προκειμένου να βελτιωθούν οι οικονομικές επιδόσεις και την βιωσιμότητα της βιο-διύλισης. Η βιο-διύλιση είναι μία διαδικασία που βασίζεται στο σχήμα εντατικής κλασμάτωσης των ορυκτών καυσίμων, στην οποία η μετατροπή της βιομάζας οδηγεί σε ένα πολύ-λειτουργικό σύστημα παραγωγής καυσίμων, προστιθέμενης αξίας χημικών ουσιών και ενέργειας. Στην βιο-διύλιση η έρευνα επικεντρώνεται στα δεύτερης γενιάς βιο-διυλιστήρια που επεξεργάζονται την κυτταρίνη και δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στα γεωργικά υπολείμματα ως πρώτη ύλη, όπως τα υπολείμματα ζαχαροκάλαμου και το άχυρο ρυζιού. [12, 14]

Διαφορετικές πλατφόρμες μετατροπής είναι κατάλληλες για αυτό το σκοπό με ποιο σημαντικές την θερμοχημική μετατροπή και την βιοχημική πλατφόρμα επεξεργασίας σακχάρων.



Εικόνα 13. Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται το δυναμικό της πλατφόρμας σακχάρων-λιγνίνης και τα διάφορα «μονοπάτια» για την παραγωγή χημικών προστιθέμενης αξίας από ένα βιο-διυλιστήριο. [15]

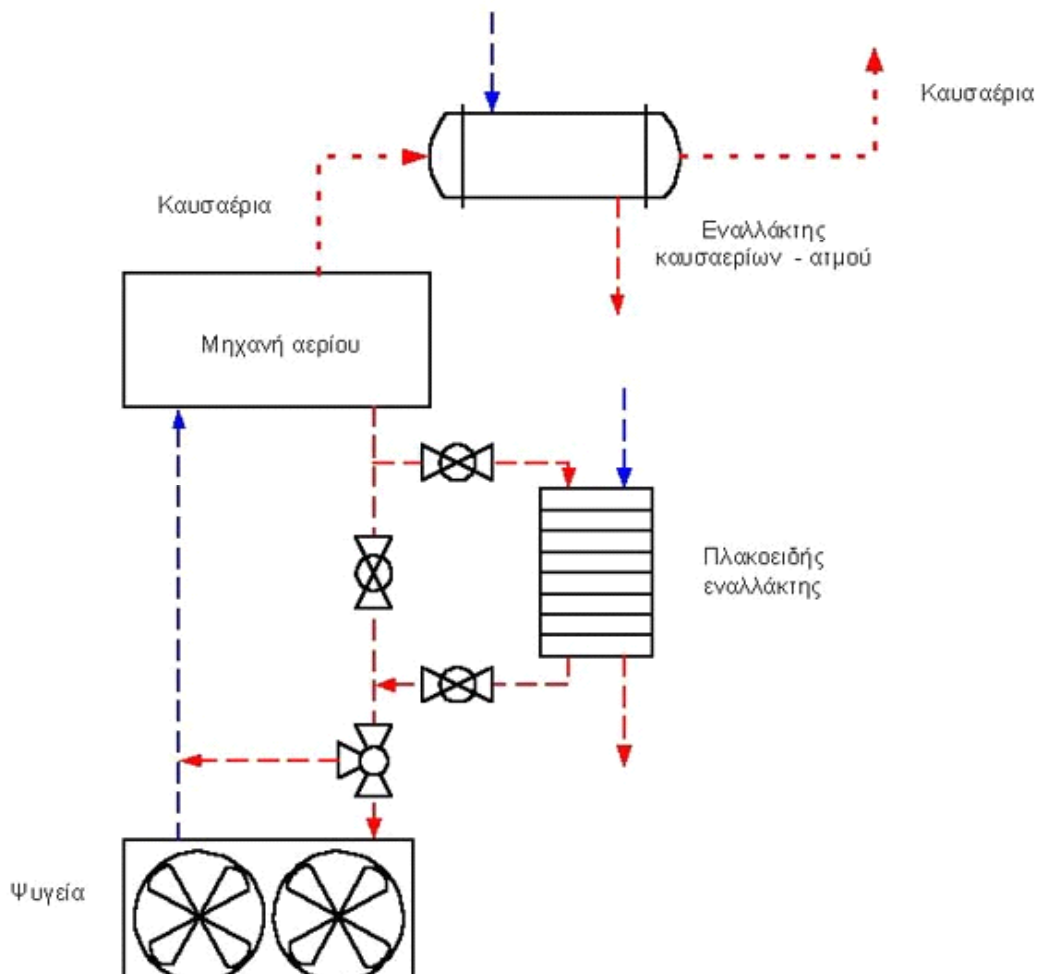
Ένα πολλά υποσχόμενο μοντέλο για βιο-διυλιστήριο που επεξεργάζεται κυτταρίνη βασίζεται στην πλατφόρμα σάκχαρα-λιγνίνη, κατά την οποία τα σάκχαρα με 5 και 6 άτομα άνθρακα που προέρχονται από την κλασμάτωση της ξυλοκυτταρίνης μετατρέπονται σε καύσιμα και χημικές ουσίες, μέσω βιοτεχνολογικών ή χημικών αντιδράσεων («μονοπατιών»). Η λιγνίνη που προκύπτει κατά την έξοδο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στερεό καύσιμο για συμπαραγωγή, με ή χωρίς προηγούμενη πελετοποίηση, ή μπορεί να αναβαθμιστεί σε χημικές ουσίες προστιθέμενης αξίας. [12]



Εικόνα 14. Η εξέλιξη των βιοδιυλιστηρίων (U.S. Department of Energy)

1.15. Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού- θερμότητας για κάλυψη των αναγκών θέρμανσης- ψύξης- ηλεκτρισμού σε γεωργικές βιομηχανίες

Η συμπαράγωγή ηλεκτρισμού – θερμότητας είναι η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την ίδια ποσότητα καυσίμου με σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης από την ανεξάρτητη παραγωγή καθεμιάς από τις ανωτέρω μορφές ενέργειας. Ο μεγαλύτερος βαθμός απόδοσης της συγκεκριμένης εφαρμογής σημαίνει κατανάλωση μικρότερης ποσότητας καυσίμων για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας ενέργειας με σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. [16]



Εικόνα 15. Μονάδα συμπαγωγής.

1.16. Κριτήρια Επιλογής Διεργασίας Μετατροπής

Όταν σε ένα διαχειριστικό σύστημα η βιομάζα αποτελεί την πρώτη ύλη τροφοδοσίας, η επιλογή των κατάλληλων μεθόδων διάθεσης ή και επεξεργασίας της δεν είναι μια εύκολη υπόθεση. Τόσο οι ιδιότητες της οργανικής ύλης που καθορίζουν τη μορφή της βιομάζας όσο και οι απαιτήσεις για την βέλτιστη λειτουργία των διαθέσιμων διεργασιών πρέπει να εξετάζονται μαζί και σε βάθος, με σκοπό την ανάπτυξη ενός τεχνικά και οικονομικά βιώσιμου συστήματος παραγωγής χρήσιμων προϊόντων. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου προσδιορίζεται από μια σειρά παραγόντων που σχετίζονται κατά κύριο λόγο με τα ακόλουθα:

- την διαθέσιμη προς αξιοποίηση ποσότητα βιομάζας
- τον τύπο ή την μορφή του οργανικού υποστρώματος
- τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του υλικού τροφοδοσίας, που είναι η σχέση της συγκέντρωσης του άνθρακα προς εκείνη του αζώτου (C/N) στη σύσταση του και η περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων την ώρα της συλλογής

- την επιθυμητή μορφή ενέργειας ή προϊόντων και τις προδιαγραφές των εκάστοτε εφαρμογών τελικής χρήσης
- τις οικονομικές και τεχνικές παραμέτρους
- τα περιβαλλοντικά κριτήρια και πρότυπα
- τους ιδιαίτερους παράγοντες στο σχεδιασμό ενός έργου.

Οι ιδιότητες του υποστρώματος τροφοδοσίας είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας. Συγκεκριμένα οι θερμοχημικές διεργασίες χρησιμοποιούνται για τα είδη της βιομάζας σε σχέση C/N μεγαλύτερη του 30 και υγρασία μικρότερη από 50%. Ενώ οι βιοχημικές διεργασίες χρησιμοποιούνται για προϊόντα όπου η σχέση C/N είναι μικρότερη από 30 και η υγρασία είναι μεγαλύτερη από 50%.

Ένα άλλο κριτήριο μπορεί να είναι η απόδοση των συστημάτων βάση των οποίων προκύπτει η ποσοτική ανάλυση των μεθόδων επεξεργασίας που περιγράφηκαν. **[9]**

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

Υπολογιστικό Μέρος

2.1. Εισαγωγή

Στην πρώτη ενότητα του πειραματικού μέρους θα γίνει ανάλυση της όλης διαδικασίας κατασκευής της βάσης δεδομένων καθώς και των αντίστοιχων χαρτών στο MapInfo Professional 10.0. Επίσης θα γίνει περιγραφή του μεθοδολογικού πλαισίου πάνω στο οποίο βασίζεται η παρούσα εργασία.

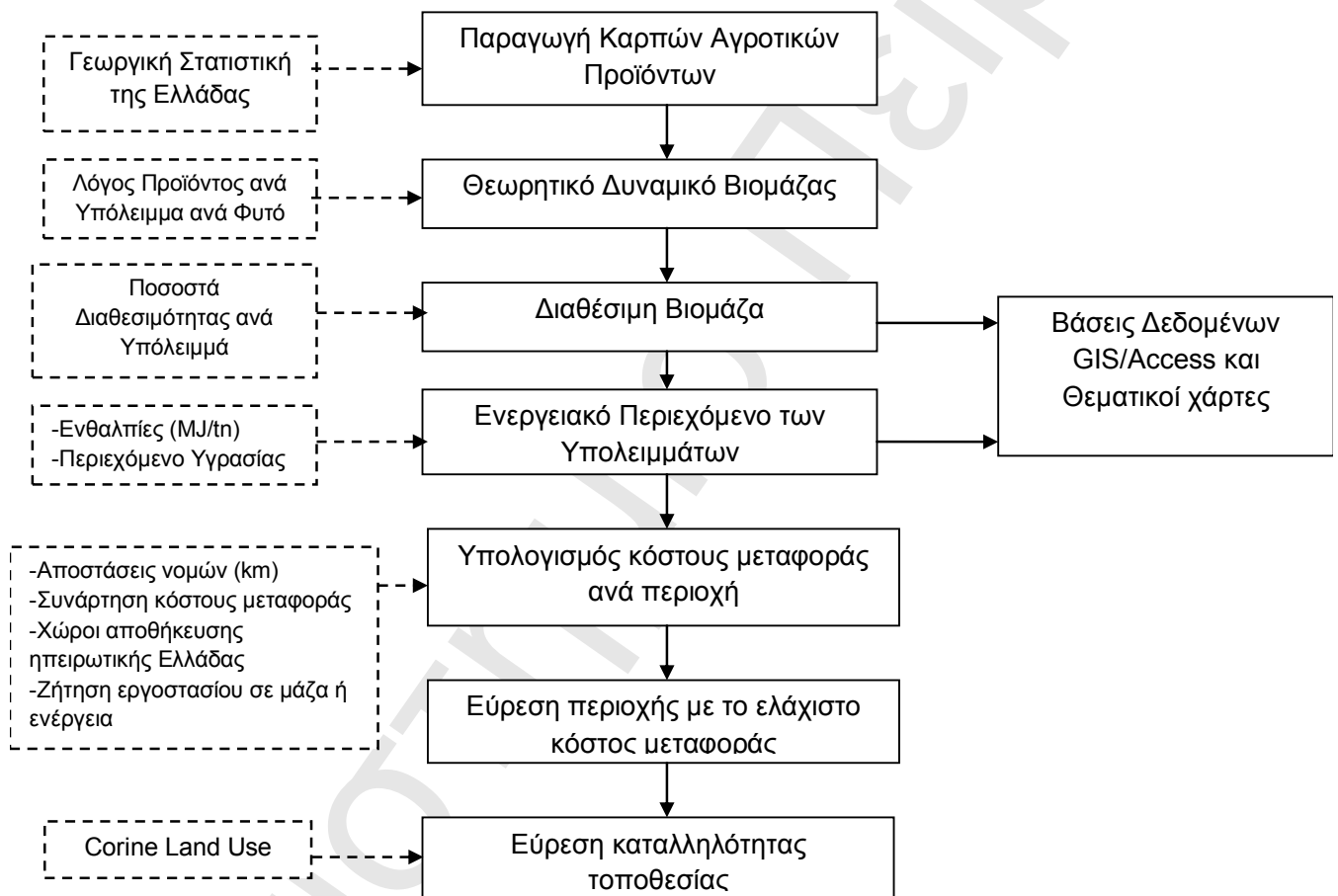
Στην δεύτερη ενότητα θα παρουσιαστούν τρεις μελέτες περιπτώσεων καθώς και το πρόγραμμα σε MATLAB το οποίο τις υποστηρίζει. Τα σενάρια τα οποία αναπτύσσονται σε αυτό το μέρος είναι τα ακόλουθα:

1. Η λήψη απόφασης για την τοποθεσία ενός βιο-διυλιστηρίου το οποίο θα μετατρέπει τα υπολείμματα σιταριού και ζαχαρότευτλων σε χημικά προϊόντα προστιθέμενης αξίας. Το κόστος μεταφοράς των πρώτων υλών (υπολειμμάτων) από τους υπόλοιπους νομούς στον νομό που θα εγκατασταθεί το βιο-διυλιστήριο καθώς και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας που εμφανίζει το ελάχιστο κόστος θα υποστηρίξουν σε μεγάλο βαθμό την απόφαση.
2. Η λήψη απόφασης με βάση και πάλι το κόστος μεταφοράς των πρώτων υλών για την τοποθεσία ενός εργοστασίου συμπαραγωγής το οποίο θα μετατρέπει αγροτικά υπολείμματα σε ενέργεια (θερμότητα και ηλεκτρισμό). Τα αγροτικά υπολείμματα που έχουν επιλεγεί ως τροφοδοσία του εργοστασίου είναι κριθάρι, βρώμη, καλαμπόκι, ρύζι, καπνός, βαμβάκι και ηλιοτρόπιο.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1

2.1.1. Μεθοδολογικό Πλαίσιο

Αρχικά θα παρουσιαστεί το μεθοδολογικό διάγραμμα ροής της παρούσας εργασίας. Όπως φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα ροής δεδομένα από έκθεση της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας [17] και από έκθεση για τα Ελληνικά Αγροτικά Υπολείμματα [10] συνδυάζονται προκειμένου να δημιουργηθούν οι κατάλληλες βάσεις δεδομένων και οι χάρτες που θα παρουσιαστούν στην συνέχεια αναλυτικότερα.



Διάγραμμα 1. Το μεθοδολογικό πλαίσιο στο οποίο κινείται η παρούσα εργασία.

2.1.2 Κατασκευή ΒΔ και Θεματικών Χαρτών στο GIS

Επιλέγονται 9 φυτά: σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, καλαμπόκι, ρύζι, καπνός, βαμβάκι, ηλιοτρόπιο και ζαχαρότευτλο, από την παραγωγή των καρπών (προϊόντων) των οποίων και με βάση τους λόγους προϊόντος ανά υπόλειμμα για κάθε ένα θα προκύψει η θεωρητική βιομάζα ανά νομό της Ελλάδας.

Πίνακας 2.1. Παραγωγή ανά νομό αγροτικών προϊόντων. [17]

Esye_id	Name_gr	wheat tot (tn)	barley (tn)	oats (tn)	maize (tn)	rice (tn)	Tobacco (tn)	Cotton (tn)	Sunflower (tn)	Sugarbeets (tn)	SUM
61000000	N. ΠΙΕΡΙΑΣ	52600	3882	657	36545	10254	9779	14528	1	24538	205384
97000000	N. ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	3552	669	378	10	0	0	975	0	0	9136
33000000	N. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	1078	1312	254	43451	0	0	0	0	0	47173
59000000	N. ΠΕΛΛΑΣ	31764	690	286	98750	152	51	49948	0	129774	343179
5000000	N. ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	48	18	48	584	0	0	0	0	0	746
7000000	N. ΦΩΚΙΔΑΣ	1657	318	328	3092	0	56	65	0	0	7173
1000000	N. ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	6683	1908	12071	150251	4355	553	21304	0	0	203808
42000000	N. ΛΑΡΙΣΑΣ	272777	28566	1399	103986	0	2075	218313	0	381333	1281226
16000000	N. ΛΑΚΩΝΙΑΣ	850	789	1060	4656	0	0	0	0	0	8205
91000000	N. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	2533	1707	601	22	0	0	0	0	0	7396
71000000	N. ΕΒΡΟΥ	131939	6944	147	128371	690	297	42095	13941	331266	787629
84000000	N. ΣΑΜΟΥ	779	56	113	99	0	0	0	0	0	1826
96000000	N. ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ ΝΗΣΩΝ	0									0
64000000	N. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	77790	4530	1421	3702	0	288	4438	125	0	170084
62000000	N. ΣΕΡΡΩΝ	110608	6197	4	253405	18339	6880	82992	23	272095	861151
58000000	N. ΚΟΖΑΝΗΣ	130792	16026	523	90995	0	891	0	8	75916	445943
53000000	N. ΗΜΑΘΙΑΣ	13659	2463	26	66587	9671	1112	47421	15	175234	329847
6000000	N. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	129279	12251	1158	50795	8805	1680	75178	0	80065	488490
85000000	N. ΧΙΟΥ	299	127	23	0	0	0	0	0	0	748
13000000	N. ΑΧΑΪΑΣ	13533	7687	16794	37552	240	9	0	0	0	89348
63000000	N. ΦΛΩΡΙΝΑΣ	26768	23367	13	103924	0	147	0	0	14605	195592
34000000	N. ΠΡΕΒΕΖΑΣ	80	167	2363	43946	0	1	862	2	0	47501
4000000	N. ΕΥΒΟΙΑΣ	21306	6644	2972	8140	0	715	4854	0	0	65937
51000000	N. ΓΡΕΒΕΝΩΝ	49715	21305	341	20534	0	276	0	50	20	141956
99000000	N. ΑΘΗΝΩΝ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98000000	N. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	3552	669	378	10	0	0	975	0	0	9136
23000000	N. ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑΣ	723	47	1430	20	0	0	0	0	0	2943
73000000	N. ΡΟΔΟΠΗΣ	43036	4138	150	22332	0	6209	43414	1021	102409	265745
15000000	N. ΚΟΡΙΝΘΟΥ	13497	1461	1140	4245	0	25	0	0	0	33865
94000000	N. ΧΑΝΙΩΝ	0	23	62	64	0	0	0	0	0	149
83000000	N. ΛΕΣΒΟΥ	7607	14909	1477	216	0	0	0	6	0	31822
12000000	N. ΑΡΚΑΔΙΑΣ	13470	3607	6870	5693	0	0	0	0	0	43110
56000000	N. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	34407	5136	165	12167	0	350	0	3	0	86635
21000000	N. ΖΑΚΥΝΘΟΥ	1926	347	430	360	0	0	0	0	0	4989
52000000	N. ΔΡΑΜΑΣ	38682	7164	62	141442	0	693	23106	239	78115	328185
82000000	N. ΚΥΚΛΑΔΩΝ	171	5403	491	110	0	0	0	0	0	6346
24000000	N. ΛΕΥΚΑΔΑΣ	10	35	84	157	0	0	0	0	0	296
3000000	N. ΒΟΙΩΤΙΑΣ	67429	4102	1220	26905	0	741	90642	0	0	258468
92000000	N. ΛΑΣΙΘΙΟΥ	420	235	328	90	0	0	0	0	0	1493
93000000	N. ΡΕΘΥΜΝΟΥ	125	156	625	24	0	0	0	0	0	1055
43000000	N. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	45383	8058	362	11090	0	15	33989	0	47400	191680
11000000	N. ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3695	1625	1845	1522	0	0	0	0	0	12382
55000000	N. ΚΑΒΑΛΑΣ	12739	1208	24	197526	14039	604	2197	0	48414	289490
14000000	N. ΗΛΕΙΑΣ	16433	8526	16457	185577	240	25	8874	0	0	252565
41000000	N. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	61721	1346	792	70383	0	31	150979	6	51048	398027
31000000	N. ΑΡΤΑΣ	876	732	1101	20296	435	57	387	0	0	24760
65000000	ΑΓΙΟ ΟΡΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54000000	N. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	132005	11318	1620	85385	110350	507	49015	347	36316	558868
72000000	N. ΞΑΝΘΗΣ	29906	2350	8	136556	0	3543	8844	29	31791	242933
81000000	N. ΔΟΔΕΚΑΝΗΣΩΝ	6556	1096	876	33	0	0	0	1	2	15120
57000000	N. ΚΙΛΚΙΣ	133129	2063	389	51320	0	415	19741	48	13651	353885
17000000	N. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	774	470	1267	10630	373	0	0	0	0	14288
32000000	N. ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ	7	218	776	14973	1460	0	0	0	0	17441
44000000	N. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	29800	5997	668	109311	0	123	45326	3	10797	231825
22000000	N. ΚΕΡΚΥΡΑΣ	5	9	52	1170	0	0	0	0	0	1241

Στην συνέχεια από την βιβλιογραφική πηγή Αποστολάκης Μ.-Κυρίσης Σ.-Σούτερ Χ. «Το Ενεργειακό Δυναμικό της Βιομάζας, Γεωργικών και Δασικών Προϊόντων», λαμβάνονται οι λόγοι προϊόντος ανά υπόλειμμα για κάθε ένα από τα φυτά, η θερμογόνος δύναμη του κάθε γεωργικού υπολείμματος, καθώς και η διαθεσιμότητα του κάθε υπολείμματος (Πίνακας 2). Από τα συνολικά αγροτικά υπολείμματα, ένα μέρος από αυτά εκμεταλλεύεται ήδη, χρησιμοποιούμενο σε ενεργειακές και μη αγορές. Το άχυρο του σιταριού για παράδειγμα χρησιμοποιείται για διάφορους σκοπούς όπως το τάισμα των ζώων και ως στρωμή για τα ζώα. Επίσης ακόμη ένα σημαντικό ποσοστό από το υπόλειμμα του σιταριού ήδη χρησιμοποιείται για παραγωγή θερμότητας. Έτσι σύμφωνα με την βιβλιογραφία, μόνο το 15% των άχυρων του σιταριού μπορεί να διατεθεί για βιο-διεργασίες, συμπεριλαμβανομένου και του ποσοστού που καταστρέφεται κατά την μεταφορά (Βοϊβόντας, Ασημακόπουλος, 2001). Τα δεδομένα αυτά ισχύουν για τα υπολείμματα Ελληνικών καλλιεργειών. Οποιοσδήποτε άλλες μετρήσεις για άλλες χώρες καθώς και παραλλαγές των ίδιων καρπών, μπορεί να διαφέρουν σημαντικά. [9,10,18]

Πίνακας 2.2. Λόγος Προϊόντος προς Υπόλειμμα (PRR) και Θερμογόνος Δύναμη των Υπολειμμάτων(LHV).

ID	Type of Residue	PRRatio	LHV (MJ/kg)	Availability
1	Wheat (σιτάρι)	1	15,04	15%
2	barley (κριθάρι)	1,24	11,4	15%
3	oats (βρώμη)	1,27	14,8	15%
4	maize (καλαμπόκι)	1,42	12,1	60%
5	rice (ρύζι)	1	14,1	60%
6	Tobacco (καπνός)	0,91	13,5	60%
7	Cotton (βαμβάκι)	0,5	15,6	60%
8	Sunflower (ηλιοτρόπιο)	0,5	22,4	60%
9	Sugarbeets (ζαχαρότευτλα)	2,51	12,1	50%

Συνδυάζοντας τα παραπάνω δεδομένα, είναι δυνατή η εύρεση της θεωρητική βιομάζας που προέρχεται από τα 9 είδη των υπολειμμάτων, αλλά και τις διαθέσιμη-πραγματικής βιομάζας, σύμφωνα με τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\text{Θεωρητική Βιομάζα (tn)} = \frac{\text{Παραγωγή Προϊόντων (tn)}}{\text{PRRatio}} \quad \text{[Εξίσωση 1]}$$

$$\text{Διαθέσιμη Βιομάζα tn} = \text{Θεωρητική Βιομάζα tn} \cdot \text{Availability \%} \quad \text{[Εξίσωση 2]}$$

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σχολιαστεί το γεγονός ότι στην διαθέσιμη βιομάζα συνυπολογίζεται (δεν αφαιρείται) η υγρασία των γεωργικών υπολειμμάτων, η οποία στην περίπτωση του καπνού φτάνει έως και το 85%. Στην παρούσα εργασία δεν αφαιρείται η υγρασία των υπολειμμάτων, διότι κατά την μεταφορά τους, εμπεριέχεται σε αυτά. Ακόμη γίνεται η παραδοχή ότι η προ-επεξεργασία των υπολειμμάτων γίνεται στον χώρο της εγκατάστασης (είτε αυτή πρόκειται για βιο-διυλιστήριο είτε για εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας). Ακόμα όπως έχει αναφερθεί και στο θεωρητικό μέρος, η υγρασία ανάλογα με την διεργασία μετατροπής της

βιομάζας είναι άλλοτε επιθυμητή (αναερόβιες διεργασίες) και άλλοτε όχι. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται η διαθέσιμη βιομάζα στην ελληνική επικράτεια.

Πίνακας 2.3. Διαθέσιμη Βιομάζα (tn)

Name_gr	wheat tot (tn)	barley (tn)	oats (tn)	maize (tn)	rice (tn)	Tobacco (tn)	Cotton (tn)	Sunflower (tn)	Sugarbeets (tn)	sum (tn)
N. ΠΙΕΡΙΑΣ	7890.0	469.6	77.6	15441.5	6152.4	6447.7	17433.6	1.2	4888.0	58801.7
N. ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	532.8	80.9	44.6	4.2	0.0	0.0	1170.0	0.0	0.0	1832.6
N. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	161.7	158.7	30.0	18359.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18710.0
N. ΠΕΛΛΑΣ	4764.6	83.5	33.8	41725.4	91.2	33.6	59937.6	0.0	25851.4	132521.0
N. ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	7.2	2.2	5.7	246.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	261.8
N. ΦΩΚΙΔΑΣ	248.6	38.5	38.7	1306.5	0.0	36.9	78.0	0.0	0.0	1747.2
N. ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	1002.5	230.8	1425.7	63486.3	2613.0	364.6	25564.8	0.0	0.0	94687.7
N. ΛΑΡΙΣΑΣ	40916.6	3455.6	165.2	43937.7	0.0	1368.1	261975.6	0.0	75962.7	427781.6
N. ΛΑΚΩΝΙΑΣ	127.5	95.4	125.2	1967.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2315.5
N. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	380.0	206.5	71.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	666.7
N. ΕΒΡΟΥ	19790.9	840.0	17.4	54241.3	414.0	195.8	50514.0	16729.2	65989.2	208731.7
N. ΣΑΜΟΥ	116.9	6.8	13.3	41.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	178.8
N. ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ ΝΗΣΩΝ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	11668.5	548.0	167.8	1564.2	0.0	189.9	5325.6	150.0	0.0	19614.0
N. ΣΕΡΡΩΝ	16591.2	749.6	0.5	107072.5	11003.4	4536.3	99590.4	27.6	54202.2	293773.7
N. ΚΟΖΑΝΗΣ	19618.8	1938.6	61.8	38448.6	0.0	587.5	0.0	9.6	15122.7	75787.6
N. ΗΜΑΘΙΑΣ	2048.9	297.9	3.1	28135.4	5802.6	733.2	56905.2	18.0	34907.2	128851.4
N. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	19391.9	1482.0	136.8	21462.7	5283.0	1107.7	90213.6	0.0	15949.2	155026.8
N. ΧΙΟΥ	44.9	15.4	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.9
N. ΑΧΑΪΑΣ	2030.0	929.9	1983.5	15867.0	144.0	5.9	0.0	0.0	0.0	20960.3
N. ΦΛΩΡΙΝΑΣ	4015.2	2826.7	1.5	43911.5	0.0	96.9	0.0	0.0	2909.4	53761.2
N. ΠΡΕΒΕΖΑΣ	12.0	20.2	279.1	18568.7	0.0	0.7	1034.4	2.4	0.0	19917.5
N. ΕΥΒΟΙΑΣ	3195.9	803.7	351.0	3439.4	0.0	471.4	5824.8	0.0	0.0	14086.3
N. ΓΡΕΒΕΝΩΝ	7457.3	2577.2	40.3	8676.3	0.0	182.0	0.0	60.0	4.0	18997.0
N. ΑΘΗΝΩΝ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	532.8	80.9	44.6	4.2	0.0	0.0	1170.0	0.0	0.0	1832.6
N. ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑΣ	108.5	5.7	168.9	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	291.5
N. ΡΟΔΟΠΗΣ	6455.4	500.6	17.7	9436.1	0.0	4093.8	52096.8	1225.2	20400.2	94225.8
N. ΚΟΡΙΝΘΟΥ	2024.6	176.7	134.6	1793.7	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	4146.1
N. ΧΑΝΙΩΝ	0.0	2.8	7.3	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.1
N. ΛΕΣΒΟΥ	1141.1	1803.5	174.4	91.3	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	3217.5
N. ΑΡΚΑΔΙΑΣ	2020.5	436.3	811.4	2405.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5673.7
N. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	5161.1	621.3	19.5	5141.0	0.0	230.8	0.0	3.6	0.0	11177.2
N. ΖΑΚΥΝΘΟΥ	288.9	42.0	50.8	152.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	533.8
N. ΔΡΑΜΑΣ	5802.3	866.6	7.3	59764.2	0.0	456.9	27727.2	286.8	15560.8	110472.1
N. ΚΥΚΛΑΔΩΝ	25.7	653.6	58.0	46.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	783.7
N. ΛΕΥΚΑΔΑΣ	1.5	4.2	9.9	66.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.0
N. ΒΟΙΩΤΙΑΣ	10114.4	496.2	144.1	11368.3	0.0	488.6	108770.4	0.0	0.0	131381.9
N. ΛΑΣΙΘΙΟΥ	63.0	28.4	38.7	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	168.2
N. ΡΕΘΥΜΝΟΥ	18.8	18.9	73.8	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	121.6
N. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	6807.5	974.8	42.8	4685.9	0.0	9.9	40786.8	0.0	9442.2	62749.8
N. ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	554.3	196.6	217.9	643.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1611.8
N. ΚΑΒΑΛΑΣ	1910.9	146.1	2.8	83461.7	8423.4	398.2	2636.4	0.0	9644.2	106623.8
N. ΗΛΕΙΑΣ	2465.0	1031.4	1943.7	78412.8	144.0	16.5	10648.8	0.0	0.0	94662.2
N. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	9258.2	162.8	93.5	29739.3	0.0	20.4	181174.8	7.2	10168.9	230625.2
N. ΑΡΤΑΣ	131.4	88.5	130.0	8575.8	261.0	37.6	464.4	0.0	0.0	9688.7
ΑΓΙΟ ΟΡΟΣ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	19800.8	1369.1	191.3	36078.2	66210.0	334.3	58818.0	416.4	7234.3	190452.3
N. ΞΑΝΘΗΣ	4485.9	284.3	0.9	57699.7	0.0	2336.0	10612.8	34.8	6332.9	81787.3
N. ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΩΝ	983.4	132.6	103.5	13.9	0.0	0.0	0.0	1.2	0.4	1235.0
N. ΚΙΛΙΚΙΑΣ	19969.4	249.6	45.9	21684.5	0.0	273.6	23689.2	57.6	2719.3	68689.1
N. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	116.1	56.9	149.6	4491.5	223.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5037.9
N. ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ	1.1	26.4	91.7	6326.6	876.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7321.7
N. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	4470.0	725.4	78.9	46187.7	0.0	81.1	54391.2	3.6	2150.8	108088.8
N. ΚΕΡΚΥΡΑΣ	0.8	1.1	6.1	494.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	502.3

Ενώ για τον υπολογισμό της διαθέσιμης ενέργειας θα χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{Διαθέσιμη Ενέργεια } GJ = \text{Διαθέσιμη Βιομάζα } tn \cdot LHV \frac{MJ}{kg} \cdot (1 - \text{Υγρασία}\%)$$

[Εξίσωση 3]

LHV είναι η κατώτερη θερμογόνος δύναμη για κάθε ένα υπόλειμμα (Πίνακας 2). Η υγρασία των υπολειμμάτων όπως αναφέρθηκε παίζει σημαντικό ρόλο και από άποψη απόδοσης της εκάστοτε διεργασίας, αλλά και από την πλευρά της μεταφοράς. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονισθεί ότι η ποσότητα της υγρασίας διαφέρει ανά προϊόν και περιοχή. Ο παρακάτω πίνακας αντλήθηκε από την βιβλιογραφία και αναφέρεται σε μετρήσεις για την Ελλάδα. **[10]**

Πίνακας 2.4. Υγρασία των Υπολειμμάτων Αγροτικών Προϊόντων

ID	Type of Residue	Υγρασία (moisture)
1	Wheat (σιτάρι)	15%
2	barley (κριθάρι)	15%
3	oats (βρώμη)	15%
4	maize (καλαμπόκι)	55%
5	rice (ρύζι)	25%
6	Tobacco (καπνός)	85%
7	Cotton (βαμβάκι)	45%
8	Sunflower (ηλιοτρόπιο)	40%
9	Sugarbeets (ζαχαρότευτλα)	75%

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ο επόμενος πίνακας με την διαθέσιμη ενέργεια ανά νομό και ανά υπόλειμμα, αλλά και με το άθροισμα των ενεργειών ανά νομό και στο σύνολο της Ελλάδας.

Πίνακας 2.5. Διαθέσιμη Ενέργεια Υπολειμμάτων Αγροτικών Προϊόντων ανά νομό.

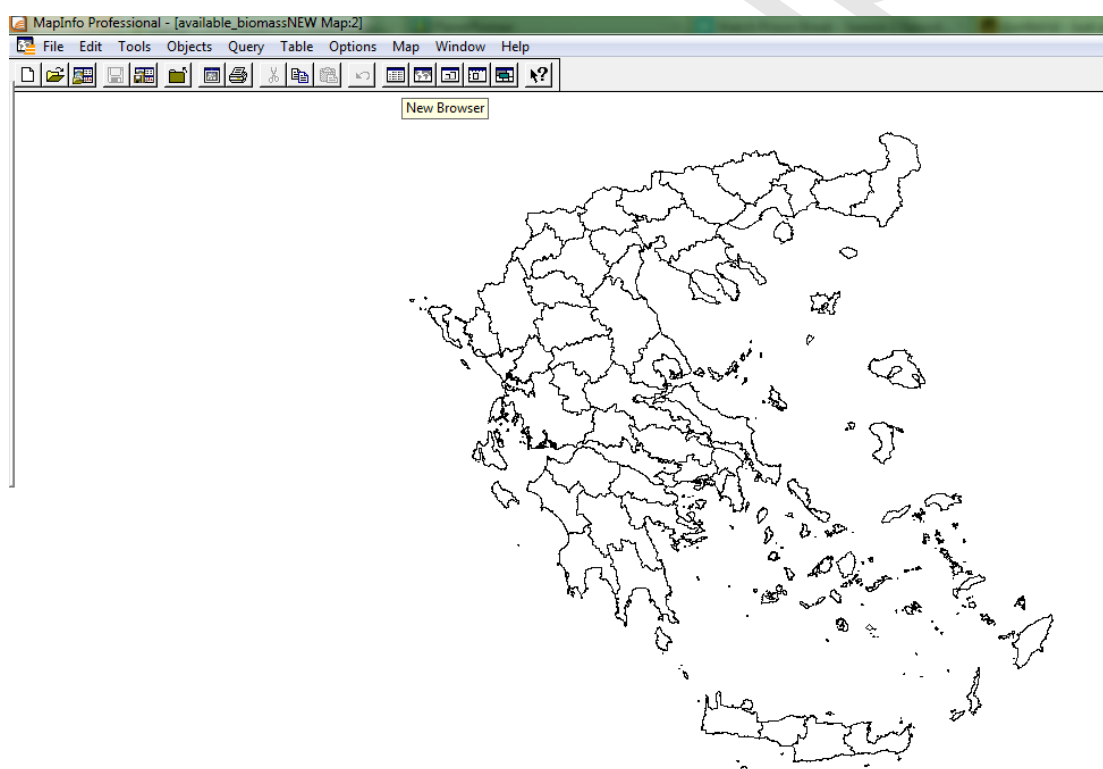
Name_gr	wheat tot (GJ)	barley (GJ)	oats (GJ)	maize(GJ)	rice (GJ)	Tobacco (GJ)	Cotton (GJ)	Sunflower (GJ)	Sugarbeets (GJ)	sum (GJ)
N. ΠΙΕΡΙΑΣ	118034.40	5588.20	1147.68	102145.85	77058.81	15571.18	174510.34	18	17841.37	511915.83
N. ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	7970.69	963.04	660.31	27.95	0	0.00	11711.70	0	0.00	21333.68
N. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	2419.03	1888.65	443.70	121448.60	0	0.00	0.00	0	0.00	126199.98
N. ΠΕΛΛΑΣ	71278.42	993.27	499.60	276013.20	1142.28	81.21	599975.38	0	94357.59	1044340.94
N. ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	107.71	25.91	83.85	1632.32	0	0.00	0.00	0	0.00	1849.79
N. ΦΩΚΙΔΑΣ	3718.31	457.77	572.97	8642.36	0	89.17	780.78	0	0.00	14261.35
N. ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	14996.65	2746.60	21086.23	419962.13	32727.825	880.55	255903.65	0	0.00	748303.63
N. ΛΑΡΙΣΑΣ	612111.59	41121.22	2443.84	290648.19	0	3304.04	2622375.76	0	277264.03	3849268.67
N. ΛΑΚΩΝΙΑΣ	1907.40	1135.78	1851.66	13013.85	0	0.00	0.00	0	0.00	17908.69
N. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	5684.05	2457.25	1049.86	61.49	0	0.00	0.00	0	0.00	9252.65
N. ΕΒΡΟΥ	296071.12	9996.00	256.79	358805.99	5185.35	472.92	505645.14	250938	240860.74	1668232.03
N. ΣΑΜΟΥ	1748.08	80.61	197.39	276.71	0	0.00	0.00	0	0.00	2302.79
N. ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ ΝΗΣΩΝ	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
N. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	174560.76	6521.01	2482.27	10347.35	0	458.58	53309.26	2250	0.00	249929.23
N. ΣΕΡΡΩΝ	248204.35	8920.68	6.99	708284.82	137817.585	10955.08	996899.90	414	197838.00	2309341.41
N. ΚΟΖΑΝΗΣ	293497.25	23069.69	913.60	254337.43	0	1418.75	0.00	144	55197.89	628578.60
N. ΗΜΑΘΙΑΣ	30650.80	3545.53	45.42	186115.35	72677.565	1770.65	569621.05	270	127411.18	992107.54
N. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	290102.08	17635.51	2022.85	141975.60	66169.575	2675.08	903038.14	0	58214.59	1481833.42
N. ΧΙΟΥ	670.96	182.82	40.18	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	893.95
N. ΑΧΑΪΑΣ	30368.05	11065.56	29336.61	104960.48	1803.6	14.33	0.00	0	0.00	177548.63
N. ΦΛΩΡΙΝΑΣ	60067.39	33637.17	22.71	290474.90	0	234.07	0.00	0	10619.17	395055.42
N. ΠΡΕΒΕΖΑΣ	179.52	240.40	4127.81	122832.16	0	1.59	10354.34	36	0.00	137771.83
N. ΕΥΒΟΙΑΣ	47810.66	9564.15	5191.64	22751.87	0	1138.50	58306.25	0	0.00	144763.07
N. ΓΡΕΒΕΝΩΝ	111560.46	30668.89	595.68	57393.98	0	439.48	0.00	900	14.54	201573.02
N. ΑΘΗΝΩΝ	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
N. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	7970.69	963.04	660.31	27.95	0	0.00	11711.70	0	0.00	21333.68
N. ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑΣ	1622.41	67.66	2498.00	55.90	0	0.00	0.00	0	0.00	4243.97
N. ΡΟΔΟΠΗΣ	96572.78	5956.72	262.03	62419.51	0	9886.64	521488.97	18378	74460.73	789425.38
N. ΚΟΡΙΝΘΟΥ	30287.27	2103.13	1991.41	11865.07	0	39.81	0.00	0	0.00	46286.69
N. ΧΑΝΙΩΝ	0.00	33.11	108.30	178.88	0	0.00	0.00	0	0.00	320.30
N. ΛΕΣΒΟΥ	17070.11	21461.75	2580.10	603.74	0	0.00	0.00	108	0.00	41823.69
N. ΑΡΚΑΔΙΑΣ	30226.68	5192.33	12000.86	15912.34	0	0.00	0.00	0	0.00	63332.21
N. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	77209.31	7393.35	288.23	34007.62	0	557.31	0.00	54	0.00	119509.82
N. ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4321.94	499.51	751.15	1006.23	0	0.00	0.00	0	0.00	6578.83
N. ΔΡΑΜΑΣ	86802.41	10312.69	108.30	395340.35	0	1103.47	277549.27	4302	56796.76	832315.26
N. ΚΥΚΛΑΔΩΝ	383.72	7777.71	857.70	307.46	0	0.00	0.00	0	0.00	9326.59
N. ΛΕΥΚΑΔΑΣ	22.44	50.38	146.74	438.83	0	0.00	0.00	0	0.00	658.38
N. ΒΟΙΩΤΙΑΣ	151310.68	5904.90	2131.16	75201.37	0	1179.90	1088791.70	0	0.00	1324519.70
N. ΛΑΣΙΘΙΟΥ	942.48	338.29	572.97	251.56	0	0.00	0.00	0	0.00	2105.29
N. ΡΕΘΥΜΝΟΥ	280.50	224.56	1091.78	67.08	0	0.00	0.00	0	0.00	1663.93
N. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	101839.45	11599.62	632.36	30997.33	0	23.88	408275.87	0	34464.14	587832.66
N. ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	8291.58	2339.21	3222.94	4254.10	0	0.00	0.00	0	0.00	18107.83
N. ΚΑΒΑΛΑΣ	28586.32	1738.94	41.92	552099.08	105503.085	961.75	26390.36	0	35201.41	750522.87
N. ΗΛΕΙΑΣ	36875.65	12273.31	28747.92	518700.78	1803.6	39.81	106594.49	0	0.00	705035.56
N. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	138501.92	1937.59	1383.51	196725.44	0	49.36	1813559.75	108	37116.57	2189382.14
N. ΑΡΤΑΣ	1965.74	1053.73	1923.28	56728.75	3269.025	90.76	4648.64	0	0.00	69679.93
ΑΠΟ ΟΡΟΣ	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
N. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	296219.22	16292.44	2829.90	238657.09	829280.25	807.30	588768.18	6246	26405.06	2005505.44
N. ΞΑΝΘΗΣ	67109.06	3382.86	13.97	381683.64	0	5641.55	106234.13	522	23114.97	587702.18
N. ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΩΝ	14711.66	1577.71	1530.24	92.24	0	0.00	0.00	18	1.45	17931.31
N. ΚΙΛΚΙΣ	298741.48	2969.72	679.52	143443.01	0	660.81	237128.89	864	9925.53	694412.96
N. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	1736.86	676.57	2213.26	29711.60	2803.095	0.00	0.00	0	0.00	37141.38
N. ΘΕΣΠΡΩΤΙΑΣ	15.71	313.81	1355.56	41850.59	10971.9	0.00	0.00	0	0.00	54507.57
N. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	66871.20	8632.78	1166.90	305531.94	0	195.85	544455.91	54	7850.41	934758.99
N. ΚΕΡΚΥΡΑΣ	11.22	12.96	90.84	3270.23	0	0.00	0.00	0	0.00	3385.24
sum (GJ)	3990220.21	345586.08	146960.78	6593582.31	1348213.55	60743.35	12498029.54	285624.00	1384956.15	26653915.96

Όλα τα παραπάνω δεδομένα (Πίνακας 2.1-2.5) εισάγονται σε Access, ώστε να αποτελέσουν τις βάσεις δεδομένων. Η Access, παρέχει ακόμη το πλεονέκτημα σύνδεσης διαφορετικών πινάκων με μία κοινή στήλη.

Στην συνέχεια έχοντας έναν χάρτη με τους νομούς της Ελλάδας στο πρόγραμμα MapInfo Professional 10.0 έχουμε την δυνατότητα να εισάγουμε δεδομένα που αντιστοιχούν σε κάθε νομό και τα οποία συνδέονται με τον χάρτη μας.

Κάθε χάρτης έχει δύο ιδιότητες:

- Τον πίνακα – browser, που αποτελεί μία βάση δεδομένων
- Τον mapper, δηλαδή τον χάρτη που βλέπουμε (σύνδεση με γεωγραφία)



Εικόνα 2.1. Η επιφάνεια εργασίας χάρτη στο MapInfo Professional 10.0. Σε αυτή την σελίδα γενικά παρουσιάζονται οι πληροφορίες που υπάρχουν στην βάση δεδομένων του MapInfo, ενώ υπάρχει και δυνατότητα τροποποίησης των χρωμάτων και των σχημάτων στον χάρτη.

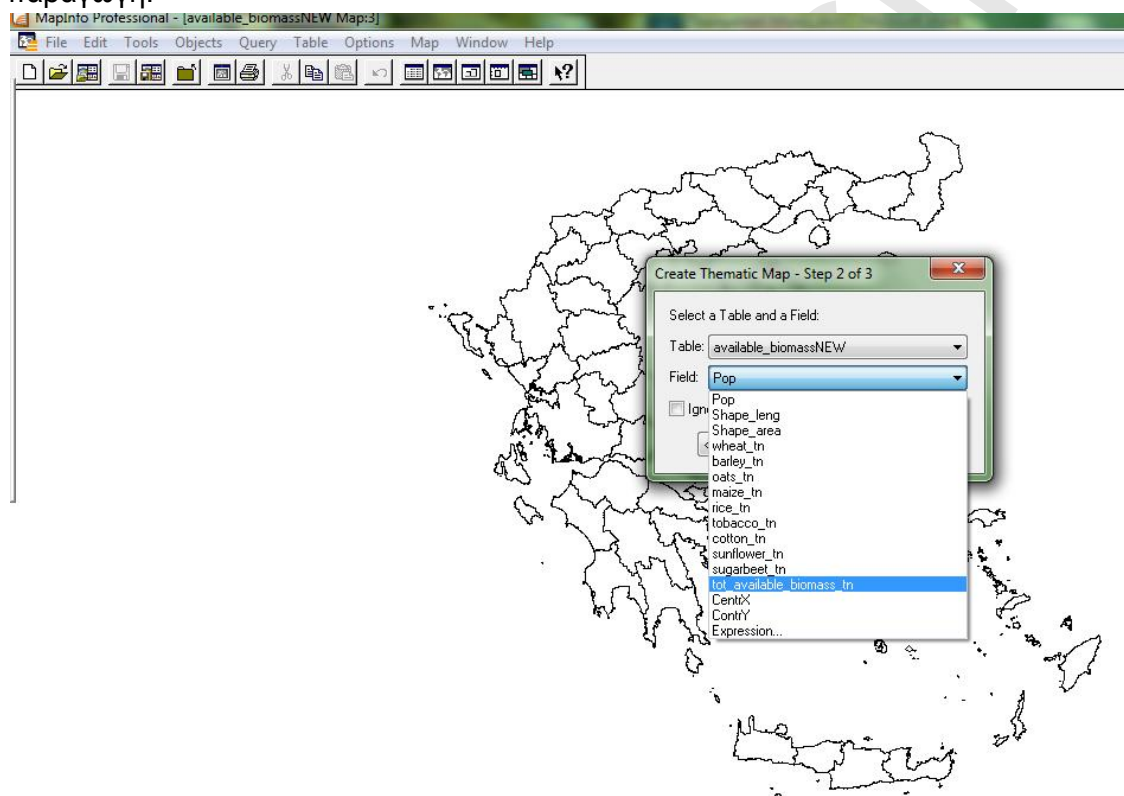
Ο χάρτης πριν την εισαγωγή των δεδομένων βιομάζας και ενέργειας περιέχει αρχικά δεδομένα σε πίνακα, όπως ο κωδικός κάθε νομού με βάση την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (esy_e_id), την ονομασία κάθε νομού σε ελληνικά και αγγλικά, την περίμετρο και την επιφάνεια κάθε νομού.

Για την εισαγωγή δεδομένων στον browser του MapInfo από εξωτερικό αρχείο (excel ή Access) επιλέγουμε File – open και στην συνέχεια την επέκταση του αρχείου (.xls ή .mdb) από το οποίο θα εισαχθούν τα δεδομένα. Με αυτό τον τρόπο τα δεδομένα για τις ποσότητες ανά υπόλειμμα (στήλες) και ανά νομό (γραμμές). Η διαφορά πλέον της νέας βάσης δεδομένων από την Access και το Excel είναι ότι

εμπεριέχει και γεωγραφική πληροφορία, αλλά και εικόνα (με την βοήθεια θεματικών χαρτών).

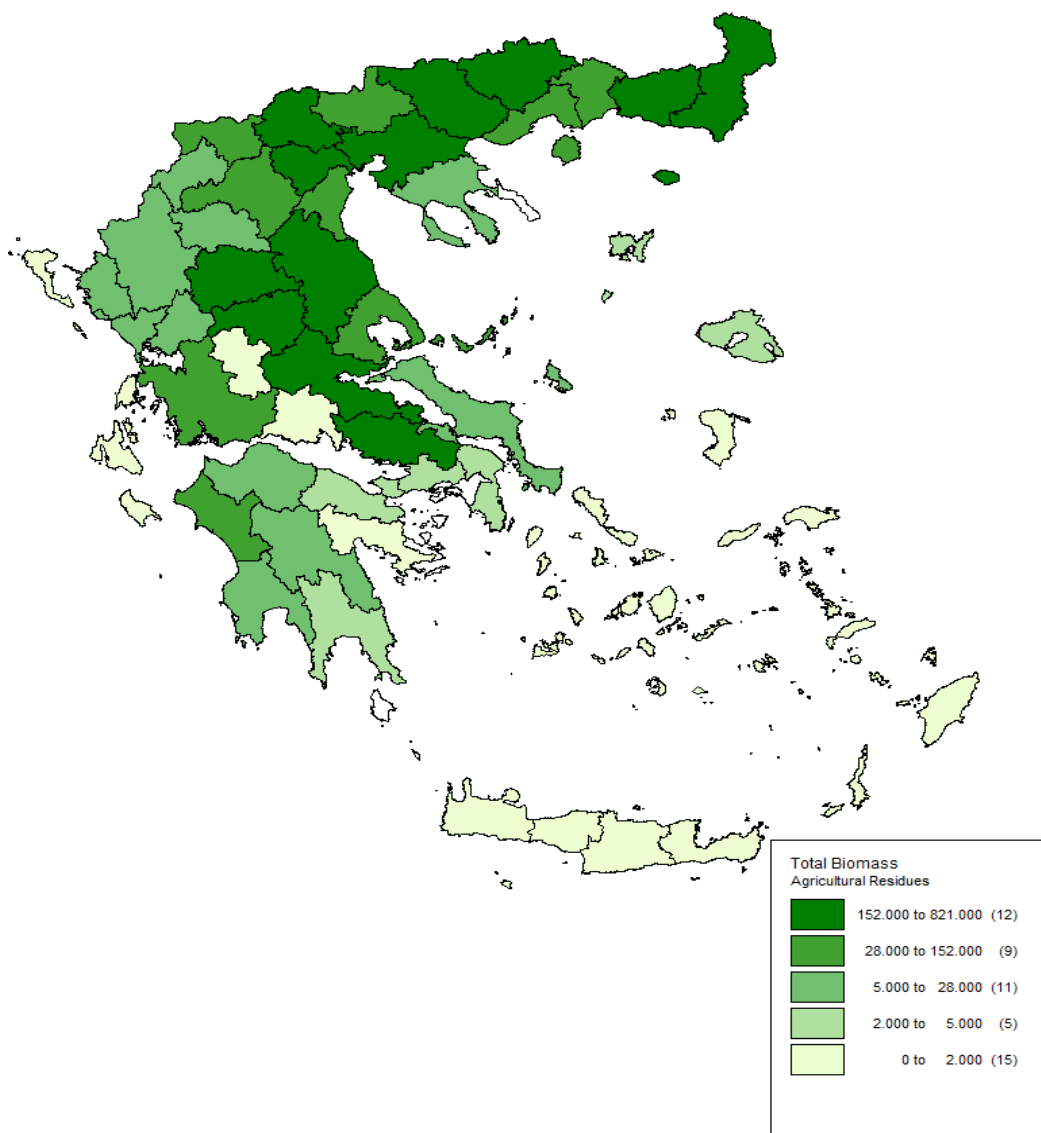
Έχοντας λοιπόν εισάγει τα δεδομένα μας στον browser του MapInfo μπορούμε να κατασκευάσουμε θεματικούς χάρτες, στους οποίους θα απεικονίζεται κάθε φορά η επιθυμητή πληροφορία (υπό μορφή χάρτη). Για παράδειγμα η διαθέσιμη βιομάζα υπολειμμάτων ζαχαρότευτλων σε όλη την χώρα ή η προς αξιοποίηση ενέργεια ανά νομό που προέρχεται από τα υπολείμματα βρώμης, κοκ.

Από το κεντρικό μενού Map – create thematic map επιλέγεται ο πίνακας των δεδομένων και η συγκεκριμένη στήλη που επιθυμούμε να παρουσιάσουμε, ενώ με την επιλογή Ignore zeros or blanks δεν λαμβάνονται υπόψη οι νομοί που δεν έχουν παραγωγή.



Εικόνα 2.2. Παράθυρο δημιουργίας θεματικού χάρτη.

Έτσι λαμβάνονται θεματικοί χάρτες όπως ο ακόλουθος.



Εικόνα 2.3. Θεματικός χάρτης για την διαθέσιμη ποσότητα βιομάζας από 9 αγροτικά υπολείμματα. Στο υπόμνημα παρουσιάζονται οι τόνοι βιομάζας ανά κατηγορία και σε παρενθέσεις ο αριθμός των νομών ανά κατηγορία.

Στο Παράρτημα 1 παρουσιάζονται όλοι οι θεματικοί χάρτες ανά αγροτικό υπόλειμμα. Με αυτή την μεθοδολογία έχει κατασκευαστή μία βάση δεδομένων η οποία περιέχει ποσότητες αγροτικών υπολειμμάτων ανά νομό, καθώς και τις ενέργειες που μπορούν να αποδοθούν ανά τύπο υπολείμματος και νομό.

Παρόλα αυτά οι βάσεις δεδομένων δεν μπορούν να υποστηρίξουν από μόνες τους την λήψη απόφασης ως προς την τοποθεσία ενός εργοστασίου, παρά την οπτικοποίηση των δεδομένων. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται ένας αλγόριθμος σε MATLAB ο οποίος σε συνδυασμό με τα δεδομένα από το MarInfo μπορεί να υποστηρίξει απόλυτα την λήψη μιας τέτοιας απόφασης λαμβάνοντας υπόψη το κόστος μεταφοράς των πρώτων υλών στο εργοστάσιο.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.2.1. Παραδοχές

Σε αυτή την ενότητα θα αναπτυχθούν τα τρία σενάρια που αναφέρθηκαν στην εισαγωγή του πειραματικού μέρους, μαζί με το πρόγραμμα επιλογής της κατάλληλης τοποθεσίας σε MATLAB. Το πακέτο MATLAB κρίθηκε το κατάλληλο καθότι τα δεδομένα μας είναι πίνακες και μέσω αυτού διευκολύνονται οι πράξεις μεταξύ τους σε συνδυασμό με το προγραμματιστικό περιβάλλον που διαθέτει. Οι παραδοχές που γίνονται για την κατασκευή του αλγόριθμου και την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας είναι οι ακόλουθες:

1. Αρχικά από την ανάλυση αποκλείονται όλες οι νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας (και η Κρήτη). Η απόφαση αυτή λαμβάνεται από το γεγονός ότι στόχος είναι να κατασκευαστεί το εργοστάσιο επεξεργασίας αγροτικών υπολειμμάτων στην ηπειρωτική χώρα. Το κόστος μεταφοράς αγροτικών υπολειμμάτων, δεδομένου ότι η αξία του είναι σχεδόν μηδενική, είναι απαγορευτικό για την βιωσιμότητα μιας τέτοιας εγκατάστασης. Εξάλλου η παραγωγή αγροτικών υπολειμμάτων στην ηπειρωτική Ελλάδα από τους 39 νομούς μπορεί να καλύψει την σχεδιαζόμενη δυναμικότητα ενός εργοστασίου επεξεργασίας βιομάζας. Να σημειωθεί ακόμη ότι η μεταφορά ενέργειας από βιομάζα (και ιδίως στα νησιά) πέρα του υψηλού κόστους έχει και πολλές απώλειες. Όπως φαίνεται και από τον θεματικό χάρτη της *Εικόνας 2.1.3* κάποια νησιά όπως η Κρήτη, η Μυτιλήνη και η Λήμνος μπορούν με αυτόνομες μονάδες επεξεργασίας βιομάζας να συνεισφέρουν στην ενεργειακή τους ζήτηση. Στην Κρήτη είδη υπάρχει τέτοια μονάδα.
2. Τα μέσα μεταφοράς πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθούν είναι φορτηγά ωφέλιμου φορτίου 15 τόνων. Ήδη σε ευρωπαϊκές χώρες εξετάζεται η μεταφορά βιομάζας με συνδυασμό φορτηγού-τρένου (biomass intermodality). Ένας τέτοιος τρόπος μεταφοράς ωστόσο είναι βιώσιμος για αποστάσεις άνω των 500km. Το κόστος δια-μεταφοράς στην Ελλάδα βρίσκεται ωστόσο ακόμη σε υψηλά επίπεδα και για αυτό το λόγο δεν θα εξεταστεί η περίπτωση της intermodal μεταφοράς. **[22]**
3. Η προ-επεξεργασία της βιομάζας, δηλαδή η θερμοχημική κατεργασία της πρώτης ύλης προκειμένου να μειωθεί η υγρασία και να αναβαθμιστεί το ενεργειακό περιεχόμενο (torrefaction), θεωρείται ότι λαμβάνει χώρα στον χώρο της εγκατάστασης της κυρίως επεξεργασίας της βιομάζας. Στο τέλος της Ενότητας 3 παρουσιάζεται μία άλλη εκδοχή. **[21]**
4. Το κόστος μεταφοράς αποτελεί βασικό παράγοντα επιλογής μιας τοποθεσίας ως κατάλληλης για την κατασκευή εγκατάστασης επεξεργασίας αγροτικών υπολειμμάτων. Σε επόμενη παράγραφο παρουσιάζεται αναλυτικά. Εκτός όμως από το κόστος μεταφοράς σημαντικό ρόλο παίζει και τα γεωγραφικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά του επιλεγόμενου νομού-τοποθεσίας. Γεινίαση με κεντρικές οδικές αρτηρίες, προσβασιμότητα σε ποταμό ή/και θάλασσα και άλλες ιδιότητες που θα αναφερθούν παρακάτω.
5. Τέλος θεωρείται για κάθε νομό που έχει διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας ότι υπάρχει ένα τοπικό κέντρο συλλογής των αγροτικών υπολειμμάτων. Στο κέντρο αυτό συλλέγονται περιοδικά τα υπολείμματα υπό μορφή μπάλας (bales) ή χύδην. Τα κέντρα αυτά, από άποψη logistics και με βάση οικονομικά κριτήρια, επιλέγονται, όσον αφορά στη γεωγραφία τους, να είναι τα κεντροειδή των αγροτικών

περιοχών ανά νομό. Με αυτό τον τρόπο τα κεντροειδή των διαφόρων νομών θεωρούνται ως αφετηρίες της βιομάζας προς εκείνο το κεντροειδές του νομού με το μικρότερο κόστος μεταφοράς της βιομάζας. Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι αποστάσεις μεταξύ των κεντροειδών.. Πρόκειται για την χιλιομετρική απόσταση του κεντροειδούς της αγροτικής έκτασης κάθε νομού, από το αντίστοιχο κεντροειδές της αγροτικής έκτασης κάθε άλλου νομού. Με αυτό τον τρόπο, υπολογίζονται τόσο οι μέσες αποστάσεις μεταξύ των νομών, κατά συνέπεια και των κεντροειδών τα οποία αντιπροσωπεύουν σημεία τόσο πηγής όσο και λήψης/συλλογής βιομάζας (Εικόνα 2.13). Η εύρεση των κεντροειδών γίνεται με την βοήθεια του MapInfo και του χάρτη CORINE Land Cover και παρουσιάζεται αναλυτικά σε επόμενη παράγραφο.



Εικόνα 2.4. Συμπιεσμένη βιομάζα σε μπάλες ή ορθογώνια.

2.2.2. Η Εξίσωση του Κόστους Μεταφοράς

Γενικά το κόστος μεταφοράς στις εμπορευματικές μεταφορές αποτελείται από 2 επιμέρους συνιστώσες, το:

- 1) Κόστος φορτοεκφόρτωσης και χειρισμού, που περιλαμβάνει το κόστος εκφόρτωσης των εμπορευμάτων και εκφόρτωσής τους, το κόστος συσκευασίας, τα έξοδα έκδοσης πιστωτικών εγγράφων και ορισμένα γενικά διοικητικά έξοδα. ΔΕΝ εξαρτάται από την απόσταση.
- 2) Κόστος Διακίνησης, περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες που έχουν άμεση σχέση με την κίνηση του μεταφορικού μέσου, όπως δαπάνες καυσίμων αμοιβή οδηγού, λειτουργική φθορά μεταφορικού μέσου, κλπ.

Επίσης το κόστος μεταφοράς σύμφωνα με άλλες πηγές αποτελείται από σταθερό και μεταβλητό μέρος:

A. Οι σταθερές δαπάνες υπολογίζονται σε ετήσια βάση ως το ακόλουθο άθροισμα:

1. Σύνολο των αποδοχών του οδηγού, δηλαδή μισθός (x 14), ταμείο (x 14), τυχόν υπερωρίες, νυχτερινά, ειδικά επιδόματα κ.λ.π.
2. Ασφάλιστρα.
3. Τέλη κυκλοφορίας
4. Έξοδα διοίκησης (το συνολικό κόστος γραφείων, υπαλλήλων διαιρούμενο με τον αριθμό των φορτηγών αυτοκινήτων της επιχείρησης δίνει το κόστος

διοίκησης που επιβαρύνει το κάθε φορτηγό)

5. Ετήσιες αποσβέσεις φορτηγού

Β. Οι μεταβλητές δαπάνες αποτελούνται από: καύσιμα, ελαστικά, λιπαντικά, αναλώσιμα (φίλτρα, ιμάντες, λαμπτήρες), τακτικές επισκευές (service) και συντηρήσεις.

Γ. Στις έκτακτες δαπάνες συνυπολογίζονται το κόστος ατυχημάτων, κόστος κλήσεων για παραβάσεις, τυχόν αβαρίες.

Για την μεταφορά των αγροτικών υπολειμμάτων το συνολικό κόστος μεταφοράς θα προκύπτει ως γραμμική συνάρτηση του αριθμού των δρομολογίων και τις συνολικής διανυόμενης απόστασης. Το σταθερό κόστος σε αυτή την περίπτωση είναι ίσο με το κόστος φόρτωσης και εκφόρτωσης των υπολειμμάτων συν το κόστος συμπίεσης της βιομάζας σε διαχειρίσιμη μορφή (bales). Ο αριθμός των δρομολογίων κάθε νομού υπολογίζεται από την ετήσια ποσότητα βιομάζας που συλλέγεται διαιρούμενη με το ωφέλιμο φορτίο ενός φορτηγού. Έτσι ένας νομός με υψηλό δυναμικό αγροτικών υπολειμμάτων θα έχει πολλά ετήσια δρομολόγια ως αποστολέας βιομάζας και επομένως υψηλό σταθερό κόστος μεταφοράς.

Από την άλλη πλευρά το μεταβλητό κόστος περιλαμβάνει το κόστος μίσθωσης του οδηγού, το κόστος των καυσίμων και το κόστος συντήρησης και είναι ανοιγμένο ανά χιλιόμετρο μεταφοράς. Σύμφωνα με ελληνική βιβλιογραφία:

Σταθερό Κόστος = 154 €/trip

Μεταβλητό Κόστος = 2.05 €/km

Να σημειωθεί ότι οι παραπάνω μεταβλητές αποτελούν παραμέτρους αβεβαιότητας και μπορούν να εξεταστούν στην περίπτωση του κόστους μεταφοράς με ανάλυση Monte Carlo.

Οι ακόλουθες εξισώσεις παρουσιάζουν το παραπάνω σκεπτικό:

Σταθερό Κόστος = Κόστος φόρτωσης + Εκφόρτωσης + Κόστος Συμπίεσης/Χειρισμού
[Εξίσωση 2.2.1]

$$\# \text{ Δρομολογίων ετησίως} = \frac{\text{Διαθέσιμη Βιομάζα νομού (tn)}}{15 \text{ tn/φορτηγό}}$$

[Εξίσωση 2.2.2]

Κόστος Μεταφοράς = Σταθερό Κόστος · # Διαδρομών + Μεταβλητό Κόστος · Απόσταση
[Εξίσωση 2.2.3]

$$TC_i (\text{€}) = 154 \cdot \text{Number of Trips} + 2.05 \cdot \sum_{i=1}^{39} d$$

[Εξίσωση 2.2.4]

Όπου **TC** είναι το συνολικό κόστος μεταφοράς, **i** είναι δείκτης που δείχνει εξετάζει τον κάθε νομό, **Number of Trips** ο αριθμός των δρομολογίων και **d** η συνολικά διανυόμενη απόσταση.

2.2.3. Εύρεση Κεντροειδών και Υπολογισμός Αποστάσεων **d**.

Στην συνέχεια για να υπολογιστεί η Εξίσωση 2.2.4 θα πρέπει βρεθούν οι αποστάσεις των νομών. Τι θα είναι όμως αυτές οι αποστάσεις; Και από πού έως πού θα εκτίνονται για κάθε εξεταζόμενο νομό;

Όπως αναφέρθηκε στην Παραδοχή 4 της παραγράφου 2.2.1, τα κεντροειδή σημεία των αγροτικών περιοχών που παράγουν τα αντίστοιχα επιλεγόμενα προϊόντα, άρα και τα υπολείμματα που ενδιαφέρουν, θα αποτελούν τα σημεία κάθε νομού απ' όπου θα υπολογιστούν οι αποστάσεις. Σε αυτό θα μας βοηθήσει ο χάρτης CORINE Land Cover, ο οποίος παρουσιάζει τις χρήσεις γης στην Ελλάδα, χωρίζοντάς την σε επίπεδα. Ο ακόλουθος χάρτης παρουσιάζει τις χρήσεις γης στην Ελλάδα · κάθε χρώμα αντιστοιχεί και σε διαφορετική χρήση της γης. Ο πίνακας που έπεται παρουσιάζει αναλυτικά τα επίπεδα πληροφορίας του χάρτη.



Εικόνα 2.5. Ο χάρτης CORINE Land Cover για την Ελλάδα.

Πίνακας 2.6. Ονοματολογία CORINE Land Cover

Πρώτο επίπεδο	Δεύτερο επίπεδο	Τρίτο επίπεδο
1. ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	1.1 ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ	1.1.1. Συνεχής αστικός ιστός 1.1.2 Ασυνεχής αστικός ιστός
	1.2 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ-ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	1.2.1 Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες 1.2.2 Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα 1.2.3 Ζώνες λιμένων 1.2.4 Αεροδρόμια
	1.3 ΟΡΥΧΕΙΑ, ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΡΡΙΨΕΩΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΟΙ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗΣ	1.3.1 Χώροι εξορύξεως ορυκτών 1.3.2 Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων 1.3.3 Χώροι οικοδόμησης
	1.4 ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΜΗ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	1.4.1 Περιοχές αστικού πρασίνου 1.4.2 Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής
2. ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	2.1 ΑΡΩΣΙΜΗ ΓΗ	2.1.1 Μη αρδευόμενη αρώσιμη γη 2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη 2.1.3 Ορυζώνες
	2.2 ΜΟΝΙΜΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	2.2.1 Αμπελώνες 2.2.2 Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς 2.2.3 Ελαιώνες
	2.3 ΛΙΒΑΔΙΑ	2.3.1 Λιβάδια
	2.4 ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που σχετίζονται με μόνιμες καλλιέργειες 2.4.2 Σύνθετες καλλιέργειες 2.4.3 Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης 2.4.4 Γεωργο-δασικές περιοχές
3. ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΗΜΙ-ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	3.1 ΔΑΣΗ	3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων 3.1.2 Δάσος κωνοφόρων 3.1.3 Μικτό δάσος
	3.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΘΑΜΝΩΔΟΥΣ Η/ΚΑΙ ΠΟΩΔΟΥΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	3.2.1 Φυσικοί βοσκότοποι 3.2.2 Θάμνοι και χερσότοποι 3.2.3 Σκληροφυλλική βλάστηση 3.2.4 Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις
	3.3 ΑΝΟΙΧΤΟΙ ΧΩΡΟΙ ΜΕ ΛΙΓΗ Η ΚΑΘΟΛΟΥ ΒΛΑΣΤΗΣΗ	3.3.1 Παραλίες, αμμόλοφοι, Αμμουδιές 3.3.2 Απογυμνωμένοι βράχοι 3.3.3 Εκτάσεις με αραιή βλάστηση 3.3.4 Αποτεφρωμένες εκτάσεις 3.3.5 Παγετώνες και αέναο χιόνι
4. ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	4.1 ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ ΕΝΔΟΧΩΡΑΣ	4.1.1 Βάλτοι στην ενδοχώρα 4.1.2 Τυρφώνες
	4.2 ΠΑΡΑΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	4.2.1 Παραθαλάσσιοι Βάλτοι 4.2.2 Αλυκές 4.2.3 Ζώνες που καλύπτονται από παλιρροιακά ύδατα
5. ΥΔΑΤΙΝΕΣ	5.1 ΧΕΡΣΑΙΑ ΥΔΑΤΑ	5.1.1 Υδατορρέυματα

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ		5.1.2 Επιφάνειες στάσιμου ύδατος
	5.2 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΥΔΑΤΑ	5.2.1 Παράκτιες Λιμνοθάλασσες 5.2.2 Εκβολές ποταμών 5.2.3 Θάλασσες και ωκεανοί

Έχοντας λοιπόν την βάση δεδομένων για την χρήση γης στην Ελλάδα, μέσω queries θα επιλεγούν μόνο οι περιοχές που μπορούν να παράγουν αγροτικά προϊόντα και ιδίως αυτά που έχουν αναφερθεί στην ενότητα 1 του πειραματικού μέρους. Από το path στο MapInfo: Queries – SQL Select επιλέγονται οι εξής περιοχές του τρίτου επιπέδου:

- 2.1.1 Μη αρδευόμενη αρώσιμη γη
- 2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη
- 2.1.3 Ορυζώνες
- 2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που σχετίζονται με μόνιμες καλλιέργειες

ID_gr_id	Code_00	Dxf_layer	Dxf_color	Dxf_text	Dxf_size	Nomo	Label_1	Label
1	211	CODE-00	2	211	150	00	Agricultural areas	Arabl
2	211	CODE-00	2	211	150	00	Agricultural areas	Arabl
3								Inlanc
4								Urban
5								Urban
6								Urban
7								reas
8								Arabl
9								Arabl
10								reas
11								reas
12								reas
13								Arabl
14								reas
15								reas
16								reas
17								Inlanc
18								Arabl
19								Inlanc
20								Urban
21								reas
22								reas
23								Inlanc
24								Urban
25								Arabl
26								reas
27								Inlanc
28	311	CODE-00	2	311	150	71	Forest and semi natural areas	Fores
29	211	CODE-00	2	211	150	00	Agricultural areas	Arabl
30	211	CODE-00	2	211	150	00	Agricultural areas	Arabl
31	112	CODE-00	2	112	150	00	Artificial surfaces	Urban
32	112	CODE-00	2	112	150	00	Artificial surfaces	Urban
33	511	CODE-00	2	511	150	00	Water bodies	Inlanc

SQL Select

Select Columns: Label_3

from Tables: CLC2000_POLY_GREECE_official

where Condition: Label_3="Non-irrigated arable land" OR Label_3="Permanently irrigated land" OR Label_3="Annual crops associated with permanent crops" OR Label_3="Rice fields"

Group by Columns:

Order by Columns:

into Table Named: Selection

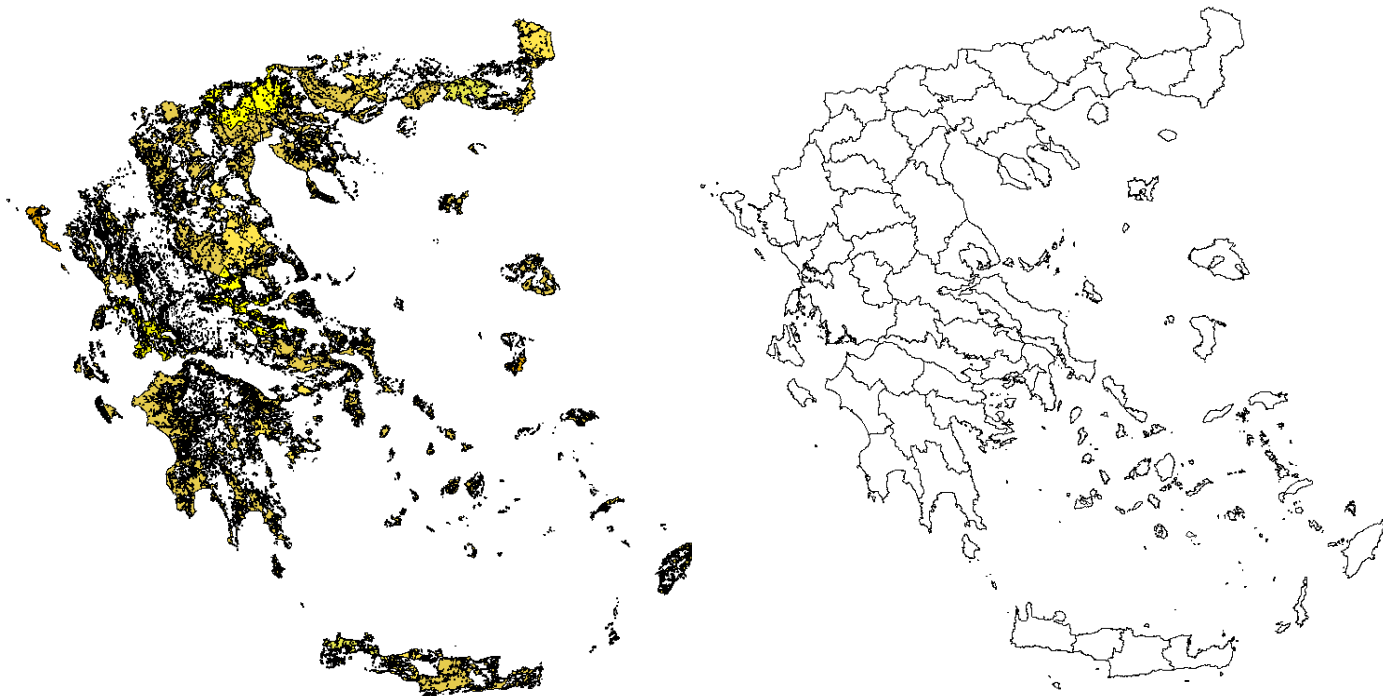
Browse Results Find Results In Current Map Window

OK Cancel Clear Verify Help

Εικόνα 2.6.η επιλογή με SQL από την βάση δεδομένων του χάρτη CORINE Land Cover

Με αυτό τον τρόπο προκύπτει ένας νέος πίνακας και ένας νέος χάρτης βασισμένος σε αυτόν τον πίνακα που περιλαμβάνει μόνο τα επιλεγθέντα δεδομένα (αγροτικές εκτάσεις και καλλιέργειες). Ωστόσο αυτός ο χάρτης προερχόμενος από τον CORINE Land Cover δεν έχει διαχωρισμένα τα δεδομένα του ανά νομό, αλλά ανά επίπεδο πληροφορίας χρήσης γης. Κάτι τέτοιο δεν βοηθά στον εντοπισμό των

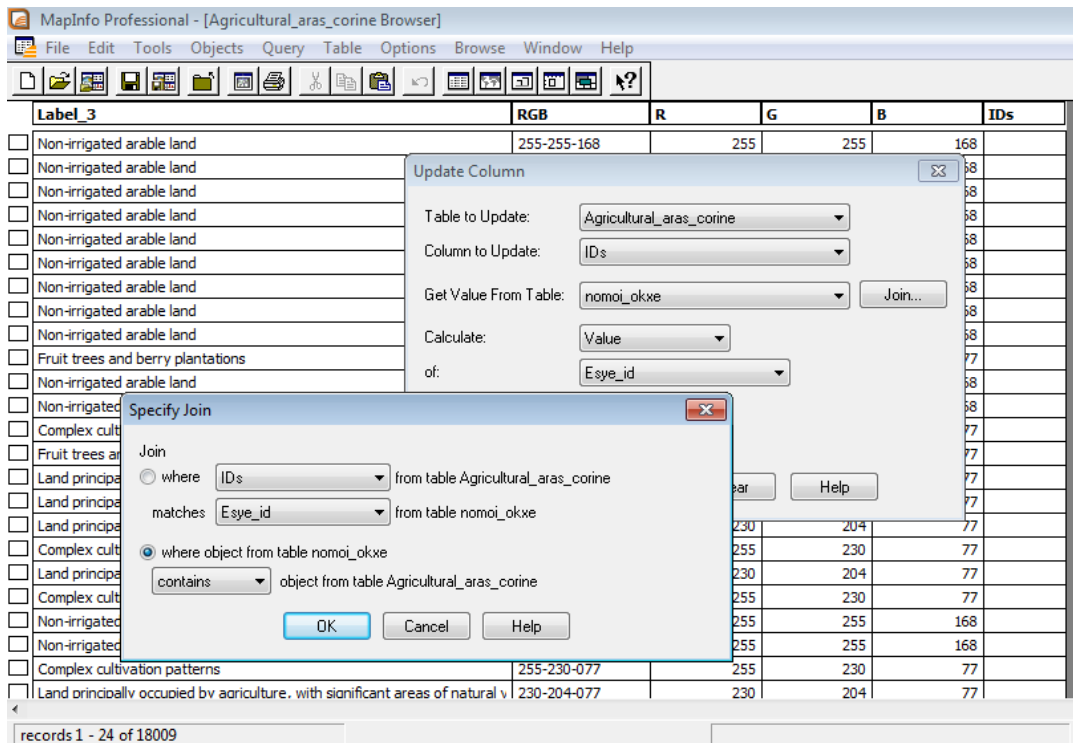
κεντροειδών των αγροτικών εκτάσεων κάθε νομού. Σε αυτό θα βοηθήσει ο γενικός χάρτης της Ελλάδας, ο οποίος περιέχει στην βάση δεδομένων του τα ID's των νομών. Ο χάρτης αυτός, σε συνδυασμό με τον χάρτη που προήλθε από queries στον Corine Land Cover, θα βοηθήσει να αναβαθμιστούν τα δεδομένα του τελευταίου με την προσθήκη μίας στήλης που θα μας πληροφορεί σε ποιον νομό βρίσκεται κάθε πληροφορία του χάρτη.



Εικόνα 2.7. Αριστερά. Ο χάρτης (2.7.α) που περιέχει τις αγροτικές εκτάσεις που επιλέχθηκαν μέσω SQL Select από τον χάρτη CORINE. Δεξιά. Ο χάρτης (2.7.β) που περιέχει στην βάση δεδομένων του τους νομούς της Ελλάδας. Οι δύο αυτοί χάρτες θα χρησιμοποιηθούν για συνδυαστούν τα δεδομένα των επιλεγμένων αγροτικών περιοχών που παράγουν τα υπολείμματα των προϊόντων που μας ενδιαφέρουν, με τους νομούς της Ελλάδας.

Στον πίνακα του χάρτη 2.7.α, που περιέχει 18,009 δεδομένα, επιλεγμένα από τον χάρτη CORINE, κατασκευάζεται μία νέα κενή στήλη (από το path: Table-Maintenance-Table Structure) με τίτλο IDs, η οποία είναι τύπου Character, δηλαδή δεν θα λάβει αριθμητικά δεδομένα, αλλά ονόματα.

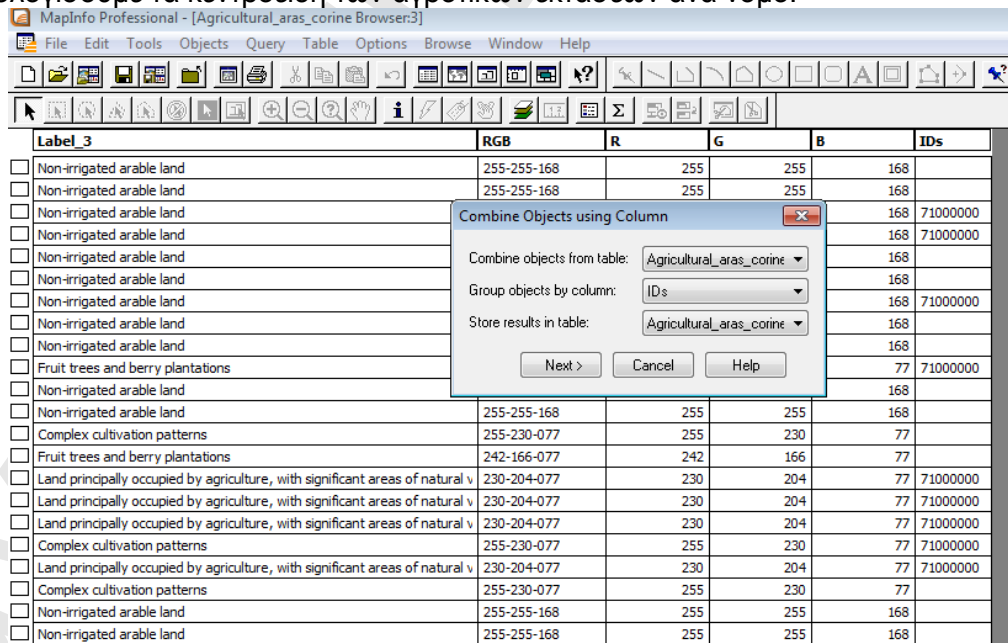
Στην συνέχεια μέσω του path: Table-Update Column, επιλέγεται ο χάρτης που θα αναβαθμιστεί, δηλαδή ο χάρτης 2.7.α, η στήλη που θα αναβαθμιστεί (IDs), ο χάρτης από τον οποίο θα ληφθούν τα δεδομένα που θα συμπληρώσουν την στήλη IDs (2.7.β), καθώς και η στήλη του πίνακα του χάρτη 2.7.β από την οποία το πρόγραμμα θα αντλήσει τα δεδομένα. Στο ίδιο παράθυρο διαλόγου επιλέγεται το Join και η δεύτερη επιλογή, σύμφωνα με την οποία τα 18,009 δεδομένα από τον χάρτη 2.7.α θα ταξινομηθούν σε 55 γραμμές, όσοι και οι νομοί της χώρας (εικόνα 2.8).



Εικόνα 2.8. Η διαδικασία αναβάθμισης του πίνακα του χάρτη 2.7.α.

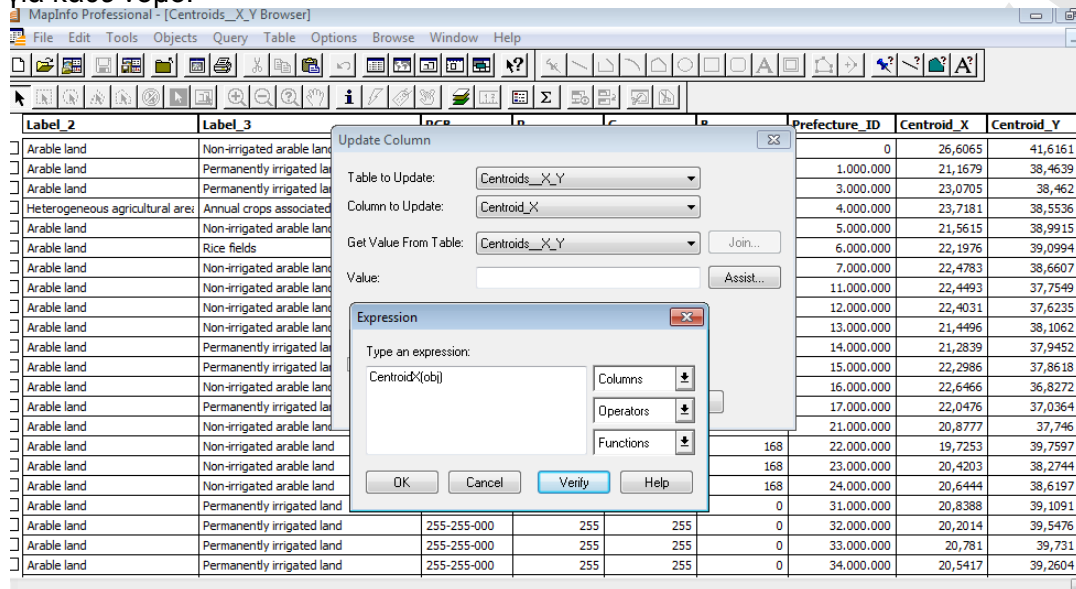
Με την παραπάνω διαδικασία, κατασκευάστηκε στήλη, για κάθε μία από τις 18,009 γραμμές της οποίας εισάγεται το ID του νομού στον οποίο ανήκει.

Τέλος από το path: Table-Combine Objects using Column... επιλέγεται ο πίνακας του χάρτη 2.7.α από τον οποίο θα συνδυαστούν τα δεδομένα και στην στήλη IDs του οποίου θα συγχωνευθούν όλα. Έτσι οι γραμμές της στήλης IDs θα γίνουν ίσες με 55, δηλαδή όσοι και οι νομοί της χώρας, διατηρώντας παράλληλα τις πληροφορίες για τις αγροτικές περιοχές. Με αυτό τον τρόπο οι αγροτικές περιοχές έχουν χωριστεί ανά νομό και όχι ανά επίπεδο πληροφορίας και είμαστε σε θέση υπολογίσιμους τα κεντροειδή των αγροτικών εκτάσεων ανά νομό.



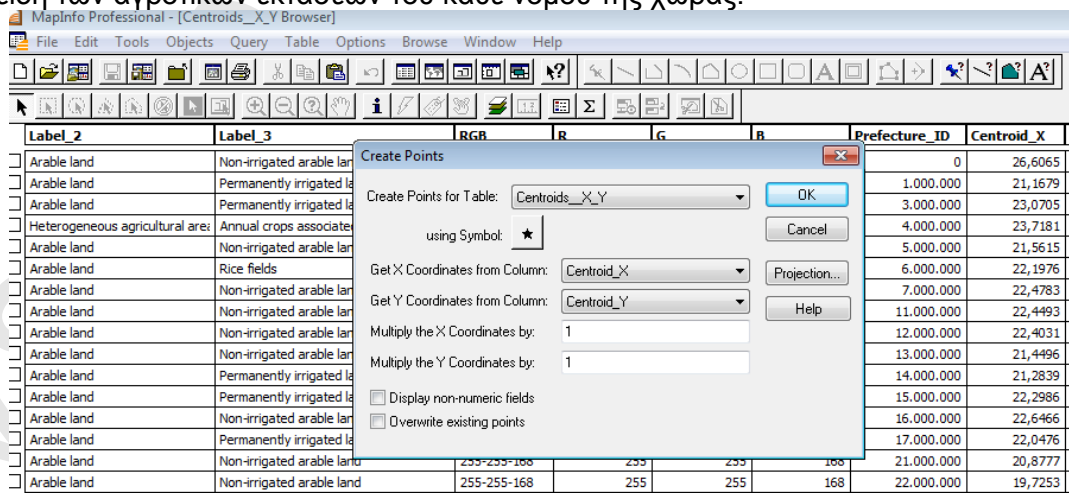
Εικόνα 2.9. Η διαδικασία συνδυασμού των δεδομένων των δύο πινάκων σε ένα πίνακα.

Στην συνέχεια για την εύρεση των κεντροειδών, από το το path: Table-Maintenance-Table Structure κατασκευάζουμε δύο στήλες με ονόματα Centroid_X, Centroid_Y και από το path: Table-Update Column για κάθε μία στήλη επιλέγουμε την συνάρτηση function: CentroidX(obj), CentroidY(obj). Μέσω αυτών των συναρτήσεων οι στήλες συμπληρώνονται με τα κεντροειδή των αγροτικών εκτάσεων για κάθε νομό.



Εικόνα 2.10. Η χρήση της συνάρτησης CentroidX για την συμπλήρωση της αντίστοιχης στήλης.

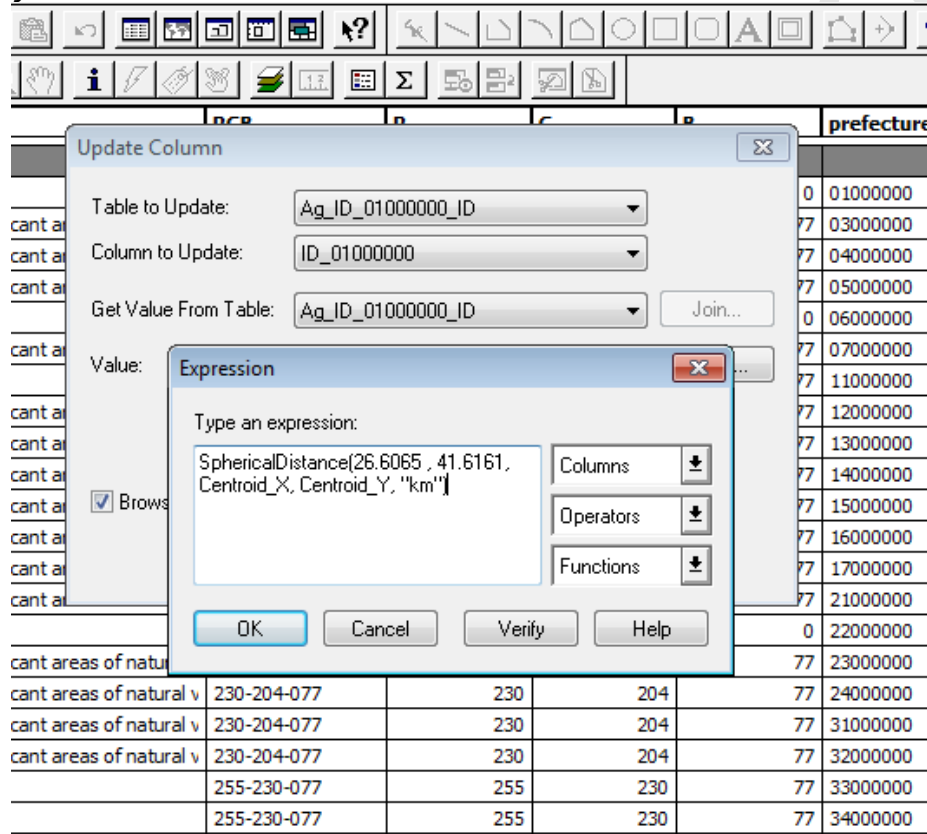
Ωστόσο ο ανανεωμένος πίνακας που περιέχει τα κεντροειδή των αγροτικών εκτάσεων κάθε νομού έχει ένα μειονέκτημα. Τα κεντροειδή του πίνακα δεν εμφανίζονται στον χάρτη, δηλαδή δεν υπάρχει η δυνατότητα να γίνουν αντικείμενα πάνω στον χάρτη. Για αυτό τον λόγο ακολουθείται το path: Table-Export σε ένα αρχείο txt. Στην συνέχεια τα δεδομένα αυτού του αρχείου εισάγονται σε excel και από το path: File – Open το αρχείο excel ανοίγεται από το MapInfo και αποθηκεύεται ως αρχείο tab, δηλαδή πίνακας με όνομα Centroids_X_Y. Τέλος από το path: Table-Create points... συμπληρώνεται το εμφανιζόμενο παράθυρο, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.11 και τελικά ο πίνακας συνδέεται με χάρτη που εμφανίζει μόνο τα κεντροειδή των αγροτικών εκτάσεων του κάθε νομού της χώρας.



Εικόνα 2.11. Η διαδικασία εμφάνισης των κεντροειδών σε χάρτη.

Έχοντας και τα *editable* κεντροειδή των αγροτικών εκτάσεων μπορούμε σε αυτό το σημείο να υπολογίσουμε τις αποστάσεις μεταξύ των κεντροειδών ώστε να χρησιμοποιηθεί με ακριβή δεδομένα η εξίσωση κόστους.

Για κάθε έναν νομό από τον οποίο θέλουμε να μετρήσουμε την απόσταση του κεντροειδούς του από τους υπόλοιπους νομούς εισάγουμε μία στήλη με όνομα τον κωδικό του νομού από την Στατιστική Υπηρεσία (*Esye_ID*). Στην εικόνα 2.12 φαίνεται η διαδικασία υπολογισμού των αποστάσεων του κεντροειδούς ενός νομού από τους υπόλοιπους.



Εικόνα 2.12. Από το *path: Table-Update Column* επιλέγεται η στήλη που θα συμπληρωθεί με τις αποστάσεις. Στην συνέχεια η επιλογή *assist* ανοίγει και δεύτερο παράθυρο στο οποίο εισάγουμε την συνάρτηση υπολογισμού της σφαιρικής απόστασης (*spherical distance*- λαμβάνει υπόψη την καμπυλότητα της γης), στην παρένθεση εισάγονται τα κεντροειδή του νομού από τον οποίο θα υπολογιστούν οι αποστάσεις και η μονάδα μέτρησής τους (σε χιλιόμετρα). Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται 39 φορές, όσοι και οι νομοί της ηπειρωτικής χώρας που εξετάζονται.

Τελικά προκύπτει ένας πίνακας διαστάσεων 39x39 με τις αποστάσεις των κεντροειδών των αγροτικών εκτάσεων των νομών. Ο πίνακας παρουσιάζεται στο Παράρτημα 2.

2.2.4. Χαρακτηριστικά μιας τοποθεσίας

Το αποτέλεσμα που θα προκύψει από την επίλυση του αλγόριθμου για κάθε σενάριο θα είναι ουσιαστικά ένας νομός, δηλαδή το κεντροειδές της αγροτικής περιοχής/έκτασης ενός νομού. Από εκείνο το σημείο και έπειτα πρέπει να τεθούν ορισμένοι περιορισμοί σχετικά με την καταλληλότητα της περιοχής αυτής.

Βασικός περιορισμός είναι η εγγύτητα σε κεντρική οδική αρτηρία για να διευκολύνεται η μεταφορά των πρώτων υλών και από τους υπόλοιπους νομούς. Επίσης, ιδιαίτερα για την περίπτωση ενός εργοστασίου παραγωγής ενέργειας από βιομάζα, θα ήταν σημαντικό η τοποθεσία που θα επιλεγεί να έχει κάποιο ποτάμι σχετικά κοντά αλλά και θάλασσα έτσι ώστε το νερό του ποταμού να χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο και στην συνέχεια να απορρίπτεται στην θάλασσα.

Γενικά, διάφοροι παράγοντες, τόσο φυσικοί όσο και τεχνητοί, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό μιας τοποθεσίας για εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας. Αυτοί οι παράγοντες (Πίνακας 2.7) μπορούν να θεωρηθούν ως απαγορευμένες περιοχές όπου εργοστάσια παραγωγής και επεξεργασίας βιομάζας δεν επιτρέπεται να λειτουργούν (λόγω μόλυνσης, άσχημων μυρωδιών, ύπαρξης προστατευόμενων περιοχών, αντίδρασης των κατοίκων, κοκ).

Πίνακας 2.8. Κοινωνικοί και περιβαλλοντικοί περιορισμοί για την τοποθεσία ενός εργοστασίου βιο-ενέργειας. [14]

Χαρακτηριστικό	Προτάσεις Νεκρών Ζωνών
Υδροβιότοποι και Λίμνες	Νεκρή ζώνη γύρω από Υδροβιότοπους και Λίμνες: 100m
Προστατευόμενες περιοχές	Νεκρή ζώνη γύρω από Προστατευόμενες περιοχές: 500m
Αεροδρόμια	Νεκρή ζώνη γύρω από Αεροδρόμια: 500m
Κλίση	Κλίση εδάφους μεγαλύτερη από 15% απορρίπτεται
Δρόμοι	Νεκρή ζώνη γύρω από δρόμους 30m
Ηλεκτρικές γραμμές και αγωγοί φυσικού αερίου	Νεκρή ζώνη γύρω από Ηλεκτρικές γραμμές και αγωγοί φυσικού αερίου: 100m
Κατοικημένες περιοχές (υψηλή πυκνότητα)	Νεκρή ζώνη γύρω από Κατοικημένες περιοχές: 500m
Κατοικημένες περιοχές (μέτρια πυκνότητα)	Νεκρή ζώνη γύρω από Κατοικημένες περιοχές: 100m

2.2.5. Σενάριο 1: Επιλογή Τοποθεσίας για Κατασκευή Βιο-διυλιστηρίου

Στο πρώτο σενάριο εξετάζεται η επιλογή του κατάλληλου νομού για την κατασκευή ενός βιο-διυλιστηρίου με βάση το κόστος μεταφοράς των αγροτικών υπολειμμάτων τόσο εντός του νομού, όσο και από τους άλλους νομούς που θα συμμετέχουν στην τροφοδοσία του εργοστασίου. Το συγκεκριμένο εργοστάσιο θα χρησιμοποιεί ως τροφοδοσία υπολείμματα βαμβακιού και ζαχαρότευτλων.

Στο πρόγραμμα σε MATLAB (αναλυτικά ο κώδικας παρουσιάζεται στο **Παράρτημα 2**) αρχικά δημιουργείται ένα αρχείο το οποίο θα συμπληρωθεί με τα αποτελέσματα από όλες τις επαναλήψεις του αλγόριθμου, με τελευταίο τον επαναυπολογισμό του μικρότερου κόστους μεταφοράς της βιομάζας, άρα και του καταλληλότερου νομού. Το αρχείο αυτό συνοδεύεται από την εντολή "wt" που σημαίνει εγγραφή του αρχείου.

Η εντολή *load* χρησιμοποιείται για να φορτωθούν οι πίνακες που περιέχουν τα δεδομένα στο πρόγραμμα:

- Πίνακας διαστάσεων 39x39, με τις αποστάσεις των κεντροειδών των αγροτικών περιοχών των νομών.
- Πίνακας διαστάσεων 9x1, με τις ενθαλπίες των 9 υπολειμμάτων.
- Πίνακας διαστάσεων 39x10, με την ποσότητα των υπολειμμάτων (9 είδη συν το άθροισμα του συνόλου) ανά νομό (39).
- Πίνακας διαστάσεων 39x2, με την ονομασία και τους κωδικούς των νομών (με βάση την ΕΛ.ΣΤΑΤ.)

Το πρόγραμμα κάνει αρχικοποίηση όλων των παραμέτρων και κατασκευάζει τους ακόλουθους πίνακες:

- `textdata_biomass`: ο πίνακας αυτός περιέχει στην πρώτη στήλη τα ID των νομών, στην δεύτερη στήλη τα ονόματά τους, ενώ στην πρώτη γραμμή έχει τα ονόματα των υπολειμμάτων. Από τον πίνακα αυτό θα διαβαστούν για την περίπτωση του βιο-διυλιστηρίου μόνο τα δεδομένα σχετικά με το βαμβάκι και το ζαχαρότευτλο.
- `biomass_name`: ο πίνακας αυτός περιέχει τα μόνο τα ονόματα των υπολειμμάτων που θα χρησιμοποιηθούν.
- `sorted_LHVs(k)=LHV(i)`: στον πίνακα αυτό ταξινομούνται οι ενθαλπίες σε αύξουσα σειρά. Για την περίπτωση του βιο-διυλιστηρίου που χρησιμοποιούνται μόνο δύο είδη υπολειμμάτων, ο πίνακας αυτός θα περιέχει μόνο δύο τιμές ενθαλπίες.
- `biomass_ind_LHV(k)=i`: ο πίνακας αυτός αποθηκεύει σε ποια στήλη του πίνακα δεδομένων `biomass` (διαστάσεων 39x10) βρίσκονται τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στους υπολογισμούς.

Στην συνέχεια το ακόλουθο loop ψάχνει και λαμβάνει από τον πίνακα των υπολειμμάτων μόνο το βαμβάκι και τα ζαχαρότευτλα που θα είναι οι μόνες τροφοδοσίες του εργοστασίου και τοποθετεί την ενθαλπία καθενός σε πίνακα με όνομα `sorted_LHVs`.

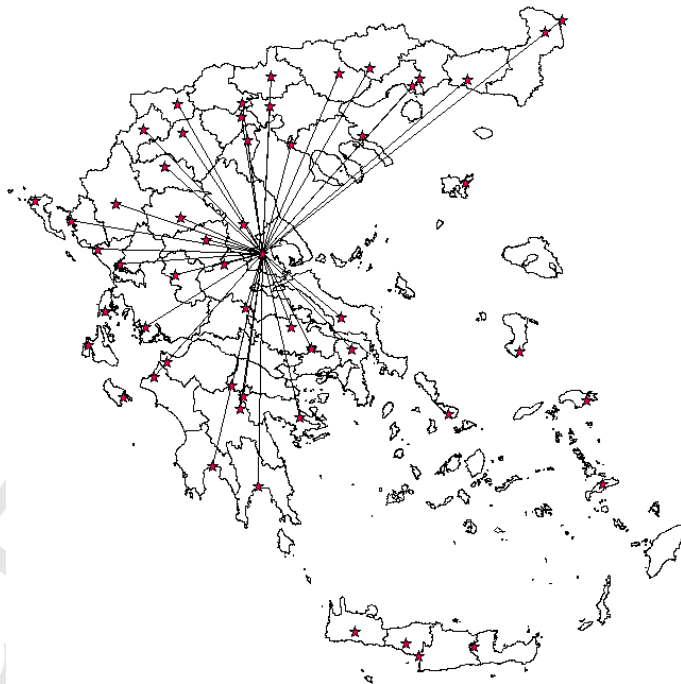
```
for i=1:length(LHV)
    s={textdata_biomass{1,i+2}};
    switch s{1,1}
        case 'Sugarbeets (tn)'
            biomass_name=[biomass_name ; s ];
            sorted_LHVs(k)=LHV(i);
            biomass_ind_LHV(k)=i;
            k=k+1;
        case 'Cotton (tn)'
```

```
biomass_name=[biomass_name ; s ];  
sorted_LHVs(k)=LHV(i);  
biomass_ind_LHV(k)=i;  
k=k+1;
```

End

Τίθεται ακολούθως ο στόχος μεταφοράς υπολειμμάτων στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου, που είναι 750,000 τόνοι υπολειμμάτων βαμβακιού και ζαχαρότευτλων τον χρόνο. Η κανονική δυναμικότητα του εργοστασίου είναι 450,000 τόνοι υπολειμμάτων ετησίως, ωστόσο λόγω της προ-επεξεργασίας της πρώτης ύλης με θερμοχημικές διεργασίες, η αρχική μάζα των υπολειμμάτων μειώνεται έως και 40% της αρχικής. Αυτό οφείλεται στην απομάκρυνση της υγρασίας και την συρρίκνωση της μάζας λόγω καταστροφής μέρους της ημι-κυτταρίνης και της λιγνίνης. Έτσι ο στόχος μεταφοράς ανέρχεται στους 750,000 τόνους σε ετήσια βάση.

Κατασκευάζεται κενός αρχικά πίνακας με τίτλο costs, ο οποίος έχει διαστάσεις 39x1 και θα συμπληρώνεται με το συνολικό κόστος μεταφοράς για τον κάθε υποψήφιο νομό. Δηλαδή το πρόγραμμα λαμβάνει κάθε έναν από τους 39 υποψήφιους νομούς της ηπειρωτικής χώρας και υπολογίζει το κόστος μεταφοράς 750,000 τόνων βιομάζας ετησίως σε κάθε νομό συμπεριλαμβανομένης και της βιομάζας του υποψήφιου νομού. Για την μετακίνηση των υπολειμμάτων «στο εσωτερικό» του κάθε νομού, δηλαδή από τις αγροτικές περιοχές στο κεντροειδές των αγροτικών περιοχών του νομού γίνεται η παραδοχή ότι το κόστος μεταφοράς αποτελείται μόνο από το πρώτο σκέλος της Εξίσωσης 2.2.4 καθότι η απόσταση d θεωρείται μικρότερη τόσο σε σχέση με το πρώτο μέρος για την περίπτωση της «εσωτερικής μεταφοράς» όσο και σε σχέση με τον ίδιο όρο για την μεταφορά από άλλους νομούς.



Εικόνα 2.13. Έστω ότι εξετάζεται ο νομός Μαγνησίας. Θα υπολογιστεί το κόστος μεταφοράς της βιομάζας σε ετήσια βάση για 750 χιλιάδες τόνους τόσο από τον νομό αυτό όσο και από τους υπόλοιπους νομούς. Το ίδιο ισχύει και για κάθε έναν από τους υπόλοιπους νομούς, δηλαδή κατά τους υπολογισμούς του προγράμματος για την εύρεση του νομού με το ελάχιστο κόστος μεταφοράς υπολειμμάτων, κάθε εξεταζόμενος νομός θα αποτελεί τόσο κέντρο κατασκευής βιο-διυλιστηρίου όσο και «αποστολέας» βιομάζας για κάθε άλλο υποψήφιο νομό.

```
[distances_sorted, stateID_sorted]=bubbleSort(distances(:,j),1,...
                                                length(distances(:,j)));
```

: ταξινόμηση αποστάσεων ώστε να συλλέξω βιομάζα από τους κοντινότερους νομούς και στην συνέχεια με αυξανόμενη ακτίνα

Στην συνέχεια κάθε μία στήλη του 39x39 πίνακα των αποστάσεων των υποψήφιων νομών ταξινομείται έτσι ώστε για κάθε υποψήφιο νομό ο πίνακας 39x1 να είναι σε αύξουσα σειρά αποστάσεων από τους υπόλοιπους υποψήφιους νομούς. Από ηλεκτρονική πηγή βρίσκεται η συνάρτηση bubbleSort η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τις αύξουσες ταξινομήσεις σε όλους τους κώδικες [19]:

```
function [sorted_array,sorted_indexes]=bubbleSort(array,left,right)

sorted_array=zeros(right-left+1,1);
sorted_indexes=zeros(right-left+1,1);
for i=1:length(sorted_array)
    sorted_array(i)=array(i);
    sorted_indexes(i)=i;
end

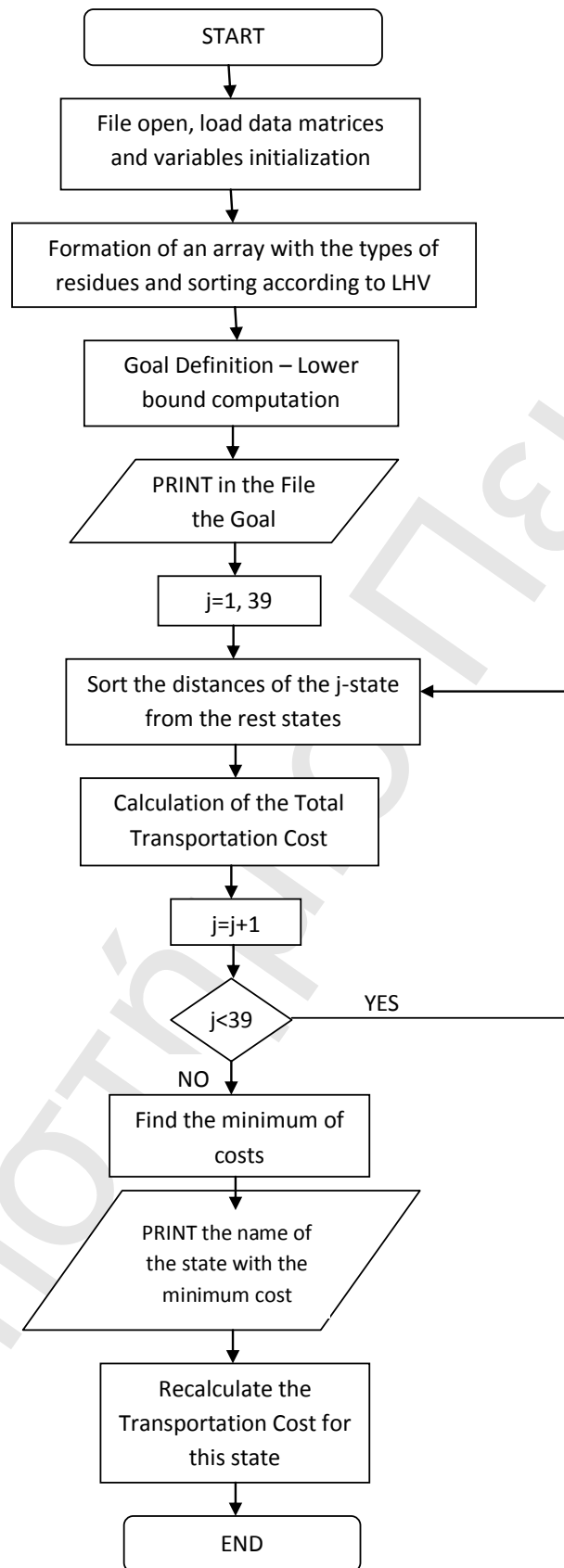
for i=left:right
    for j=right:-1:i+1
        if(sorted_array(j)<sorted_array(j-1))
            temp=sorted_array(j-1);
            sorted_array(j-1)=sorted_array(j);
            sorted_array(j)=temp;
            temp2=sorted_indexes(j-1);
            sorted_indexes(j-1)=sorted_indexes(j);
            sorted_indexes(j)=temp2;
        end
    end
end
```

Ο αλγόριθμος της συνάρτησης bubbleSort

Κάθε στοιχείο του πίνακα costs θα συμπληρώνεται καλώντας την συνάρτηση Biorefinery_transporting_cost, το διάγραμμα ροής της οποίας παρουσιάζεται παρακάτω. Αφού έχει συμπληρωθεί ο πίνακας costs για κάθε έναν υποψήφιο νομό επιλέγεται το στοιχείο εκείνη του πίνακα με την μικρότερη τιμή, δηλαδή ο νομός εκείνος ο οποίος έχει το μικρότερο κόστος μεταφοράς αγροτικών υπολειμμάτων για την κατασκευή βιο-διυλιστηρίου εντός αυτού.

Τέλος εκτυπώνεται στο αρχείο των αποτελεσμάτων το όνομα του νομού με το ελάχιστο κόστος μεταφοράς, το ετήσιο κόστος μεταφοράς και η ετήσια ποσότητα αγροτικών υπολειμμάτων που θα μεταφερθούν.

Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται το γενικό διάγραμμα ροής που ισχύει τόσο για το πρώτο όσο και για το δεύτερο σενάριο.



Εικόνα 2.14. Το γενικό διάγραμμα ροής του αλγόριθμου υπολογισμού του νομού με το μικρότερο κόστος μεταφοράς πρώτων υλών (τόσο για την κατασκευή βιο-διυλιστηρίου, όσο και για εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας από επεξεργασία βιομάζας)

Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα, το πρόγραμμα κάνει χρήση της συνάρτησης `Biorefinery_transporting_cost` [Παράρτημα Γ], η οποία αποτελεί επίσης ένα πρόγραμμα το οποίο καλείται προκειμένου να υπολογίσει το κόστος μεταφοράς των πρώτων υλών σε κάθε υποψήφιο νομό με σκοπό να ικανοποιηθεί ο στόχος που είναι οι 750 χιλιάδες τόνοι αγροτικών υπολειμμάτων ετησίως. Ο αλγόριθμος αυτός θα εκτελείται επαναληπτικά και για τους 39 υποψήφιους νομούς (`i<length(distances_sorted)+1`).

`biomass_used=0`: αποθηκεύει το πλήθος των τύπων των υπολειμμάτων που μεταφέρεται σε κάθε υποψήφιο νομό.

`state_index=stateID_sorted`: έχοντας ταξινομήσει όλες τις αποστάσεις για κάθε υποψήφιο νομό από τον κοντινότερο στον πιο μακρινό νομό, ταξινομούνται και οι θέσεις που έχει ο κάθε νομός στον πίνακα `distances 39x39`.

`bio_index=biomass_ind_HHV(k)`: λαμβάνει την βιομάζα που αντιστοιχεί στο `k`, δηλαδή τον τύπο των υπολειμμάτων.

`routes=floor((mass+residual_mass)/15)`: υπολογίζονται τα δρομολόγια με γεμάτα φορτηγά λαμβάνοντας υπόψη την υπολειπόμενη μάζα ενός τύπου υπολείμματος που πρέπει να μεταφερθεί. Το `floor` στρογγυλοποιείται στον αμέσως μικρότερο ακέραιο και το υπόλοιπο κομμάτι εξασφαλίζεται ότι μεταφέρεται με το αμέσως επόμενο δρομολόγιο για το επόμενο τύπο αγροτικού υπολείμματος, με βάση τον ακόλουθο αλγόριθμο (εφόσον δεν έχει καλυφθεί η ποσότητα που πρέπει να μεταφερθεί):

```
if (m~=0 && (collected_mass < transporting_amount) && residual_mass > 0)
    tcts=tcts+154;
    collected_mass=collected_mass+15;
    mass=mass-(15-residual_mass);
    residual_mass=0;
    m=m-1;
end
```

Με το ακόλουθο `while` εξασφαλίζουμε ότι ο κώδικας θα εκτελείται όσο υπάρχει διαθέσιμη μάζα ανά νομό αλλά και όσο ο στόχος δεν έχει επιτευχθεί. Αυτό γίνεται γιατί μπορεί μεν από μία διαθέσιμη ποσότητα αγροτικών υπολειμμάτων να προκύπτουν `n`-δρομολόγια, ωστόσο αυτά να μην χρειάζονται καθώς ο στόχος θα έχει καλυφθεί:

```
while ((collected_mass < transporting_amount) && m > 0)
    energy_sum=energy_sum+15*HHV(bio_index);
    tcts=tcts+154+2.05*distances_sorted(i);
    collected_mass=collected_mass+15;
    m=m-1;
    mass=mass-15;
```

Η περισσευούμενη μάζα υπολειμμάτων κάθε τύπου αποθηκεύεται από τον κώδικα ως υπολειπόμενη (`residual_mass=residual_mass+mass`), παράλληλα μειώνεται ο αριθμός των ειδών (`k=k-1`) όταν έχει εξαντληθεί η διαθέσιμη ποσότητα από έναν τύπο αγροτικού υπολείμματος ή όταν έχει μείνει υπολειπόμενη μάζα η οποία θα μεταφερθεί με το αμέσως επόμενο δρομολόγιο για το επόμενο είδος υπολείμματος. Τέλος για την περισσευούμενη μάζα του τελευταίου υλικού ισχύει το ακόλουθο `if-loop`:

```
if (residual_mass~=0 && m==0 && (collected_mass < transporting_amount))
    energy_sum=energy_sum+residual_energy;
    tcts=tcts+154+2.05*distances_sorted(i);
```

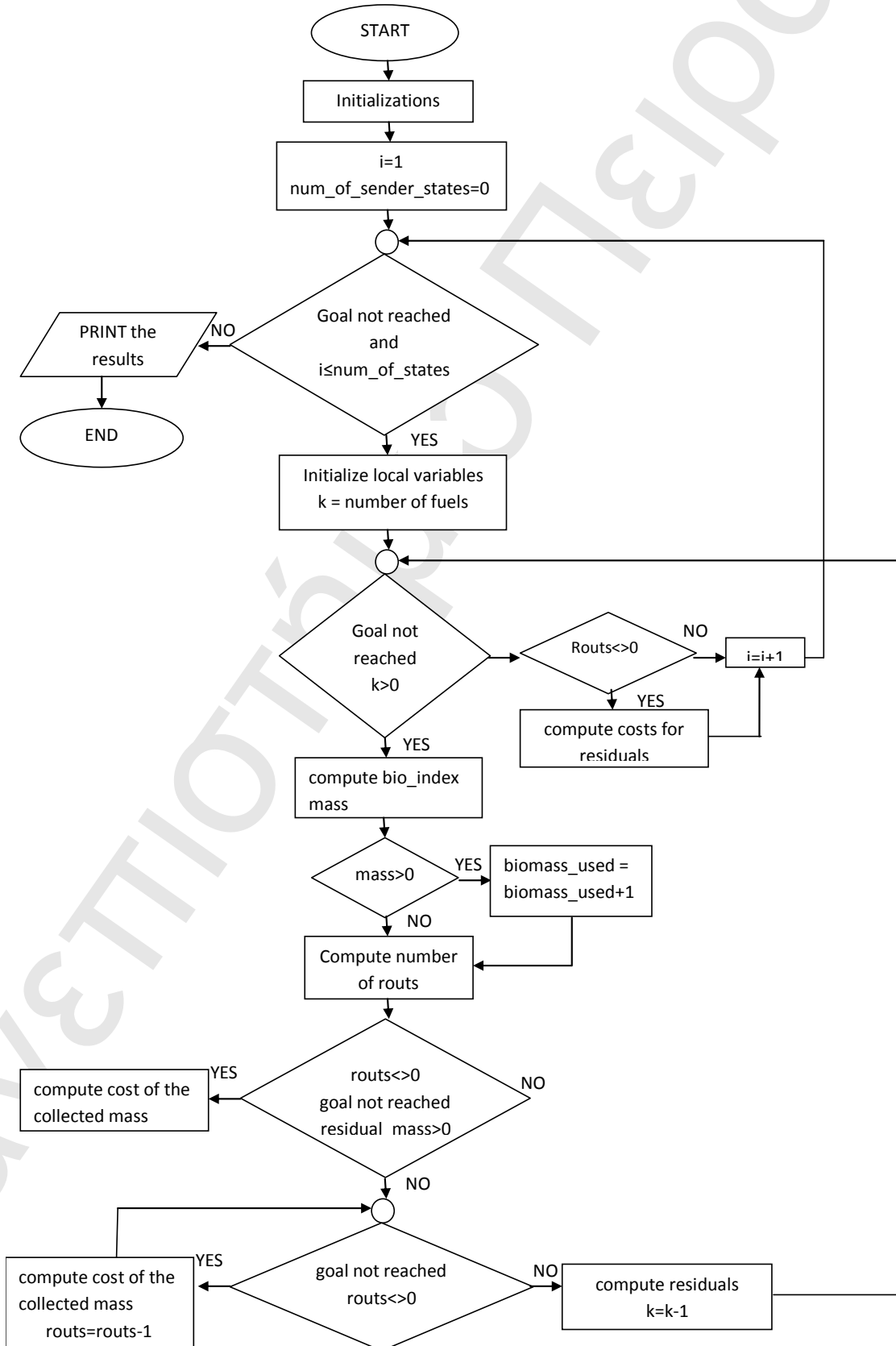
```

collected_mass=collected_mass+residual_mass;
else

```

Με αυτήν την συνάρτηση υπολογίζεται το κόστος μεταφοράς 750,000 τόνων ετησίως για κάθε έναν από τους 39 υποψήφιους νομούς και επιλέγεται σε πρώτη φάση εκείνος ο νομός (με επανα-υπολογισμό του κόστους μεταφοράς) που έχει το μικρότερο κόστος μεταφοράς πρώτης ύλης.

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής της συνάρτησης υπολογισμού του κόστους μεταφοράς και στο Παράρτημα Γ.2 αναλυτικά ο κώδικας.



2.2.6. Σενάριο 2: Επιλογή Τοποθεσίας για Κατασκευή Εργοστασίου Παραγωγής Ενέργειας

Σε αυτή την παράγραφο εξετάζεται η επιλογή του νομού με το μικρότερο κόστος μεταφοράς πρώτων υλών από τους υπόλοιπους νομούς, για την κατασκευή ενός εργοστασίου παραγωγής ενέργειας εγκατεστημένης ισχύος 40MW. Η τροφοδοσία του εργοστασίου θα αποτελείται από υπολείμματα σιταριού, βρώμης, κριθαριού, καπνού, ρυζιού, ηλίανθου και καλαμποκιού.

Μία τέτοια εγκατάσταση (40MW) είναι σχετικά μεγάλη και μπορεί να τροφοδοτήσει με ηλεκτρικό ρεύμα έναν ολόκληρο νομό. Δύο σημαντικοί δείκτες για τον ορισμό της εγκατάστασης είναι ο συντελεστής δυναμικότητας (capacity factor) ο οποίος μεταβάλλεται περιοδικά ανάλογα με τα peaks της ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια και στην συγκεκριμένη εργασία θα θεωρηθεί ίσος με 80%. Ο άλλος δείκτης είναι αυτός της θερμικής απόδοσης (thermal efficiency) του εργοστασίου, είναι σταθερός (φθίνοντας ελάχιστα προς το τέλος ζωής του σταθμού παραγωγής) και αφορά την τεχνολογία των μονάδων παραγωγής ενέργειας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ο βαθμός θερμικής απόδοσης θεωρείται ίσος με 25%. Ο συντελεστής αυτός είναι μικρός γενικά για εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι τιμές των συντελεστών προσδιορίστηκαν με βάση μελέτες περιπτώσεων της βιβλιογραφίας. [18,20]

Οι κώδικες τόσο για τον ορισμό του προβλήματος όσο και για τον υπολογισμό της συνάρτησης κόστους μεταφοράς έχουν αναπτυχθεί αναλογικά με το σκεπτικό του σεναρίου του βιο-διυλιστηρίου. Η μόνη σημαντική διαφορά έγκειται στον καθορισμό του στόχου για την μεταφορά των υπολειμμάτων στην εγκατάσταση του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας. Όπως ορίστηκε στην προηγούμενη παράγραφο η δυναμικότητα του σταθμού παραγωγής ενέργειας (40MW) εκφράζεται σε μονάδες ενέργειας, ενώ η μεταφορά απαιτεί μονάδες μάζας. Η σύνδεση ανάμεσα σε αυτές τις δύο μονάδες θα γίνει από την ενέργεια καύσης (LHV) των υπολειμμάτων η οποία έχει καταγραφεί στις βάσεις δεδομένων σε GJ/tn.

Στον αλγόριθμο αρχικά ορίζεται ο στόχος ενέργειας ως εξής:

$$ENERGY\ GOAL\ (GJ) = \frac{40MW \cdot 365\ days\ year \cdot 24\ hours\ day \cdot 3.6\ GJ \cdot h\ MW}{0.8 \cdot 0.25}$$

[Εξίσωση 2.5.1]

Η εξίσωση αυτή θέτει τον ελάχιστο ετήσιο στόχο ενέργειας του εργοστασίου επεξεργασίας υπολειμμάτων βιομάζας (η βάση υπολογισμών είναι: 1 MW = 1 MJ/s). Ο αλγόριθμος με την εντολή *switch* $s\{1,1\}$ επιλέγει από τον πίνακα 39x10, με την ποσότητα των υπολειμμάτων (9 είδη συν το άθροισμα του συνόλου) ανά νομό, τα υπολείμματα σιταριού, καλαμποκιού, ρυζιού, κριθαριού, καπνού, ηλίανθου και βρώμης. Ο αλγόριθμος δίνει προτεραιότητα στα υπολείμματα σιταριού και καλαμποκιού, ενώ τα υπόλοιπα είδη υπολειμμάτων ταξινομούνται με σειρά μειούμενης ενθαλπίας:

otherwise

```
biomass_name{k,1}=s{1,1};  
sorted_LHVs(number_of_fuels-1-k)=LHV(i);  
biomass_ind_LHV(number_of_fuels-1-k)=i;
```

Η συνάρτηση bubbleSort χρησιμοποιείται και πάλι για την ταξινόμηση των τύπων των υπολειμμάτων με βάση την ενθαλπία και τίθεται ο στόχος της ενέργειας που πρέπει να «συλλεχθεί» ετησίως για την παραγωγή 40MW ηλεκτρισμού:

```
least_energy=40*365*24*3600/(0.8*0.25);  
fprintf(file_output,...  
        'A lower bound for the energy production is : %10d MJ \n\n',least_energy);
```

Ο κώδικας υπολογισμού της συνάρτησης κόστους μεταφοράς διέπεται από την ίδια λογική με τον αντίστοιχο κώδικα που αφορά το βιο-διυλιστήριο, μόνο που ο στόχος δεν είναι η μάζα, αλλά η ενέργεια που συλλέγεται. Η ενέργεια αυτή βρίσκεται από τον πολλαπλασιασμό της ποσότητας της βιομάζας ανά φορτηγό (15 tn) επί την ενθαλπία των υπολειμμάτων (GJ/tn).

```
if(m~=0&&(energy_sum<min_energy)&&residual_mass>0)  
    energy_sum=energy_sum+residual_energy+(15-  
residual_mass)*HHV(bio_index);  
    tcts=tcts+154;  
    collected_mass=collected_mass+15;  
    mass=mass-(15-residual_mass);  
    residual_mass=0;  
    residual_energy=0;  
    m=m-1;
```

Η επαναληπτική διαδικασία ισχύει και τους 39 υποψήφιους νομούς και στο τέλος επιλέγεται εκείνος ο νομός στον οποίο η μεταφορά αγροτικών υπολειμμάτων σε ετήσια βάση έχει το μικρότερο κόστος μεταφοράς αλλά και μπορεί να καλύψει την ζήτηση ενός εργοστασίου παραγωγής ενέργειας ονομαστικής ισχύος 40MW.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

Αποτελέσματα και Επεξεργασία Αποτελεσμάτων

3.1. Σενάριο 1: Επιλογή Τοποθεσίας για Κατασκευή Βιο-διυλιστηρίου

Αφού ο κώδικας εκτελεστεί (Παράρτημα Γ.1.1 & Γ.1.2) το τελικό αποτέλεσμα είναι το ακόλουθο:

```
Case the factory is in the state : N. ΛΑΡΙΣΑΣ
Number of Sender-States : 5
N. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ
N. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ
N. ΤΡΙΚΑΛΩΝ
N. ΠΙΕΡΙΑΣ
N. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ
Materials sent by the last state :
Sugarbeets (tn)
Cotton (tn)
Energy produced : 1.130483e+010
Tranporting Cost : 1.149356e+007
Mass collected : 7.500097e+005
```

Σύμφωνα με το παραπάνω αποτέλεσμα που δόθηκε από τον κώδικα σε MATLAB, το κεντροειδές των αγροτικών εκτάσεων της Λάρισας αποτελεί την τοποθεσία με το μικρότερο κόστος μεταφοράς 750,000 τόνων αγροτικών υπολειμμάτων ετησίως. Για την ακρίβεια η Λάρισα θα συμμετέχει με την δική της παραγωγή υπολειμμάτων και θα δέχεται επίσης υπολείμματα βαμβακιού και ζαχαρότευτλων από τον νομό Καρδίτσας, Μαγνησίας, Πιερίας, Τρικάλων και Φθιώτιδας. Η εφοδιαστική αλυσίδα του βιο-διυλιστηρίου θα αποτελείται συνολικά από 6 νομούς, με κέντρο τον νομό Λάρισας, όπου και προτείνεται η κατασκευή της εγκατάστασης επεξεργασίας βιομάζας βάσει του ελάχιστου κόστους μεταφοράς πρώτων υλών. Το κόστος μεταφοράς προκύπτει ίσο με 15.33 € / μεταφερόμενο τόνο, τιμή η οποία είναι σχετικά υψηλή σε σύγκριση με την βιβλιογραφία.

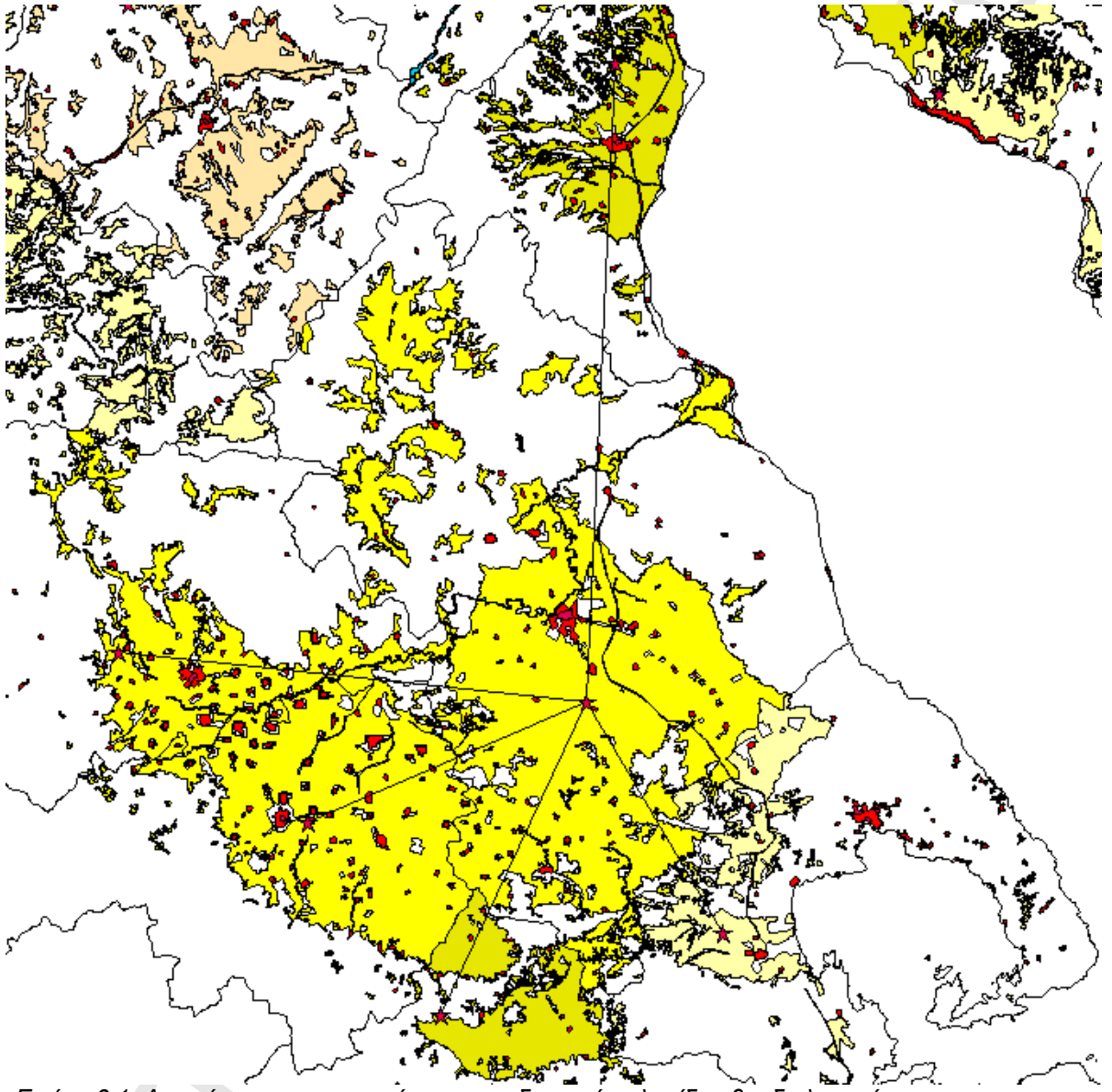
Η Λάρισα είναι ένας νομός με αγροτική παράδοση και όπως φαίνεται και από τις βάσεις δεδομένων έχει μεγάλο όγκο παραγωγής αγροτικών υπολειμμάτων. Επομένως η επιλογή από το πρόγραμμα είναι βάσιμη και γίνεται αποδεκτή. Για την απεικόνιση της εφοδιαστικής αλυσίδας του βιο-διυλιστηρίου αλλά και για την περεταίρω αξιολόγηση των γεωγραφικών και τοπολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής θα χρησιμοποιηθεί το GIS και συγκεκριμένα queries στον χάρτη CORINE Land Cover.

Προκειμένου λοιπόν να αξιολογηθεί το αποτέλεσμα πέρα από την οικονομική του πλευρά, αλλά και από την γεωγραφική του συνισταμένη, θα ληφθούν μέσω «ερωτημάτων» στον χάρτη CORINE δεδομένα που αφορούν:

- τον αστικό ιστό, το κεντροειδές των αγροτικών εκτάσεων εκείνου του νομού στον οποίο θα κατασκευαστεί το βιο-διυλιστήριο δεν θα πρέπει να βρίσκεται εντός αστικού ιστού [αναλυτικά στην παράγραφο 2.2.4].
- το οδικό δίκτυο, όσο πιο κοντά βρίσκεται κεντρική οδική αρτηρία τόσο περισσότερο διευκολύνεται η πρόσβαση στην εγκατάσταση.

- ποτάμια και λίμνες, πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση από το βιο-διυλιστήριο.

Έτσι προκύπτει ο ακόλουθος με την εφοδιαστική αλυσίδα του βιο-διυλιστηρίου:



Εικόνα 3.1. Απεικόνιση της προτεινόμενης εφοδιαστικής αλυσίδας βιο-διυλιστηρίου στην Λάρισα.

Όπως φαίνεται από την παραπάνω εικόνα το βιο-διυλιστήριο απέχει 1.15km από το κοντινότερο άκρο κατοικημένης περιοχής και 5.2km από κεντρική οδική αρτηρία (εθνική οδός). Άρα σύμφωνα με τον πίνακα 2.8 της παραγράφου 2.2.4 πληροί τις χωροταξικές προϋποθέσεις της βιβλιογραφίας και η πρόταση του αλγόριθμου είναι αποδεκτή τόσο από οικονομικής όσο και από χωροταξική άποψης.

3.2. Σενάριο 2: Επιλογή Τοποθεσίας για Κατασκευή Εργοστασίου Παραγωγής Ενέργειας

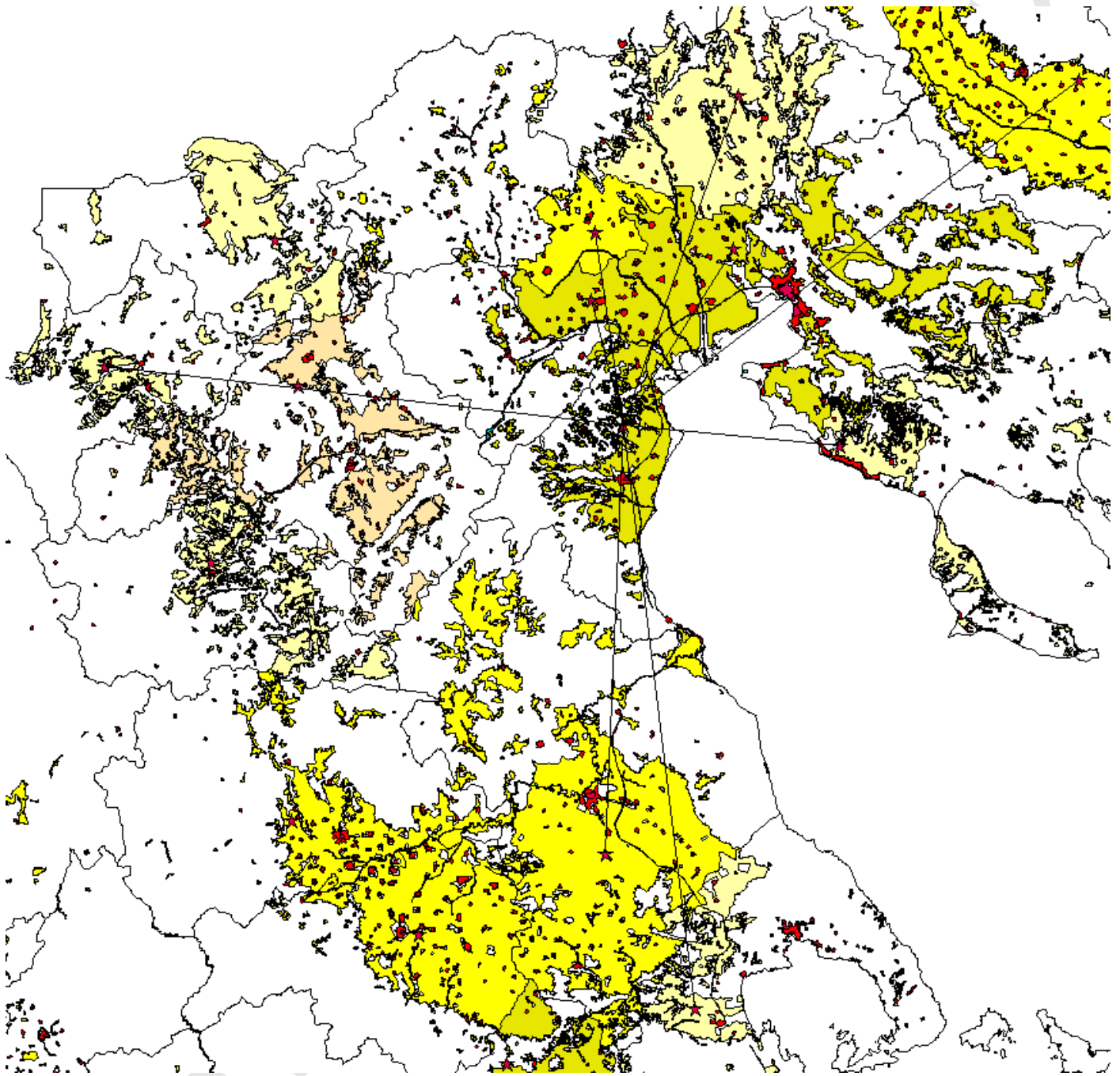
Οι κώδικες του Παραρτήματος Γ.2.1 και Γ.2.2 εκτελούνται και η λύση που προκύπτει είναι η ακόλουθη:

```
State with the factory : N. ΠΙΕΡΙΑΣ
Number of Sender States : 9
N. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
N. ΠΕΛΛΑΣ
N. ΗΜΑΘΙΑΣ
N. ΛΑΡΙΣΣΑΣ
N. ΚΙΛΚΙΣ
N. ΚΟΖΑΝΗΣ
N. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ
N. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ
N. ΣΕΡΡΩΝ
Gradients sent by the last state :
wheat tot (tn)
Energy produced : 6.307342e+009
Transporting Cost : 4.858413e+006
```

Για την κατασκευή ενός εργοστασίου παραγωγής ενέργειας 40MW σε ετήσια βάση, που χρησιμοποιεί γεωργικά υπολείμματα (σιταριού, καλαμποκιού, ρυζιού, κριθαριού, καπνού, ηλιάνθου και βρώμης) προτείνεται με βάση το ελάχιστο κόστος μεταφοράς τους η τοποθέτησή του στο κεντροειδές των αγροτικών εκτάσεων της Πιερίας. Για την ακρίβεια η εφοδιαστική αλυσίδα θα αποτελείται συνολικά από 10 νομούς με κεντρικό την Πιερία. Όλοι οι νομοί συμπεριλαμβανομένου και του κεντρικού θα συνεισφέρουν στο εργοστάσιο με τα υπολείμματα που παράγουν, εκτός από τον νομό Σερρών, η παραγωγή υπολειμμάτων σιταριού του οποίου αρκεί να καλύψει το δυναμικό που απαιτείται. Μετά από υπολογισμούς η ετήσια διακινούμενη ποσότητα της βιομάζας για την κάλυψη των αναγκών του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας είναι ίση με 480,840.20 τόνους, η οποία αντιστοιχεί σε 10.10€/μεταφερόμενο τόνο. Η τιμή αυτή υπερβαίνει και πάλι τις προτεινόμενες τιμές μελετών περίπτωσης της βιβλιογραφίας.

Στην συνέχεια θα ακολουθηθεί η ίδια διαδικασία με την παράγραφο 3.1 προκειμένου να αξιολογηθεί από χωροταξικής/γεωγραφικής άποψης η πρόταση του κεντροειδούς των επιλεγμένων αγροτικών περιοχών της Πιερίας. Η μόνη διαφορά για την περίπτωση του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας έγκειται στην ύπαρξη ποταμών. Η ύπαρξη δηλαδή ποταμού που υπάρχει κοντά στο εργοστάσιο και εκβάλλει ειδικά σε θάλασσα δεν αποτελεί μειονέκτημα της περιοχής, αλλά φθινό μέσο ψύξης μονάδων του εργοστασίου, ένα «αναγκαίο κακό».

Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζεται η εφοδιαστική αλυσίδα του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας.



Εικόνα 3.2. Η εφοδιαστική αλυσίδα του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας με κέντρο την Πιερία.

Η κοντινότερη κατοικημένη περιοχή απέχει 792 μέτρα από την προτεινόμενη τοποθεσία της εγκατάστασης και είναι μέσα στα ανεκτά όρια. Ωστόσο η απόσταση από την εθνική οδό είναι στα 8.5km. Κάτι τέτοιο βέβαια δεν σημαίνει ότι η μεταφορά των υπολειμμάτων δεν μπορεί να εξυπηρετηθεί από τοπικές επαρχιακές οδούς.

3.3. Σενάριο 3: Ο Διαχωρισμός της τοποθεσίας της προ-επεξεργασίας από την επεξεργασία της βιομάζας.

Το τρίτο και τελευταίο σενάριο της παρούσας μελέτης παρουσιάζεται σε αυτό το σημείο καθώς χρειαζόμαστε τα αποτελέσματα για τις προτεινόμενες τοποθεσίες των δύο προηγούμενων σεναρίων. Σύμφωνα με το τελευταίο σενάριο θα τροποποιηθεί η παραδοχή 3 της παραγράφου 2.2.1 και οι τοποθεσίες της προ-επεξεργασίας των αγροτικών υπολειμμάτων θα διαχωριστούν από τις τοποθεσίες της κυρίως επεξεργασίας αυτών (Λάρισα και Πιερία). Αυτό που γίνεται ουσιαστικά στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι η προσθήκη ενός ακόμη ενδιάμεσου επιπέδου επεξεργασίας-αποθήκευσης βιομάζας, πριν την τελική επεξεργασία (είτε αυτή πρόκειται για βιο-διύλιση είτε για παραγωγή ενέργειας).

Όπως έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα η προ-επεξεργασία της βιομάζας πραγματοποιείται με σκοπό αφενός την απομάκρυνση της υγρασίας της πρώτης ύλης και αφετέρου την αναβάθμιση του ενεργειακού της περιεχομένου. Συνήθως οι διεργασίες της προ-επεξεργασίας είναι θερμοχημικές (με υψηλά θερμοκρασιακά προφίλ), ενώ τα προϊόντα που προκύπτουν έχουν μικρότερο όγκο και μάζα, σχεδόν μηδενική υγρασία (έως 10%) και σαφώς υψηλότερη τιμή ενέργειας καύσης (έως και 20% παραπάνω). [21,22]

Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι και από άποψη logistics ευνοείται η μεταφορά των προϊόντων της προ-επεξεργασίας της βιομάζας, εφόσον αυτό που μεταφέρεται έχει και μικρότερη συγκριτικά μάζα, αλλά και μεγαλύτερη ενέργεια, δηλαδή μεγαλύτερη πυκνότητα. Σήμερα εξετάζεται στην Ευρώπη η αποκέντρωση της προ-επεξεργασίας ή όπως συχνά αναφέρεται αναβάθμισης της βιομάζας, με σκοπό να μειωθεί τόσο το κόστος όσο και η απόδοση της μεταφοράς της βιομάζας (“decentralization of torrefaction from production sites”). Μελέτες άλλων πρώτων υλών όπως το υπολείμματα ξύλου προτείνουν την επιτόπου αναβάθμιση της πρώτης ύλης και στην συνέχεια την μεταφορά και την αποθήκευσή της. Η αναβάθμιση αυτή καταλήγει για την συγκεκριμένη περίπτωση και σε πελετοποίηση. [21,23]

Στο παρόν σενάριο θα εξετάσουμε την αποκέντρωση της εγκατάστασης αναβάθμισης/προ-επεξεργασίας της βιομάζας τόσο για την περίπτωση του βιο-διυλιστηρίου όσο και για το εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας θα χρησιμοποιηθεί ένα είδος απλής πολυκριτηριακής ανάλυσης με βαθμολόγηση σε excel.

Σε πρώτη φάση καθορίζονται τα κριτήρια με τα οποία θα αξιολογείται ο κάθε υποψήφιος νομός. Σε αυτό το σενάριο τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν είναι η παραγωγή υπολειμμάτων αγροτικών προϊόντων κάθε νομού και η απόσταση του κεντροειδούς κάθε εξεταζόμενου νομού από το κεντροειδές της εγκατάστασης της κυρίως επεξεργασίας των υπολειμμάτων (Λάρισα, Πιερία). Άλλωστε τα δύο αυτά κριτήρια, όπως φαίνεται και από την **Εξίσωση 2.2.4**, αποτελούν τις βασικές παραμέτρους για την συνάρτηση του κόστους μεταφοράς.

Στην συνέχεια, για κάθε μία από τις δύο εγκαταστάσεις καθορίζονται οι τιμές κάθε κριτηρίου στις οποίες θα αποδίδεται και ένας βαθμός (0,1 ή 2), καθώς και ένας

συντελεστής βαρύτητας για κάθε κριτήριο. Για την περίπτωση του βιο-διυλιστηρίου στην Λάρισα συμπληρώνεται ο ακόλουθος πίνακας:

Πίνακας 3.1. Απόδοση τιμών στα κριτήρια, τους συντελεστές βαρύτητας και την βαθμολογία για κάθε κριτήριο, για την περίπτωση του βιο-διυλιστηρίου.

Κριτήρια Αξιολόγησης	Συντελεστής Βαρύτητας	Βαθμός: 0	Βαθμός: 1	Βαθμός: 2
Παραγωγή Υπολειμμάτων (τόνους)	15	<80000	80000-100000	>100000
Απόσταση (km)	10	>300	100-300	<100
Σύνολο	25			

Όπως φαίνεται στον πίνακα 3.1, οι νομοί που έχουν άθροισμα παραγωγής υπολειμμάτων βαμβακιού και ζαχαρότευτλων μικρότερο από 80,000 τόνους θα λαμβάνουν βαθμολογία 0, οι νομοί που έχουν άθροισμα παραγωγής υπολειμμάτων βαμβακιού και ζαχαρότευτλων από 80 έως 100,000 τόνους θα λαμβάνουν βαθμό 1 και όσοι νομοί έχουν παραγωγή για τα συγκεκριμένα είδη υπολειμμάτων άνω των 100,000 τόνων θα λαμβάνουν βαθμολογία ίση με 2. Το ίδιο θα ισχύει και για το κριτήριο της απόστασης, εξασφαλίζοντας έτσι καλύτεροι βαθμολογία οι σχετικά κοντινότεροι στην Λάρισα νομοί. Στην συνέχεια οι βαθμολογίες πολλαπλασιάζονται με ένα συντελεστή βαρύτητας ο οποίος επιλέγεται να είναι 15 για το κριτήριο της παραγωγής υπολειμμάτων και 10 για το κριτήριο της απόστασης. Με αυτούς τους συντελεστές φαίνεται ότι δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στην παραγωγή υπολειμμάτων ανά νομό.

Ακολουθώντας σε επόμενο πίνακα εισάγονται για κάθε νομό η παραγωγή σε υπολείμματα βαμβακιού και ζαχαρότευτλων καθώς και η απόσταση από την προτεινόμενη περιοχή του βιο-διυλιστηρίου της Λάρισας. Με την βοήθεια της συνάρτησης IF του Excel κάθε νομός λαμβάνει βαθμολογία 0, 15 ή 30 ανάλογα με την παραγωγή υπολειμμάτων και 0, 10 ή 20 ανάλογα με την απόστασή του από το βιο-διυλιστήριο. Τα δύο αποτελέσματα προστίθενται σε επόμενη γραμμή και επιλέγεται η περιοχή με το μεγαλύτερο άθροισμα.

Πίνακας 3.2. Ένα μέρος του πίνακα αξιολόγησης για την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας για την κατασκευή μονάδας προ-επεξεργασίας της βιομάζας.

	ID_01000000	ID_03000000	ID_04000000	ID_05000000	ID_06000000	ID_07000000	ID_11000000	ID_12000000	ID_13000000	ID_14000000
productivity	25564.8	108770.4	5824.8	0	106162.8032	78	0	0	0	10648.8
distance from Larissa	291	265	325	159	92.7	224	477	530	337	409
ASSESSMENT 1	0	30	0	0	30	0	0	0	0	0
ASSESSMENT 2	10	10	0	10	20	10	0	0	0	0
SUM ASSESSMENTS	10	40	0	10	50	10	0	0	0	0

Το μέγιστο είναι: $15 \cdot 2 + 10 \cdot 2 = 50$ και προκύπτουν 2 νομοί που έχουν την μέγιστη αυτή βαθμολογία, ο νομός Φθιώτιδας και ο νομός Καρδίτσας.

Ο νομός Καρδίτσας υπερτερεί τόσο ως προς την παραγωγή υπολειμμάτων (άρα μειωμένο κόστος μεταφοράς σε σχέση με τον νομό Φθιώτιδας) όσο και ως προς την απόστασή του από την προτεινόμενη τοποθεσία του βιο-διυλιστηρίου. Έτσι προτείνεται το κεντροειδές του νομού Καρδίτσας να είναι η τοποθεσία αναβάθμισης των υπολειμμάτων βαμβακιού και ζαχαρότευτλων. Από την άλλη πλευρά το

Κεντροειδές του νομού Φθιώτιδας δεν γειτνιάζει με κατοικημένη περιοχή σε ακτίνα 1km.

Ομοίως και για την περίπτωση του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας στην Πιερία από υπολείμματα αγροτικών προϊόντων (σιταριού, καλαμποκιού, ρυζιού, κριθαριού, καπνού, ηλίανθου και βρώμης) συμπληρώνεται ο ακόλουθος πίνακας

Πίνακας 3.3. Απόδοση τιμών στα κριτήρια, τους συντελεστές βαρύτητας και την βαθμολογία για κάθε κριτήριο, για την περίπτωση του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας.

Κριτήρια Αξιολόγησης	Συντελεστής Βαρύτητας	Βαθμός: 0	Βαθμός: 1	Βαθμός: 2
Παραγωγή Υπολειμμάτων (τόνους)	15	<50000	50000-90000	>90000
Απόσταση (km)	10	>300	100-300	<100
Σύνολο	25			

Όπως φαίνεται στον πίνακα 3.3, οι νομοί που έχουν άθροισμα παραγωγής υπολειμμάτων σιταριού, καλαμποκιού, ρυζιού, κριθαριού, καπνού, ηλίανθου και βρώμης μικρότερο από 50,000 τόνους θα λαμβάνουν βαθμολογία 0, οι νομοί που έχουν άθροισμα παραγωγής υπολειμμάτων από 50 έως 90,000 τόνους θα λαμβάνουν βαθμό 1 και όσοι νομοί έχουν παραγωγή για τα συγκεκριμένα είδη υπολειμμάτων άνω των 90,000 τόνων θα λαμβάνουν βαθμολογία ίση με 2. Το ίδιο θα ισχύει και για το κριτήριο της απόστασης, εξασφαλίζοντας έτσι καλύτεροι βαθμολογία οι σχετικά κοντινότεροι στην Πιερία νομοί. Έτσι προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας αξιολόγησης των κριτηρίων:

Πίνακας 3.4. Ένα μέρος του πίνακα αξιολόγησης για την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας για την κατασκευή μονάδας προ-επεξεργασίας της βιομάζας.

	ID_340000	ID_410000	ID_420000	ID_430000	ID_440000	ID_510000	ID_520000	ID_530000	ID_54000000	ID_550000	ID_560000
productivity	18883.09	39281.45	89843.23	12520.77	51546.79	18993.06	67184.18	37039.00	124400.06	94343.15	1
distance from Pieria	353	157	91	146	165	171	214	77.9	71.1	221	
ASSESSMENT 1	0	0	15	0	15	0	15	0	30	30	
ASSESSMENT 2	0	10	20	10	10	10	10	20	20	10	
SUM ASSESSMENTS	0	10	35	10	25	10	25	20	50	40	

Ο νομός με την μεγαλύτερη βαθμολογία είναι η Θεσσαλονίκη και από την εξέταση στον χάρτη GIS διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχει κατοικημένη περιοχή σε απόσταση 1km από το κεντροειδές που προτείνεται για την κατασκευή εργοστασίου αναβάθμισης της βιομάζας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Με την παρούσα εργασία γίνονται κάποιες προτάσεις σχετικά με την τοποθέτηση εργοστασίων επεξεργασίας αγροτικών υπολειμμάτων (βιομάζας). Εξετάστηκαν δύο περιπτώσεις: η κατασκευή βιο-διυλιστηρίου και η κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα. Αρχικά όμως συλλέχθηκαν τα κατάλληλα δεδομένα τα οποία και καταχωρήθηκαν σε γεωγραφική βάση δεδομένων και παρουσιάστηκαν με την μορφή ψηφιακών χαρτών (GIS). Η επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας για κάθε εργοστάσιο γίνεται σε πρώτη φάση με γνώμονα το ελάχιστο κόστος μεταφοράς των πρώτων υλών από τις πηγές προέλευσης στις πηγές στο σημείο επεξεργασίας. Το κόστος μεταφοράς εξαρτάται τόσο από την μεταφερόμενη ποσότητα όσο και από την διανυόμενη απόσταση. Στην συνέχεια εφόσον καθοριστεί μία προτεινόμενη τοποθεσία, εξετάζεται η καταλληλότητά της ως προς τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της.

Έτσι το κεντροειδές σημείο των αγροτικών περιοχών του νομού Λάρισας είναι η κατάλληλη τοποθεσία για την κατασκευή βιο-διυλιστηρίου δυναμικότητας 450,000 τόνων ετησίως και με κόστος μεταφοράς 15.33 € / μεταφερόμενο τόνο. Αντίστοιχα το κεντροειδές σημείο των αγροτικών περιοχών του νομού Πιερίας αποτελεί την κατάλληλη τοποθεσία με βάση το κόστος μεταφοράς πρώτων υλών και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά για την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 40MW από την επεξεργασία αγροτικών υπολειμμάτων. Το κόστος μεταφοράς πρώτων υλών είναι 10.10€/μεταφερόμενο τόνο. Γενικά οι τιμές αυτές είναι τριπλάσιες και διπλάσιες αντίστοιχα από τις τιμές που δίνονται στην βιβλιογραφία και προφανώς εξαρτώνται από τις παραδοχές που έγιναν κατά την κατασκευή του κώδικα σε MatLab αλλά και από τους συντελεστές της εξίσωσης του ολικού κόστους μεταφοράς της βιομάζας.

Εξετάζεται ακόμη ο διαχωρισμός της εγκατάστασης προ-επεξεργασίας-αναβάθμισης της βιομάζας από την εγκατάσταση της κυρίως επεξεργασίας και για τα δύο είδη εργοστασίων. Στην περίπτωση του βιο-διυλιστηρίου καταλληλότερος κρίνεται ο νομός Καρδίτσας, ενώ στην περίπτωση του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας ο νομός Θεσσαλονίκης. Οι νομοί αυτοί προτείνονται με κριτήρια την παραγόμενη ποσότητα υπολειμμάτων και την απόστασή τους από τους νομούς Λαρίσης και Πιερίας σε κάθε περίπτωση.

Αποδεικνύεται ότι, η κατασκευή και βιωσιμότητα των εργοστασίων επεξεργασίας βιομάζας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τοποθεσία τους. Η σωστή δηλαδή τοποθέτηση ενός εργοστασίου επεξεργασίας βιομάζας παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση της επένδυσης. Σε αυτή την κατεύθυνση μπορούν να συνεισφέρουν σε σημαντικό βαθμό τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Τέλος το κόστος μεταφοράς των πρώτων υλών είναι σημαντική παράμετρος ως προς την επιλογή της τοποθεσίας ενός εργοστασίου, όμως θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης περιοχής καθώς και ο παράγων άνθρωπος που ζει, αναπτύσσεται και συνεισφέρει με την εργασία του στην λειτουργία μιας εγκατάστασης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] «Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών στην Οικολογία» Carol Johnston, εκδόσεις ΙΩΝ, 1998
- [2] «Συστήματα και Επιστήμη Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS)», P.A. Longley, M.F. Goodchild, D.J. Maguire, D.W. Rhind, μετάφραση Γ. Θεοδωρίδης, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2010.
- [3] «Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων», Γ.Π. Χονδροκούκης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 2008.
- [4] “Management Information Systems-Managing the Digital Firm”, K.C. Laudon, J.P. Laudon, Εκδόσεις Pearson, 2006.
- [5] «Πληροφοριακά Συστήματα για την Διοίκηση Επιχειρήσεων», Γ.Σ. Οικονόμου, Ν.Β. Γεωργόπουλος, Εκδόσεις Μπένου, 2004.
- [6] «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών», Κ. Κουτσόπουλος, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2005.
- [7] «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών», Γ. Μανιάτης, Εκδόσεις Ζήτη, 1996.
- [8] http://www.civ.uth.gr/lessons/23%5Ceisagogi_sta_GIS.pdf
- [9] Αποστολάκης Μ.-Κυρίτσης Σ.-Σούτερ Χ. «Το Ενεργειακό Δυναμικό της Βιομάζας, Γεωργικών και Δασικών Προϊόντων», ΕΛΚΕΠΑ, 1987
- [10] “Biomass survey in Europe, Country report in Greece”, EUBIONET(2003).
- [11] US Department of Energy, US Department of Agriculture (2005), “Biomass as feedstock for a Bioenergy and Bioproducts Industry”
- [12] BIOCORE Summer School Proceedings, 2011
- [13] CENTER FOR RENEABLE ENERGIES AND SAVING, Biomass Guide, 2009
- [14] “Methodology based on Geographic Information Systems for biomass logistics and transport optimization”, Perpina C., Alfonso D., Navarro A., Cardenas R., 2008
- [15] <http://bpe.epfl.ch/page-34016-en.html>, École polytechnique fédérale de Lausanne EPFL
- [16] «Εκτίμηση και Αξιοποίηση Κατανεμημένου Δυναμικού Βιομάζας από Αγροτικές και Κτηνοτροφικές Δραστηριότητες με τη Χρήση GIS», Ε. Σπύρου, Μεταπτυχιακή Εργασία, Πειραιάς, 2003
- [17] Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας (ΕΣΥΕ), Γεωργική Στατιστική της Ελλάδος, 2006.
- [18] “Assessment of biomass potential for power production: A GIS based method”, D. Voivontas, D. Assimacopoulos, E.G. Koukios, Biomass and Bioenergy, 2001.

[19] http://rosettacode.org/wiki/Sorting_algorithms/Bubble_sort#MATLAB

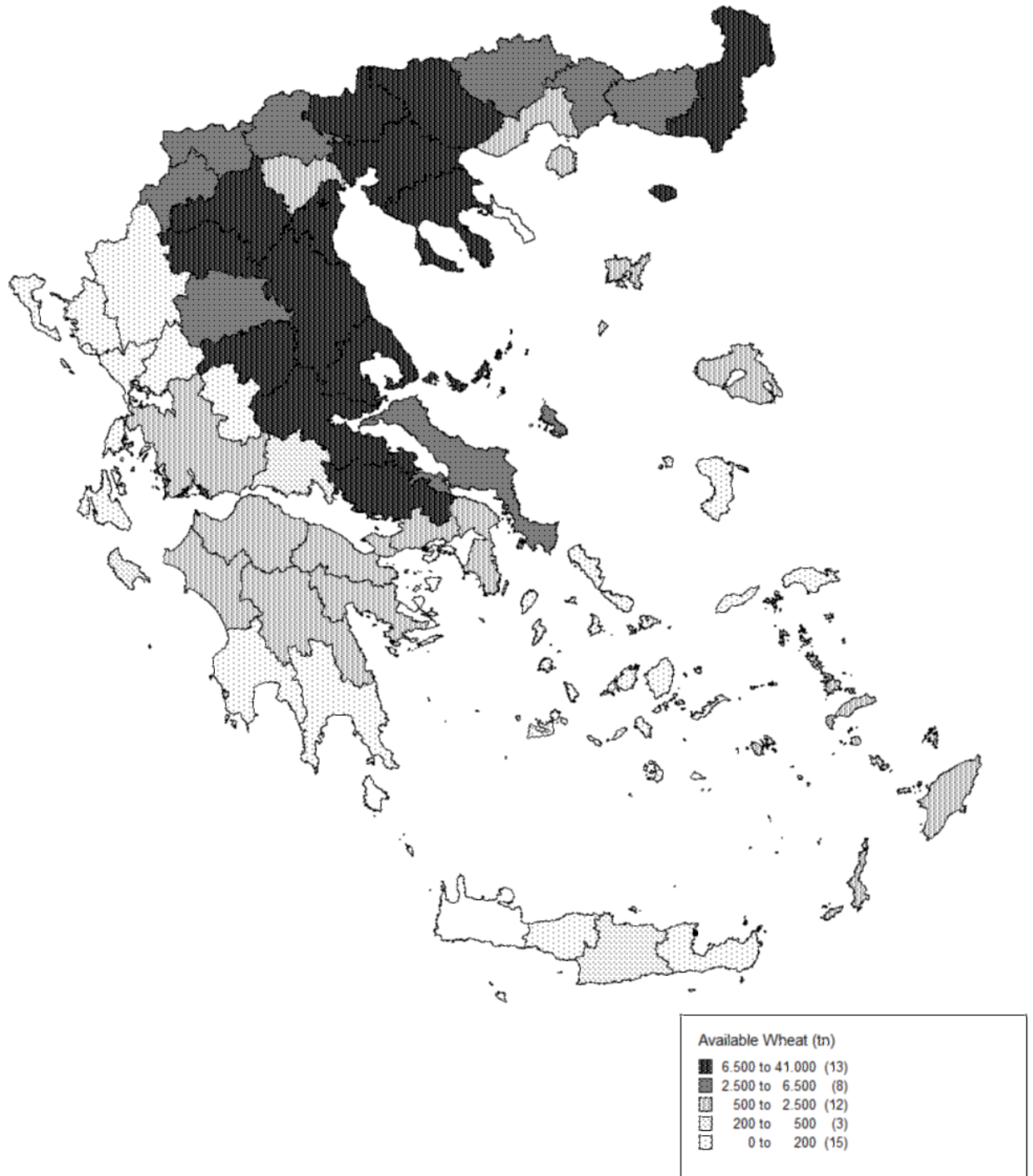
[20] “Lessons Learned from Existing Biomass Power Plants”, G. Wiltsee, NREL, California, 2000.

[21] Πρακτικά Συνεδρίου: “International Workshop on Biomass Torrefaction for Energy”, Albi-France, 2012.

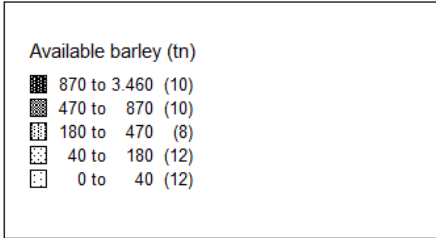
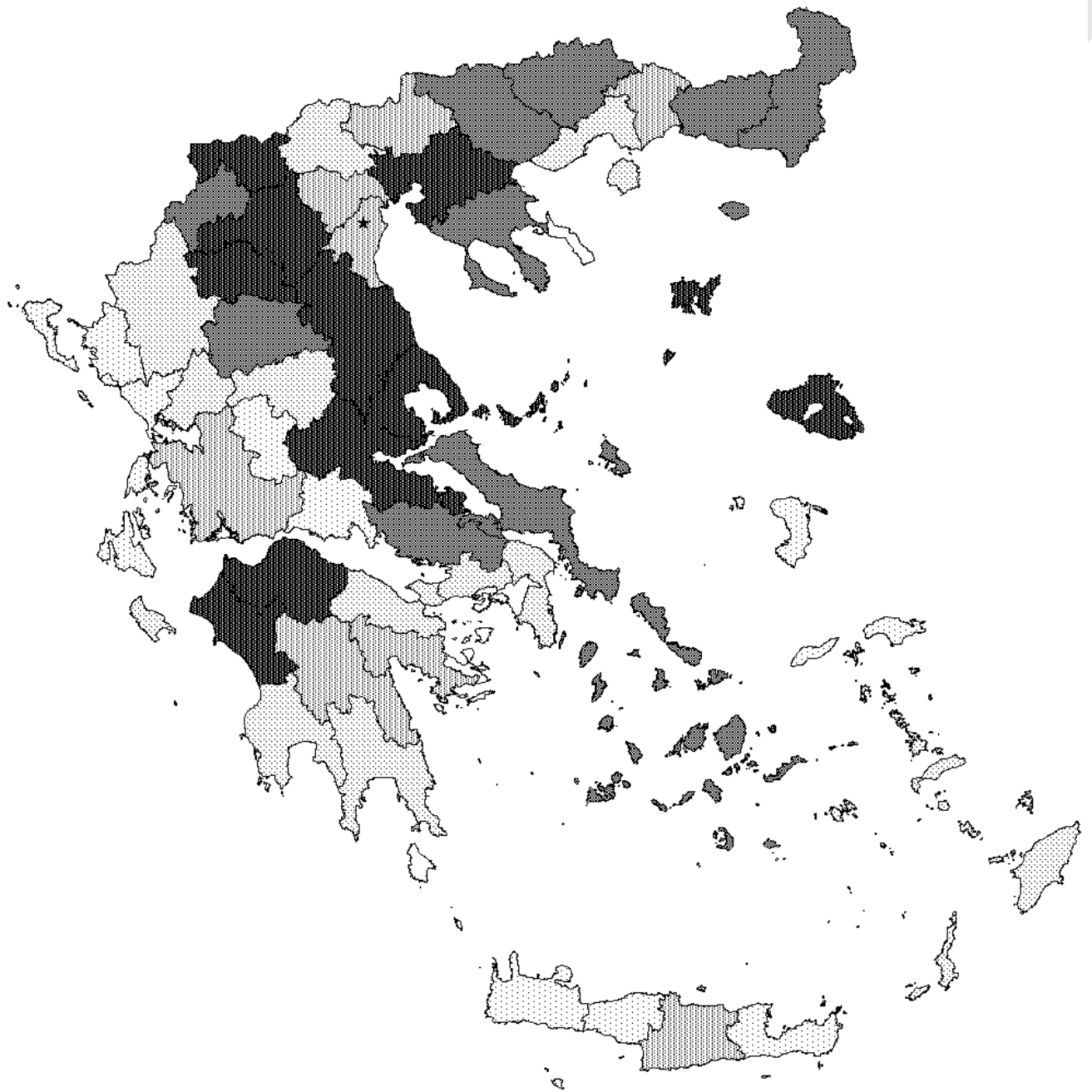
[22] “The Relative Cost of Biomass Energy Transport”, Flynn P., Searcy E., Ghafoori E., Kumar A., 2007

[23] “GIS-based approach for defining bioenergy facilities location: A case study in Northern Spain based on marginal delivery costs and resources competition between facilities” Gnansounou E., Panichelli L., 2007

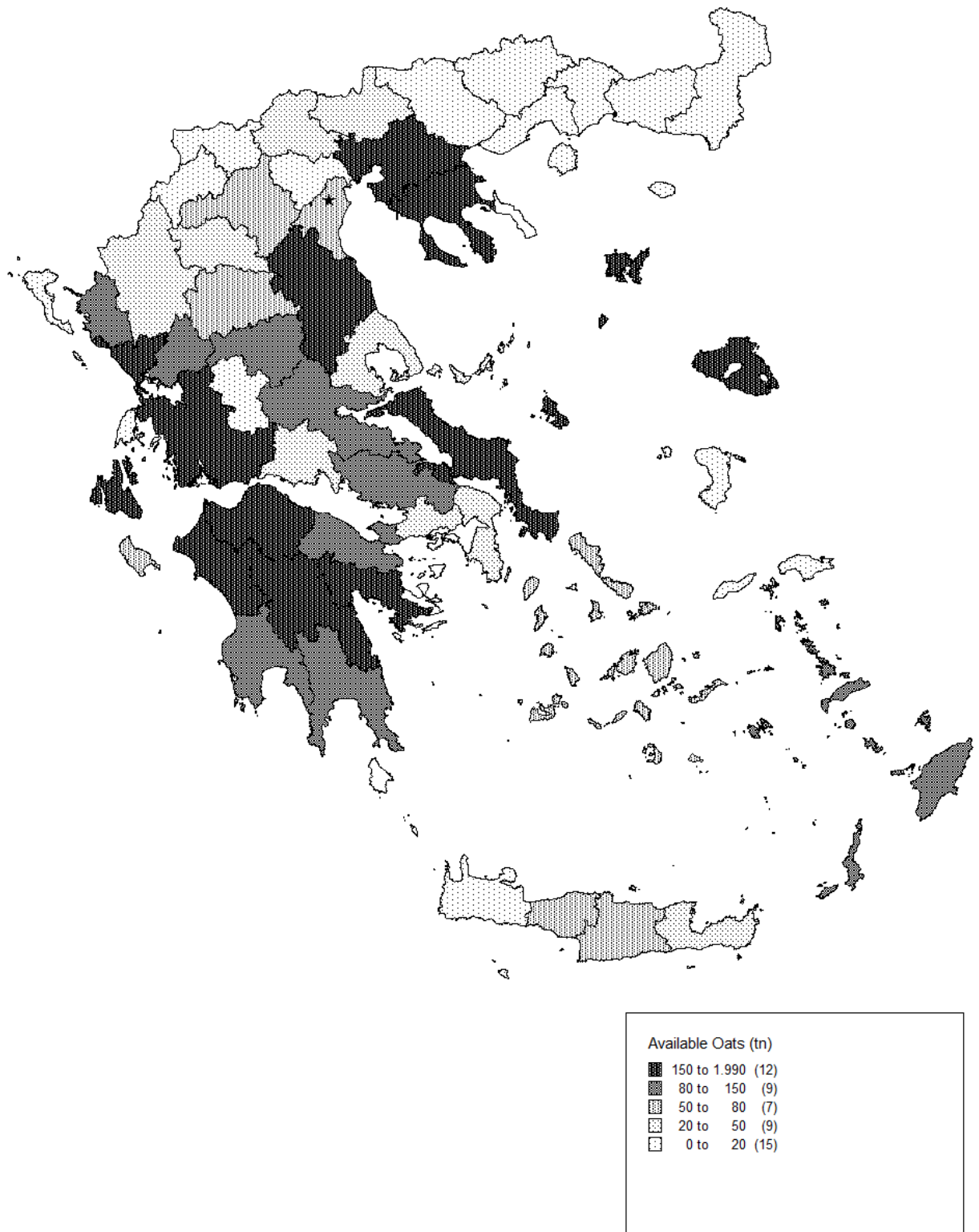
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α



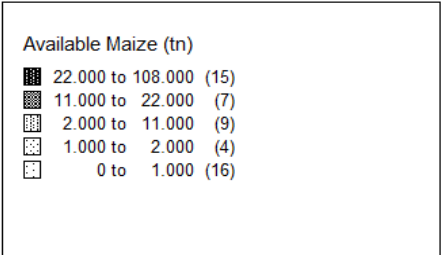
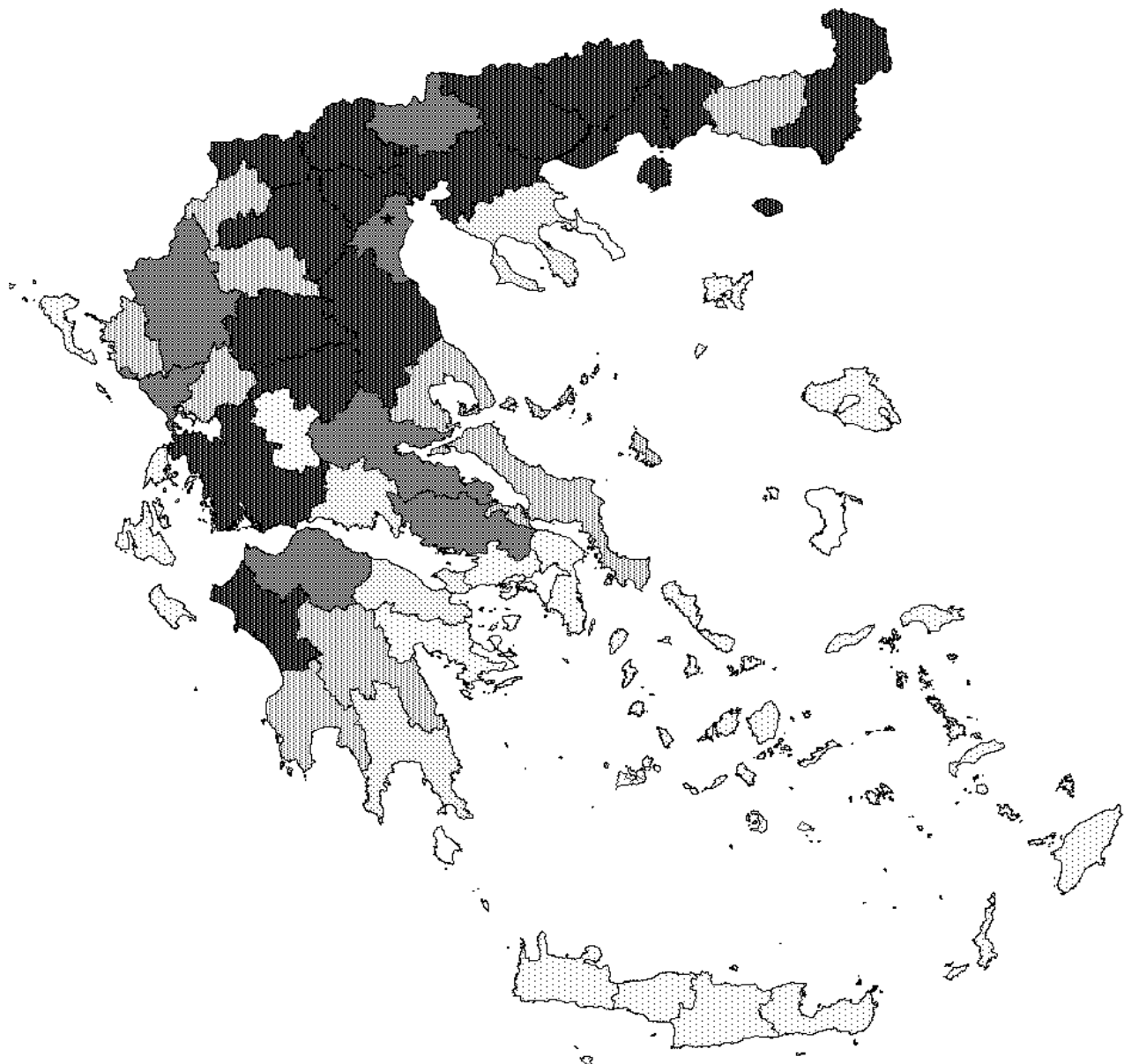
Εικόνα Π.1. Διαθέσιμο δυναμικό (τόνοι) υπολειμμάτων σιταριού.



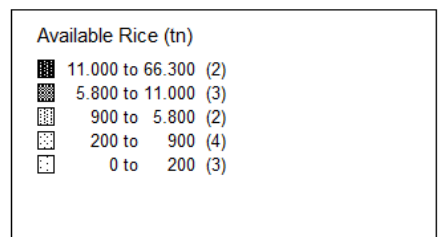
Εικόνα Π.2. Διαθέσιμο δυναμικό (τόνοι) υπολειμμάτων κριθαριού.



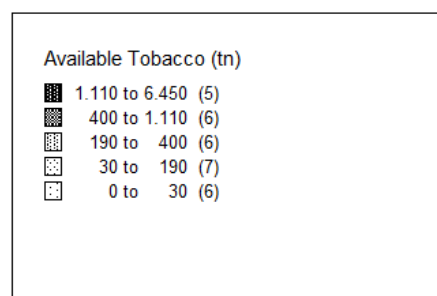
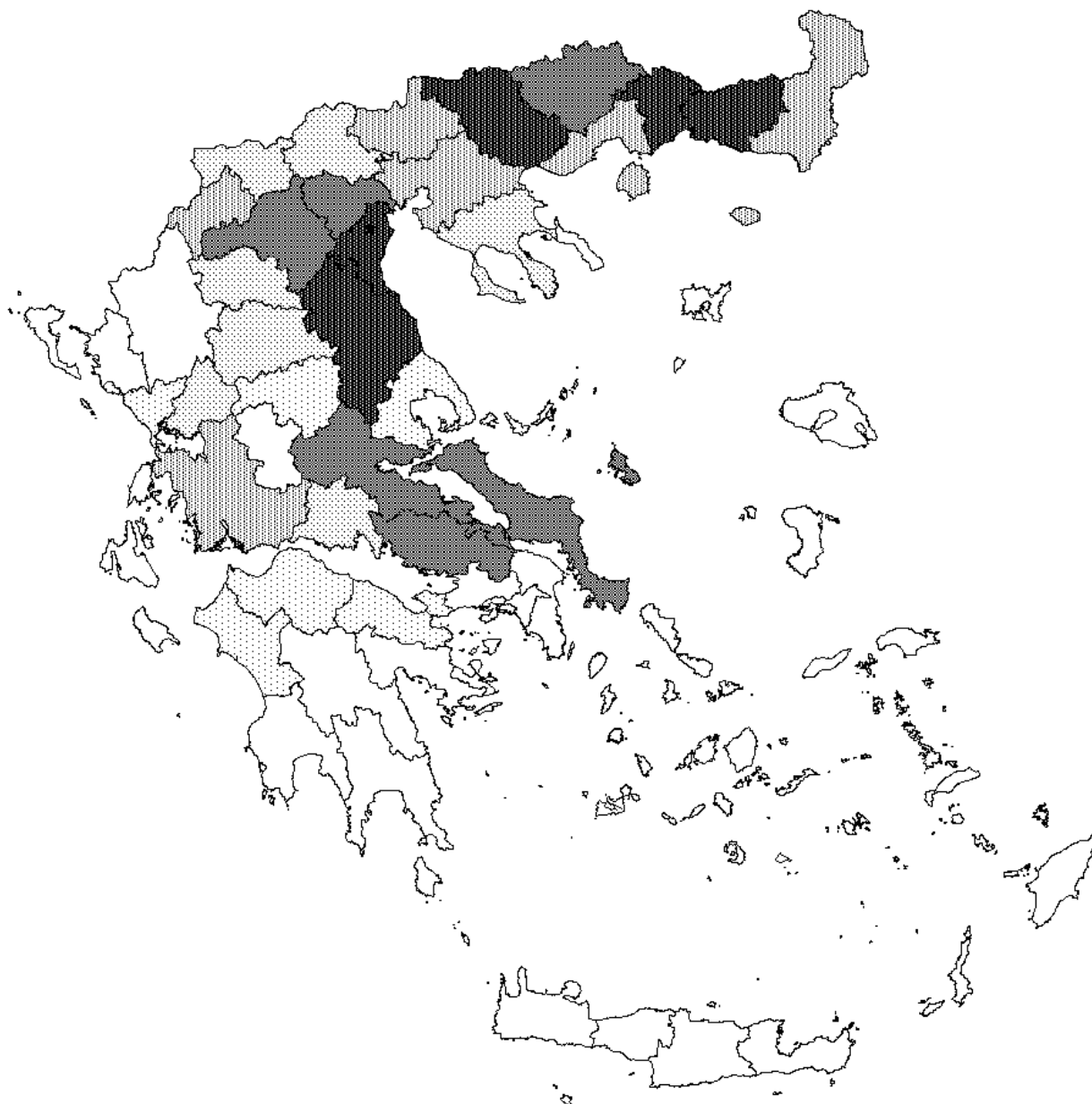
Εικόνα Π.3. Διαθέσιμο δυναμικό (τόνοι) υπολειμμάτων κριθαριού.



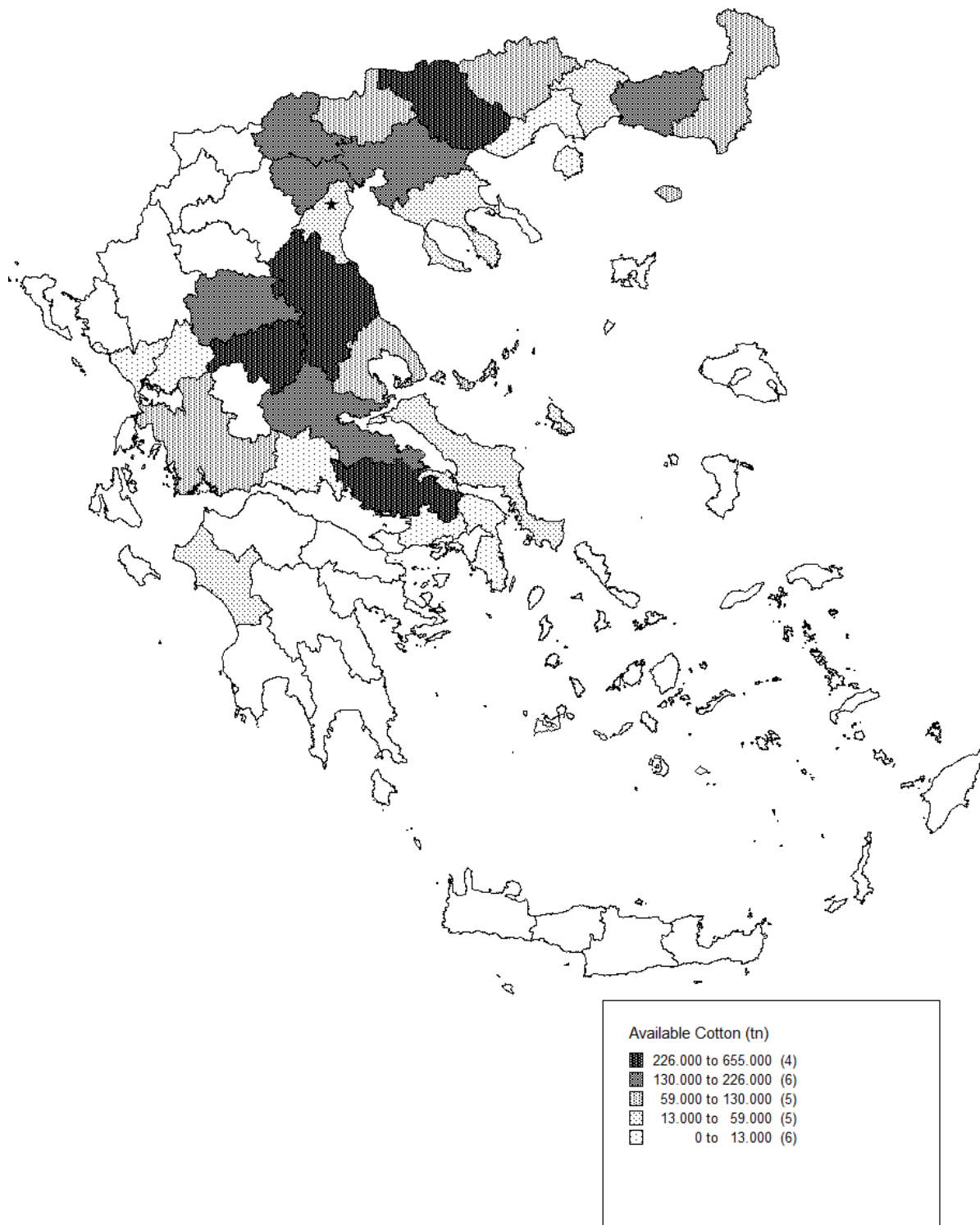
Εικόνα Π.4. Διαθέσιμο δυναμικό (τόνοι) υπολειμμάτων καλαμποκιού.



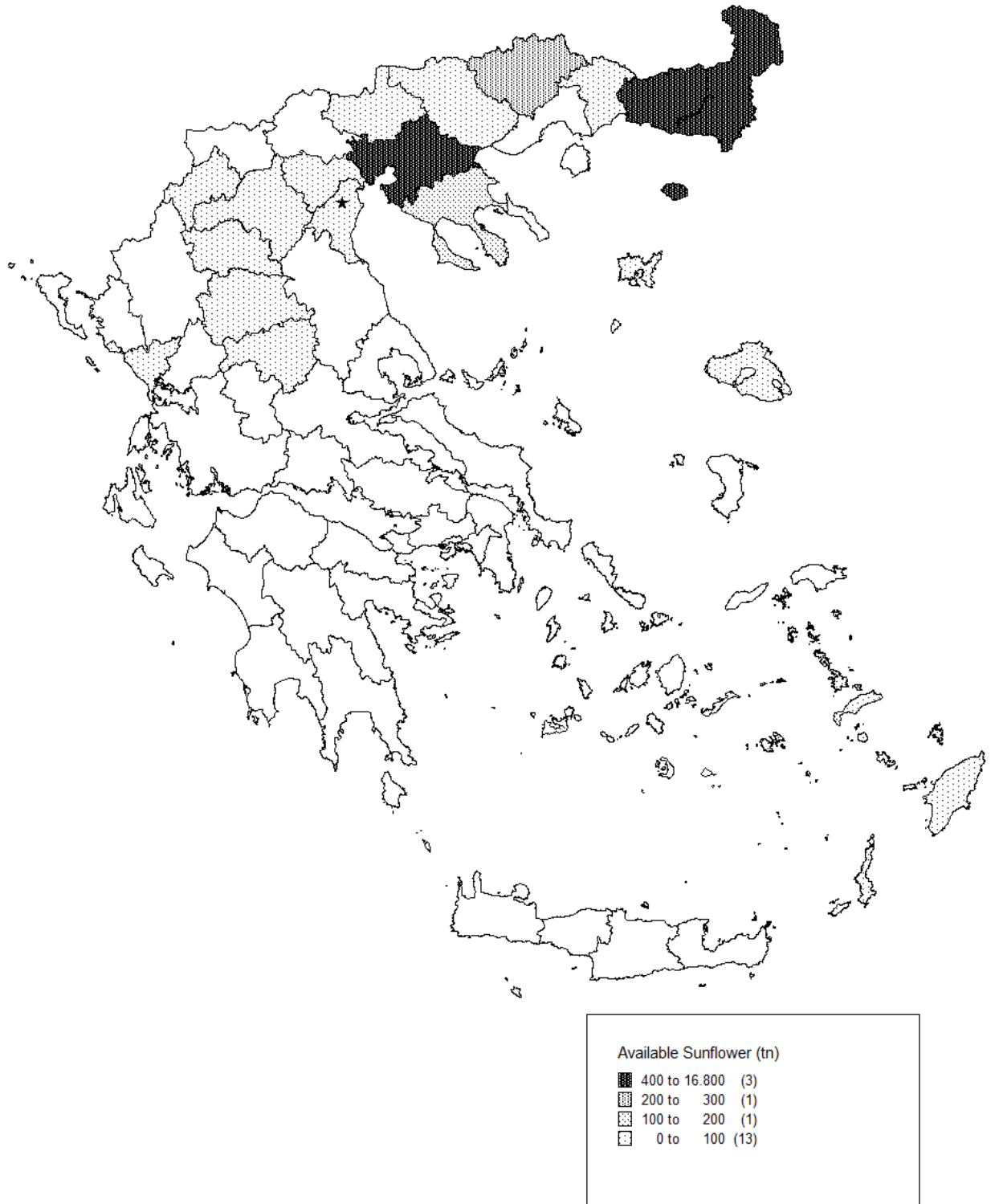
Εικόνα Π.5. Διαθέσιμο δυναμικό (τόνοι) υπολειμμάτων ριζιού.



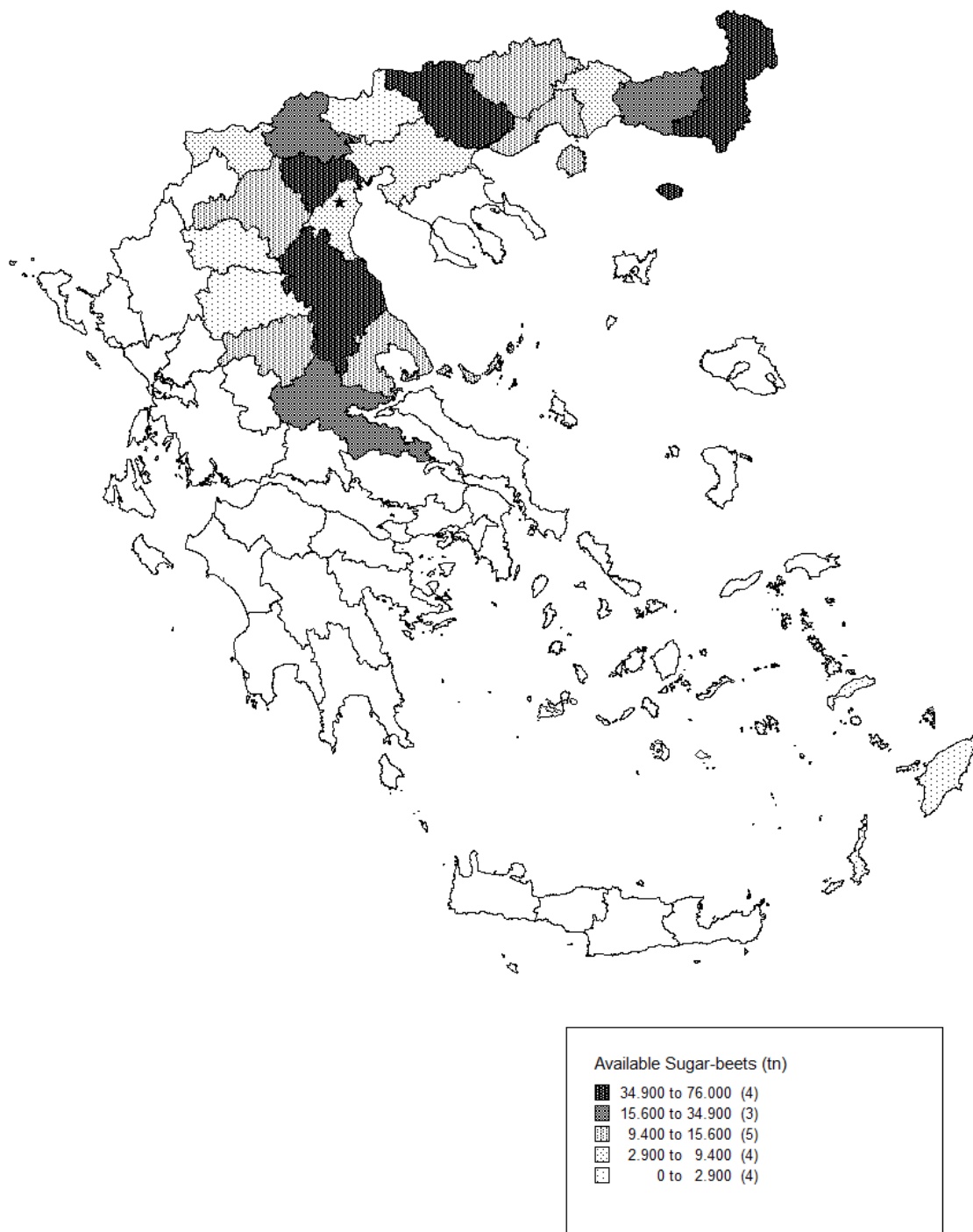
Εικόνα Π.6. Διαθέσιμο δυναμικό (τόνοι) υπολειμμάτων καπνού.



Εικόνα Π.7. Διαθέσιμο δυναμικό (τόνοι) υπολειμμάτων βαμβακιού.



Εικόνα Π.8. Διαθέσιμο δυναμικό (τόνοι) υπολειμμάτων ηλίανθου.



Εικόνα Π.9. Διαθέσιμο δυναμικό (τόνοι) υπολειμμάτων ζαχαρότευτλων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.

ID_01000000	ID_03000000	ID_04000000	ID_05000000	ID_06000000	ID_07000000	ID_11000000	ID_12000000	ID_13000000	ID_14000000	ID_15000000	ID_16000000	ID_17000000	ID_31000000	ID_32000000	ID_33000000	ID_34000000
ID_01000000	0	268	385	126	199	185	270	328	132	202	220	346	372	91.2	161	169
ID_03000000	268	0	83.8	199	145	73.5	184	241	328	132	202	220	270	185	169	169
ID_04000000	385	83.8	0	260	206	169	222	206	366	188	260	241	270	145	169	169
ID_05000000	126	199	260	0	75	158	294	352	226	295	304	260	270	206	169	169
ID_06000000	199	145	260	0	75	104	388	416	226	295	304	260	270	206	169	169
ID_07000000	185	73.5	169	158	104	0	204	262	194	184	154	107	270	145	169	169
ID_11000000	270	184	222	294	358	204	0	99.7	186	108	110	158	270	145	169	169
ID_12000000	328	241	280	352	416	262	99.7	0	185	158	110	158	270	145	169	169
ID_13000000	132	207	324	154	224	124	210	185	0	72.5	158	107	270	145	169	169
ID_14000000	202	328	366	226	295	194	186	108	0	202	160	160	270	145	169	169
ID_15000000	220	130	168	245	304	154	57.5	110	158	0	135	135	270	145	169	169
ID_16000000	346	260	298	371	434	278	107	71.7	160	135	0	58.3	270	145	169	169
ID_17000000	372	272	310	396	460	306	144	55.1	117	160	58.3	0	270	145	169	169
ID_31000000	91.2	338	435	139	214	236	321	374	253	272	397	423	0	106	84.2	81.1
ID_32000000	161	428	489	245	288	324	410	462	341	360	486	511	106	0	84.2	84.3
ID_33000000	169	374	435	217	234	314	400	452	331	350	476	502	106	0	84.2	105
ID_34000000	78.3	325	441	173	248	242	327	379	259	278	403	429	48.3	84.3	105	0
ID_41000000	233	212	273	109	72.1	170	425	477	332	371	501	527	167	217	158	243
ID_42000000	291	265	325	159	92.7	224	477	530	409	424	553	579	245	248	189	274
ID_43000000	309	229	290	185	111	188	442	494	373	388	518	544	303	306	246	332
ID_44000000	272	240	300	136	99.7	197	452	505	360	399	528	554	184	187	128	213
ID_51000000	247	328	389	225	188	285	477	530	409	428	553	579	159	162	103	188
ID_52000000	552	557	618	455	389	516	770	822	641	716	846	872	462	466	406	492
ID_53000000	343	420	481	318	253	379	633	686	433	505	579	709	255	258	199	284
ID_54000000	406	414	475	312	246	373	627	679	498	570	703	729	320	323	263	349
ID_55000000	557	563	624	461	396	522	776	829	648	719	852	878	469	472	413	498
ID_56000000	311	393	453	290	253	350	542	594	402	492	618	644	223	226	167	252
ID_57000000	454	460	521	358	292	419	673	725	544	619	749	775	365	368	309	395
ID_58000000	298	390	451	276	215	349	603	655	460	549	679	705	210	213	154	239
ID_59000000	394	425	486	323	257	384	638	690	485	584	714	740	306	309	250	335
ID_61000000	412	351	412	249	184	310	564	617	502	510	640	666	324	327	268	353
ID_62000000	488	494	555	392	326	453	707	759	578	653	783	809	400	403	343	429
ID_63000000	369	542	603	347	311	502	602	652	460	550	676	701	281	284	225	310
ID_64000000	468	481	542	372	306	433	691	743	558	630	767	793	381	383	323	409
ID_71000000	703	709	771	607	545	679	922	982	794	873	1002	1028	615	618	559	644
ID_72000000	610	617	677	514	449	576	829	882	701	776	905	925	522	525	466	551
ID_73000000	651	658	718	555	490	617	871	923	821.7	825	950	976	563	566	507	592
ID_97000000	307	70.6	57.3	247	193	156	138	190	283	84.2	214	240	352	439	424	357
ID_98000000	329	129	116	306	252	215	167	219	311	113	243	269	380	468	453	386

ID_010000	233	291	309	272	247	552	343	406	557	311	454	298	394	412	488	369	468	703	610	551	307	329
ID_030000	212	265	229	240	328	557	420	414	563	393	460	390	425	351	494	542	481	709	617	658	706	129
ID_040000	273	325	290	300	389	618	481	475	624	453	521	451	486	412	555	603	542	771	677	718	573	116
ID_050000	109	159	185	136	225	455	318	312	461	290	358	276	323	249	392	347	372	607	514	555	247	306
ID_060000	72.1	92.7	111	99.7	188	389	253	246	396	253	292	215	257	184	326	311	306	545	449	490	193	252
ID_070000	170	224	188	197	285	516	379	373	522	350	419	349	384	310	453	502	433	679	576	617	156	215
ID_110000	425	477	442	452	477	770	633	627	776	542	673	603	638	564	707	602	691	922	829	871	138	167
ID_120000	477	530	494	505	530	822	686	679	829	594	725	655	690	617	759	652	743	982	882	923	190	219
ID_130000	261	337	301	288	337	641	433	498	648	402	544	389	485	502	578	460	558	794	701	742	238	267
ID_140000	332	409	373	360	409	713	505	570	719	473	616	460	556	574	650	531	630	873	772	821.7	283	311
ID_150000	371	424	388	399	428	716	579	573	723	492	619	549	584	510	653	550	637	880	776	825	84.2	113
ID_160000	501	553	518	528	553	846	709	703	852	618	749	679	714	640	783	676	767	1002	905	950	214	243
ID_170000	527	579	544	554	579	872	735	729	878	644	775	705	740	666	809	701	793	1028	725	976	240	269
ID_310000	167	245	303	184	159	462	255	320	469	223	365	210	306	324	400	281	381	615	522	563	352	380
ID_320000	217	248	306	187	162	466	258	323	472	226	368	213	309	327	403	284	383	618	525	566	439	468
ID_330000	158	189	246	128	103	406	199	263	413	167	309	154	250	268	343	225	323	559	466	507	424	453
ID_340000	243	274	332	213	188	492	284	349	498	252	395	239	335	353	429	310	409	644	551	592	357	386
ID_410000	0	56	111	27.8	116	362	226	219	369	181	265	168	230	157	299	239	279	515	422	463	260	319
ID_420000	56	0	59.1	62.6	138	297	160	154	303	187	199	121	164	91	234	202	214	449	356	397	313	372
ID_430000	111	59.1	0	121	201	351	215	208	358	332	254	184	219	146	288	337	268	504	411	452.9	278	336
ID_440000	27.8	62.6	121	0	87.8	371	184	228	378	153	274	139	235	165	308	210	288	523	431	472	287	346
ID_510000	116	138	201	87.8	0	309	102	167	316	70.2	212	57	153	171	247	128	227	462	369	422	376	435
ID_520000	362	297	351	371	309	0	215	146	366	333	171	269	177	214	68.8	338	164	183	90.2	131	605	663
ID_530000	226	160	215	184	102	215	0	73.8	223	126	120	61.3	51.2	77.9	154	130	134	369	276	317	468	527
ID_540000	219	154	208	228	167	146	73.8	0	153	190	49.1	125	46	71.1	83.4	194	61.5	299	206	247	461	520
ID_550000	369	303	358	378	316	366	223	153	340	340	177	276	184	221	116	345	171	147	53.8	94.9	612	671
ID_560000	181	187	332	153	70.2	333	126	190	340	0	237	81.4	177	195	271	55.1	251	486	394	435	586	644
ID_570000	265	199	254	274	212	171	120	49.1	177	237	0	172	55.5	117	73	174	112	324	231	272	508	566
ID_580000	168	121	184	139	57	269	61.3	125	276	81.4	172	0	112	130	206	86.4	186	421	328	369	435	494
ID_590000	230	164	219	235	153	177	51.2	46	184	177	55.5	112	0	74.4	114	122	108	330	237	278	465	524
ID_610000	157	91	146	165	171	214	77.9	71.1	221	195	117	130	74.4	0	151	199	131	366	273	314	400	459
ID_620000	299	234	288	308	247	68.8	154	83.4	116	271	73	206	114	151	0	274	146	261	169	210	541	600
ID_630000	239	202	337	210	128	338	130	194	345	55.1	174	86.4	122	199	0	0	256	491	398	439	590	649
ID_640000	279	214	268	288	227	164	134	61.5	171	251	112	186	108	131	146	256	0	316	223	264	526	585
ID_710000	515	449	504	523	462	183	369	299	147	486	324	421	330	366	261	491	316	679	576	546	757	816
ID_720000	422	356	411	431	369	90.2	276	206	53.8	394	231	328	330	366	169	398	223	100	0	49.7	664	723
ID_730000	463	397	452	472	422	131	317	247	94.9	394	272	328	237	273	210	439	264	546	497	0	705	764
ID_970000	260	313	278	287	376	605	468	461	612	586	508	435	465	400	541	590	526	757	664	705	0	73.2
ID_980000	319	372	336	346	435	663	527	520	671	644	566	494	524	459	600	649	585	816	723	764	73.2	0

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.1.1

Ο αλγόριθμος για την επιλογή τοποθεσίας κατασκευής βιο-διυλιστηρίου

```
% finds the state with the minimum transportation cost for commuting
a
% certain amount of biomass

clear all

% Open a file to write the result in
file_output = fopen('question3.txt','wt');
% Load the data
load('matlab.mat');

% Construct a list (biomass_name) of the names of the fuels. The
fuels are
% read from the data that has already been imported (text_biomass)
number_of_fuels=2;
biomass_name=[];
sorted_LHVs=zeros(number_of_fuels,1);
biomass_ind_LHV=zeros(number_of_fuels,1);
k=1;
for i=1:length(LHV)
    s={textdata_biomass{1,i+2}};
    switch s{1,1}
        case 'Sugarbeets (tn)'
            biomass_name=[biomass_name ; s ];
            sorted_LHVs(k)=LHV(i);
            biomass_ind_LHV(k)=i;
            k=k+1;
        case 'Cotton (tn)'
            biomass_name=[biomass_name ; s ];
            sorted_LHVs(k)=LHV(i);
            biomass_ind_LHV(k)=i;
            k=k+1;
    end
end

transporting_amount=750000;

costs=zeros(length(distances),1);
%Computation of the cost and energy per state
for j=1:39
    % Sort the array containing the distances of the stateID from the
rest of
    % the states in an increasing mode
    % outputs : distances_sorted, an array with the sorted distances
    %           stateID_sorted, an array with the numbers indicating
the
    %           corresponding state
    [distances_sorted,stateID_sorted]=bubbleSort(distances(:,j),1,...
length(distances(:,j)));
    costs(j) = Biorefinery_tranporting_cost(file_output,...
distances_sorted,number_of_fuels,biomass,biomass_name,LHV,...
biomass_ind_LHV,j,stateID_sorted,stateIDs,transporting_amount);
end
```

```

%Finding the minimum
[min_total_cost,state]=min(costs);
% Writing the results in the output file
fprintf(file_output,'The state with the minimum transportation cost
is : %s\n\n\n',...
stateIDs{state,2});

[distances_sorted,stateID_sorted]=bubbleSort(distances(:,state),1,...
length(distances(:,state)));
cost = Biorefinery_tranporting_cost(file_output,distances_sorted,...

number_of_fuels,biomass,biomass_name,LHV,biomass_ind_LHV,state,...
stateID_sorted,stateIDs,transporting_amount);

clear s;clear j;clear i;
fclose(file_output);
clear file_output;

```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.1.2

Ο αλγόριθμος της συνάρτησης κόστους Biorefinery_transporting_cost

```

function [tcts,energy_sum] =
Biorefinery_tranporting_cost(file_output,...
distances_sorted,number_of_fuels,biomass,biomass_name,HHV,...

biomass_ind_HHV,stateID,stateID_sorted,stateIDs,transporting_amount)

energy_sum =0;
tcts=0;
collected_mass=0;

i=1;
num_of_sender_states=0; % counts the states that send biomass
while ((i<length(distances_sorted)+1)&&(collected_mass<transporting_am
ount))
biomass_used=0;% counter of the fuels that have been used from a
state
state_index=stateID_sorted(i);
num_of_sender_states= num_of_sender_states+1;
k=number_of_fuels;
residual_mass=0;
residual_energy=0;
while (k>0&&(collected_mass<transporting_amount))
bio_index=biomass_ind_HHV(k);
mass=biomass(state_index,bio_index);
if (mass>0)
biomass_used=biomass_used+1;
end
routs=floor((mass+residual_mass)/15);
m=routs;

if (m~=0&&(collected_mass<transporting_amount)&&residual_mass>0)
energy_sum=energy_sum+residual_energy+(15-
residual_mass)*HHV(bio_index);
tcts=tcts+154+2.05*distances_sorted(i);

```

```

        collected_mass=collected_mass+15;
        mass=mass-(15-residual_mass);
        residual_mass=0;
        residual_energy=0;
        m=m-1;
    end
    while ((collected_mass<transporting_amount)&& m>0)
        energy_sum=energy_sum+15*HHV(bio_index);
        tcts=tcts+154+2.05*distances_sorted(i);
        collected_mass=collected_mass+15;
        m=m-1;
        mass=mass-15;
    end
    residual_mass=residual_mass+mass;
    residual_energy=residual_energy+mass*HHV(bio_index);
    k=k-1;
end
if
(residual_mass~=0&& m==0&& (collected_mass<transporting_amount))
    energy_sum=energy_sum+residual_energy;
    tcts=tcts+154+2.05*distances_sorted(i);
    collected_mass=collected_mass+residual_mass;
else
    tcts=tcts+2.05*distances_sorted(i);
end
i=i+1;
end

% Writing the results in the output file
state=stateID_sorted(i-1);
fprintf(file_output, 'Case the factory is in the state : %s \n',...
    stateIDs{stateID,2});
fprintf(file_output, 'Number of Sender-States : %10d \n',...
    num_of_sender_states-1);
for m=2:num_of_sender_states
    stateID=stateID_sorted(m);
    fprintf(file_output, ' %s \n',stateIDs{stateID,2});
end

fprintf(file_output, 'Materials sent by the last state : \n');
for m=1:biomass_used
    fprintf(file_output, ' %s \n',biomass_name{number_of_fuels+1-
m,1});
end
fprintf(file_output, 'Energy produced : %10d \n',energy_sum);
fprintf(file_output, 'Tranporting Cost : %10d \n',tcts);
fprintf(file_output, 'Mass collected : %10d \n\n',collected_mass);

```


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.2.1

Ο αλγόριθμος για το εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας από βιομάζα

```
% finds the state with the minimum transportation cost and a
production of
% energy low-bounded by a certain desired amount

clear all

% Open a file to write the result in
file_output = fopen('question1.txt','wt');
% Load the data
load('matlab.mat');

% Construct a list (biomass_name) of the names of the fuels. The
fuels are
% read from the data that has already been imported (text_biomass)
number_of_fuels=7;
biomass_name=[];
sorted_LHVs=zeros(number_of_fuels,1);
biomass_ind_LHV=zeros(number_of_fuels,1);
k=1;
for i=1:length(LHV)
    s={textdata_biomass{1,i+2}};
    switch s{1,1}
        case 'wheat tot (tn)'
            biomass_name{number_of_fuels,1}=s{1,1};
            sorted_LHVs(number_of_fuels)=LHV(i);
            biomass_ind_LHV(number_of_fuels)=i;
        case 'maize (tn)'
            biomass_name{number_of_fuels-1,1}= s{1,1};
            sorted_LHVs(number_of_fuels-1)=LHV(i);
            biomass_ind_LHV(number_of_fuels-1)=i;
        case 'Sugarbeets (tn)'
        case 'Cotton (tn)'
        otherwise
            biomass_name{k,1}=s{1,1};
            sorted_LHVs(number_of_fuels-1-k)=LHV(i);
            biomass_ind_LHV(number_of_fuels-1-k)=i;
            k=k+1;
    end
end

[sorted,indexes]=bubbleSort(sorted_LHVs,1,number_of_fuels-2);
temp=zeros(length(sorted),1);
for i=1:length(sorted)
    sorted_LHVs(i)=sorted(i);
    temp(i)=biomass_ind_LHV(indexes(i));
end
for j=1:length(sorted)
    biomass_ind_LHV(j)=temp(j);
end

%Set a lower-bound to the energy production e.g.
%max_energy=maximumEnergy(biomass,HHV);
least_energy=40*365*24*3600/(0.8*0.25);
fprintf(file_output,...
    'A lower bound for the energy production is : %10d MJ
\n\n',least_energy);
```

```

costs=zeros (length (distances),1);
energies=zeros (length (distances),1);
%Computation of the cost and energy per state
for j=1:39
    % Sort the array containing the distances of the stateID from the
rest of
    % the states in an increasing mode
    % outputs : distances_sorted, an array with the sorted distances
    %           stateID_sorted, an array with the numbers indicating
the
    %           corresponding state
    [distances_sorted,stateID_sorted]=bubbleSort (distances (:,j),1,...
length (distances (:,j)));

[costs (j),energies (j)] = PowerPlant_tranporting_cost (file_output,...
least_energy,distances_sorted,number_of_fuels,biomass,biomass_name,..
.
    LHV,biomass_ind_LHV,j,stateID_sorted,stateIDs);
end

%Finding the minimum
% max_total_cost=max (costs);
% for j=1:length (costs)
%     if (energies (j)<least_energy)
%         costs (j)=max_total_cost;
%     end
% end
[min_total_cost,state]=min (costs);
% Writing the results in the output file
fprintf (file_output,'The state with the minimum transportation cost
is : %s\n\n\n',...
stateIDs {state,2});

[distances_sorted,stateID_sorted]=bubbleSort (distances (:,state),1,...
length (distances (:,state)));

[cost,energy] =
PowerPlant_tranporting_cost (file_output,least_energy,...
distances_sorted,number_of_fuels,biomass,biomass_name,LHV,...
biomass_ind_LHV,state,stateID_sorted,stateIDs);

clear s;clear j;clear i;
fclose (file_output);
clear file_output;

```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.2.2

Ο αλγόριθμος υπολογισμού της συνάρτησης PowerPlant_transporting_cost

```
function [tcts,energy_sum] =  
PowerPlant_transporting_cost(file_output,...  
  
energy_goal,distances_sorted,number_of_fuels,biomass,biomass_name,HHV  
,...  
    biomass_ind_HHV,stateID,stateID_sorted,stateIDs)  
  
min_energy= energy_goal;  
energy_sum =0;  
tcts=0;  
residual_mass=0;  
residual_energy=0;  
collected_mass=0;  
  
i=1;  
num_of_sender_states=0; % counts the states that send biomass  
while((energy_sum<min_energy)&&(i<length(distances_sorted)+1))  
    biomass_used=0;% counter of the fuels that have been used from a  
state  
    state_index=stateID_sorted(i);  
    num_of_sender_states= num_of_sender_states+1;  
    k=number_of_fuels;  
    residual_mass=0;  
    residual_energy=0;  
    while((energy_sum<min_energy)&&k>0)  
        bio_index=biomass_ind_HHV(k);  
        mass=biomass(state_index,bio_index);  
        if(mass>0)  
            biomass_used=biomass_used+1;  
        end  
        routs=floor((mass+residual_mass)/15);  
        m=routs;  
        if(m~=0&&(energy_sum<min_energy)&&residual_mass>0)  
            energy_sum=energy_sum+residual_energy+(15-  
residual_mass)*HHV(bio_index);  
            tcts=tcts+154+2.05*distances_sorted(i);  
            collected_mass=collected_mass+15;  
            mass=mass-(15-residual_mass);  
            residual_mass=0;  
            residual_energy=0;  
            m=m-1;  
        end  
        while((energy_sum<min_energy)&&m>0)  
            energy_sum=energy_sum+15*HHV(bio_index);  
            tcts=tcts+154+2.05*distances_sorted(i);  
            m=m-1;  
            mass=mass-15;  
        end  
        residual_mass=residual_mass+mass;  
        residual_energy=residual_energy+mass*HHV(bio_index);  
        k=k-1;  
    end  
    if(routs~=0)  
        if (residual_mass~=0&&m==0&&(energy_sum<min_energy))  
            energy_sum=energy_sum+residual_energy;
```

```

        tcts=tcts+154+2.05*distances_sorted(i);
    else
        tcts=tcts+2.05*distances_sorted(i);
    end
end
i=i+1;
end

% Writing the results in the output file
state=stateID_sorted(i-1);
fprintf(file_output, 'State with the factory : %s \n',...
        stateIDs{stateID,2});
fprintf(file_output, 'Number of Sender States : %10d \n',...
        num_of_sender_states-1);
for m=2:num_of_sender_states
    stateID=stateID_sorted(m);
    fprintf(file_output, ' %s \n',stateIDs{stateID,2});
end
fprintf(file_output, 'Gredients sent by the last state : \n');
for m=1:biomass_used
    fprintf(file_output, ' %s \n',biomass_name{number_of_fuels+1-
m,1});
end
fprintf(file_output, 'Energy produced : %10d \n',energy_sum);
fprintf(file_output, 'Tranporting Cost : %10d \n\n',tcts);
if (energy_sum<energy_goal)
    fprintf(file_output, 'THE ENERGY GOAL IS NOT REACHED!
\n\n\n\n');
else
    fprintf(file_output, '\n\n');
end
end

```